

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA  
División de Carreras Agronómicas**



**ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO PARA LA PRODUCCIÓN Y  
MERCADERO DE VERMICOMPUUESTO, USANDO LOMBRIZ ROJA  
CALIFORNIANA  
(*Eisenia foetida*)**

**Por:  
Noél Enrique Velázquez Gálvez**

**Trabajo de observación**

**Presentado como requisito parcial para obtener el Título de  
Ingeniero Agrónomo Parasitólogo.**

Torreón, Coahuila, Marzo del 2002.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA  
División de Carreras Agronómicas**



**Estudio de observación que se somete a consideración del H. Jurado Examinador, como requisito parcial para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo Parasitólogo.**

**APROBADA POR EL JURADO**

MC. Armando Luevano González  
Presidente

Ing. Luis Ángel Bazaldúa Zurita  
Vocal

Ing. Javier López Hernández  
Vocal

Dr. Agustín Cabral Martell  
Vocal Suplente

Torreón, Coahuila, Marzo del 2002.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**  
**“ANTONIO NARRO”**  
UNIDAD LAGUNA  
División de Carreras Agronómicas




**ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO PARA LA PRODUCCIÓN Y**  
**MERCADEO DE VERMICOMPUESTO, USANDO LOMBRIZ ROJA**  
**CALIFORNIANA**  
**(*Eisenia foetida*)**



---

MC. Armando Luévano González  
Asesor principal



---

Dr. Alfredo Aguilar Valdés  
Asesor



---

MC. Felipe Alvarado Martínez  
Asesor



---

Lic. Enrique Sifuentes Rodríguez  
Asesor

Torreón, Coahuila, Marzo del 2002.

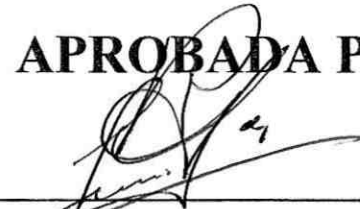
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA  
División de Carreras Agronómicas**




**ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO PARA LA PRODUCCIÓN Y  
MERCADERO DE VERMICOMPUESTO, USANDO LOMBRIZ ROJA  
CALIFORNIANA  
(*Eisenia foetida*)**

**Estudio de observación que se somete a consideración del H. Jurado  
Examinador, como requisito parcial para obtener el Título de  
Ingeniero Agrónomo Parasitólogo.**

**APROBADA POR**

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Rolando Loza Rodríguez  
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

  
\_\_\_\_\_  
MC. Armando Luévano González  
Asesor principal

Torreón, Coahuila, Marzo del 2002.

## *DEDICATORIA*

A mis padres:

Bruno Velázquez Zunun

Martina Gálvez Aguilar

Con mucho cariño, aprecio y amor, por tenerme paciencia y confianza, haberme educado por un camino recto; pero sobre todo porque me dieron la vida y el sustento para que hoy llegara a una de las metas trazadas en la vida. A ellos siempre mis respetos y agradecimientos por toda la vida.

A todos mis Hermanos:

Edilberto, Trinidad, Rosalva, Huber, Maximiliano, Bruno, Igmer, Martha.

Por tenernos confianza, amistad, cariño, unión y comprensión, cuyos apoyos e inspiración fueron importantes para alcanzar esta meta.

A todos y cada uno de mis tíos, primos y sobrinos que siempre conviven y forman un núcleo familiar sólido y confortado; que siempre han sabido salir adelante ante las adversidades de la vida.

A un gran amigo e inolvidable camarada: Joaquín Sánchez López (†)

Quien fuera una gran persona que admiré mucho en la vida, que se nos adelantó inevitablemente por el camino sin retorno, en recuerdo a su memoria y a su inolvidable amistad con la que siempre me distinguió; pero se que en aquel lugar donde se encuentra comparte la misma alegría conmigo por este momento tan inolvidable.

## *AGRADECIMIENTOS*

A Dios quien es dador de la vida y salud, y por permitirme llegar a este momento.

A mi "Alma Mater" por abrirme las puertas y brindarme las facilidades de alcanzar una meta trazada en la vida.

Al Departamento de Parasitología y todos los profesores que en ello laboran por transmitirme sus conocimientos durante la carrera.

Al gran amigo MC. Armando Luévano González, quien fue asesor principal para que este estudio se realizara, además de la confianza inigualable que me brindo durante mi estancia en la Universidad.

A los profesores Dr. Alfredo Aguilar Valdéz, MC. Clara Mayela Ramírez Castro, Dr. Florencio Jiménez Díaz, Lic. Edgardo Cervantes Álvarez, Biól. Héctor Madinaveitia Ríos, Dr. Eleno Hernández, Ing. Rolando Loza Rodríguez, Ing. Eliseo Raygoza Sánchez.... y a todos aquellos catedráticos que de manera directa e indirectamente me brindaron incondicionalmente su confianza y amistad durante la carrera.

A la Biól. Patricia Guzmán Zedillo, que con su cátedra nace la inquietud e iniciativa de la actividad con la Lombricultura.

A los compañeros: Elizabeth Soto Trejo, Iber Ulises Figueroa Guzmán, Bounfilio Acosta Bautista, Luis Gerardo Torres Meza; que compartimos el aula y formamos un gran equipo de trabajo, y hoy gracias a Dios hemos alcanzado una profesión en la vida; quien de nosotros depende conservarla y desarrollarla para nuestro propio bien y de la sociedad; poniendo en alto siempre el honor y nombre de nuestra Universidad.

A la compañera y amiga Janneth Rosales Cervantes por su amistad y sonrisa, que siempre la distingue como una persona cariñosa y tierna.

A todos y cada uno de los compañeros y mis amigos (a); que me permitieron convivir durante mi estancia en la Universidad y en esta ciudad.

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
RESUMEN EJECUTIVO	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	3
III. OBJETIVOS	6
IV. MERCADO	7
4. Descripción del producto	7
4.1. Definición del producto y subproductos	7
4.2. Características	9
4.3. Composición	10
4.4. Diferencias distintivas con la competencia	12
4.5. Vida Útil	14
4.6. Usos	14
4.7. Normas de Calidad	15
4.8. Impacto ecológico de la producción	16
4.9. Oferta y demanda	18
4.9.1. Introducción	18
4.9.2. Factores que afectan el consumo y la oferta de los fertilizantes	18
4.10. Política de precios y comercialización	24
4.11. Diseño de la marca	25
4.12. Empaque y etiqueta	26
V. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	28
5.1. Factores determinantes del área de mercado	28
5.2. Macrolocalización	29
5.3. Microlocalización	30
VI. INGENIERIA DE PROYECTO	31
6.1. Aspectos técnicos científicos	31
6.2. Proceso de producción de Vermicompuesto	34
6.3. Provisión del alimento para las lombrices	37
6.4. Programa de producción	38
6.4.1. Parámetros de la lombriz	38
6.4.2. Programa de producción y alimentación	40
6.4.3. Manejo	42
6.5. Instalaciones	47
6.6. Costo del equipo e instalaciones	50
VII. PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS	52
VIII. INVERSIONES	54
IX. EVALUACIÓN ECONÓMICA	57

<b>X. DICTAMEN</b>	59
<b>XI. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA</b>	60
<b>11.1. Acta constitutiva.</b>	60
<b>11.2. Estructura organizacional de la sociedad.</b>	66
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	67



<b>Índice de cuadros, gráficas y figuras</b>	<b>Página</b>
Cuadro 4.1. Comparación proteica de algunos productos convencionales.	9
Cuadro 4.2. Taxonomía de la lombriz.	10
Cuadro 4.3. Características físicas y reproductivas de la lombriz roja californiana.	10
Cuadro 4.4. Valores analíticos nutritivos del vermicompuesto.	11
Cuadro 4.5. Producción en k/ha conseguido con vermicompuesto y químico.	11
Cuadro 4.6. Cantidad recomendada en algunos cultivos.	14
Cuadro 4.7. Valoración de contenido de diferentes humus convencionales en comparación con el humus de lombriz.	18
Cuadro 4.8. Usos del suelo en la Comarca Lagunera-Parras.	20
Cuadro 4.9. Participación porcentual de los consumidores de fertilizantes de acuerdo a la tenencia, tipo de riego y cultivo en un año tipo.	22
Cuadro 4.10. Volumen disponible para satisfacer la demanda de fertilizantes y participación en el mercado.	24
Cuadro 6.2. Disponibilidad de desechos de vaca.	38
Cuadro 6.3. Producción de lombrices esperada en cuatro años.	38
Cuadro 6.4. Tipos de estiércoles.	39
Cuadro 6.5. Desarrollo del núcleo de lombrices para la producción de vermicompuesto.	41
Cuadro 6.6. Muerte de algunos organismos microscópicos en función de la temperatura y el tiempo de exposición.	45
Cuadro 6.7. Necesidades de espacio y venta de excedentes de acuerdo con el desarrollo del núcleo.	49
Cuadro 6.8. Necesidades y costo del equipo e instalaciones.	51
Cuadro 7.1. Presupuesto de ingresos y egresos.	52
Cuadro 8.1. Inversiones.	54
Cuadro 8.2. Origen, destino de la inversión y participación relativa.	55
Cuadro 8.3. Participación relativa de acuerdo al origen de los recursos.	55
Cuadro 8.4. Amortización de crédito.	56
Cuadro 8.5. Depreciación y amortización.	56
Cuadro 9.1. Estado de Pérdidas y Ganancias.	57
Cuadro 9.2. Flujo de efectivo.	57
Cuadro 9.3. Tasa interna de retorno.	58
Cuadro 10.1. Dictamen por indicador.	59
Gráfica 4.1. Consumo de fertilizantes en la Comarca Lagunera (1994-2001).	17
Gráfica 4.2. Estructura de distribución del consumo de fertilizantes de acuerdo al tipo de cultivo en un año tipo y uno de sequía (1997 y 2001).	19
Gráfica 4.3. Evolución de los grupos de cultivos en la Región Lagunera.	21
Gráfica 4.4. Consumo histórico y proyección del consumo de fertilizantes en la Comarca Lagunera.	23
Figura 4.1. Vermicompuesto.	7
Figura 4.2. Harina derivada de la lombriz destinada al alimento para ganado.	8
Figura 4.3. Canal de comercialización propuesto.	25
Figura 4.4. Diseño de la marca y el logotipo.	26
Figura 4.5. Diseño del empaque.	27
Figura 4.6. Diseño del anverso del empaque.	27
Figura 5.1. Localización de la Comarca Lagunera.	28
Figura 5.2. Selección del área de influencia dentro de la Comarca Lagunera.	29
Figura 5.3. Microlocalización de la empresa.	30
Figura 6.1. Lombriz roja californiana.	32
Figura 6.2. Proceso de producción de Vermicompuesto.	35
Figura 6.3. Núcleo de lombrices (a).	40
Figura 6.4. Núcleo de lombrices (b).	40
Figura 6.5. Cunas para lombrices.	47
Figura 6.6. Separando el Vermicompuesto.	48
Figura 6.7. Distribución del espacio físico del proyecto.	50
Figura 11.1. Estructura organizacional de la sociedad.	66

## RESUMEN EJECUTIVO

La lombricultura aporta una interesante iniciativa destinada a regenerar y abonar las tierras en forma natural y económica. *Es decir, restablecer en los cimientos mismos de la vida del hombre, un proceso que desde tiempos inmemorables era tarea de la lombriz: airear y abonar nuestra tierra.*

El producto de las lombrices (HUMUS) es el mejor fertilizante y además contribuye eficientemente a la preservación del medio ambiente. El vermicompuesto resulta rico en elementos nutritivos, rindiendo en fertilidad 5 a 6 veces más que con el estiércol común.

La utilización de fertilizantes químicos en la región es prácticamente hegemónica, sin embargo ello ha traído consecuencias graves en los suelos de la Comarca. En consecuencia se busca establecer una explotación rentable que permita la elaboración de fertilizantes orgánicos utilizando lombrices de tierra (*Eisenia foetida*), a partir del estiércol vacuno.

Los esfuerzos para la venta de vermicompuesto se centrarán como lo indican las tendencias, hacia la jardinería urbana, cultivos forrajeros, frutales y las hortalizas. Esta estrategia aspira en principio a tratar de cubrir un 7% del mercado limitado a estos cultivos, es decir 518 toneladas en el primer año y posteriormente incrementar anualmente la producción y ventas hasta 4,586 toneladas,

La tonelada de vermicompuesto tendrá un valor de \$1000.00 por tonelada al productor. El precio al consumidor implicará un ahorro cercano del 65 % en relación al precio del fertilizante de mayor calidad en el mercado (MAP). Para el caso de los excedentes de lombrices se considera un precio de \$80.00 el kilogramo

El nombre comercial del producto es definido para esta empresa como Vermicompuesto.

La localización de la empresa será en el municipio de Francisco I. Madero, específicamente en el ejido Chávez.

El presente proyecto se divide en dos fases de desarrollo: el primero llamado de crecimiento; comprendiendo los primeros cinco trimestres, el segundo de estabilización en el que solo crece 20 % .

El proyecto se desarrolla de acuerdo a lo siguiente: se inicia con un núcleo de 1,280 kg de lombrices. Considerando el parámetro reproductivo, que indica que cada trimestre se duplica el núcleo de lombrices, se tendrá en el segundo trimestre 2,560 kg de lombrices. Con base a lo anterior el crecimiento de producción y reproducción tendrá una tendencia geométrica cada 3 meses; permitido hasta el primer trimestre del segundo año. Así, al iniciar el segundo trimestre del segundo año y los primeros del los siguientes tres años solo tendrá un 20 % de incremento en la reproducción y producción; generándose excedentes que serán vendidos a la industria de alimento para ganado por trimestre de cada año respectivo. Para todo el proceso del proyecto se dispondrá de un área equivalente a una hectárea.

La inversión total del proyecto \$1,589,246.51 pesos, siendo el capital de trabajo el que se obtiene del saldo acumulado negativo mayor que asciende a \$79,396.51 pesos. La Tasa Interna de Retorno es igual al 69.06 %

La organización seleccionada es la Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada

En consecuencia se considera que el proyecto es positivo en todos sus aspectos.

## I. INTRODUCCIÓN

Los suelos al estar sometidos a cualquier tipo de cultivos se encuentran en una dinámica en la que pierden minerales y materia orgánica más a prisa de lo que puede reemplazarlos. El objetivo final de la agricultura es lograr una cosecha constante en buena cantidad y calidad, por lo que se han desarrollado diferentes tipos de técnicas para tratar de recuperar los diferentes compuestos que son extraídos a través de los vegetales utilizados para los diversos fines que el hombre requiere como la ganadería, industria, alimentación, etc. (Janick, 1974).

Sin embargo algunas de esas técnicas han provocado alteraciones perjudiciales no solo en el suelo, sino que en todo el ambiente, como es la acumulación de sales al usar fertilizantes inorgánicos, compactación en el uso de maquinaria, contaminación por pesticidas químicos. En contra parte existen técnicas tan antiguas como la agricultura que son la base de la agricultura orgánica o sostenible que por entendimiento de los procesos naturales que se llevan a cabo en los suelos, tratan de favorecer su dinámica pero guardando precaución de provocar la menor alteración posible al medio. (Rodale, 1972; Ruiz, 1995).

En la Comarca Lagunera se ubica una de las cuencas lecheras más importantes a nivel nacional y además ha sido considerada esta rama pecuaria como la de más alto valor económico, y año con año se incrementa la explotación en esta actividad. (SAGARPA-Delegación Laguna 2001). Aunado a lo anterior la demanda de forrajes se incrementa consecuentemente y con ello el consumo de insumos para su producción, siendo los fertilizantes inorgánicos uno de los principales para la nutrición vegetal.

Sin embargo las bajas precipitaciones en la región (< de 300 mm/año) y las altas evaporaciones dan lugar a que las actividades ganaderas y agrícolas se sostengan bajo condiciones de riego por dos fuentes de abastecimientos de agua que es el de gravedad y los acuíferos subterráneos. Pero pese a la intensa utilización de esta última fuente, el abatimiento del nivel freático es de dos metros cada año (Comisión Nacional del Agua, 1999). Por lo anterior, se necesita de métodos y técnicas nuevas que contribuyan en la producción en el que se economice el recurso agua y se reedite los costos productivos.

Los suelos fértiles constan de cuatro componentes: materia mineral, materia orgánica, aire y agua; todos ligados íntimamente entre sí y originando un medio ideal para el crecimiento de las plantas. De éstos la materia orgánica representa el menor porcentaje tanto en peso como en volumen. Su importancia es muy grande ya que aparte de mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo interviene en el desarrollo de las plantas. La máxima descomposición de éste es el llamado *humus*, el cual representa el 85 al 90 por ciento del total de la materia orgánica (Thompson, M. L. 1978).

Generalmente los suelos cultivados de la comarca Lagunera son pobres en materia orgánica y como consecuencia bajos en fertilidad; esto favorece el uso indiscriminado de fertilizantes inorgánicos y desde luego la aplicación directa y excesiva del excremento vacuno a las áreas de cultivo, que se produce por las vacas en explotación y tratar de corregir la fertilidad, lo cual indudablemente está causando problemas por los factores ambientales de la región y confrontación con la inocuidad alimentaria.

La factibilidad de hacer un programa de lombricultura utilizando la *lombriz roja californiana* para la producción de humus, es algo mas que realidad, sobre todo si tomamos como base el número de cabezas de ganado en explotación, lo que permitiría economizar gran cantidad de dinero en el abonamiento de forrajes, pastizales y cultivos en general. Este programa aporta una interesante iniciativa a regenerar y abonar las tierras en forma natural y económica. Es decir, restablecer en los cimientos mismos de la vida del hombre un proceso que desde tiempos inmemorables era tarea de la lombriz: airear y abonar nuestra tierra. En primer lugar las lombrices transformarán los desechos orgánicos de los animales domésticos que se encuentran acumulados y que directa o indirectamente generan problemas, el producto de la transformación es un fertilizante orgánico por excelencia denominado vermicompuesto o humus de lombriz (Perione, F. 1998).

## II. JUSTIFICACIÓN

El hombre al ocupar los valles y llanuras se hizo más dependiente de los animales que cazaba, con el paso del tiempo, por la sobreexplotación y cambios climáticos, éstos dejan de estar al alcance de las manos. Así, la relación búsqueda-beneficio se tornó desfavorable. Con esta coyuntura aparece el primer modelo productivo con la invención de la agricultura y la ganadería. Pero sus nuevas técnicas conservaban aspectos del nomadismo anterior; ya que quemaban un sector del bosque o selva y cultivaban hasta que se agotaba la fertilidad del suelo, luego se trasladaban a otros sitios en el que repetían la misma rutina; retornando al sitio inicial en el que la naturaleza había restaurado.

La revolución industrial viene a formar un segundo modelo productivo la cual trae consecuencias imprevisibles sobre la cultura, el agro y el medio ambiente. Los imperativos de la mecanización y el mercado propiciaron una creciente urbanización con su saga de despoblación rural, consumismo, y concentración económica.

En 1840 ocurre un hecho trascendental con el químico Alemán Justus Von Liebig quien se basara en análisis químicos de minerales presentes en cenizas de plantas y comenta que para el desarrollo completo de una planta se requieren de un mínimo de elementos imprescindibles; sin tomar en cuenta la materia orgánica ni los complejos procesos microbiológicos que ocurren en la relación raíz-suelo. Por igual los químicos Fritz Haber y Karl Bosch en 1914 inventan el proceso para la fijación catalítica del nitrógeno atmosférico; obteniendo de esta manera el nitrato para el agro y explosivos para las guerras (Cooke, G. W. 1983).

Lo cierto es que en la naturaleza, la fijación del nitrógeno atmosférico y su transformación en iones asimilables por las plantas se hace a través de bacterias, obteniendo su energía por oxidación y reducción de compuestos orgánicos. Con los abonos industriales se fija más nitrógeno del que se libera; al ser arrastrado el excedente hacia las aguas provocan un proceso llamado *eutrofiación*, fenómeno que por el exceso de nitratos da lugar al crecimiento de algas que al descomponerse agotan al oxígeno del agua y consecuentemente provoca la muerte de los peces por asfixia.

Por otro lado, los productos químicos y el monocultivo han traído un desequilibrio ecológico que ha transformado en plagas a poblaciones de insectos, hierbas, hongos y otros microorganismos que por un momento estuvieron equilibrados en la naturaleza (Jiménez, D. R. M. 1998).

Los abonos químicos industriales como el nitrógeno, sodio y potasio, desequilibran el suelo desde el punto de vista mineral, ionizándolo de una manera exagerada. Estos iones penetran por ósmosis por su alta solubilidad; la planta lo absorbe en mayor proporción de la que necesite y se desequilibra. Un ejemplo típico es que al no utilizar fertilizantes nitrogenados en espinaca; la proporción de nitrato se

encuentra con 23 ppm y con la utilización del fertilizante en 30 kg/ha de nitrógeno, se ha encontrado 420 ppm de nitratos en las hojas de espinaca. Este compuesto son un medio reductor que en la cocción se convierten en nitritos peligrosos para la hemoglobina de la sangre

Este estudio, en busca de alternativas ecológicas, plantea el vermicompuesto como una solución para la producción de fertilizantes biológicamente puros, altamente rentables y la colaboración a una solución a corto plazo de un problema agobiante: la contaminación orgánica. El producto resultante de la deyección de la lombriz roja californiana, es un abono orgánico con características muy propias, que lo hacen prácticamente insuperable, que puede incrementar hasta en un 300% la producción de frutas, hortalizas y otros productos. Además, la carne de lombriz Roja Californiana (*E. foetida*) al poseer hasta un 82% de proteína cruda la ubica como uno de los alimentos de mayor calidad que se pueda encontrar en la naturaleza, lo que la convierte en un alimento que puede dar solución al problema de desnutrición que se presenta dentro de nuestra población y la utilización para suplemento de proteína en la alimentación animal.

El proyecto de lombricultura puede ser considerado como una propuesta realista y viable para el reciclaje de la materia orgánica, sobre todo, considerando las condiciones económicas de nuestro país, esto no conlleva la utilización de tecnologías costosas o que implican el uso de equipo sofisticado y complejo, puede ser realizado a diferentes escalas sin que exista un tamaño mínimo de operación, su aplicación no contamina ni deja residuos sin utilizar y sobre todo, genera un producto que tiene una amplia aplicación tanto a nivel urbano como a nivel agrícola, como mejorador de los suelos a través de la biofertilización y como sustrato para el crecimiento de plantas con alto valor agregado. Su alto beneficio ecológico es en definitiva indudable, además de poder reducir y en algunos casos hasta eliminar por completo el desperdicio y los problemas colaterales de la basura orgánica (García, P. R. 1996).

Se habla y se escribe intensamente de la necesidad de conservar el medio ambiente. El hombre aparentemente no se ha dado (o no quiere darse) cuenta que el camino que está siguiendo lo lleva a la total destrucción del medio que lo rodea, que los recursos energéticos no renovables de los que dispone se van agotando y que su forma de vida destruye el planeta.

Los seres humanos estamos ineludiblemente vinculados al medio ambiente, a la naturaleza. Dentro de la naturaleza hemos encontrado la respuesta a muchos problemas de contaminación orgánica y es justamente allí donde nace la lombricultura como una respuesta simple, racional y económica a este problema. Paralelamente, como alternativa rentable solamente su desconocimiento ha permitido pasar por alto una gran fuente de riqueza que convierte los desperdicios orgánicos en un sustrato biológico muy rico en microorganismos no patógenos. Los elementos factibles de transformar por medio de la lombriz, son todo tipo de estiércoles (vacunos, caprinos, equinos, conejos, gallinas, etc.), materia

vegetal (hojas, césped, rastrojos), papel, cartón, residuos orgánicos familiares, (restos de frutas, verduras, hierba), algunos residuos industriales (aserrín, sueros, gelatinas), el lodo de las plantas tratadoras de agua, y, en general, todos los residuos orgánicos que, con poco costo y trabajo, se pueden transformar totalmente, obteniendo un nivel de higiene que de otra forma resultaría más costoso.

La lombricultura es una biotecnología que utiliza la lombriz como una herramienta de trabajo; recicla todo tipo de materia orgánica y obtiene como fruto de este trabajo dos productos: el humus, un fertilizante de primer orden que es la defecación de la lombriz y una fuente de proteína de bajo costo, la carne de la lombriz, que permite obtener una harina con proteína perfectamente utilizable en alimentación animal, y en su forma natural es utilizable como complemento proteico para muchas especies que mantenemos en cautividad para nuestro beneficio, o como cebo para pesca deportiva.

Esta biotecnología se inspira en el proceso que las lombrices han realizado durante millones de años en la naturaleza, pero se ha industrializado de tal manera, que en un periodo de tiempo más corto y en un área más reducida, puede lograr un producto que mantiene la misma calidad de aquel que se podría obtener en un bosque, fuente natural de producción de humus. Asimismo es importante resaltar que la lombricultura respeta y debe respetar su fuente natural de inspiración y debe llevarse a cabo como sucede en la naturaleza. La lombricultura más allá de ser un negocio es una filosofía de vida y como tal hay que ser consecuentes con estos ideales (<http://www.emison.com/115.htm>).

Si hablamos de reducir el impacto ambiental de nuestras actividades, sin lugar a dudas, la lombriz roja californiana, *Eisenia foetida*, es el aliado más importante del ser humano; la razón es muy simple: consume residuos y excreta vermicompuesto (humus), o sea que transforma la contaminación en la riqueza del suelo. Precisamente a la inversa nuestra, que consumimos elementos cuya producción genera degradación del suelo y al mismo tiempo nuestros residuos contaminan el medio ambiente. Existe en estado salvaje en prácticamente todo el mundo. Su extraordinaria capacidad productiva permite al criador amortizar rápidamente su capital invertido, y encontrarse en un tiempo breve con una actividad altamente productiva. Dicha productividad depende del conocimiento técnico que el lombricultor posea y de las condiciones que cada mercado tenga (Legall, M. J. R. et al. 1999).

Muchas localidades tienen un problema importante con las explotaciones ganaderas, que producen gran cantidad de estiércoles. La lombricultura es, en este caso, una solución excelente que es un completo método de transformación.

Cuando pensamos en un negocio anexo a otra actividad, con el objetivo principal de la higiene o el reciclaje, no es indispensable estudiar en detalle el mercado, ya que el beneficio principal es otro y el posible ingreso por ventas es secundario (Hernández, C. et al. 1997).

### **III. OBJETIVOS**

#### **Objetivo General**

Establecer una explotación rentable que permita la elaboración de fertilizantes orgánicos utilizando lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*), a partir del estiércol vacuno.

#### **Objetivos Específicos**

- a). - Generar un producto con alto valor nutritivo para los suelos.
- b). - Generar una alternativa rentable para los productores y empresarios agropecuarios.
- c).- Reciclar en forma productiva las heces del ganado vacuno para evitar el deterioro ambiental.
- d).- Generar una fuente de empleo.



## IV. MERCADO

### 4. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

#### 4.1 Definición del producto y subproductos

##### Producto.

El Vermicompuesto (figura 3.1), es el fertilizante orgánico por excelencia, y es el producto que sale del tubo digestor de la lombriz, es un material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo del bosque. Es limpio, suave al tacto y su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción.

**Figura 4.1. Vermicompuesto**



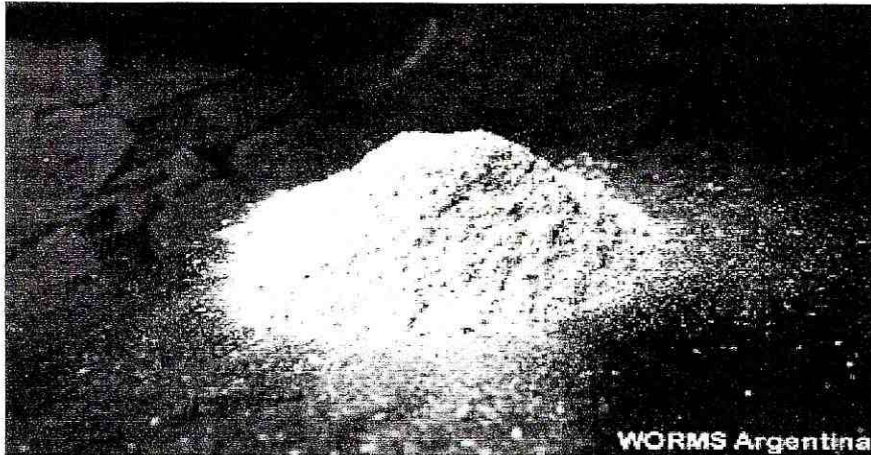
Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impide que estos sean lavados por el agua de riego manteniéndolos por más tiempo en el suelo; el cual permite de la disponibilidad de los nutrientes cuando la planta lo requiera, tiene un peso específico menor de 1 (pesa menos que el suelo v/v). Puede encontrarse una carga de microorganismos 10 veces más que en la tierra común (100 a 200 millones/ cucharada de té)

Se pueden incluir las lombrices para la pesca deportiva; ya que esta se usa como carnada, o bien para la alimentación de aves.

Para la elaboración de harina, es necesario separar lo mejor posible a las lombrices de su medio (se puede emplear una malla de alambre tejido). Luego se somete a las lombrices a baños especiales para eliminar gérmenes y hongos indeseables. Finalmente, se secan al sol y se muelen. El resultado es un polvo de color amarillo que contiene un 60-82% de proteína animal (Ravera, R. A. et al. 1999).

### **Subproductos.**

El subproducto de la lombriz es la lombriz excedente después de establecer el límite de producción que cubre la capacidad instalada y se destinará a las plantas de procesamiento de alimentos para ganado para la producción de harina (figura 4.2).



**Figura 4.2. Harina derivada de la lombriz destinada al alimento para ganado.**

La carne de lombriz tiene un alto contenido de proteínas del 62-82 %, además tiene una buena composición de aminoácidos, contiene todos los aminoácidos esenciales superando a la harina de pescado y soya. La harina de lombrices ha sido utilizada en ensayos de alimentación de peces, aves y otros animales domésticos, incluso en la alimentación humana (Peñaranda C. G, 1999). También se han desarrollado experimentos en la alimentación de cerdos, observándose una mejor conversión alimenticia que los alimentos en forma tradicional. La ventaja de la proteína de la lombriz es que se sintetiza a partir de desechos orgánicos, no así las otras proteínas que son sintetizadas sobre la base de alimentos mucho más costosos. Experiencias indican que suplementando gallinas de patio con tres lombrices diarias se logra un aumento significativo en la producción de huevos (Legall, M. R. J. 1999).

El valor proteico de la lombriz comparado con el de algunos animales y plantas se puede ver al examinar los datos obtenidos por los investigadores Popov I. S., Dmitrochenko A. P. Y Krilov V. M. (1975) y los colombianos Hurtado y Delgado (1986), quienes hicieron un análisis comparativo de contenido de proteína, cuadro 4.1.

**Cuadro 4.1. Comparación proteica de algunos productos convencionales**

Fuente	%
Harina de lombriz	66.8 – 82
Harina de soya	45
Leche	27.3
Harina de pescado	65
En un cerdo de 100 Kg de peso	15
Huevo	26
En promedio de tallos, hojas y semillas	1.8 - 49.2
Levadura	31-32

Fuente: Bravo, V. A. 1996. Técnicas y aplicaciones del cultivo de la lombriz roja californiana. Y Reines, M. et al. 1981. Proceso tecnológico para la obtención de harina de lombriz.

#### **4.2. Características**

El color del vermicompuesto varía entre negro, café oscuro y gris, dependiendo del desecho reciclado, no tiene olor y es granulado.

La característica mas importante del vermicompuesto es su alta carga microbiana, la cual le hace ubicarse como un material regenerador del suelo. Con un pH prácticamente neutro, con valores que oscilan entre 6.8 y 7.2, características que le permiten ser aplicadas, aún en contacto directo con las semillas (Martínez, C. C. 1997).

Es considerado como el mejor abono orgánico del mundo porque corrige y mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. (Legall, M. J. R. 1999).

Para la obtención de este producto se requiere de la actividad biológica de la lombriz roja californiana, cuya taxonomía y característica son de acuerdo al cuadro 4.2 y 4.3

**Cuadro 4.2 Taxonomía de la lombriz**

Reino	Animal
Subreino	Metazoos
Phylum	Protostomia
Grupo	Annelida
Orden	Oligochaeta
Familia	Lumbricidae
Genero	Eisenia
Especie	<i>E. foetida</i>
Variedad	Red hybrid

Fuente: Peñaranda, C. G. 1998. Curso Teórico y Práctico de Lombricultura.

**Cuadro 4.3 Características físicas y reproductivas de la lombriz roja californiana**

Concepto	Característica	Concepto	Característica
Color	Rojo-rosa	Copulación	Cada 7 días
Tamaño	7-12 cm	Adulto	6 meses
Peso	1 -2.5 g	Temperatura óptima	25 ° C
Madurez sexual	10-12 semanas	Deposición de cocón	Cada 10 días
Eclosión de cocón	Entre 15 y 20 días	Longevidad	15 a 16 años

Fuente: Raspeño, N. et al. 1996. Lombricultura-Compost.

### 4.3. Composición

La composición y calidad del vermicompuesto está en función del valor nutritivo de los desechos que consume la lombriz: una mezcla bien balanceada permite obtener un material de excelente calidad. Aun así la calidad de los nutrimentos contenidos en el vermicompuesto es muy variable.

Los valores nutritivos que el vermicompuesto puede ofrecernos (cuadro 4.4), en comparación, con aquellos provenientes de la fertilización con estiércol, o con abonos químicos (cuadro 4.5), es de mayor calidad.

**Cuadro 4.4. Valores analíticos nutritivos del vermicompuesto**

Humedad	30-60%
PH	6,8-7,2
Nitrógeno	1-2,6%
Fósforo	2-8%
Potasio	1-2,5%
Calcio	2- 8%
Magnesio	1-2,5%
Materia orgánica	30-70%
Carbono orgánico	14-30%
Ácido fúlvicos	2-3%
Ácido húmico	5-7%
Sodio	0,02%
Cobre	0,05%
Hierro	0,02%
Boro	3-10 ppm
Zinc	85-400 ppm
Cobalto	10-20 ppm
Manganeso	0,006%
Relación N/C	10-11%
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	75-80 meq/100 g
Conductividad eléctrica (CE)	3.0 mmhos/cm
Flora bacteriana (+)	2X10 <sup>12</sup> colonias/gramo

Fuente: <http://www.donmanuel.s5.com/cuadro> de valores del humus del.htm

**Cuadro 4.5. Producción en Kg /ha conseguidos con la fertilización de vermicompuesto y químicos.**

Especie vegetal	Vermicompuesto	Químicos
Trigo	116	40
Maíz	210	70
Zanahoria	520	20
Berenjenas	600	200
Tomates	820	400
Papas	350	100
Soja	52	28

Fuente: Ravera, R. A. et al. 1999. Como criar lombrices rojas californianas.

#### **4.4. Diferencias distintivas con la competencia.**

Se puede afirmar que el vermicompuesto no tiene fecha de caducidad para ser utilizada; cosa que ocurre con los fertilizantes químicos. Esto indica que el humus de lombriz tiene duración ilimitada.

También se consideran los efectos colaterales de los químicos; ya que por más pequeñas que sean aumentan su valor, sin embargo en el vermicompuesto no hay problema alguno en caso de usar dosis excesivas, éstas tendrían disponibles sus elementos nutritivos en el momento y tiempo que la planta lo necesite (Ferruzzi, C. 1986).

El vermicompuesto resulta rico en elementos nutritivos, rindiendo en fertilidad 5 a 6 veces más que con el estiércol común. Ravera (1999) señala que los experimentos efectuados con el vermicompuesto 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 apreciar en el 4.5.

Se han realizado pruebas comparativas de productividad en terrenos tratados con abono químico durante seis años; soportando un solo cultivo, y otros con vermicompuesto. Los resultados, luego de 6 años de prueba fueron los siguientes: el primer año el incremento logrado con vermicompuesto fue de 250 % , el segundo 150%, el tercero 100%, el cuarto de 70%. Esta ventaja además del rendimiento obtenido se descarta efectos negativos por químicos al suelo y el ahorro de costos de operaciones de fertilizaciones convencionales cada año. Así, por ejemplo experiencias indican que se ha logrado precocidad en hortalizas; la colecta de berenjenas en solo 65 días, tomates en 55 días y las achicorias con hojas muy tiernas cuando alcanzaron una altura de 35-45 cm. (Ferruzzi, C. 1986).

Por otra parte, influye en forma efectiva en la germinación de las semillas, favorece la formación de micorrizas, acelera los procesos fisiológicos de brotación, floración, maduración, sabor y color.

El vermicompuesto aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad. Se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de organismos patogénicos.

Otras ventajas del vermicompuesto:

- ♣ Su pH neutro lo hace sumamente confiable para ser usado con plantas delicadas.
- ♣ Aporta y contribuye al mantenimiento y al desarrollo de la microflora y microfauna del suelo.
- ♣ Favorece la absorción radicular.
- ♣ Regula el incremento y la actividad de los nitratos del suelo.

- ♣ Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta.
- ♣ Transmite hormonas directamente del sustrato a la planta, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras.
- ♣ Aporta nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, y los libera gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa.
- ♣ Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compresión natural o artificial.
- ♣ Mejora las características estructurales del terreno, desligando los arcillosos y agregando los arenosos.
- ♣ Neutraliza eventuales presencias contaminadoras, (herbicidas, ésteres fosfóricos, etc).
- ♣ Evita y combate la clorosis férrica.
- ♣ Facilita y aumenta la eficacia del trabajo mecánico del terreno.
- ♣ Por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos mejora las características químicas del suelo.
- ♣ Mejora la calidad y las propiedades biológicas de los productos del agro.

Los gusanos de tierra (lombrices) consumen residuos animales y vegetales en proceso de descomposición, es decir pre-digeridos por microorganismos especializados: bacterias, hongos y otros. Estos degradan las proteínas y la celulosa transformándolas en sustancias más simples y de fácil asimilación (por ejemplo los aminoácidos, resultantes de la digestión aeróbica de las proteínas). También se nutren con diminutos hongos y por supuesto, los antibióticos que se encuentran en ellos que le sirven al animal para inmunizarse y crecer. Cuando la lombriz elimina mediante la excreción las moléculas de estos antibióticos, dejará una masa bacteriana antibiotizada, compuestos bioestimulantes que estaban contenidos en el citoplasma de los hongos y microorganismos fúngicos en disminución. Se calcula la presencia de 2 billones de bacterias por gramo de vermicompuesto. Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas al ataque de plagas y patógenos como también la resistencia a las heladas (Peirone, F. 1998).

### Valores fitohormonales

El vermicompuesto es un abono rico en hormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta. 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 los frutos.
- ♣ La **Citoquinina**, retarda el envejecimiento de los tejidos, facilita la formación de los tubérculos y la acumulación de almidones en ellos (Peñaranda, C. G. 1998).

#### 4.5. Vida útil

Una vez separadas las lombrices, se procede a retirar el o vermicompuesto con carretillas o maquinaria según sea la capacidad productiva, cuando no se usa al instante puede almacenarse en sacos de 40 a 50 kilogramos que tengan aireación y bajo sombra; puesto a que hay una gran serie de actividad microbiana que es la que le da la calidad al producto como uno de los mejores fertilizantes orgánicos.

El vermicompuesto puede almacenarse por mucho tiempo sin que se alteren sus propiedades, pero es necesario que mantenga siempre cierta humedad, la óptima es de 40% (Espinoza, L. F. et. al. 1999).

Años de investigación llevaron al descubrimiento de la lombriz *RED HYBRID*, en California en el año 1954, es de un color rojo oscuro, muy prolífica y con una longevidad cuatro veces superior a la de la lombriz común; 15 a 16 años de vida. (Raspeño, N. et. al. 1996).

#### 4.6. Usos

El vermicompuesto, 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 de aireación. Si se aplica en el momento de la plantación favorece el desarrollo radicular, por otra parte, al hacer más suelta la tierra disminuye la frecuencia de riego.

La cantidad que debe aplicarse varía según el tipo de planta y su tamaño.

Como se puede observar en el cuadro 4.6, puede usarse en una amplia gama de plantas cultivadas; ya sean anuales o perennes, considerándolas desde el semillero, viveros, en el trasplante, plantas ya establecidas o por establecer. Asimismo la dosis recomendada para algunos cultivos se aprecia en el mismo cuadro.

**Cuadro 4.6. Cantidad recomendada en algunos cultivos.**

Cultivos	Recomendación	Cultivos	Recomendación
Hortalizas y legumbres	60-100 g/planta	Flores y plantas de interior	200 g
Arvejas	800 k/ha	Plantas en macetas	100 g/2 meses
Berenjena	60-80 g/planta		



**Cuadro 4.6. Cantidad recomendada... (continuación)**

Cebolla	2 t/ha	Arbustos y rosales	250 g
Espinaca	450 g/m <sup>2</sup>	Plantas leñosas	500 g
Lechuga	350 g/m <sup>2</sup>	Melón, sandía	400 g/planta
Pepinos	70-80 g/planta	Césped	200-500 g/m <sup>2</sup>
Pimientos	90-100 g/planta	Cítricos, frutales, olivos	1-2 k/planta/3 meses
Remolacha	1 t/ha	Manzano, peral, duraznero.	1 k/planta/3 meses
Tomate	80-100 g/planta	Vid	1.5 k/planta
Stacas, frutillas, cerezas	150 g/planta	Trigo	1 t/ha en presiembra
Praderas	800 g/m <sup>2</sup>	Maíz	2 t/ha en surco
Horticultura en invernaderos	20 %		
Transplante	100-500 g/m <sup>2</sup>		

Fuente: CAA. 1999, Sugerencias de la Cámara de Lombricultores de Argentina

- ❖ Durante la preparación del terreno, se le incorpora con el último paso de la rastra.
- ❖ Se puede colocar directamente con la semilla.
- ❖ Al momento de deshierbar y aporcar es buena oportunidad para su incorporación.
- ❖ En árboles frutales o forestales se aplica en la zona que cubre el sistema radical activo. Se hace una zanja alrededor y lejos del tallo no más allá de la proyección de las ramas, se aplica y se cubre.
- ❖ Utilícese en mezcla para llenado de bolsas en caso de vivero.
- ❖ Se recomienda de manera general de 1 a 8 t/ha; según sea el cultivo, sin embargo debe de realizarse el análisis químico correspondiente al suelo para determinar el requerimiento nutritivo en base a la necesidad de la planta.

#### 4.7. Normas de Calidad.

Actualmente existe la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) que es la que regula lo relacionado a la contaminación.

En el artículo 134 se refiere a la prevención y control de la contaminación del suelo y considera que corresponde al estado y a la sociedad prevenir la contaminación del suelo, así como también que deberán ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos. Esta Ley agrega también que es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reutilización y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficiente.

Dicha ley señala que la utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y considerar sus efectos sobre la salud humana a fin de prevenir los daños que pudiera ocasionar, y que en los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deben llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o reestablecer sus condiciones.

El artículo 135 establece los criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo en diversos casos tales como la ordenación y regulación del desarrollo urbano; operación de sistemas de limpieza y de disposición final de residuos municipales.

El artículo 136 contempla que los residuos que se acumulen o no puedan acumularse y se depositen en los suelos, deben reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar la contaminación del suelo, así como las alteraciones nocivas en el proceso biológico del suelo y que perjudiquen su aprovechamiento, explotación, evitando de esta manera los riesgos a la salud (citado por Ruiz, V. H. 1999).

#### **Clasificación de residuos.**

Se entiende por residuo cualquier material generado en los procesos de extracción, producción, consumo, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó (Díaz, 1993).

Los residuos sólidos se clasifican en no peligrosos y peligrosos; en los primeros se encuentran los residuos municipales, incluyendo a los residuos domésticos y en los segundos se incluyen a materiales peligrosos, tóxicos, patogénicos, inflamables, radioactivos y explosivos que pueden proceder de industrias, talleres, lodos residuales de tratamiento de agua y proveniente de hospitales (Tchobanoglous, 1996).

#### **4.8. Impacto ecológico de la producción.**

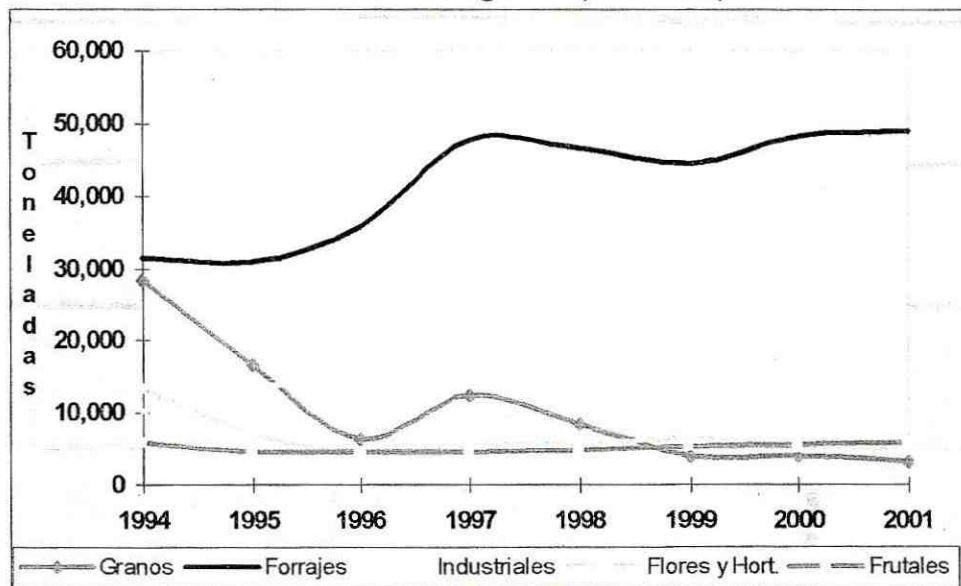
Los fertilizantes químicos y el monocultivo trajeron un desequilibrio ecológico que transformó en plagas a poblaciones de insectos, hierbas, hongos y microorganismos que anteriormente estaban equilibrados. Para controlarlos los científicos crearon pesticidas químicos sintéticos. Sin embargo, no previeron que esta intervención favorecería el surgimiento de nuevas generaciones de plagas genéticamente resistentes. Se inicia un círculo vicioso en el que se necesitan ahora productos cada vez más potentes que contaminan la tierra, el aire y el agua (Primavesi, A. 1982).

La utilización de fertilizantes químicos en la región es prácticamente hegemónica, sin embargo ello ha traído consecuencias graves en los suelos de la Comarca tal y como lo reporta en 1997 en su tesis doctoral el Dr. García Carrillo (gráfica 4.1).

El vermicompuesto competirá de manera limitada con todos aquellos fertilizantes químicos y las compostas convencionales.

Si bien es cierto, los fertilizantes no son los causantes directos de la contaminación agrícola, más bien es el uso indiscriminado y negligente de estos productos, que ya está llegando a su límite de tolerancia afectando a la biodiversidad. En función de lo anterior la utilización de las lombrices contribuye enormemente a reducir el impacto producido por estos productos, y ayuda a conservar el medio natural, donde el hombre también es un ser vivo y tarde o temprano podría sufrir las consecuencias por destruirlo (Magno, J. C. et al. 1999).

**Gráfica 4.1. Consumo de fertilizantes en la Comarca Lagunera (1994-2001)**



Fuente: Construido con datos de superficie y de cultivos de SAGAR (1994-2001)

Para la producción de vermicompuesto se considera como materia prima principal el estiércol que se produce por los grandes establos lecheros de la Comarca Lagunera; el aprovechamiento de este recurso abundante contribuye en forma importante en la disminución de la contaminación que genera el estiércol vacuno. Según datos de SAGARPA en el 2001 se contó con 196,833 cabezas en explotación y para el 2001 con 239,099 cabezas; generando de esta manera un promedio de 45,772.86 toneladas de estiércol mensualmente (Castellanos, 1984; citado por Cárdenas B. A. 1986), por lo regular los establos dejan este material a la intemperie, siendo acarreadas sus partículas por los vientos, a diferentes puntos de las ciudades, lo que es favorecido por la baja o nula precipitación en la región (< 300 mm/año).

En la Comarca Lagunera el uso de la composta se ha incrementado gradualmente, los productores de la región la han preferido fundamentalmente por su bajo precio. Aunque no se disponen datos sobre el ritmo de crecimiento de este tipo de abono, es notorio el surgimiento de cuando menos tres compañías que ofrecen abono orgánico en el periodo de 1997 al 2000.

Una vez que se agrega superficialmente la composta sobre el terreno, contribuye, al igual que el humus, a conservar la estructura del suelo y a reconstituir su flora microbiana.

Los materiales para transformar en composta pueden ser variados: césped cortado, cenizas de leña, estiércoles, plumas, hojas de árboles, papel, cartón y los desperdicios de cocina y del huerto. Sin embargo de acuerdo a una comparación realizada el vermicompuesto presenta mejores resultados con respecto a otros abonos orgánicos, presentando una pequeña variación la gallinaza; pero este material no es utilizado para la vermicompuesto dado a que incrementaría los costos de producción.

**Cuadro 4.7. Valoración de contenido de diferentes humus convencionales en comparación con el humus de lombriz.**

Materias orgánicas	Sustancias N	Minerales RN P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Base seca K <sub>2</sub> O
Turba	0.64	0.005	0.83
Estiércol vacuno	1.01	0.56	0.18
Oriesceta	0.74	0.01	0.08
Gallinaza	2.66	1.82	1.62
Vermicompuesto	2.09	3.92	0.72

Fuente: Reines, M. y Ramírez, E. 1982. Influencia de diferentes sustratos en el desarrollo de la lombriz roja.

#### **4.9. Oferta y Demanda**

##### **4.9.1. Introducción.**

La estimación de la demanda de vermicompuesto en la Región Lagunera tiene que realizarse por métodos indirectos en virtud de que es un producto relativamente nuevo en la región y no existe disponibilidad de datos históricos para poder realizar una proyección adecuada. En este sentido, se procedió a inferir su demanda (la oferta la define la empresa) a partir de los siguientes elementos: volumen promedio de consumo de fertilizantes, distribución proporcional del consumo por cultivos y análisis de los factores que influyen en el consumo de fertilizantes.

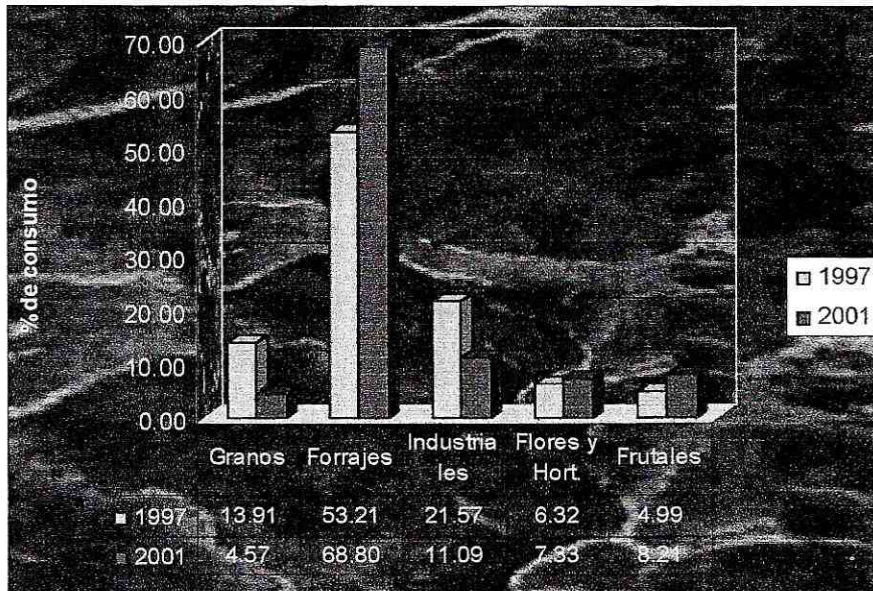
##### **4.9.2. Factores que afectan el consumo y la oferta de los fertilizantes.**

En la región existen las siguientes compañías distribuidoras de fertilizantes químicos:

- Agrofertilizantes del Centro Norte. S.A. C.V.
- Versa
- Empresa Longoria
- Cárdenas del Roble Narzadalia
- Sociedad Cooperativa Agropecuaria
- Fertilizantes de la Laguna
- Fertilización Integral de la Laguna
- Fertilizantes, Insecticidas y Maquinaria SA DE CV
- Fertilizante y Productos Agropecuarios
- Ferti Rey SA de CV
- Fertivida SA de CV
- Agroquímicos de la Laguna SA de CV
- Casa Faya
- Nueva Laguna
- Kontrol servicios y Agroquímicos SA
- Fertilizantes Sólidos y Líquidos
- MIFERGU SA de CV
- MILSA SA de CV
- Palsa SA de CV
- FYRA de SV
- IULASA

Estas compañías distribuyeron en promedio en 1997 un total de 89,408 y en el 2001 71,046 toneladas de fertilizante, siendo su estructura de consumo la que se presenta en la gráfica 4.2.

**Gráfica 4.2. Estructura de distribución del consumo de fertilizantes de acuerdo al tipo de cultivo en un año tipo y en uno de sequía (1997 y 2001)**



El consumo de fertilizantes en la Comarca Lagunera se encuentra en función de:

- El tipo del suelo
- Tipo del cultivo
- La superficie cultivada
- Del ritmo de crecimiento de la superficie cultivada
- Del tipo de productor de la región, es decir si el productor es ejidatario o pequeño propietario o bien si el productor cuenta con ingresos o no para la compra de fertilizantes.

### a). Suelo y agua

El tipo de rocas predominantes son de origen sedimentario (41.3%), rocas eruptivas (1.4%), rocas de origen metamórfico (0.6%) y el 56.7% lo constituyen los suelos.

Los suelos presentes en la subregión en orden de importancia en cuanto a superficie cubierta son: Litosoles (39.9%), Xerosoles (32.9%), Yermosol (11.4%), Solonchak (7.8), Regosol (5%), Rendzina (1.3%) y otros (1.7%).

Fisiográficamente en la zona de escurrimiento no ordenado (parte baja de la R.H. 36), en las subcuencas Mayrán y Bolsón predomina la llanura con porcentajes del 64.5 y 58.4, respectivamente. En Mayrán, son áreas típicas de llanura del desierto, así como el municipio de San Pedro, y parte de los municipios de Tlahualilo y Mapimí. El sistema de topofomas de valle únicamente se presenta en Viesca y representa sólo un 4.2% de la superficie, sin embargo, en Viesca predomina la sierra que ocupa el 40.4% de la superficie: sierra Hojasenal, sierra Parras, sierra Jimulco y la sierra El Número (CNA, 1998).

En cuanto al uso del suelo (cuadro 4.8) en la Comarca Lagunera, la superficie bajo riego sólo representa el 4.6% de su superficie total. Hay también 120,003 Ha de agricultura de temporal, 1'492,663 Ha de agostadero y 25,399 Ha sin vegetación.

De acuerdo a la información de el cuadro, se detecta la importancia que tiene el agua para hacer productiva la tierra que existe en la región, es claro que sin ésta las actividades de tipo agropecuario serían de baja productividad.

**Cuadro 4.8. Usos del suelo en la Comarca Lagunera-Parras**

Superficie total (ha)	Riego (Ha)	Temporal (Ha)	Agostadero (Ha)	Bosques (Ha)	Sin vegetación
1,857,129	217,006	120,003	1,492,663	2,058	25,399

Fuente: INEGI. 2000.

En general los suelos de la Laguna fueron durante miles de años enriquecidos con el arrastre de limos que provocaban las avenidas del Nazas y el Aguanaval, sin embargo el represamiento de los ríos (Presas el "Palmito" y "Tórtolas" en el Nazas y "Cazaderos" en el Aguanaval), disminuyeron drásticamente la contribución de la fertilización natural con lo que floreció la industria de los fertilizantes en la región. Lo anterior provocó ciertamente una regularidad en los riegos y en la superficie susceptible de regar pero incremento año con año el costo de los cultivos.

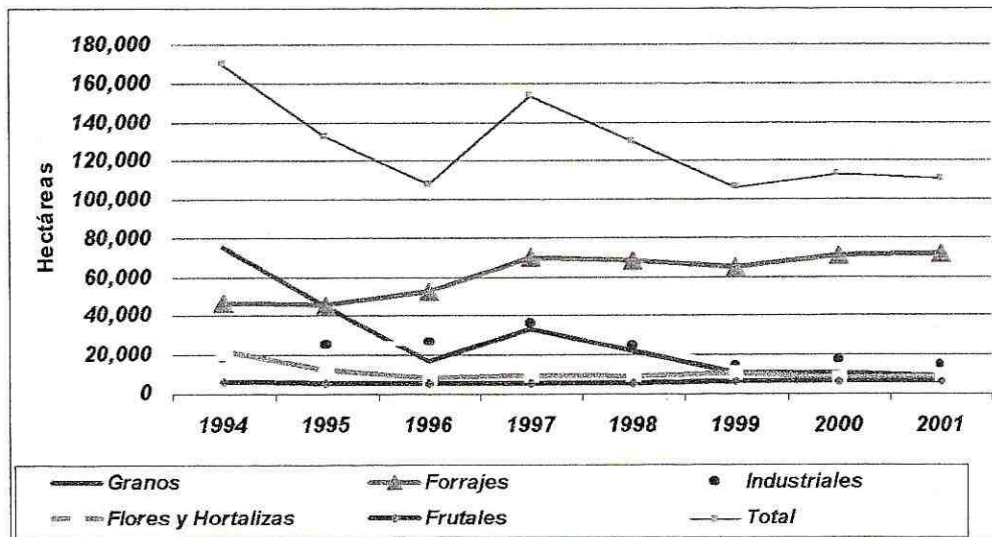
### b). Los cultivos y sus tendencias.

Dentro del sistema de riego superficial el cultivo del algodón ha sido históricamente importante en Coahuila, siendo la Comarca Lagunera su única productora. La superficie cosechada de este cultivo, de 1926 a 1990 fue en promedio para este período de 85,500 Ha, alcanzando una extensión máxima de 142,777 Ha en 1944, y mínima de 43,231 Ha en 1932. De 1991 al 2000 la superficie máxima fue de 19,273 Ha en 1996 y la mínima de 385 Ha en 1992.

En el sistema de riego por bombeo en los cultivos predominantes siempre fueron los forrajes, principalmente la alfalfa. Sin embargo, a partir del 92 se provoca una reconversión profunda en el sistema de agua superficial y de hecho se sustituye el algodón por granos (maíz y frijol). Estas circunstancias acompañadas de la indiferencia del gobierno en apoyar al sector ejidal, han hecho que la rentabilidad de estos cultivos sea negativa, en parte provocada por los bajos rendimientos que se obtienen del maíz y el frijol, dado que en su mayoría no aplican una adecuada tecnología y en consecuencia poco volumen de fertilizantes debido el alto costo que tiene y a los escasos recursos con los que cuentan los productores ejidales.

Lo anterior lo podemos apreciar perfectamente en el comportamiento que han tenido los cultivos de 1994 a 2001 (gráfica 4.3.) en donde se aprecia la caída del grupo de granos y el incremento constante de los cultivos forrajeros aún en época de sequía.

**Gráfica 4.3. Evolución de los grupos de cultivos en la Región Lagunera.**



Fuente: SAGAR. 2000.

### c). Los consumidores

Los consumidores de fertilizantes se agrupan por tipo de cultivo, régimen de propiedad y sistema de riego. Como ya se mencionó, el cambio en el patrón de cultivos y la crisis rural han hecho que los

productores ejidales disminuyan en número, esto a pesar de que en las estadísticas oficiales (cuadro 4.9.) señalen su existencia, ya que en la actualidad en la región el 80% del agua de bombeo está en manos de pequeños propietarios, junto con el 70 % del agua superficial. Los productores ejidales se centran principalmente en la producción de granos en tanto que los pequeños propietarios predominan en la producción de los cultivos forrajeros y en el algodón transgénico.

**Cuadro 4.9. Participación porcentual de los consumidores de fertilizantes de acuerdo a la tenencia, tipo de riego y cultivo en un año tipo.**

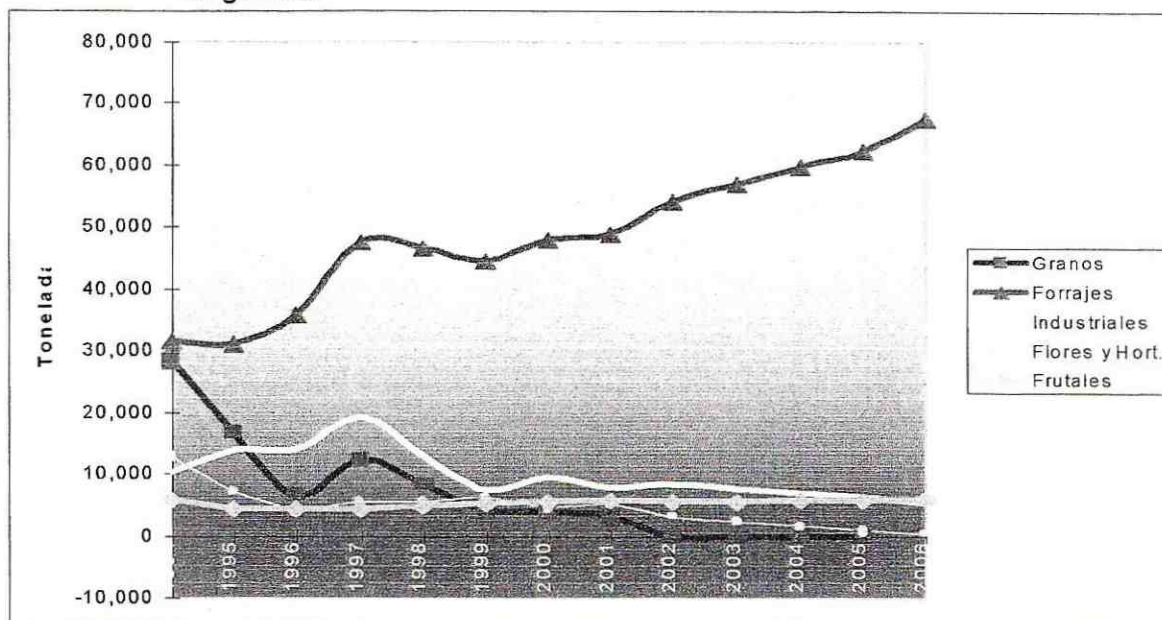
Cultivos	Ejidal		Pequeña propiedad		Total
	Gravedad	Bombeo	Gravedad	Bombeo	
<i>Granos</i>					
Trigo	8	34	2	57	100
Maíz arano	65	22	7	6	100
Frijol	54	29	16	2	100
Sorao arano	25	23	4	48	100
Oleaginosas					
Cártamo	67	19	0	14	100
Cacahuate	94	2	3	0	100
<i>C. industriales</i>					
Algodón	73	2	20	5	100
Sorao escobero	46	37	8	9	100
<i>Cultivos forrajeros</i>					
Alfalfa	13	36	2	49	100
Avena forrajera	15	39	2	44	100
Zacate ballico	0	25	0	74	100
Maíz forrajero	19	31	7	44	100
Sorao forrajero	24	33	6	37	100
Zacate	0	54	0	46	100
<i>Cultivos hortícolas</i>					
Melón	3632	10207	143	5993	19975
Sandía	2304	4543	186	921	7954
Tomate roio	1007	1082	4	582	2675
Chile	3432	1007	89	421	4950
Hortalizas	96	111	0	75	282
Flores	421	0	0	0	421
<i>Frutales</i>					
Vid (producción)	204	254	471	3314	4243
Nopal (producción)	2871	3129	3250	8261	17511
Otros	0	54	0	0	54
Frutales	36	125	4	14	179

Fuente: SAGAR, 1999.

Esta característica de los consumidores, así como el conjunto de factores mencionados han provocado la caída en algunos cultivos en el consumo de fertilizantes como se puede apreciar en la gráfica 4.4.



**Gráfica 4.4. Consumo histórico y proyección del consumo de fertilizantes en la Comarca Lagunera.**



Fuente : Construido con base en datos de SAGAR. 2000

#### **d). El potencial de la demanda y segmento de mercado seleccionado.**

La proyección del consumo de fertilizantes, permite realizar consideraciones sobre el futuro efectivo del consumo de vermicompuesto:

- Existe una tendencia hacia la desaparición del cultivo de granos en la Comarca.
- El espacio productivo que los granos actualmente ocupan está siendo sustituido por maíz forrajero y algo de sorgo forrajero.
- Los cultivos forrajeros revelan una fuerte tendencia a la alza.
- Los frutales es un grupo de poco crecimiento.

En consecuencia los esfuerzos para la venta de vermicompuesto debe centrarse, como lo indican las tendencias, hacia los cultivos forrajeros, los frutales y las hortalizas, además de la jardinería urbana y las áreas mayores como campestres y campos de deportes.

Dentro del grupo de cultivos forrajeros se puede atender principalmente al segmento de productores de maíz forrajero y avena forrajera. En el sector de frutales se debe dirigir el esfuerzo de ventas al 5% de la superficie que detentan principalmente los nogaleros (en desarrollo). Dentro del grupo de productores hortícolas la atención se debe centrar en los productores de hortalizas en general.

Esta estrategia se basa en principio en las siguientes consideraciones claves:

- ❖ En el gran mercado que representa la alfalfa dentro del grupo de forrajes, existe una gran resistencia al cambio, puesto que se trata de un cultivo que ya se encuentra establecido y

se cultiva para asegurar la alimentación base de la ganadería, además la incorporación del vermicompuesto a terrenos en donde otros fertilizantes se hayan aplicado, impiden diferenciar sus efectos y mostrar tajantemente sus beneficios. En cambio los productores de maíz forrajero y de avena forrajera no tienen tanta presión puesto que no son alimento base del forraje, por otra parte, estos cultivos son de ciclos cortos y los efectos del vermicompuesto serán rápidos y contundentes asegurando con ello un efecto de demostración.

- ❖ En el caso de los frutales (nogales en desarrollo específicamente), los productores son regularmente gente interesada en búsqueda de nuevas alternativas productivas y les ahorraría bastante dinero en la etapa de desarrollo vía reducción de costos en el uso del abono.
- ❖ Dentro del grupo de horticultores la estrategia se basa en que los productores de chile, tomate y melón, buscan siempre asegurarse al máximo y evitando hasta donde les es posible todos los vaivenes de mercado y del clima. En consecuencia su actitud siempre es a la expectativa y son bastante frecuentes a experimentar. Es por ello que se trabajará con productores de hortalizas de lechuga, repollo, ajo, pepino, calabacita mayera, etc.
- ❖ En el caso de la jardinería urbana, viveros y campos deportivos existe buena recepción del producto de acuerdo a pruebas de ventas que se han realizado.

Esta estrategia aspira en principio a tratar de cubrir un 7% del mercado global de la región incluyendo la jardinería urbana, es decir 518 toneladas en el primer año (cuadro 4.10) y posteriormente incrementar anualmente la producción y ventas hasta 4,586 toneladas al año igual al 7% del total de la demanda que representan los fertilizantes en la región.

**Cuadro 4.10. Volumen disponible para satisfacer la demanda de fertilizante y participación en el mercado.**

Año	2003	2004	2005	2006	2007
Volumen	5,18	2,544	3,185	3,822	4,586
% total regional	1	4	5	6	7

#### 4.10. Política de precios y comercialización-

En la actualidad los precios de los fertilizantes en la Comarca Lagunera son onerosos para el agricultor, por esta razón los precios que manejará la empresa estarán en un 35% con respecto al precio del fertilizante *más usado* en la región.

De esta manera tendremos que mientras que la tonelada de urea tiene un costo de \$1,899.00, la tonelada de cloruro de potasio \$1,916.00 y la de fosfato monoamónico \$2,849.00, la tonelada de

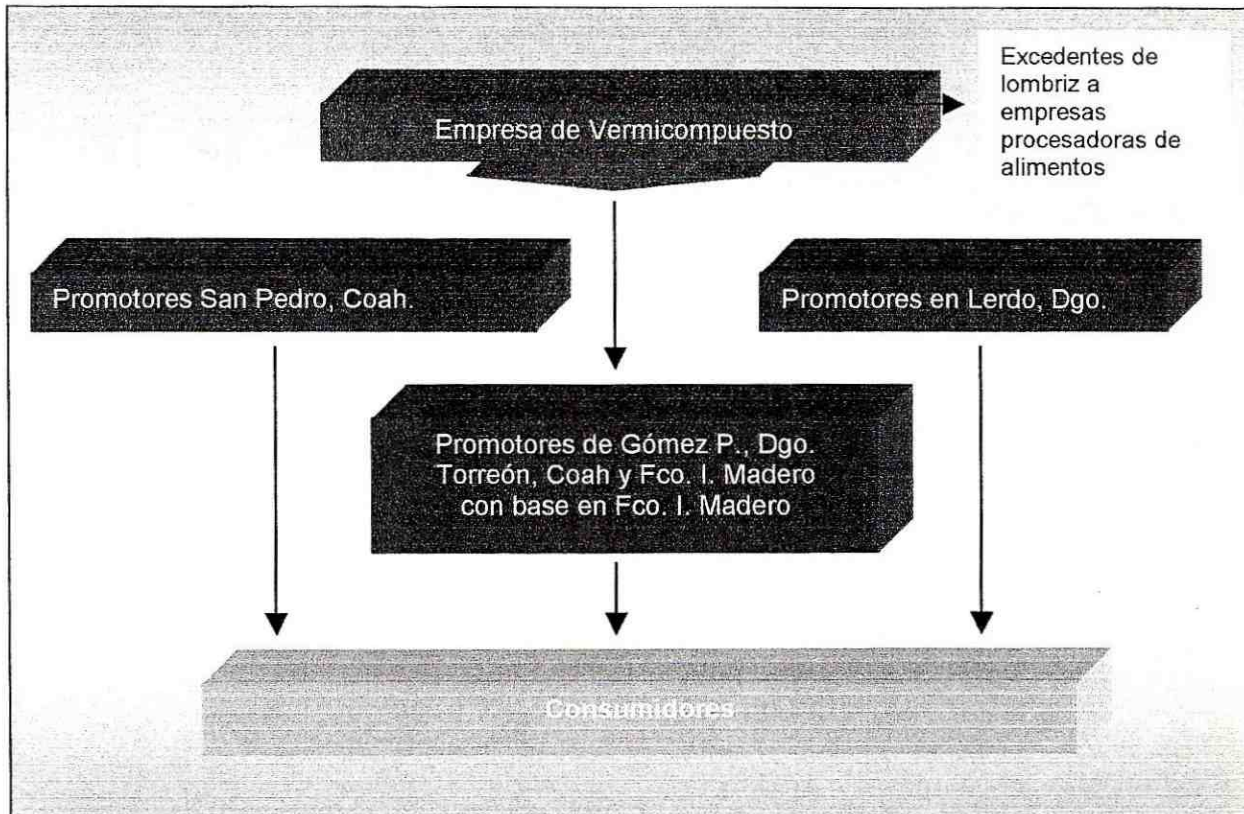
vermicompuesto será de \$1000.00. El precio al consumidor implicará un ahorro cercano del 65 % en relación al precio del fertilizante de *mayor calidad* en el mercado (MAP) (SAGAR-Boletín Agropecuario Lagunero 2000).

Para el caso de los excedentes de lombrices se considera un precio de \$80.00 Kg.

Los precios propuestos son en condiciones de 30 y 60 días.

En consecuencia el canal de comercialización seleccionado será de la siguiente forma:

**Figura 4.3. Canal de comercialización propuesto**



Con este esquema de comercialización se pretende que en la zona de San Pedro, Coahuila se atienda principalmente a los nogaleros, en tanto que la distribuidora de Lerdo, Durango deberá atender a los productores hortícolas y floricultores, en tanto que el distribuidor de Francisco I. Madero orientará sus esfuerzos de venta a los productores de maíz forrajero y avena forrajera del mismo municipio y Gómez Palacio.

#### **4.11. Diseño de la marca .**

El nombre del lombricompuesto o humus de lombriz es definido para esta empresa como Vermicompost y a su nombre se le asocia un logotipo que tiene dos lombrices entrelazadas

(emulando el símbolo de la salud en medicina) que contribuyen a lograr la salud del suelo en esta región semidesértica, representada en el logotipo por el cactus y la flora del desierto.

**Figura 4.4. Diseño de la marca y el logotipo.**



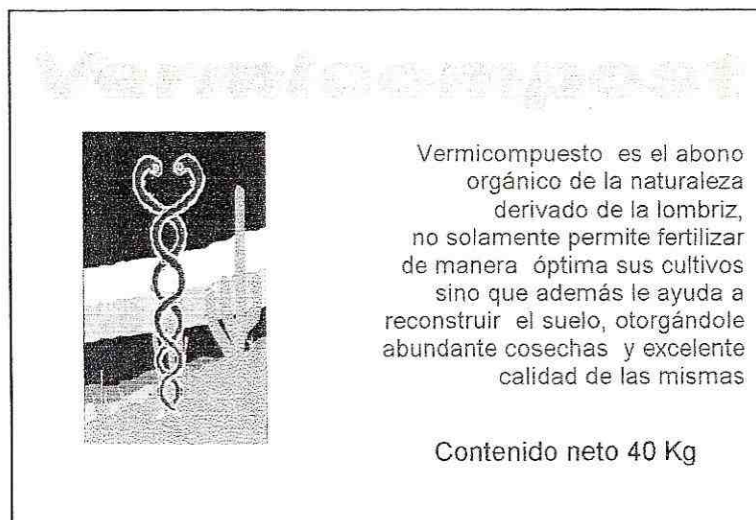
#### **4.12. Empaque y etiqueta**

Se seleccionó como empaque bultos de polipropileno de 40 kg, ya que presentan las siguientes ventajas:

- Son económicos
- Se encuentran fácilmente en el mercado,
- Son resistentes.
- Sus características le permiten una buena aireación y conservar la humedad requerida.

El empaque presenta los siguientes componentes en su parte frontal: marca, logotipo, leyenda de uso y razón social (figura 4.5.) ; en el anverso etiqueta que señala sus propiedades, recomendaciones (figura 4.6 ) y la leyenda de Hecho en México.

**Figura 4.5. Diseño del empaque**



**Figura 4.6. Diseño del anverso del empaque**

ELEMENTO	CANTIDAD	CULTIVO	RECOMENDACION
Humedad	30-60%	Hortalizas y legumbres	60-100 g/planta
pH	6.8-7.2	Arbejas	800 k/ha
Nitrógeno	1-2.6 %	Berenjena	60-80 g/planta
Fósforo	2-8 %	Cebolla	2 t/ha
Potasio	1-2.5 %	Espinaca	450 g/m <sup>2</sup>
Calcio	2-8 %	Lechuga	350 g/m <sup>2</sup>
Magnesio	1-2.5 %	Pepino	70-80 g/planta
Materia orgánica	30-70 %	Pimiento	90-100 g/planta
Carbono orgánico	14-30 %	Remolacha	1 t/ha
Ácido fúlvico	2-3 %	Tomate	80-100 g/planta
Ácidos húmicos	5-7 %	Estacas, frutilla, cereza	150 g
Sodio	0.02 %	Pradera	800 g/m <sup>2</sup>
Cobre	0.05 %	Hortaliza en invernadero	20 %
Hierro	0.02 %	transplante	100-500 g/m <sup>2</sup>
Boro	3-10 ppm	Flor y planta de interior	200 g
Zinc	85-400 ppm	Maceta	100 g/mes
Cobalto	10-20 ppm	Arbusto y rosales	250 g
Manganeso	0.006 %	Leñosas	500 g
Relación C/N	10-11%	Melón, sandía	400 g/planta
Capacidad intercambio catiónico (CIC)	75-80 meq/100 g	Césped	200-500 g/m <sup>2</sup>
Conductividad eléctrica	3.0 mmhos/cm	Frutales, cítricos, olivo	1-2 k/árbol
Flora bacteriana (+)	2X10 <sup>12</sup> colonias/g	Manzana, peral, durazno	1 k/planta/3 meses
		Vid	1.5 k/planta
		Trigo	1 t/ha en presiembra
		Maíz	2 t/ha en surco

Condiciones de conservación: manténgase en un lugar fresco con aireación.

Condiciones de estibación: no estibar más de 20 sacos.

Precaución: no es tóxico a la salud humana, ni a otros organismos.

Dosis: la que el técnico señale.

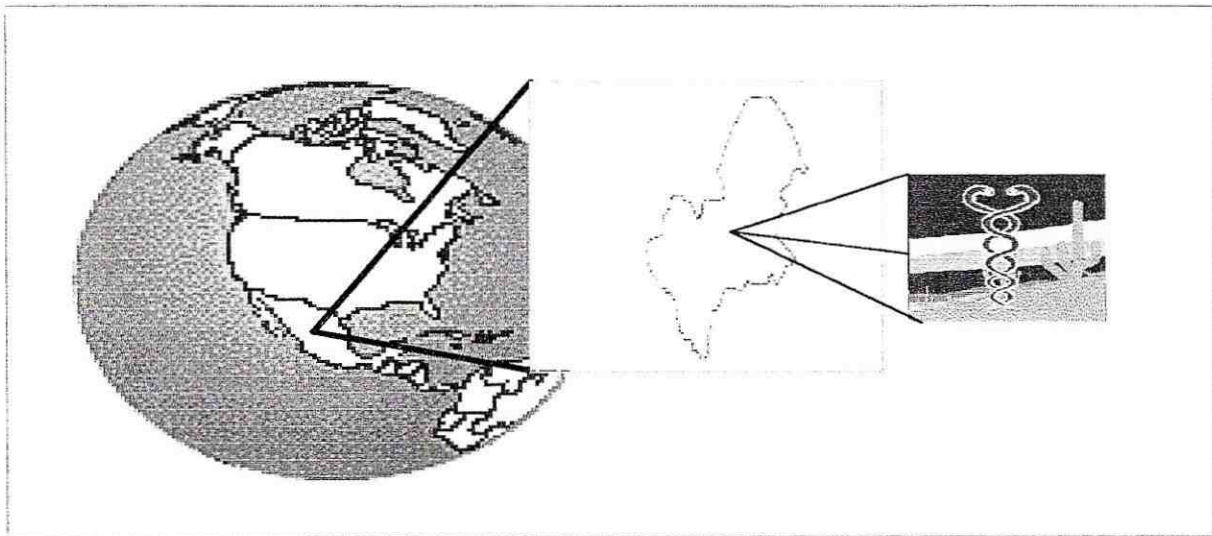
**HECHO EN MÉXICO ®**

## V. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

### 5.1. Factores determinantes del área de mercado.

Los factores determinantes se encuentran definidos por la demanda tanto actual como potencial así como por infraestructura para la distribución del producto. En este sentido la Comarca Lagunera ha sido la zona seleccionada (figura 5.1) para la venta de nuestro producto debido fundamentalmente que en ella año tras año se ha incrementado la superficie sembrada; en 1999 se sembraron 110,606 Ha y para el 2001 fueron 143,140 Ha. Correspondiendo 67,816 Ha a la superficie de bombeo del 2001 y 43,126 Ha a gravedad, solo 32,198 Ha de temporal, sembrándose en ella granos, cultivos industriales, cultivos forrajeros, hortalizas y frutales (SAGARPA: Delegación en la Región Lagunera 1999, 2001).

Figura 5.1. Localización de la Comarca Lagunera



En esta región para el año 2006 existirá una demanda promedio aproximado de 12,385 toneladas de fertilizantes, es decir 1,824 toneladas menos que en 2001 lo que revela la necesidad de todos los productores de encontrar alternativas eficientes y económicas.

La proyección del consumo de fertilizantes, aunque teóricamente tiende a disminuir por las consideraciones que ya se han señalado, en los hechos, como ya se mencionó se transita hacia un nuevo patrón de cultivos y hacia la sustitución de productores ejidales por pequeños propietarios o nuevos inversionistas, en consecuencia la tendencia que se advierte como más real es el incremento en el consumo de fertilizantes aunque con búsquedas de alternativas más económicas, que incluso pueden revertir el proceso de sustitución de productores y de cultivos. *¡De ahí la importancia de la propuesta empresarial que se presenta y del porque se selecciona esta región !*

## 5.2. Macrolocalización

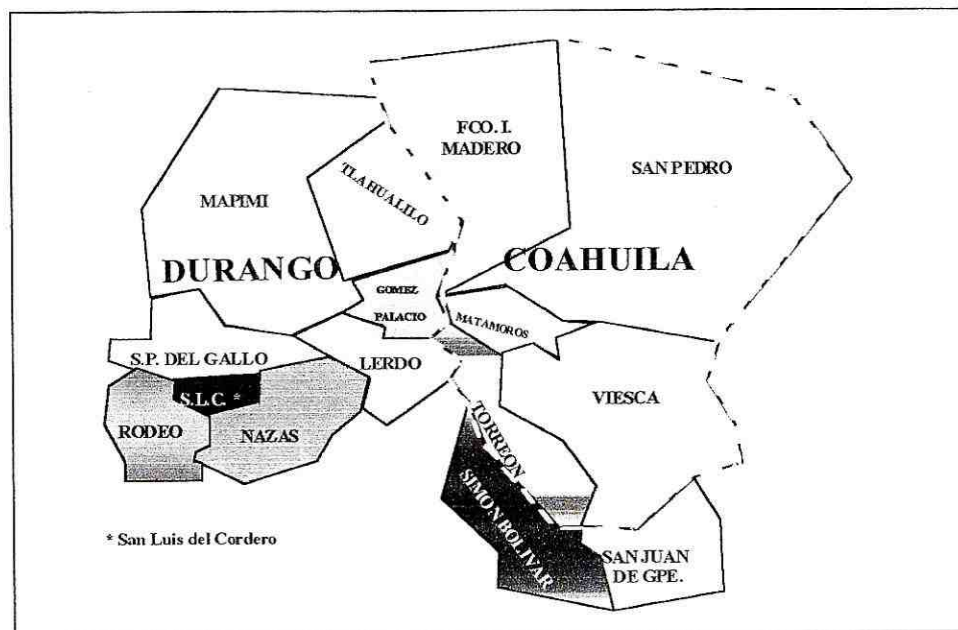
La Comarca Lagunera (figura 5.2) se ubica en la parte central de la porción norte de la República Mexicana, entre los meridianos 102° 00' y 104° 47' W.G. Longitud oeste y los paralelos 24° 22" y 26° 53' Latitud norte y una altitud de 1,139 msnm. La extensión territorial es de 47,887 km<sup>2</sup> distribuidos en 15 municipios, siendo cinco del estado de Coahuila y diez de Durango. El 80% de la topografía es semiplano.

La temperatura media anual histórica es de 22.1° C, siendo su máxima extrema de 41.5° C y su mínima de -5.5° C. La precipitación promedio anual es de 263 mm siendo cuatro los meses lluviosos (junio-septiembre). El tipo de clima es BWhw(e): seco desértico semicálido con lluvias en verano. Extremoso (Citado por Aguilar, V. A. et al. 2000).

Con las anteriores condiciones la agricultura y ganadería solo es posible en condiciones de riego, para lo cual se dispone de dos fuentes de abastecimiento: el agua de gravedad y el acuífero subterráneo.

La zona de influencia del proyecto se encuentra determinada por la porción geográfica del país conocida como la Comarca Lagunera, particularmente la primera etapa de comercialización se realizará en los municipios de Torreón, Coah, San Pedro, Coah., Gómez Palacio y Lerdo, Dgo.

**Figura 5.2 Selección del área de influencia dentro de la Comarca Lagunera**

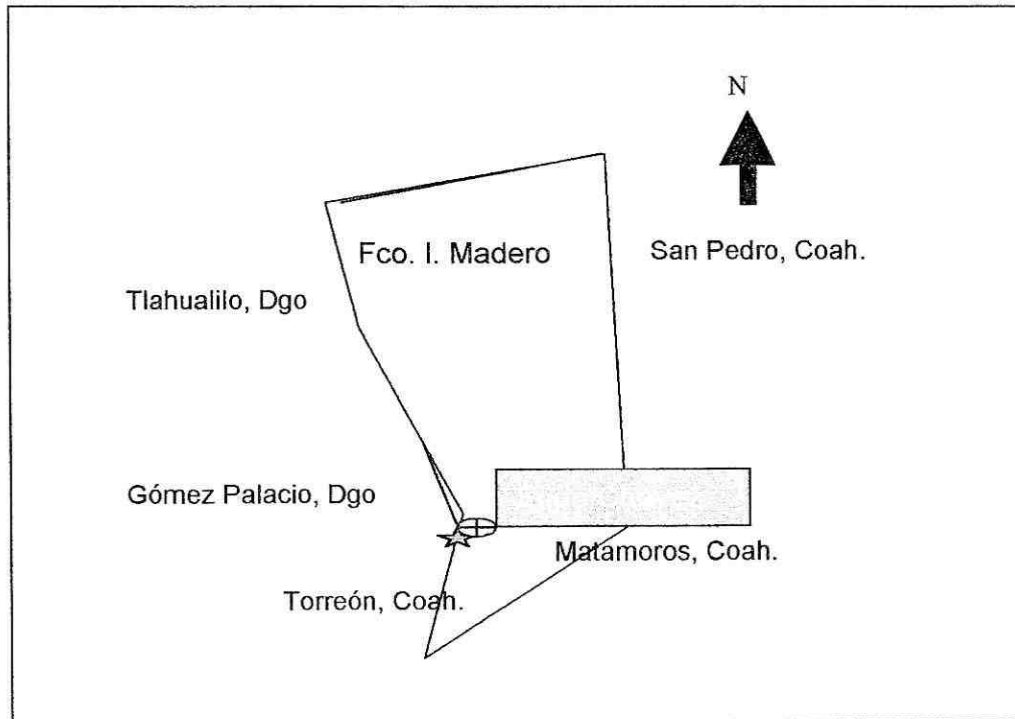


### 5.3. Microlocalización.

Se ha determinado que la localización de la empresa sea en el municipio de Francisco I. Madero (figura 5.3) específicamente en el ejido Chávez, debido principalmente a las siguientes razones:

1. El precio de la tierra es sumamente bajo (\$30,000 el derecho agrario) en comparación con la zona conurbada (Torreón, Matamoros, Gómez Palacio y Lerdo: \$480,000)
2. La renta de derechos de pozos es económica.
3. Es un municipio en donde existen un buen número de establos, lo que reduce el costo de acarreo de la materia prima).
4. Es una zona agrícola importante

**Figura 5.3. Microlocalización de la empresa**



El ejido Chávez se encuentra conurbado con la cabecera municipal de Francisco I. Madero. La distancia con respecto a las zonas de consumo son las siguientes:

Área agrícola de	Distancia en Km	Área agrícola de	Distancia en Km
Torreón, Coah.	15-25	San Pedro, Coah.	10-25
Lerdo, Dgo	35-45	Gómez Palacio, Dgo	5-25



## VI. INGENIERIA DE PROYECTO.

### 6.1. Aspectos técnicos científicos.

La lombricultura, como su nombre lo indica, significa cultivo de lombrices, aunque en la última década se habla de lombricultura como una biotecnología y se le define como el proceso en el cual se utilizan las lombrices de tierra como la herramienta de trabajo para la transformación de desechos orgánicos.

En los últimos años se ha presentado un mejoramiento en los métodos disponibles para el manejo de desechos orgánicos e industriales.

#### La lombriz.

El mayor trabajo en la Lombricultura es desarrollado por la lombriz, un organismo biológicamente simple, una humilde e incansable obrera.

La lombriz está clasificada en el reino animal como Anélido terrestre de la clase de los Oligoquetos. Vive en ambientes húmedos, rehuye la luz y se nutre de restos orgánicos vegetales y animales en descomposición, siendo un excelente recuperador de suelos.

La lombriz es hermafrodita insuficiente (tiene ambos sexos, pero necesita aparearse para reproducirse). Está dotada de 5 corazones y 6 pares de riñones. En cautiverio vive un promedio de 15 años. Cuevas, 1991 menciona que la lombriz de estiércoles como es llamada también la roja californiana que es el único animal en el mundo que no transmite ni padece enfermedades.

La lombriz era conocida ya en la antigüedad como "arado" o "intestino de la tierra" (Aristóteles), porque cava en el terreno galerías, volviéndolo poroso y facilitando la oxigenación y permeabilidad al suelo.

Nuestra amiga la lombriz, es también un eficiente "fertilizador" porque el HUMUS que produce, aumenta la disponibilidad de nutrientes aprovechables por las plantas (Bravo, V. A. et. al. 1996).

Desde el punto de vista ecológico se la clasifica en:

- ❖ EPIGEAS, viven sobre la superficie del suelo, se alimentan de materia orgánica y producen HUMUS, como Eisenia foetida.
- ❖ ENDOGEAS, son las más conocidas, viven dentro del suelo cavan galerías horizontales, comen y defecan tierra.
- ❖ ANECICAS, viven dentro del suelo, cavan galerías verticales y durante la noche suben a la superficie del suelo alimentándose de materia orgánica.

Los tres grupos de lombrices son sin duda el gran arado de la tierra y constituyen el elemento más importante en el rol de los edafoeosistemas.

Siendo las lombrices animales migratorios por excelencia, ha sido necesario para poder desarrollar la *Lombricultura*, que su hábito sea modificado y es así como luego de más de 14 años de proceso, su hábito migratorio fue modificado para llegar al día de hoy en que su hábito sedentario permitiera mantenerla en cautiverio y poder realizar un proceso industrial en el que no solamente se la pueda mantener en un criadero sin que se fugue, sino que adicionalmente ya tiene la capacidad de vivir en altas densidades (40 a 50.000 lombrices por metro cuadrado) sin que se alteren sus efectos conductuales (Etología de la lombriz, "*Lombricultura, una alternativa de reciclaje*").

De las más de 8000 especies conocidas de lombrices, solamente 2500 han sido clasificadas y solamente tres de ellas han podido ser domesticadas, siendo **Eisenia Foetida** la más conocida y es la utilizada en más del 80% de los criaderos del mundo (Salazar, E. H. 1999).

A nivel mundial se hicieron muchos ensayos con lombrices comunes, pero se encontraron que el rendimiento en cuanto a producción de humus era muy bajo, logrando aproximadamente de 130 a 150 kg por unidad al año. Años de investigación llevaron al descubrimiento de la lombriz *RED HYBRID*, en California en el año 1954, de un color rojo oscuro, muy prolífica y con una longevidad cuatro veces superior a la de la lombriz común, como puede apreciarse en la figura 6.1.

**Figura 6.1. Lombriz roja californiana**



Su capacidad de fácil adaptación a todo tipo de clima, y el hecho que sea eurífaga la ha hecho la favorita de los criadores y de los pescadores quienes la prefieren por su color y actividad.

Sus principales ventajas son:

- ❖ Se ha experimentado con ella en todos los países, en distintas condiciones de clima y altitud, y vive en cautiverio sin fugarse de su lecho.
- ❖ Es extraordinariamente prolífica; madura sexualmente entre el segundo y tercer mes de vida. Deposita cada 7 a 10 días una cápsula o huevo con un contenido que fluctúa de 2 a 20

embriones que a su vez después de 14 a 21 días de incubación, eclosiona, originando lombrices en condiciones de moverse y nutrirse de inmediato.

- ❖ Come con mucha voracidad, todo tipo de desechos agropecuarios (estiércoles, rastrojos de cultivos, residuos de hortalizas y frutas, malezas, etc.). También puede utilizar desechos orgánicos de la industria, la ciudad, rastros y otros.
- ❖ La digestión de los productos mencionados anteriormente produce enormes cantidades de *HUMUS*, que es la base de la fertilidad del suelo.

Se la ha encontrado en estado salvaje en innumerables países, sin embargo en este estado no sirve para la crianza en cautiverio por cuanto predomina su instinto migratorio.

Esta especie puede vivir en sustratos con alto contenido orgánico y la falta de ésta ocasiona que la lombriz emigre en busca de alimento, pero solo cuando las camas no tiene protección.

La *Eisenia foetida* come de 4 a 7 veces diarias, de ahí las necesidades de mantener altos contenidos de materia orgánica en las camas de reproducción, característica que la ubica como una especie de alta capacidad de trabajo, lo que permite transformar los desechos en un tiempo sumamente corto. (<http://www.lombricultura.net/TlaLombriz.jpg>).

### **El vermicompuesto.**

La lombriz se alimenta de desechos orgánicos en descomposición, una parte la utiliza para sus funciones y necesidades fisiológicas y la otra la excreta. Esto último es conocido como lombricomposta o vermicompuesto; fertilizante orgánico por excelencia que presenta las siguientes características:

- ❖ El vermicompuesto es conocido con muchos nombres comerciales en la lombricultura, lo podemos encontrar con los nombres siguientes: casting, lombricompost, humus y otros nombres comerciales dependiendo de la casa que lo produzca. Se considera que el es el mejor abono orgánico del mundo. La empresa le llamará **vermicompuesto** ó **vermicompost**.
- ❖ 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 lombrices.

### **Propiedades del vermicompuesto**

El vermicompuesto cumple un rol trascendente al corregir y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, influyendo de la siguiente manera:

#### *Propiedades químicas:*

- ♣ Incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y azufre, principalmente el primero.
- ♣ 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 en el suelo; gracias a las enzimas secretadas.
- ♣ Análisis químicos revelan los resultados en el cuadro 4.4

*Propiedades físicas:*

- ♣ Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos, y uniendo las partículas en 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.

*Propiedades biológicas*

- ♣ Es fuente de energía la cual incentiva a la actividad microbiana.
- ♣ Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros, se incrementa y diversifica la flora microbiana.
- ♣ Su alta composición microbiana benéfica ( $2 \times 10^{12}$  colonias/gramo), crea un medio antagónico para algunos patógenos existentes en el suelo. Neutralizan sustancias tóxicas por pesticidas y dan origen a reacciones bioquímicas solubilizando elementos nutritivos aprovechables por la planta (Tineo, 1993).

**6.2. Proceso de producción de Vermicompuesto**

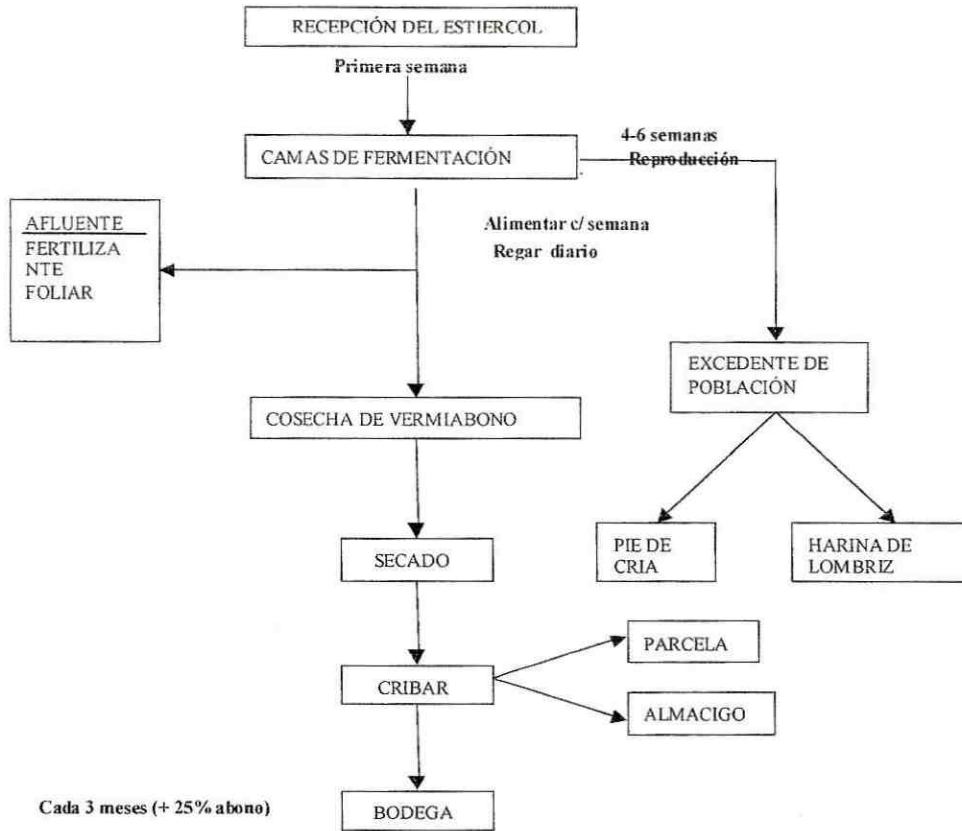
El primer paso a seguir en el proceso es la preparación del terreno, este debe de quedar limpio de piedra, maleza o rastrojo, y nivelado. Una vez nivelado se preparan las camas, que se definen como las áreas destinadas y acondicionadas para la reproducción de la lombriz y la producción del abono (figura 6.2).

Estas deben tener un 1.5 metros de ancho y el largo es variable ( no mayor de treinta metros), de acuerdo a las condiciones del terreno.

Las camas deben limitarse por algún material como tabique o ladrillo, block, tablón u otro de bajo costo y fácil acceso. Las camas pueden estar sin límite o protección alguna, ésto se recomienda en proyectos mecanizados.

A continuación se establecerá el sistema de riego que será en función del tamaño de la explotación, generalmente en proyectos de mediana y gran escala. En proyectos pequeños se puede regar manualmente. En este caso el riego se hará mediante el uso de mangueras o pequeños aspersores.

**Figura 6.2. Proceso de producción de Vermicompuesto**



Es importante destinar un área para la preparación del alimento, el cuál se debe de compostar antes de proporcionarlo a las lombrices. Esto se logra amontonando una gran cantidad de estiércol, dejándolo aproximadamente 8 días bajo el sol, manteniéndole constantemente mojado con el fin de que se lleve a cabo una fermentación aerobia que permite la destrucción de hidratos de carbono, con la consiguiente salida de calor y lograr, además la pérdida de acidez propia del estiércol.

Una vez que el desecho cumpla los requisitos para ser suministrado, se procede a colocarlo sobre la cama establecida. Inmediatamente se procede a inocular las lombrices. Dependiendo de la calidad nutritiva del alimento y de las características de estas lombrices se estarán reproduciendo en un lapso no mayor de 8 días.

En cuanto a la alimentación de las lombrices, es necesario agregarles estiércol compostado cada semana, dado a que en general la lombrices consumen su propio peso y expulsan el 60 % de la misma en forma de excreta, deben regarse las camas cuando se requiera (conservar 80 % humedad).

La primera cosecha esta en función de :

- La cantidad inicial de lombrices .

- El establecimiento y reproducción de la lombrices
- El tipo de desecho utilizado

En base a lo anterior, se puede realizar la primera cosecha en los 3 meses aproximadamente, y las siguientes cosechas se harán también cada 2 o 3 meses después de realizarse la primera. Una vez realizada la cosecha debe empacarse el material y almacenarse en un lugar seco, fresco y húmedo.

En la bolsa de empaque, la humedad no debe de ser menor del 30 %. El abono se mantiene con una humedad que oscile entre 70 y 80 %, por la cual hay que designar un área de secado y separación de lombrices y cocones, 80% de las lombrices debe ser separado por medio de trampas, el porcentaje restante se recupera en el desecho que no alcanza a pasar la malla o tamiz utilizado, este desecho debe ser pasado a una cama de recuperación por tensión que sufre la lombriz donde debe permanecer aproximadamente 6 días (Espinoza, L. F. 1999).

### **Escalas de producción.**

#### **Mediana escala (100-1000 M2)**

Aquellos productores que tienen una mayor superficie de terreno disponible, tienen dos opciones: primera, trabajar en su proyecto para la obtención de abono y productos alimenticios requeridos para su familia y segunda, aprovechar el área disponible para incrementar su criadero y generar trabajo a su familia, como mano de obra en la cosecha y la separación del abono, y así obtener un ingreso extra por venta del mismo.

No sólo el abono es comerciable, sino también la lombriz, que puede venderse como pie de cría, como carnada para pesca o bien se puede incluir en la alimentación de especies menores presentes en la granja. Así se produce alimento de carne de lombriz, tanto para los animales de la granja como para la comercialización.

#### **Escala comercial**

Se establecen en áreas de producción que van de los 1,000 hasta lo 10,000 metros cuadrados. Se establecen en cuencas lecheras o lugares donde se generan grandes volúmenes de desechos orgánicos. El objetivo principal es la comercialización del abono tanto puro como en pelets, geles, líquido o en diversas mezclas y el excedente de lombriz, en harina de carne.

#### **Multiplicación de cunas**

Durante los primeros 3 meses las lombrices no necesitarán ningún cuidado especial: solamente el riego y la comida. Transcurrido ese tiempo, las lombrices se habrán comido el 90% de los alimentos, por lo que debemos multiplicar las cunas.

Para esto se usará el estiércol ya fermentado, de éste se tomará entre 3 y 5 cm. y se les colocará sobre las cunas, se moja este material y se le cubre con paja y pasto. Al cabo de 72 horas se llenará de lombrices. Con una horquilla se sacarán los primeros 10 cm. de superficie y se pondrán en una carretilla para después inocularlos en las cunas nuevas.

Terminada la siembra, se tapa con paja y se riega. Los huevos del cúmulo inicial se abrirán multiplicando el número de lombrices. Pudiendo (pasados los 20 días) repetir la operación de extracción de lombrices. El humus que quede podrá ser utilizado siguiendo el proceso de cosecha de humus.

### **Riego**

La cuna debe regarse con regularidad teniendo en cuenta la época del año; en primavera y otoño una vez por semana ; en invierno una vez cada 15/20 días y en verano hasta 2 veces al día; por goteo 1 hora cada 2 días. Después de los 15 a 20 días 1 hora cada 5 días hasta el final; por aspersión: 1/2 hora cada tres días. Después de los 15 días 20 a 30 minutos por semana hasta el final. En el caso de riego por mangueras: el primero al inicio, el segundo a los 10 días, el tercero a los 20 días y los siguientes, cada 15 días.

### **Ventilación**

La aireación es importante para una correcta respiración a través de su piel; se debe hacer una remoción cada 15 ó 20 días de introducidas las lombrices. Puede hacerse por medio de horquillas de punta redondeada; la primer remoción a los 15 días y luego cada 15 o 20 días hasta el final con un movimiento de adelante hacia atrás sin voltear el material (Magnano, C. J. et al. 1999).

### **6.3. Provisión del alimento para las lombrices.**

En la Comarca Lagunera se encuentra una de las cuencas lecheras mas importantes del país, debido a ésto, se genera gran cantidad de desechos orgánicos (heces fecales). Estudios de la SAGARPA demuestran que de 1999 al 2001 se contó con un promedio de 217,968 cabezas de vacas lecheras en explotación, de lo anterior y tomando en cuenta que cada una excreta 7 kg diarios de estiércol de base seca (Castellanos 1984), citado por Cárdenas, B. A. 1986; se tiene que al mes se dispondrá de una cantidad de 45,772.86 toneladas de estiércol (cuadro 6.2.). Esta disponibilidad demuestra que la provisión del alimento de las lombrices se encuentra asegurado, ya que esta enorme cantidad de desecho actualmente no están siendo utilizado en algún tratamiento; sino mas bien, en algunas partes de la región está considerado como uno de los elementos de contaminación al medio. Esta situación hace que el alimento de las lombrices no tenga precio en el mercado y solo cueste lo que se eroga por concepto de acarreo.

**Cuadro 6.2. Disponibilidad de desechos de vaca .**

Tipo de explotación	Desechos t/año	Nº vacas	Producción toneladas	Necesidad de lombriz
Pequeña	10-120	1-15	4-50	30 kg
Mediana	120-1200	15-150	50-500	300 kg
Comercial	+ de 1200	+ de 150	+ de 500	+ de 300 kg

Fuente: Martínez, C. C. 1999. Potencial de la lombricultura técnica mexicana.

#### 6.4. Programa de producción

##### 6.4.1. Parámetros de la lombriz

###### *Parámetro de producción.*

La extraordinaria capacidad productiva de la *Eisenia foetida*, permite al criador amortizar rápidamente su capital invertido, y encontrarse en un tiempo breve con una actividad altamente productiva. Dicha productividad va a estar dada del conocimiento técnico que el lombricultor posea y de las condiciones que cada mercado tenga.

Un criadero de lombrices en fase de expansión se duplica cada tres meses, es decir, 16 veces en un año, 256 veces en dos años y 4.096 veces en tres años, así sucesivamente, cuadro 6.3.

**Cuadro 6.3. Producción de lombrices esperada en cuatro años en kilogramos.**

	1er. Año	2do. Año	3er. Año	4º. Año
Inicio	1	16	256	4,096
3 meses	2	32	512	8,190
6 meses	4	64	1,024	16,380
9 meses	8	128	2,048	32,770
12 meses	16	256	4,096	65,530

Fuente: Vilchis, B. C. A. 1995. Práctica para la cría de lombrices en la producción de abono.

En cálculos promediados, una lombriz produce aproximadamente 0.3 g de humus diariamente, lo que demuestra que en pequeñas superficies se pueden obtener grandes cantidades de humus. A manera de ejemplo se demuestra en el caso de 1 m<sup>2</sup> con unas 50,000 lombrices de las cuales unas 20,000 a 25,000 son adultas y consumen aproximadamente 0.5 g diarios de alimentos del cual expulsan 0.3 g en forma de humus, el cual a su vez es procesado por las lombrices medianamente adultas, las pequeñas y las recién nacidas. Tomando las 25,000 adultas solamente por 0.3 g tendremos 7,500 g diarios de humus, lo que extrapolado a 1,000 m<sup>2</sup> se producirían 7,500,000 g o 7,500 Kg diarios de humus. Estas cifras resultan muy alentadoras en la búsqueda de alternativas ecológicas para la producción de fertilizantes biológicamente puros, altamente rentables y que solucionan a corto plazo un problema agobiante: *la contaminación* (Bravo, V. A. 1996).



Las lombrices pueden degradar hasta el doble de su peso diariamente (Reines, R. 1985). Duran G. B. 1995, en su trabajo de tesis menciona que una lombriz consume su propio peso y excreta el 60% (0.6 gr) en forma de vermicompuesto, Ferruzzi, C. (1987), en su manual de Lombricultura menciona que una lombriz roja adulta pesa de 0.8-1 g, consume su propio peso y excreta el 60% en material transformado que comúnmente se le llama vermicompuesto.

Para el presente estudio se tomará una estimación del peso por lombriz de 0.5 gr el cual consumirá su propio peso como lo expresan los autores; expulsando el 60% (0.3 g) de lo que consume en material denominado como vermicompuesto. Raspeño, N. et al. 1996 y Ferruzzi, C. 1987. coinciden en que en la lombricultura comercial deben de utilizarse una densidad de población de 50, 000 lombrices por metro cuadrado en la cual se contempla a las adultas y jóvenes.

### **Parámetro de fecundidad**

La lombriz de tierra vive alrededor de 4 años, mientras que la roja californiana 16 años. La fecundación de la terrestre es cada 45 días mientras que la roja es cada 7 días. Por otro lado hay más nacimiento en las lombrices rojas (3 a 12 por cocón), contra 1 a 4 de las terrestres.

Las lombrices son inmunes a las enfermedades y tienen una enorme capacidad de regeneración. La longevidad de estas especies se estima alrededor de 15 a 16 años. De esta forma cuando las crías se realizan con todos los cuidados se obtienen los mejores resultados.

### **Parámetro de alimentación**

En este caso hablaremos del sustrato (cuadro 6.4), de diferentes especies animales, los cuales tienen un manejo semejante a los otros sustratos (pulpa de café, estiércol de conejo, etc.).

#### **Cuadro 6.4. Tipos de estiércoles**

♣ Estiércol de equino: es óptimo por su alto contenido de celulosa.	♣ Estiércol de ovino: es bastante bueno, aunque difícil de encontrar.
♣ Estiércol de vaca: puede usarse como sustrato inicial, alimento durante la producción.	♣ Estiércol de porcino: no es aconsejable para el comienzo.
♣ Estiércol de ternero: es análogo al de vaca, pero se recomienda más el anterior.	♣ Estiércol de conejo: constituye un alimento óptimo. Si se usa en estado original debe ser oxigenado antes de utilizarlo.

Fuente: De Zanso, C. A. et. al. 2000. Como criar lombrices rojas californianas.

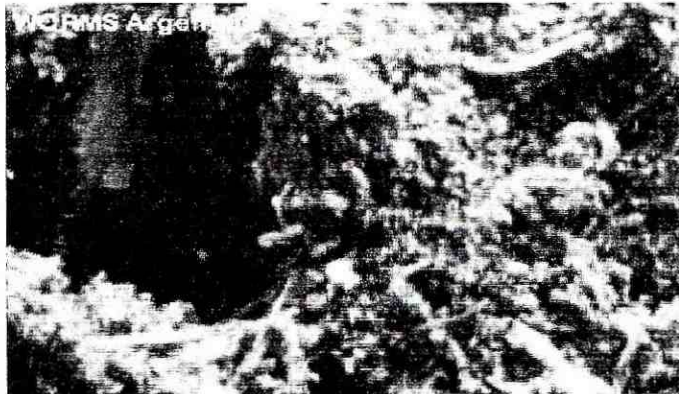
En el estiércol bovino hay que saber diferenciar la edad del estiércol que es un factor muy importante dentro del manejo de las lombrices. El sustrato bovino se puede encontrar en 3 situaciones:

- ♣ Estiércol fresco: el estiércol que está acabado de producir por el bovino, tiene una consistencia pastosa, de color verde encendido, de olor insoportable debido a que su pH es altamente alcalino, lo cual no es recomendable para la lombriz.
- ♣ 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 le tenemos que agregar agua para estabilizar su humedad y por ende su temperatura. Lo que se recomienda que éste es el mejor sustrato que acepta la lombriz.
- ♣ Estiércol viejo: como la palabra lo dice, es un estiércol que tiene más de 20 días de haber sido producido, es de consistencia pastosa y dura, desmoronándose al apartarse con la mano. Este no es un sustrato que puede ser utilizado para la crianza de lombrices, puesto que su pH es altamente ácido y pueden entrar las lombrices en un periodo de letargo y ocurrir en desarrollo de una plaga llamada planaria (Fuentes, Y. J. L. 1989).

#### 6.4.2. Programa de producción y alimentación.

Inicialmente nuestro pie de cría estará constituido por 1,280 kg. de lombrices, obteniendo de 388.88 kg por día de vermicompuesto, por lo que cosechando cada trimestre obtendremos un crecimiento geométrico de nuestro pie de cría (figura 6.3 (a), 6.4 (b) y cuadro 6.5).

**Figura 6.3. Núcleo de lombrices (a)**



**Figura 6.4. Núcleo de lombrices (b)**



**Cuadro 6.5. Desarrollo del núcleo de lombrices para la producción de Vermicompuesto**

Trimestre	Kilogramos de lombrices	Núcleos	Lotes de 50,000	Kilogramos de estiércol(consume su peso 0.5 gr)	Tres l / cada tercer día en m3	Toneladas trimestrales de Vermicompostoa
1 - I	1,280	166.4	33	57600	1	35
II	2,560	332.8	66	115200	2	69
III	5,120	665.6	133	230400	4	138
IV	10,240	1331.2	266	460800	8	276
2-V	20,480	2662.4	532	921,600	16	553
<b>VI</b>	<b>24,576</b>	<b>3,195</b>	<b>639</b>	<b>1,105,920</b>	<b>19</b>	<b>664</b>
VII	24,576	3,195	639	1,105,920	19	664
VIII	24,576	3,195	639	1,105,920	19	664
<b>3-IX</b>	<b>29,491</b>	<b>3,195</b>	<b>639</b>	<b>1,327,104</b>	<b>19</b>	<b>796</b>
X	29,491	3,834	767	1,327,104	23	796
XI	29,491	3,834	767	1,327,104	23	796
XII	29,491	3,834	767	1,327,104	23	796
<b>4-XIII</b>	<b>35,389</b>	<b>3,834</b>	<b>767</b>	<b>1,592,525</b>	<b>23</b>	<b>956</b>
XIV	35,389	4,601	920	1,592,525	28	956
XV	35,389	4,601	920	1,592,525	28	956
XVI	35,389	4,601	920	1,592,525	28	956
<b>5-XVII</b>	<b>42,467</b>	<b>4,601</b>	<b>920</b>	<b>1,911,030</b>	<b>28</b>	<b>1,147</b>
XVIII	42,467	5,521	1,104	1,911,030	33	1,147
XIX	42,467	5,521	1,104	1,911,030	33	1,147
XX	42,467	5,521	1,104	1,911,030	33	1,147

El presente proyecto se divide en dos fases de desarrollo: el primero llamado de crecimiento y, el segundo de estabilización y venta de excedentes. El periodo de crecimiento abarca desde el primer trimestre del primer año hasta el primer trimestre del segundo año. A partir del segundo trimestre del segundo año y los primeros del tercero, cuarto y quinto, el desarrollo del núcleo se estabiliza y solo crece a razón del 20% anual, este comportamiento se induce, ya que de lo contrario, no solo seguiría creciendo en forma geométrica el núcleo, sino también las necesidades de agua, alimentación y espacio, rebasando excesivamente las posibilidades económicas que se plantea el proyecto. El periodo de venta de excedentes se ubica a partir del segundo trimestre del segundo año y es creciente. Este excedente será puesto a la venta como materia prima para la industria de alimento para ganado o bien para pie de cría quien así lo requiera. Sin embargo el hecho de que se pongan a

la venta cada trimestre, las lombrices no dejarán de consumir agua y alimento, no dejarán de producir y reproducirse aunque por las condiciones de hacinamiento que prevalecerán (en las lombrices excedentes) se espera una disminución del 50% en el consumo de agua y de 50% en la producción de vermicompuesto (solo para las lombrices excedentes).

Por otra parte y de acuerdo a los diferentes parámetros tenemos que el comportamiento del núcleo por trimestre y por año será el siguiente:

- Las lombrices ingieren diariamente una cantidad de comida equivalente a su propio peso y expelen el 60% transformado en humus.
- Considerando el parámetro reproductivo que indica que cada trimestre se duplica el núcleo de lombrices, se tendrá en el segundo trimestre 2,560 kg de lombrices. Los cuales ahora producirán 766.6 kg/día, por lo que al finalizar el segundo trimestre obtendremos una cantidad de 1,533.3 kg/día.
- Con base a lo anterior el crecimiento de producción y reproducción tendrá una tendencia geométrica cada 3 meses. Así al finalizar el segundo trimestre del segundo año tendremos una producción de 664 toneladas de vermicompuesto por trimestre del año y un crecimiento reproductivo de 24.57 toneladas de lombrices, es decir que para el segundo, tercero, cuarto y quinto año solo se permite un incremento reproductivo similar al 20% y consecuentemente el productivo.
- Por otra parte, como iniciaremos con 1,280 kg de lombrices, el programa de alimentación indica que final del primer trimestre habremos incorporado 57,600 kg. de alimento con un consumo de agua de 1 m<sup>3</sup> por trimestre; con un crecimiento similar al anterior podemos diagnosticar que para el primer trimestre del segundo año estaremos incorporando 921.6 toneladas de alimento con un consumo de agua de 16 m<sup>3</sup>, y del cual se permitirá un 20 % la reproducción, alimentación, consumo de agua y espacio.

#### 6.4.3. Manejo

Como no es posible modificar el consumo diario de alimento por lombriz, se buscó en diversos experimentos realizados en el mundo un híbrido: el *RED HYBRID*, y se logró prolongar su vida útil y la necesidad de acoplamiento, acortando los tiempos de fecundación.

Esto se logró a través de la creación de un hábitat particular, buscando un pH óptimo, humedad, temperatura y balance alimenticio en cuanto a vitaminas, proteínas, azúcares, almidones, etc., y una densidad por área de desarrollo óptimo. Se logró una longevidad de aproximadamente 16 años, una prolificidad bajo condiciones óptimas, hasta de 1,500 lombrices/año y deyecciones orgánicas con una riqueza en flora bacteriana de prácticamente al 100%; con 2 billones de colonias de bacterias vivas y activas por gramo de humus producido. Debido a lo anterior es de suma importancia manejar adecuadamente el sustrato (estiércol) como se indica a continuación:

**Manejo de estiércol o sustrato:** el manejo de estiércol o sustrato es el elemento de mayor importancia dentro del cultivo de lombrices, puesto que si nosotros entregamos estabilizado o maduro

el estiércol a las lombrices, estaremos asegurando que nuestro pie de cría se reproduzca aceleradamente y en poco tiempo lo habremos multiplicado para aumentar nuestra área.

En el manejo del estiércol o sustrato donde se encuentra nuestro pie de cría se debe de poner atención a tres factores muy importantes: humedad, temperatura, pH (acidez o alcalinidad);

**Humedad :** la humedad es un factor de mucha importancia que influye en la reproducción y fecundidad de las cápsulas o cocones, una humedad superior al 85 % es muy dañino para las lombrices, haciendo que éstas entren en un período de dormancia en donde se afecta la producción de vermicompuesto y la reproducción de biomasa (lombrices).

Las condiciones favorables para que la lombriz produzca el 60 % de su consumo y se reproduzca; se presentan a una humedad del 70 %, debajo de éste valor se torna desfavorable. Por otro lado, niveles de humedad abajo de 55 % son mortales para las lombrices.

La prueba para medir el porcentaje de humedad en el sustrato se conoce como prueba de puño, la cual consiste en agarrar una cantidad del sustrato que alcanza con el puño de una mano, posteriormente se le aplica fuerza, lo normal de un brazo y si salen de 8 a 10 gotas es que la humedad está en un 80 % aproximadamente.

**Temperatura:** la temperatura es otro de los factores que influyen en la reproducción, producción y fecundidad de las cápsulas. Una temperatura entre 20 a 25 grados centígrados es considerada óptima, que conlleva al máximo rendimiento de las lombrices. Cuando la temperatura desciende de 20 grados centígrados hasta 15 grados centígrados las lombrices entran en un período de latencia, dejando de reproducirse, crecer y producir , además que alarga el ciclo evolutivo, puesto que los cocones (huevos) no eclosionan y pasan más tiempo encerrados los embriones, hasta que se presentan las condiciones del medio favorable, sucediendo lo mismo con la lombriz joven, pasa más tiempo en este período, puesto que ahí soporta más tiempo las adversidades del tiempo.

**pH:** el pH mide lo alcalino o ácido del sustrato. El pH es un factor que depende de la humedad y temperatura, si estos dos últimos factores son manejados adecuadamente, podremos controlar el pH siempre y cuando el sustrato se encuentre alcalino. La lombriz acepta sustratos con pH de 5 a 8.4 disminuidos o pasados en esta escala, la lombriz entra en una etapa de dormancia. Con pH ácido en el sustrato, se desarrolla una plaga conocida en el mundo de la lombricultura como planaria (descrita en la parte de plagas).

Para la preparación del sustrato debe hacerse mediante fermentación aeróbica. Esta fermentación es el resultado de la actividad de una serie de microorganismos de diferentes grupos. El tiempo que dure

la fermentación depende de los factores antes mencionados (pH, humedad, temperatura y tipo de sustrato).

Para comenzar a fermentar aeróbicamente es necesario que el sustrato esté fresco, se comienza dándole vuelta 1 ó 2 veces al día y regándole agua (80 % de humedad) para evitar que se caliente y propiciar que se multipliquen bacterias aeróbicas que comienzan a degradarlo. Además el volteo facilita que escapen gases que hacen que éste se encuentre alcalino, el trabajo se hace hasta que el sustrato esté maduro. Todo lo anterior para que el alimento se establezca en un pH de 7.5 a 8, humedad 80 % y temperatura 20 a 25 grados centígrados. En el estiércol bovino, el tiempo que se le da el volteo y humedad es de 10 a 15 días para estabilizarlo, es el sustrato que más rápido se estabiliza. El estiércol de conejo es de 20 a 25 días (más tardado), y la pulpa de café de 15 a 25 días.

Las lombrices pueden también alimentarse de papel no importando la tinta que éste contenga, se puede mezclar con el estiércol 10 días antes que éste esté estabilizado.

Todos estos materiales toman una coloración café oscuro, no presentan mal olor y al tacto son semipastosos, esto está indicando que el pH, humedad y temperatura están óptimas. Estos factores se pueden medir al ojo de la experiencia.

Los materiales que la lombriz no puede digerir son: metales, plástico, goma, vidrio.

El producto resultante de las deyecciones de la lombriz roja, es un abono orgánico con características muy propias, que lo hacen prácticamente insuperable ya que puede incrementar hasta en un 300% la producción de hortalizas y otros productos vegetales (Espinoza, L. F. 1999).

### **Microbiología del compostaje**

En el proceso de fermentación unos organismos van sustituyendo a otros. La riqueza en microorganismos favorables para las tierras y, a la par, la ausencia de los patógenos, determina la calidad biológica del sustrato final. Si en la fermentación se han producido las temperaturas deseadas, la masa se habrá pasteurizado y se habrán eliminado los microorganismos patógenos para las personas, animales y plantas. Una temperatura homogénea y no excesivamente continua de 60°C es suficiente para eliminar los gérmenes patógenos, como puede verse en el cuadro 6.6.

**Cuadro 6.6. Muerte de algunos organismos microscópicos en función de la temperatura y el tiempo de exposición.**

<i>Salmonella typhosa</i>	Muere en 30 minutos a 55-60°C
<i>Salmonella sp.</i>	Muere en una hora a 55°C
<i>Shigella sp.</i>	Muere en una hora a 55°C
<i>Escherichia coli</i>	Desaparece en 20 minutos a 60°C, y en una hora a 55°C
<i>Estamoeba histolytica</i>	Muere en pocos minutos a 45°C
<i>Taenia saginaria</i>	Muere en pocos minutos a 55°C
<i>Trichinella spiralis</i>	Muere al instante a 60°C
<i>Streptococcus pyrogenes</i>	Muere en 10 minutos a 55°C
<i>Mycobacterium tuberculosis var. hominis</i>	Muere en 15-20 minutos a 60°C

Fuente: Rodríguez, S. M. A. et. al. 2000. Aspectos Técnicos Básicos en la Producción de Compost.

Si existe humedad suficiente, las semillas que pudieran contener los residuos germinarán y morirán al subir la temperatura a 60°C.

Se considera que la composta es madura cuando la fermentación prácticamente está paralizada y el producto se puede considerar estable (Rodríguez, S. M. A. et. al. 2000).

### **Patologías de las lombrices.**

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 las 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 ciliar, que las lombrices se vuelvan rosadas o blancuzcas, que se queden en el fondo de la cuna y disminuyan su actividad o mueran, la aparición de ciertos ácaros acidificantes. Cuando pase este 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.

Para tener un buen criadero, es necesario tomar las siguientes normas de prevención:

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

### ***Enemigos de las lombrices***

El hombre se encuentra entre los principales enemigos de la lombriz. En estado silvestre, las daña con el uso de antiparasitarios, insecticidas y abonos químicos. En el criadero también la mayor parte de los parásitos y enemigos de las lombrices proliferan por descuido del lombricultor.

Entre los depredadores directos se encuentran las ratas, ratones, serpientes, sapos, pájaros, topes, ciempiés, milpiés, y algunos otros, que pueden causar serios daños en el criadero si no se colocan defensas apropiadas.

Los pájaros las encuentran con facilidad, excavando el sustrato con sus patas y pico, por lo que el lombricultor deberá cubrir el lecho con ramas o redes antigranizo, colocándolas directamente sobre el lecho. De este modo se obtendrán dos beneficios: se protege al plantel del ataque de los pájaros y se evita la excesiva evaporación manteniendo regulada la humedad.

Los organismos más pequeños; como los escarabajos, moscas, ácaros rosa, gorgojos, hormigas, planarias, biphaliun o "lombriz blanca", compiten con las lombrices en el consumo del material alimenticio y alteran las condiciones del medio. No existen medios físicos eficaces para su control,



salvo los controles periódicos y evitando que se instalen las colonias de parásitos. 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".

Cierto tipo de hormigas ingiere los azúcares de los alimentos destinados a las lombrices. Si se les molesta un poco terminan buscándose un sitio más tranquilo. También se puede disponer sobre el lecho cáscaras de papa, naranjas o melón que las atraen para luego ser eliminadas.

La longevidad de la lombriz puede reducirse debido a plagas como hormigas, pájaros, ratones y planarias (Legall, M. J. R. et al . 1999).

### **6.5. Instalaciones.**

La lombricultura intensiva se realiza en una estratificación de material orgánico descompuesto llamada cuna sobre la cual se incorporan las lombrices (figura 6.5.)

**Figura 6.5. Cunas para lombrices**



Las cunas pueden estar en el interior de invernáculos (tejabán), método muy utilizado en Europa, o al aire libre como se estila en nuestro país y el proyecto. En este caso es muy importante ubicarlas en un lugar sombreado, al amparo de los vientos fuertes (se sugiere la orientación norte-sur) y en un sitio no inundable. También hay que tener en cuenta la caída del terreno, para que el agua de lluvia se escurra con facilidad.

Las cunas suelen ser simples montículos alargados o, si se desea una protección contra los roedores y una mayor conservación de la humedad, puede estar rodeada de paredes, alambre tejido o placas metálicas.

Cada cama puede tener un ancho de 1.5 a 2 m por una altura de 30-40 cm y un largo que permita un fácil desplazamiento vertical (5-30 m).

Las dimensiones de las cunas varían de acuerdo al tipo de explotación: desde 1 por 3 m. cuando se usa una carretilla en instalaciones pequeñas, hasta 1.80 por 3.60 en granjas más importantes donde se emplea un tractor con pala mecánica. El alto de las cunas no debe superar los 30 a 40 cm. por dos importantes razones: si las lombrices llegaran a ir hacia el fondo por alguna razón (frío, falta de alimento) llevaría mas tiempo el atraerlas a la superficie y por otra parte con alturas de más de 40 cm de material la fermentación se hace un poco más anaeróbica.

Para facilitar el laboreo (figura 6.6.), las cunas deben estar en líneas no mayores de 30 metros de largo. Para este caso del proyecto se manejarán cunas o montículos superficiales al aire libre, en el que se instalará un sombreado rústico. Inicialmente manejaremos tres montículos de 1.10 m de ancho por 10 m de largo; para inocular los 1,280 kilos de lombrices iniciales del proyecto; considerando el parámetro básico productivo a nivel comercial que indica una densidad de población de 50,000 lombrices por  $m^2$ , con el entendido de que a los 3 meses hay una duplicación del material biológico; esto indica que al final del primer trimestre se le adicionará otra área proporcional a la primera. (33  $m^2$ ). Tomando en cuenta lo anterior, los montículos tendrán una expansión directamente proporcional al parámetro reproductivo de las lombrices, teniendo un límite máximo de cada montículo de 30 m de largo por 2 m de ancho con la finalidad de facilitar el mejor manejo (Magnano, J.C. et. al. 1999).

**Figura 6.6. Separando el Vermicompuesto**



De acuerdo con lo anterior, el espacio requerido para el proyecto en el que se considera el desarrollo del núcleo de lombrices; será como se aprecia en el cuadro 6.7.

Cuando se crían las lombrices californianas a la intemperie es muy importante ubicarlas en un lugar sombreado ya que la temperatura al sol es mucho más alta que los registros ambientales. Los árboles de hojas caducas son los más apropiados para este fin porque sus hojas protejan a las cunas de la radiación solar durante la estación estival y se caen durante el invierno cuando se necesita calor. Quedan descartados los árboles resinosos (pinos), y aquellos que contengan tanino (nogales, castaño), ya que sus hojas resultan tóxicas para las lombrices.

En el caso de instalar las cunas bajo la copa de árboles frutales, deben evitarse los tratamientos con insecticidas ya que los mismos con las hojas tratadas que caen sobre los lechos perjudicarían a los plántales. Las raíces de los árboles empleados para brindar sombra a las cunas tienden a introducirse en ellas buscando agua y nutrientes. Esto es un verdadero trastorno que disminuye la humedad en las cunas y disminuye la calidad de humus.

Las cortinas de árboles son muy importantes, no solo por brindar amparo de los vientos fuertes, si no también para combatir el frío ya que aumentan en 2 ó 3° C la temperatura del predio. Las cunas se deben colocar en el sentido de los vientos dominantes.

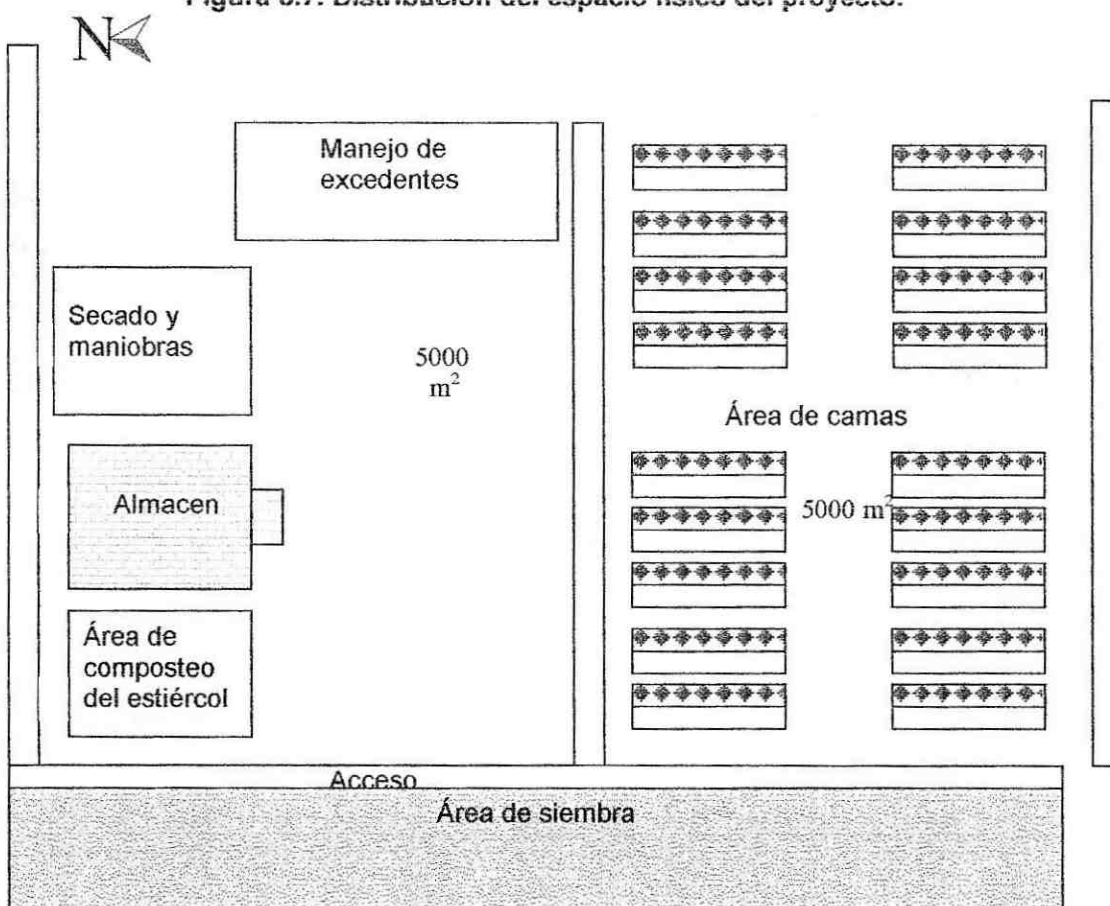
El terreno debe de poseer una ligera pendiente para que el agua de lluvia se escurra con facilidad. Si el agua se apila un poco no importa, pero hay que desechar terrenos que se inundan más de 20 cm. aunque esto ocurra ocasionalmente (Ibid)

**Cuadro 6.7. Necesidades de espacio y venta de excedente de acuerdo con el desarrollo del núcleo.**

Año/ Trimestre	Necesidades de espacio m <sup>2</sup>	Reproducción Total de lombrices kg.	Excedente	Venta anual de excedentes en kg.
2003- I	33	1,280		
II	67	2,560		
III	133	5,120		
IV	266	10,240		
2004- I	532	20,480		
II	639	40,960	16,384	
III	639		16,384	
IV	639		16,384	49,152
2005- I	639		16,384	
II	767	58,982.4	29,491	
III	767		29,491	
IV	767		29,491	104,858
2006- I	767		29,491	
II	920	70,778.88	35,389	
III	920		35,389	
IV	920		35,389	135,660
2007- I	920		35,389	
II	1104	84,934.656	42,467	
III	1104		42,467	
IV	1104		42,467	162,791

Como se puede observar, se deberá disponer para el proyecto su área de reproducción de 1,104 m<sup>2</sup> más otra área equivalente para trazar calzadas para el manejo necesario de cada una de las camas (verticales de 3 m ancho y 4 horizontales de 5 m de ancho), e instalar 100.3 camas o montículos de 1.10 m de ancho por 10 m de largo. En consecuencia sólo para el área de reproducción se necesitará un poco menos de 0.5 Ha en tanto que para la parte del almacén, oficinas, manejo del vermicompuesto y depósito, manejo de los excedentes de lombrices y composteo del alimento; se deberá contar con 0.5 Ha. más, dando en total 1 Ha. (figura 6.7 ).

Figura 6.7. Distribución del espacio físico del proyecto.



#### 6.6. Costo del equipo e instalaciones.

Para el manejo del material biológico y de la alimentación, se contará con el material y equipo que se describe en el siguiente cuadro 6.8.

**Cuadro 6.8. Necesidades y costo del equipo e instalaciones**

Equipo e instalaciones	Cantidad	Precio unitario \$	Total \$
Terreno (costo de oportunidad)	1 Ha	10,000	10,000
Palas	15	90	1,350
Horquillas	20	80	1,600
Carretillas	4	380	1,500
Recipientes	20	40	800
Sistema de riego	1	25,000	25,000
Termómetro de 200° C metálico	10	250	2,500
Sigma C 5307 Commet 1 (CE) 200 h.	2	1,900	2,800
pH meter, Hanna Cheker 1 Z35,109-1 y Z36,106-2. 5000 horas	1	600	600
Otros (guantes industriales, petos, etc)	Varios	-	600
Cinta métrica	2	50	100
Diablos para estibar	3	1,000	3,000
Camionetas estaquitas 2001	4	45,000	180,000
Mobiliario y equipo de oficina	1 lote	20,000	20,000
Equipo de cómputo	1	15,000	15,000
Bodega de adobe (m2)	500	1,250	625,000
Camión de 30 T	1	300,000	300,000

## VII. PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS

Para el presupuesto de ingresos y egresos se ha diferenciado lo relativo a costos o gastos, entendiendo los primeros como aquellas erogaciones que se realizan directamente en la producción en tanto que los gastos son los que se realizan en rubros como gastos de venta y gastos de oficina.

**Cuadro 7.1. Presupuesto de ingresos y egresos**

Concepto	Años				
	1	2	3	4	5
Ingresos	518,400.00	6,475,776.00	11,573,657.60	14,674,821.12	17,609,785.34
Vermicompuesto (\$1000.00 tonelada)	518,400.00	2,543,616.00	3,185,049.60	3,822,059.52	4,586,471.42
Subproductos (\$80.00 kg)	0.00	3,932,160.00	8,388,608.00	10,852,761.60	13,023,313.92
<b>Egresos</b>	<b>1,668,025.00</b>	<b>5,643,737.05</b>	<b>7,340,592.16</b>	<b>8,845,088.33</b>	<b>8,673,082.43</b>
<u>Costos variables</u>	1,601,750.00	5,509,962.05	7,206,817.16	8,711,313.33	8,539,307.43
Alimentación y Agua	1,428,480.00	3,715,891.20	4,459,069.44	5,350,883.33	4,586,471.42
Trabajadores	72,000.00	384,000.00	384,000.00	384,000.00	384,000.00
Sacos para envasado	51,840.00	254,361.60	318,504.96	382,205.95	458,647.14
Papel tornasol	50.00	400.00	1,600.00	6,400.00	6,400.00
Combustible y lubricantes	8,000.00	32,000.00	38,400.00	46,080.00	55,296.00
Promotores de ventas	12,868.00	443,352.77	790,008.72	1,000,887.84	1,199,465.40
Publicidad	25,920.00	647,577.60	1,157,365.76	1,467,482.11	1,760,978.53
Material de oficina	2,592.00	32,378.88	57,868.29	73,374.11	88,048.93
<u>Costos Fijos</u>	66,275.00	133,775.00	133,775.00	133,775.00	133,775.00
Mantenimiento de camas y cerca	1,275.00	1,275.00	1,275.00	1,275.00	1,275.00
Seguro de vehículos	18,000.00	18,000.00	18,000.00	18,000.00	18,000.00
Mantenimiento de Vehículos	7,500.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00
Renta de Oficina	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00
Gastos de administración	12,000.00	36,000.00	36,000.00	36,000.00	36,000.00
Pago al contador	24,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00
Saldo	-1,149,625.00	832,038.95	4,233,065.44	5,829,732.79	8,936,702.91
Saldo acumulado		-317,586.05	3,915,479.39	9,735,212.18	18,671,915.09

En este presupuesto de ingresos y egresos se incluyen las indicaciones correspondientes que sirvieron de base para el cálculo de los diferentes montos.

Se puede observar en el cuadro que se incurren en pérdidas durante el primer año, sin embargo, el proyecto se endereza a partir del segundo año, en donde se empiezan a tener saldos positivos.

De acuerdo con lo anterior y observando que el capital de trabajo se obtiene del saldo acumulado negativo mayor se tiene que este asciende a \$ 79,396.51 por trimestre.

## VIII. INVERSIONES

Las inversiones se presentan en el cuadro 8.1 y en el se desglosa lo relativo al capital fijo, diferido y de trabajo, siendo la inversión total del proyecto \$ 1,589,246.51.

**Cuadro 8.1. Inversiones**

	Cantidad	Precio unitario \$	Total \$
<b>Inversión Fija</b>			<b>\$ 1,189,850</b>
Terreno (costo de oportunidad)	1 Ha	10,000	10,000
Palas	15	90	1,350
Horquillas	20	80	1,600
Carretillas	4	380	1,500
Recipientes	20	40	800
Sistema de riego	1	25,000	25,000
Termómetro de 200° C metálico	10	250	2,500
Sigma C 5307 Commet 1 (CE) 200 h.	2	1,900	2,800
pH meter, Hanna Cheker 1 Z35,109-1 y Z36,106-2. 5000 horas	1	600	600
Otros (guantes industriales, petos, etc)	varios	-	600
Cinta métrica	2	50	100
Diablos para estibar	3	1,000	3,000
Camionetas estaquitas 2001	4	45,000	180,000
Mobiliario y equipo de oficina	1 lote	20,000	20,000
Equipo de cómputo	1	15,000	15,000
Bodega de adobe (m2)	500	1,250	625,000
Camión de 30 T	1	300,000	300,000
<b>Inversión diferida</b>			<b>\$ 320,000.00</b>
Adquisición de lombrices	1280 kg	320,000.00	320,000.00
<b>Capital de trabajo</b>			<b>\$ 79,396.51</b>
<b>Total de la inversión</b>			<b>\$ 1,589,246.51</b>

La forma en que se obtiene la inversión se muestra en el cuadro 8.2



**Cuadro 8.2. Origen, destino de la inversión y participación relativa**

Fuente	Concepto	Monto(\$)	%
Productor privado	Terreno (costo de oportunidad)	10,000.00	0.63
	Adquisición de lombrices	320,000.00	20.14
	Palas	1,350.00	0.08
	Horquillas	1,600.00	0.10
	Carretillas	1,500.00	0.09
	Recipientes	800.00	0.05
	Termómetro de 200° C metálico	2,500.00	0.16
	Sigma C 5307 Commet 1 (CE) 200 h.	2,800.00	0.18
	pH meter, Hanna Cheker 1 Z35,109-1 y Z36,106-2.	600.00	0.04
	Otros (guantes industriales, petos, etc)	600.00	0.04
	Cinta métrica	100.00	0.01
	Diablos para estibar	3,000.00	0.19
	Camionetas estaquitas 2001	180,000.00	11.33
Bodega de adobe (m2)	625,000.00	39.33	
	<b>Total</b>	<b>1,149,850.00</b>	<b>72.35</b>
Bancos	Mobiliario y equipo de oficina	20,000.00	1.26
	Equipo de cómputo	15,000.00	0.94
	Camión de 30 T	300,000.00	18.88
	<b>Total</b>	<b>335,000.00</b>	<b>21.08</b>
SAGARPA	Capital de trabajo	79,396.51	5.00
	<b>Total</b>	<b>79,396.51</b>	<b>5.00</b>
Otras (FIRCO)	Sistema de riego	25,000.00	1.57
	<b>Total</b>	<b>25,000.00</b>	<b>1.57</b>
			<b>100.00%</b>

Agrupando la distribución de las aportaciones de acuerdo al origen de los recursos, quedaría de la siguiente manera:

**Cuadro 8.3. Participación relativa de acuerdo al origen de los recursos.**

Origen	\$ Monto total	% Inversión total
Productor privado	1,149,850	72.35
Banco	335,000	21.08
SAGARPA	79,396.51	5
Otras (FIRCO)	25,000.00	1.57
<b>Total</b>	<b>1,589,246.51</b>	<b>100.00</b>

La amortización del crédito bancario se realizará de acuerdo al sistema de pagos señalado en el cuadro 8.4.

**Cuadro 8.4. Amortización del crédito.**

Año	Saldo	Pago al principal	Intereses 25%	Pago total
1	\$ 35,000.00	\$ 7,000.00	\$ 8,750.00	\$ 15,750.00
2	\$ 28,000.00	\$ 7,000.00	\$ 7,000.00	\$ 14,000.00
3	\$ 21,000.00	\$ 7,000.00	\$ 5,250.00	\$ 12,250.00
4	\$ 14,000.00	\$ 7,000.00	\$ 3,500.00	\$ 10,500.00
5	\$ 7,000.00	\$ 7,000.00	\$ 1,750.00	\$ 8,750.00

La depreciación y amortización se realiza para aquellos bienes tangibles e intangibles que aún no han llegado al término de su uso fiscal, o bien que sean nuevos. En nuestro caso, se consideran también los vehículos que aunque corresponden al año 98, se les considera para al término de su vida útil como fondo de que debe acumularse su rescate, sin embargo no debe descontarse en el Estado de Pérdidas y Ganancias.

**Cuadro 8.5. Depreciación y amortización**

Depreciación y amortización	Valor \$	Depreciación anual \$
Terreno 1 ha.(costo de oportunidad)	10,000	
Palas	1,350	270.00
Horquillas	1,600	320.00
Carretillas	1,500	300.00
Recipientes	800	160.00
Sistema de riego	25,000	5,000.00
Termómetro de 200° C metálico	2,500	500.00
Sigma C 5307 Commet 1 (CE) 200 h.	2,800	560.00
pH meter, Hanna Cheker 1 Z35,109-1 y Z36,106-2. 5000 horas	600	120.00
Otros (guantes industriales, petos, etc)	600	120.00
Cinta métrica	100	20.00
Diablos para estibar	3,000	600.00
Camionetas estaquitas 2001	180,000	36,000.00
Mobiliario y equipo de oficina	20,000	4,000.00
Equipo de cómputo	15,000	3,000.00
Bodega de adobe (m2)	625,000	31,250.00
Camión de 30 T	300,000	60,000.00
Total de infraestructura y equipo	\$1,189,850	\$142,220.00
Total de depreciación y amortización		\$206,220
Valor residual al 5° año		468,750

## IX. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para la evaluación económica se iniciará con la presentación del Estado de Pérdidas y Ganancias, también conocido como de Resultados (cuadro 9.1).

**Cuadro 9.1 Estado de Pérdidas y Ganancias**

	Años				
	1	2	3	4	5
Ingresos	518,400 \$	6,475,776.00	\$ 11,573,657.60	\$ 14,674,821.12	\$ 17,609,785.34
Costos de operación	1,529,106 \$	4,355,927.80	\$ 5,164,449.40	\$ 6,124,764.28	\$ 5,436,793.57
Utilidad de operación	-1,010,706 \$	2,119,848.20	\$ 6,409,208.20	\$ 8,550,056.84	\$ 12,172,991.78
Gastos de administración	42,092 \$	114,000.00	\$ 114,000.00	\$ 114,000.00	\$ 114,000.00
Gastos de ventas	72,288 \$	1,137,930.37	\$ 2,000,774.48	\$ 2,529,449.95	\$ 3,030,739.94
Utilidad Bruta	-1,125,086 \$	867,917.83	\$ 4,294,433.72	\$ 5,906,606.89	\$ 9,028,251.84
Amortización financiera	15,750 \$	14,000.00	\$ 12,250.00	\$ 10,500.00	\$ 8,750.00
Depreciación	142,220 \$	142,220.00	\$ 142,220.00	\$ 142,220.00	\$ 142,220.00
Utilidad gravable	-1,283,056 \$	711,697.83	\$ 4,139,963.72	\$ 5,753,886.89	\$ 8,877,281.84
Impuestos 35%	-449,070 \$	249,094.24	\$ 1,448,987.30	\$ 2,013,860.41	\$ 3,107,048.64
PTU	-128,306 \$	71,169.78	\$ 413,996.37	\$ 575,388.69	\$ 887,728.18
Utilidad neta	-962,292 \$	533,773.37	\$ 3,104,972.79	\$ 4,315,415.17	\$ 6,657,961.38

**Cuadro 9.2. Flujo de efectivo**

	Años						
	0	1	2	3	4	5	6
Inversión	-1,589,247						
Utilidad neta		-\$ 962,292.00	\$ 533,773.37	\$ 3,104,972.79	\$ 4,315,415.17	\$ 6,657,961.38	
Amortización financiera		\$ 15,750.00	\$ 14,000.00	\$ 12,250.00	\$ 10,500.00	\$ 8,750.00	
Depreciación y amortización		\$ 206,220.00	\$ 206,220.00	\$ 206,220.00	\$ 206,220.00	\$ 206,220.00	
Recuperación del capital de trabajo							\$ 79,396.51
Valores residuales							\$ 468,750.00
Flujo de Efectivo	-1,589,247	-\$ 740,322.00	\$ 753,993.37	\$ 3,323,442.79	\$ 4,532,135.17	\$ 6,872,931.38	\$ 548,146.51

**Cuadro 9.3. Tasa Interna de Retorno**

Año	Costos	Beneficios	Factor de actualización		
			Factor	Valor actualizado al 62.15%	
0	-\$ 1,589,246.51			-\$ 1,589,246.51	-\$ 1,589,246.51
1		-\$ 740,322.00	1.6906983336900	-\$ 437,879.42	
2		\$ 753,993.37	2.8584659265539	\$ 263,775.53	
3		\$ 3,323,442.79	4.8327950053831	\$ 687,685.45	
4		\$ 4,532,135.17	8.1707984626665	\$ 554,674.70	
5		\$ 6,872,931.38	13.8143553457470	\$ 497,520.96	
6		\$ 548,146.51	23.3559078301204	\$ 23,469.29	
	-\$ 1,589,246.51	\$ 15,290,327.23		\$ 1,589,246.51	\$ 1,589,246.51

**Tasa Interna de Retorno = 69.06%**

## X. DICTAMEN

En base a los diversos indicadores obtenidos, el dictamen se emite como puede apreciarse en el siguiente cuadro 10.1.

**Cuadro 10.1. Dictamen por indicador**

<b>Indicador</b>	<b>Dictamen</b>
1.- Viabilidad Comercial	Positivo
2.- Localización	Positivo
3.- Ingeniería	Positivo
4.- Evaluación Económica	Positivo
5.- Social	Positivo

## **XI. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA**

### **11.1. Acta constitutiva.**

I.- CONSTITUCIÓN.- Los comparecientes señores BUONFILIO ACOSTA BAUTISTA, LUIS GERARDO TORRES MEZA, IBER ULISES FIGUEROA GUZMÁN Y NOEL ENRIQUE VELÁZQUEZ GÁLVEZ; constituyen en este acto una SOCIEDAD DE PRODUCCIÓN RURAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA.

II.- DENOMINACIÓN.- La sociedad que se constituye se denomina "VERMICOMPUESTO DE LA LAGUNA", SOCIEDAD DE PRODUCCIÓN RURAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA, o simplemente irá seguido de la abreviatura S.P.R. de R.L.

III.- NACIONALIDAD.- Es mexicana la Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada que nos ocupa.

IV.- CLÁUSULA DE EXTRANJERIA.- Conforme a lo dispuesto por el Artículo (30) del reglamento de la ley para promover la Inversión Mexicana y Regular la Inversión Extranjera relativo a la exclusión de extranjeros se establece que : "se requiere permiso de la Secretaria de Relaciones Exteriores para la constitución de sociedades". El permiso que se expida debe condicionarse a que en la escritura constitutiva se inserte la "Cláusula de Exclusión de Extranjeros" o el convenio previsto en el artículo siguiente: Cuando la ley, en otras leyes o en disposiciones reglamentarias se haga referencia de la "Cláusula de Exclusión de Extranjeros" se entenderá por ella el convenio o pacto expresado, que forme parte integrante de los estatutos sociales, por el que se estatuya que las sociedades de que se trate no administran de manera directa ni mucho menos indirectamente como socios o accionistas a inversionistas extranjeros, ni tampoco reconocerán derecho de socios a los mismos inversionistas y sociedades.

En consecuencia de lo anterior se tendrá por convenio ante la Secretaria de Relaciones Exteriores la Cláusula de Exclusión de Extranjeros, prevista en el Artículo 30 (treinta) del Reglamento de la Ley para Promover la Inversión Mexicana y Regular la Inversión extranjera.

V.- DOMICILIO.- El domicilio de la sociedad será la ciudad de Torreón, Coahuila, pudiendo establecerse: Agencias o Sucursales fuera de dicha ciudad o del País, sin prejuicios de poder someterse a los domicilios convencionales cuando así se convenga de los contratos que celebre.

VI.- DURACIÓN.- La duración de la Sociedad será de 99 (noventa y nueve) años.

VII.- OBJETO.- La sociedad tiene como objeto:

- 1.- La producción, la reproducción, la comercialización, la exportación de productos orgánicos derivados de las lombrices.
- 2.- El aprovechamiento de los residuos orgánicos que se generan en la región Lagunera.
- 3.- Contratación del personal técnico y profesional para el cumplimiento del objeto principal de la sociedad.
- 4.- La gestión y obtención de toda clase de concesiones que tengan relación con los objetos de la Sociedad.
- 5.- Adquirir, construir y poseer por cualquier concepto todo género de bienes muebles o inmuebles y derechos reales necesarios para satisfacer los fines anteriores.
6. Comprar, vender, arrendar, ceder o de cualquier otra manera enajenar los bienes muebles o inmuebles de la Sociedad.
- 7.- Hipotecar, pignorar o de cualquier otra manera gravar los bienes muebles e inmuebles de la sociedad, para la obtención de recursos en beneficio de la misma.
- 8.- Suscribir todo tipo de títulos de crédito así como avalar operaciones de terceros.
- 9.- Ejecutar los contratos, realizar las operaciones de naturaleza civil, realizar los actos, y celebrar los contratos que se relacionen con todo o parte del objeto de la Sociedad y que sirva para el correcto desarrollo y consecución de los negocios de la misma.

VIII.- CAPITAL SOCIAL.- El capital social mínimo será la cantidad de \$28,565.00 (veintiocho mil quinientos sesenta y cinco pesos 00/100 M.N.), respecto del máximo será ilimitado, íntegramente suscrito y pagado por los socios en la siguiente forma.

El capital social ha quedado íntegramente suscrito y pagado por los socios en la forma indicada.- El importe del capital se hará constar en los libros de la sociedad y esos asientos tendrán el carácter de prueba plena válida en derecho.

Las partes sociales son indivisibles, de igual categoría y confieren a los socios el derecho de un voto por cada 1,000.00 MIL PESOS 00/100 MONEDA NACIONAL o fracción del valor que representen.

IX.- AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL CAPITAL.- El capital socio podrá ser aumentado teniendo los socios derechos del tanto en proporción a sus partes sociales.

X.- SON OBLIGACIONES DE LOS SOCIOS:

- 1).- Responder del saneamiento en caso de evicción de las cosas que aporten a la Sociedad.
- 2).- Hacer nuevas aportaciones a la Sociedad, sólo en caso de que el acuerdo respectivo conste por escrito y se haya tomado por unanimidad de votos.

- 3).- Cumplir con las obligaciones de dar que hubiera contraído con la Sociedad o abstenerse de ejecutar ciertos actos o negocios si el socio se hubiera obligado a ello.
- 4).- No ceder ni transferir en ninguna forma sus derechos en la sociedad, sin el consentimiento unánime de los socios.
- 5).- El socio o socios administradores están obligados a rendir cuentas cuando lo pidan la mayoría de los socios.

XII.- EXCLUSIÓN.- El contrato social podrá rescindirse respecto de un socio:

- 1).- Por uso de la firma o del capital social para negocios propios.
- 2).- Por infracción al pacto social o a las disposiciones legales que rijan a la sociedad.
- 3).- Por comisión de actos fraudulentos o dolosos contra la sociedad.
- 4).- Por quiebra, interdicción o inhabilitación para ejercer el comercio.

XIII.- LA ADMINISTRACIÓN DE LA SOCIEDAD.--la sociedad será administrada por un consejo de administración. Conformado por un PRESIDENTE. Un SECRETARIO, y un TESORERO, los miembros del consejo de Administración durarán en su cargo por el término de 2 dos años, pudiendo ser reelectos. El Consejo de Administración de la sociedad y su nombramiento solo podrá ser revocado con el consentimiento de todos los socios.

XIV.- FIRMA.- El uso de la firma de la sociedad se conferirá expresamente al presidente del Consejo de Administración designado, a quien se le faculta para firmar toda clase de contratos, convenios, actos administrativos , jurídicos o de cualquier naturaleza.

XV.- FACULTADES.- El Presidente del consejo de Administración ejercerá las facultades que fueren necesarias para la realización de los negocios de la sociedad y representará a ésta ante toda clase de autoridades o de personas morales o físicas y todos los socios convienen en que tendrá las facultades siguientes: PODERES.- El Presidente del Consejo de administración designado, tendrá amplios poderes y todas las facultades que un mandato genera amplísimo, en los términos de los párrafos primero, segundo y tercero del artículo 2448 (dos mil cuatrocientos cuarenta y ocho del código civil de Coahuila) y 2554 (dos mil quinientos cincuenta y cuatro del código civil para el distrito y territorios federales y sus correlativos de los códigos civiles de los estados de la república) y aun todas las especiales que requieran poder o cláusula especial, en las que de una manera enunciativa y no limitativa se citan las siguientes.

- 1).- Realizar todos los objetos sociales.
- 2).- Poder general para pleitos y cobranzas con todas las facultades generales y especiales, que requieran cláusula especial de acuerdo con la ley, sin limitación alguna de acuerdo con el primer párrafo del artículo 2448 dos mil cuatrocientos cuarenta y ocho del código civil de Coahuila, incluyendo las siguientes: Para promover y desistirse de toda clase de juicio,



para transigir, para otorgar perdón, para comprometer en árbitros, para articular y absolver posiciones, para recusar, para recibir pagos, para contestar demandas y reconveniciones que se promuevan contra la sociedad, oponer excepciones dilatorias y perentorias; recabar toda clase de pruebas, reconocer documentos y firmas y redargüir de falsos las o los que presente la contraria; presentar testigos y protestar, repreguntar y tachar los de la contraria, oír, consentir o recurrir decretos, todo tipo de autos, ya sean provisionales, definitivos o preparatorios, así como sentencias interlocutorias o definitivas; interponer todo tipo de recursos; embargar y pedir remate de bienes, nombrar peritos y recusar a los de la contraria, en materia laboral comparecer conjuntamente o separadamente ante las autoridades laborales o las autoridades del poder judicial que conozcan de materia de amparo en materia laboral o de laudos requeridos, sirviendo este poder para comparecer ante todo tipo de autoridades laborales con la plena representación de la sociedad, en materia penal, para presentar denuncias o querellas, para constituirse en coadyuvante del Ministerio Público y para seguir las averiguaciones o procesos penales o incluso exigir la reparación del daño, para promover juicios de amparo.

- 3).-El presidente del Consejo de Administración citado, tendrá poder para actos de administración con facultades para ejercitar actos, celebrar contratos, firmar documentos y todo tipo de operaciones administrativas, incluyendo nombramiento de gerentes y de personal.
- 4).- Las facultades administrativas concedidas estarán en los términos del segundo párrafo del artículo 2448 (dos mil cuatrocientos cuarenta y ocho) del código civil vigente en Coahuila.
- 5).- También tendrá el Presidente del consejo de administración poder general amplísimo para ejercitar actos de dominio en los términos del tercer párrafo del citado artículo 2448 (dos mil cuatrocientos cuarenta y ocho) del código de Coahuila. El Presidente del consejo de Administración antes citado, podrá ejercer estos poderes en forma conjunta o separada y a su vez otorgar poderes generales o especiales, así como para recovar los mismos.-- Las facultades del Presidente del Consejo de Administración podrán ampliarse o restringirse por acuerdo unánime de todos los socios. A falta del presidente del consejo de Administración, ejercerá las facultades y poderes que se confieran a este el secretario y tesorero conjuntamente.

XVI.-- DISOLUCIÓN.-- La sociedad se disuelve: 1).- Por acuerdo unánime de los socios. 2).- Cuando se vuelva imposible la consecución del objeto para el que fue constituida. 3).- Por resolución judicial. Lo anterior se pacta con base en el artículo 2613 dos mil seiscientos trece del código civil vigente.

XVII.- LIQUIDACIÓN.-- Disuelta la sociedad se pondrá de inmediato en liquidación, la cual se practicará dentro del plazo de seis meses o bien en el plazo que en su caso fije la Asamblea. La

liquidación se hará por todos los socios, salvo que convengan en nombrar liquidadores. El patrimonio social se distribuirá por acuerdo de los siguientes puntos. 1).- Se cubrirán los pasivos de la sociedad. 2).- Se devolverán sus aportaciones a los socios. 3).- Se devolverán las utilidades de la sociedad para distribuir las a los socios en la forma que determine la Asamblea. Si de la liquidación se desprende que no pueden cubrirse los compromisos sociales, el déficit se considerará pérdida y se prorratará entre los socios.

XVIII.- EJERCICIOS SOCIALES.- Los ejercicios sociales se contarán del primero de Enero al 31 treinta y uno de diciembre de cada año, con excepción del presente año de 1997 mil novecientos noventa y siete que se contará a partir de la fecha.

XIX.- BALANCE.- Al final de cada ejercicio se hará un balance general, el que deberá incluir de los 90 noventa días siguientes a la clausura del ejercicio social y a disposición de los socios, en las oficinas de la sociedad, cuando menos quince días antes de la celebración de la Asamblea General Ordinaria.

XX.- UTILIDADES.- La liquidación de las utilidades se podrá hacer anualmente en proporción a sus respectivas aportaciones de cada socio, como de los gastos y reservas que se acuerden efectuar, pudiendo otorgarse retiros mensuales proporcionales a cuentas de utilidades anuales que se fije por el socio administrador o por acuerdo de la mayoría.

XXI.- ASAMBLEAS.- Los socios celebrarán una Asamblea General Ordinaria cada año, y las Extraordinarias cuantas veces lo estimen conveniente, pero en ambos casos, previa convocatoria que firmarán de enterados los socios o que se les de a conocer por correo certificado con acuse de recibo, excepción hecha de las Asambleas en que se encuentre representado el total del capital social, pues en tales casos no será la convocatoria previa, y los acuerdos que tomen serán válidos. La Asamblea de los socios es el órgano supremo de la sociedad, contará con las facultades que señala el Artículo 78 setenta y ocho de la Ley General de Sociedades Mercantiles. Sus resoluciones se tomarán por mayoría de votos de los socios que representen, por lo menos la mitad del capital social. Si esta cifra no se obtiene en primera reunión, los socios serán convocados por segunda vez, tomándose las decisiones por mayoría de votos, cualquiera que sea la porción del capital representado.

XXII.- FONDO DE RESERVA.- La sociedad tomará un fondo de reserva con el 5% cinco por ciento de las utilidades que obtuvieron anualmente, hasta completar el 20% veinte por ciento del capital social. Si dicho fondo, por cualquier causa disminuyera, se repondrá con el porcentaje primeramente señalado, tomado de las utilidades de los siguientes ejercicios sociales. Igualmente los socios se obligan, una vez deducido el porcentaje para formar el fondo de reserva, a incrementar los negocios o actividades con un 20% de la sociedad con un 20 % veinte por ciento de las utilidades que anualmente obtuvieron, hasta que la asamblea determine en forma distinta de la aquí señalada.

XXIII.- TRIBUNALES.- Para todo lo relativo a la interpretación, ejecución y cumplimiento de lo pactado, los comparecientes se someten a las leyes y tribunales del domicilio social a cuyo efecto renuncien al fuero de su domicilio.

GENERALES. Bajo protesta de decir verdad y advertidos de las penas en que incurren las personas que declaran con falsedad, los otorgantes manifestaron ser los señores BUONFILIO ACOSTA BAUTISTA, IBER ULISES FIGUEROA GUZMAN, NOÉL ENRIQUE VELÁZQUEZ GÁLVEZ Y LUÍS GERARDO TORRES MEZA,

Del 2002 , con domicilio en Fresno 17 col FFCC, en Torreón Coahuila, al corriente en el pago del Impuesto Sobre la Renta, sin habérmelo comprobado, con registro federal de contribuyentes número FOAA-530401.

EL SUSCRITO NOTARIO HACE CONSTAR

Que todos y cada uno de los comparecientes son personas de mi personal conocimiento y aptos para contratar y obligarse a mi juicio, por no constarme nada en lo contrario.

Que advertí a los comparecientes de la obligación que tienen que presentar el Testimonio que esta Escritura se expida en el Registro Público de la Propiedad para su inscripción de la Sección correspondiente.

De que leí la presente Escritura a los comparecientes explicándoles su valor, fuerza y consecuencias legales, manteniéndose conformes, leyéndola y firmándola ante mí.- DOY FE.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Aguilar, V. A. et al. 2000. El impacto Social y Económico de la ganadería lechera en la Región Lagunera. 7ª ed. Editada por Grupo Industrial LALA. Torreón, Coahuila, México. pp. 29-30.
- Banco de México-FIRA. 1999. "Diagnostico de la ganadería lechera"; Subdirección Regional Norte. Residencia Estatal de la Comarca Lagunera, Gómez Palacio, Durango, México.
- Bravo V. A. 1996. Técnicas y aplicaciones del cultivo de la lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida* Sav). Facultad de humanidades; Tecnología, Sociedad y Ambiente. Universidad de Yacambu. Venezuela.
- Cárdenas, B. A. 1986. Aplicación de diferentes dosis de estiércoles (bovino y gallinaza) para reducir la fijación de fósforo en la región de Derramadero, Coahuila. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coah. México. pp. 44-46.
- Castaños, C. M. 1999. Horticultura; manejo simplificado. 1ª ed. Editada por la dirección general del patronato universitario de la Universidad Autónoma Chapingo, Edo. de México. pp. 123-228.
- Cooke, G. W. 1983. Fertilización para rendimientos máximos. 1ª ed. Editorial CECSA. México, D. F. pp. 303-325.
- Comisión Nacional del Agua. 1998. Región Hidrológica Número 36.
- Chapman, S. R. et. al. 1976. Producción Agrícola; principios y prácticas. 1ª ed. Editorial Acriba. Zaragoza, España. pp. 571-575.
- De Zanso, C. A. et al. 2000. Como criar lombrices rojas californianas. Programa de Autosuficiencia Regional, Buenos Aires, Argentina.
- Díaz, L. F. 1993. Composting and recycling municipal solid waste. Lewis Publishers. U.S.A.
- Duran, 1995. Efecto de la incorporación de lombriz de tierra (*Eisenia foetida* Sav.) y estiércol de bovino en el suelo sobre la producción de materia seca de espinaca (*Spinacea oleracea* L.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Espinoza, L. F. 1999. Manual básico de lombricultura para condiciones tropicales. Escuela de Agricultura y Ganadería, Estelí, Nicaragua.
- UAAAN-DH-UL. 1997. Diagnóstico y marco de referencia del programa de investigación del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" – Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 69 p.
- UAAAN-DF-UL. 1994. Diagnóstico y marco de referencia de cultivos básicos del programa de investigación del departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" – Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 49 p.
- [http://www.donmanuel.s5.com/tabla\\_de\\_valores\\_del\\_humus\\_del\\_l.htm](http://www.donmanuel.s5.com/tabla_de_valores_del_humus_del_l.htm)
- [http://www.donmanuel.s5.com/los\\_factores\\_fundamentales\\_que\\_s.htm](http://www.donmanuel.s5.com/los_factores_fundamentales_que_s.htm)
- <http://www.emison.com/115.htm> . Lombricultura.
- Ferruzzi, C. 1987. Manual de lombricultura. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 120 p.
- Fuentes, Y. J. L.. 1989. La crianza de la lombriz roja. Servicio de Extensión Agraria. Madrid, España.

- García, P. R. 1996. "La lombricultura y el Vermicompuesto en México". Agricultura orgánica: Una opción sustentable para el Agro Mexicano. La Agricultura del siglo XXI. V. A. Chapingo, México.
- Hernández, C. y González, S. 1997. Reducción y reciclaje de los residuos sólidos. Editada por Universidad Autónoma de México. México, D. F.
- Jiménez, D. R. M. 1998. Agricultura sustentable. 1ª ed. Editorial Mundi-Prensa. Madrid España. pp. 6-8.
- Legall M. J. R., Valenzuela, C. I. Z. et al. 1999. Manual de lombricultura. Editada por la Universidad de Agricultura de Nicaragua. 16 p.
- <http://www.lombricultura.net/Tlalombriz.jpg>
- Magnano, J. C. y Gómez, O. 1999. Curso de lombricultura. Vita-Fertil. Argentina.  
<http://www.wormsargentina.com/lombricultura.html>
- Martínez C. C. 1999. Potencial de la lombricultura. Lombricultura técnica mexicana. México D.F.
- Merlina, G. 1992. Elaboración, evaluación química y microbiológica de un Vermicompuesto. Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela.  
[http://www.redpav-fpolar.info.ve/fagroluz/v14\\_4/v144z001.html](http://www.redpav-fpolar.info.ve/fagroluz/v14_4/v144z001.html)
- Peñaranda, C. G. 1998. Curso Teórico-Practico de lombricultura. Academia de Ciencia de Ucrania, Kiev, Ucrania.
- Primavesi, A. 1982. Manejo ecológico del suelo. Buenos Aires, Argentina
- Primer encuentro regional de la planta medicinal. 1997. Lombricultura. Programa nacional de culturas populares y biodiversidad. Torreón, Coah. México.
- [randrade@campus%2qro.itesm.mx](mailto:randrade@campus%2qro.itesm.mx). 1999. Recuperación de los suelos con lombriz roja californiana. Respuesta enviado a Fernando Perione. México.
- [http://www.redpav-fpolar.info.ve/fagroluz/v14\\_4/v144z001.html](http://www.redpav-fpolar.info.ve/fagroluz/v14_4/v144z001.html)
- Raspeño, N. et al. 1996. Lombricultura-Compost. Revista procampo, número 27.  
[www.altavista.digital.com/lombricultura](http://www.altavista.digital.com/lombricultura)
- Ravera, R. A. et al. 1999. Como criar lombrices Rojas Californianas. Programa de Autosuficiencia Regional. Argentina.
- Reines, M. et al. 1993. Proceso tecnológico para la elaboración de harina de lombriz de tierra: Valoración Económica. Habana, Cuba.
- Robles, S. R. 1983. Producción de granos y forrajes. 4ª ed. Editorial Limusa. Monterrey, N. L. México. pp. 152, 544-545.
- Rodríguez, S. F. 1982. Fertilizantes y nutrición vegetal. 1ª ed. Editorial AGTS. México, D. F.
- Rodríguez, S. M. A. y Rojas, J. A. 2000. Aspectos técnicos básicos en la producción de compost. Texcoco, Edo. de México. 29 p.
- Ruiz, F. J. F. 1995. La agricultura orgánica: ecología o mitología. Coordinación del Patronato de investigadores de Agricultura Orgánica de la Universidad Autónoma Chapingo, Edo. de México.

- Ruiz, V. H. 1999. Evaluación de alternativas para el tratamiento y reutilización de desechos sólidos orgánicos domésticos en Selestún Yucatán. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico de Mérida. Mérida, Yucatán. México. pp. 9, 28-30.
- Salazar, E. Y Rojas, C. 1992. Curso fundamental de lombricultura, aspectos generales-teoría. Editada por Asociación Colombiana de lombricultores. Asolombriz. Colombia.
- SAGAR-Delegación de la Región Lagunera. 1998. "Características de la Región Lagunera" ; Coahuila y Durango. Lerdo, Durango, México.
- SAGARPA-Delegación Laguna. 1995. Resumen Agrícola de la Región Lagunera 1994. Edición Especial del Siglo de Torreón, Coahuila, México.
- SAGARPA-Delegación Laguna. 1996. Resumen Agrícola de la Región Lagunera 1995.
- SAGARPA-Delegación Laguna. 1997. Resumen Agrícola de la Región Lagunera 1996.
- SAGARPA-Delegación Laguna. 1998. Resumen Agrícola de la Región Lagunera 1997.
- SAGARPA-Delegación Laguna. 1999. Resumen Agrícola de la Región Lagunera 1998.
- SAGARPA-Delegación Laguna. 2000. Resumen Agrícola de la Región Lagunera 1999.
- SAGARPA-Delegación Laguna. 2001. Resumen Agrícola de la Región Lagunera 2000.
- SAGARPA-Delegación Laguna. 2002. Resumen Agrícola de la Región Lagunera 2001.
- SAGAR-Delegación en la región Lagunera; Coahuila-Durango. 2000. Boletín Agropecuario Lagunero. México.
- SARH. (Folleto). 1984. Uso del Compost como mejorador del suelo en la agricultura. Guadalajara, Jalisco, México.
- SARH e Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 1984. Guía para la asistencia técnica agrícola de la Laguna. Matamoros Coah. México. pp. 223.
- SARH. 1999. Estadísticas de la producción y su valor en la Comarca Lagunera, México.
- SEP (área de producción vegetal). 1986. Manual para la producción agropecuaria. 1ª ed. Editorial Trillas. México D. F. pp. 131-135.
- Tchobanoglous, G. 1996. Gestión integral de residuos sólidos. Editorial Mc. Graw Hill. 1996. España.
- Thompson, M. L. 1978. El suelo y su fertilidad. 3ª ed. Editorial Reverte S. A. Barcelona, España. pp. 75-76.
- Vilchis, B. C. A. 1995. Práctica para la cría de lombrices y la producción de abonos; Sistemas agroforestales. Editada por Unión Zapoteca-Chinanteca (UZACHI); Estudios Rurales y Asesoría (ERA). México.