

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EVALUACIÓN DE LOMBRICOMPOST COMO COMPLEMENTO A LA
FERTILIZACIÓN DE BERENJENA; VALLE DEL MOTAGUA, EL PROGRESO
TESIS DE GRADO

CROSBY WALDEMAR RUIZ RUANO
CARNET 28950-05

ZACAPA, ENERO DE 2016
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EVALUACIÓN DE LOMBRICOMPOST COMO COMPLEMENTO A LA
FERTILIZACIÓN DE BERENJENA; VALLE DEL MOTAGUA, EL PROGRESO
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
CROSBY WALDEMAR RUIZ RUANO

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS
HORTÍCOLAS

ZACAPA, ENERO DE 2016
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

LIC. FREDY SAMUEL CORONADO LÓPEZ

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. ADÁN OBISPO RODAS CIFUENTES

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

ING. LUIS FELIPE CALDERÓN BRAN

Guatemala 10 de Enero de 2016

Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Crosby Waldemar Ruiz Ruano, carné 28950-05, titulado: "Evaluación de lombricompost como complemento a la fertilización de berenjena; valle del Motagua, El Progreso".

Lo cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Agr. Fredy Samuel Coronado López
Colegiado no. 2044
Cod. URL 16998



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06409-2015

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante CROSBY WALDEMAR RUIZ RUANO, Carnet 28950-05 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS, del Campus de Zacapa, que consta en el Acta No. 06170-2015 de fecha 25 de noviembre de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE LOMBRICOMPOST COMO COMPLEMENTO A LA
FERTILIZACIÓN DE BERENJENA; VALLE DEL MOTAGUA, EL PROGRESO**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS HORTÍCOLAS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 6 días del mes de enero del año 2016.

ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A:

Dios que me dio la vida, la sabiduría y la bendición de superarme.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación.

Ing. Fredy Samuel Coronado López, por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

Ing. Aquiles, por su apoyo, asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

DEDICATORIA

A:

Dios: Quién siempre me da su infinito amor, fortaleza para superar las diferentes etapas de la vida y me bendice con las personas que me rodean, y que nunca me abandona en cada paso que doy.

Mis padres: Edgar W. Ruiz y Lorena de Ruiz a quienes quiero mucho, por su inmenso amor, por su tiempo, sus consejos oportunos y por su ejemplo a seguir.

Mi esposa e hija: Que amo mucho, por ser la razón de mi esfuerzo, mi alegría y la motivación constante de superación.

Mi familia: Hermanos, tíos, primos, sobrinos y cuñados que de una u otra forma han contribuido en mi formación.

Mis amigos: Por su apoyo, compañía y formar parte de mi desarrollo integral, con mucho aprecio.

Mis Suegros: Rutilo Arriaza (Q.E.P.D.) y Miriam Herrera por su apoyo incondicional Dios los bendiga grandemente.

ÌNDICE

RESUMEN	i
SUMMARY	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	2
II.1. Taxonomía y Morfología	2
II.2. Requerimientos Edafoclimaticos	3
II.3. Materiales de berenjena mas utilizados	5
II.3.I Características de las variedades según la demanda del mercado	6
II.4. Generalidades del cultivo de berenjena	6
II.4.1. Marcos de plantación	6
II.4.2. Aporcado	7
II.4.3. Poda de formación	7
II.4.4. Tutorado	8
II.4.5. Deshojado	8
II.4.6. Aclareo de flores y frutos	8
II.4.7. Polinización y cuajado de frutos	8
II.5. Plagas y Enfermedades	12
II.5.1. Plagas	12
II.5.2. Enfermedades	13
II.6. Alteraciones del Fruto	13
II.7. Recolección	13
II.8. Postcosecha	14
II.9. Lombricompost	16
II.9.1. Alternativas de cría	17
II.9.2. Doble propósito	18

	Página
II.9.3. Impacto ambiental del lombricompost	19
II.9.4. Fertilización orgánica en berenjena	20
II.9.4.1. Criterios de la fertilización orgánica	21
II.9.4.2. Forma de aplicación de los fertilizantes	21
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
III.1. Definición del problema y justificación del trabajo	22
IV. Objetivos	23
IV.1.1. General	23
IV.1.2. Específico	23
V. Hipótesis	24
V.1.1. Nula	24
V.1.2. Alternativa	24
VI. MATERIALES Y METODOS	25
VI.1. Localización de la unidad de producción	25
VI.2. Zona de vida	25
VI.3. Suelos	25
VI.4. Material experimental	25
VI.5. Factor estudiado	26
VI.6. Descripción de los tratamientos	26
VI.7. Diseño experimental	26
VI.8. Modelo estadístico	26
VI.9. Unidad experimental	27

	Página
VI.10. Croquis de campo	27
VI.11. Manejo del experimento	28
VI.11.1 Variable respuestas	29
VI.12. Análisis de la información	30
VI.12.1 Análisis estadístico	30
VI.12.2 Análisis económico	30
VII. RESULTADOS Y DISCUSION	31
VII.1 Rendimiento de frutos de berenjena de primera calidad (kg/ha)	31
VII.2 Rendimiento de frutos de berenjena de segunda calidad (kg/ha)	32
VII.3 Rendimiento de frutos de berenjena de tercera calidad (kg/ha)	34
VII.4 Rendimiento total de frutos de berenjena (kg/ha)	35
VIII. ANÁLISIS ECONÓMICO	38
IX. CONCLUSIONES	40
X. RECOMENDACIONES	41
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		página
1	Temperaturas críticas para berenjena (<i>Solanum melongena</i>) en las distintas fases de desarrollo.	4
2	Niveles de nutrientes normales en hoja de berenjena.	10
3	Aportes de micro elementos a la solución nutritiva en berenjena.	11
4	Días para que los daños por frío se vuelvan visibles según el tipo de berenjena.	15
5	Promedios de temperatura en la tasa de respiración.	15
6	Descripción de los tratamientos utilizados en el cultivo de berenjena.	26
7	Programa de fertilización de berenjena.	29
8	Análisis de varianza para el rendimiento de frutos de primera expresado en kg/ha, con diferentes niveles de lombricompost, en el valle del Motagua, El Progreso 2010.	31
9	Prueba de tukey sobre el número de kg/ha de frutos de primera de cinco niveles de lombricompost en el cultivo de berenjena a campo abierto, en el valle del Motagua, El Progreso 2010.	31

Cuadro**Página**

10	Análisis de varianza para el rendimiento de frutos de segunda expresado en kg/ha, con diferentes niveles de lombricompost, en el valle del Motagua, El Progreso 2010.	33
11	Prueba de tukey sobre el rendimiento de frutos de segunda (kg/ha) de cinco niveles de lombricompost en el cultivo de berenjena a campo abierto, en el valle del Motagua, El Progreso 2010.	34
12	Análisis de varianza para el rendimiento de frutos de tercera expresado en kg/ha, con diferentes niveles de lombricompost, en el valle del Motagua, El Progreso 2010.	34
13	Prueba de tukey sobre el número de kg/ha de frutos de tercera de cinco niveles de lombricompost en el cultivo de berenjena a campo abierto, en el valle del Motagua, El Progreso 2010.	35
14	Análisis de varianza sobre el rendimiento expresado en kg/ha, con diferentes niveles de lombricompost, en el valle del Motagua, El Progreso 2010.	36
15	Prueba de tukey sobre el rendimiento de kg/ha de cinco niveles de lombricompost en el cultivo de berenjena a campo abierto, en el valle del Motagua, El Progreso 2010.	37

Cuadro		Página
16	Análisis de presupuesto parcial por tratamiento.	38
17	Análisis de dominancia de los costos variables por tratamiento.	38
18	Análisis de la tasa marginal de retorno.	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Croquis del Diseño Experimental	27
2	Relación kg/ha de frutos de primera y niveles de lombricompost en el cultivo de berenjena a campo abierto, en el valle del Motagua, El Progreso 2010	32
3	Relación kg/ha de frutos de segunda y niveles de lombricompost en el cultivo de berenjena a campo abierto, en el valle del Motagua, El Progreso 2010.	33
4	Relación kg/ha de frutos de tercera y niveles de lombricompost en el cultivo de berenjena a campo abierto, en el valle del Motagua, El Progreso 2010.	35
5	Relación rendimiento en kg/ha y niveles de lombricompost en el cultivo de berenjena a campo abierto, en el valle del Motagua, El Progreso 2010	37

**EVALUACIÓN DE LOMBRICOMPOST COMO COMPLEMENTO A LA
FERTILIZACIÓN DE BERENJENA; VALLE DEL MOTAGUA,
EL PROGRESO.**

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el uso del lombricompost como complemento a la fertilización química del cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.; *Solanaceae*), para determinar su efecto en el rendimiento y calidad de la producción. La investigación se realizó en el valle del Motagua, El Progreso, Guatemala. Los factores estudiados fueron cuatro dosis de aplicación (5000, 10000, 15000 y 20000 kg/ha) y los resultados fueron expresados en kg/ha. Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Las variables respuestas fueron: rendimiento total y calidad (primera, segunda y tercera). Los resultados obtenidos mostraron que a mayor dosis de aplicación de lombricompost se obtuvo más producción de bayas y de mejor calidad. La dosis de 5000 kg/ha de lombricompost en el cultivo de berenjena, mostró mayor rentabilidad, dado que el balance entre ingreso neto y costo variable, representó la obtención de Q.5.60 por cada quetzal invertido sobre los costos totales.

EVALUATION OF LOMBRICOMPOST A SUPPLEMENT TO THE CROP FERTILIZATION EGGPLANT; MOTAGUA VALLEY, EL PROGRESO.

SUMMARY

The purpose of this research was to evaluate lombricompost as a supplement to chemical fertilization in eggplants (*Solanum melongena L.*; Solanaceae), to determine effect in yield and quality of production. The investigation was realized in Motagua valley, El Progreso, Guatemala. The studied factors were four doses of lombricompost application (5000, 10000, 15000 and 20000 kg/ha) and results were expressed in kg/ha. It was used design randomized completed block with four treatments and five replications. The variables were: total yield and quality (first, second and third). The results showed that the higher application of lombricompost; the better production and quality of eggplant obtained. The dose of 5000 kg/ha of lombricompost in eggplants showed increased profitability, because of balance between net income and variable cost represented Q.5.60 per invested quetzal in total costs.

I. INTRODUCCIÓN

Las condiciones agroclimáticas de la región nor-oriental de Guatemala son propicias para la producción del cultivo de berenjena (*Solanum melongena*). Se ha identificado que el cultivo ha ganado espacio para la producción en los departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula, constituyéndose en una de las hortalizas más cultivadas por los productores de dichas zonas del país. La berenjena se consume en diferentes formas y actualmente se incluye en diferentes tipos de recetas. Algunos médicos la recomiendan por contener mucha fibra y los múltiples beneficios que aporta al organismo.

El rendimiento en el cultivo de berenjena es influido por factores como la fertilidad de suelo y la nutrición de la planta, por lo que el agricultor enfrenta problemas relacionados al alto costo de los fertilizantes y la degradación de las condiciones físico-químicas del suelo, por el uso intensivo de los mismos. Es necesaria la búsqueda de alternativas más económicas y sostenibles.

La tendencia actual en la producción de hortalizas está relacionada con la utilización de métodos económicamente rentables, socialmente aceptables y ambientalmente sostenibles. Existen diversas recomendaciones para el manejo de los suelos, como por ejemplo: el uso de abonos orgánicos, y entre ellos se puede mencionar al lombricompost, especialmente en la producción agrícola. Sin embargo, no se cuenta con información local en la región nor-oriental de Guatemala acerca de las fuentes, dosis y época más adecuadas para aplicarlos.

Por lo anterior, se planteó la presente investigación, con el objetivo general de evaluar el efecto de cuatro dosis de lombricompost como complemento a la fertilización en el cultivo de berenjena. Dado a que el lombricompost puede representar una forma viable de incorporar nutrientes, además de los beneficios en la mejora de las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA DE LA BERENJENA

Familia: *Solanaceae*.

Especie: *Solanum melongena* L.

Planta: Es herbácea, aunque sus tallos presentan tejidos lignificados que le dan un aspecto arbustivo y anual, aunque puede rebrotar en un segundo año si se cuida y poda de forma adecuada, con el inconveniente de que la producción se reduce y la calidad de los frutos es menor.

Tallos: Son fuertes, de crecimiento determinado cuando se trata de tallos rastreros que dan a la planta un porte abierto, o de crecimiento indeterminado cuando son erguidos y erectos, pudiendo alcanzar hasta 2 a 3 m de altura. Dependiendo del marco de plantación, se suelen dejar de 2 a 4 tallos por planta. Los tallos secundarios brotan de las axilas de las hojas.

Hoja: De largo pecíolo, entera, grande, con nerviaciones que presentan espinas y envés cubierto de una velloso grisácea, causante en ocasiones de alergias. Las hojas están insertas de forma alterna en el tallo.

Flor: El número de pétalos, sépalos y estambres oscila entre 6 y 9. Los pétalos son de color violáceo. Tanto el pedúnculo como el cáliz poseen abundantes espinas, aunque actualmente se tiende al cultivo de variedades sin espinas. Los estambres presentan anteras muy desarrolladas, de color amarillo, que se sitúan por debajo del estigma, dificultando la fecundación directa.

El cáliz de la flor perdura después de la fecundación y crece junto al fruto, envolviéndolo por su parte inferior, lo que puede dar lugar a ataques de botritis (*Botrytis cinérea*)

cuando la humedad relativa es elevada, ya que los pétalos quedan atrapados entre el cáliz y el fruto.

La mayor parte de las variedades florecen en ramilletes de tres a cinco flores, una de las cuales es hermafrodita y de pedúnculo corto y continuo desde el tallo hasta el cáliz, y da lugar a un fruto comercial, mientras que el resto de las flores abortan o dan lugar a un fruto pequeño y de peor calidad. Normalmente la primera flor aparece en el vértice de la primera bifurcación o tallo principal de la planta. La fecundación de la flor es autógama, aunque también puede haber cruzamiento con flores de otras plantas e incluso de la misma planta. El exceso de humedad perjudica la dehiscencia del polen, por lo que la flor puede caerse como consecuencia de la falta de fecundación.

Fruto: es una baya alargada o globosa, de color negro, morado, blanco, blanco jaspeado de morado o verde. Presenta pequeñas semillas de color amarillo con un poder germinativo que oscila entre 4 y 6 años. Un gramo de semillas contiene entre 250 y 300 unidades.

2.2 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto (Aguilera, 2002).

Temperatura: Es de climas cálidos y secos, se considera una de las más exigentes en calor. Soporta bien las temperaturas elevadas (cuadro 1), siempre que la humedad sea adecuada, llegando a tolerar hasta 40-45 °C. La temperatura media debe estar comprendida entre 23-25 °C (Aguilera, 2002).

Cuadro 1. Temperaturas para la berenjena en diferentes fases de desarrollo.

Fases del cultivo	Temperatura (°C)		
	Óptima	Mínima	Máxima

Germinación	20-25	15	35
Crecimiento vegetativo	20-27	13-15	40-45
Floración y fructificación	20-30		

(Fuente: Valenzuela, 1990).

A temperaturas próximas a la mínima biológica (10-12 °C) o a la máxima (40-45 °C), se reducen los procesos biológicos, induciendo el retraso del crecimiento y afectando a la floración y la fecundación y posterior desarrollo del fruto. La planta se hielan con temperaturas por debajo de los 0 °C (Aguilera, 2002).

Humedad relativa: La humedad relativa óptima oscila entre el 50% y el 65%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. Cuando la humedad y la temperatura son elevadas se produce una floración deficiente, caída de flores, frutos deformes y disminución del crecimiento. Efectos similares se producen cuando la humedad relativa es escasa. Tan importante como el valor de la humedad relativa, es el del déficit de presión de vapor, que depende de la humedad ambiente y la temperatura, siendo conveniente valores comprendidos entre los 4 y los 15 g/m³ (Aguilera, 2002).

Luminosidad: Es una planta exigente en luminosidad, requiere de 10 a 12 horas de luz, es necesario aprovechar al máximo las horas de luz para evitar la malformación de flores y hojas, deficiente fecundación, frutos deformes, que se agrava en condiciones de humedad relativa superior al 65% (Aguilera, 2002).

Suelo: Es poco exigente en suelo, debido a que posee un potente y profundo sistema radicular. No obstante, los suelos más adecuados son los francos y profundos. En suelos arcillosos pueden presentarse problemas de asfixia radicular, mostrando rápidamente los síntomas. Los valores de pH óptimos oscilan entre 6 y 7, aunque en suelos de textura arenosa puede cultivarse con valores de pH comprendidos entre 7 y

8.5. En suelos ácidos presenta problemas de crecimiento y producción (OIRSA-VIFINEX, 1999).

Fertilización carbónica: La aportación de CO₂ permite compensar el consumo de las plantas y garantiza el mantenimiento de una concentración superior a la media en la atmósfera del invernadero; así la fotosíntesis se estimula y se acelera el crecimiento de las plantas (CATIE, 1990).

Para valorar las necesidades de CO₂ de los cultivos en invernadero se necesita realizar, en los diversos periodos del año, un balance de las pérdidas derivadas de la absorción por parte de las plantas, de las renovaciones de aire hechas en el invernadero y las aportaciones proporcionadas por el suelo a la atmósfera del mismo (CATIE, 1990).

Del enriquecimiento en CO₂ del invernadero depende la calidad, la productividad y la precocidad de cultivos. Hay que tener presente que un exceso de CO₂ produce daños debidos al cierre de los estomas, que cesan la fotosíntesis y pueden originar quemaduras. Los aparatos más utilizados en la fertilización carbónica son los quemadores de gas propano y los de distribución de CO₂. En la fertilización carbónica es necesaria una humedad relativa no inferior al 65%, luminosidad alrededor de los 30,000 lux y una temperatura comprendida entre los 25 y 30 °C.

La aportación de CO₂ en el invernadero a niveles de 400 a 600 ppm produce un aumento en la producción en el cultivo de berenjena (CATIE, 1990).

2.3 MATERIALES DE BERENJENA MÁS UTILIZADOS

Los dos tipos más apreciados por el mercado son:

Globosa: Frutos casi esféricos, de color negro o violeta oscuro. Más aceptada en el mercado nacional. Se cultiva bastante en invernadero por presentar pocos problemas de floración y fructificación, suelen dar producciones más precoces.

Semilarga: Fruto más o menos alargado, con bajo peso. Es la más apreciada tanto en el mercado interior como exterior. Están apareciendo nuevas variedades para su desarrollo en invernadero y con buena adaptación para el cultivo al aire libre.

2.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES SEGÚN LA DEMANDA DEL MERCADO

- Color del fruto: Los frutos brillantes de color negro o morado oscuro son más demandados.
- Color y sabor de la pulpa: Puede ser blanca o verdosa, siendo esta última de sabor picante, amargo y de textura esponjosa.
- Resistencia al transporte, teniendo en cuenta la consistencia del fruto o firmeza, como la resistencia de la piel a roces y golpes para evitar la aparición de manchas.

Fechas de plantación:

- En la primera quincena de agosto, con recolección desde finales de septiembre a diciembre.
- Del 15 de agosto al 15 de septiembre, comenzando la recolección en octubre y finalizando en junio.
- En la última quincena de diciembre, comenzando la recolección en marzo y finalizando en junio.

2.4 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE BERENJENA

2.4.1 Marcos de plantación

Se establece en función del número de tallos a dejar en la poda de formación, del ciclo de cultivo, del desarrollo de la variedad, del tipo de invernadero, etc. Los marcos más usuales son: 2 m x 0.5 m, 1.75 m x 0.5 m, 1.5 m x 0.75 m, 1.5 m x 0.5 m y 1m x 0.5 m (OIRSA-VIFINEX, 1999).

2.4.2 Aporcado

Se lleva a cabo a los 15-20 días del trasplante, con un aporte de materia orgánica (estiércol, humus de lombriz, etc.) en terrenos de textura arenosa, cubriendo la parte baja de la planta para protegerla del contacto con la materia orgánica. Con el aporcado se favorece la formación de raíces precoces y el arraigamiento de las plantas, con la finalidad de aumentar la aireación del terreno, de la que el cultivo se beneficia enormemente (OIRSA-VIFINEX, 1999).

2.4.3 Poda de formación

Se lleva a cabo para delimitar el número de tallos con los que se desarrollará la planta (normalmente 2, 3 ó 4). Es necesaria para conseguir mayor precocidad y mejor calidad, mejorando las condiciones de aireación y luminosidad de la planta. Después del aporcado se eliminan los chupones y hojas que se desarrollan por debajo de la "cruz". El número de tallos se elegirá en función del marco de plantación (OIRSA-VIFINEX, 1999).

Para la poda a cuatro tallos, a partir del cual brotará primero una flor, a continuación una hoja y de la axila de ésta, otro tallo, que se dejará hasta que aparezca la flor y se despuntará por la axila de la siguiente hoja, manteniendo esta última.

Así se obtienen entre 25-30 frutos de buen tamaño y uniformidad para la venta (OIRSA-VIFINEX, 1999).

Ventajas y desventajas de la poda de formación (OIRSA-VIFINEX, 1999):

- Más precocidad y mejor calidad de los frutos.
- Mayor aireación de la planta y disminución de las condiciones favorables para el ataque de plagas y enfermedades.
- Facilita las prácticas culturales.
- Posibilita el estrechar el marco de plantación al incrementar el número de plantas por unidad de superficie.

- Incremento de mano de obra.
- Aplicación de productos antibotritis en los cortes efectuados.

2.4.4 Tutorado

Es una práctica imprescindible para evitar que los tallos se partan por el peso de los frutos en las variedades erectas y que los frutos se deterioren, en el caso de variedades rastreras, aunque éstas últimas actualmente están en desuso. Adicionalmente, mejora las condiciones de ventilación y luminosidad y, por tanto, la floración y el cuajado. Cada uno de los tallos dejados a partir de la poda de formación se sujeta al emparrillado con un hilo vertical, que se va liando a la planta conforme va creciendo (OIRSA-VIFINEX, 1999).

2.4.5 Deshojado

Se realiza sobre plantas adultas que no han sido sometidas a poda de formación, es recomendable raleo la planta para favorecer la aireación, debido a que las hojas son muy frondosas, eliminando algunas hojas del interior y las de la parte baja, así como aquellas enfermas. Debe realizarse bajo condiciones de baja humedad ambiental y con plantas secas.

2.4.6 Aclareo de flores y frutos

En el ramillete floral sólo una de las 3-4 flores originará el fruto principal, por lo que conviene eliminar el resto. Es aconsejable realizar un raleo de frutos malformados o dañados por plagas o enfermedades (OIRSA-VIFINEX, 1999).

2.4.7 Polinización y cuajado de frutos

Bajo condiciones adecuadas de temperatura y humedad relativa la polinización puede

Verse mejorada con la aplicación de un chorro de aire dirigido a la flor. También se puede recurrir al uso de abejorros *Bombus terrestris*.

En los cultivos de berenjena protegidos, el sistema de riego localizado es el más adecuado para el aporte de agua y gran parte de los nutrientes, que va a ser función del estado fenológico de la planta, así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.). Es un cultivo con pocas necesidades hídricas al comienzo de su desarrollo, pero que posteriormente aumenta su demanda, siendo más exigente que el tomate y algo menos que el pimiento, con consumos medios que oscilan entre 1.5 l/m²/día, recién plantado en agosto, y 6 l/m²/día en el mes de junio (Valenzuela, 1990).

El establecimiento del momento y volumen de riego vendrá dado básicamente por los siguientes parámetros (Valenzuela, 1990):

- Tensión del agua en el suelo (tensión métrica), que se determinará mediante la instalación de una batería de tensiómetros a distintas profundidades.
- Tipo de suelo (capacidad de campo, porcentaje de saturación).
- Evapotranspiración del cultivo.
- Eficacia de riego (uniformidad de caudal de los goteros).
- Calidad del agua de riego (a peor calidad, mayores son los volúmenes de agua, ya que es necesario desplazar el frente de sales del bulbo de humedad).

En invernadero hay que procurar que el desarrollo vegetativo no sea muy rápido, por lo que después de la plantación hay que procurar que el suelo no tenga exceso de humedad, ya que un desarrollo exuberante traería consigo dificultades en la floración y fecundación de las escasas flores que puedan aparecer, manteniendo esta precaución hasta que hayan cuajado dos o tres frutos. Cuando los primeros frutos comienzan su desarrollo es necesario aumentar paulatinamente el volumen de agua, regando cada dos o tres días, e incluso a diario, dependiendo de las condiciones ambientales (Valenzuela, 1990).

En cuanto a la nutrición hay que cuidar la fertilización nitrogenada, con el fin de evitar un excesivo desarrollo vegetativo. Existe un margen muy amplio de abonado en el que no se aprecian diferencias sustanciales en el cultivo, pudiendo encontrar “recetas” muy variadas y contradictorias dentro de una misma zona, con el mismo tipo de suelo y la misma variedad. No obstante, para no cometer grandes errores, no se deben sobrepasar dosis de abono total superiores a 2 g/l, siendo común aportar 1 g/l para aguas de conductividad próxima a 1 mS/cm (Valenzuela, 1990).

Actualmente se emplean dos métodos para establecer las necesidades de fertilización: En función de las extracciones del cultivo, existiendo una amplia y variada bibliografía y con base a una solución nutritiva “ideal” a la que se ajustarán los aportes previo análisis de agua. Este último método es el que se emplea en cultivos hidropónicos, para poder llevarlo a cabo en suelo requiere la colocación de sondas de succión para poder determinar la composición de la solución del suelo mediante análisis de macro y micronutrientes, CE y pH (Valenzuela, 1990).

Es conveniente realizar análisis de suelo y agua previos a la plantación, así como análisis foliares a lo largo del cultivo (cuadro 2), para determinar posibles carencias, sobre todo de micro elementos (Valenzuela, 1990).

Macroelementos (%)					Microelementos (ppm)				
N	P	K	Mg	Ca	Fe	Mn	Cu	Zn	B
3.5-5.5	0.4-0.9	3.5-5.5	0.4-1	2.4-3.6	100-240	90	10-20	20	25

Cuadro 2.

Cuadro 3. Niveles de nutrientes normales en hoja de berenjena (Valenzuela, 1990)

Los fertilizantes de uso más extendido son: los simples, en forma de sólidos solubles (nitrato cálcico, nitrato potásico, nitrato amónico, fosfato monopotásico, fosfato monoamónico, sulfato potásico, sulfato magnésico) y en forma líquida (ácido fosfórico, ácido nítrico), debido a su bajo costo, y que permiten un fácil ajuste de la solución

nutritiva: Existen en el mercado fertilizantes complejos sólidos cristalinos y líquidos que se ajustan adecuadamente, solos o en combinación con los simples, a los equilibrios requeridos en las distintas fases de desarrollo del cultivo (Magnano y Gómez, 1996).

El aporte de microelementos (cuadro 3), que años atrás se había descuidado en gran medida, resulta vital para una nutrición adecuada, encontrando en el mercado una amplia gama de sólidos y líquidos en forma mineral y en forma de quelatos, cuando es necesario favorecer su estabilidad en el medio de cultivo y su absorción por la planta (Magnano y Gómez, 1996).

Cuadro 3. Aportes de micro elementos a la solución nutritiva en berenjena.

Microelementos	Fe	Mn	Cu	Zn	B
Concentración (ppm)	2	1	0.1	0.1	0.5

(Valenzuela, 1990).

También se dispone de numerosos correctores de carencias, tanto de macro como de micronutrientes, que pueden aplicarse vía foliar o riego por goteo, aminoácidos de uso preventivo y curativo, que ayudan a la planta en momentos críticos de su desarrollo o bajo condiciones ambientales desfavorables.

Otros productos (ácidos húmicos y fúlvicos, correctores salinos, etc.), mejoran las condiciones del medio y facilitan la asimilación de nutrientes por la planta. La fertirrigación carbónica consiste en el uso de agua carbonatada para el riego, el agua carbonatada se consigue mediante la inyección de CO₂ a presión en la tubería principal, de manera que al disolverse en el agua de riego produce ácido carbónico que reduce el pH del agua y origina diversos bicarbonatos al reaccionar con carbonatos y otras sales presentes en el agua. El agua carbonatada recibe a continuación los fertilizantes habituales para el riego cuya solubilidad mejora en un agua ligeramente ácida (Magnano y Gómez, 1996). Para aportar CO₂ al sistema de riego hay que tener en cuenta la presión de la línea de agua de riego, la distancia del punto de inyección de CO₂ al primer gotero, la temperatura del agua, el sistema de difusión del CO₂ en el agua

y la cantidad de CO₂ por litro de agua. La utilización del agua carbonatada es rentable en el cultivo de la berenjena; encontrándose la dosis óptima en torno a los 0.20 g de CO₂/L, produciendo los mayores incrementos de cosecha (Aguilera, 2002).

Ventajas de la fertirrigación carbónica (Aguilera, 2002):

- Acidifica el suelo, modificando la solubilidad de los micronutrientes.
- Aumenta la calidad y el número de frutos.
- Favorece la disolución de los abonos utilizados.
- Evita y elimina incrustaciones en la red de riego.
- Sustituye parcialmente la utilización de ácido nítrico.

2.5 PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE BERENJENA

2.5.1 Plagas:

Araña roja (*Tetranychus urticae* (koch) (Acarina: Tetranychidae), *T. turkestanii* (Ugarov & Nikolski) (Acarina: Tetranychidae) y *T. ludeni* (Tacher) (Acarina: Tetranychidae)).

Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* (West) (Homoptera: Aleyrodidae) y *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae).

Pulgón (*Aphis gossypii* Sulzer) (Homoptera: Aphididae) y *Myzus persicae* Glover (Homoptera: Aphididae)).

Trips (*Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)).

Minadores de hoja (*Liriomyza trifolii* Burgess) (Diptera: Agromyzidae), *Liriomyza bryoniae* (Diptera: Agromyzidae), *Liriomyza strigata* (Diptera: Agromyzidae), *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae)).

Orugas (*Spodoptera exigua* Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), *Spodoptera litoralis* Boisduval (Lepidoptera: Noctuidae), *Heliothis armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae),

Heliothis peltigera Dennis y Schiff (Lepidoptera: Noctuidae), *Chrysodeisis chalcites* (Esper) (Lepidoptera: Noctuidae), *Autographa gamma* (L.) (Lepidoptera: Noctuidae)).

Nemátodos: *Meloidogyne* spp.; Tylenchida: Heteroderidae; *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. incognita*.

2.5.2 Enfermedades:

Podredumbre gris (*Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetrel. Ascomycetes: Helotiales. Anamorfo: *Botrytis cinerea* Pers.).

Podredumbre blanca (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary. Ascomycetes: Helotiales. Anamorfo: no se conoce.).

Podredumbre blanda (*Erwinia carotovora* subsp. *Carotovora* (Jones) Bergey et al.).

Virus del bronceado del tomate (TSWV) (Tomato Spotted Wilt Virus).

2.6 ALTERACIONES DE LOS FRUTOS

Se denominan fisiopatías y se producen debido a desequilibrios en la nutrición y en el riego, por condiciones climáticas extremas o cambios bruscos en las temperaturas. En berenjena destacan: fitotoxicidades provocadas por reguladores de crecimiento, herbicidas y pesticidas, rajado de frutos, golpe de sol, deformaciones de frutos (Mortensen y Bullard, 1971).

2.7 RECOLECCIÓN

Las berenjenas se cosechan en diferentes estados de desarrollo, dependiendo del cultivar y de la temperatura: El período de floración a cosecha puede ser de 10 a 40 días. El fruto de berenjena debe recolectarse antes de que las semillas empiecen a engrosar, debido a que los frutos con semillas amargan el paladar, no siendo necesario que el fruto haya alcanzado la madurez fisiológica.

Algunas normas básicas para la recolección son (Mortensen y Bullard, 1971):

Cortar el fruto por la mañana y de ser posible, exento de humedad, respetando el plazo de seguridad de las materias activas empleadas.

Emplear siempre tijeras de podar para no causar desgarros, dejando al menos un centímetro de pedúnculo.

Cuidar la manipulación del fruto para que no sufra golpes ni magulladuras, colocándolo directamente en la caja de campo, utilizando un separador entre capa y capa.

2.8 POST COSECHA

La calidad típica de la berenjena se basa fundamentalmente en su uniformidad (forma ovalada a globosa), firmeza y color de la piel púrpura oscuro.

Otros índices de calidad son tamaño, ausencia de defectos de formación o manejo, así como de pudriciones y un cáliz verde y de apariencia fresca (Mortensen y Bullard, 1971).

La temperatura óptima debe estar entre 10-12°C y la humedad relativa entre 90-95%. El período de almacenamiento de las berenjenas es generalmente inferior a 14 días, debido a que la calidad visual y sensorial se deteriora rápidamente. También es probable que aumenten las pudriciones cuando se les almacena por más de 2 semanas. Las temperaturas de tránsito o para el almacenamiento de corto plazo inferiores a lo recomendado se aplican a menudo para reducir la pérdida de peso, pero pueden provocar daño por frío después de algunos días. Las berenjenas son sensibles a esta fisiopatía a temperaturas inferiores a 10 °C. A 5 °C el daño por frío se presenta en 6 a 8 días (cuadro 4). Los síntomas son picado (depresiones en la superficie), bronceado superficial y pardeamiento de las semillas y pulpa. En frutas sujetas al estrés de esta fisiopatía es común el desarrollo acelerado de la pudrición por *Alternaria* spp. El daño por frío es acumulativo y puede iniciarse en el campo antes de la cosecha (Aguilera, 2002).

Cuadro 4. Días para que los daños por frío sean visibles en berenjena.

Temperatura en °C / tipo de berenjena	0	2.5	5	7.5
Americana	1-2	4-5	6-7	12
Japonesa	-	5-6	8-9	12-14
China	2-3	5-6	10-12	15-16

La respiración es necesaria para la obtención de energía, pero parte de esa energía produce calor que debe ser disipado de alguna manera, de lo contrario el producto se calentará, sobreviniendo la degradación de los tejidos y la muerte.

En la etapa de crecimiento este calor es transmitido a la atmósfera, pero después de la cosecha y cuando el producto es empacado en un espacio confinado, la eliminación del calor puede dificultarse. En consecuencia, una vez que el producto comienza a calentarse se estimula aun más la respiración y el calentamiento (cuadro 5), y de este modo se vuelve muy difícil de controlar la temperatura del producto (Aguilera, 2002).

Cuadro 5. Promedios de temperatura en la tasa de respiración.

Temperatura	12.5°C
ml CO₂/ kg-hr	
Americana	30-39
Ovalada blanca	52-61
Japonesa	62-69

Las berenjenas tienen una sensibilidad al etileno presente en el ambiente, de moderada a alta. Cuando se les expone a más de 1 ppm de etileno durante la distribución y el almacenamiento a corto plazo, la abscisión (caída, separación) del cáliz y el deterioro, particularmente el pardeamiento, pueden convertirse en un problema (Aguilera, 2002).

Daño por congelación: Se inicia a $-0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$, dependiendo del contenido de sólidos solubles totales. Los síntomas incluyen pulpa de apariencia vítrea, translúcida o acuosa que se torna parda y seca con el tiempo.

Daño físico: El fruto no debe arrancarse sino cosecharse con un corte del tallo cerca del nivel del cáliz. Es común el uso de guantes de algodón.

Magulladuras y daños por compresión: Son muy comunes cuando no se siguen las prácticas de manejo y cosecha recomendadas. Las berenjenas no pueden estibarse en recipientes a granel (cajas "pallet" de campo) sin sufrir daños por compresión (Aguilera, 2002).

Enfermedades en postcosecha

Las enfermedades son una causa importante de pérdidas postcosecha, particularmente en combinación con el daño por frío. Los hongos fitopatógenos más comunes son *Alternaria* (pudrición por moho negro), *Botrytis* (pudrición por moho gris), *Rhizopus* (pudrición algodonosa) y *Phomopsis* (Aguilera, 2002).

2.9 LOMBRICOMPOST

En el llamado lombricompost son las lombrices las que descomponen los materiales que se usan para preparar este abono. Se colocan los desechos de la finca en cajones o camas, agregando después las lombrices. Para lo anterior, se usa la lombriz roja o californiana, conocida por los científicos como *Eisenia foetida*. Esta lombriz no tolera las temperaturas altas, las camas no deben tener mucha altura, aproximadamente unos 20 cm. Sin embargo, prefiere la humedad. La cama debe tener alrededor de un 70% de humedad. La lombriz californiana se alimenta de casi cualquier desecho. Prefiere un balance entre materiales que contienen suficiente nitrógeno y carbono (Huerto Vivo, 2004).

Entre los materiales que contienen mucho nitrógeno están las leguminosas, la pulpa de café y las frutas. Los que contienen carbono en abundancia se encuentran las hojas y tallos del maíz y las hojas de los zacates. Como las lombrices no tienen dientes,

necesitan que los materiales estén casi descompuestos para poder comerlos (Ferruzzi, 1987).

La lombriz fue estudiada y desarrollada en California, EE.UU., la cría de lombrices es hoy una práctica muy difundida en todo el mundo, principalmente en los países europeos, al permitir obtener materia orgánica con un alto grado de transformación, en un tiempo relativamente corto y con posibilidades de uso inmediato en la agricultura (Ferruzzi, 1987).

2.9.1 Alternativas de cría

Para Ferruzzi (1987), existen varias alternativas para llevar adelante la cría de lombrices. Una de ellas consiste en un cajón de madera de 1.20 m x 0.70 m x 0.50 m, suficiente para 6000 a 7000 lombrices, en cuyo fondo se realizan orificios que facilitan el drenaje del exceso de líquidos. Otra práctica consiste en un pozo de 1.0 a 1.5 m de largo y 0.50 m de profundidad. Las paredes deben estar levemente inclinadas y el lugar elegido no debe ser inundable. Para mantener húmedo y fresco el sustrato se utilizan restos vegetales secos, bolsas de arpillera o tela sarán. Se recomienda el uso de canteros de un metro de ancho, 0.30 m de alto por un largo variable de 20 a 30 m.

Se aconseja el uso de cajones de madera de 1.0 m x 1.0 m x 0.30 m para la cría, y canteros de 1.0 m de ancho por 5.0 m de largo por 0.25 a 0.30 m de alto, para la producción de lombricompost. Se deberán sembrar 1000 lombrices cada 2.0 m² (Ferruzzi, 1,987).

Para Magnano y Gómez (1996), la lombriz roja nace y crece exclusivamente en medios con alto contenido de materia orgánica: Basura, hojas, pasto, desechos de molinos o silos, frutas o verduras, vísceras de animales y excrementos. Utiliza como alimentación el estiércol de ganado u otra fuente de materia orgánica en descomposición, incluidos residuos domiciliarios de comida.

2.9.2 Doble propósito

Según Magnano y Gómez (1996), la cría de lombrices en cautiverio permite maximizar el rendimiento del trabajo de éstas, expresado en dos productos finales.

Por una parte está la masa cárnea y por otra el humus. La primera es una alternativa viable para la alimentación de aves y camarones de agua dulce, entre otros. La harina de lombrices posee un alto contenido proteico, que expresado en términos de materia seca es de 71.8%. La otra alternativa es el lombricompuesto, elaborado por bioorgánico natural, inocuo e inodoro, obtenido por la acción digestiva de lombrices alimentadas con productos animales y vegetales. Tiene características nutritivas especiales para la vida vegetal, que lo convierte en un extraordinario fertilizante orgánico, de fácil producción.

Es uno de los pocos fertilizantes ecológicos y es el único abono orgánico con flora bacteriana (40 a 60 millones de microorganismos por cc) capaz de enriquecer y regenerar las tierras. Aunque no sustituye totalmente a los nutrientes inorgánicos, su aplicación rebaja hasta un 40% los costos de fertilización (Magnano y Gómez, 1996).

El lombricompost es un fertilizante de acción inmediata y de larga duración debido a la presencia de macro y micro nutrientes en forma fácilmente asimilables. Además, aporta al suelo una cantidad de compuestos que estimulan la germinación, el desarrollo foliar y floral. En el primer caso se obtiene una rápida germinación de las semillas, un crecimiento sano y acelerado de las plántulas. En el segundo caso, evita el "stress" del trasplante. Además, la planta llega a plena madurez antes, sus flores son más coloreadas y perfumadas, sus frutos son más coloreados y enriquecidos en azúcar y vitaminas. La utilización de las lombrices como biofertilizantes, por agricultores de distintas partes del mundo, se tradujo en un incremento de sus producciones (CATIE, 1990).

Para Fuentes (1985), en la cosecha se deben tener en cuenta los hábitos alimenticios de la lombriz (come desplazándose desde la profundidad a la superficie del sustrato) y

su reacción de evitar la luz. Se proponen dos métodos de cosecha: Colocar una capa delgada de alimento nuevo, se tapa y se deja transcurrir por 2 ó 3 días, se retira la parte superficial, con alta concentración de lombrices y se lleva a otro cantero preparado para recibir las. La operación se puede repetir para obtener la mayor cantidad de lombrices posibles, quedando el cantero lombricompuesto listo para ser usado.

Otra alternativa es colocar todo el material terminado, con lombrices incluidas, sobre una capa de alimento nuevo (0.10 a 0.15 m) ubicada en otro cantero, se dejan transcurrir 2 días. Luego se retira el lombricompuesto por capas, hasta encontrar una alta concentración de lombrices. Se suspende la operación, se dejan 12 días y se continúa la recolección. Este procedimiento se repite hasta llegar a la capa de alimento nuevo, donde se hallan concentradas las lombrices. A partir de esta capa se continúa la producción de lombricompuesto. El primer procedimiento se recomienda para la producción a gran escala y el segundo, para pequeña escala (Fuentes, 1985).

2.9.3 Impacto ambiental del lombricompost

Según Artigas (1986), los elementos que son factibles de transformar por medio de la lombriz son variados; todo tipo de estiércoles (de vacunos, equinos, conejos, gallinas, entre otros), materia vegetal (hojas, césped, rastrojos), papel, cartón, residuos orgánicos familiares, (restos de fruta, verduras, hierba), algunos residuos industriales (aserrín, rumen, sueros, gelatinas) y en algunos casos el lodo cloacal. En resumen, con algo de trabajo, un poco de organización y bastante sentido común, es posible realizar una tarea con un impacto ambiental positivo. La lombriz como alimento de especies animales (pollos, ranas, cerdos, entre otros) no es posible que se pueda realizar a un precio adecuado para el lombricultor, ya que debería competir con alimentos balanceados cuyo valor por kilo es muy reducido. En segundo lugar, hay que saber cuál es la real capacidad de multiplicación de la lombriz, ya que es el cálculo en que se basa el esquema productivo, en cuanto al tiempo de concreción de las metas establecidas y con ello la posibilidad de ingresos del emprendimiento. Hay quienes hablan que la capacidad reproductiva posibilita la duplicación de la población cada 60 días. Si se

comienza con 50,000 lombrices, al cabo de dos años se podría contar con 204,800,000 lombrices (Artigas, 1986).

Según experiencias de algunos especialistas, la realidad habla de una duplicación de la población (en condiciones ideales de manejo) en el término de 90 días, por lo que en 24 meses se podría llegar a 12,800,000 lombrices (aproximadamente un seis por ciento de la cifra anterior). Habría que esperar un año más para lograr dicha cantidad, siempre y cuando no exista algún error en los procedimientos o motivos externos que disminuyan la capacidad reproductiva (Fuentes, 1985).

Magnano y Gómez (1996), mencionan que el lombricompuesto es la enmienda ideal para cualquier tipo de suelo. Es totalmente natural, mejora la porosidad y retención de humedad, aumenta la colonia bacteriana y su sobredosis no genera problemas. Tiene las mejores cualidades y ninguna contraindicación. El único cuidado se deriva del origen del residuo transformado: Si el producto final proviene de estiércoles, materia vegetal, cartón, o industrias en las cuales no haya posibilidades que incorporen restos de metales pesados, se puede utilizar con cualquier destino.

En definitiva, lo ideal es realizar esta actividad como un anexo de otra. Si se comienza como micro emprendimiento con eje principal en la lombricultura, asentado en los ingresos por ventas, hay que tener en cuenta que por la realidad productiva y el mercado, puede ser rentable en el mediano plazo (Magnano y Gómez, 1996).

2.9.4 Fertilización orgánica en berenjena

Según OIRSA-VIFINEX (1999), en la producción ecológica la fertilización va dirigida a enriquecer el suelo, sustituir los nutrientes extraídos por las cosechas, los nutrientes perdidos por arrastre de la escorrentía superficial y corregir las carencias del suelo. Esto se logra aumentando la cantidad de materia orgánica del suelo y fortaleciendo la vida macro y microbiológica del mismo. Básicamente se hace un reciclaje de nutrientes. Es importante destacar que una producción alta de berenjena ecológica por unidad de

superficie, solamente se puede alcanzar mediante la interacción de varios factores como: uso de variedades rendidoras, densidad de siembra adecuada, control fitosanitario y una adecuada fertilización orgánica.

2.9.4.1 Criterios de fertilización orgánica

Según Artigas (1986), la cantidad de abono orgánico a aplicar en cada plantación es específico en cada lote o parcela, los factores a tomar en cuenta son los siguientes: análisis de suelo y foliar, topografía del terreno, factores climáticos, disponibilidad de insumos dentro de la finca o localidad, tipo de variedad, producción (cantidad y calidad de cosecha) y tipo de nutrientes que necesita la planta.

El período de mayor crecimiento vegetativo corresponde a la estación lluviosa, que coincide con mayor radiación solar, el período recomendado para aplicar abonos orgánicos es cuando el suelo está suficientemente húmedo. Algo muy importante que se debe tomar en cuenta, es que se debe abonar en terrenos con suficiente humedad en el suelo, debido a que el agua es un factor muy importante en la disolución y vehículo de los elementos nutricionales disponibles en el abono (OIRSA-VIFINEX, 1,999).

2.9.4.2 Forma de aplicación de los fertilizantes

Según Montensen y Bullard (1971), para asegurar que el abono quede en contacto con el suelo debe limpiarse el lugar donde se aplicará. El abono debe ser aplicado separado 8 cm de la base del tallo, alrededor o a los lados y enterrado 4 cm. Si el terreno tiene pendiente entonces se aplicará el abono en el lado arriba del tallo y en forma de media luna, de manera que no sea arrastrado fuera de la zona radicular por la lluvia o riego, con pérdidas para el agricultor. El abono debe ser incorporado al suelo de manera que se eviten pérdidas por volatilización.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

En Guatemala actualmente para la producción de bayas de berenjena se utilizan exclusivamente fertilizantes químicos para implementar los programas de fertilización, sin tomar en cuenta la incorporación de materia orgánica, lo que trae como consecuencia la degradación progresiva del suelo.

El uso intensivo del suelo para la producción agrícola en la región nor-oriental de Guatemala, ocasiona en la mayoría de los casos deterioro de las características físicas, químicas y biológicas del mismo, repercutiendo generalmente en bajos rendimientos. Sin la aplicación de prácticas de manejo los suelos pierden la fertilidad natural, dando como resultado la disminución continua de la cantidad y calidad de los frutos de berenjena. Lo anterior afecta fuertemente en la rentabilidad del cultivo, desalentando la explotación de dicha especie.

Para que los pequeños y medianos productores del valle del Motagua, del departamento de El Progreso, obtengan producciones sostenibles del cultivo de berenjena, es necesario mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Lo anterior permitirá convertir el cultivo de berenjena en una alternativa productiva, al proponer el uso de recursos locales para utilizarlos como complemento a la fertilización química.

En el presente estudio se evaluaron diferentes dosis de lombricompost, para contribuir a incrementar el rendimiento y la calidad de la berenjena, y contribuir a mejorar las propiedades del suelo, a través de su uso como complemento a la fertilización tradicional.

IV. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Evaluar el uso de lombricompost como complemento a la fertilización química, y su efecto sobre el rendimiento y calidad del cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.), en el valle del Motagua, El Progreso, Guatemala.

4.2 ESPECÍFICOS

Cuantificar el efecto de cuatro dosis de lombricompost, sobre el rendimiento del cultivo de berenjena.

Determinar el efecto de cuatro dosis de lombricompost, sobre la calidad de la baya de berenjena.

Determinar la tasa de retorno marginal de los tratamientos, con el propósito de identificar el tratamiento con mayor beneficio económico.

V. HIPÓTESIS

Al menos una dosis de lombricompost propiciará mayor rendimiento del cultivo de berenjena.

Al menos una dosis de lombricompost, como complemento a la fertilización química, mejorará la calidad del fruto de berenjena.

Al menos una dosis de lombricompost, proporcionará mayor beneficio económico al agricultor, en la aldea Estancia de la Virgen, del municipio de San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.

VI. MATERIALES Y METODOS

6.1 LOCALIZACIÓN DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN

La investigación se llevó a cabo en la aldea Estancia de la Virgen, San Cristóbal Acasaguastlán, del departamento de El Progreso. La comunidad se encuentra ubicada en el kilómetro 99.5 carretera al atlántico; desde este punto se recorren 1.5 km de carretera asfaltada para llegar al área experimental. Esta se ubica en las coordenadas geográficas 14° 59' 53" latitud norte y 89° 51' 25" longitud oeste del meridiano de Greenwich (IGN, 1982).

6.2 ZONA DE VIDA

Según Holdridge (1975), el área se encuentra localizada en la zona de vida Monte Espinoso Subtropical, donde se definen dos estaciones del año (invierno y verano), con una temperatura media anual de 24 a 26 °C y una precipitación anual entre 500 a 800 mm, distribuidos de mayo a octubre. La vegetación natural está constituida por arbustos y plantas espinosas, entre las que se tienen las siguientes especies indicadoras: *Cactus spp*; *Guaíacum spp*; *Pereskia spp*; *Acacia farnesiana*, y *Cardia alba*.

6.3 SUELOS

Según Simmons, Tárano y Pinto (1959), los suelos del área de estudio pertenecen a la serie de suelos de los valles no diferenciados; son pocos profundos, de relieve plano a ligeramente inclinados. La textura del suelo es franco arcillosa.

6.4 MATERIAL EXPERIMENTAL

El material vegetal utilizado fue berenjena criolla, que se caracteriza por tener una baya tierna y cilíndrica de color morado. Es de las más apreciadas en el mercado nacional y

con buena adaptación para el cultivo al aire libre. Además, es muy resistente a plagas y enfermedades.

El fertilizante orgánico utilizado fue un lombricompost, obtenido a partir de la transformación y estabilización de estiércol de ganado bovino, mediante la cría masiva de la lombriz coqueta roja o californiana. Los fertilizantes químicos utilizados fueron de las fórmulas 15-15-15, 46-00-00 y Sulpomag

6.5 FACTOR ESTUDIADO

Se evaluó un solo factor, dosis de lombricompost como complemento a la fertilización química.

6.6 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos evaluados en el presente trabajo se describen en el cuadro 6.

Cuadro 6. Descripción de los tratamientos utilizados en el cultivo de berenjena

Tratamientos	Dosis de lombricompost kg/ha
1	5,000
2	10,000
3	15,000
4	20,000
5	Testigo absoluto

6.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la evaluación se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

6.8 MODELO ESTADÍSTICO

Para este diseño el modelo lineal estuvo dado por

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \begin{cases} i = 1, 2, \dots, t \\ j = 1, 2, \dots, b \end{cases}$$

Donde:

μ = efecto de la media general

τ_i = efecto del i-ésimo tratamiento de dosis de lombricompost

β_j = efecto de la j-ésima repetición

ε_{ij} = error asociado a la ij-ésima unidad experimental

6.9 UNIDAD EXPERIMENTAL

Esta fue de una longitud de 20 m², dentro de la cual las plantas estuvieron sembradas a una distancia de 0.30 m entre cada una y 0.90 m entre surcos. Cada unidad experimental constó de 74 plantas.

6.10 CROQUIS DE CAMPO

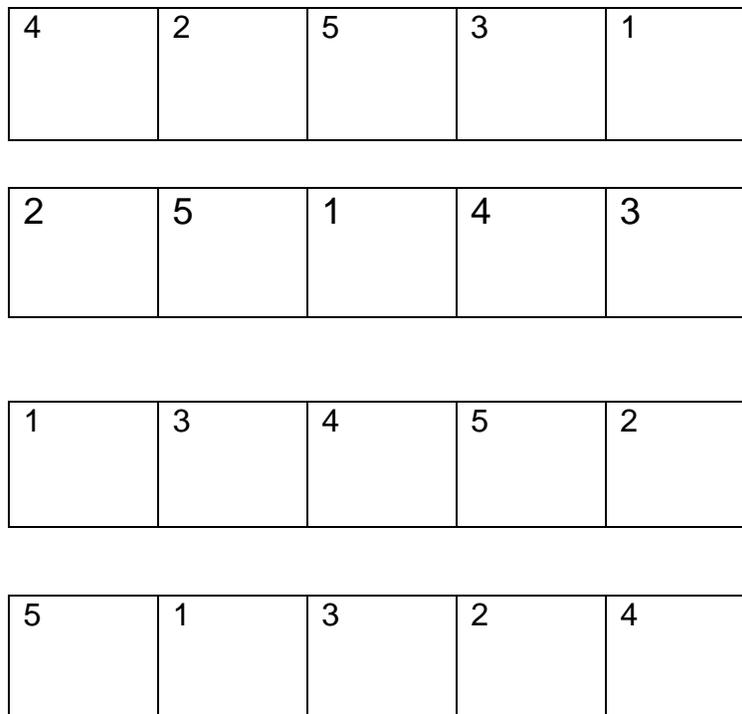


Figura 1. Croquis del diseño experimental

6.11 MANEJO DEL EXPERIMENTO

Preparación del suelo: Se hizo utilizando tracción mecánica, con un paso de arado para mullir el terreno y posteriormente se surqueó a una distancia de 0.90 m.

Trasplante: Se realizó a los 30 días. La distancia de siembra fue de 0.30 m entre plantas y 0.90 m entre surcos.

Control de malezas: Se realizó en forma manual, antes de cada fertilización (30 y 50 días después del trasplante), aporcando la planta 20 cm de alto, y con ello se formó el canal de riego en cada surco.

Tutorado: Se llevó a cabo entre los 40 a 50 días, para ello se utilizaron varas de madera, distanciadas a cada tres metros, en dirección del surco.

Fertilización: Se realizó en tres etapas, la primera 8 días antes del trasplante, la segunda se efectuó a los 30 días después del trasplante y la tercera a los 50 días después del trasplante (inicio de la cosecha).

Poda y deshije: Se realizó a los 30 días después del trasplante; eliminando todas las hojas viejas y en contacto con el suelo, como también los primeros hijos que nacieron en la base del tallo de la planta. A los 50 días después del trasplante se repitió el deshije y se eliminaron los primeros frutos de la cosecha.

Entre los 60 a 70 días después del trasplante se inició la poda de flores que formaban racimos de tres, para dejar solamente una (generalmente la del centro), la más desarrollada y colgante. Se mantuvo una poda constante de ramas y hojas viejas y enfermas, los frutos indeseables y no exportables. Se mantuvo la planta con un 60% de follaje en cada poda.

Plan Sanitario: este se llevó a cabo con base en el uso del fungicida y bactericida caldo bordelés 20WP, como medida preventiva y de control para *Fusarium oxysporum* y

Rhizoctonia solani, que son las principales enfermedades que provocan daños en el cultivo. Además, se realizó la eliminación de plantas hospederas, destrucción de plantas enfermas y frutos.

Riego: se realizó con frecuencias de 8 días, por el método de gravedad, teniéndose cuidado de no producir encharcamientos.

Cosecha: se inició a los 75 días después del trasplante, con una frecuencia de dos veces por semana, durante un periodo de 16 semanas.

Cuadro 7. Programa de fertilización utilizado en el cultivo de berenjena.

Fertilización	Días después de trasplante	Dosis/Fuente
Primera	8	135 kg/ha de la fórmula N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (15-15-15)
Segunda	30	300 kg/ha de 46-00-00
Tercera	Al iniciar cosecha	135 kg/ha de la fórmula N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (15-15-15), mezclados con 25 kg de Sulpomag
Durante todo el periodo de cosecha	Toda la cosecha	Cada 15 días durante la cosecha realizar aplicaciones de 350 kg/ha de la fórmula N-P ₂ O ₅ -K ₂ O(15-15-15)
	10	Iniciar un programa de fertilización foliar cada 8 a 10 días

6.11.1 Variables respuesta

Rendimiento de fruto (kg/ha): Se cosecharon las bayas de cada tratamiento en forma manual, seguidamente se pesaron en una balanza y se hizo una relación con el área del tratamiento, para su conversión a hectárea.

Calidad de las bayas: Consistió en la clasificación de las bayas por su peso, los cuales fueron: primera, las bayas de mayor peso (400-500 g), segunda, para el caso de las bayas de peso mediano (300-400 g) y tercera, en el caso de las bayas menos pesadas (menores a 300 g). Se pesaron según su clasificación y los resultados se extrapolaron a rendimiento por hectárea.

6.12 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.12.1 Análisis estadístico

Con los datos obtenidos para cada variable se realizaron análisis de varianza. Cuando los resultados indicaron diferencias estadísticas significativas, se procedió a realizar las respectivas pruebas de medias.

6.12.2 Análisis económico

Para el análisis económico de la producción de berenjena en cada tratamiento, se hizo uso de la metodología de presupuestos parciales.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 RENDIMIENTO DE FRUTOS DE BERENJENA DE PRIMERA CALIDAD (KG/HA)

El análisis de varianza para la variable rendimiento de fruto de berenjena de primera calidad se muestra en el cuadro 8.

Cuadro 8. Análisis de varianza para el rendimiento de bayas de berenjena de primera calidad (kg/ha), con diferentes niveles de lombricompost. El Progreso 2010.

F. de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F ₀₅	F ₀₁	Significancia
Bloques	4	123915375	30978843.8	1.149	5.91	14.37	
Lombricompost	3	20684079500	6894693166.7	255.741	8.74	27.05	**
Error	12	323516500	26959708.3				
Total	19	21131511375	1112184809.2				
%C.V.	7.81						

Los resultados indican que existieron diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos de lombricompost, por lo que se procedió a realizar la respectiva prueba de medias Tukey (cuadro 9).

Cuadro 9. Prueba de tukey para el rendimiento de frutos de berenjena de primera calidad (kg/ha), manejada con cinco niveles de lombricompost. El Progreso, 2010.

Dosis kg/ha	Rendimiento (kg/ha)	Agrupación por prueba de Tukey
20,000	113,625	A
15,000	88,187	B
10,000	64,650	C
5,000	44,025	D
sin aplicación	22,100	E

Los resultados indican que existió una relación directa entre los niveles de

lombricompost aplicados y el rendimiento de frutos de primera calidad, es decir, conforme se fue incrementando la cantidad de abono, el rendimiento fue mayor. La producción obtenida con cada nivel de abono aplicado constituyó un grupo estadístico diferente. De lo anterior se infiere que para las condiciones de clima y suelo en que se condujo la investigación, hubo respuesta positiva de la berenjena a la aplicación de lombricompost. En la figura 2 se muestra la dinámica del rendimiento de berenjena, con relación a los niveles de lombricompost aplicados al cultivo.

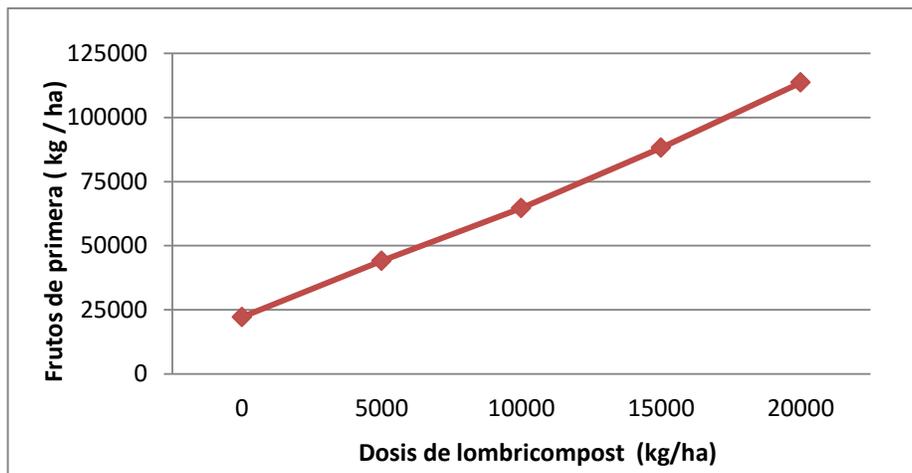


Figura 2. Relación kg/ha de frutos de primera y niveles de lombricompost en el cultivo de berenjena a campo abierto, El Progreso 2010.

Se visualiza que hasta el nivel mayor evaluado (20 toneladas/ha), la berenjena responde positivamente en cuanto a la producción de frutos de primera calidad, lo cual se atribuye al mayor aporte de nutrientes y a la mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas en el suelo.

7.2 RENDIMIENTO DE FRUTOS DE BERENJENA DE SEGUNDA CALIDAD (KG/HA)

En el cuadro 10 se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable rendimiento (kg/ha) de frutos de segunda.

Cuadro 10. Análisis de varianza para el rendimiento de frutos de berenjena de segunda (kg/ha), con diferentes niveles de lombricompost, El Progreso 2010.

F. de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F ₀₅	F ₀₁	Significancia
Bloques	4	34638750	8659687.5	0.686	5.91	14.37	
Lombricompost	3	351759687.5	117253229.2	9.282	8.74	27.05	**
Error	12	151587812.5	12632317.7				
Total	19	537986250	28315065.8				
%C.V.	6.70						

En la figura 3 se pudo observar la tendencia de los tratamientos, determinando que en los tratamientos de 10,000 y 15,000 kg/ha de lombricompost, obtuvieron 56,568 y 52,912 kg de frutos de segunda/ha respectivamente. La aplicación de 5,000 kg mostró mayor cantidad de frutos de tamaño mediano. En el caso del tratamiento con 20000 kg/ha de lombricompost, las plantas mostraron mayor cantidad de frutos de primera, pero cuantificó menor cantidad de frutos de tamaño mediano, lo cual pudo deberse a un mayor grado de competencia de los frutos grandes, lo que representó menor formación de frutos medianos.

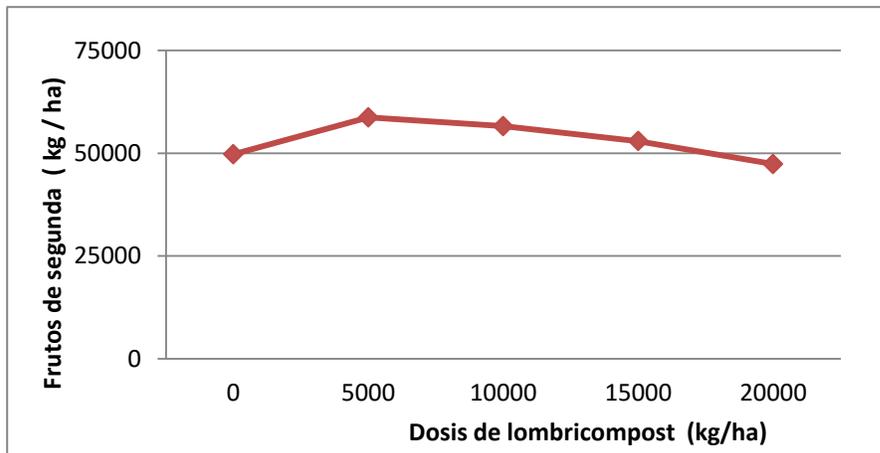


Figura 3. Relación kg/ha de frutos de segunda y niveles de lombricompost en el cultivo de berenjena a campo abierto, El Progreso 2010.

El análisis de varianza del cuadro 10 mostró que existieron diferencias significativas, observando en la figura 3, que el nivel de 5,000 kg/ha de lombricompost cuantificó un

promedio de 58,700 kg/ha, siendo el tratamiento con mayor rendimiento para frutos de segunda, en comparación con los demás niveles.

Cuadro 11. Prueba de tukey el rendimiento de frutos de segunda (kg/ha) en el cultivo de berenjena con cinco niveles de lombricompost a campo abierto, El Progreso 2010.

Dosis kg/ha	kg/ha de frutos de segunda	Agrupación por prueba de Tukey
5,000	58,700	A
10,000	56,568	AB
15,000	52,912	B
Sin aplicación	49,725	C
20,000	47,343	D

7.3 RENDIMIENTO DE FRUTOS DE BERENJENA DE TERCERA CALIDAD (KG/HA)

Los resultados del análisis de varianza para frutos de tercera calidad (kg/ha), se muestran en el cuadro 12.

Cuadro 12. Análisis de varianza para el rendimiento de frutos de berenjena de tercera (kg/ha), con diferentes niveles de lombricompost, El Progreso 2010.

F. de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F ₀₅	F ₀₁	Significancia
Bloques	4	14882625	3720656.3	0.584	5.91	14.37	
Lombricompost	3	559791687.5	186597229.2	29.307	8.74	27.05	**
Error	12	76403312.5	6366942.7				
Total	19	651077625	34267243.4				
%C.V.	6.75						

El análisis de varianza mostró que existieron diferencias significativas, observando en la figura 4, que el nivel de 5,000 kg/ha cuantificó un promedio de 44,025 kg/ha, siendo el tratamiento con mayor rendimiento para frutos de tercera calidad. Los tratamientos de 10,000 y 15,000 kg/ha obtuvieron 40,406 y 35,275 kg de frutos de tercera/ha

respectivamente. La aplicación de 5,000 kg/ha mostró un rendimiento relativo de 12 y 36% más en kg de frutos con relación al tratamiento sin aplicación y el nivel de 20,000 kg respectivamente. Los niveles de 15,000 kg y 20,000 kg/ha mostraron frutos de mayor tamaño, debido a poseer mayor aporte de nutrientes.

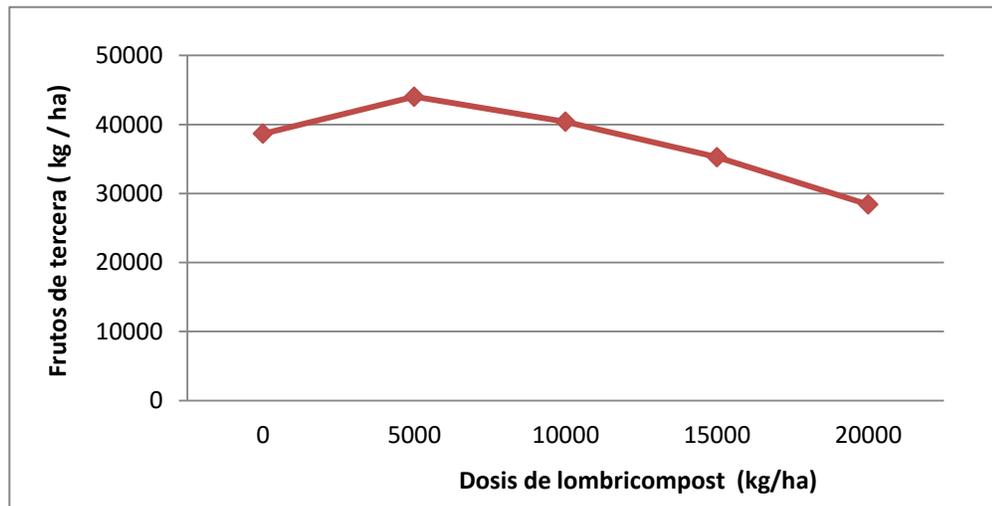


Figura 4. Relación kg/ha de frutos de tercera y niveles de lombricompost en el cultivo de berenjena a campo abierto, El Progreso 2010.

Cuadro 13. Prueba de tukey para rendimiento de frutos de berenjena de tercera (kg/ha), manejada con cinco niveles de lombricompost. El Progreso 2010.

Lombricompost (kg/ha)	Frutos de tercera (kg/ha)	Agrupación por prueba de Tukey
5,000	44,025	A
10,000	40,406	B
Sin aplicación	38,675	C
15,000	35,275	D
20,000	28,406	E

7.4 RENDIMIENTO TOTAL DE FRUTO DE BERENJENA (KG/HA)

Un análisis de varianza para el rendimiento total de frutos de berenjena se muestra en

el cuadro 14.

Cuadro 14. Análisis de varianza para el rendimiento total de frutos de berenjena (kg/ha), con diferentes niveles de lombricompost, en el valle del Motagua, El Progreso 2010.

F. de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F ₀₅	F ₀₁	Significancia
Bloques	4	424237500	106059375.0	0.919	5.91	14.37	
Lombricompost	3	14848825000	4949608333.3	42.882	8.74	27.05	**
Error	12	1385075000	115422916.7				
Total	19	16658137500	876744078.9				
%C.V.	6.85						

Los resultados mostraron que existieron diferencias altamente significativas entre los niveles de lombricompost evaluados. En la figura 4 se observa que el nivel de 20,000 kg/ha cuantificó un producción promedio de 189,375 kg/ha, siendo el tratamiento con mayor rendimiento.

En los tratamientos de 15,000 y 10,000 kg de lombricompost/ha se obtuvieron 176,375 y 161,625 kg/ha de frutos respectivamente. La aplicación de 20,000 y 15,000 kg/ha, mostraron un rendimiento relativo de 71 y 60% con relación al tratamiento sin aplicación, en el cual se obtuvo un rendimiento de 110,500 kg/ha. En los niveles de 15,000 y 20,000 kg/ha de lombricompost se obtuvo mayor rendimiento en frutos de mayor tamaño, debido probablemente al mayor aporte de nutrientes. En el caso de los niveles de 10,000 y 5,000 kg/ha de lombricompost y sin aplicación, el rendimiento fue menor, identificando su producción con frutos de tamaño mediano y pequeño, lo cual pudo deberse a un menor grado de competencia por los frutos grandes.

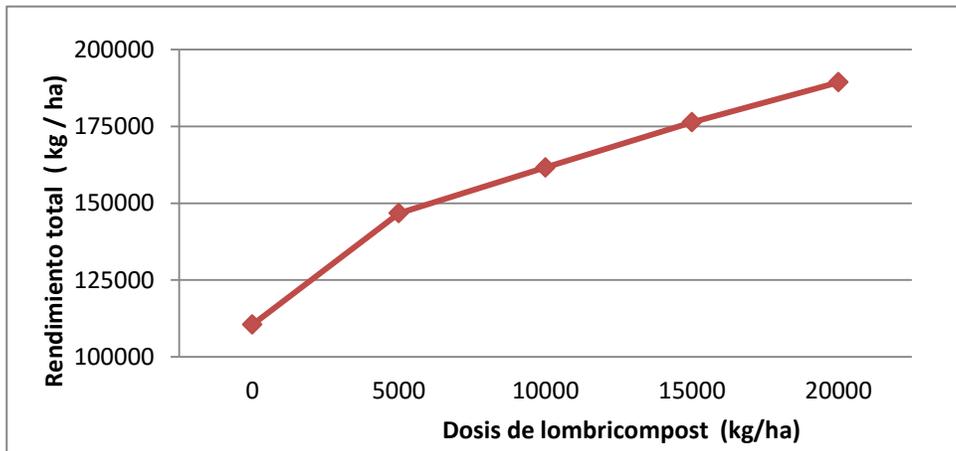


Figura 5. Rendimiento total de frutos (kg/ha) y niveles de lombricompost evaluados en el cultivo de berenjena a campo abierto, El Progreso 2010.

Cuadro 15. Prueba de tukey para el rendimiento total de frutos (kg/ha) de berenjena, manejada con cinco niveles de lombricompost. El Progreso, 2010.

Lombricomost (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Agrupación por prueba de Tukey
20,000	189,375	A
15,000	176,375	AB
10,000	161,625	B
5,000	146,750	C
sin aplicación	110,500	D

VIII. ANÁLISIS ECONÓMICO

Para identificar al tratamiento con mayor beneficio económico, se calcularon los costos variables de cada una de las actividades del manejo agronómico y los ingresos netos de cada tratamiento. Se analizaron mediante el análisis del presupuesto parcial con el cálculo de la tasa de retorno marginal de la siguiente manera:

Cuadro 16. Análisis de presupuesto parcial por tratamiento.

Lombricompost	Ingreso Neto (Q.)	Costo variable (Q.)	Análisis de dominancia
20,000	195,607.84	26,953.53	ND
15,000	186,211.19	21,072.04	ND
10,000	174,801.74	15,146.68	ND
5,000	163,242.97	9,223.73	ND
Sin aplicación	127,093.76	2,770.44	ND

Cuadro 17. Análisis de dominancia de los costos variables por tratamiento.

Lombricompost kg/ha	Ingreso bruto (Q.)	Costo variable (Q.)	Ingreso neto (Q.)	Porcentajes sobre Testigo
5,000	172,466.7	9,223.73	163,242.97	28.44%
10,000	189,948.42	15,146.68	174,801.74	37.535
15,000	207,283.23	21,072.04	186,211.19	46.51%
20,000	222,561.37	26,953.53	195,607.84	53.9%
Sin aplicación	129,864.19	2,770.44	127,093.76	

Cuadro 18. Análisis de la tasa de retorno marginal.

Dosis de lombricompost	Δ Ingreso bruto (Q.)	Δ Costo variable (Q.)	TRM (Q.)
20,000	9,396.65	5,881.49	1.60
15,000	11,409.45	5,925.36	1.93
10,000	11,558.78	5,922.94	1.95
5,000	3,6149.21	6,453.30	5.60

Los tratamientos no dominados del cuadro 18, se determinaron iniciando con el tratamiento de menor costo y siguiendo con el próximo. El cálculo de tasa de retorno marginal se hizo con la diferencia entre los beneficios netos y los costos variables de los tratamientos no dominados y posteriormente fueron divididos entre sí. El análisis mostró que el nivel de 20000 kg/ha cuantificó mayor beneficio económico, con una tasa de retorno marginal de 5.60, lo que significó la obtención de 5.60% más de beneficio generado por cada quetzal adicional que se invirtió en la aplicación del nivel de lombricompost, en comparación con el tratamiento anterior.

IX. CONCLUSIONES

El cultivo de berenjena respondió positivamente a la aplicación de lombricompost. El rendimiento de fruto estuvo directamente relacionado con el nivel de lombricompost aplicado. La mayor producción (189,375 kg/ha) de frutos se obtuvo al aplicar 20,000 kg de lombricompost/ha.

Se observó en el nivel de 20,000 kg/ha de lombricompost mayor rendimiento, debido a que obtuvo 189,375 kg/ha de berenjena, lo que representó 71.38% más de producción en comparación con el tratamiento sin aplicación.

Con relación a la calidad de la producción, se identificaron bayas de mayor peso en los niveles de 20,000 y 15,000 kg/ha de lombricompost, en donde se obtuvieron bayas de primera calidad en función de su peso, con un peso promedio de 1.5 kilos. Con base a la producción, el 60% de la cosecha fue clasificada como bayas de primera, utilizando 20,000 kg/ha, superando al tratamiento sin aplicación, con un 20% de su producción como bayas de primera.

La aplicación de lombricompost al suelo contribuyó satisfactoriamente como complemento a la fertilización, dado a que el cultivo obtuvo mejor rendimiento en comparación con el tratamiento sin aplicación. Por lo que se consideró que las propiedades del sustrato promovió al mejoramiento de las características físicas y químicas del suelo para su uso en la producción agrícolas del cultivo de berenjena.

Con la aplicación de los niveles de 20,000 y 15,000 kg/ha, los costos variables de lombricompost y mano de obra utilizada en cosecha, fueron más elevados en comparación con el testigo, pero debido a su mayor rendimiento se obtuvo un mayor ingreso, lo que se reflejó con un incremento del 53.90% en comparación con el tratamiento sin incorporación de materia orgánica.

X. RECOMENDACIONES

Para condiciones similares de suelo y clima a las prevalecientes durante la presente investigación, se recomienda la aplicación de 20 toneladas de lombricompost por hectárea, como complemento a la fertilización química en el cultivo de berenjena.

Dada la respuesta positiva que se observó en la berenjena a la aplicación de lombricompost, se recomienda la aplicación del nivel de 5,000 kg/ha, esto analizando la tasa de retorno marginal demostró mayor beneficio económico.

Se recomendaría realizar un monitoreo del suelo luego de la aplicación de los niveles de fertilización para determinar cantidades exactas de nutrientes en el mismo y así manejar una fertilización adecuada para el cultivo

XI. BIBLIOGRAFÍA

Aguilera. (2002). Climas y suelos para la berenjena. Temperaturas críticas para la berenjena produciendo los mayores incrementos de cosecha www.infoagro.com/hortalizas/berenjena3.asp

Artigas G., J. (1986). La Alimentación Biológica. Plaza & Janés. Barcelona, España. 62 p.

CATIE. (1990). Cómo funciona el lombricompost, Abonos orgánicos para la producción sostenible. Proyecto Regional MIP. Turrialba, Costa Rica. 138 pp.

Ferruzzi, C. (1987). Manual de Lombricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 42 p.

Fuentes, J. L. (1985). La crianza de la lombriz roja. Servicio de Extensión Agraria, Madrid, España. 45 p.

Holdridge, L. R. (1975). Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala. 42 p.

Huerto Vivo. (2004). Lombricompost o lombricia. www.ecoaldea.com/HuertoVivo/compost.htm-23k.

I.G.N., Guatemala. (1982). Hoja cartográfica San Agustín Acasaguastlán. Escala 1:50,000. Instituto Geográfico Nacional. Guatemala. 1 p.

INFOAGRO, (2009). www.infoagro.com/hortalizas/berenjena3.asp

Magnano, J. C. y Gómez, O. (1996). Curso de Lombricultura. Vitafertil. Buenos Aires, Argentina. 130 p.

Mortensen, E.; Bullard, E. (1971). Horticultura tropical y Subtropical. Centro Regional de Ayuda Técnica. México. 273 pp.

OIRSA-VIFINEX. (1999). Manual Técnico de Buenas Prácticas de Cultivo en Berenjena. Honduras. 20 pp.

Simmons, Ch.; Tárano T., J. M.; y, Pinto Z., J. H. (1959). Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. Pedro Tirado S. Guatemala. Ed. José Pineda Ibarra. 1000 p.

Valenzuela, G. (1990). Horticultura tropical. México. 155 pp.

XI. ANEXOS



Figura 1. Plantación de berenjena.



Figura 2. Inicio de corte.



Figura 3. Embasado de la baya de berenjena

