

35



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

"TOPICOS SELECTOS DE LA PRODUCCION AGRICOLA
ACTUAL.

LOMBRICULTURA, UNA ALTERNATIVA A LA
FERTILIZACION ORGANICA DE CULTIVOS EN MEXICO."

TRABAJO DE SEMINARIO
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERA AGRICOLA
P R E S E N T A :
MARCELA ABIGAIL SOLIS BEDOY

ASESOR: ING. RAUL ESPINOZA SANCHEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

2000

2000



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

AT'N Q. Ma del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario
'Tópicos Selectos de la Producción Agrícola Actual Lombricultura una alternativa a la Fertilización orgánica de cultivos en México'

que presenta la pasante Marcela Abigail Solís Bedoy
con numero de cuenta 9556275-1 para obtener el TITULO de
Ingeniera Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO

A T E N T A M E N T E

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo de Mex , a 22 de agosto de 2000

MODULO

PROFESOR

FIRMA

I

Ing. Raúl Espinoza Sánchez

II

Ing. Gustavo Mercado Mancera

IV

Biol. Elva Martínez Holguín

RECONOCIMIENTOS.

A DIOS, NUESTRO SEÑOR

Por permitirme vida para seguir luchando día a día, por ser lo que soy, y sellar el esfuerzo desplegado tanto por mí como por mis padres para mi superación personal, y que ahora me accede iniciar mi vida profesional.

A MIS PADRES.

Por luchar junto con mi persona para alcanzar las metas planeadas, gracias por su apoyo y su confianza, por todo lo que han hecho por mí y sobre todo por enseñarme que “si se desea algo con fuerza, el UNIVERSO se conjunta para llevarlo a cabo” Que Dios los bendiga

A MIS HERMANAS

ELDA, GABRIELA, JESSICA Y DULCE

Por su apoyo en cada momento y por alentarme a seguir adelante

A LA UNAM

Y a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, por haberme otorgado la gran oportunidad de formarme profesionalmente en sus aulas y de llevar el orgullo de ser universitario

A MIS PROFESORES

Por el aprendizaje y las experiencias que me transmitieron a lo largo de la carrera

A MI ASESOR

Ing. RAÚL ESPINOZA SÁNCHEZ por el consejo y dirección que en su momento me brindó para la realización de mi tesis profesional

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS

¡MIL GRACIAS !

Y A TI, RODRIGO

Por el gran apoyo, amor y confianza que me brindas día con día

TE AMO!!

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVOS	5
I Fertilidad del suelo	6
1 1 Fertilidad y materia orgánica	7
1 2 Fertilización	8
1 2 1 Tipos de fertilización	9
1 3 Organismos del suelo	11
II La lombriz de tierra	13
2 1 Ciclo reproductivo	16
2 2 Requerimientos	17
2 3 Plagas y enfermedades	17
2 4 Importancia	20
III Explotación de la lombriz para la producción de humus	22
3.1 Tipos de instalación	23
3.2 Condiciones para el criadero	23
3.3 Establecimiento de una explotación	29
3.4 Producción de vermicomposta	30
3 4 1 Características del humus	31
3 4 2 Análisis del humus	35
3 5 Problemas que suelen presentarse por el empleo de humus	41
3 6 Comercialización del humus	43
3.6 1 Análisis de mercado	47
3 7 Costos de producción	50
3.7 1 Análisis de costos	51
3 8 Aplicaciones del humus	55
3 8 1 Alternativas para evitar y recuperar un suelo degradado	58

IV	CONCLUSIONES	60
V	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	62
VI	ANEXOS	65

INDICE DE CUADROS.

Cuadro No 1	Prolificidad de la lombriz	22
Cuadro No 2	Comparación entre lombrices	23
Cuadro No 3	Calendario de actividades para la explotación	30
Cuadro No 4	Producción de humus.	33
Cuadro No. 5	Comparación en la producción de hortalizas en Kg/Ha	34
Cuadro No 6	Presencia de ácido ascórbico (vitamina C) en mg/100g de jugo de la planta	34
Cuadro No 7	Análisis químico del humus	38
Cuadro No 8	Análisis tipo del humus	39
Cuadro No 9	Composición química de rumen y excretas de varios animales domésticos.	43
Cuadro No 10	Costos	51
Cuadro No 11	Ingresos y egresos Fase expansión	53
Cuadro No 12	Ingresos y egresos 2º y 3er año	54
Cuadro No 13	Aplicaciones de acuerdo al tipo y tamaño de planta	55
Anexo A	Dosis de abonado	65
Anexo B	Proyecto de factibilidad de lombricultura	66
Anexo C	Estudio de factibilidad del proyecto	68

INTRODUCCIÓN.

A comienzos del presente siglo se utilizaban en el mundo agrícola alrededor de 60.000 toneladas de nitrógeno, fertilizante precedente del nitrato natural de Chile. A partir de la fabricación de fertilizantes nitrogenados sintéticos, el consumo alcanzó en los años 60 cerca de 12 000 millones de toneladas. La agricultura comercial no puede prescindir de los fertilizantes químicos, con los cuales en muchos casos se incorporan ácidos como el nítrico y el fosfórico, nitratos y cloruros (Navas, C, 1998)

En los últimos 20 o 30 años las técnicas inadecuadas de laboreo y la aplicación de fertilizantes químicos que afectan la flora microbiana del suelo están disminuyendo el humus en las tierras cultivables (Raspeño, y Cumolo, 1996)

Partiendo de estos problemas, en este trabajo se analiza la importancia de la recuperación de la fertilidad del suelo y el papel que representa la materia orgánica y las sustancias húmicas en este medio, tendientes a fomentar la agricultura orgánica. Se estudia la relación de la fertilidad del suelo con la materia orgánica y se realiza un breve análisis sobre la fertilización del suelo y los tipos de fertilizantes que se conocen hoy en día.

De la fertilización de tipo orgánica se destaca la importancia que otorga a los microorganismos del suelo, entre los que se encuentran algas, bacterias, hongos y macro fauna en general. Dentro de la macro fauna nos inclinamos por los “gusanos celomados”, entre los cuales encuentran los Anélidos y dentro de ellos la lombriz de tierra, a la que se dirige fundamentalmente este estudio.

De esta lombriz de tierra, específicamente la roja californiana (*Eisenia foetida*) se analizan las características que hacen de ella un eslabón importante para la degradación de materia orgánica, en conjunto con otros microorganismos del suelo, se estudia el ciclo reproductivo de la lombriz, sus principales plagas y enfermedades, así como sus requerimientos alimenticios, de temperatura y sustratos que permiten su supervivencia, proliferación y producción de humus rico en

elementos nutritivos de fácil asimilación para las plantas. Aunado a este contexto se analiza por qué es tan importante este animalito en la recuperación y mejora de la estructura y fertilidad de un terreno de cultivo.

Se comprende de igual forma la explotación de la lombriz para la obtención del humus, los tipos de instalación óptimos para establecer un criadero de lombrices, los requerimientos que esta clase de explotación demanda y los consejos básicos para el establecimiento de un cultivo de lombrices con fines de producción de humus y, por qué no, para la venta de lombriz viva o en harina.

Se explica brevemente la forma de producir humus y las características de calidad que éste debe presentar, así como el contenido de sustancias orgánicas, carga microbiana y elementos minerales necesarios para el desarrollo de las plantas, que es el fin que se persigue.

Como en cualquier propuesta, se analizan las desventajas por mal manejo, como es la contaminación del sustrato designado como alimento para la lombriz y las consecuencias que esto acarrea, tanto para el gusano, como para el suelo y los productos obtenidos de este.

Se lleva a cabo un breve sondeo de mercado para saber las ventajas y desventajas que se presentarán una vez que se desee su comercialización, para ello se hace un análisis de los costos de producción, partiendo de la instalación del criadero hasta el empaque y almacenado del producto terminado para su venta.

Por último se plantean alternativas de aplicación del lombricomposto para los cultivos en específico, basándose en la opinión de varios autores, así como la forma en que este producto puede ayudar a disminuir el grado de erosión en un suelo, o bien, permitir la recuperación de suelos degradados y estériles mediante aplicaciones graduales de vermicomposta.

Dentro de este contexto, la lombricultura aporta una interesante iniciativa destinada a regenerar y abonar las tierras en forma natural y económica.

OBJETIVOS.

- ✦ Destacar la importancia que representa la vermicomposta dentro de la agricultura orgánica
- ✦ Conocer las características del humus de lombriz, las ventajas de la explotación para la producción del humus, y las alternativas de aplicación de la vermicomposta en suelos agrícolas

I. FERTILIDAD DEL SUELO.

Los recursos naturales se dividen en no renovables, renovables y difícilmente renovables. En esta última clasificación se encuentra el suelo, ya que su recuperación, además de ser costosa requiere de mucho tiempo (300 años para recuperar un centímetro de suelo erosionado) (Reyes, L. B. 2000)

Un suelo ideal está compuesto aproximadamente de 50% de sólido y 50% de espacios porosos. La primera parte contiene 45% de materia mineral y 5% de materia orgánica. Los poros en un suelo ideal contienen 25% de agua y 35% de aire expresado en base a su volumen. Si los porcentajes se dan en peso, aumenta considerablemente, el porcentaje de materia sólida mineral en el suelo. Para que un suelo orgánico se considere como tal, el volumen de materia orgánica debe ser mayor del 30%. (Lombricultura, s.c. i.c. 1999)

La incorporación de nutrientes al suelo es indispensable para el mejoramiento de la fertilidad de la tierra. El humus es la vida del suelo y debe estar presente en él para ser fértil. Un total de sólo 1% a 2% es necesario para diferenciar un suelo fértil y otro que no lo es. (Lombricultura en Argentina, 1999)

El suelo es un producto del medio, es el resultado de la interacción de los factores de formación, los mismos que actúan con diferente intensidad y por lo tanto, los suelos presentan diferentes características y propiedades físicas, químicas y biológicas. Esta diversidad de características, hace que los suelos se comporten de diferente forma en relación con las plantas, esto es, que el grado de fertilidad es diferente debido a que el contenido de los nutrientes esenciales para el normal desarrollo de las plantas varía de acuerdo a las condiciones del medio que influyeron en su formación, como es el caso del clima, vegetación (u organismos), roca madre, relieve y tiempo. (Lombricultura, s.c. i.c. 1999)

La fertilidad de un suelo es su capacidad para abastecer de elementos nutritivos. Para mantener la fertilidad a un nivel adecuado de producción es preciso que se repongan los elementos nutritivos que se pierden, debido a extracciones de la cosecha, lavado, volatilización, etc. (Fuentes, 1994)

Algunos factores que limitan la fertilidad de un suelo son

- ▼ Exceso de humedad (dificultad en la labranza y problemas de drenaje),
- ▼ Seco durante más de 3 meses (cosechas anuales solo si existe riego),
- ▼ Escasa capacidad de retención de nutrientes (baja fertilidad o lixiviación de fertilizantes),
- ▼ Elevado porcentaje de saturación de aluminio (baja fertilidad y crecimiento insuficiente de las raíces, limita el aprovechamiento de humedad),
- ▼ Acidez (perjudica a los cultivos sensibles),
- ▼ Gran capacidad de fijación de fósforo,
- ▼ Dificultad de explotación (gran abundancia de arcillas),
- ▼ Escasa reserva de potasio (requiere aplicación frecuente de fertilizantes),
- ▼ Sales solubles (requiere drenaje y manejo especial para cultivos sensibles),
- ▼ Suelos con sulfato ácido (deben reservarse a plantas que resistan capas freáticas elevadas),
- ▼ Presencia de sodio (requieren drenaje, manejo adecuado y aplicaciones correctivas de yeso),
- ▼ Suelo poco profundo (difícil mecanización, limitado crecimiento de raíces) (FAO, 1988)

1.1 Fertilidad y materia orgánica.

La materia orgánica es un componente vital en los suelos ya que sirve no únicamente como fuente de nutrientes sino también como un agente de agregación que reduce la erosión e incrementa la capacidad de retención de humedad, al mismo tiempo que mejora la textura y consistencia del suelo. La gran mayoría de las propiedades y características de los suelos tienen íntima relación con la influencia de la materia orgánica.

- ◆ El color, cambiando a pardos , grisáceos o negruzcos
- ◆ Favorece la formación de agregados disminuyendo la susceptibilidad a la erosión
- ◆ Reduce la plasticidad y la cohesión
- ◆ Aumenta la capacidad de retención del agua y de intercambio catiónico.
- ◆ Incrementa el intercambio de aniones como fosfatos y sulfatos.
- ◆ Favorece la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y azufre a través de la mineralización
- ◆ Regula el pH
- ◆ Produce sustancias activadoras e inhibidoras del crecimiento, importantes para la vida microbiana del suelo
- ◆ Participa en procesos pedogenéticos debido a sus propiedades de peptización, coagulación y otras como la formación de quelatos
- ◆ Contrarresta los efectos nocivos del sodio intercambiable
- ◆ Influye directamente en los procesos biológicos y bioquímicos ya que, posee una altísima población microbiana (Lombricultura, s c i c 1999)

Como se observa, todas las características y propiedades de los suelos derivados directamente de la influencia de la materia orgánica nos inducen a afirmar que la fertilidad física, química y biológica está dada en un alto porcentaje por la presencia de ésta, y que la ausencia de la materia orgánica o un bajo contenido en el suelo desmeritan la calidad del material

1.2. Fertilización.

Los elementos nutritivos que las plantas necesitan proceden del aire y del suelo. Si el suelo está abundantemente provisto de elementos nutritivos, los cultivos probablemente crecerán bien y darán rendimientos elevados. Si incluso uno solo de los nutrientes necesarios escasea, el crecimiento vegetativo de la planta es limitado y los rendimientos reducidos. Si se quiere conseguir altos rendimientos, se necesitan fertilizantes que suministren a las plantas los nutrientes que faltan en el suelo (FAO, 1980)

Pero, ¿qué es un fertilizante? Se define así a todos los materiales que contienen nutrientes para las plantas. Según el proceso de fabricación, las partículas de los fertilizantes pueden tener formas y tamaños muy variados. Independientemente de los nombres generales utilizados, se debe saber la cantidad de cada nutriente que contiene el fertilizante. Es necesario conocer el análisis o grado de los fertilizantes para determinar la cantidad correcta de nutrientes que se aplican por hectárea (FAO, 1980)

El objetivo primordial de la fertilización consiste en suministrar al suelo los elementos nutritivos que se precisan para obtener la máxima rentabilidad en la producción. Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La fertilidad del suelo, se conserva reponiendo la pérdida de elementos nutritivos
- El aumento de la fertilidad no es proporcional al incremento de la dosis de abonado
- La aportación de una determinada cantidad de elemento nutritivo es tanto más eficaz cuanto más próximos estén a su óptimo los demás elementos (Fuentes, 1994)

Cuando se quiere mantener el nivel de fertilidad del suelo (fertilización de mantenimiento) hay que restituir la pérdida de elementos nutritivos, pero cuando el suelo es pobre en uno o varios elementos nutritivos se hace preciso una aportación inicial superior a las pérdidas, con el fin de elevar el nivel de fertilidad hasta los límites exigidos por el cultivo (Fertilización de enriquecimiento) (FAO, 1980)

En un sentido más estricto se llaman fertilizantes aquellos productos orgánicos o inorgánicos que contienen uno o varios de los elementos nutritivos primarios: nitrógeno, fósforo, potasio, pudiendo contener además, otros elementos secundarios o micro elementos.

1.2.1. Tipos de fertilización.

Los fertilizantes se clasifican de acuerdo a

- Su origen - Naturales y sintéticos
- Su naturaleza - Orgánicos, minerales y complejos órgano-minerales
- Su modo de actuar - Acción directa y acción indirecta

- Su velocidad de acción - rápida, o de liberación lenta
- Número de elementos nutritivos - Simples, múltiples y complejos
- Tipo de elementos nutritivos - Macro elementos, micro elementos y combinación Macro-Micro
- Su aspecto físico y presentación - Sólidos (polvos, gránulos finos y gruesos, perdigones), Líquidos (líquidos claros y suspensiones), y Gaseosos
- Su reacción en el suelo - Ácida, neutra o básica (Espinoza, R 2000)

Otra clasificación del fertilizante por su origen orgánico es. fertilización obtenida por microorganismos y macroorganismos del suelo

Dependiendo de la forma en que obtienen energía y carbono para sus funciones metabólicas, los organismos pueden agruparse en productores, consumidores y degradadores de C-orgánico. Para el caso de los heterótrofos (organótrofos) sus principales características son

- ✓ Requieren compuestos orgánicos que les sirven de energía y fuente de carbono.
- ✓ Descomponen los restos orgánicos por acción mecánica
- ✓ Pueden segregar enzimas que actúan sobre los compuestos orgánicos fuera de la célula, provocando ya sea su degradación o su mineralización, en un proceso de reciclaje
- ✓ Obtienen energía a partir de sustancias orgánicas por oxidación enzimática con desprendimiento de anhídrido carbónico (respiración) En un medio anaerobio las sustancias orgánicas sufren una fermentación, con una liberación de energía menos eficaz que la respiración aerobia (Porta. 1994)

Los organismos heterótrofos desempeñan un papel fundamental en el ciclo del C, ya que evitan que las sustancias orgánicas formadas a partir de la fotosíntesis se vayan acumulando como biomasa muerta. Los procesos de descomposición, degradación y finalmente el de mineralización aseguran un retorno de anhídrido carbónico a la atmósfera y de nutrientes al suelo (Porta, 1994)

1.3. Organismos del suelo.

A pesar de haberse publicado trabajos importantes en el ámbito de la zoología del suelo, desde el clásico de Darwin (1881). sobre el papel de las lombrices de tierra, al de Forsslund en Suecia en 1945, y los coloquios internacionales. (Kevan, 1955, Lebrun y cols 1983), el interés por el estudio de la fauna del suelo ha sido escaso, lo que supone una limitación importante para la comprensión de los elementos básicos de la ecología de los suelos.

La población microbiana es muy abundante y varía según las condiciones del medio y la cantidad de alimento disponible. La forma de nutrición de los microorganismos se diferencia por.

- La naturaleza de la fuente de energía. Los que utilizan la luz se llaman fotótrofos y los que utilizan una fuente de energía química se llaman quimiótrofos
- La fuente principal de carbono. Los microorganismos que utilizan el dióxido de carbono, como fuente principal de C se llaman autótrofos, mientras que aquellos otros que necesitan una fuente orgánica de carbono se llaman heterótrofos

Entre los microorganismos vegetales sobresalen las algas, algunas de ellas tienen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico. Los hongos del suelo están dotados de un sistema enzimático muy activo, que les permite degradar compuestos orgánicos muy resistentes, aunque no pueden fijar nitrógeno atmosférico, algunos hongos logran exudar sustancias antibióticas.

Los actinomicetos, abundantes en suelos ricos en humus, son particularmente aptos para degradar sustancias de difícil descomposición. Producen vitaminas y antibióticos. Las bacterias forman el grupo más abundante y más importante de los microorganismos del suelo. El espesor arable de una hectárea de tierra cultivada puede contener entre 400 y 600 kilogramos de tejido bacteriano. Algunas en vida libre y otras en simbiosis con otros organismos son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico. Las bacterias no tienen boca para alimentarse, en cambio producen enzimas que disuelven las sustancias nutritivas para luego absorberlas. Hay bacterias que trabajan sobre la celulosa formando la llamada "jalea bacteriana", alimento de hongos diminutos (Raspeño y Cuniolo, 1996). La fijación biológica del nitrógeno atmosférico está realizada por

microorganismos de vida libre (fijación no simbiótica) y por bacterias que viven asociadas a plantas superiores (fijación simbiótica)

Por su parte ciertos hongos microscópicos realizan asociaciones con las raíces de la mayoría de las plantas superiores, definiendo a ésta asociación simbiótica como micorriza. La planta transfiere al hongo carbohidratos, proteínas y vitaminas, mientras que el hongo desarrolla un sistema muy eficaz para captar ciertos nutrientes minerales (especialmente fosfatos) y traspasarlos a la planta hospedera (Fuentes, 1994). La figura de los hongos en la agricultura aparece bastante desfigurado, solo se los nombra cuando son parásitos, pero raramente se considera su acción benéfica transformadora de materia orgánica (Raspeño y Cuniolo, 1996)

Otros organismos importantes del suelo, los “gusanos celomados”, cuyas principales características son, tienen un tubo digestivo completo, largo, acabado en ano y una cavidad general del cuerpo esquizocélica (celoma). Un sistema circulatorio bien establecido y presentan quetas (Altaba y cols 1991)

Entre los grupos reunidos en los gusanos celomados interesa el de los Anélidos y dentro de él, la clase de los Anélidos Oligoquetos, por su importancia en el suelo. Estos últimos son animales vermiformes que se han adaptado al ámbito ecológico terrestre y de agua dulce. Son especies hermafroditas de desarrollo directo (Margulis & Schwartz 1985)

Presentan en la faringe unas células glandulares y una potente musculatura capaz de producir una gran succión, lo que hace que ingieran una gran cantidad de masa de suelo. Descomponen los restos orgánicos por fragmentación mecánica, favoreciendo la acción de bacterias y hongos. Mezclan la materia orgánica y la mineral en su tracto digestivo. Poseen glándulas de Morren en el esófago, que segregan carbonato cálcico en forma de concreciones de calcita. Son órganos homeostáticos que regulan el contenido de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} y PO_4^{3-} en la sangre (Altaba y cols) 1991, y excretan N-NH_4 y N-ureico . En el tubo digestivo hay una importante acción microbiana, gracias a la cual los nutrientes son liberados de los restos vegetales (Edwards, 1985)

II. LA LOMBRIZ DE TIERRA.

La lombriz pertenece al genero Anélidos terrestres, a la clase Clitelados, al orden Oligoquetos y a la familia Lombricidos, con un sinfin de especies

Los Oligoquetos, con 2400 especies, entre las que se encuentra la lombriz de tierra, constituyen la organización más desarrollada de los Anélidos De mas de 8000 especies de lombrices, son pocas las que por sus cualidades tienen interés Se conocen especies muy diferentes, algunas miden 1 milímetro de longitud, otras, más de 2 m (Compagnoni, 1985) Algunas se pueden adaptar a un sistema de crianza intensivo, siendo las más conocidas las siguientes

- Lombriz de campo (*Allolobophora caliginosa*) mide entre 6 a 13 cm La principal desventaja de esta lombriz es su baja capacidad reproductiva, sin embargo, es muy útil en la agricultura, horticultura y jardinería Se concentra en las raíces de las plantas entre los 10 a 25 cm de profundidad y en casos de falta de humedad o bajas temperaturas puede bajar aun más
- Lombriz de noche (*Lumbricus terrestris*) mide entre 9 y 30 cm y por lo general se encuentran entre las pasturas y campos cultivados, su hábito gregario de salir a buscar su alimento por la noche y su capacidad de romper los estratos compactados, permitiendo el flujo de materia orgánica, son sus principales características Puede llegar hasta los 4,5 m de profundidad.
- Lombriz verde (*Allolobophora chlorotica*) es muy común y frecuente. sin embargo, su incidencia en los beneficios para la agricultura es mínima Rara vez pasa los 7 cm, habita en suelos húmedos y es poco activa, porque le gustan los ambientes fríos (Navas, C 1998)

Actualmente los tipos más utilizados en la producción intensiva de humus son tres *Eisenia foetida*, *Lumbricus robellus* y *Rojo híbrido* A ésta tecnica de produccion de humus se le denomina lombricultura, mientras que al producto obtenido se le conoce como lombricomposta o vermicomposta. (Ferruzzi, 1987)

La lombriz de la que tratará este trabajo, la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), fue descubierta en California en el año de 1954, está dotada de seis riñones y cinco corazones y su longitud varía entre 6 y 10 cm. Su cuerpo es cilíndrico, está constituido por anillos, unidos en forma de segmentos, en número que varía entre 80 y 120. Está revestido por una fina cutícula que permite la respiración, la cual se realiza a través de la piel. En correspondencia con la extremidad anterior, el *prostomio*, se encuentran grupos de células que pueden percibir el grado de acidez o de alcalinidad del terreno, así como los estímulos luminosos.

La locomoción se realiza de la siguiente forma: mientras que un grupo de metámeros se alarga y se desplaza hacia delante el grupo contiguo se dilata y contrae, y viceversa. En la locomoción del animal intervienen también las ocho grietas que hay en cada segmento, muy cortas y robustas.

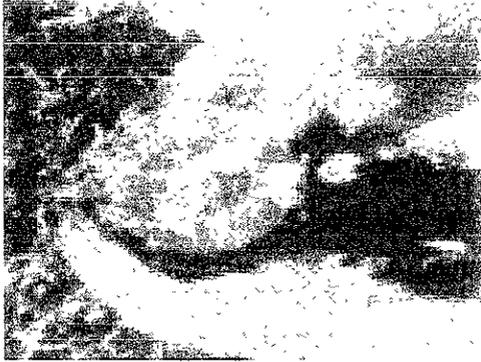
La dilatación situada posteriormente al esófago desarrolla las funciones de buche, junto al esófago están también las glándulas calcíferas.

El sistema vascular de la lombriz es bastante complejo, los *metámeros*, o sea, los segmentos que se sitúan entre la faringe y el estómago, están bastante dilatados, y constituyen sendos corazones. El aparato excretor está dotado de *nefridios* (dos por cada segmento), que son unos simples tubitos, cuyo cometido es eliminar los productos de desecho.

El cuerpo de la lombriz, que es un animal de sangre fría, es de color rojo oscuro y está constituido por el 70-80% de agua, el resto, la materia seca, contiene hasta el 65% de proteínas y aproximadamente el 10% de grasas. La lombriz no puede ver, pero posee un sentido del tacto muy desarrollado y un gran número de células sensoriales (Compagnoni, 1985).

La lombriz de tierra.

(*Eisenia foetida*)



2.1. Ciclo reproductivo.

Las lombrices tienen la característica de ser hermafroditas, es decir, están dotadas de órganos sexuales masculinos y femeninos, pero son incapaces de autofecundarse y se reproducen recíprocamente por fecundación cruzada. Durante el acoplamiento se intercambian espermatozoos, los cuales no fertilizan inmediatamente las huevas, sino que por un tiempo quedan depositados en unas envolturas viscosas, alojadas en una especie de faja translúcida situada a un tercio de la longitud del cuerpo, aproximadamente, a partir de la extremidad cefálica (Compagnoni, 1985)

La fecundación se realiza a través del Clitellum, cuyas glándulas producen el capullo o cápsula; por ésta emergen las lombrices después de 14-21 días de incubación. Al nacer, el grupo de pequeñas lombrices, cuyo número oscila entre 2 y 21, es de color blanco. Al cabo del tercer día adquieren una tonalidad rosa, alcanzan la madurez sexual a los tres meses, y a partir de entonces pueden aparearse.

La lombriz vive, por término medio, 16 años, un reproductor maduro puede producir, en un solo año, alrededor de 1500 crías. Sobre la capacidad reproductora de las lombrices se han efectuado diversos experimentos, que no siempre han dado resultados coincidentes, aunque casi todos han confirmado que la reproducción de éstos animales, es verdaderamente notable (Compagnoni, 1985)

Lo que sí podemos decir es, que su capacidad de reproducción es asombrosa. 1 000 000 de lombrices al cabo de un año se convierten en 12 000 000 y en dos años en 144 000 000 aproximadamente. Durante este tiempo habrán transformado 240 000 toneladas de estiércol en 150.000 toneladas de humus. (Navas, C. , 1998)

2.2. Requerimientos.

Las lombrices californianas pueden criarse en cualquier lugar del planeta que posea, al menos, una temporada con temperaturas promedio superior a los 20°C, es decir cualquier lugar con climas templados. Cuando la temperatura es inferior a 7°C, las lombrices no se reproducen, pero siguen produciendo abono, aunque en menor cantidad (Lombricultura en Argentina, 1999)

Su temperatura corporal oscila entre los 19 y los 20° C. No toleran ni la sequía ni las heladas. Están ausentes en suelos arenosos secos, en aquellos que presentan un mal drenaje, y en los suelos ácidos (Porta 1994). Requieren medios básicos, ricos en carbonato-Ca.

Requieren de un medio con humedad óptima del 70% al 85%. Aunque por debajo de éstos valores sigue trabajando e incluso reproduciéndose, sin embargo disminuye proporcionalmente su actividad (Compagnoni, 1985).

El pH del suelo que prefieren estos animales va de 3.8 a 8.0, su hábitat se establece en los estratos superficiales del suelo, y su cebo preferido es la parte orgánica del mismo y residuos en estado de putrefacción, (Ferruzzi, 1987) o descomposición, es decir pre-digeridos por microorganismos especializados bacterias, hongos y otros (Ravera, A.R. y De Sanzo, C.A. 2000).

2.3. Plagas y enfermedades.

Es muy raro que ocurran enfermedades en criaderos de lombrices, en cambio es común encontrar daños ocasionados por las condiciones de la cuna. Puede ocurrir que el hábitat sea alterado por la acción de bacterias, aire, calor o frío, así como también escasez o abundancia de agua. Otras causas pueden ser:

- ✓ Lesiones e infecciones producidas por acción de insectos o parásitos, la presencia de moscas y mosquitos, ciempiés, bichos bolita u hormigas. Si la lombriz es herida cerca del clitelo puede infectarse y morir. La muerte del animal provoca una pequeña fermentación que causa daño a otras lombrices.

- ✓ La presencia de sustancias nocivas en la comida puede provocar una disminución de las lombrices y una pérdida de peso. En algunos casos afectan la musculatura de lombrices impidiendo su locomoción o el apareamiento
- ✓ Intoxicación proteica o "gozzo ácido" Esta patología es desencadenada por la presencia en el alimento de las lombrices de un alto contenido de sustancias proteicas, no transformadas. Le sigue un proceso de descomposición debido a la proliferación de microorganismos cuya actividad genera gases y aumento de la acidez del medio. Las lombrices se ven entonces obligadas a ingerir alimentos con una elevada acidez que no alcanza a ser neutralizada por la limitada secreción de sus glándulas calcíferas. Por consiguiente el proceso de fermentación continúa en el buche y en el ventrículo del animal provocando un grave estado inflamatorio. Los principales síntomas son: abultamiento anormal de la zona ciltelar, que las lombrices se vuelvan rosadas o blancuzcas, que se queden en el fondo de la cuna y disminuyan su actividad o mueran, además de la aparición de ciertos ácaros acidificantes

Cuando pase esto es necesario controlar el pH de la cuna, removerla con suavidad para favorecer la oxigenación y suministrar abundante carbonato de calcio para regular las reacciones ácidas (Navas, C 1998)

Para tener un buen criadero, como ya se ha mencionado, es necesario tomar las siguientes normas de prevención

1. Probar siempre el nuevo material, poniendo durante dos días algunas lombrices y controlando su estado de salud
2. Control de la temperatura y el agua
3. Cuando se incorporen harinas comerciales o alimentos más fuertes, hacerlo con precaución y en pequeñas cantidades

El hombre se encuentra entre los principales enemigos de la lombriz. En estado silvestre, las daña con el uso de productos químicos. En el criadero, la mayor parte de los parásitos y enemigos de las lombrices proliferan por descuido del lumbricultor. Entre los depredadores directos se encuentran las ratas, ratones, serpientes, sapos, pájaros, topos, ciempiés, milpiés, y

algunos otros, que pueden causar serios daños en el criadero si no se colocan defensas apropiadas

Los animalitos más pequeños, escarabajos, moscas, ácaros rosa, gorgojos, hormigas, planarias, *Biphalium* o "lombriz blanca", compiten con las lombrices en el consumo del material alimenticio y alteran las condiciones del medio. Para eliminar los gorgojos se recomienda espolvorear la zona invadida con azufre o utilizar a modo de lanzallamas el quemador normal de gas, tipo "camping" (Navas,C 1998)

Los pájaros las encuentran con facilidad, excavando la tierra con sus patas y pico, por lo que el lumbricultor deberá cubrir el lecho con ramas, redes anti-granizo o poniendo un manto de pasto de 10 cm sobre la cama de las lombrices. De este modo se obtendrán dos beneficios: se protege del ataque de los pájaros y se evita la evaporación manteniendo regulada la humedad.

Por su parte, la hormiga roja es un depredador natural de la lombriz y esto puede acabar en poco tiempo no dejándonos una sola lombriz en nuestro criadero. La hormiga es atraída principalmente por el azúcar que la lombriz produce al momento de deslizarse por debajo del sustrato. La hormiga se puede controlar sin necesidad de químicos, con sólo que la humedad de la cama se encuentre en el 80 %. O sea que si en nuestras camas encontramos hormigas es un parámetro para diagnosticar que nuestra humedad está baja.

La planaria es otra plaga de importancia dentro de los criaderos de lombrices, es un gusano plano que puede medir de 5mm a 50mm, de color café oscuro, con rayas longitudinales de color café. Ésta 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. En pH bajos la planarias se desarrollan y comienzan su actividad de depredador natural de las lombrices. Se recomienda no usar estiércoles viejos y si hay plaga dar de comer a las lombrices estiércol de 10 días de fermentación.

El ratón, es otra plaga muy peligrosa para el cultivo de lombrices, pero se puede controlar al igual que las hormigas manteniendo la humedad en un 80 %. Otra forma de control es colocando mallas de alambre en la base y paredes de la cama. Pero si el número de depredadores es bajo se pueden utilizar controles mecánicos como es la utilización de cebos. Lo mismo se puede emplear para el caso del sapo, la serpiente y el topo.

2.4 Importancia.

Las lombrices rojas californianas se desarrollaron a partir de los años 50 en California (EEUU) en criaderos intensivos de lombrices (Raspeño y Cuniolo, 1996). Esta actividad logró auge en la década del 70 en EE.UU., siguiendo Japón y en los 80's en Italia. Se está difundiendo en otros países incluyendo Argentina (Curso teórico-práctico 1999) pero fue en Europa donde se introdujo en el ámbito comercial (Lombricultura SCIC, 1998).

La lombricultura comercial, se inicia con lombrices californianas, en la Argentina en 1984 con el milanés Kim Gagliardi. En 1993 se publicó en Clarín Revista una nota sobre la lombricultura como una actividad ecológica cotidiana, antes que un emprendimiento comercial, en un mercado no identificado con el producto (Raspeño y Cuniolo, 1996).

La función principal, de éste animal en la práctica agrícola, es la de transformar todas las proteínas de los desechos vegetales y animales en minerales que enriquecen el suelo. Teniendo en cuenta que el 60% de su alimentación diaria se transforma en humus y el otro 40% restante lo asimila para su sustento. (Navas, C 1998)

Este tipo de lombrices vive dentro del suelo. Excavan galerías creando un espacio de huecos que favorece los fenómenos de transferencia, drenaje y aireación, por lo cual se le considera una mejoradora del medio edáfico. Como ya se dijo, requieren que el suelo esté húmedo, sin estar saturado de agua y por lo tanto, en condiciones físicas favorables para realizar ésta actividad.

Todas estas galerías propician que un terreno inicialmente seco y estéril pueda convertirse en uno más adecuado para recibir y aprovechar el agua de lluvia y el agua de riego. Es decir, avanza en el terreno excavando mientras come, depositando sus deyecciones y convirtiéndolo en un terreno mucho más fértil de lo que hubieran conseguido transformar los mejores abonos químicos.

En un suelo con buenas reservas de humus, se desarrollan los procesos de disgregación y transformación de las partículas originarias. La actividad orgánica suministra, efectivamente, sustancias como anhídrido carbónico, ácido nítrico, ácido sulfúrico y otros componentes que provocan diversas reacciones químicas, las cuales transforman el terreno en una magotable fuente de elementos fertilizantes para el cultivo de las plantas (Compagnoni, 1985).

Cuando se habla de abonamiento y fertilización en la agricultura, se refiere a la incorporación de materia orgánica y/o nutrientes minerales. La síntesis de ambos se encuentra en las deyecciones de la lombriz, que produce un fertilizante natural de extraordinaria calidad (Navas, C. 1998).

Las deyecciones de los animales terrestres, entre otros materiales de origen orgánico, proporcionan un humus enormemente activo, que permite mejorar los sustratos del suelo. Por ésta razón, en los establecimientos hortícolas, y en los dedicados a la floricultura, se obtienen notables ventajas físicas, químicas y microbiológicas, enriqueciendo el suelo con mantillo de lombriz en proporciones variables según las especies y los sustratos utilizados.

III. EXPLOTACIÓN DE LA LOMBRIZ PARA LA PRODUCCIÓN DE HUMUS.

La explotación de la denominada lombriz roja es la única factible de llevarse a cabo al aire libre por que no se aleja, salvo que surjan negligencias del explotador, como es la falta de alimento

Esta explotación es factible realizarla en un terreno totalmente libre, sin ningún tipo de estructura fija como cobertizos, invernaderos, contenedores de cemento, hormigón, madera, hierro etc. Tampoco es preciso trabajar con luz artificial ni con instalaciones fijas de riego para mantener los lechos en su adecuado nivel de humedad, ni con calefacción y/o acondicionadores de ambiente para obtener las condiciones de medio óptimo (Ferruzzi, 1987)

Se puede considerar que el cultivo de lombrices (Bellapart, 1988) se divide en cuatro fases

- a) Inseminación con la variedad idónea de lombrices
- b) Alimentación regular de los gusanos, añadiéndoles nuevas materias a transformar
- c) División o duplicación de los lechos.
- d) Recogida del humus

Entre las características más importantes de prolificidad en comparación con otras lombrices rojas, se citan las siguientes

CUADRO No 1 PROLIFICIDAD DE LA LOMBRIZ

TIPO DE LOMBRIZ.	No. DE LOMBRICES AL INICIO	No. DE LOMBRICES 12 MESES	No. DE LOMBRICES 24 MESES
ROJA	125 000	2 250 000	40 500 000
OTRAS	384 615	2 307 690	13 846 140

(Ferruzzi, 1987)

Entre las características más importantes en comparación con otras lombrices, se citan la siguiente tabla

CUADRO No 2 COMPARACIÓN ENTRE LOMBRICES

CONCEPTO	LOMBRIZ COMÚN	ROJA CALIFORNIANA
VIDA EN AÑOS	4 EN PROMEDIO	16 EN PROMEDIO
FECUNDACIÓN	CADA 45 DÍAS	CADA 7 DÍAS
NACIMIENTO P/ CAP	DE 1 A 4	DE 2 A 20
PROFUND GALERIA	DE 2 A 6 MTS	DE 25 A 30 CNTS

(Navas, C 1998)

3.1. Tipos de instalación.

- Cajones - método más utilizado pero con elevado costo inicial.
- Fosas enterradas - Igual que lo dicho de los cajones pero con más implementos en su construcción al modificar y excavar el terreno
- Ladrillos - Únicamente se utilizarían en forma estética ya que no aportan ningún aumento en la producción
- Construcción de cubierta - Podría manejarse en cajones apilables de plástico, madera o hierro, Pero con la desventaja de necesitar desplazar los cajones para distribuir regularmente el alimento de la lombriz
- En invernáculo o túnel - Protegiendo al gusano del frío y del calor excesivos, pero presentando altos costos de instalación (Compagnoni, 1985)
- Al aire libre - Suele ser el más factible, tanto por el tipo de lombriz como por su economía

3.2. Condiciones para el criadero.

Cualquier tipo de terreno y lugar, ya sea al aire libre o cerrado es útil para la crianza de lombrices. pero los resultados no serán los esperados si no se considera la ubicación. Aspectos para establecer las condiciones óptimas:

- 1) Terreno preferentemente plano
 - 2) Facilidad de acceso al área
 - 3) Con agua de riego o potable a una distancia razonable Siembre y cuando no contenga materias químicas nocivas
 - 4) Espacio reservado para la acumulación de la materia orgánica
 - 5) Por no ser una actividad compleja, su manejo lo puede llevar a cabo cualquier miembro de la familia. Es indispensable controlar continuamente las necesidades alimenticias y de humedad en el lecho
- (Lombricultura S C I C , 1999)

Preparación de lechos.

Es aconsejable construir los lechos con materiales con que se dispongan en el predio y de menor costo posible. Por ejemplo madera, ladrillo, cemento, piedra, caña, etc lo importante es que el marco del lecho, resista la influencia del agua (Lombricultura S C I C , 1999)

- ✓ Las dimensiones recomendadas para la construcción del lecho son 1 m de ancho por 20 m de largo, por manejo
- ✓ Las medidas adecuadas para la altura del lecho oscilarán entre 25 y 30 centímetros
- ✓ De preferencia debe existir un pasillo entre dos lechos para la circulación y los trabajos a realizar
- ✓ Si el terreno presenta malezas ya sea anuales o perennes se deberán eliminar ya sea manualmente o con la aplicación de herbicidas
- ✓ Si la construcción de los lechos ha sido con madera, se recomienda aplicar aceite quemado para otorgarle mayor duración
- ✓ Se recomienda colocar alrededor del lecho una capa de arcilla para que si las lombrices, una vez establecidas, salen del lugar asignado, encuentren condiciones poco apropiadas y regresen al lecho (González, E , 2000)

Como parte del manejo de camas o lechos se recomienda llevar periódicamente un registro con datos como fechas de inoculación, frecuencia de alimentación, fechas de cosecha y hacia donde

fue el pie de cría (venta o inocular otro lecho), problemas, población de lombrices producidas (Kg), etc (Ravera, A R y De Sanzo, C A 2000)

Preparación de los alimentos.

Como ya se mencionó, la lombriz se puede alimentar de todo tipo de material orgánico en estado de descomposición, éste dependerá de la disponibilidad en la zona, distancia hasta el criadero, costo del transporte, orientación y dimensiones del mismo

- ✓ Para la descomposición de la materia orgánica se formarán las camas estructurándolas con los diversos desechos con que se cuenta, debiendo ser aeróbica con el fin de eliminar malos olores y sustancias tóxicas, se debe mantener una humedad de 65-70% y cuidar que la temperatura no sobrepase los 45° C
- ✓ El alimento podrá ser utilizado, cuando su pH sea neutro, humedad del 75%, temperatura entre 15°C y 24°C
- ✓ Se debe tener especial cuidado en que el material no se encuentre contaminado con tierra, piedras, desechos inorgánicos u otros productos concentrados (Lombricultura SCIC, 1999)

Para llevar a cabo esta operación, también se debe tener en cuenta los diversos tipos de excrementos de animales que se encuentran en la zona

Estiércol de equino es óptimo por su alto contenido de celulosa

Estiércol de vaca es muy bueno para utilizarlo como sustrato inicial y alimento durante la producción

Estiércol de ternero es análogo al de vaca, pero se recomienda más el anterior

Estiércol de ovino es bastante bueno, aunque difícil de encontrar

Estiércol de porcino no es aconsejable para el comienzo

Estiércol de conejo constituye un alimento óptimo. Si se usa en estado original debe ser oxigenado antes de utilizarlo

También es importante el valor de PH del estiércol el cual deberá ser neutro. (Navas, C. 1998)

Estiércol maduro este estiércol tiene más o menos de 10 a 18 días de haber sido producido por el animal, su consistencia es semipastosa, de color verde oscuro o pardo, su olor es soportable, el pH se encuentra estabilizado, calculado de 7 a 8. Este es el sustrato adecuado, puesto que presenta las condiciones óptimas para la crianza de lombrices, aunque a veces se le tiene que agregar agua para estabilizar su humedad y por ende su temperatura (Ravera, A R. y De Sanzo, C A 2000)

Alimentación de los lechos

Es fundamental recordar lo siguiente

- ✓ Aproximadamente dos días antes de la llegada de las lombrices, ya deberá estar listo el alimento, se colocará en el lecho hasta el borde, regándolo con agua en forma abundante. Al día siguiente se verificará que la humedad sea la adecuada (75%) y que el material no esté compactado
- ✓ Aproximadamente se colocarán 40 Kg De alimento al mes por metro cuadrado de lecho, siendo generosos en el volumen de material a depositar
- ✓ Si 72 horas y media después de haberse colocado nuevo alimento en un lecho, las lombrices no han entrado en él, se debe cambiar y controlar al día siguiente
- ✓ Antes de colocar nuevo alimento, se debe esparcir el anterior dejando el lecho completamente nivelado y encima se colocará el nuevo (Lombricultura S C I C , 1999)
- ✓ Cuando el sustrato está consumido se observaran grumos pequeños siendo esta la característica principal de que el lecho no tiene comida, teniendo la necesidad de agregar más sustrato (Navas, C 1998)

Humedad de los lechos.

Este punto es vital para la sobrevivencia de la lombriz. Recuerde, para que pueda digerir el alimento éste debe estar completamente húmedo, además, como la respiración la realiza por la piel, ésta debe estar constantemente húmeda, por ello se recomienda

- ✓ Riego fino. La mejor forma es aplicar varias veces un riego suave y esparcido. Nunca a chorros

- ✓ La humedad ideal es de 75%, menos del 50% es peligroso para la supervivencia de la lombriz
- ✓ El agua de riego puede ser de cualquier tipo, siempre y cuando no contenga productos venenosos, pesticidas u otros, además su pH deberá estar entre 6 y 8.5 con una conductividad eléctrica de 2.5 mmhos
- ✓ Para éste fin se puede aplicar riegos por micro aspersión mediante mangueras colocadas entre dos camas. (González, E , 2000)
- ✓ El lecho debe regarse con regularidad teniendo en cuenta la época del año: en primavera y otoño una vez por semana, en invierno una vez cada 15 ó 20 días y en verano hasta dos veces al día (Navas, C 1998)

Aireación de los lechos.

Este es otro punto importante para la crianza de la lombriz. Se debe evitar que el alimento se compacte porque puede provocar problemas en la oxigenación. Cuando se cubran los lechos es aconsejable no emplear material que impida una buena circulación del aire como es el caso de los plásticos.

Temperatura.

La temperatura adecuada para los lechos es entre 16 y 22 °C. Todo lo que se haga para mantener la temperatura dentro de este rango, favorecerá el desarrollo del criadero y permitirá un mejor trabajo de las lombrices. Se recomienda contar con un termómetro para suelo.

En invierno, cuando las temperaturas son muy bajas se recomienda colocar paja, o cualquier otra cubierta vegetal sobre los lechos, con el fin de conservar la temperatura y permitir la aireación. éstos materiales podrán ser digeridos posteriormente por las lombrices (González, E , 2000)

En esta época es conveniente controlar con regularidad la temperatura. Si disminuyera cerca de los 14°C es necesario aumentar los aportes de sustancias orgánicas en la superficie y taparlos con sacos de yute. No se deben cubrir los lechos con sacos o telas de nylon porque este tipo de material no deja pasar el aire (Navas, C. 1998)

Duplicación de los lechos.

Como máximo, la población de lombrices se duplica cada 90 días, con un buen manejo del cuadero. El lecho se duplicará de la siguiente forma:

- ✓ Antes de llevar a cabo este paso se debe asegurar que las lombrices estén trabajando normalmente.
- ✓ Siete días antes de la duplicación se deberá bajar la humedad del lecho.
- ✓ Se dejará de alimentar para posteriormente colocar en la superficie una capa de alimento bien humedecido para que la lombriz acceda rápidamente a éste alimento (González, E., 2000).
- ✓ Dos días antes de llevar a cabo la duplicación, se deberá preparar el nuevo lecho que recibirá a las lombrices.
- ✓ El día de la duplicación se procederá a retirar la capa superior que contiene las lombrices, y se trasladará al lecho previamente preparado para el efecto. Esta operación se puede efectuar con carretilla o en una litera.
- ✓ El lombrihumus no se usa al instante, se puede almacenar en sacos que tengan aireación y bajo sombra, cuidando que la humedad no baje del 40 %, puesto que todavía hay actividad microbiana que es la que le da la calidad al mismo (Ravera, A. R. y De Sanzo, C. A., 2000).

Esta operación afecta mucho a las lombrices y les provoca stress, tanto a las que se trasladaron como a las que se quedaron, por lo cual se deberá hacer con mucha delicadeza. Se recomienda hacer este trabajo muy temprano en la mañana y cuidar mucho la humedad durante los 2 o 3 días posteriores al cambio (Lombricultura S C I C, 1999).

El producto se extiende sobre la superficie de un plástico o piso y se deja que la humedad baje hasta un 40 %, posteriormente se tamiza de modo que sólo pasen las partículas más finas, quedándose las más gruesas. Las primeras se empacarán para su venta, cuidando que el envase cuente con aireación, mientras que el grueso se integrará al suelo (Ravera, A. R. y De Sanzo, C. A., 2000).

3.3. Establecimiento de una explotación.

Para lograr el establecimiento de un proyecto se deben considerar las fechas de establecimiento, llevando un control sobre ellas, así como cubrir los siguientes aspectos

PLANEACIÓN Y DISEÑO.

- ∴ Instalación, riego, siembra y cosecha
- + Contratación y capacitación del personal

CONSTRUCCIÓN.

- ∴ Lechos, adaptación de plancha de secado y accesos
- + Compra de maquinaria y equipo
- ∴ Instalación del riego

OPERACIÓN DEL SISTEMA

- ∴ Preparación de los lechos
- + Control físico-químico de los lechos
- ∴ Compra de la lombriz
- + Establecimiento de alimentación y riego de los lechos
- ∴ Cosecha y procesamiento del humus
- ∴ Cosecha y procesamiento de lombriz.
- ∴ Almacenaje y comercialización

Los aspectos antes mencionados se explican en el siguiente cuadro

CUADRO No.3 CALENDARIO DE ACTIVIDADES PARA LA EXPLOTACIÓN.

ACTIVIDAD/ MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
PLANEACIÓN Y DISEÑO														
Instalación, riego, siembra y cosecha														
capacitación a personal														
CONSTRUCCIÓN														
Naves, lechos y accesos														
Compra de maq y equipo														
Instalación riego, preparación lechos														
OPERACIÓN DEL SISTEMA														
Compra de lombriz														
Siembra de lombriz														
Preparación de camas														
Riego y alimentación														
Cosecha y tamizado del humus														
Almacenaje y comercialización														

(Proyectos de biotecnología agropecuaria 1999)

3.4. Producción de vermicomposta.

No debemos olvidar que las lombrices, si tienen a su disposición el alimento apropiado, bien dosificado y mezclado, buenas condiciones de humedad (70-85%) y temperatura (20-25°C)

trabajan ininterrumpidamente las 24 horas del día y durante los 12 meses del año. Aunque el lecho no lo es todo, con un terreno limpio y despejado podemos proceder al montaje propiamente dicho de la instalación.

Una vez establecido el lecho se procede a la inseminación, colocando directamente sobre la lona los reproductores y distribuyendo una primera capa de estiércol, proporcionando un buen riego después de cada alimentación. Este tipo de cultivo si se ha instalado bien, crea mínimos problemas y no exige una presencia constante (Compagnoni, 1985). Como en todos los criaderos, se debe dividir o desdoblar para tener un mayor control de la población y su producción.

El levantamiento del humus se puede efectuar cada 6 ó 12 meses aprovechando la división o el desdoble. Antes de extraer el humus, hay que apartar momentáneamente la capa superior, ya que es ahí donde se concentra el mayor número de lombrices, y dejarla provisionalmente en otro lugar. Después de esta operación se podrá recoger lo que queda del lecho y cribarlo con un tamiz.

El humus de los estratos laterales estará más seco y por lo tanto se podrá tamizar y ensacar inmediatamente. El que está más húmedo habrá que extenderlo y dejarlo expuesto al aire y al sol por unos días, hasta que el grado de humedad descienda al 50% aproximadamente, procediendo al tamizado y envasado (Ferruzzi, 1987).

3.4.1. Características del humus.

El humus de lombriz es un fertilizante bioorgánico de estructura coloidal, producto de la digestión, que se presenta como un producto desmenuzable, ligero e inodoro, similar a la borra del café. Es un producto terminado, muy estable, imputrescible y no fermentable.

El humus posee una altísima carga microbiana del orden de los 20 mil millones por gramo seco, protegiendo a la raíz de otros tipos de bacterias patógenas, aun de nemátodos, contra los cuales está indicado especialmente. La relación entre microorganismos y raíces hace aumentar la disponibilidad de nutrientes asimilables (Navas, C., 1998).

Su riqueza en oligoelementos lo convierte en un fertilizante completo. Aporta a las plantas sustancias necesarias para su metabolismo. Además, produce hormonas como el ácido indolacético y el giberélico, sustancias reguladoras del crecimiento y promotoras de las funciones vitales de las plantas.

El fertilizante obtenido del humus orgánico producido por la lombriz, tiene la ventaja de ser neutro al 100%, además de ser un excelente enriquecedor de flora bacteriana en el suelo, (Bellapart, 1988), cumple un rol trascendente al corregir y mejorar las condiciones físicas, químicas, biológicas de los suelos, influyendo de la siguiente manera:

- ▷ Alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos. Su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años.
- ▷ Opera en el suelo mejorando la estructura, haciéndolo más permeable al agua y al aire, aumentando la retención de agua y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada. (Lombricultura SCIC, 1999)
- ▷ Propiedades químicas. Incrementa la disponibilidad de Nitrógeno, Fósforo y Azufre. Incrementa la eficiencia de la fertilización, particularmente Nitrógeno. Estabiliza la reacción del suelo, debido a su alto poder de tampón. Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción. Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.
- ▷ Propiedades físicas. Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados o compactos y otorgando firmeza a los suelos sueltos y arenosos, por consiguiente mejora su porosidad. Mejora la permeabilidad y ventilación. Reduce la erosión del suelo. Incrementa la capacidad de retención de humedad. Confiere un color oscuro en el suelo ayudando a la retención de energía calorífica.
- ▷ En lo que se refiere a la biología: El lombrithumus es fuente de energía la cual incentiva a la actividad microbiana. Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros, incrementa y diversifica la flora microbiana. (Tineo, 1993) ()

En este producto la acidez y la flora bacteriana es el óptimo ya que presenta un pH 7 y en cada gramo de fertilizante vive una comunidad compuesta aproximadamente de 2 billones de colonias de bacterias. El humus de lombriz, aunque se dé en dosis excesivas, no quema ninguna planta, ni siquiera la más tierna, además como ya se mencionó, favoreciendo la formación de micorrizas, acelera el desarrollo radicular y los procesos fisiológicos de brotación, floración, madurez, sabor y color (Raspeño y Cumolo, 1996)

La producción de humus de lombriz roja californiana en comparación con otras lombrices rojas, se muestra en el cuadro siguiente

CUADRO No. 4 PRODUCCIÓN DE HUMUS.

TIPO DE LOMBRIZ	HUMUS 365° DÍA	HUMUS 730° DÍA	PRECIO MÍNIMO	RENDIMIENTO BRUTO
LOMBRIZ ROJA	1,350 Kg	24,300 Kg	\$180 / 100 Kg	\$43,740 0
OTRAS LOMBRICES ROJAS	1,385 Kg	8,307 Kg	\$180 / 100 Kg	\$14,952 6

(Ferruzzi, 1987)

Entre los componentes del humus, los que juegan un papel determinante en ésta acción de fertilización son tres: la microflora, los ácidos húmicos y las fitoestimulinas (Compagnoni, 1985)

Dentro de sus principales componentes se encuentran las sustancias húmicas, productos de la transformación bioquímica de los residuos orgánicos de plantas y animales, las cuales logran incrementar el crecimiento y desarrollo de las plantas. Estas sustancias actúan en el proceso de utilización de iones nutrientes por las plantas, fomentando su asimilación, dicha estimulación varía con la cantidad y origen del humus utilizado y puede tomar valores significativos (Espinoza, 2000)

Una vez que la lombriz ha ingerido materia vegetal, animal y suelo, desecha altas cantidades de nutrientes y materia orgánica que queda en el subsuelo, la cual contiene Nitrógeno, Fósforo, Potasio y muchos micronutrientes en forma que la planta pueda utilizarlos, Además añade carbonato de calcio, un compuesto que ayuda a moderar el pH del suelo (Zorba Frankel, 1998)

Ciertos experimentos efectuados con vermicompost en distintas especies de plantas, demostraron el aumento de las cosechas en comparación con aquellos provenientes de la fertilización con estiércol, o con abonos químicos como se puede comprobar en los siguientes cuadros:

CUADRO No. 5 COMPARACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS EN KG./HA

ESPECIE VEGETAL	VERMICOMPOSTA	QUÍMICOS
TRIGO	116	40
MAÍZ	210	70
ZANAHORIA	520	20
BERENJENAS	600	200
TOMATES	820	400
PAPAS	350	100
SOJA	52	28

(Navas, C , 1998)

CUADRO No. 6 PRESENCIA DE (VITAMINA C), EN MG POR 100 GR DE JUGO DE LA PLANTA

ESPECIE VEGETAL	VERMICOMPOSTA	QUÍMICOS
ACELGA	56	24
ALCAUCIL	44	12
HABAS	56	24
ARVEJAS	42	10
POROTOS	32	50
AJES	320	150
ESPINACA	92	54
NARANJA	86	50
FRUTILLA	90	52
MELON	32	5
PERA	28	4

(Navas, C , 1998)

Aunado a los cuadros antes presentados, se han realizado pruebas comparativas de fertilidad en terrenos tratados con abono químico y otros con vermicomposta. Los resultados, luego de 6 años de pruebas fueron los siguientes: el primer año el incremento logrado con vermicomposta fue de 250%, el segundo 100%, el tercer 70% (Navas, C , 1998)

3.4.2. Análisis del humus.

El humus tiene una estructura extremadamente homogénea, tanto en el aspecto químico como en el biológico. A causa de ésta complejidad estructural, cuando se quiere estudiar su naturaleza se tropieza con una serie de dificultades de tipo metodológico

Los autores que más se han profundizado en la materia son: Orlov L.L, Flaig W Y Aleksandrova L.N. Por su parte, Orlov, unificando métodos y terminología de los citados autores, ofrece el siguiente esquema, que hasta la fecha sigue siendo el más exhaustivo.

1. El suelo agrario se subdivide en
 - o Fracción inorgánica;
 - o Fracción orgánica,
 - o Edafón (conjunto de organismos vivos)

La fracción orgánica y el edafón sólo se diferencian metodológicamente, pero en realidad forman un conjunto, y ello es debido, tanto a que el edafón desarrolla una continua interacción metabólica con las sustancias orgánicas como a que él mismo está, a su vez, compuesto de sustancia orgánica viva

De todas maneras el conjunto de edafón + sustancia orgánica es lo que comúnmente se denomina "humus"

2. El humus, estructuralmente se divide en:
 - o Sustancias húmicas específicas,
 - o Sustancias húmicas intermedias del proceso de humificación, las cuales, con el tiempo, se convierten en sustancias húmicas específicas.
 - o Complejos heterogéneos de sustancias todavía no identificables

3. Las sustancias húmicas específicas se subdividen en

- o Ácidos prohúmicos,
- o Ácidos húmicos,
- o Humina

El término humina y su contenido conceptual presentan aspectos todavía sin precisar. Se prefiere, sin embargo, identificar aquella fracción difícilmente hidrolizable en el proceso de separación de los ácidos húmicos.

4. Los ácidos húmicos constituyen el aspecto estructural y fisiológico más significativo del humus, y se subdividen en

- o Ácidos humínicos;
- o Ácidos fúlvicos.

La diferencia entre ambos no es de heterogeneidad estructural sino de sucesión temporal en el proceso de formación y en el distinto grado de polimerización.

5. Los ácidos humínicos se subdividen en.

- o Ácidos humínicos negros;
- o Ácidos humínicos pardos,
- o Ácidos humínicos imatomelamínicos.

Los ácidos húmicos pueden considerarse como el producto final del proceso de humificación. No obstante en la actividad funcional del humus entran en juego todos los componentes húmicos y fúlvicos. Así, los ácidos húmicos son el conjunto de sustancias que se encuentran en fase de transformación bioenzimática, cuyo proceso se ha originado a partir de polímeros biológicos muy complejos estructuralmente y muy ricos en energía acumulable. "Los residuos orgánicos del suelo y el humus se presentan como un depósito de energía cuyas reservas se renuevan ininterrumpidamente, y de ellas se sirven constantemente los organismos, con sorprendentes resultados" (Nauka, 1973), (Citado por Compagnoni, 1985)

Efectos que los ácidos húmicos manifiestan en la planta

- ◊ Acelera la germinación de semillas
- ◊ Incrementa rendimiento de forma significativa
- ◊ Promueve el crecimiento de raíz, tallo, hojas y renuevos de la planta, dependiendo de la especie a tratar.
- ◊ Retiene un mayor contenido de agua en las plantas y ocasiona una menor tasa de pérdida de agua, soportando más el estrés
- ◊ Aumenta la respiración aún de raíz La fotosíntesis se puede ver disminuida.
- ◊ Incrementa la absorción de nitrógeno
- ◊ Eleva el contenido de clorofila previniendo la clorosis
- ◊ Protección contra efectos tóxicos Sin exceder dosis recomendadas (Espinoza, 2000)

Es necesario resaltar que un alto porcentaje de los componentes químicos del humus es proporcionado, no por el proceso digestivo de las lombrices, sino por la actividad microbiana que se lleva a cabo durante el periodo de reposo que éste tiene dentro del lecho (Lombricultura SCIC, 1999)

Además de ser particularmente rico en sustancia orgánica y en compuestos nitrogenados, este producto contiene óptimas cantidades de calcio, potasio, fósforo y otros elementos minerales, además de una vasta gama de enzimas que desarrollan un rol muy importante en la fertilidad del suelo, y elementos fitoreguladores (particularmente enzimas) que como ya se mencionó, inciden positivamente sobre el crecimiento de las plantas (Curso teórico-práctico, 1999). Estos "agentes reguladores del crecimiento" son

La Auxina, que provoca el alargamiento de las células de los brotes, incrementa la floración, la cantidad y dimensión de los frutos,

La Giberelina, favorece el desarrollo de las flores, la germinación de las semillas y aumenta la dimensión de algunos frutos,

La Citoquinina, retarda el envejecimiento de los tejidos vegetales, facilita la formación de los tubérculos y la acumulación de almidones en ellos (Lombricultura, SCIC, 1999)

El valor nutritivo del humus de lombriz resulta en el rendimiento y en fertilidad, 5 a 6 veces más que con el estiércol común

Para comprender un poco más sobre el aspecto químico que envuelve la calidad de la vermicomposta, se muestra la siguiente tabla con datos obtenidos de diferentes laboratorios, al fin de proporcionar una media que sirva como base al análisis del mismo

CUADRO No.7 ANÁLISIS QUÍMICO DEL HUMUS.

CONCEPT	1ª Muestra	2ª Muestra	3ª Muestra	4ª Muestra	5ª Muestra
Humedad	58.52 %	65.83 %	58.69 %	16.98 %	47.06 %
pH	7.11	6.90	6.83	7.60	7.22
S Orgánica	44.82 %	42.07 %	58.95 %	41.95 %	54.41 %
Nitrógeno	1.73 %	1.66 %	2.08 %	1.40 %	1.93 %
Fósforo	1.42 %	2.08 %	5.13 %	0.79 %	3.82 %
Potasio	1.44 %	2.33 %	1.12 %	1.14 %	1.24 %
Calcio	6.74 %	11.94 %	5.44 %	8.29 %	9.10 %
Magnesio	0.98 %	1.32 %	0.88 %	2.61 %	0.96 %
Hierro	1.21 %	1.84 %	0.94 %	1.56 %	1.07 %
Manganeso	536 ppm	1467 ppm	459 ppm	615 ppm	713 ppm
Cobre	163 ppm	345 ppm	163 ppm	302 ppm	222 ppm
Zinc	758 ppm	1611 ppm	685 ppm	418 ppm	755 ppm
Cobalto	16 ppm	37 ppm	14 ppm	9 ppm	14 ppm
Carga bacteriana	2×10^{10} Colonias/gr	6×10^9	8×10^9	9×10^9	6×10^{11}

(Ferruzzi, 1987)

En un gramo de suelo, con mediciones periódicas referentes al ciclo vegetativo comprendido entre mayo y septiembre, se ha detectado lo siguiente

- mayo 31 078 billones de células,
- julio 834 000 millones de células,
- septiembre 1,95 billones de células

El máximo de la producción microbiana coincide con el inicio del ciclo vegetativo. decae en 4 ocasiones, correspondiendo aproximadamente con las etapas productivas de los cultivos floración, reproducción y fructificación, se incrementa de nuevo en otoño, cuando el suelo se enriquece con materia orgánica procedente de la defoliación estacional de las plantas

El número de enzimas en el suelo es elevadísimo, justamente aquellas enzimas que son más características como indicio de vitalidad y fertilidad del suelo son

- ✗ Nitrogenasa grupo que preside los procesos de fijación de nitrógeno
- ✗ Fosfatasa actúa en todos los procesos ATP-dependientes, degradación de carbohidratos
- ✗ Invertidas intervienen en los procesos de transformación de oligosacáridos en monosacáridos
- ✗ Deshidrogenasas interviene en todas las reacciones óxido-reductoras de hidrocarburos, ácidos orgánicos, aminoácidos, alcoholes, grasas, fenoles, etc Se subdividen en deshidrogenasas aerobias y en deshidrogenasas anaerobias
- ✗ Catalasas: presiden los fenómenos de respiración del suelo
- ✗ Ureasas catalizan la reacción de escisión de las carbamidas (urea) en amoníaco y anhídrido carbónico. (Compagnoni, 1985)

La clave para una exacta evaluación de los datos analíticos viene dada por la densidad microbiana, el contenido en materia orgánica y el contenido en ácidos húmicos totales, como se muestra en el siguiente análisis

CUADRO No. 8 ANÁLISIS TIPO DEL HUMUS.

Contenido de mat. orgánica	55-70% / materia seca
Humedad	30-40% / materia seca
Ácidos húmicos totales	4-17 % / materia seca
PH	6,7-7,2

Población microbiana

Bacterias (en 1 gramo)	1 000 mull de células
Actinomicetos (en 1 gr.)	24 mull de células
Microhongos (en 1 gramo)	4 500 mull de células
Microflora total	1 028 mull de células

Continua

Nutrientes minerales	
Nitrógeno total	1.5--2% sobre la materia seca
Anhidrido fosfórico	2--2.5% sobre la materia seca
Óxido de potasio	4--6% sobre la materia seca

(Compagnoni, 1985)

La densidad microbiana en éstos valores de colonización es prácticamente igual en todos los compuestos de lombriz; El contenido en materia orgánica y en ácidos húmicos depende del estiércol que se emplea en el lecho experimental, o bien, si se ha utilizado fresco o previamente compostado y humificado (Compagnoni, 1985)

El humus de lombriz constituye, por su composición, en términos de materia orgánica y de población microbiana, un auténtico "fertilizante biológico". No sería exacto, sin embargo, definirlo como un abono verdaderamente completo, puesto que existe una fuerte carencia de compuestos fertilizantes minerales. Por lo tanto hay que presentarlo como un corrector del suelo, o sea, un material indicado para mejorar los equilibrios biológicos del humus estable.

Existe una técnica para resolver este problema: se prepara una mezcla equilibrada con el humus de lombriz y un abono húmico normal. Para obtener un abono húmico completo, se requiere de un proceso de transformación denominado compostaje. Desde el punto de vista tecnológico se distinguen dos métodos de compostaje: el método microbiológico y el método enzimático.

A éstos dos métodos convencionales se vienen a sumar la acción de la lombriz, que como resultado final permite alcanzar un perfeccionamiento incrementado del proceso de compostaje (Compagnoni, 1985).

El método **microbiológico** consiste en adicionar a la masa de sustancias orgánicas un producto constituido por una masa microbiana obtenida de cultivos de cepas seleccionadas.

El método enzimático consiste en inducir una fermentación de la masa orgánica con un preparado constituido por numerosas enzimas, es decir, células, hemicélulas, proteasas, lipasas, amilasas, etc., sin las cepas bacterianas vivas

La acción de la lombriz sobre la masa orgánica sometida a compostaje es digestiva en el sentido más amplio y específico del término. En todo este proceso, la lombriz no tritura los materiales fibrosos (ligninas, celulosas, hemicelulosas, etc.), sino que éstos pasan a través del aparato entérico sin experimentar ninguna alteración. Lo cual significa que la acción de la lombriz nunca llega a tener un efecto humogénico, o sea, no produce ácidos húmicos. Los únicos agentes responsables de la formación de ácidos húmicos y humatos son las células microbianas (Compagnoni, 1985). A consecuencia de ello, se deduce que la técnica de bioconversión de los desechos orgánicos mediante el vermicompostaje ha de ir siempre asociada al biocompostaje microbiano o bioquímico.

3.5. Problemas que suelen presentarse por el empleo del humus.

La lombriz, a causa de sus mecanismos fisiológicos, difícilmente está expuesta a las infecciones microbianas que pueden generar los microorganismos presentes en la masa orgánica del lecho, pero, al mismo tiempo, no posee ninguna acción bactericida sobre los gérmenes que circulan por su tubo digestivo.

En consecuencia, si los materiales de partida contenían gérmenes patógenos, dichos gérmenes serán pasivamente transmitidos al humus y, por lo tanto, trasladados posteriormente al terreno agrícola.

Varios autores han comprobado que el intestino de la lombriz tampoco ejerce ninguna acción sobre los parásitos animales, que son infestantes para el hombre y para los animales domésticos.

Así, en el supuesto de que éstos parásitos, tanto microbianos como zoológicos, se encuentren en el humus de lombriz, a nadie escapa que se multiplica el riesgo de contaminación para el hombre, no sólo porque las personas que trabajan en los cultivos pueden estar expuestas al peligro de contagio directo sino también, y sobre todo, debido a que los productos hortícolas pueden resultar altamente contaminados

Además de la contaminación biológica, la acción de la lombriz puede incidir también contaminando el suelo, y con ello los alimentos, a través de la acumulación de metales pesados, de compuestos metalo-orgánicos y de otros varios contaminantes químicos que se encuentran en abundancia en los barros de las depuradoras y en los residuos urbanos

Un estudio llevado a cabo por Hook y sus colaboradores (1974) ha permitido cuantificar este fenómeno para el cadmio, el zinc y el plomo

Es preciso señalar que la lombricultura ha querido adoptar desde el principio una actitud extremadamente prudente con respecto a los materiales orgánicos utilizables en los lechos de cultivo. (Compagnoni, 1985)

Para evitar los problemas antes mencionados, se hace hincapié en el cuidado que se debe dar a la preparación del alimento destinado para las camas o lechos, así como tener el total conocimiento del tipo de estiércol que se esté utilizando y su procedencia, aunque suene poco posible, es recomendable también conocer la alimentación otorgada al ganado del que utilizaremos el estiércol para los lechos

Como ya se mencionó, el humus de la lombriz está compuesto principalmente por el carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, encontrándose también una gran cantidad de microorganismos. Las cantidades de estos elementos dependerán de las características químicas del sustrato que dieron origen a la alimentación de las lombrices. Se amplía en cuadro No 9

CUADRO No. 9 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE RUMEN Y EXCRETAS DE VARIOS ANIMALES DOMÉSTICOS.

MATERIA ORGÁNICA	HUMEDAD	PROTEÍNA	GRASA	FIBRA BRUTA	CENIZA
ESCRETA BOVINO	0 00	7 10	1 00	28 00	20 90
EXCRETAS CONEJO	0 00	22 60	36 00	39 90	9 70
EXCRETAS GALLINA	0 00	24 10	7 30	20 00	23 70
EXCRETAS OVINO	0 00	15 60	1 60	28 60	12 30
EXCRETAS PORCINO	0 00	13 30	5 10	4 30	19 70
RÚMEN DE BOVINO	0 00	15 00	3 20	48 20	12 70
RÚMEN DE OVINO	0 00	18 00	4 70	25 20	21 00

(Lombicultura S C I C, 1996)

3.6. Comercialización del humus.

El "humus" es un producto con altas posibilidades de comercialización en el mundo entero, pero su "calidad" es un factor importante para obtener los mejores precios del mercado, los que pueden fluctuar, dependiendo del mercado y de la relación oferta-demanda del mismo (Lombicultura SCIC, 1999)

La opinión generalizada es la de que, con una explotación de lombrices, se puede llegar a facturar, a los 24 meses del inicio de su explotación, hasta el 500% del valor de la inversión. Si bien esta cifra puede ser en principio válida, si se tiene exclusivamente en cuenta la enorme proliferación de los animales objeto del presente estudio, no lo es en la realidad salvo que se estudien, valoren y analicen con todo cuidado, una serie de aspectos de gran importancia como, por ejemplo, la elección del mercado al cual van a ir destinados los productos. Los dos aspectos más importantes a los que el lombricultor deberá dedicar su atención son, en primer lugar, la

propia estructura de la explotación y en segundo lugar, la comercialización de los productos y subproductos (Ferruzzi, 1987)

Con independencia de la zona donde se vaya a ubicar la explotación hay que efectuar un profundo estudio de mercado con el objetivo de intentar obtener toda la información necesaria para poder afrontar, con garantías de éxito, la venta de los productos de la explotación (tanto de los productos básicos como de los complementarios o secundarios)

Si la zona prevista es una zona eminentemente agrícola o en ella hay invernaderos dedicados a la horticultura o a la floricultura, lo más indicado será el comercializar, como producto base, el fertilizante obtenido a partir de las deyecciones de las lombrices

Este fertilizante, como ya se mencionó, tiene la ventaja de ser neutro al 100%. Por ello será muy apreciado por todos aquellos agricultores cuyos cultivos se encuentran parasitados, dado que el uso de un abono carente de acidez, creará un hábitat desfavorable para estos parásitos lo que determinará su alejamiento de las plantas y / o de las flores invadidas (Ferruzzi, 1987)

En el ámbito de la agricultura, otro canal comercial muy interesante, puede ser el de la venta de las lombrices vivas destinadas a enriquecer los terrenos empobrecidos por el abuso de fertilizantes químicos

Otros sectores que pueden tener una fuerte demanda de lombrices vivas son los de la silvicultura (montes) y el de los viveros, el primero, aunque se trata de zonas arbóreas consolidadas, para la directa incorporación de las lombrices al suelo, el segundo, para utilizar el humus en invernaderos y / o viveros y para aprovechar las lombrices y el humus en la fase de transplante

También puede ser interesante vender lombrices a las grandes explotaciones pecuarias para que éstas a su vez puedan montar una explotación propia destinada a tratar todos los residuos orgánicos que producen (Compagnoni, 1985)

Una cuestión muy importante para un buen fertilizante es la de su riqueza en flora bacteriana, dado que los abonos químicos carecen de esta flora, los fabricantes de estos productos buscan el humus de lombriz para incorporarlo a sus productos y así enriquecerlos (no olvide que la riqueza bacteriana del humus de lombriz es muy elevada hasta dos billones de colonias de bacterias por gramo)

El humus de la lombriz, es decir el resultado de la digestión de las lombrices de cualquier sustancia orgánica es un producto, que en los últimos años, cada vez está siendo más solicitado por sus características químico-físicas, pero sobre todo, por su pureza (Bellapart, 1988)

El humus no se puede producir químicamente y es el mejor producto que se puede encontrar en el mercado de los fertilizantes y de los correctores orgánicos. No obstante, se está perfectamente consciente de que se vive en la fase inicial o sea, en la fase de estudio del producto y de las características y necesidades del cliente al que va destinado (Ferruzzi, 1987)

Por lo tanto es necesario conocer las características de la lombricomposta mediante un análisis tipo para una mejor recomendación de este material, según los fines del cliente al que se inclina. Si su comercialización es en cantidades pequeñas se tamizará finamente, lo contrario ocurrirá si es para abonar huertos y jardines.

Suele envasarse el humus en sacos de plástico, en los que hay que perforar pequeños orificios para que los microorganismos y la microflora bacteriana puedan sobrevivir todo el tiempo que dure el almacenaje sin que en éste se produzcan alteraciones de ningún tipo (Ferruzzi, 1987)

Por esta particularidad, sumada a sus características intrínsecas, el humus es producto fácilmente comercializable y muy válido para todo tipo de plantas y cultivos, a pesar de que se obtiene de materiales de desecho (Bellapart, 1988)

En el ámbito comercial el humus se suele presentar granulado. Las presentaciones que normalmente se solicitan son tres (Ferruzzi, 1987).

- ▼ Humus Extrafino
- ▼ Humus fino
- ▼ Humus grueso

La utilización que se da a los tres tipos de producto es diferente, el humus extrafino se destina a las plantas que necesiten el producto con urgencia, su finísima granulometría permite una absorción más rápida. El humus en presentación fina es el que se suele utilizar en floricultura y en horticultura. Por el contrario, el humus de gránulo grueso va destinado a todas aquellas plantas que deben utilizarlo a más largo plazo, como por ejemplo, los árboles frutales. Esta forma de gránulo se va deshaciendo de forma lenta y paulatina por la acción de las aguas de riego y de lluvia e incluso, por la simple acción del rocío nocturno.

Según datos americanos, se han obtenido resultados interesantes utilizando a la lombriz y a sus deyecciones para rejuvenecer y revitalizar terrenos estériles. Para ello, aconsejan su empleo en aquellos terrenos que, durante 6 años consecutivos, hayan soportado un cultivo único y hayan sido normalmente tratados con abonos químicos. Además, la posibilidad de efectuar un único tratamiento cada seis años, reduce sensiblemente los costes inherentes a las operaciones de abonado que se tendrían que realizar cada año, si se utilizasen abonos de corte tradicional (Ferruzzi, 1987).

Estándar de Calidad del Lombricompuesto

- ✓ Se adopta como unidad de medida. En volumen y su equivalencia en peso -Kg- haciendo mención de las mismas en el envase.
- ✓ Granulometría. Tamizado con malla de 2 a 2,5 mm.
- ✓ Análisis Macroscópico. No debe poseer olor. No debe contener semillas, insectos, elementos ajenos al producto como: escombros, ladrillo, arena, vidrio, etc.
- ✓ Aspecto General sobre indicadores de observación tacto y olfato. Al tacto debe presentarse suave y agradable, fresco y escurridizo, sin grumos que al comprimirlo con las manos, denote una elástica esponjosidad, formando una masa compacta que copia la palma de la mano, de color tierra o marrón.

✓ Análisis físico bacteriológico (Cuadro No 7 y No 8)

✓ Metales pesados

Cadmio	4 ppm
Plomo	250 ppm
Mercurio	3 ppm
Cromo	25 ppm

3.6.1. Análisis de mercado.

Los datos obtenidos de un sondeo de mercado (empleando como herramienta, entrevistas con preguntas abiertas y de opción múltiple) realizado entre la población del municipio de Cuautitlán, Estado de México y la delegación de Xochimilco, en el Distrito Federal; fueron tomados como posibles consumidores del producto y también en estas áreas es donde se encuentran los posibles competidores. Las respuestas obtenidas permitieron realizar el siguiente análisis de mercado

La especie más utilizada para esta actividad es la *Lisena foetida* que también presenta características favorables para la explotación, cuyo fin de la producción es tanto para autoconsumo como para su comercialización

El tipo de mercado al que va dirigido el producto es al del consumidor ya sea de lombrices o de vermicomposta, también se dirige al mercado del productor, ya que se busca que organismos y asociaciones lo adquieran con el fin de producirlo ellos mismos, esto último con la intención de incrementar el empleo de éste como fertilizante para la reincorporación de materia orgánica al suelo

Los canales de comercialización empleados para este producto son dos productores – consumidores por medio de promoción directa en grandes cantidades y principalmente a productores agrícolas, el otro tipo de canal es productor – minoristas – consumidores, cuando la

venta se hace a tiendas de autoservicio pero en cantidades más pequeñas, en este último caso el consumidor final es ama de casa, jardineros, o incluso viveristas

En la venta de este tipo de productos también se encuentran los intermediarios, que en ocasiones adaptan el producto al mercado, realizan promociones así como el transporte y almacenamiento de las mercancías

El precio del producto varía entre \$1 80 y \$4.00 pesos el kilogramo. Su venta se realiza ya sea en bolsas plásticas desde un kilo, hasta sacos de 70 kilogramos. Mientras que el precio de la lombriz, es de \$200 pesos la bolsa con 1 colonia, lo que equivaldría aproximadamente a 1500 lombrices. Ambos productos cuentan con marca que respalda la calidad del producto y etiquetas que describen la ubicación del productor, el contenido del envase, el análisis del humus y la forma de uso del mismo

El almacenamiento del producto (humus) se realiza inicialmente dentro del mismo predio en construcciones que no requieren instalación general, posteriormente se entrega al intermediario, el cual coloca el producto en tiendas comerciales en las cuales los envases no son sometidos a condiciones ambientales específicas. No requieren grandes cuidados

El tipo de promoción que se le otorga a la vermicomposta la realiza tanto el intermediario como el productor de diferentes formas, entre ellas la disminución del precio en la compra de grandes cantidades (esto es a productores agrícolas), así como otorgar el transporte del mismo hasta la parcela donde será utilizado; con ello tratan de asegurar clientes para el próximo ciclo. Otra estrategia de venta es la impartición de cursos y seminarios sobre lombricultura y sus beneficios obsequiando muestras y mostrando resultados gráficos. También suelen recurrir a la publicación de trípticos o de artículos en revistas ecológicas para productores agrícolas y en boletines mensuales dando a conocer sus ventajas, la fácil adquisición y el carácter sustentable del mismo al sustituir la tierra negra o la hojarasca por el humus, evitando de esta manera el desmonte y por ende la erosión en zonas boscosas

Con esta explotación se obtiene aproximadamente 2000 toneladas de humus en una hectárea por un año producido y de 3 a 10 toneladas por metro cuadrado anual dependiendo del manejo que se otorgue

Los costos de instalación del criadero son los más altos por el material empleado, la introducción de lombrices y por la mano de obra necesaria para levantar los lechos, entre otras cosas pero se calcula que al cabo de dos años se logra la recuperación total de la inversión y se obtienen grandes ganancias de la venta de la vermicomposta

Por otra parte, el análisis de las respuestas otorgadas por los consumidores revela que el consumo del producto satisface sus expectativas de producción sin afectar el equilibrio ambiental, así como el incremento o escasa disminución de la producción, además de la reducción de los costos de operación en los terrenos. La compra generalmente es a intermediarios en pequeñas cantidades para las amas de casa, y para pequeños productores, mientras que para los productores con grandes extensiones la adquisición del material es en cantidades mayores y generalmente en forma directa al fabricante

Este producto se encuentra disponible en el mercado y la presentación, envase y etiqueta satisface las necesidades de confianza para la adquisición del mismo, aunque cabe señalar como dato curioso, que los consumidores se inclinan más por la compra de material que no presenta marca por ser éstos más económicos, pero con una mayor desconfianza al mismo.

Las demandas de este producto son realmente altas, según los productores, pero se detecta una gran curiosidad de parte del público consumidor por adquirir este producto y comprobar sus ventajas y beneficios. Por su parte los consumidores argumentan la poca oferta del producto ya que se desconocen los tipos de productos que se encuentran en el mercado, añadiendo que la propaganda existente en la zona es realmente baja

De acuerdo a estos últimos datos se observa una proyección alta acerca de la demanda del producto, esto, debido a que el mismo atraviesa por el periodo de introducción y ya presenta

demanda insatisfecha, esto último se concluyó por la inconformidad de parte del comprador por no encontrar en venta el producto en su zona. Con esto se espera que de igual forma la proyección de la oferta sea lo suficientemente alta para satisfacer a los compradores.

Los tipos de consumidores con los que se cuenta son tanto individuales como de organizaciones formales que adquieren el humus para uso funcional en este caso para la producción agrícola.

La conducta observada del consumidor es de tipo deliberada o racional, pues antes de realizar una compra solicitan opinión sobre los resultados que obtendrán, a este tipo de consumidor se suma el impulsivo pues presenta la necesidad de disminuir los costos de producción, así como la mejora de la calidad del suelo y del cultivo.

En general, el público consumidor está conforme con el precio y la presentación del producto, pero propone el testimonio de resultados en parcelas demostrativas, así como una mayor publicidad y difusión en artículos y revistas, sumada a la propaganda por trípticos.

3.7. Costos de producción.

Los datos que se presentan corresponden a costos fijos, variables y totales de un proyecto desarrollado en el Estado de Querétaro, con una extensión de tres hectáreas, y comprende los siguientes puntos:

- × En una extensión de 3 hectáreas se pretende la siembra de 2,000 Kg de lombriz roja Californiana, equivalente a 2,500 lombrices por m²
- × Se construyen 100 lechos de 50 m² cada uno para el procesamiento de desechos orgánicos
- × Se instala un sistema de riego por microaspersión y adquisición de maquinaria
- × Manejo de 1,250 toneladas anuales de desechos orgánicos, 250 kilogramos de desechos por metro cuadrado
- × Se producirán 1,250 toneladas de humus anualmente

Estos datos han sido obtenidos por Proyectos de Biotecnología Agropecuaria dentro de la superficie en explotación. Alcanzando los siguientes costos:

CUADRO No. 10 COSTOS

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	TOTAL
1	Primer pago de tres de asesoría en la producción lombrícola	50,000 00	50,000 00
2000	Colonia de lombriz, (50% de anticipo)	70,000 00	70,000 00
3000	Surtidores para micro aspersión con producción de 3.5 lt/h	2 10	6,300 00
4	Filtros de 2 pulg. En PVC armados en línea, presión 240Lib	1,350 00	5,400 00
1	Juego de coples y abrazaderas para cubrir 5000m ² de riego	11,460 00	11,460 00
1	Mano de obra por la construcción de una bodega, 5000 m ² de lechos, postes, caseta de vigilancia y 320 postes de concreto para cerca	103,040 00	103,040 00
SUBTOTAL			246,200 00
IVA			36,930 00
TOTAL			283,130 00

(Proyectos de Biotecnología Agropecuaria, 1999)

3.7.1. Análisis de costos.

Aunado al cuadro especificado en el punto anterior se realiza un pequeño análisis de los costos y las utilidades de la venta de humus:

- Las lombrices se comercializan a \$ 200 una colonia, que tienen más o menos unos 1500 **adultos**, lo que equivale a 1.5 kilos aproximadamente
- En un año el ciclo de reproducción de la lombriz se cumple cuatro veces y de una sola lombriz se obtienen alrededor de 10.000 descendientes
- 10.000 lombrices pueden pesar 10 Kg., procesar 10 Kg de residuos diarios y generar 6 Kg de vermicomposta.
- Una hectárea con 5.000 kilos de lombrices puede tener un rendimiento de 5.000 Kg de humus por día.

- En un lecho con **125.000 lombrices** , pesan 125 kilos y pueden procesar 125 kilos de residuos diarios, generan **62.5 kilos** de humus por lecho al día, lo que equivale a 1875 Kg de humus al mes y **22.500 kilos en un año**
- Por lo tanto en un metro cuadrado con **2.500 lombrices**, que pesan alrededor de 2 5 kilos, pueden **procesar 2.5 kilos de residuos** en un día y generar **1.25 kilogramos** de vermicomposta, lo cual equivale a 37 5 kilos en un mes y **450 kilogramos** de vermicomposta **al año por un metro cuadrado**.
- La vermicomposta se vende a granel entre **\$1500 y \$1800 pesos la tonelada**, o en **bolsas de 40 kilos a \$90 la bolsa** o en **bolsas de 1 kilo a \$2 o \$3 la bolsa**.
- Para producir un kilogramo de vermicomposta se invierte aproximadamente de **\$0 30 a \$0 50**.
- **Inscripción en el Instituto de Sanidad y Calidad Vegetal**. Inscribirse en **enmienda orgánica**
- **Área Registros** (Aproximados) Arancel de registro **\$ 380**, y registro de marca (nombre que pondrá al producto) **\$ 300**, (aproximadamente)
- **Análisis microbiológico y de fertilidad: \$720.00**, uno por cada partida hasta estandarizar el producto (Berte, J.L , 1996)

Por cada tonelada de estiércol fresco se producen 600 kilos de vermicomposta y 100 kilos de carne de lombriz (con un contenido proteico entre el 64- 82 %) Lo referente a los ingresos y egresos se amplia en los cuadros 11 y 12

CUADRO No 11 INGRESOS Y EGRESOS (FASE DE EXPANSIÓN)

CONCEPTO/ MES	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	TOTAL
EGRESOS															
Asesoría, planeación y diseño	\$ 30,000.00					\$ 100,000.00									\$ 130,000.00
Compra de tierra	\$ 80,000.00														\$ 80,000.00
Otros permisos	\$ 21,250.00														\$ 21,250.00
Casa del vigilante	\$ 2,500.00														\$ 2,500.00
Botas	\$ 100,000.00														\$ 100,000.00
Maquinaria para la asesoría	\$ 1,400.00	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00	\$ 36,400.00
Materiales de construcción	\$ 56,800.00														\$ 56,800.00
Mano de obra por construcción	\$ 7,700.00	\$ 7,700.00	\$ 7,700.00	\$ 7,700.00	\$ 7,700.00										\$ 39,600.00
Equipo para riego	\$ 56,000.00	\$ 56,000.00													\$ 112,000.00
Equipo con motor	\$ 50,000.00														\$ 50,000.00
Equipo sin motor	\$ 10,000.00														\$ 10,000.00
Mano de obra Lombricultura	\$ 1,200.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 84,000.00
Compra de lombriz	\$ 67,200.00	\$ 67,200.00													\$ 134,400.00
Gasolina (tractor y bomba)		\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 8,750.00
Extranero de biocarbano		\$ 770.00	\$ 770.00	\$ 770.00	\$ 770.00	\$ 770.00	\$ 770.00	\$ 770.00	\$ 770.00	\$ 770.00	\$ 770.00	\$ 770.00	\$ 770.00	\$ 770.00	\$ 9,800.00
Mano de transporte	\$ 3,937.50	\$ 3,937.50	\$ 3,937.50	\$ 3,937.50	\$ 3,937.50	\$ 3,937.50	\$ 3,937.50	\$ 3,937.50	\$ 3,937.50	\$ 3,937.50	\$ 3,937.50	\$ 3,937.50	\$ 3,937.50	\$ 3,937.50	\$ 47,250.00
Trabajo de labranza	\$ 1,200.00						\$ 1,200.00								\$ 1,200.00
Papelería	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 1,200.00
Mantenimiento de equipo		\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 3,600.00
Indulgencia		\$ 2,272.50													\$ 2,272.50
Impague de humos, biomorado															\$ 0.00
EGRESOS TOTALES	\$ 172,900.00	\$ 239,487.50	\$ 112,847.50	\$ 122,017.50	\$ 30,165.00	\$ 114,807.50	\$ 113,767.50	\$ 113,887.50	\$ 117,887.50	\$ 14,912.50	\$ 1,300.00	\$ 23,067.50	\$ 12,070.00	\$ 34,350.00	\$ 930,667.50
INGRESOS															
Inversionistas	\$ 526,000.00					\$ 127,000.00									\$ 653,000.00
Venta de humos							\$ 70,000.00								\$ 70,000.00
INGRESOS TOTALES	\$ 526,000.00					\$ 127,000.00	\$ 70,000.00			\$ 100,000.00					\$ 723,000.00
Distribuidad mensual	\$ 363,100.00	\$ 198,267.50	\$ 40,182.50	\$ 122,077.50	\$ 96,200.00	\$ 114,807.50	\$ 56,212.50	\$ 14,087.50	\$ 13,767.50	\$ 85,087.50	\$ 11,350.00	\$ 23,067.50	\$ 12,070.00	\$ 115,630.00	\$ 1,000,000.00
Distribuidad acumulada	\$ 363,100.00	\$ 113,817.50	\$ 150,675.00	\$ 31,667.50	\$ 126,375.00	\$ 13,360.00	\$ 68,672.50	\$ 54,585.00	\$ 40,787.50	\$ 125,885.00	\$ 114,535.00	\$ 97,482.50	\$ 79,962.50	\$ 156,312.50	\$ 1,000,000.00

(PROYECTOS DE BIOTECNOLOGÍA AGROPECUARIA, 1999)

CUADRO No. 12 INGRESOS Y EGRESOS. (2º Y 3er. AÑO)

CONCEPTO / MES	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	TOTAL
EGRESOS													
Valores para asesoría	\$ 1,230.00	\$ 1,230.00	\$ 1,230.00	\$ 1,230.00	\$ 1,230.00	\$ 1,230.00	\$ 1,230.00	\$ 1,230.00	\$ 1,230.00	\$ 1,230.00	\$ 1,230.00	\$ 1,230.00	\$ 14,760.00
Mano de obra Lombricultura	\$ 2,360.00	\$ 2,360.00	\$ 2,360.00	\$ 2,360.00	\$ 2,360.00	\$ 2,360.00	\$ 2,360.00	\$ 2,360.00	\$ 2,360.00	\$ 2,360.00	\$ 2,360.00	\$ 2,360.00	\$ 28,560.00
Gasolina (trailer y bomba)	\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 750.00	\$ 9,000.00
Exámen de laboratorio	\$ 720.00					\$ 720.00							\$ 1,440.00
Fletes	\$ 3,937.50	\$ 3,937.50	\$ 3,937.50	\$ 3,937.50	\$ 3,937.50	\$ 3,937.50	\$ 3,937.50	\$ 3,937.50	\$ 3,937.50	\$ 3,937.50	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00	\$ 42,375.00
Ropa de trabajo	\$ 1,500.00					\$ 1,500.00							\$ 3,000.00
Papelera	\$ 20,400.00												\$ 20,400.00
Mantenimiento de equipo	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 3,600.00
Empaque para humus terminado.	\$ 60,000.00												\$ 60,000.00
Reparación de equipo	\$ 5,308.00	\$ 5,308.00	\$ 5,308.00	\$ 5,308.00	\$ 5,308.00	\$ 5,308.00	\$ 5,308.00	\$ 5,308.00	\$ 5,308.00	\$ 5,308.00	\$ 5,308.00	\$ 5,308.00	\$ 63,696.00
Gastos varios	\$ 2,350.00	\$ 2,350.00	\$ 2,350.00	\$ 2,350.00	\$ 2,350.00	\$ 2,350.00	\$ 2,350.00	\$ 2,350.00	\$ 2,350.00	\$ 2,350.00	\$ 2,350.00	\$ 2,350.00	\$ 28,200.00
EGRESOS TOTALES	\$ 98,875.50	\$ 16,255.50	\$ 16,255.50	\$ 16,255.50	\$ 16,255.50	\$ 16,975.50	\$ 17,755.50	\$ 16,255.50	\$ 16,255.50	\$ 16,255.50	\$ 13,818.00	\$ 13,818.00	\$ 275,031.00
INGRESOS													
Ingresos por ventas 1er. AÑO	\$ 195,332.50												
Venta de humus	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 500,000.00
INGRESOS TOTALES	\$ 245,332.50	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 795,332.50
Disponibilidad mensual	\$ 46,457.00	\$ 35,744.50	\$ 35,744.50	\$ 35,744.50	\$ 35,024.50	\$ 35,024.50	\$ 32,244.50	\$ 33,744.50	\$ 33,744.50	\$ 33,744.50	\$ 36,182.00	\$ 36,182.00	\$ 361,182.00
Disponibilidad acumulada	\$ 146,457.00	\$ 180,201.50	\$ 213,946.00	\$ 247,690.50	\$ 281,435.00	\$ 314,459.50	\$ 346,704.00	\$ 380,448.50	\$ 414,193.00	\$ 447,937.50	\$ 484,119.50	\$ 520,301.50	\$ 520,301.50

(PROYECTOS DE BIOTECNOLOGIA AGROPECUARIA, 1999)

GASTOS 3er. AÑO.	\$ 363,046.00
UTILIDAD 2º AÑO	\$ 137,255.50
UTILIDAD 3er. AÑO	\$ 616,684.00

3.8. Aplicaciones del humus.

La vermicomposta, como todo abono orgánico, se usa en primavera y otoño. Se extiende sobre la superficie del terreno, regando abundantemente para que la flora bacteriana se incorpore rápidamente al suelo. Nunca se debe enterrar porque sus bacterias requieren oxígeno. Si se aplica en el momento de la plantación favorece el desarrollo radicular, por otra parte, al hacer más esponjosa la tierra disminuye la frecuencia de riego. La cantidad que debe aplicarse varía según el tipo de planta y su tamaño.

CUADRO No. 13 APLICACIONES DE ACUERDO AL TIPO Y TAMAÑO DE PLANTA.

TIPO DE PLANTA	CULTIVOS NUEVOS	MANTTO ANUAL
Arboles	2-3 Kg	1 Kg
Rosales y leñosas	500 gr	1 kg/ m ²
Césped	1 kg/m ²	500 gr/m ²
Plantas de interior	mezcla al 50% con la tierra de cultivo	4 cucharadas por maceta
Orquídeas	mezcla al 10% con la tierra de cultivo	1 cucharada por maceta

(Navas, C., 1998)

Existen otras propuestas para la aplicación del humus y éstas varían de acuerdo al punto de vista del autor, entre las cuales se citan:

Ravera, A.R. y De Sanzo, C.A.

OPCIONES	APLICACIÓN.
Hortalizas	120 gr /planta
Semilleros	5 al 100%, se puede usar puro
Floricultura	400 gr/m ²
Frutales	3 Kg /árbol
Macetas de 40 cm	15 cucharadas
Macetas de 20 cm	8 cucharadas

Lombricultura SCIC propone formas de aplicación del producto en los diferentes subsectores de la producción vegetal.

-
- ▼ **FRUTALES** Justificando su empleo en el ámbito de almácigo en la propagación de plantas, para lograr plántulas homogéneas. Para la producción de clones por estaca, sirve de sustrato de enraizamiento. Este material evita la destrucción de raicillas al momento de sacar de bolsas. Contribuye a amortiguar los efectos negativos del cambio del medio en el momento del trasplante. Enseguida, se recomienda su utilización en mezcla con suelo mineral para la plantación del frutal.

Ya en huertos establecidos, se sugiere usar el producto en dosis de mantenimiento junto con el fertilizante, con el fin de evitar los efectos negativos indirectos que se puedan producir durante la solubilización de estos productos químicos y aumentar la eficiencia de recuperación de nutrientes por parte del frutal. Si en su cultivo emplea el sistema de riego por goteo, se incorpora el producto en el área de mojado, para aumentar la eficiencia de recuperación del agua por parte del cultivo.

- ▼ **HORTALIZAS** En almácigos, evita la pérdida de plantas por deshidratación al momento del trasplante. Se puede utilizar en pequeños contenedores para propagar plantas. También se recomienda su incorporación al suelo junto con los últimos rastros.
- ▼ **ORNAMENTALES** Como sustrato de germinación, obteniendo plántulas en el menor tiempo. Como sustrato de enraizamiento, acelerando diferenciación celular y disminuye el daño de raíces por la extracción. La baja densidad del producto permite su aplicación en la propagación de acodos aéreos. En plantas florales de temporada suele colocarse en contenedores pequeños para anticipar la floración.

En producción comercial de plantas florales (flor de corte), se emplea junto con el fertilizante sólido, o en forma directa al suelo cerca de la salida del gotero, con el propósito de aumentar la eficiencia de recuperación de los nutrientes aportados por parte de las plantas.

- ▼ **CEREALES** (Cultivos industriales) Incorporado con el último rastrojo. En aplicación junto con el fertilizante en forma localizada. Empleado junto con la semilla. Destinado al

momento del aporte. Y en caso de utilizar la práctica de almácigo-transplante, se utilizará como sustrato

- ▷ **FORESTALES**. Se emplea a nivel almácigo y posteriormente en bolsas. Por otra parte se utiliza en hoyo de plantación lo cual asegura una mejor adaptación en menos tiempo, lo que se refleja en la tasa de crecimiento de las mismas en post-plantación.

Zorba Frankel.

MACETAS. En transplante, mezclar 1/3 de humus por 2/3 de tierra. Como fertilizante, aplicar una capa de 4 cm en la superficie y luego mezclar con la tierra.

JARDINERAS. Aplicar una capa de 6 cm de humus en la superficie y luego mezclar con la tierra hasta una profundidad de 10 a 15 cm.

CÉSPEDES. Esparcir sobre la superficie 300 gr de humus por cada m².

SEMILLEROS. Aplicar una capa de 1 cm de humus sobre la semilla.

VIVEROS FORESTALES. Mezclar alrededor de ¼ de humus por ¾ de tierra, esto para cada bolsa contenedora de un arbolito.

FLORICULTURA Y HORTICULTURA. Aplicar 300gr de humus por cada m² (en el área de las raíces)

FRUTICULTURA. Aplicar 1.5 Kg por árbol, removiendo la tierra alrededor de la raíz (dosis por ciclo productivo).

SIEMBRA. De gramíneas (maíz, cebada, otras) y leguminosas (alfalfa), aplicar 3 toneladas por hectárea antes de la siembra, por ciclo productivo.

Después de aplicar el fertilizante, regar.

Compagnoni:

- ⇔ En el vivero. Para estacas a enraizar, enriquecer el terreno con humus, adicionado a razón del 30%, para los transplantes, se prepara una mezcla de humus y tierra de vivero, a razón de 80% tierra y 20% humus. En plantas de vivero, se abona en primavera de 5 a 6 Kg de humus integrado por planta.

⇔ En cultivos hortícolas

- En huertos familiares. se recomienda abonar con humus de lombriz puro, un puño en cada agujero para el transplante.
- En cultivos hortícolas industriales: se aconseja al momento de la siembra o cuando se transplanta, si se acostumbra abonar con fertilizantes químicos, añadir en la sembradora y en la máquina de transplantar una pequeña cantidad de humus integrado (ver anexo A.)

En general, un aspecto indicador de la dosis a aplicar dependerá del tipo de terreno. Otros criterios a considerar son

- Manejo del cultivo (etapa)
- Conocimiento de sustratos ideales para el cultivo
- Descripción del sustrato típico usado
- Comparación de costos en manejo tradicional y manejo ideal
- Realización de ensayos simples empleando dosis crecientes de humus y tierra en forma alternada

3.8.1. Alternativas para evitar y recuperar un suelo degradado.

Un problema grave y muy frecuente en los terrenos destinados a monocultivos frutícolas es el de los suelos esquilados, se produce un descenso progresivo en la fructificación y por lo tanto, de la productividad. ALTERNATIVA aplicación de 2000 a 2500 Kg por hectárea de humus de lombriz en cultivos frutícolas, tanto jóvenes como adultos. Puesto que el humus de lombriz aporta sobre todo una inoculación microbiana en la zona radical de la planta, es preciso enterrarlo con una buena labor (Compagnoni, 1985)

La degradación de la estructura y destrucción de agregados por mineralización de la materia orgánica, sin que existan nuevos aportes, ocasiona que la geometría de los huecos se vea afectada, disminuyendo el diámetro de los poros y su eficiencia para los procesos de transferencia. ALTERNATIVA las lombrices remueven el suelo ingiriendo grandes cantidades de material, que

deyectan mejor estructurado al favorecer la mezcla de materia mineral y componentes orgánicos. Perforan canales que facilitan el movimiento del agua y el paso de las raíces y la restante fauna hacia horizontes más profundos.

La erosión hídrica, es otro tipo de degradación del suelo, ocasionado principalmente por el escurrimiento superficial del agua, ALTERNATIVA fertilizar partiendo de resultados de análisis de suelos, lo cual permite aumentar la biomasa vegetal y con ello la protección superficial. Control y mantenimiento del contenido de materia orgánica para conservar y mejorar la estructura del horizonte superficial.

Otro grave problema es la degradación de la fertilidad física del suelo, la cual se caracteriza por la mecanización, compactación y encostramiento superficial. ALTERNATIVA añadiendo materia orgánica y manejando las lombrices de tierra para estimular su actividad estructurante.

Un punto importante es la degradación del territorio en zonas áridas, que se manifiesta por la pérdida de cubierta vegetal, la compactación del suelo, el sobre pastoreo, entre otras. ALTERNATIVA: Control y mantenimiento del contenido de materia orgánica, mediante el empleo del humus de lombriz.

Por último, pero no menos importante, se señala la degradación del suelo por residuos contaminantes, dentro de los cuales se encuentran petróleo, aceites y grasas, detergentes, aguas residuales, metales pesados, entre muchos otros. ALTERNATIVA: auto depuración por procesos de regeneración biológica. Es decir, descomposición, absorción, transformación y degradación de contaminantes por microorganismos y meso fauna (Porta, 1994).

IV. CONCLUSIONES

La importancia de la lombricultura dentro de la agricultura orgánica radica en la asistencia que otorga para la fertilización de los cultivos sin ocasionar daños al suelo, a los productos obtenidos del mismo y al hombre, Así como la factible recuperación de suelos con cierto grado de degradación de estructura y/o fertilidad, mediante la aplicación de este producto

Las características del humus de lombriz son, principalmente, la gran población microbiológica, el contenido de ácidos húmicos y fúlvicos, el pH neutro, el contenido de materia orgánica y humedad, así como de elementos minerales y reguladores de crecimiento que influyen positivamente en el desarrollo de las plantas y en la fertilidad del suelo

Las ventajas de la producción de vermicomposta es la rápida multiplicación de las lombrices, la velocidad con la que éstas generan humus, el hecho de ser factible llevar a cabo la explotación en forma rudimentaria y la rápida recuperación de lo invertido, así como la incorporación de vermicomposta a cultivos en general, aunado a ello se encuentra el hecho de la apertura del mercado con buenas posibilidades a este producto

Las alternativas de uso de vermicomposta en suelos agrícolas van encaminadas a la fertilización con disminución de costos, dirigiéndose a horticultores, floricultores, fruticultores y productores en general con opciones a invernaderos, semilleros, macetería, viveros, plantaciones, siembra directa, entre otras

Dentro de los elementos que componen el suelo, la materia orgánica, junto con otros factores, determinan la fertilidad física, química y biológica del mismo, por lo tanto, la ausencia de materia orgánica en este medio demerita notablemente su calidad

Las características químicas del sustrato que se utiliza para el alimento de las camas, son las responsables directas del estándar de calidad que presente el lombrhumus

La aplicación de este producto otorga mejores resultados si es acompañada de conocimientos sobre los sustratos empleados, costos de otras aplicaciones y principalmente basándose en referencias de aplicaciones anteriores

Las grandes utilidades a corto plazo, el sencillo manejo y los cómodos cuidados de una explotación de lombrices, así como las ventajas de utilización del humus y de la carne de lombriz, hace factible que más personas se interesen tanto en la producción y comercialización, como en la uso y aplicación de dichos productos

El mercado de lombrices y de humus es muy amplio, presenta grandes expectativas y una alta *proyección de la demanda de éstos, pero la promoción existente de los productos es insuficiente*, esto hace necesaria la optimización de la publicidad, demandando campañas que describan las características de los productos, al igual que sus ventajas y formas de aplicación. Lo anterior, ya sea en periódicos, revistas o folletos, además de la exposición directa en cultivos (parcelas demostrativas). La mejoría de los canales, siendo éstos más directos, podría optimizar considerablemente los sistemas de venta para llevar a cabo la comercialización del humus y de la carne de lombriz

V. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

- Aguilar, B. G. 1997 USO POTENCIAL DE LA LOMBRIZ DE TIERRA (*Eisenia foetida*) EN LA TRANSFORMACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN CHAPINGO Tesis profesional México.
- Bellapart C. 1988 LA AGRICULTURA BIOLÓGICA EN EQUILIBRIO CON LA AGRICULTURA QUÍMICA Fertilización natural La agricultura del futuro Editorial Aedos Barcelona.
- Bouche, M. 1985 LOS GUSANOS DE TIERRA Interacción entre las lombrices de tierra. la materia orgánica y la microflora del suelo de un pastizal tropical Barois. I
- Compagnoni L. 1985 CRÍA MODERNA DE LAS LOMBRICES Y UTILIZACIÓN RENTABLE DEL HUMUS Editorial de Vecchi Barcelona
- Martínez, C. C. 1999 Curso Teórico-Práctico LOMBRICULTURA Memorias Colegio de posgraduados México
- Edwards, C. A. and Batter, J. E. 1992 THE USE OF EARTHWORMS IN ENVIRONMENTAL MANEGEMANT. Soil Biol Biochem
- Edwards, C. A. and R. Loffty J. 1985 BIOLOGY OF EARTHWORMS 2ª de London Chapman and Hall, N Y USA
- Espinoza, Raúl. 2000. APUNTES DE FERTILIDAD DE SUELOS Memorias del seminario de titulación. Módulo I.

Ferruzzi, C, 1987. MANUAL DE LOMBRICULTURA I, 48-51, Ediciones Mundi-Prensa Madrid, España.

FERTILIZANTES Y SU EMPLEO 1980 Guía de bolsillo para los extensionistas. Programa de fertilizantes de la FAO. Roma, Italia

Fuentes, Y. J.L 1994 EL SUELO Y LOS FERTILIZANTES Ministerio de agricultura, pesca y alimentación Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

González, E 2000. MEMORIAS DEL SEGUNDO SEMINARIO DE FLORICULTURA Y HORTICULTURA. Xochimilco D F

Hernández, V. J. E 1996 TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS URBANOS UTILIZANDO LOMBRIZ DE TIERRA Eisenia Foetida Tesis profesional UACH. México

LOMBRICULTURA EN ARGENTINA 1999 Artículo publica via Internet, lombriz @ www.citsatex.com.mx

Lombricultura s.c.i.c, 1996 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN PROYECTO DE LOMBRICULTURA Quito, Ecuador

Lombricultura SCIC, 1999 PROYECTO DE BIOTECNOLOGÍA AGROPECUARIA Quito, Ecuador 1999

López, B. D 1989 ACCIÓN DE LAS LOMBRICES DE TIERRA SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES DE LA FERTILIDAD DE ZONAS TEPETAJOSAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA CHAPINGO. Tesis profesional

Martínez, C C 1992 INTRODUCCIÓN A LA LOMBRICULTURA Boletín informativo. No 1 México, DF

Navas, C 1998 LOMBRICULTURA, SCIC Ecuador, artículo publicado en Internet, ebolla @ lombricultura net

Porta, J, López-Acevedo, M, et al. 1994 EDAFOLOGÍA Para la agricultura y el medio ambiente 260, 403-489, Ediciones Mundi-Prensa Madrid, España

Raspeño, N y Cuntolo, M. 1996 LOMBRICULTURA Revista Pro-campo No 27, artículo publicado en Internet, empresa htm empresa htm

Ravera, A R y De Sanzo C.A. 2000 COMO CRIAR LOMBRICES ROJAS CALIFORNIANAS Programa de autosuficiencia regional Artículo publicado en Internet, lombri htm lombri.htm

RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE 1988 Anexo iv Publicado por la FAO Roma

Reyes, L.B 2000 MEMORIAS DEL SEMINARIO DE TITULACION Módulo I Relación suelo, agua, planta, atmósfera México.

Satchell, J.E 1983 EARTHWORM MICROBIOLOGY In Satchell J.E (Ed) Earthworm ecology. From Darwin to vermiculture Chapman and Hall, London-New York

Trejo, T L I 1995 ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DE LOMBRIZ DE TIERRA Eisenia foetida SOBRE ESTIERCOL DE BOVINO Tesis profesional UACH México

Zorba Frankel 1998 BENEFICIOS DE LA LOMBRIZ Artículo publicado en Base de datos Internet. www BDBG net

VI. ANEXOS

ANEXO A. DOSIS DE ABONADO.

CULTIVOS	EXTRACCIÓN FERTILIZANTES KILOGRAMO POR HECTÁREA			CONSUMO ACONSEJADO KILOGRAMO POR HECTÁREA			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	HUMUS	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Ajo	50	15	30	15	50	20	50
Sandía	50	15	65	15	50	20	60
Espárrago	100	30	90	20	300-100	250-30	480-100
Remolacha	150	50	220	19	130	50	250
Albahaca				18	80	30	100
Acelga				15	80	30	80
Alcaparra				14	50	30	70
Alcachofa	110	80	180	18	50-150	110-200	80-150
Coliflor	200	80	250	16	100	40	80
Brócoli	200	80	250	16	100	40	80
Repollo	200	80	250	16	100	40	80
Col brusela	200	90	280	16	50	50	80
Colinabo	100	80	160	16	100	40	80
Cebolla	100	40	140	16	100	40	150
Habichuela	110	26	85	15	100	30	55
Haba	125	40	100	16	20	30	60
Hinojo	55	20	120	16	30	50	80
Fresa				18	50	100	60
Zanahoria	110	50	200	16	70	30	80
Pepino	50	40	80	16	50	40	80
Lechuga	55	20	120	17	55	20	120
Berenjena	50	50	100	17	50	70	100
Melón	110	50	150	16	40	30	70
Papa	100	50	200	16	10	60	150
Pimiento	50	50	100	17	40	60	80
Guisante	125	30	65	16	60	20	60

Tomate	80	60	90	15	60	40	60
Perejil				14	15		25
Nabo	100	60	100	16	100	40	80
Rábano	130	50	200	16	60	30	70
Apio	130	50	200	17	65	15	125
Espinaca	95	35	100	16	45	10	50
Calabaza	110	160	90	15			

(Compagnoni, 1985)

ANEXO B.

PROYECTO DE FACTIBILIDAD DE LOMBRICULTURA

Para poder desarrollar el estudio de factibilidad, es necesario inicialmente establecer algunos antecedentes que permitirán comprender los cuadros que se presentan al final de dicho proyecto

ASPECTOS TÉCNICOS.

- Tecnología Se consideran materiales directos
 - Asesoría en el estudio de costos del proyecto
 - Asesoría en el diseño y distribución del criadero
 - Análisis físico-químico del agua de riego
 - Análisis físico-químico del suelo
 - Análisis bromatológico de los materiales que se utilizarán como alimento de las lombrices
 - Curso teórico práctico de lombricultura.
 - Adquisición de lombrices para el criadero
 - Asistencia técnica para control y seguimiento del proyecto
 - Asistencia técnica y comercial gratuita del Centro de Investigación de Lombricultura
 - Consultoría
- Preparación del terreno Para lograr desarrollar un proyecto de lombricultura, se requiere tener una superficie de terreno de alrededor de 8,000 m², este terreno debe estar totalmente limpio de maleza y nivelado (pendiente no mayor del 3%)

-
- Construcción de lechos. Se contempla la construcción de 100 lechos, iniciando el criadero con 40 lechos y llegando a 100 al sexto mes. Las dimensiones de los lechos varían según la forma del terreno o los requerimientos del manejo dentro del criadero, siendo los óptimos Largo 20m ancho 1m y alto 0.35m. Los lechos pueden construirse con diferentes materiales, en el presente estudio se han calculado los costos en base a la construcción de lechos con ladrillo.
 - Sistema de riego. El sistema de riego a utilizarse se ha diseñado con un eje central y cuatro tomas, con mangueras movibles para el desplazamiento de los aspersores a lo largo del criadero.
 - Preparación del material alimenticio. La materia orgánica que se utiliza para la alimentación de las lombrices será tratada mediante técnicas que activarán la acción de microorganismos aeróbicos, los mismos que iniciarán la descomposición del material, el cual antes de darle a la lombriz como alimento deberá tener un pH neutro, su temperatura oscilará entre 15 y 24°C y la humedad debe ser del 75%. Este proceso de alimentación se debe realizar una vez al mes, durante la vida del criadero.
 - Cosecha. Si las condiciones de manejo han sido las adecuadas a partir del 13º mes se inicia la cosecha de todos los lechos en forma progresiva, hasta llegar a un total de 500,000 Kg de humus por criadero.
 - Poscosecha. El humus cosechado se lleva a la bodega donde es cernido y envasado para su comercialización.

REQUERIMIENTO DE PERSONAL

- Personal administrativo y ventas. Para el personal administrativo se estima un costo anual equivalente al 20% del valor total estimado en los costos de producción a partir del segundo año.
- Mano de obra directa. Para iniciar el proyecto se requiere de tres personas para preparar el material alimenticio, llenado, realimentado y riego de lechos. A partir del segundo año se incrementarán dos personas más.
- Mano de obra indirecta. Se requiere un cuidador para las noches, sábados y domingos, además a partir del segundo año se contará con dos personas para realizar las labores de

cernido y ensacado de humus. El sueldo de estas personas será sumado a los beneficios de ley, con un incremento del 30% anual.

CONSTRUCCIONES:

Se requerirá de una superficie de 40 m² para empaque, si el lombricultor va a utilizar el humus en su propia finca no se requiere de esta infraestructura.

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:

Para el trabajo de campo se requiere de una bomba de agua (para las labores de riego), dos zarandas manuales para el cernido de humus, dos carretillas, dos palas, cuatro trinchas y un termómetro para el trabajo dentro del criadero.

COSTOS DE PRODUCCIÓN:

- Materiales directos : En esta actividad la materia prima está constituida por desechos orgánicos que resultan de actividades agrícolas, ganadería e industria y que se generan normalmente en los predios donde se desarrolla la actividad, por lo tanto no se considera valor alguno para este material. Dentro de este rubro se considera el costo del paquete de lombrices, las cuales constituyen la herramienta de la actividad.
- Materiales indirectos : Incluye la construcción de lechos, y el sistema de riego en el criadero.

ANEXO C.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO COSTOS DE PRODUCCIÓN.

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Construcciones	-----	-----	-----	-----	-----
Herramienta y equipo	430,000	-----	-----	-----	-----
Materiales directos	8,000,000	-----	-----	-----	-----
Mano de obra directa	21,379,188	43,479,655	56,523,552	73,480,617	95,524,802
Materiales indirectos	4,870,000	-----	-----	-----	-----
Mano de obra indirecta	20,719,188	26,934,944	35,015,428	45,520,056	59,176,073
Materiales y suministros	100,000	130,000	169,000	219,700	285,610
5% imprevistos	2,774,919	3,527,230	4,585,399	5,961,019	7,749,324
TOTALES	58,273,295	74,071,830	96,293,378	125,181,392	162,735,810

ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS.

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ventas	-----	227,000,000	295,100,000	383,630,000	498,719,000
Costo de ventas	-----	74,071,830	96,293,378	125,181,392	162,735,810
Utilidad bruta	-----	152,928,170	198,806,622	258,448,608	335,983,190
Gastos Administrativos					
Utilidades de operación	-----	152,928,170	198,806,622	258,448,608	335,983,190
Gastos Financieros					
Utilidad neta	-----	152,928,170	198,806,622	258,448,608	335,983,190

CALCULO DE TASA INTERNA DE RETORNO (TIR.)

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Utilidad Neta	-----	152,928,170	198,806,622	258,448,608	335,983,190
Flujo Neto de Caja	58,273,295	74,071,830	96,293,378	125,181,392	162,735,810
TIR	-----	162	168	168	168

NOTAS.

Construcciones	0
Preparación del terreno	0
Galpón de empaque	0
Herramienta y equipo	
Bomba eléctrica.	
Carretilla	260,000
Pala	30,000
Trinche	60,000
Termómetro	80,000

TOTAL. 430,000

Materiales directos

Lombrices 8,000,000

Mano de obra directa	S B	Benef De Ley	Total
Jefe de patio	150,000	480,533	630,533
Operador agricola	95,000	480,533	575,533
Operador agricola	95,000	480,533	575,533
TOTAL			1,781,599

Materiales indirectos

- Lechos ladrillos	320	64,000	
cemento seco	1	14,000	
arena m ³		15,000	
albañil (1 jornal)	1	20,000	
ayudante (1 jornal)	1	15,000	
		128,000	
- Sistema de riego			
manguera ¾	200	370,000	
mangueras 2"	100	380,000	
Aspersores	4	80,000	
accesorios		200,000	
		1,030,000	

Mano de obra indirecta.	S B	Benef De Ley	Total
Cuidador	95,000	480,533	575,533
Operador agricola	95,000	480,533	575,533
Operador agricola	95,000	480,533	575,533

1,726,599 (Lombricultura, 1996)