



CRIA Norte
Cadena de Chile cahabonero
Densidades de siembra y tres tipos de fertilización orgánica al suelo en el cultivo de chile cahabonero (*Capsicum annuum* L.) en el municipio de Cahabón, Alta Verapaz



Investigador Principal: Ing. Agr. Sandra Sorel Cruz Riveiro
Investigador Auxiliar: T.U. Luis Felipe Cucul Caal

Guatemala, noviembre de 2018

“Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de ésta publicación es responsabilidad de su(s) autor(es) y de la institución(es) a las que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan”.

Densidades de siembra y tres tipos de fertilización orgánica al suelo en el cultivo de chile cahabonero en el municipio de Cahabón, Alta Verapaz

RESUMEN

El cultivo de chile cahabonero *Capsicum annuum* L., ha tenido mayor impacto en la región en los últimos años, sin embargo, aún eran muy pocos esfuerzos para mejorar la productividad, por lo que se ejecutó el proyecto “densidades de siembra y tres tipos de fertilización orgánica al suelo en el cultivo de chile cahabonero”, que se estableció en el caserío San José Cucar, del municipio de Cahabón, Alta Verapaz. Se estableció cada unidad experimental con nueve tratamientos distribuidos en un diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas y cuatro repeticiones. Los abonos orgánicos evaluados fueron: gallinaza semidescompuesta, bocashi y lombricompost; y densidades de siembra de 18 581 plantas/ha, 22 222 plantas/ha, 27 777 plantas/ha, respectivamente. Se realizó un manejo fitosanitario con el uso de productos orgánicos preventivos y así disminuir el daño generado por plagas y enfermedades en el cultivo.

Los tratamiento más relevantes fueron: abono lombricompost con densidad de siembra de 22 222 plantas/ha al presentar el mejor rendimiento con 5 250,77 kg/ha y una rentabilidad (beneficio/costo) de 1,96. De igual forma el tratamiento de lombricompost con densidad de siembra de 18 581 plantas/ha tuvo un rendimiento de 4 640,51 kg/ha, con un costo beneficio de 1,83; y el tercer mejor tratamiento con abono bocashi y densidad de siembra de 22 222 plantas/ha presentó un rendimiento en peso seco de 4 756,37 kg/ha y una rentabilidad de 1,72. El tratamiento de gallinaza semidescompuesta con densidad de siembra de 18 581 plantas/ha fue la que obtuvo el menor rendimiento en peso seco con 1 886,77 kg/ha, con un beneficio costo de 0,75.

En todos los procesos de la investigación se involucraron actores locales y se capacitaron en la producción de abonos orgánicos y aplicación de técnicas para la mejora de la producción del chile cahabonero. Se recomienda seguir implementando el uso de productos orgánicos para garantizar el bienestar y seguridad alimentaria de los productores del municipio y los consumidores.

PALABRAS CLAVE: Densidades, siembra, fertilización, orgánica, *Capsicum annuum*, cahabonero, Cahabón.

ABSTRACT

Planting densities and three types of organic matter to the soil fertilization in the cultivation of chile cahabonero (*Capsicum annuum* L.) in the municipality of Cahabón, Alta Verapaz

In recent years, the cultivation of chile cahabonero (*Capsicum annuum* L.), has had the greatest impact in the region, however have not yet made efforts to improve productivity, so the project "planting densities and three types of organic matter to the soil fertilization in the cultivation of chile cahabonero" was carried out, which was established in the hamlet of San Jose Cucar, municipality of Cahabón, Alta Verapaz. Each experimental unit was established and nine treatments arranged in an experimental design of blocks used at random with split plots and four replications. The organic fertilizers evaluated were: poultry manure bocashi and vermicompost; and planting densities of 18 581 plants/ha, 22 222 plants/ha, 27 777 plants/ha, respectively. There was a plant health management with preventive organic products, and reduce the damage caused by pests and diseases in the crop.

The most relevant treatments were: vermicompost with a planting density of 22 222 plants/ha wich showed the best performance with 5 250.77 kg/ha and a profitabillity (profit/cost) of 1.96. In the same way, the treatment of vermicompost with planting density of 18 581 plants/ha had a profitabillity of 4 640.51 kg/ha, with a cost benefit of 1.83, and the third best treatment was with bocashi and a planting density of 22 222 plants/ha, a performance in dry weight of 4 756.37 kg/ha and profitability of 1.72. The treatment of decayed poultry manure with a planting density of 18 581 plants/ha was the one that obtained the lowest performance in dry weight with 1 886.77 kg/ha, with a benefit cost of 0.75.

In all research processes, local farmers were involved and formed in the production of organic fertilizers and application of techniques to improve the production of chile cahabonero. It is recommended to continue implementing the use of organic products to ensure the welfare and food security of producers of the municipality and of consumers.

KEY WORDS: Densities, planting, fertilizing, organic, *Capsicum annuum*, cahabonero, Cahabón.

1. INTRODUCCIÓN

En Guatemala el chile cahabonero (*Capsicum annum L.*), ha llegado a tener gran popularidad por su inigualable exquisito sabor picante que es utilizado en el mundo de la gastronomía guatemalteca, ya que es uno de los principales ingredientes que se utiliza en algunas comidas típicas del país.

Su producción se origina de los municipios de Lanquín, Santa María Cahabón y Senahú, y se ha expandido a la región norte, como San Pedro Carchá y los municipios de la zona del Polochic, donde los agricultores lo han cultivado de forma tradicional durante años, este cultivo ha sido una de sus principales fuentes de ingresos económicos, así como los cultivos de cacao, cardamomo, pimienta gorda y clavo de olor entre otros.

Actualmente los agricultores no aplican ningún tipo de fertilizante al suelo y a la planta, por ello surge la necesidad de evaluar distintos tipos y dosis de fertilización orgánica, y las diferentes densidades de siembra que puedan repercutir en tamaño, vigor, floración y fructificación de las plantas; además de contribuir a eliminar el impacto negativo que la agricultura provoca al medio ambiente, en la salud de los trabajadores y consumidores.

Es importante llevar programas tecnológicos en cuanto al manejo agronómico del cultivo para incrementar los rendimientos en la producción del chile cahabonero. En la actualidad el rendimiento del cultivo es de 1,302 Kg/ha. Se sugieren evaluar los distanciamientos de siembra de 0.4m, 0.5m, 0.6m entre plantas x 0.9 m entre surcos.

La implementación de programas de fertilización orgánica al suelo y un adecuado control fitosanitario ayudaron sobre manera en la producción de frutos y aumento del rendimiento del cultivo; de esta manera se asegura la competitividad de alimentos en los mercados locales, regionales y nacionales, considerando especialmente los parámetros de cantidad y calidad. Los fertilizantes orgánicos a que se utilizaron fueron Abono tipo bocashi en dosis de dos libras por planta, lombricompost a dosis de una libra por planta y gallinaza compostada a dosis de 1.55 libras por metro cuadrado.

De las densidades manejadas dentro de la unidad experimental la de 0.40 metros por 0.90 metros de distancia fue la que mejor resultados dio debido a que el mayor número de plantas por unidad experimental se tradujo a mayor cantidad de frutos cosechados.

2. MARCO TEÓRICO

El género *Capsicum* comprende especies originarias del Nuevo Mundo, no existe un diagnóstico definitivo con respecto al género, éste conforma el grupo de plantas semi-arbustivas perennes, consideradas de cultivo anual. Alcanzan una altura de entre 0.3 y 1.5 metros, lo cual varía de acuerdo al material genético, a las condiciones edafoclimáticas y nutrición de la planta.

La inflorescencia de la misma se conforma de flores hermafroditas, pentabuladas con cinco anteras soldadas y un estigma. Respecto a la longitud del estilo, ésta varía de acuerdo al material

cultivado (especie y variedad). En el caso de materiales silvestres, el estilo es más largo que los estambres, longistilas; mientras que, en las domesticadas, es usualmente más corto, brevistilas.

Según Zevada¹, el tallo es erecto, herbáceo, leñoso en la base, estriado, muy ramificado y por lo regular lampiño de color verde oscuro. Las hojas son pecioladas, alternas, lisas y brillantes de hasta 15 cm. de largo, alargados en unas especies y anchas, ovaladas en otras.

2.1.Densidad de siembra en Capsicum spp.

Las diferentes estrategias de manejo que puede tener un cultivo; pueden tener efectos distintos en el desarrollo de las plantas, en algunos casos estas pueden ser influenciadas por cambios en factores como distanciamiento de siembra (Viloria et al., 1998)², por otra parte de acuerdo con investigaciones realizadas por el Instituto Sinchi, según lo indicado por Mendez et al, (2003) la alta densidad de siembra incide de forma directa en el aborto floral de las plantas de Capsicum, generando una alta competencia por los nutrientes y luz entre las planta y por fotoasimiliados por parte de los frutos.³

2.2.Sistemas de siembra

El cultivo de chile se puede sembrar bajo dos métodos de siembra; surco sencillo y surco doble; en cuando al método de surco sencillo, el distanciamiento entre surcos y plantas, es seleccionado en base al hábito de crecimiento de las mismas; para las plantas de crecimiento determinado compacto se recomienda un distanciamiento de 0.20 m a 0.30 m entre plantas y 0.75 m a 0.90 m entre surcos; mientras que para las variedades de crecimiento grande el distanciamiento entre plantas recomendado es de 0.30 m entre plantas y 1.50 m entre surcos; para las variedades de crecimiento indeterminado se recomienda un distanciamiento de 0.35 m a 0.45 m entre plantas y 1.50 entre surcos.⁴

2.3.Fertilización:

Según estudios realizados por CATIE, (1990) afirman que los elementos nutricionales críticos para el cultivo de chile, en el área de Centroamericana son: Fósforo (P), Calcio (Ca),

¹ Zevada, Karla. *Aplicación de Nitrógeno y magnesio para estimular el contenido de clorofila y los parámetros de crecimiento en chile jalapeño (Capsicum annum), bajo condiciones de invernadero*. Tesis de Ingeniero Biotecnólogo. (México: Instituto Tecnológico de Sonora, 2005), pág. 7.

² Castellanos, Camila., Barrera Jaime., et al. *Efecto de la densidad de plantación sobre crecimiento, producción y calidad en cinco accesiones de aji (Capsicum spp.) cultivadas en la Amazonia occidental colombiana*. Revista colombiana de ciencias hortícolas. 3-2009

³ *Ibid.*

⁴ Tecnología de producción de Chile Habanero. 2007. <http://eddie-chilehabanero.blogspot.com/2007/08/tecnologia-de-produccion-del-chile.html>. (14 de octubre de 2017)

⁷Shintani, M.2000.Bocashi:Abono orgánico fermentdo.Revista El Agro.Quito,EcuadorP-20

Magnesio (Mg), Zinc (Zn). Boro (B) y Nitrógeno (N). Pese a que todos los elementos son necesarios e indispensables, el Fósforo y el Nitrógeno son los elementos con los cuales hay mayor respuesta del cultivo.⁵

En base a la investigación realizada por Miranda en 1994, en la siguiente tabla se muestra la cantidad de nutrientes que requiere el chile jalapeño.⁶

Cuadro 1. Requerimientos de nutrientes en el cultivo de chile jalapeño

Nutrientes	kg/ha
N	139
P	17
K	194
Ca	83
Mg	33
S	14

Según Restrepo (2001) el uso de fertilizantes orgánicos favorece las condiciones físicas y químicas del suelo, las ciencias agropecuarias, a lo largo de los años han acumulado una gran cantidad de conocimientos acerca de los beneficios potenciales y reales que la agricultura orgánica ofrece.

2.4. Abono tipo Bocashi:

El Bocashi es un término japonés que significa materia orgánica fermentada, este abono ha sido experimentado por muchos agricultores de Colombia y Latinoamérica, en cada lugar varía la forma de preparar y los ingredientes a usarse, resultado de la prueba, error y conocimiento tradicional de las personas que lo han elaborado. El bocashi, aunque tiene una preparación similar al compost, tiene una ventaja adicional ya que además de nutrientes también proporciona al suelo los microorganismos que de forma natural se encuentran en el suelo y son los que permiten al suelo regenerarse y crean un ambiente simbiótico con las plantas (Ávila y Olvera 2006).

Es un abono que proporciona diferentes nutrientes como por ejemplo nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y sílice; además, aporta microorganismos que benefician los suelos transformando la materia orgánica del suelo en nutrientes para la planta.⁷

El Bocashi tiene otras propiedades como:

- Estimula el crecimiento de las raíces.
- Mejora las defensas de las plantas, reduciendo la acción de microorganismos dañinos.

⁵ Tecnología de producción de Chile Habanero. 2007. <http://eddie-chilehabanero.blogspot.com/2007/08/tecnologia-de-produccion-del-chile.html>. (14 de octubre de 2017)

⁶ Azofeifa, Alvaro y Marco Moreira. *Absorción y distribución de nutrimentos en plantas de chile jalapeño (Capsicum annuum L. CV. HOT)*, en Alajuela, Costa Rica. 2008. <http://www.redalyc.org/html/436/43632104/>. (16 de octubre de 2017)

- Mejora la composición del suelo, facilitando el paso del aire y del agua. Estos beneficios no son inmediatos se observan a largo plazo, mejorando sustancialmente el crecimiento y desarrollo de la planta.

La utilización de Bocashi presenta ventajas, tales como:

- No produce gases tóxicos, ni malos olores.
- Se prepara la cantidad necesaria.
- No se necesita grandes espacios para conservarla.
- Se elabora rápidamente. Todo el proceso puede tardar hasta 21 días.
- Se utiliza inmediatamente después de prepararlo.
- Es un abono económico.

2.4.1. Análisis Químico

Cuadro 2. Contenidos de nutrientes en el abono bocashi

Elementos	Cantidad
Nitrogeno %	0.96
Fósforo %	0.58
Potasio %	0.51
Calcio %	2.26
Magnesio%	0.20
Hierro (mg/l)	4260
Mangnesio (Mg/l)	495
Zinc (mg/l)	78
Cobre (mg/l)	33
Boro (mg/l)	8
mg/l = ppm (partes por millón)	

Fuente (Rodríguez y Paniagua, 1994)

2.5. Lombricompost

El lombricompost es una maravilla natural ya que es el producto de las excretas de las lombrices llamadas rojas californianas (*Eisenia Foetida*). El humus de la lombriz coqueta roja californiana es el producto resultante del proceso digestivo que realiza este organismo anélido a la materia orgánica que se le proporciona para su alimentación, donde interviene además la micro flora presente en el medio.

La calidad del humus obtenido bajo la acción de estas lombrices se debe a que en su intestino ocurren procesos de fraccionamiento, desdoblamiento, síntesis, desinfección, enriquecimiento enzimático y microbial, lo cual tiene como resultado un aumento significativo en la degradación

y mineralización (proceso responsable del estado o en que se encuentran los elementos asimilados por las plantas) temprana del desecho orgánico, obteniendo un producto de alta calidad química, física y biológica, esta rápida transformación hace que los niveles de pérdida de nutrientes sean mínimos con relación a los sistemas tradicionales de compostaje.

Unas de las ventajas que proporciona el lombricompost son:

- Incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y azufre.
- Incrementa la eficiencia de la fertilización, particularmente nitrógeno.
- Estabiliza la reacción del suelo debido a su alto poder de tampón.
- Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción.
- Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.
- Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos y ligando los sueltos y arenosos.
- Mejora la porosidad y, por consiguiente, la permeabilidad y ventilación.
- Reduce la erosión del terreno.
- Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- Confiere un color oscuro en el suelo ayudando a la retención de energía calorífica
- 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.

2.5.1. Análisis Químico

Estos valores son típicos, y pueden variar mucho en función del material empleado para hacer el lombricompost por otra parte, al tratarse de un producto natural no tiene una composición química constante.

Cuadro 3. Composición del abono Lombricompost

Materia orgánica	65 - 70 %	pH	6,8 - 7,2
Humedad	40 - 45 %	Carbono orgánico	14 - 30%
Nitrógeno, como N ₂	1,5 - 2 %	Calcio	2 - 8%
Fósforo como P ₂ O ₅	2 - 2,5 %	Potasio como K ₂ O	1 - 1,5 %
Relación C/N	10 - 11	Ácidos húmicos	3,4 - 4 %
Flora bacteriana	2 x 10 ⁶ colonias/gr	Magnesio	1 - 2,5%
Sodio	0,02%	Cobre	0,05%

Fuente (Rodríguez y Paniagua, 1994)

2.6. Gallinaza Compostada

Las gallinazas sin tratamiento, aplicadas a los cultivos, causan problemas sanitarios, fitosanitarios y ambientales. Es necesario procesar la gallinaza para que se eliminen patógenos

a las mismas aves y al ser humano y adicionalmente se proteja el suelo de una sobrecarga de nitrógeno en forma de nitritos y nitratos, que es lo que ocurre cuando se aplica gallinaza cruda.

El compostaje es un proceso en el cual se facilita la descomposición de materia orgánica en este caso gallinaza facilitando la proliferación de microorganismos benéficos, que, en condiciones adecuadas de temperatura y humedad, descomponen el material convirtiéndolo en un abono para los cultivos.

Se mezcla la gallinaza con pasto de corte o cualquier material vegetal picado y agua en proporción de tres partes de gallinaza, una de pasto y una de agua. También se puede mezclar con viruta o aserrín que es un material muy común en explotaciones avícolas, solo que en esa mezcla se agrega más agua.

Dependiendo de la zona, el compost se puede usar después de dos a tres meses, pero se le puede ayudar aplicándole microorganismos comprados en la tienda agropecuaria que aceleran el proceso de descomposición.

Cuando ya está listo, su aspecto es como de tierra oscura con un olor agradable, limpio, suave al tacto, sin olores a pudrición o fermentación y su uso trae múltiples beneficios al suelo y a los cultivos. La dosis de aplicación recomendada es de 700 gr por m.²

Cuadro 4. Aporte de nutrientes de las excretas de las aves

PARÁMETRO	GALLINZA FRESCA	GALLINAZA VOLTEADA	GALLINAZA SECA
Materia seca (%)	25	72	38
Materia orgánica (%)	18	37	23
Nitrógeno total (%)	1,4	1,5	1,0
Nitrógeno amoniacal (%)	0,7	0,31	0,29
Otros tipos de Nitrógenos (%)	0,65	1,16	0,73
Fósforo (%P)	0,49	1,10	1,34
Potasio (%K)	1,49	1,74	1,58
Calcio (%)	1,7	7,7	4,84
Magnesio (%)	0,3	0,6	0,5
Sodio (mg/kg)	2102,0	1646,7	1588,7
Cobre (mg/kg)	14,2	32,1	30,8
Zinc (mg/kg)	254,7	266,8	293,8

Fuente: (Rodríguez y Paniagua 1994)

3. OBJETIVOS

- 3.1** Contribuir a la generación y transferencia de tecnología de producción de chile cahabonero a través de la implementación del proyecto.
- 3.2** Determinar la densidad de siembra que favorece el desarrollo y consecuente rendimiento en el cultivo de chile cahabonero.
- 3.3** Identificar el tipo de fertilización orgánica al suelo que favorecerá el desarrollo y consecuente rendimiento del cultivo de chile cahabonero.
- 3.4** Establecer los costos de producción del cultivo de chile cahabonero, con base a la densidad de siembra y tipo de fertilización.

4. HIPÓTESIS

La densidad de 22,222 plantas por hectárea favorecerá el desarrollo del cultivo al optimizar el espacio físico, con lo que se logra reducir los efectos de competencia intra específica por aire, luz y nutrientes; a la vez que permite establecer una adecuada población que asegure el rendimiento.

La fertilización con lombricompost obtendrá mejores resultados en cuanto a la fertilización del suelo ya que los exudados de las lombrices proporcionan mejores condiciones al suelo.

4.1. Hipótesis estadística

Al menos una de las densidades de siembra mostrará diferencias significativas en relación a la media.

5. METODOLOGÍA

El cultivar a utilizar es el mismo para todos los tratamientos.

5.1 Localidad y época

La evaluación de distanciamientos de siembra y tipos de fertilización en el cultivo de chile tipo cahabonero se realizó en San José, Cucar, que se ubica en el municipio de Santa María Cahabón, Alta Verapaz⁷. Sus coordenadas geográficas son 15°36'42.5" latitud Norte y 89°49'59.3" longitud Oeste.

⁷ Fundación Fray Domingo de Vico. *Antecedentes, contexto y justificación*. (Santa María Cahabón, Alta Verapaz, Guatemala: 2014), pág. 3

5.2 Diseño experimental

Parcelas Divididas en bloques al azar

Se utilizó el diseño de parcelas divididas en bloques al azar, en el que el factor a la parcela grande correspondió al tipo de fertilización y el factor b la parcela pequeña a la densidad de siembra. Cada tratamiento se evaluó con tres repeticiones.

5.3 Tratamientos

Correspondieron a las combinaciones de densidades y tipos de fertilizaciones a evaluar, esto se determinó en base a los requerimientos del cultivo.

5.3.1. Tipos de fertilización

Cuadro 5. Tipos de fertilización orgánica

TO	T1	T2	T3
Sin fertilización	*Abono tipo bocashi	Lombricompost	Gallinaza compostada

*Se trabajó de acuerdo a los recursos existentes en la región, en el caso del abono tipo bocashi se suplió la cascarilla de arroz por hojas de madrecaao *Gliricidia sepium*.

Densidades de siembra: Estas densidades se determinaron en base al rango aceptable en el que se manejan los distanciamientos para optimizar la entrada de luz y desarrollo de las plantas en cuanto a su espacio físico. Los distanciamientos que se utilizaron fueron:

1. 27,777 pl/ha Distanciamiento: 0.4 x 0.9 m
2. 22,222 pl/ha Distanciamiento: 0.5 x 0.9 m
3. 18,581 pl/ha Distanciamiento: 0.6 x 0.9 m

Cuadro 6. Tratamientos de la unidad experimental

Tratamiento	Fertilización	Distanciamiento
0	Sin fertilización	Al voleo
1	Abono tipo bocashi	0.4 X 0.9
2	Abono tipo bocashi	0.5 X 0.9
3	Abono tipo bocashi	0.6 X 0.9
4	Lombricompost	0.4 X 0.9
5	Lombricompost	0.5 X 0.9
6	Lombricompost	0.6 X 0.9
7	Gallinaza compostada	0.4 X 0.9

8	Gallinaza compostada	0.5 X 0.9
9	Gallinaza compostada	0.6 X 0.9

Fuente: Investigación de campo. 2018

4. Unidad experimental

Cada unidad experimental se constituyó por una parcela de doce surcos según el distanciamiento a evaluar. Se tomó en cuenta el efecto borde para contrarrestar el efecto de movilización de nutrientes por fertilizante en el suelo.

5.5 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + B_j + FB_{ij} + D_k + F(D)_{i(k)} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Variable de respuesta en la ijk -ésima unidad experimental

μ : Media general

F_i : Efecto de i -ésimo nivel del factor Fertilización

B_j : Efecto del j -ésimo bloque

FB_{ij} : Efecto de la interacción del i -ésimo nivel del factor Fertilización con el j -ésimo bloque

D_k : Efecto del k -ésimo nivel del factor Densidad

$F(D)_{i(k)}$: Efecto debido a la interacción del i -ésimo nivel del factor Fertilización con el k -ésimo nivel del factor densidad

E_{ijk} : Error experimental asociado a Y_{ijk}

5.6. Variables respuesta

- Días a la cosecha. Se contabilizaron los días desde el momento del trasplante hasta la finalización de la cosecha.
- Rendimiento. Se calculó en base al acumulado de los cortes durante la cosecha, medidos en kg/ha.
- Costos de producción. Se estimó el costo por tratamiento en quetzales por hectárea, realizando un análisis económico.

5.7. Análisis de la información

Las variables de días a la cosecha y rendimiento, serán sometidas a un análisis de varianza para determinar la existencia de diferencia significativa entre los tratamientos. De existir diferencias significativas, los datos serán evaluados mediante la prueba de medias de Tuckey (significancia 0,05 %) para establecer los tratamientos a seleccionar.

5.8. Manejo del experimento

- Preparación de pilones:

Los pilones se elaboraron en bandejas de 200 celdas cada una, el sustrato que se utilizó fue tierra, arena y lombricompost.

- Preparación del terreno

Consistió en el desmalezado y volteo del terreno, a fin de eliminar las malezas desde la raíz y desmoronar los agregados de suelo para asegurar una textura inicial suelta. Debido a lo pesado de los terrenos del lugar, esta actividad se inició quince días antes del trasplante a campo definitivo.

Con el terreno limpio se procedió a elaborar los camellones de siembra, según distanciamientos a evaluar, estas actividades se realizaron de forma manual, utilizando azadón.

- Establecimiento de riego

Se estableció un sistema de riego por goteo, para ello se utilizó el agua colectada en un reservorio (tinaco), con su respectiva distribución de tuberías a través de ramales con sus emisores. En base a las lluvias se determinó el volumen de agua a aplicar, según las necesidades hídricas de las plantas para evitar el punto crítico de marchitez.

- Siembra

El trasplante a campo definitivo se realizó cuando los pilones contaban con tres pares de hojas verdaderas, y las plántulas con una altura de 10 cm.

El trasplante se realizó respetando los distanciamientos y repeticiones según diseño estadístico.

Las fuentes de fertilizantes que se utilizaron fueron:

- Abono tipo bocashi
- Lombricompost
- Gallinaza compostada

Elaboración del abono tipo bocashi:

Para elaborar el abono se utilizaron las siguientes proporciones e ingredientes:

- 10 sacos de estiércol fresco de vaca
- 10 sacos de madre cacao picado
- 10 sacos de tierra del lugar sin piedras ni terrones

- 3 sacos de carbón vegetal en partículas pequeñas
- 1 saco de concentrado para vacas
- 1 libra de levadura de pan granulada
- 2 litros de melaza
- Cal agrícola
- Agua a prueba del puño, terrón seco quebradizo más o menos entre un 40-50% de humedad.

Procedimiento:

Una vez determinada la cantidad necesaria a fabricar, se escogió un lugar protegido por el sol y la lluvia, cerca de una toma de agua. Se colocaron por capas los ingredientes en el siguiente orden: madre cacao, tierra, estiércol, carbón y concentrado.

1. La melaza se disolvió en agua tibia para ir aplicándola en las diferentes capas.
2. El agua se aplicó uniformemente mientras se hace la mezcla de los ingredientes, se aplicó de forma manual.
3. Se le dieron 2 o 3 vueltas a toda la mezcla o las necesarias hasta que quedó uniforme.
4. Una vez mezclada, se extendió hasta que quede a una altura de 50 cm máximo.
5. Se cubrió con costales o lona, los primeros cuatro días se dio vuelta al abono en la mañana y en la tarde para evitar que este llegara a temperaturas muy elevadas que pudiese haber afectado la calidad del mismo.
6. A partir del quinto día se le dio una vuelta al día. Entre los 12 y 15 días el abono fermentado logró su maduración.
7. Al momento de su aplicación se tuvo el cuidado de no dejarlo expuesto al sol directo, en tal sentido se colocó una capa de suelo sobre él.

El lombricompost y la gallinaza compostada se compraron debido a que el tiempo de elaboración es muy extenso, a la vez se implementó una producción de lombricompost con una libra de pie de cría de coqueta roja como enseñanza de la elaboración de lombricompost a los actores locales.

Con base a lo anterior, la dosificación para cada tratamiento quedó establecida de la siguiente manera:

Cuadro 7. Forma y dosis de aplicación de los abonos orgánicos

Fertilización	Momento de Aplicación	Fuente del Fertilizante	Cantidad en lb
1	Al momento de formar camellones	22 qq Abono tipo Bocashi	6 lbs/ postura
2	Al momento de la siembra	1 qq Lombricompost	1lb/postura
3	Al momento de formar camellones	11 qq de Gallinaza compostada	1.55 lbs/m ²

- Manejo fitosanitario de plagas y Enfermedades

El cultivo se sometió a monitoreos constantes, al momento de establecerlo se iniciaron con controles preventivos.

Los productos que se utilizaron fueron orgánicos y certificados, dentro de los cuales están: insecticidas como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, extracto de neem y *Beauveria bassiana*; como fungicidas se utilizaron los siguientes: *Trichoderma harziahum*, *Bacillus* y *Bacillus subtilis*.

- Malezas

Se realizaron limpiezas manuales, respondiendo a las necesidades del cultivo a fin de evitar la competencia. Se calendarizaron tres limpiezas desde la fase inicial. Esta actividad se realizó por tratamiento, para estimar los costos individuales del control de malezas en función de la densidad.

- Cosecha

Se realizaron cinco cortes durante el período de cosecha, se realizó de forma manual como se acostumbra en la región.

6. Resultados

El proyecto de densidades de siembra y tres tipos de fertilización orgánica al suelo en el cultivo de chile cahabonero (*Capsicum annuum* L.) contempló un conjunto de prácticas agronómicas, que contemplan un adecuado manejo fitosanitario del cultivo, implementación de riego por goteo y siembra en camellones.

De acuerdo al proyecto, se determinó el efecto de los fertilizantes orgánicos y densidades de siembra en la producción (rendimiento en fresco y en seco).

6.1. Variable rendimiento peso fresco

6.1.1. Análisis de varianza

Para la variable rendimiento en peso fresco existe alta significancia para las variables fertilización y densidad de siembra de acuerdo al análisis de varianza (ANDEVA) obtenido. El coeficiente de variación corresponde 15,31% lo que indica que los datos están en el rango aceptable y que el experimento fue montado correctamente.

Cuadro 8: ANDEVA Rendimiento peso fresco de chile cahabonero

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
RENDIMIENTO EN FRESCO kg/H..	36	0.92	0.84	15.31		
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Modelo.	513302240	17	30194249.4	11.7350772	1.7166E-06	
Fertilización	328512641	2	164256321	81.830756	4.4229E-05	Altamente significativo
Bloque	75553215.1	3	25184405	9.78798758	0.00047251	
Fertilización*Bloque	12043612.6	6	2007268.77	0.78013047	0.59622806	
Densidad	89000911.8	2	44500455.9	17.2952233	6.446E-05	Altamente Significativo
Fertilización*Densidad	8191859.19	4	2047964.8	0.79594709	0.54322012	
Error	46313840	18	2572991.11			
Total	559616080	35				

Fuente: Investigación de campo. 2018

6.1.2. Factor fertilización

El uso de abonos orgánicos en la fertilización de los cultivos es una alternativa a los problemas que ha generado el empleo intensivo de fertilizantes químicos. De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, el mejor fertilizante es lombricompost (Agrupación A, según Tukey), con una media de 13602 kg/ha, que presenta mejores resultados que Bocashi y gallinaza semidescompuesta.

Los abonos orgánicos, por las propias características en su composición son formadores del humus y enriquecen al suelo con este componente, modificando algunas de las propiedades y características del suelo como su reacción (pH), cargas variables, capacidad de intercambio iónico, quelatación de elementos, disponibilidad de fósforo, calcio, magnesio y potasio, y desde luego la población microbiana, haciéndolo más propio para el buen desarrollo y rendimiento de los cultivos; tal como se comprobó en esta prueba, el de tipo lombricompost, ofrece mejores propiedades y características que permiten la disponibilidad inmediata a la planta.

De acuerdo a Sagastume⁸, el humus de lombriz posee una elevada carga microbiana, contribuyendo a la protección de la raíz, de bacterias y nematodos sobre todo, para el cual está especialmente indicado. Produce además hormonas como el ácido indolacético y ácido giberélico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de las plantas.

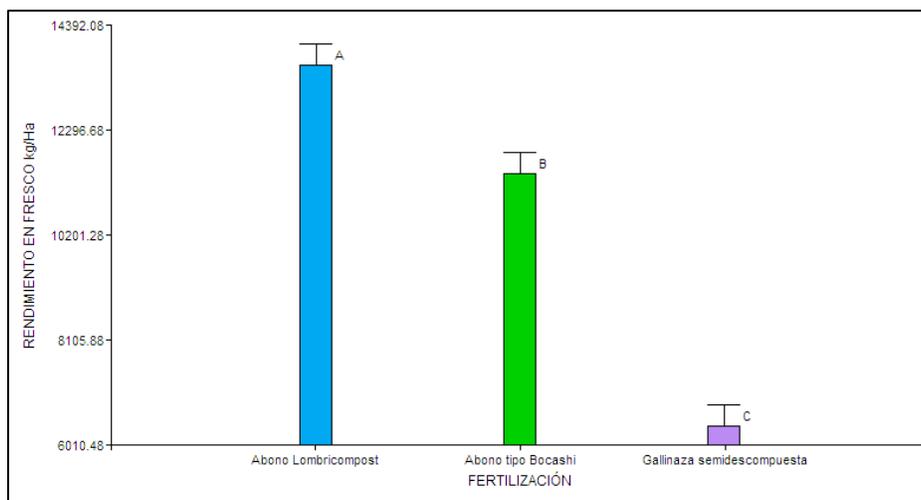
Cuadro 9: Prueba Tukey al 0,05 para factor Fertilización

FERTILIZACIÓN	Medias kg/ha	n	E.E.	Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1774.68525 Error: 2007268.7684 gl: 6		
Abono Lombricompost	13602.1091	12	408.989483	A		
Abono tipo Bocashi	11435.1852	12	408.989483		B	
Gallinaza semidescompuesta..	6391.46091	12	408.989483			C

Fuente: Investigación de campo. 2018

⁸ Sagastume, Erick. 2015. *Evaluación de lombricompost de coqueta roja (Eisenia foetida) en la producción de chile dulce, la Fragua, Zacapa*. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Guatemala, 56 p.

Gráfico 1: Efecto de fertilización en rendimiento peso fresco en chile cahabonero



Fuente: Investigación de campo. 2018

El abono tipo bocashi representa una segunda alternativa, ya que presenta rendimientos de 11 435,18 kg/ha. En diversos estudios con *Capsicum*, se ha determinado su impacto; para tal se menciona a Guamialama⁹ que indica que el abono fermentado, bocashi, es uno de los abonos orgánicos más completos, porque con él se incorpora al suelo macro y micro-nutrientes básicos para las plantas, además de microorganismos. Este abono es el resultado de un proceso de descomposición aeróbica y bajo condiciones controladas, obteniendo resultados a corto plazo.

De igual forma, estos datos obtenidos, concuerdan con otros obtenidos por Antomarchi¹⁰, en pimiento (*Capsicum annum*); donde la incorporación de abono orgánico tipo bocashi al suelo influyó positivamente sobre las variables morfológicas y productivas del cultivo, incluso mucho más efectivo que la aplicación de gallinaza semidescompuesta.

La gallinaza semidescompuesta representa una alternativa que se presenta el mercado, sin embargo el tiempo en que se hace disponible y aprovechable por la planta, requiere de mayor tiempo, en comparación al abono lombricompost que de forma inmediata ofrece mejores características, incluso que el tipo bocashi que también ya ha sufrido un proceso de descomposición y fermentación mediante la ayuda de diversos microorganismos.

⁹ Guamialama, Edison. 2008. *Evaluación de la salud del cultivo de chile orgánico (Capsicum annum L) usando ácido salicílico con gallinaza, bocashi y lombrihumus, en Zamorano, Honduras*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras, 17 p.

¹⁰ Antomarchi, Ana. 2015. *Efectos de diferentes dosis de abono orgánico tipo bocashi en indicadores morfológicos y productivos del cultivo de pimiento (Capsicum annum L.) var. Californi*. Wonder. Granma, Cuba. 5 p.

6.1.3. Factor Densidad de siembra

De acuerdo a los datos obtenidos en campo, la mejor densidad de siembra para la producción de chile cahabonero, es a 22 222 plantas/ha. Y que presenta mejores resultados que los de 18 581 plantas/ha y 27 777 plantas/ha, respectivamente.

Ucan et al¹¹ establece que dentro de ciertos límites, al aumentar la densidad de siembra, el rendimiento por unidad de superficie aumenta debido a un mayor número de frutos por unidad de superficie; sin embargo, el rendimiento por planta disminuye como consecuencia de un menor número de frutos por planta y un menor peso y tamaño de éstos; lo cual fue observado en la presente investigación.

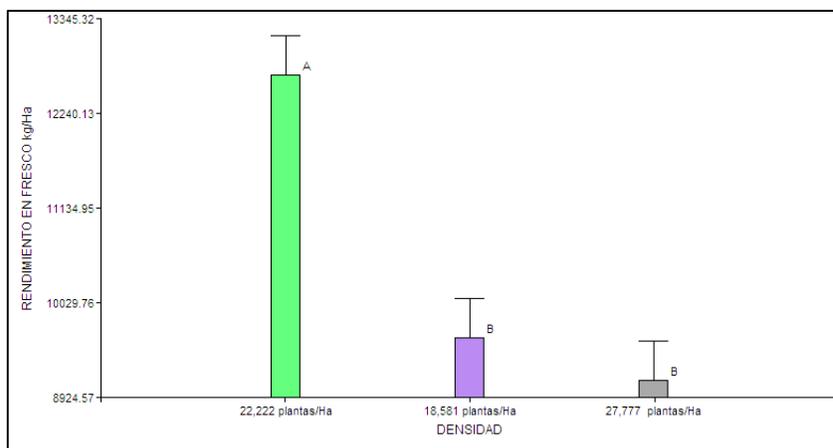
La densidad de 22 222 plantas/ha, corresponde a un distanciamiento de siembra de 0,9 m entre surcos y 0,5 m entre plantas; lo que permitiría aprovechar mejor los espacios disponibles por unidad de área y optimizar la productividad del suelo. Lo cual puede ser corroborado en el gráfico no. 2; que define que estadísticamente una siembra con 0,9 m entre surcos; y distancia entre plantas 0,4 o 0,6 m se obtienen los mismos resultados.

Cuadro 10: Prueba Tukey al 0,05 para factor Densidad de siembra

DENSIDAD	Medias kg/ ha	n	E.E.	Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2137.12345 Error: 2572991.1103 gl: 18
22,222 plantas/Ha	12681.3272	12	463.050673	A
18,581 plantas/Ha	9621.91358	12	463.050673	B
27,777 plantas/Ha	9125.5144	12	463.050673	B

Fuente: Investigación de campo. 2018

Gráfico 2: Efecto de densidades sobre el rendimiento peso fresco en chile cahabonero



¹¹ Ucan, C. I., Sánchez del C. F., Contreras, M. E. y Corona, S. T. 2005. *Efecto de la densidad de población y raleo de frutos sobre el rendimiento y tamaño de fruto de tomate*. Revista Fitotecnia Mexicana. 28(01): 33-38.

6.1.4. Efecto densidad x Fertilización

Respecto a la interacción de factores, basados en la prueba Tukey, alfa 0,05; los mejores tratamientos son abono lombricompost combinado con una densidad de 22 222 plantas/ha y abono tipo bocashi combinado con 22 222 plantas/ha; lo cual permitiría a los productores obtener los mejores rendimientos de peso en fresco.

Los productores en general buscan tecnologías que permitan obtener altos rendimientos por unidad de superficie, a la vez reducir los ciclos de cultivo y mantener la calidad de la producción.

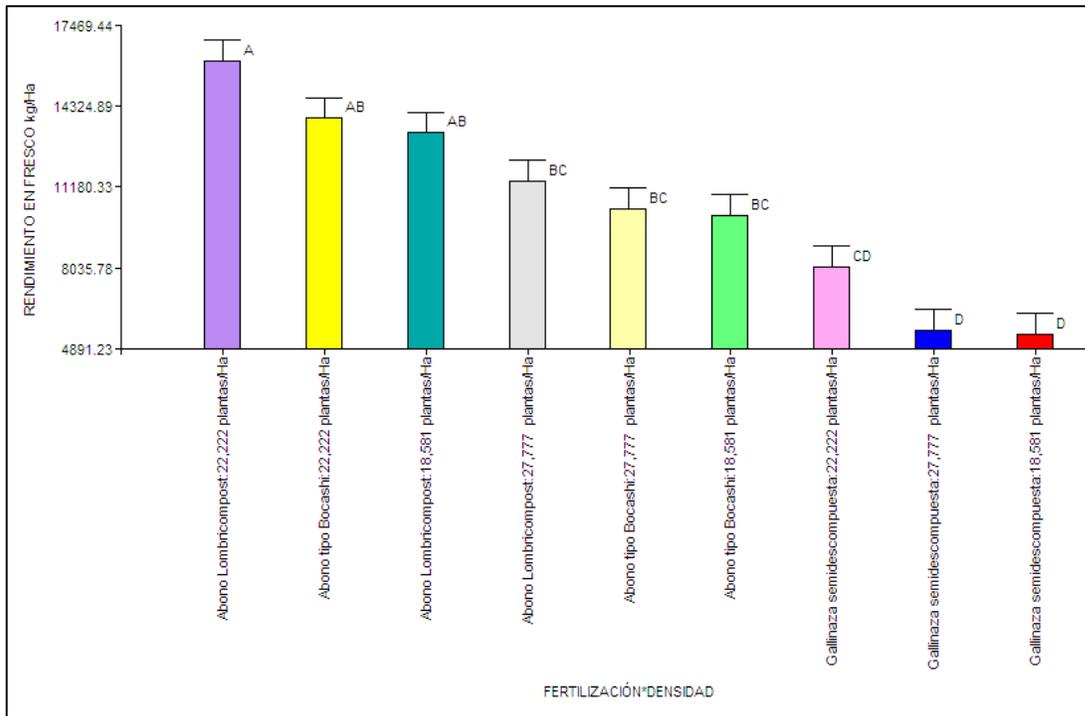
En esta investigación, se mantuvieron las calidades con las que comercialmente se distribuyen en la región (color, olor y tamaño de tal cultivar), por lo que representa una gran oportunidad mediante la aplicación de algunos cambios a la producción tradicional.

Cuadro 11: Prueba Tukey al 0,05 para factor Densidad de siembra

FERTILIZACIÓN	DENSIDAD	Medias	Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3974.21306 Error: 2572991.1103 gl: 18			
Abono Lombricompost	22,222 plantas/Ha	16095.679	A			
Abono tipo Bocashi	22,222 plantas/Ha	13858.0247	A	B		
Abono Lombricompost	18,581 plantas/Ha	13302.4691	A	B		
Abono Lombricompost	27,777 plantas/Ha	11408.179		B	C	
Abono tipo Bocashi	27,777 plantas/Ha	10347.2222		B	C	
Abono tipo Bocashi	18,581 plantas/Ha	10100.3086		B	C	
Gallinaza semidescompuesta..	22,222 plantas/Ha	8090.27778			C	D
Gallinaza semidescompuesta..	27,777 plantas/Ha	5621.14198				D
Gallinaza semidescompuesta..	18,581 plantas/Ha	5462.96296				D

Fuente: Investigación de campo. 2018

Gráfico 3: Efecto de densidades x Fertilizantes orgánicos sobre el rendimiento peso fresco en chile cahabonero



Fuente: Investigación de campo. 2018

6.2. Variable rendimiento peso seco

El secado del chile cahabonero, es un procedimiento que influye en el peso final con el que se comercializa el producto. De acuerdo al ANDEVA, la fertilización y la densidad son altamente significativas, tal cual se observó también en el rendimiento en peso fresco. Sin embargo, en la prueba Tukey 0,05; se determinó que para el factor fertilización, el tipo lombricompost y Bocashi son estadísticamente iguales, lo que indicaría que los frutos producidos con fertilizante bocashi, mantienen más su peso posterior a este procedimiento, a tal punto de igual a los producidos con lombricompost.

Respecto a la densidad de siembra, se conserva lo obtenido en la variable peso en fresco; ya que la pérdida de peso es más o menos similar. Por lo que la densidad 22 222 plantas/ha ofrece el mejor rendimiento (4 384 kg/ha).

En la interacción de factores, estadísticamente son tres los tratamientos que ofrecen los mejores resultados, al ser considerados en el mismo grupo; siendo ellos: Abono lombricompost y 22 222 plantas/ha; abono tipo bocashi con una densidad de 22 222 plantas/ha; y abono tipo lombricompost con una densidad de 18 581 plantas/ha.

6.2.1. Análisis de varianza

Cuadro 12: ANDEVA Rendimiento peso seco de chile cahabonero

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
RENDIMIENTO EN FRESCO kg/H..	36	0.91	0.82	14.43		
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Modelo.	49267158.9	17	2898068.17	10.3179011	4.5807E-06	
Fertilización	32649412.2	2	16324706.1	35.0471299	0.00049023	Altamente significativo
Bloque	3266518.02	3	1088839.34	3.8765605	0.02669097	
Fertilización*bloque	2794757.72	6	465792.953	1.65834802	0.18877397	
Densidad	9570468.55	2	4785234.27	17.0367192	7.0454E-05	Altamente Significativo
Fertilización*densidad	986002.425	4	246500.606	0.87760836	0.49669627	
Error	5055798.34	18	280877.686			
Total	54322957.3	35				

Fuente: Investigación de campo. 2018

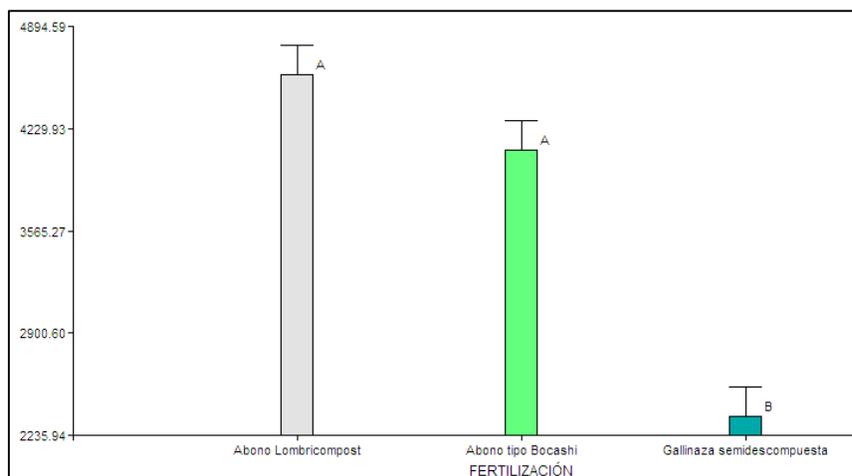
6.2.2. Efecto fertilización

Cuadro 13: Prueba Tukey al 0,05 para factor Fertilización sobre rendimiento peso seco

Fertilización	Medias	n	E.E.	Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1774.68525 Error: 2007268.7684 gl: 6		
Abono Lombricompost	4576.72325	12	197.017967	A		
Abono tipo Bocashi	4087.32031	12	197.017967	A		
Gallinaza semidescompuesta..	2356.79012	12	197.017967		B	

Fuente: Investigación de campo. 2018

Gráfico 3: Efecto de fertilización en rendimiento peso seco en chile cahabonero



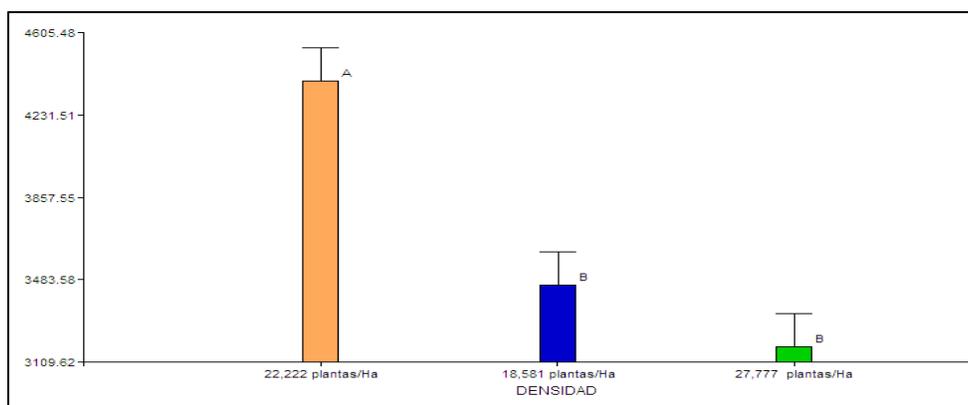
Fuente: Investigación de campo. 2018

Cuadro 10: Prueba Tukey al 0,05 para factor Densidad de siembra sobre rendimiento en peso seco

DENSIDAD	Medias	n	E.E.	Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2137.12345 Error: 2572991.1103 gl: 18	
22,222 plantas/Ha	4384.49074	12	152.991744	A	
18,581 plantas/Ha	3458.732	12	152.991744		B
27,777 plantas/Ha	3177.61095	12	152.991744		B

Fuente: Investigación de campo. 2018

Gráfico 4: Efecto de densidades sobre el rendimiento peso seco en chile cahabonero



Fuente: Investigación de campo. 2018

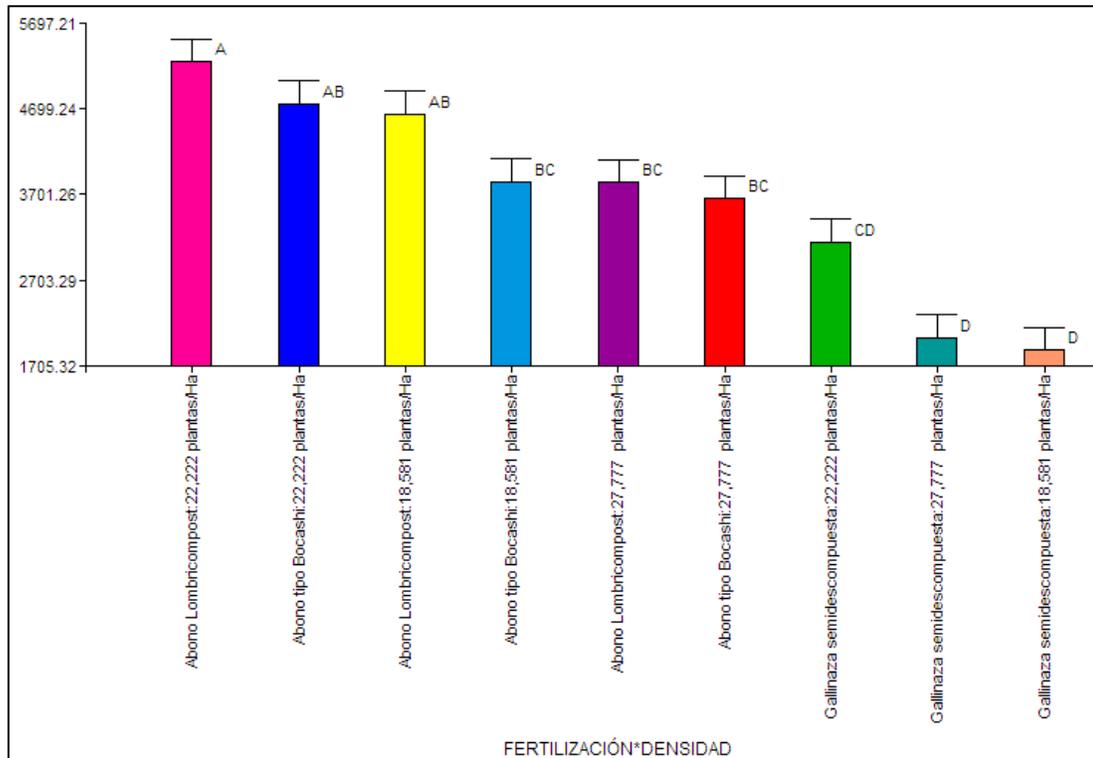
6.2.3. Efecto densidad x Fertilización

Cuadro 11: Prueba Tukey al 0,05 para factor Densidad de siembra sobre rendimiento peso seco

FERTILIZACIÓN	DENSIDAD	Medias	n	E.E.	Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3974.21306 Error: 2572991.1103; gl: 18			
Abono Lombricompost	22,222 plantas/Ha	5250.77161	4	264.989474	A			
Abono tipo Bocashi	22,222 plantas/Ha	4756.36574	4	264.989474	A	B		
Abono Lombricompost	18,581 plantas/Ha	4640.50926	4	264.989474	A	B		
Abono tipo Bocashi	18,581 plantas/Ha	3848.91975	4	264.989474		B	C	
Abono Lombricompost	27,777 plantas/Ha	3838.88889	4	264.989474		B	C	
Abono tipo Bocashi	27,777 plantas/Ha	3656.67543	4	264.989474		B	C	
Gallinaza semidescompuesta..	22,222 plantas/Ha	3146.33488	4	264.989474			C	D
Gallinaza semidescompuesta..	27,777 plantas/Ha	2037.26852	4	264.989474				D
Gallinaza semidescompuesta..	18,581 plantas/Ha	1886.76698	4	264.989474				D

Fuente: Investigación de campo. 2018

Gráfico 5: Efecto de densidades x Fertilizantes orgánicos sobre el rendimiento peso seco en chile cahabonero



Fuente: Investigación de campo. 2018

6.3. Variable día a floración

Correspondiente a la variable, días a floración, de acuerdo al ANDEVA, (cuadro 12), existe significancia estadística para la variable fertilización, lo que significa que ésta define en gran parte la precocidad en la formación de estructuras florales en la planta.

Cuadro 12. ANDEVA Variable días a floración

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Modelo.	1324.81	17	77.93	18.58	4.4614E-08	
FERTILIZACIÓN	1185.39	2	592.69	59.11	0.00011271	Altamente significativo
BLOQUE	38.08	3	12.69	3.03	0.0564397	
FERTILIZACIÓN*BLOQUE	60.17	6	10.03	2.39	0.07087066	
DENSIDAD	6.89	2	3.44	0.82	0.45572699	
FERTILIZACIÓN*DENSIDAD	34.28	4	8.57	2.04	0.13117256	
Error	75.50	18	4.19			
Total	1400.31	35				

Fuente: Investigación de campo. 2018

6.3.1. Efecto fertilización

Cuadro 13: Prueba Tukey al 0,05 para factor Fertilización sobre variable días a floración

FERTILIZACIÓN	Medias	Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.96662 Error: 10.0278 gl: 6		
Abono Lombricompost	47	A		
Abono tipo Bocashi	55.0833333		B	
Gallinaza semidescompuesta..	61			C

6.3.2. Efecto densidad x Fertilización

Cuadro 14: Prueba Tukey al 0,05 para factor Densidad de siembra sobre variable días a floración

FERTILIZACIÓN	DENSIDAD	Medias	Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.07422 Error: 4.1944 gl: 18		
Abono Lombricompost	18,581 plantas/Ha	46.25	A		
Abono Lombricompost	22,222 plantas/Ha	46.5	A		
Abono Lombricompost	27,777 plantas/Ha	48.25	A		
Abono tipo Bocashi	27,777 plantas/Ha	54		B	
Abono tipo Bocashi	22,222 plantas/Ha	55.5		B	
Abono tipo Bocashi	18,581 plantas/Ha	55.75		B	
Gallinaza semidescompuesta..	27,777 plantas/Ha	59		B	C
Gallinaza semidescompuesta..	22,222 plantas/Ha	61.75			C
Gallinaza semidescompuesta..	18,581 plantas/Ha	62.25			C

De acuerdo a los datos obtenidos, la fertilización influye significativamente en el número de días para la floración. Tal es el caso, que los tratamientos con lombricompost, reducen significativamente a 47 días para el inicio de tal etapa fisiológica de la planta.

El abono tipo Bocashi ofrece una diferencia de 8 días más, para un total de 55 días, y finalmente el abono gallinaza 61 días. La densidad de siembra (como factor de estudio) no repercute significativamente en los días a floración.

Se determina que el abono lombricompost, ofrece una disponibilidad mucho más inmediata de los nutrientes necesarios en la planta, por lo que se acorta el proceso hacia la floración y permite una mayor precocidad en la producción. Una buena parte de los nutrimentos fueron translocados a la estructura floral y posteriormente a los frutos, que son los órganos comercializables, por lo que se deben considerar como salidas importantes del sistema de producción; siendo mucho más eficiente que el abono tipo bocashi y gallinaza; por lo que la fertilización influye en diferentes procesos en el desarrollo de la planta.

6.4. Análisis financiero (costo-beneficio)

6.4.1. Costos fijos en producción chile cahabonero por hectárea

Cuadro 15: Costos fijos de producción de chile cahabonero

COSTOS FIJOS EN LA PRODUCCIÓN DE CHILE CAHABONERO CUERDA				
CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNIDAD (Q.)	COSTO TOTAL
I. COSTOS DIRECTOS				
1. Renta del terreno	Ciclo	1	Q25.00	Q25.00
2. Mano de obra	Jornal	16	Q76.00	Q1,216.00
4. Insumos				
4.1. Rafia (rollo de 100 m)	Unidad	0.2	Q90.00	Q18.00
4.2. Grapas para cerco	lb	3	Q7.00	Q21.00
4.3. Alambre espigado	Rollo	0.25	Q250.00	Q62.50
4.5. Clavos 3"	lb	2	Q7.00	Q14.00
4.6. Costales	Unidades	10	Q5.00	Q50.00
4.7. Insecticida (Fange)	L	0.35	Q92.28	Q32.30
4.8. Insecticida (Biomix)	L	0.35	Q453.38	Q158.68
4.9. Insecticida (Biobass)	L	0.35	Q374.73	Q131.16
4.10. Fungicida (Bioreach)	L	0.35	Q447.44	Q156.60
4.11. Fungicida (Serenade)	L	0.5	Q133.64	Q66.82
4.12. Fungicida/bactericida (Omicrom BF)	L	0.5	Q160.00	Q80.00
4.13. Enmendador de agua (Abland)	L	0.5	Q117.00	Q58.50
Costo fijo por cuerda				Q2,090.56
Costo fijo por hectárea				Q47,405.00

Fuente: Investigación de campo. 2018

El costo total para la producción del cultivo de chile para el proyecto de densidades de siembra y tres tipos de fertilización orgánica fue de Q 47,405.00 por hectárea, se hizo el respectivo análisis para todos los tratamientos que se utilizaron en la unidad experimental, el cual se presenta en el cuadro 13.

Esta es una nueva propuesta que ya se implementó y queda a discreción de las personas que deseen continuar con la aplicación de los productos orgánicos mencionados y los materiales que anteriormente se describieron. En la misma se contempla el uso de insecticidas y fungicidas con acción/control biológico (hongos entomopatógenos y hongos que protegen las raíces y destruyen a los patógenos al mismo tiempo que la cepa se expande, aumentando y prolongando en el tiempo los beneficios de este hongo que es un eficaz fungicida y un valioso protector biológico de las plantas). De igual forma se incluye un enmendador para un uso más eficiente de los productos utilizados.

6.4.2. Costos variables

Cuadro 16: Costos variables en la producción de chile cahabonero

COSTOS VARIABLES	Tratamiento			FERTILIZANTE AL SUELO					PLANTAS		COSTO VARIABLE	
				Cantidad	Unidad	Quintales necesaria por hectárea	Costo fertilizante quintal	Costo total por hectárea	Costo pilon unidad	Total Costo pilón		
Tratamiento 1	Abono tipo Bocashi	27777	plantas/Ha	2	lb/planta	555.54	Q 45.00	Q 24,999.30	Q0.25	27777	Q6,944.25	Q 31,943.55
Tratamiento 2	Abono tipo Bocashi	22,222	plantas/Ha	2	lb/planta	444.44	Q 45.00	Q 19,999.80	Q0.25	22,222	Q5,555.50	Q 25,555.30
Tratamiento 3	Abono tipo Bocashi	18581	plantas/Ha	2	lb/planta	371.62	Q 45.00	Q 16,722.90	Q0.25	18581	Q4,645.25	Q 21,368.15
Tratamiento 4	Abono Lombricompost	27777	plantas/Ha	1	lb/planta	277.77	Q 80.00	Q 22,221.60	Q0.25	27777	Q6,944.25	Q 29,165.85
Tratamiento 5	Abono Lombricompost	22,222	plantas/Ha	1	lb/planta	222.22	Q 80.00	Q 17,777.60	Q0.25	22,222	Q5,555.50	Q 23,333.10
Tratamiento 6	Abono Lombricompost	18581	plantas/Ha	1	lb/planta	185.81	Q 80.00	Q 14,864.80	Q0.25	18581	Q4,645.25	Q 19,510.05
Tratamiento 7	Gallinaza semidescompuesta	27777	plantas/Ha	1.55	lb/planta	430.5435	Q 50.00	Q 21,527.18	Q0.25	27777	Q6,944.25	Q 28,471.43
Tratamiento 8	Gallinaza semidescompuesta	22,222	plantas/Ha	1.55	lb/planta	344.441	Q 50.00	Q 17,222.05	Q0.25	22,222	Q5,555.50	Q 22,777.55
Tratamiento 9	Gallinaza semidescompuesta	18581	plantas/Ha	1.55	lb/planta	288.0055	Q 50.00	Q 14,400.28	Q0.25	18581	Q4,645.25	Q 19,045.53

Fuente: Investigación de campo. 2018

En cuanto a los costos variables el tratamiento 1 que obtuvo el mayor costo de producción fue el de bocashi con la densidad de 0.50 m x 0.90 m con un costo de Q 31,943.55 por hectárea y el de menor costo de producción fue el tratamiento 9 de gallinaza semidescompuesta con densidad de 0.4 x 0.90 metros fue de Q19,045.53 por hectárea, ambos tratamientos no presentan la mayor rentabilidad, en el caso del abono lombricompost con densidad de 0.50 x 0.90 metros tuvo un costo de producción de Q23,333.10 por hectárea, sin embargo fue el resultado que obtuvo el mejor rendimiento por hectárea.

6.4.3. Cálculo de rentabilidad

Cuadro 17: Cálculo de rentabilidad (Beneficio/costo) en la producción de chile cahabonero de acuerdo a tipos de fertilización orgánica al suelo y densidades de siembra

Tratamiento	Tipo fertilizante	Densidad	Rendimiento peso seco	Precio/kg	Total venta qq	Costo variable Producción	Costo fijo de producción	Costo total	Rentabilidad B/C
Tratamiento 1	Abono tipo Bocashi	27777	3656.67	Q26.40	Q96,536.20	Q31,943.55	Q47,405.00	Q79,348.55	1.217
Tratamiento 2	Abono tipo Bocashi	22,222	4756.37	Q26.40	Q125,568.06	Q25,555.30	Q47,405.00	Q72,960.30	1.721
Tratamiento 3	Abono tipo Bocashi	18581	3848.92	Q26.40	Q101,611.48	Q21,368.15	Q47,405.00	Q68,773.15	1.477
Tratamiento 4	Abono Lombricompost	27777	3838.89	Q26.40	Q101,346.67	Q29,165.85	Q47,405.00	Q76,570.85	1.324
Tratamiento 5	Abono Lombricompost	22,222	5250.77	Q26.40	Q138,620.37	Q23,333.10	Q47,405.00	Q70,738.10	1.960
Tratamiento 6	Abono Lombricompost	18581	4640.51	Q26.40	Q122,509.44	Q19,510.05	Q47,405.00	Q66,915.05	1.831
Tratamiento 7	Gallinaza semidescompuesta	27777	2037.27	Q26.40	Q53,783.89	Q28,471.43	Q47,405.00	Q75,876.43	0.709
Tratamiento 8	Gallinaza semidescompuesta	22,222	3146.33	Q26.40	Q83,063.24	Q22,777.55	Q47,405.00	Q70,182.55	1.184
Tratamiento 9	Gallinaza semidescompuesta	18581	1886.77	Q26.40	Q49,810.65	Q19,045.53	Q47,405.00	Q66,450.53	0.750

Fuente: Investigación de campo. 2018.

En cuanto al cálculo de rentabilidad el tratamiento 5 de lombricompost con densidad de 0.50 x 0.90 metros fue el mejor rendimiento en peso seco con 5,250.77 kg por hectárea con un beneficio/ costo de 1.960, seguido de este se encuentra el tratamiento 6 de lombricompost con densidad de 0.60 x 0.90 metros tuvo el segundo mejor rendimiento en peso seco con 4640.51Kg por hectárea con un beneficio costo de 1.831.

El tercer tratamiento 2 de abono bocashi con densidad de 0.50 x 0.90 metros tuvo una producción de 4756.37 Kg por hectárea con un beneficio costo de 1.721. El tratamiento 9 de lombricompost con densidad de 0.60 por 90 metros tuvo el menor rendimiento con 1886.77 Kg por hectárea con un costo beneficio de 0.750.

La utilización del abono lombricompost presenta la ventaja de que mejora los rendimientos en el cultivo de chile cahabonero debido a que no solamente puede ser utilizado como abono al suelo, sino que también los ácidos húmicos pueden aplicarse como fertilizante foliar, el pie de cría de coqueta roja *Eisenia foetida* puede ser vendido como semilla.

6.5. Discusión general

6.5.1. Fertilizantes orgánicos al suelo en la producción de chile cahabonero

En la producción de chile cahabonero, existe interés en un sistema mucho más favorable y amigable al ambiente, dando uso a recursos disponibles en las comunidades, y de bajo costo. Por lo que en la actualidad, según Nicholls y Altieri¹², se considera importante la adaptación de formas de agricultura ecológica, sustentable, resiliente y socialmente justa que soporten un sistema alimentario más equitativo y viable para agricultores y consumidores.

La agricultura orgánica resulta ser para cultivos como el chile cahabonero, una alternativa muy valiosa, ya que al implementarse, según Rodríguez-Dimas, Et al¹³, permite sustituir los insumos tradicionales, mantener y mejorar la calidad del suelo, la producción de alimentos libre de trazabilidad no sostenible, dado que no incorporan los sistemas de producción, agroquímicos que afectan los recursos agua, suelo y medio ambiente.

En el caso de la fertilización, se han desarrollado diferentes fuentes de origen orgánico, cuya efectividad es alta según Mueller, Et al¹⁴; Souza, Et al¹⁵; y Cantero, Et Al¹⁶. En los suelos manejados bajo principios agroecológicos se observan incrementos de la entomofauna, mayor actividad biológica, aumento de los niveles de materia orgánica, de la fertilidad del suelo y por ende de la productividad del cultivo; lo cual se corroboró en el proyecto de investigación con chile cahabonero.

A largo plazo, para el suelo la adición de fertilizantes orgánicos en sistemas de producción como del chile cahabonero y bajo las condiciones medioambientales y de relieve que presenta

¹² Nicholls, C. Y Altieri, M. 2012. Modelos Ecológicos Y Resilientes De Producción Agrícola Para El Siglo Xxi. Agroecología. 6:28 - 37.

¹³ Rodríguez-Dimas, N., Cano-Ríos, P., Favelachávez, E., Figueroa-Viramontes, U., Álvarez, V., Palomogil, A., Márquez-Hernández, C. y Moreno-Reséndez, A. 2007. Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. Revista Chapingo Serie Horticultura. 13 (2):185 - 192.

¹⁴ Mueller, S., Wamser, A.F., Suzuki, A. Y Becker W.F. 2013. Produtividade de tomate sob adubação orgânica e complementação com adubos minerais. Horticultura Brasileira. 31:860 - 92.

¹⁵ Souza, J.L., Guimarães G.P. Y Favarato L.F. 2015. Desenvolvimento de hortaliças e atributos do solo com adubação verde e compostos orgânicos sobníveis de N. Horticultura Brasileira. 33:019 - 026.

¹⁶ Cantero, José. 2015. Efectos del compost y lombriabono sobre el crecimiento y rendimiento de berenjena *Solanum melongena* L. Revista de Ciencias Agrícolas. Colombia. Volumen 32(2):56 - 67

el municipio de Santa María Cahabón, se reduce según Mueller¹⁷, procesos como lixiviación, fijación y volatilización, que dependen de la tasa de descomposición del material orgánico, la cual es controlada por la temperatura, humedad, textura, mineralogía del suelo y composición química del material orgánico utilizado.

Además la implementación de nuevas alternativas genera inquietud en los productores y actores locales. En el caso del fertilizante lombricompost, existen además del fertilizante orgánico en sí (aplicado al suelo en el proyecto de investigación), también se aprovechan

El lombricompost contiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio que el estiércol de bovino. Se han efectuado diversos experimentos con lombricompost en diferentes especies vegetales, demostrando un aumento de la cosecha (kg/ha) comparados con la fertilización química¹⁸

El humus de lombriz se puede utilizar prácticamente en todos los cultivos, según Infoagro¹⁹; Para utilizarlo como reconstituyente orgánico para plantas ornamentales, se puede aplicar mensualmente al recipiente o al jardín, mezclándolo bien con la tierra. Esto enriquece el suelo con sustancias nutritivas que son casi inmediatamente asimiladas por las plantas. En horticultura y floricultura se utiliza el humus para enriquecer y mejorar el suelo. Las plantas se desarrollan más rápidas y más fuertes y así son menos susceptibles a plagas y enfermedades. Por lo general también la cosecha es mayor.

Según Brechelt²⁰ el humus de lombricompost es uno de los mejores abonos orgánicos, porque proporciona al suelo nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, elementos esenciales para el desarrollo de las plantas. Ofrece a las plantas una alimentación equilibrada con los elementos básicos utilizables y asimilables por sus raíces.

6.5.2. Manejo de densidades de siembra en la producción de chile cahabonero

La densidad de siembra en el chile cahabonero se define como el número de plantas por unidad de área de terreno; tiene un marcado efecto sobre la capacidad de producción de las plantas y es tan importante, que se le considera como un insumo más en el proceso de producción; de la misma importancia que un fertilizante, por ejemplo. De acuerdo a los resultados obtenidos el mejor resultado se obtiene utilizando un distanciamiento de 0,9 m x 0,5 m; lo que hace una densidad de 22 222 plantas/ha.

¹⁷ Mueller, S., Wamser, A.F., Suzuki, A. y Becker W.F. 2013. Produtividade de tomate sob adubação orgânica e complementação com adubos minerais. Horticultura Brasileira. 31:860 - 92

¹⁸ Restrepo, J. (1998). La idea y el arte de fabricar los abonos orgánicos fermentados, aportes y recomendaciones. Colección Agricultura orgánica para principiantes, Nicaragua. SIMAS. 150 p.

¹⁹ Infoagro (2004). La Lombricultura. España. Consultado el 28 de noviembre de 2018. Disponible en: <http://www.infoagro.com/abonos/lombricultura2.htm>

²⁰ Brechelt, A. (2006). Manual práctico para la lombricultura. Fundación Agricultura y Medio Ambiente, Inc. Santo Domingo, República Dominicana. 13 p

Según López²¹ la densidad de siembra está relacionada con los efectos que en la planta produce la competencia de otras plantas de su misma especie o de otras que se encuentren dentro de un espacio determinado.

La competencia en el chile cahabonero genera inconveniencias causadas por la proximidad de las plantas vecinas y que pueden ser: disminución de disponibilidad de luz, espacio, agua o nutrientes para cualquier planta individual, cuando su follaje o área radicular se traslapa con la de otro individuo. A medida que se incrementa la población de plantas por área, disminuye la producción media por planta, debido a la competencia por los recursos necesarios para su crecimiento. Entre los factores más importantes que deciden la densidad de siembra óptima para un cultivo, están las características morfológicas de las plantas, las cuales deben tener condiciones ambientales para que puedan desarrollarse sin limitantes y expresar la capacidad genética.

6.5.3. Tecnificación de los sistemas de producción de chile cahabonero

En la investigación efectuada, se dio prioridad a la aplicación de diversas prácticas de producción orgánica, que fue libre de plagas y enfermedades comunes y devastadoras que se habían estado frecuentando en el municipio. De igual forma, la implementación de camellones y siembra respetando curvas de nivel permitió a los agricultores conocer otra metodología de siembra distinta a la tradicional. Cabe mencionar que la metodología tradicional se realiza dispersando la semilla al azar y distribuida sobre el suelo.

Para tal investigación se estableció a partir de pilones para manejar oportunamente la densidad de siembra y la implementación de un sistema de riego con pocos recursos, que puedan ser aplicados por los productores/actores locales.

7. Conclusiones

- El control fitosanitario debe manejarse se forma preventiva durante la etapa de iniciación, desarrollo y finalización del cultivo de chile cahabonero.
- El uso de abonos, insecticidas y fungicidas orgánicos en el cultivo, hacen que la planta cree más resistencia al ataque de plagas y enfermedades.
- El tratamiento 5 conformado por abono lombricompost con densidad de siembra 22 222 plantas/ha (distancia de 0.50 m x 0.90 m), obtuvo el mejor resultado en cuanto a rendimiento con 5 250,77 Kg/ha, con un beneficio costo de 1,960.

²¹ López, Jaime. 2013. Densidades de siembra. ANACAFÉ. Guatemala. Consultado 28 de noviembre de 2018. Disponible en: <https://www.anacafe.org/glifos/index.php/16TEC:Densidad-de-siembra>

- El segundo mejor tratamiento fue el 6, conformado por lombricompost con densidad de siembra 18 581 plantas/ha (distanciamiento de 0.60 m x 0.90 m), el cual obtuvo un rendimiento de 4 640,51 Kg/ha, con un costo beneficio de 1,831.
- En orden de importancia el tercer mejor tratamiento fue el 2, conformado por abono bocashi con densidad de siembra 22 222 plantas/ha (distanciamiento de 0.50 m x 0.90 m) con un rendimiento en peso seco de 4 756,37 Kg/ha y un costo beneficio de 1,721.
- El tratamiento 9 de gallinaza semidescompuesta con densidad de siembra de 0.60 x 0.90 metros fue la que obtuvo el menor rendimiento en peso seco con 1886.77 Kg/ha, con un beneficio costo de 0.750.
- La utilización del abono lombricompost presenta la ventaja que, aparte que mejora las condiciones del suelo, eleva los rendimientos en el cultivo de chile cahabonero, sino que también los ácidos húmicos pueden ser utilizados como un fertilizante foliar rico en micro elementos; por otra parte, el pie de cría de coqueta roja *Eisenia foetida* puede ser vendido para seguir generando ingresos y obtener más beneficios en cuánto a su producción y utilización.

8. Recomendaciones

- Continuar con el uso de productos orgánicos para beneficio de los agricultores y sus familias, en armonía con el medio ambiente, para mejorar la seguridad alimentaria de los agricultores de chile cahabonero en la región.
- Realizar un control fitosanitario de manera preventiva durante el ciclo de vida del cultivo de chile cahabonero para evitar la presencia de insectos y hongos.
- Realizar un análisis del agua que se utilizará para realizar las fumigaciones con el fin de determinar pH y dureza, para realizar las enmiendas necesarias y facilitar mayor absorción de los productos en la planta.
- Mantener la plantación y su alrededor libre de malezas para evitar ataque de plagas insectiles, roedores y enfermedades.
- Continuar con investigaciones que generen información técnica del cultivo a productores, actores locales y promotores de las regiones productoras de chile cahabonero.

9. Referencias bibliográficas

- Ayala, H. LE IK, Los chiles en Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala Guatemala: Facultad de Agronomía, 2003.
- Azurdia, C. y Martínez, A. Propuesta para la conservación y evaluación de los recursos fitogenéticos de Guatemala. Guatemala: Tikalia, 1983.
- Azurdia, C. Consideraciones preliminares sobre la distribución y variabilidad del género *Capsicum* en el norte, oriente y centro de Guatemala. Guatemala: TIKALIA, 1984.
- Brechelt, A. (2006). Manual práctico para la lombricultura. Fundación Agricultura y Medio Ambiente, Inc. Santo Domingo, República Dominicana. 13 p
- Biodiversity Internacional. Guidelines for the development of crop descriptor lists. Rome, Italy: Bioversity Technical Bulletin Series of Biodiversity Internacional, 2007
- Bosland, P.W. Capsicums: Innovative uses of and ancient crop. Estados Unidos: journal Janick (ed), progress in new crop, 1995.
- Bosland, P. W.; Votava, E. J. Peppers: vegetable and spice capsicums, 2012, http://books.google.com.mx/books?id=5AWTPZeFL8QC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false (10/01/2017)
- Cantero, José. 2015. Efectos del compost y lombriabono sobre el crecimiento y rendimiento de berenjena *Solanum melongena* L. Revista de Ciencias Agrícolas. Colombia. Volumen 32(2):56 – 67
- Fundación Fray Domingo de Vico. Antecedentes, contexto y justificación. Santa María Cahabón, Alta Verapaz, Guatemala: 2014.
- González, M. y Azurdia, C. Los recursos genéticos de algunos cultivos tradicionales de Guatemala. Guatemala: Unidad de Comunicación Social del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, 1985.
- Infoagro (2004). La Lombricultura. España. Consultado el 28 de noviembre de 2018. Disponible en: <http://www.infoagro.com/abonos/lombricultura2.htm>
- International Plant Genetic Resources Institute, Centro Asiático para el Desarrollo y la Investigación Relativos a los Vegetales y Centro Agronómico Tropical de Investigación Y Enseñanza (IPGRI, AVRDC, CATIE). Descriptores para *Capsicum* (*Capsicum* spp.). Roma, Italia. IPGRI, 1995.
- International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR). Genetic Resources of *Capsicum*. Roma: IBPGR, 1983.
- Long-Solis, J. *Capsicum* y cultura. La historia del chilli. México: Fondo de Cultura Económico, 1986.

- López, L. P. S.; Castro, G. F. H. Al rescate de la diversidad del chile (*Capsicum spp*) en Oaxaca. México: Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. INIFAP, Oaxaca. México, 1999.
- Mueller, S., Wamser, A.F., Suzuki, A. y Becker W.F. 2013. Produtividade de tomate sob adubação orgânica e complementação com adubos minerais. *Horticultura Brasileira*. 31:860 - 92
- Nicholls, C. Y Altieri, M. 2012. Modelos Ecológicos Y Resilientes De Producción Agrícola Para El Siglo Xxi. *Agroecología*. 6:28 - 37.
- Nuez, F.; Gil, R.; Costa, J. El Cultivo de los Pimientos, Chiles y Ajies. México: Ediciones Mindiprensa, 1996.
- Restrepo, J. (1998). La idea y el arte de fabricar los abonos orgánicos fermentados, aportes y recomendaciones. Colección Agricultura orgánica para principiantes, Nicaragua. SIMAS. 150 p.
- Rodríguez-Dimas, N., Cano-Ríos, P., Favelachávez, E., Figueroa-Viramontes, U., Álvarez, V., Palomo-Gil, A., Márquez-Hernández, C. y Moreno-Reséndez, A. 2007. Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 13 (2):185 - 192.
- Souza, J.L., Guimarães G.P. Y Favarato L.F. 2015. Desenvolvimento de hortaliças e atributos do solo com adubação verde e compostos orgânicos sobniveis de N. *Horticultura Brasileira*. 33:019 - 026.
- Zevada, Karla. Aplicación de Nitrógeno y magnesio para estimular el contenido de clorofila y los parámetros de crecimiento en chile jalapeño (*Capsicum annum*), bajo condiciones de invernadero. Tesis de Ingeniero Biotecnólogo. México: Instituto Tecnológico de Sonora, 2005.

Anexo

BLOQUE 1

PARCELA GRANDE CON GALLINAZA

T2 0.50 x 0.90 cm	T3 0.60 x 0.90 cm	T1 0.40 x 0.90 cm
----------------------------	-------------------------	-------------------------

PARCELA GRANDE CON LOMBRICOMPOST

T5 0.50 x 0.90 cm	T4 0.40 x 0.90 cm	T6 0.60 x 0.90 cm	T9 0.60 x 0.90 cm	T7 0.60 x 0.90 cm	T8 0.50 x 0.90 cm
----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

PARCELA GRANDE CON BOCASHI

BLOQUE 2

PARCELA GRANDE CON BOCASHI

T 0.60 x 0.90 cm	T3 0.40 x 0.90 cm	T1 0.50 x 0.90 cm
---------------------------	-------------------------	-------------------------

PARCELA GRANDE CON GALLINAZA

T5 0.40 x 0.90 cm	T4 0.60 x 0.90 cm	T6 0.50 x 0.90 cm	T9 0.40 x 0.90 cm	T7 0.60 x 0.90 cm	T8 0.50 x 0.90 cm
----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

PARCELA GRANDE CON LOMBRICOMPOST

BLOQUE 3

PARCELA GRANDE CON LOMBRICOMPOST

T2 0.40 x 0.90 cm	T3 0.60 x 0.90 cm	T1 0.50 x 0.90 cm
----------------------------	-------------------------	-------------------------

PARCELA GRANDE CON BOCASHI

T5 0.60 x 0.90 cm	T4 0.50 x 0.90 cm	T6 0.40 x 0.90 cm	T9 0.50 x 0.90 cm	T7 0.60 x 0.90 cm	T8 0.40 x 0.90 cm
----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

PARCELA GRANDE CON GALLINAZA

P

BLOQUE 4

PARCELA GRANDE CON GALLINAZA

T2 0.50 x 0.90 cm	T3 0.40 x 0.90 cm	T1 0.60 x 0.90 cm
----------------------------	-------------------------	-------------------------

PARCELA GRANDE CON LOMBRICOMPOST

T5 0.60 x 0.90 cm	T4 0.40 x 0.90 cm	T6 0.50 x 0.90 cm	T9 0.60 x 0.90 cm	T7 0.40 x 0.90 cm	T8 0.50 x 0.90 cm
----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

PARCELA GRANDE CON BOCASHI

Cuadro 2. Manejo del plan fitosanitario utilizado durante el tiempo de establecido el cultivo

Semana	Fungicida orgánico	Insecticida orgánico
Semana 1	Nombre comercial: Bioreach Ingrediente: <i>Trichoderma harziahum</i> Dosis: 50 cc/bomba 16 litros	Nombre comercial: Biomix Ingrediente: <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i> Dosis: 50 cc/bomba 16 litros
Semana 2	Nombre comercial: Fange Ingrediente: <i>Bacillus</i> Dosis: 40 cc/bomba 16 litros	Nombre comercial: Biobass Ingrediente: <i>Beauveria bassiana</i> Dosis: 50 cc/bomba 16 litros
Semana 3	Nombre comercial: Serenade Ingrediente: <i>Bacillus subtilis</i> Dosis: 25 cc/bomba 16 litros	Nombre comercial: Omicron Ingrediente: Extracto neem Dosis: 50 cc/bomba 16 litros

**ANALISIS DE AGUA AGRICOLA
CASERÍO SAN JOSÉ CUCAR
IICA-CRIA**

Atto.:
Ing. Sorel Cruz

Detalle:

Se realizó medición²² de características químicas del agua para uso agrícola, en relación al potencial hidrogeno (pH) y concentración de sales, carbonatos de calcio y metales (dureza). Para tal práctica se utilizó el agua de las fuentes de la finca: RIO y TORRE/POZO, dando los siguientes datos

FUENTE	DUREZA	pH	observación
RIO	375 ppm	6.9 - 7	Muy dura
TORRE/POZO	400 ppm	7	Muy dura

Recomendación

Las dosis que se recomiendan para corrección de dichos valores y manejar aguas en condiciones aceptables es la siguiente:

PRODUCTO	FUNGI/INSECTICIDAS	HERBICIDAS	OBSERVACIONES
Rango aceptable	pH 4.5-6.5 / < 100 ppm	pH 4-5 / < 100 ppm	
Abland P	0.25 cc/lit de agua	0.37 cc/lit de agua	aguas MUY DURAS
Costos/200 lt agua	Q5.72/ton	Q8.59/ton	Q114.48/lt
Agua corregida	pH 6 – dureza 50 ppm	pH 4.5 - dureza 50 ppm	

Espero poder ayudarle con esta información y nos ponemos a la orden para cualquier requerimiento o inquietud.

Cordialmente;



Fernando Arturo Juárez García
INNOVAGRO

²² Se utilizó FOTOMETRO/MEDIDOR DUREZA HI 96735, y QUIT MEDIDOR DE pH HI 9813-6, HANNA instruments.

Cronograma de actividades

Actividad	Meses									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Identificación del terreno	X									
Construcción de estructura protegida para la producción de pilones	X									
Elaboración de abono tipo bocashi	X									
Preparación del sustrato y llenado de bandejas para producción de pilones		X								
Siembra de la semilla en bandejas		X								
Elaboración de cama para lombricompost		X								
Riego y fertilización de pilones		X	X							
Preparación del suelo		X								
Delimitación de área para el experimento		X								
Delimitación y cercado del área experimental		X								
Trasplante a campo definitivo			X							
Fertilización aplicada al suelo		X	X	X		X				
Manejo de plagas y enfermedades			X	X	X	X	X	X		
Manejo de malezas			X	X	X	X	X	X		
Cosecha							X	X		
Toma de datos					X	X	X	X	X	
Análisis de información									X	X
Redacción y presentación del informe final										X