



CRIA NORTE  
Cadena de Cardamomo

USO DE INSUMOS ORGÁNICOS LOCALES PARA FERTILIZAR CULTIVOS DE  
CARDAMOMO EN TRES LOCALIDADES DE ALTA VERAPAZ, GUATEMALA

\* Juan Manuel Girón Durini.

\*\* Leopoldo Calel.

\*\*\* Élfido Abdías Chó.

- \*Heifer Guatemala
- \*\*ICTA
- \*\*\*CECI

Cobán Alta Verapaz  
JUNIO 2020

Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de esta 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.

## INDICE GENERAL

1. USO DE INSUMOS ORGÁNICOS LOCALES PARA FERTILIZAR CULTIVOS DE CARDAMOMO EN TRES LOCALIDADES DE ALTA VERAPAZ, GUATEMALA .....	1
Resumen .....	1
Abstract .....	2
2. Introducción .....	3
3. Marco teórico .....	4
2.1. El cultivo del cardamomo en Guatemala: .....	4
2.2. El suelo apropiado para el cultivo.....	4
4. Objetivo general.....	5
4.1. Objetivos específicos .....	5
5. Hipótesis .....	6
6. Materiales y métodos .....	6
6.1. Localidades y época de realización de los ensayos.....	6
6.2. Diseño experimental .....	7
6.3. Tratamientos .....	7
6.4. Tamaño del ensayo.....	8
6.5. Variables de respuesta.....	8
6.6. Análisis de la información .....	8
6.7. Manejo del experimento.....	8
7. Conclusiones.....	25
8. Recomendaciones .....	25
9. Referencias bibliográficas.....	26

## Índice de Cuadros y Figuras

Cuadro 1 Resumen del análisis de varianza para las variables libras de cardamomo por planta y gramos de cardamomo por grano para cada localidad y lectura	9
Cuadro 2 Significancia de las tres lecturas de peso y densidad, localidad: Santo Domingo Raxnam, San Pedro Carchá	20
Cuadro 3 Significancia de las tres lecturas de peso y densidad, localidad: Samococh, Chisec	21
Cuadro 4 Significancia de las tres lecturas de peso y densidad, localidad: Santa Ana Candelaria, Senahú	22
Cuadro 5 Rendimiento de los tratamientos evaluados	16
Cuadro 6 Rendimientos por localidad	17
Figura 1, 2, 3, 4, 5, y 6. Lecturas de las tres tomas de datos (rendimiento grano y peso de granos en gramos), Santo Domingo Raxnam, Carchá.	14
Figura 7, 8, 9 y 10. Lecturas de las tres tomas de datos (rendimiento grano y peso de granos en gramos), Semococh, Chisec	16
Figura 11, 12, 13 y 14. Lecturas de las tres tomas de datos (rendimiento grano y peso de granos en gramos), Santa Ana Candelaria, Senahú	17
Figura 15, 16, 17 y 18	18
Figura 19. Significancia del rendimiento de los tratamientos evaluados	23
Figura 20. Comparación de medias del rendimiento por localidad	26

## 1. USO DE INSUMOS ORGÁNICOS LOCALES PARA FERTILIZAR CULTIVOS DE CARDAMOMO EN TRES LOCALIDADES DE ALTA VERAPAZ, GUATEMALA

Juan Manuel Girón<sup>1</sup>, Leopoldo Calel<sup>2</sup>, Élfido Abdías<sup>3</sup>

### Resumen

Según un estudio sobre el cultivo del cardamomo conducido por Espinoza y colaboradores en el año 2016, se determina que el principal problema del cultivo es la baja calidad del grano, por diversos factores: tamaño de cápsula, color verde pálido, fruto inmaduro por realizar la cosecha en etapas previas a la madurez fisiológica, daño físico que causa el trips del cardamomo, bajo rendimiento por unidad de área a causa de los suelos con baja fertilidad natural y un deficiente manejo agronómico. Evaluar la respuesta del cultivo en cuanto a su rendimiento, la calidad del producto cosechado y la calidad física y química del suelo, a través de la aplicación de abonos orgánicos, fueron los propósitos perseguidos con este trabajo. Se elaboraron abonos tipos Bocashi y abonos líquidos con microorganismos eficientes (ME), se evaluaron seis tratamientos con cuatro repeticiones con un diseño de bloques completos al azar, en tres localidades del área cardamomera de Alta Verapaz. Según el análisis de los resultados, para las tres localidades en evaluación, el tratamiento 3 con 2 lb de Bocashi + 1 litro de ME y el tratamiento 5 con 4 libras de Bocashi + 1 litro de ME y el tratamiento 1 con 2 libras de Bocashi, expresan los mejores resultados en cuanto a la variable rendimiento, los cuales además, expresan los mejores índices de densidad de grano. La localidad de Carchá, presenta coloración (comercial) de fruto tipo Verde pálido, Cobán, presenta coloración (comercial) de fruto tipo Verde esmeralda y Senahú, presenta coloración (comercial) de fruto tipo verde amarillento; dichos colores influenciados principalmente por la altura sobre el nivel del mar. El tratamiento 3, con dos libras de bocashi + 1 litro de ME expresa los mejores resultados y de hecho, está siendo utilizado por los productores que conocieron dicha innovación. Con los mejores tratamientos evaluados el productor ha pasado de producir 20 quintales por manzana a 78 quintales por manzana ( 2 libras de bocashi + 1 litro de ME) en un periodo de dos años que duró esta investigación, el segundo tratamiento mejor evaluado logró resultados de 65 quintales por manzana (4 libras de bocashi + 1 litro de ME) y el tercer tratamiento 58 quintales por manzana (1 libra de bocashi).

1 Investigador principal, HEIFER-Guatemala

3 Investigador asociado, ICTA.

4 Investigador Auxiliar CECI

## Abstract

### **1. USE OF LOCAL ORGANIC INPUTS TO FERTILIZE CARDAMOM CROPS IN THREE LOCATIONS IN ALTA VERAPAZ, GUATEMALA**

Juan Manuel Girón<sup>1</sup>, Leopoldo Calel<sup>2</sup>, Élfido Abdías<sup>3</sup>

According to a study on cardamom harvesting conducted by Espinoza and collaborators in 2016, it was determined that the main problem of the crop is the low quality of the grain, due to several factors: capsule size, pale green color, immature fruit due to harvesting in stages prior to physiological maturity, physical damage caused by cardamom thrips, low yield per unit area due to soils with low natural fertility and poor agronomic management. Assessing the response of the crop in terms of yield, the quality of the harvested product and the physical and chemical quality of the soil, through the application of organic fertilizers, were the purposes pursued with this work. Bocashi type fertilizers and liquid fertilizers with efficient microorganisms (EM) were developed, six treatments were evaluated with four repetitions with a complete block design at random, in three locations in the cardamom area of Alta Verapaz. Based on the analysis of the results, for the three locations evaluated, treatment 3 with 2 lbs of Bocashi + 1 liter of ME and treatment 5 with 4 lbs of Bocashi + 1 liter of ME and treatment 1 with 2 lbs of Bocashi, express the best results in terms of the variable yield, which also express the best grain density indices. Carchá, shows (commercial) colouring of pale green type fruit, Cobán, shows (commercial) colouring of emerald green type fruit and Senahú, shows (commercial) colouring of yellowish green type fruit; these colours are mainly influenced by the height above sea level. Treatment 3, with two pounds of bocashi + 1 liter of ME expresses the best results and in fact, is being used by producers who knew about this innovation.

With the best treatments evaluated the producer has gone from producing 727 kg / ha. to produce (2,882.29 kg / ha. in the community of Samococh, Chisec), from 800 kg / ha. to (2,526.97 kg/ha) in Santo Domingo Raxnam, Carchá. In the locality of Santa Ana Candelaria, despite presenting inferior results to the other locations, from 500 kg/ha went to produce (1,227.15 kg/ha.), always surpassed the absolute control without any application.

1 Main Researcher, HEIFER-Guatemala

3 Associate researcher, ICTA.

4 Assistant Researcher, CECI

## 2. Introducción

El cultivo del cardamomo (*Elletaria cardamomum*) se constituye como el cuarto producto agrícola de importancia en Guatemala, por el ingreso de divisas después de la caña de azúcar, el café y el banano.

Uno de los principales problemas del cultivo del cardamomo es la baja calidad del grano, tamaño pequeño, coloración verde pálido, vano o sin semillas internamente, poca densidad asociado a la no correcta madurez fisiológica del grano, esto de manera intrínseca, y de manera externa debido a la baja fertilidad de los suelos y a los daños provocados por los Trips (*Sciothrips cardamomi* Ramk). Esta situación afecta a 350 mil familias de pequeños productores en Guatemala, cuyos ingresos dependen principalmente del cultivo de cardamomo (GU-M1055 2014; Espinoza et al. 2016).

En cuanto a la fertilidad, al ser una especie de sotobosque, es dependiente de suelos con alto contenido de materia orgánica y de sombra para su desarrollo (Escobar Salazar 1986; Ramírez Jiménez 1981). No obstante, la mayoría de los suelos actualmente utilizados para el cultivo son pobres en materia orgánica abajo del 3 % (Com. pers. Equipo técnico CECI) y en consecuencia, la calidad del grano de cardamomo resultante es baja (Espinoza et al. 2016).

Una manera de afrontar este problema es a través del uso de abonos orgánicos de tipo Bocashi y microorganismos eficientes como medio de fertilización, no solamente porque propician la actividad biológica y microbiana, aportando materia orgánica de forma paulatina durante un periodo largo de tiempo, sino porque contribuyen con macro y micro nutrientes, mejoran las propiedades físicas del suelo, ayudan con la disponibilidad de nutrientes que se encuentran almacenados en él (Koopmans & Zanen 2007; Zanen et al 2008; Ramírez-Builes & Naidu Duque 2010; Moya 2012). Otra ventaja de estos abonos orgánicos, si se usan insumos locales para hacerlos, es que son accesibles para pequeños productores de bajos recursos económicos.

### 3. Marco teórico

#### 2.1.El cultivo del cardamomo en Guatemala:

Guatemala abastece los cinco principales mercados del mundo que consume cardamomo, Emiratos Árabes Unidos, Singapur, Estados Unidos, India y Pakistán. Según Martínez (2013) la India es el país que más produce cardamomo, pero Guatemala es el país que más exporta y con mejor calidad de producto.

Ravindrán (2003), expone que, el cardamomo fue introducido a Guatemala en el año 1914 y fue establecido en Cobán, Alta Verapaz, por el alemán Oscar Majus. Después de la segunda guerra mundial el cultivo tuvo un gran auge que se extendió por la costa sur, debido principalmente, a la escasez del producto en otros países productores y con el tiempo Guatemala se consolidó como el mayor productor de cardamomo del mundo. El 70% del cultivo se concentra en Alta Verapaz.

La plaga del trips del cardamomo es la de mayor importancia económica, según Martínez (2013), durante los años 2011-2012 la plaga provocó un 10% de daño de la producción, de tal manera que para los años 2012-2013 las pérdidas fueron alrededor del 20%. En el año 2013 se produjeron 28,000 toneladas métricas. Es importante mencionar que el cultivo del cardamomo es manejado de forma muy tradicional y simple, los agricultores no realizan aplicaciones de fertilización y las únicas prácticas que realizan son labores culturales (control de malezas, control de sombra)

Para la producción de cardamomo y por ende controlar las principales plagas que le afectan, en el manual denominado “Plan de manejo integrado del thrips del cardamomo” 2015, editado por el VISAR MAGA, se recomienda una buena selección de sitio (altura, suelos, pH), realizar un control de malezas al menos tres veces al año, la densidad de plantación de 2.5 metros al cuadro, en la actualidad es frecuente observar distancias de siembra de 3 metros al cuadro. Realizar repelas o podas de saneamiento a la plantación de cardamomo y algo muy importante es el control de la sombra, para dejar un porcentaje de 55% aproximadamente. (Manual Visar Maga, 2016) En cuanto a la fertilización existen recomendaciones de planes que nadie utiliza. Esta situación se presenta por la alta variabilidad de los precios y la pobreza que aqueja a la población. Es importante identificar opciones más baratas y accesibles de abonos o fertilizantes para el cardamomo.

#### 2.2.El suelo apropiado para el cultivo

En la agricultura, el suelo es un elemento importante y la biota de éste es fundamental para su fertilidad y consecuentemente el rendimiento de las plantas (Bhardwaj et al. 2014). Es conocido que la actividad biológica y microbiana en los suelos es de suma importancia, incluso

más que la presencia de macro y micro nutrientes, para producir cosechas abundantes y sustentables en el tiempo (Reganold et al. 2001, Mäder et al. 2002).

En las últimas décadas, se han realizado estudios para contrastar la sustentabilidad y rentabilidad de los sistemas convencionales que utilizan fertilizantes químicos con sistemas productivos de tipo orgánico. Algunas de estas investigaciones concluyen que el uso frecuente e indiscriminado de fertilizantes químicos son perjudiciales y tóxicos para los organismos vitales que mantienen la fertilidad de los suelos y consecuentemente afectan la rentabilidad de los cultivos (Mäder et al 2002, Nidhi Rai et al 2014; Priyanka Ashiya et al 2015).

Uno de los estudios más destacados es el de Mäder et al. (2002), en el cual se compararon sistemas productivos tradicionales y orgánicos durante 21 años en Suiza. Los autores señalan que para que un sistema productivo sea sustentable es necesario que tenga rentabilidad económica y ambiental, lo que implica que se mantenga a largo plazo la fertilidad del suelo y una elevada eficacia energética. Ellos concluyen que los sistemas productivos con fertilización orgánica y en especial aquellos que incluyen la rotación de cultivos están en el primer lugar de sustentabilidad económica y ambiental a mediano y largo plazo. Este tipo de sistemas tuvieron una alta diversidad biológica y mantuvieron mejor las características fisicoquímicas de los suelos comparados con los sistemas inorgánicos.

En el caso particular del cultivo de cardamomo en el departamento de Alta Verapaz, se hace relevante investigar cómo el uso de abonos orgánicos de tipo Bocashi y microorganismos eficientes (ME) pueden ayudar a mejorar la fertilidad de los suelos y evaluar cómo esta alternativa puede aumentar la rentabilidad y sustentabilidad productiva (Ramos Agüero & Terry Alfonso 2014).

#### **4. Objetivo general**

Contribuir a la mejora de productividad del cultivo de cardamomo

##### **4.1. Objetivos específicos**

**3.1.1** Evaluar el rendimiento del cultivo de cardamomo (en cereza), a través de la aplicación de abonos orgánicos

**3.1.2** Establecer el efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la calidad del grano de cardamomo por medio de su densidad, tamaño y colorimetría.

## 5. Hipótesis

**Hipótesis 1:** La aplicación de abonos orgánicos aumentará el rendimiento de cardamomo por planta y unidad de superficie en comparación con el testigo absoluto.

**Hipótesis 2:** La aplicación de abonos orgánicos aumentará la calidad de los granos de cardamomo en comparación con el testigo absoluto.

## 6. Materiales y métodos

### 6.1. Localidades y época de realización de los ensayos

Los ensayos se instalaron en tres localidades: a) Santo Domingo Raxnam, San Pedro Carchá; b) Semococh, Chisec y c) Santa Ana Candelaria, Senahú. En cada lugar se dispuso de una parcela de una manzana con cultivo de cardamomo, con características similares de: edad de las plantas (entre 3 a 5 años), tipo de sotobosque, dosel, historial productivo, pendiente y que los productores no hayan utilizado fertilización química o biológica anteriormente.



El estudio inició en Septiembre de 2017, con la preparación de los abonos, para poder realizar la primera aplicación de los mismos en Octubre del mismo año y se terminó en campo en mayo de 2019, con una duración de 20 meses.

## 6.2. Diseño experimental

En cada localidad el diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con submuestreo (tres plantas por unidad experimental), con cuatro bloques y seis tratamientos (incluyendo un testigo absoluto). El modelo estadístico-matemático asociado a este diseño se describe a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij} + \epsilon_{ijk} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, t \\ j = 1, 2, \dots, r \\ k = 1, 2, \dots, m \end{array}$$

Siendo:

- $Y_{ijk}$  = variable de respuesta medida en la k-ésima planta en el i-ésimo tratamiento y el j-ésimo bloque.
- $\mu$  = media general de la variable de respuesta.
- $\alpha_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento.
- $\beta_j$  = efecto del j-ésimo bloque.
- $\epsilon_{ij}$  = error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental (error entre parcela).
- $\epsilon_{ijk}$  = error de muestreo asociado a la ij-ésima unidad experimental (error dentro de parcela).

## 6.3. Tratamientos

Los tratamientos a evaluar fueron:

- T0: Testigo absoluto: sin aplicación
- T1: Bocashi (2 libras)
- T2: ME (microorganismos eficientes)
- T3: Bocashi (2 libras) + 1 litro de ME
- T4: Bocashi (2.5 libras) + 1 litro de ME
- T5: Bocashi (4 libras) + 1 litro de ME

Los tratamientos fueron aplicados en tres momentos: octubre, febrero y junio tratando de coincidir con la época de floración del cultivo y que el suelo contara con humedad suficiente.

#### **6.4. Tamaño del ensayo.**

Este estudio fue establecido en aproximadamente en una manzana de terreno (6936 m<sup>2</sup>), estuvo constituida de 24 unidades experimentales de 17 x 17 metros conteniendo alrededor de 38 plantas cada una, para un total de 912 plantas en cada ensayo

#### **6.5. Variables de respuesta**

Las variables de respuestas que fueron medidas se enlistan a continuación:

**5.6.1.** Rendimiento (Kg/ha) y densidad de los frutos de cardamomo por tratamiento en cereza.

**5.6.2.** Colorimetría de los frutos en cereza (por coloración comercial).

La variable peso grano verde por planta, para determinar el rendimiento, fue medida en tres lecturas: Inicio de cosecha, mitad de cosecha, final de cosecha. Esta decisión fue adoptada tomando en cuenta que la cosecha del cardamomo es de aproximadamente 6 meses, tiempo durante el cual la cosecha se realiza de acuerdo a la cantidad de frutos que presenten madurez fisiológica.

#### **6.6. Análisis de la información**

Para las variables peso en cereza (libras por planta) y densidad de los frutos de cardamomo (volumen con base en el peso), fue realizado un análisis de varianza por lectura en cada una de las localidades. Los supuestos del modelo estadístico matemático fueron evaluados y aplicados medidas correctivas en caso del incumplimiento de los mismos. En caso de valores donde se encontraron diferencias significativas fueron aplicadas las pruebas de comparación múltiple de medias de acuerdo con el criterio propuesto por Scott-Knott (1974). Los análisis fueron realizados en el software InfoStat v.2018.

La colorimetría de los granos cosechados por localidad, fue realizada de manera subjetiva, con el apoyo de expertos en el mercadeo del producto, según la experiencia de campo de los técnicos participantes, se definía una coloración comercial. Esta variable es de carácter complementario.

#### **6.7. Manejo del experimento**

Inicialmente se realizaron muestreos de suelo en cada una de las parcelas experimentales antes de comenzar con la aplicación de los tratamientos, con el fin determinar sus características físico-químicas: contenido de materia orgánica, concentración de nutrientes intercambiables, pH, capacidad de intercambio catiónico total y efectivo, saturación de bases y concentración de macro y micronutrientes. Al cabo del año 1 y 2 se realizaron los mismos análisis en cada parcela experimental y por tratamiento.

Para minimizar el efecto de la pendiente se realizó un plateau alrededor de cada planta de cardamomo dentro de las parcelas experimentales.

Con base en las recomendaciones de Restrepo-Rivera (2007) y los ensayos realizados dentro del proyecto PROCACHI de CECI, en el mes de febrero del 2017 se elaboraron los abonos orgánicos tipo Bocashi y ME, en cada una de las localidades, utilizando insumos locales en las siguientes proporciones.

#### Para el abono tipo Bocashi:

Siete costales de conon o Ash, Árnica silvestre, aproximadamente 45 libras por saco  
Tres costales de estiércol de gallinaza desinfectada y certificada para garantía del productor, de un quintal cada saco.

Cuatro costales de aserrín de pino aproximadamente 65 libras por saco

Tres costales de tierra negra, 1 quintal por saco.

Dos costales de cenizas de encino, ochenta y cinco libras por saco

Un costal de cal deshidratada ochenta y cinco libras aproximadamente

Cuatro costales de hojas secas, de árboles latifoliados, veinticinco libras por saco

Diez tallos de banano, de dos metros de largo cada uno, con un peso aproximado de cuatrocientas libras.

Agua, de diez a quince galones (de acuerdo a la prueba del puñado y solamente una vez).

Se mezclaron los ingredientes y se dejaron fermentar por un periodo de tres semanas, en un lugar protegido del viento, del sol y de las lluvias.

Nota: La prueba del puño, Restrepo-Rivera (2007) consiste en compactar con la mano un puñado de la mezcla, luego lo lanzamos al aire de modo que caiga en la palma de la mano abierta. Si se rompe en muchos trozos, tenemos la consistencia deseada. Si al lanzarlo al aire ya se desmenuza, significa que está seco y hay que adicionar agua. Si no se rompe, está demasiado húmedo y hay que adicionar sólidos.

Para la elaboración del abono a base de microorganismos eficientes, se utilizaron los siguientes materiales:

Para un tonel de 200 litros se necesita

Veinte libras de maíz molido

Cinco libras de melaza.

Cinco libras de levadura.

Quince a veinte libras de broza y hojarasca local. (Hojas de encino, aguacate, caoba, madrecaao, cuje o ingas. (podría ser broza de montaña de la localidad), La finalidad es propagar los organismos benéficos locales)

Veinte libras de gallinaza.

Se mezclaron homogéneamente el maíz molido con la broza y hojarasca local y luego con la melaza hasta llegar a una consistencia homogénea. Se colocó la mezcla en un tonel plástico de docientos litros y se cerró herméticamente durante veinticinco a treinta días, en un lugar protegido del viento, del sol y de las lluvias.

## Resultados y discusión.

Cuadro 1. Valores de la estadística F y los valores de P, para los análisis de varianza (ANOVA) para las variables libras de cardamomo por planta y gramos de cardamomo por grano para cada localidad y lectura.

**Cuadro 1**

Comunidad	Lectura	Libras por planta		Densidad (gramos/grano)	
		Valor de F	Valor de p	Valor de F	Valor de p
Santo Domingo Raxnam	Primera	2.83 *	0.026	2.84 *	0.025
	Segunda	<b>1.58<sup>NS</sup></b>	<b>0.183</b>	<b>1.55<sup>NS</sup></b>	<b>0.193</b>
	Tercera	3.59 **	0.008	5.3 **	0.001
Samococh	Primera	2.92 *	0.022	2.95 *	0.021
	Segunda	2.42 *	0.049	<b>1.47<sup>NS</sup></b>	<b>0.216</b>
	Tercera	4.58 **	0.002	<b>1.44<sup>NS</sup></b>	<b>0.229</b>
Santa Ana Candelaria	Primera	4.04 *	0.040	22.14 ***	<0.0001
	Segunda	2.99 *	0.020	70.96 ***	<0.0001
	Tercera	3.06 *	0.018	2.74 *	0.029

Referencias: Valores significativos: \* Valor  $p < 0.05$ ; \*\* Valor  $p < 0.01$ ; \*\*\* Valor  $p < 0.0001$ . NS = no significativo.

Fuente: Análisis realizado por los autores de este estudio.

Puede observarse que en la mayoría de los casos el ANOVA detectó diferencias significativas, lo cual indica que hay un efecto diferenciado de los tratamientos sobre las dos variables medidas, presentándose las mayores diferencias en la comunidad Santa Ana Candelaria de Senahú en la primera y segunda lectura, para ambas variables. Posteriormente para los casos en los cuales se presentaron diferencias significativas fue aplicada la prueba de comparación múltiple de medias de acuerdo con el criterio propuesto por Scott y Knott (1974).

En las figuras 1-6 se observa que los mejores resultados para la variable libras de cardamomo por planta (LCP), en la primera lectura en la comunidad Santo Domingo Raxnam fueron

obtenidos con los tratamientos: T1= Bocashi 2 libras (2.46 LCP), T5= Bocashi 4 libras + 1 litro de EM (2.34 LCP) y T3 = Bocashi 2 libras + 1 litro de ME (2.06 LCP).

Prueba de comparación múltiple de acuerdo con el criterio de Scott-Knott para la variable libras de cardamomo promedio por planta para la variable peso en gramos promedio por grano, medida en las tres lecturas en la comunidad Santo Domingo Raxnam (San Pedro Carchá). El promedio de las tres fases de cosecha se analiza al final de este apartado.

Figura 1

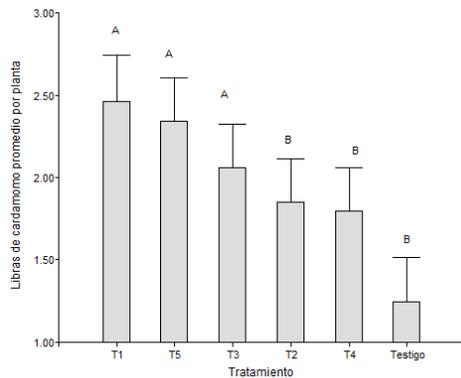


Figura 2

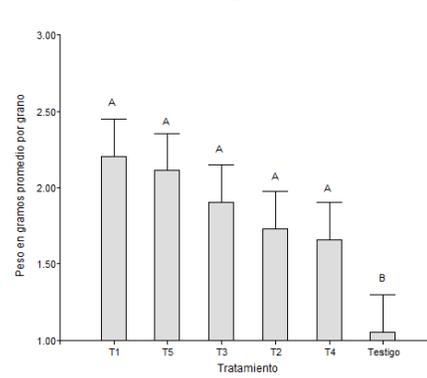


Figura 3

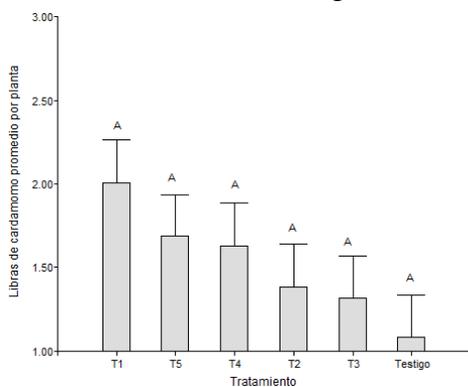


Figura 4

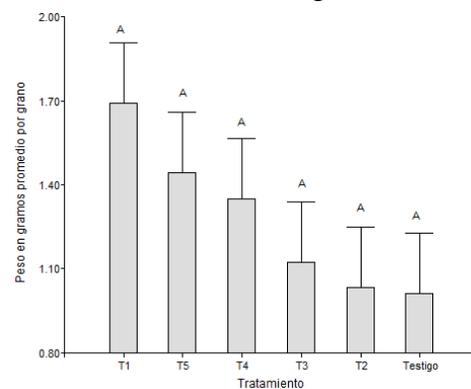


Figura 5

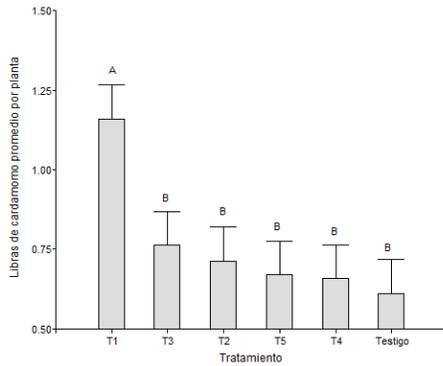
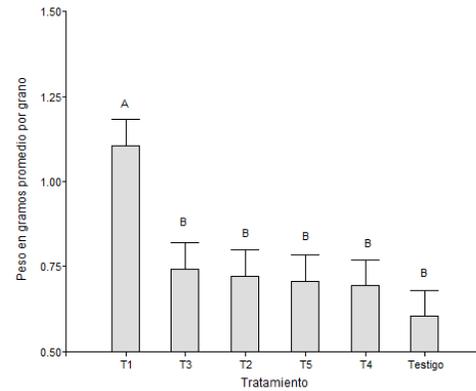


Figura 6



Figuras 1-6. Prueba de medios para la rendimiento de frutos de cardamomo cereza, santo Domingo Raxnam, Carchá, Alta Verapaz, Guatemala, 2019.

En la localidad Santo Domingo Raxnam, respecto a la variable libras de cardamomo por planta, se presentó un efecto diferenciado de los tratamientos aplicados, solamente en las lecturas 1 y 3. En la lectura 1 los mejores resultados se obtuvieron con los tratamientos T1 (Bocashi 2 libras), T3 (Bocashi 2 libras + 1 litro de ME) y T5 (Bocashi 4 libras + 1 litro de ME), superando en hasta 1.21 libras al testigo. En la lectura 3, solamente el tratamiento T1 (Bocashi 2 libras) produjo los mejores resultados (1.16 libras en promedio por planta). Extrapolando los rendimientos para los mejores tratamientos en Santo Domingo Raxnam, de San Pedro Carchá, con el T1 obtenemos rendimientos de 4.1 Tm/ha. Los rendimientos de T5 son de 3.3 Tm/ha.

Pruebas de comparación múltiple de acuerdo con el criterio de Scott-Knott para la variable libras de cardamomo promedio por planta y para la variable peso en gramos por grano (densidad), medida en las tres lecturas en la comunidad Samococh (Chisec).

Figura 7

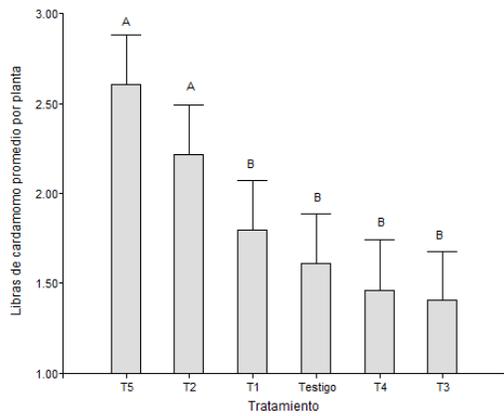


Figura 8

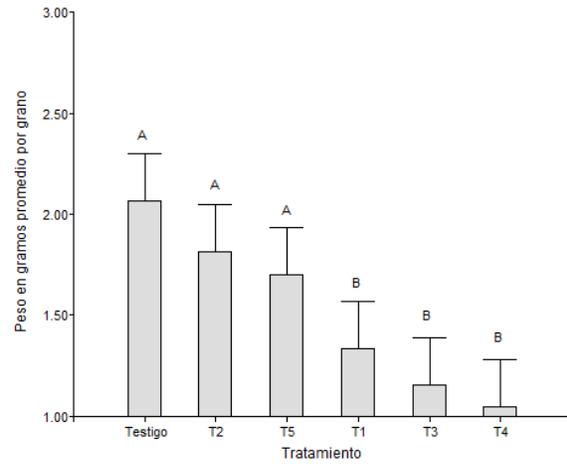


Figura 9

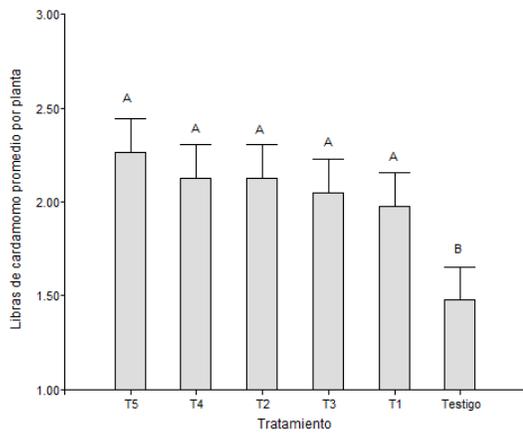


Figura 10

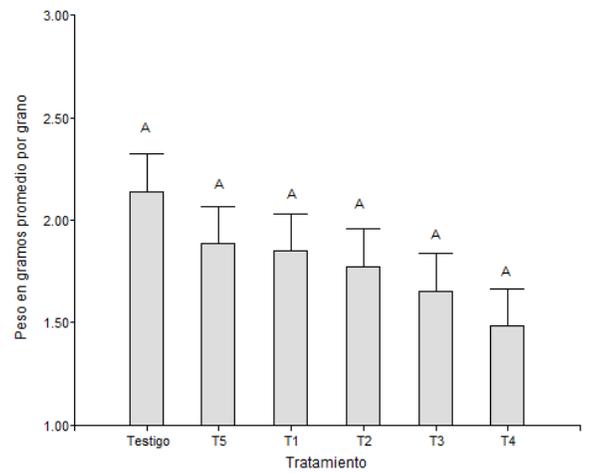


Figura 11

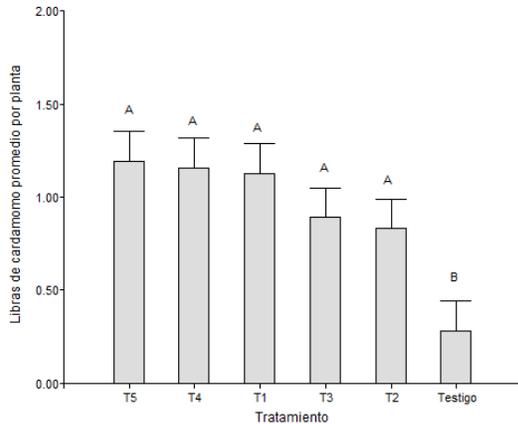
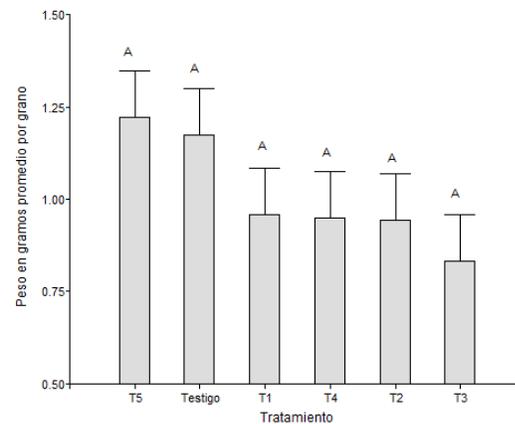


Figura 12



Figuras 7-12. Prueba de medios para la rendimiento de frutos de cardamomo cereza, santo Samococh, Chisec, Alta Verapaz, Guatemala, 2019.

En la localidad Samococh, se presentó un efecto diferenciado de los tratamientos aplicados, respecto a la variable libras de cardamomo por planta, en las tres lecturas. Siendo que en las lecturas 2 y 3 el efecto de la aplicación de todos los abonos orgánicos fue superior al testigo. En la lectura 1, los tratamientos T2 (microorganismos eficientes) y T5 (Bocashi 4 libras + 1 litro de ME) presentaron los mejores resultados.

Tomando en consideración los mejores tratamientos en Samococh, Chisec, A.V. con el T5 obtenemos rendimientos de 4.5 Tm/ha, y con T2, 4.1 Tm/ha, el tratamiento T1 nos da resultados de 3.6 Tm/ha.

Pruebas de comparación múltiple de acuerdo con el criterio de Scott-Knott para la variable libras de cardamomo promedio por planta y para la variable peso en gramos promedio por grano), medida en las tres lecturas en la comunidad Santa Ana Candelaria (Senahú).

Figura 13

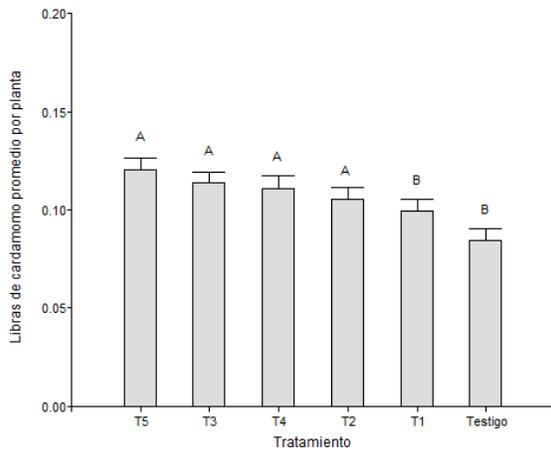


Figura 14

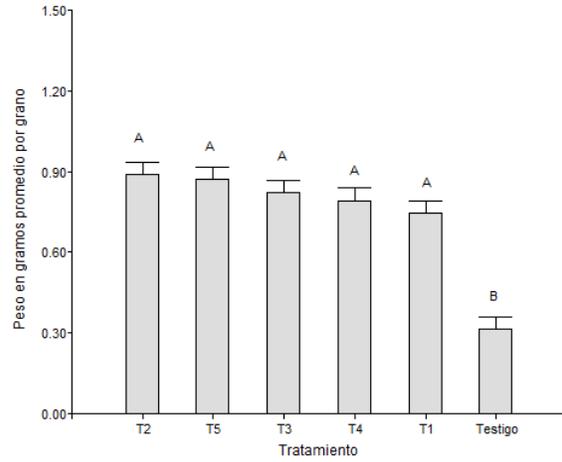


Figura 15

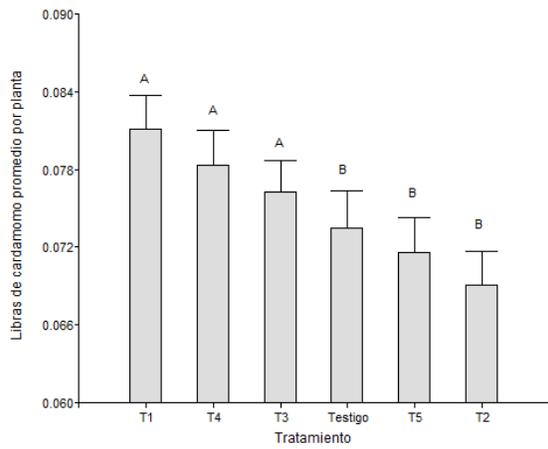


Figura 16

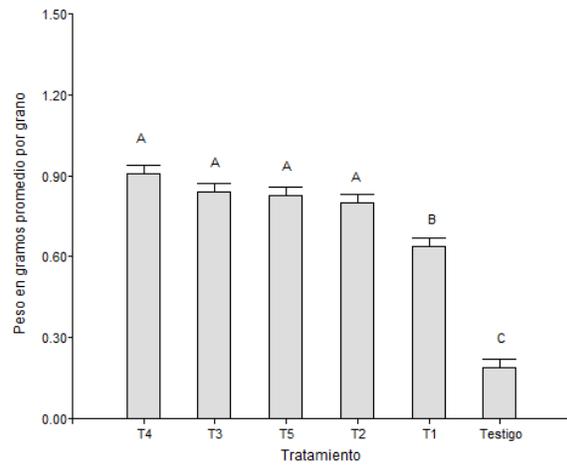


Figura 17

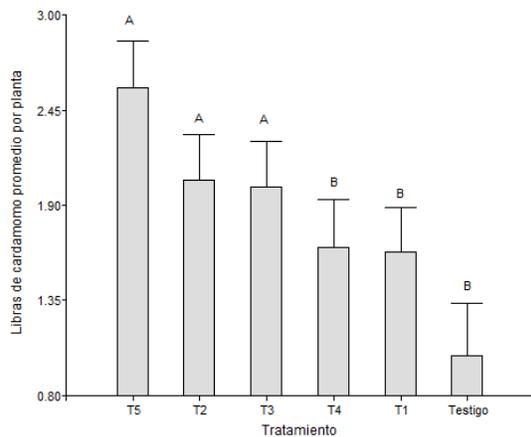
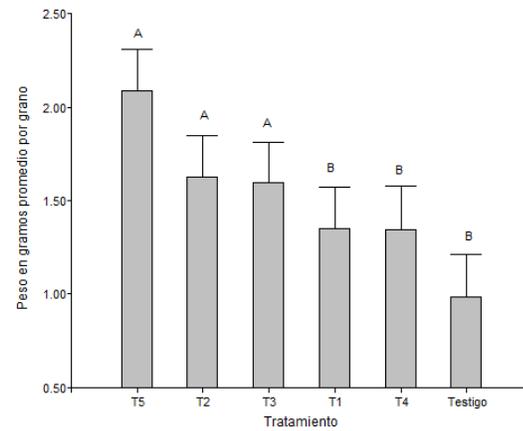


Figura 18



Figuras 13-18. Prueba de medias para la rendimiento de frutos de cardamomo cereza, Santa Ana Candelaria, Senahú, Alta Verapaz, Guatemala, 2019.

En la localidad San Ana Candelaria, en las tres lecturas se presentó un efecto diferenciado de los tratamientos evaluados. Respecto a la variable libras de cardamomo por planta, en la lectura 1, los mejores resultados fueron obtenidos con: T2 (microorganismos eficientes), T3 (Bocashi 2 libras + 1 litro de ME), T4 (Bocashi 2.5 libras + 1 litro de ME) y T5 (Bocashi 4 libras + 1 litro de ME), con rendimientos de 0.11 y 0.12 libras de cardamomo por planta. En la lectura 2, los tratamientos T1 (Bocashi 2 libras) T3 (Bocashi 2 libras + 1 litro de ME) y T4 (Bocashi 2.5 libras + 1 litro de ME) fueron los que presentaron los mejores resultados. Y en la lectura 3, los tratamientos: T2 (microorganismos eficientes), T3 (Bocashi 2 libras + 1 litro de ME) y T5 (Bocashi 4 libras + 1 litro de ME).

Para los mejores tratamientos en Santa Ana Candelaria, Senahú A.V. con el T5 obtenemos rendimientos de cardamomo en cereza de 2.4, y con T2, 2 Tm/ha, el tratamiento T4 nos da resultados de 2 Tm/ha, superando ampliamente al testigo, sin ninguna aplicación.

Cuadros de medias y grupos de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de medias según el criterio propuesto por Scott-Knott (1974)

**Cuadro 2. Significancia de las tres lecturas de peso y densidad**  
**Localidad: Santo Domingo Raxnam, San Pedro Carchá**  
 Libras de cardamomo promedio por planta

Tratamiento	Libras de cardamomo promedio por planta		
	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3
T1	2.46 <sup>a</sup>	2.00 <sup>a</sup>	1.16 <sup>a</sup>
T2	1.85 <sup>b</sup>	1.38 <sup>a</sup>	0.71 <sup>b</sup>
T3	2.06 <sup>a</sup>	1.32 <sup>a</sup>	0.76 <sup>b</sup>
T4	1.80 <sup>b</sup>	1.63 <sup>a</sup>	0.66 <sup>b</sup>
T5	2.34 <sup>a</sup>	1.69 <sup>a</sup>	0.67 <sup>b</sup>
Testigo	1.25 <sup>b</sup>	1.08 <sup>a</sup>	0.61 <sup>b</sup>

Tratamiento	Gramos promedio por grano		
	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3
T1	2.20 <sup>a</sup>	1.69 <sup>a</sup>	1.11 <sup>a</sup>
T2	1.73 <sup>a</sup>	1.03 <sup>a</sup>	0.72 <sup>b</sup>
T3	1.90 <sup>a</sup>	1.12 <sup>a</sup>	0.74 <sup>b</sup>
T4	1.66 <sup>a</sup>	1.35 <sup>a</sup>	0.69 <sup>b</sup>
T5	2.11 <sup>a</sup>	1.44 <sup>a</sup>	0.71 <sup>b</sup>
Testigo	1.05 <sup>b</sup>	1.01 <sup>a</sup>	0.60 <sup>b</sup>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (valor de  $p > 0.05$ )  
 Fuente: autores del presente estudio.

La localidad de Santo Domingo Raxnam, San Pedro Carcha, es una de las localidades que expuso resultados superiores durante las tres lecturas para los tratamientos con mayor cantidad de abonos y de la misma manera la densidad de sus frutos expresado en gramos por grano fue superior con los tratamientos indicados.

**Cuadro 3**  
**Localidad Samococh, Chisec**  
Libras de cardamomo promedio por  
planta

Tratamiento	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3
T1	1.80 <sup>b</sup>	1.98 <sup>a</sup>	1.13 <sup>a</sup>
T2	2.22 <sup>a</sup>	2.13 <sup>a</sup>	0.83 <sup>a</sup>
T3	1.40 <sup>b</sup>	2.05 <sup>a</sup>	0.89 <sup>a</sup>
T4	1.46 <sup>b</sup>	2.13 <sup>a</sup>	1.16 <sup>a</sup>
T5	2.60 <sup>a</sup>	2.27 <sup>a</sup>	1.19 <sup>a</sup>
Testigo	1.61 <sup>b</sup>	1.48 <sup>b</sup>	0.28 <sup>b</sup>

	Gramos promedio por grano		
Tratamiento	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3
T1	1.34 <sup>b</sup>	1.85 <sup>a</sup>	0.96 <sup>a</sup>
T2	1.81 <sup>a</sup>	1.77 <sup>a</sup>	0.94 <sup>a</sup>
T3	1.15 <sup>b</sup>	1.66 <sup>a</sup>	0.83 <sup>a</sup>
T4	1.05 <sup>b</sup>	1.48 <sup>a</sup>	0.95 <sup>a</sup>
T5	1.70 <sup>a</sup>	1.89 <sup>a</sup>	1.22 <sup>a</sup>
Testigo	2.06 <sup>a</sup>	2.14 <sup>a</sup>	1.17 <sup>a</sup>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (valor de  $p > 0.05$ )  
Fuente: autores del presente estudio.

La localidad de Samococh, Chisec, es una de las localidades que también expresó resultados superiores durante las tres lecturas para los tratamientos con mayor cantidad de abonos y de la misma manera la densidad de sus frutos expresado en gramos por grano fue superior con los tratamientos indicados.

**Cuadro 4**  
**Localidad Santa Ana Candelaria, Senahú**  
 Libras de cardamomo promedio por planta

Tratamiento	Libras de cardamomo promedio por planta		
	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3
T1	0.10 <sup>b</sup>	0.08 <sup>a</sup>	1.63 <sup>b</sup>
T2	0.11 <sup>a</sup>	0.07 <sup>b</sup>	2.05 <sup>a</sup>
T3	0.11 <sup>a</sup>	0.08 <sup>a</sup>	2.01 <sup>a</sup>
T4	0.11 <sup>a</sup>	0.08 <sup>a</sup>	1.65 <sup>b</sup>
T5	0.12 <sup>a</sup>	0.07 <sup>b</sup>	2.58 <sup>a</sup>
Testigo	0.08 <sup>b</sup>	0.07 <sup>b</sup>	1.03 <sup>b</sup>

Tratamiento	Gramos promedio por grano		
	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3
T1	0.75 <sup>a</sup>	0.64 <sup>b</sup>	1.35 <sup>b</sup>
T2	0.89 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>	1.62 <sup>a</sup>
T3	0.82 <sup>a</sup>	0.84 <sup>a</sup>	1.60 <sup>a</sup>
T4	0.79 <sup>a</sup>	0.91 <sup>a</sup>	1.34 <sup>b</sup>
T5	0.87 <sup>a</sup>	0.83 <sup>a</sup>	2.09 <sup>a</sup>
Testigo	0.31 <sup>b</sup>	0.19 <sup>c</sup>	0.99 <sup>b</sup>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (valor de  $p > 0.05$ )  
 Fuente: autores del presente estudio.

La localidad de Santa Ana Candelaria muestra resultados entre cosechas, que difieren entre las otras localidades, razón por la cual no existe interacción entre tratamientos y localidades. Los resultados difieren tanto para el rendimiento como para la densidad de grano. Sin embargo los tratamientos identificados como superiores son diferentes al testigo sin ninguna aplicación.

**Cuadro 5**

**Cuadro 5. Rendimiento promedio de tratamientos en tres localidades, frutos de cardamomo en cereza, Alta Verapaz, Guatemala, 2019.**

Rend\_Kg\_ha - Medias ajustadas y errores estándares para Tratamiento  
LSD Fisher (Alfa=0.05)

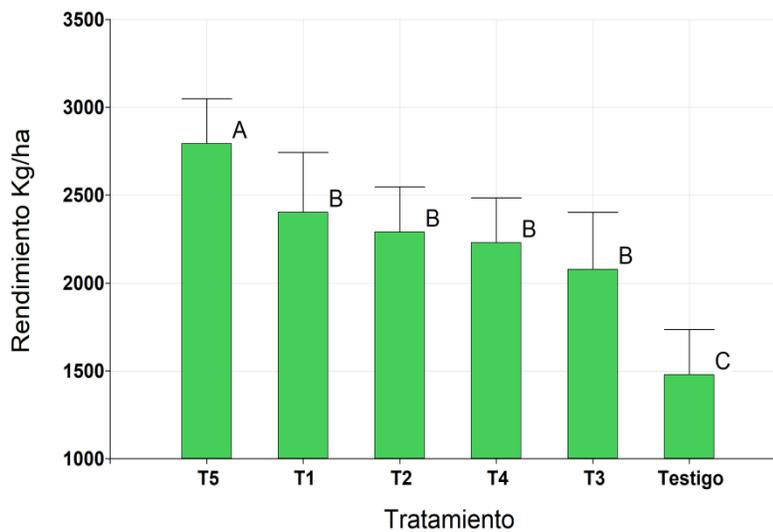
Procedimiento de corrección de p-valores: No

Tratamiento	Medias	E.E.	
T5	2793.22	256.14	A
T1	2403.14	340.78	B
T2	2290.38	256.14	B
T4	2228.77	256.14	B
T3	2078.46	323.94	C
Testigo	1478.85	256.14	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Gráfica de Rendimiento Kg/ha - Medias ajustadas y errores estándares para Tratamiento

**Figura 19**  
**Rendimiento Kg/ha**



En este análisis combinado entre localidades se puede observar que se separan tres grupos estadísticos, donde el tratamiento 5 (4 libras de Bocashi + 1 lt ME) presenta los mejores resultados en cuanto al rendimiento. El segundo grupo conformado por el resto de tratamientos a base de compuestos orgánicos. El tercer grupo queda exclusivamente para el testigo que fue superado por el resto de tratamientos.

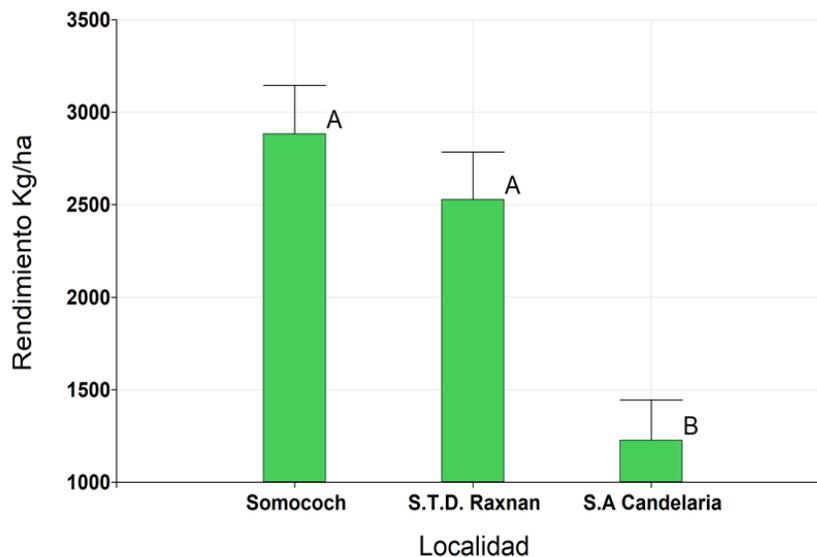
**Cuadro 6**  
**Rendimientos por localidad**

Rend\_Kg\_ha - Medias ajustadas y errores estándares para Localidad  
LSD Fisher (Alfa=0.05)  
Procedimiento de corrección de p-valores: No

Localidad	Medias	E.E.	
Samococh	2882.29	261.97	A
S.T.D. Raxnám	2526.97	256.58	A
S.A Candelaria	1227.15	216.52	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Figura 20**  
**Rendimientos por localidad**



### Gráfica de Rendimiento Kg/ha - Medias ajustadas y errores estándares para localidades

Las localidades que mejores rendimientos expresaron fueron la localidad de Samococh, Chisec y Santo Domingo Raxnam, Carchá, quienes forman el grupo estadístico superior. La comunidad de Santa Ana Candelaria, Senahú fue superada por más del doble de rendimiento.

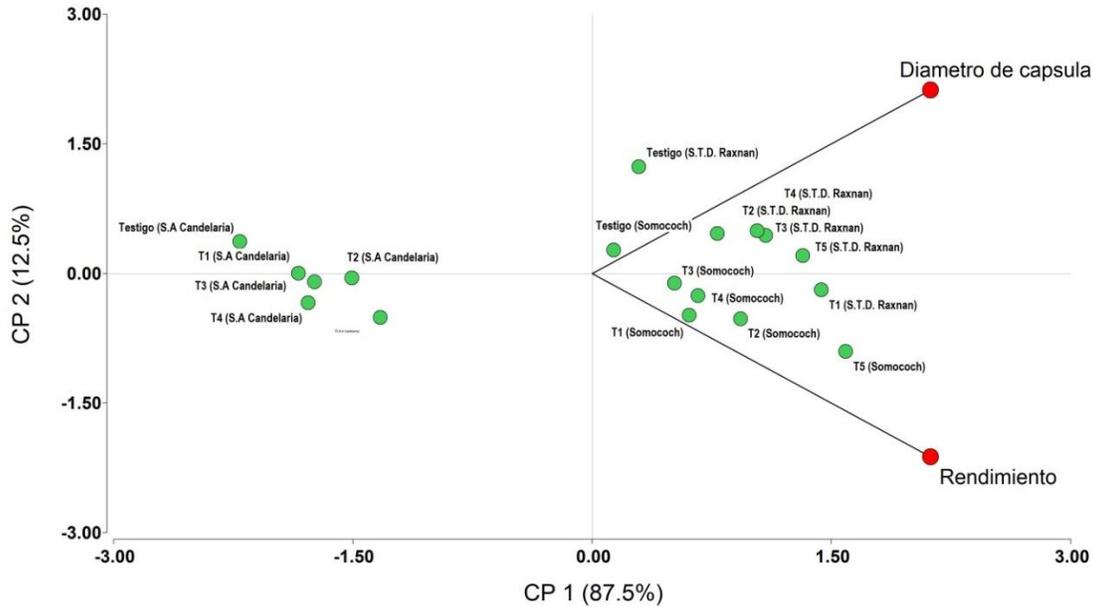
Se ha observado que los rendimientos se han triplicado, teniendo registros de rendimientos anterior a la aplicación de abonos orgánicos de 18 a 20 quintales por manzana. Posterior a las tres aplicaciones los propietarios han reportado de 3.8 a 4.6 Tm/ha. Esto brinda resultados positivos sobre los beneficios para el agricultor, al aplicar los abonos en estas dosificaciones.

Los tratamientos de dos y cuatro libras de abono bocashi + un litro de abono líquido (microorganismos eficientes ME) por planta, han incrementado la producción hasta tres veces más, en comparación con el testigo y con los registros de rendimiento por área de los productores. (1.2 Tm/ha de rendimiento del testigo hasta 4 Tm/ha de los mejores tratamientos)

Mejoras sustanciales han ocurrido dentro de las plantaciones evaluadas, con la aplicación de los mejores tratamientos, con relación a la calidad del cardamomo, se ha mejorado el color y la sanidad de los granos de cardamomo, se han obtenido más inflorescencias por planta de cardamomo en el tiempo, mejor densidad de los granos y mejores rendimientos, entre otros beneficios.

El aprovechamiento de materiales locales para la elaboración de abonos orgánicos es una práctica que ha llamado la atención de los productores de cardamomo, quienes que han observado sus beneficios, por lo que han decidido conformar grupos para masificar su elaboración y formar comunidades más productivas.

**Figura 21**  
**ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES**



A través de la interpretación de la figura de componentes principales, se puede visualizar la tendencia del rendimiento y las variables de calidad del cardamomo (diámetro de cápsula). La variable color de la cápsula, que no aparece en el gráfico, no es determinado por los tratamientos, en este estudio, por lo que se detalla solo el color predominante en cada localidad. Santo Domingo Raxnam presenta una coloración verde pálido y la localidad Samococh, una coloración verde esmeralda, con los diámetros de cápsula superiores a 8 mm (superiores) y la localidad Santa Ana Candelaria, con los rendimientos y diámetros más bajos, la valoración comercial del color es un fruto verde amarillento.

### Calidad del suelo en estudio

Respecto a la nutrición del suelo también se tuvieron incrementos favorables en los valores así; el pH en los estudios iniciales estaba muy por debajo de lo recomendado valores de 4 en Santo Domingo Raxnam, 4.5 Samococh, 5 Santa Ana Candelaria. En las lecturas finales 6.40 Santo Domingo Raxnam, 6.50 Samococh, y 6.60 Santa Ana Candelaria. Los valores de referencia de pH adecuado para el cultivo de cardamomo es entre 5.5 a 6.5.

Los valores de Fósforo expresado en mg/ kg para la localidad Santo Domingo Raxnam en las lecturas iniciales estaba en 0.10 mg/ kg; Samococh en 2 mg/kg, y en Santa Ana Candelaria en 0.15 mg/kg.

Posterior a las aplicaciones los valores fueron Santo Domingo Raxnam 45 mg/kg, Samococh 35 mg/ kg, y Santa Ana Candelaria con 30 mg/kg. Los valores de referencia para Fósforo son entre 30 – 75 mg/kg.

Respecto a los valores iniciales de Potasio expresado en C.mol/kg. Para Santo Domingo Raxnam los valores en la primera lectura fueron 0.09 mol/kg.; para Samococh 0.10 y Santa Ana Candelaria 0.09 mol/kg.

Para la lectura final los valores de Potasio estaban así; Santo Domingo Raxnam 0.26 mol/kg.; Samococh 0.30 mol/kg y Santa Ana Candelaria 0.24 mol/kg.

Los valores de referencia para Potasio son 0.18 a 0.38 mol/kg.

Para Calcio los valores iniciales fueron Santo Domingo Raxnam de 2 cmol/kg; Samococh 5 cmol/kg y Santa Ana Candelaria 4.5 cmol/kg.

Después de las aplicaciones los valores fueron Santo Domingo Raxnam 7.0 cmol/kg; Samococh 6.5 cmol/kg. Santa Ana Candelaria 8 cmol/kg.

Los valores de referencia para Calcio son: 5-10 cmol/kg.

Para materia orgánica encontramos valores iniciales en Santo Domingo Raxnam de 3%; Samococh 2% y Santa Ana Candelaria de 3 %. Después de las aplicaciones los valores se incrementaron así: Santo Domingo Raxnam 7.81 %; Samococh 6% y Santa Ana Candelaria 5%. Los valores de referencia para materia orgánica son 3 – 6 %.

La capacidad de intercambio catiónico efectivo inicial de las localidades fue la siguiente: Santo Domingo Raxnam 12 cmol/l; Samococh 12 cmol/l; Santa Ana Candelaria 10 cmol/l.

Después de las aplicaciones de abonos los valores son: Santo Domingo Raxnam 17.50 cmol/l; Samococh 15 cmol/l; Santa Ana Candelaria 13 cmol / l.

Los valores de referencia para la Capacidad de intercambio catiónico efectivo esta entre 10 y 15 cmol/l.

## 7. Conclusiones

La utilización de abonos orgánicos tipo Bocashi, abonos líquidos a base de materiales orgánicos locales y microorganismos de montaña ME, expresaron estadísticamente rendimientos superiores, en las localidades de Samococh, Chisec (2,882.29 kg/ha ) y Santo Domingo Raxnam, Carchá (2,526.97 kg/ha ). En la localidad de Santa Ana Candelaria, a pesar de presentar resultados muy inferiores a las otras localidades (1,227.15), siempre supero al testigo absoluto sin ninguna aplicación.

La calidad de los granos cosechados, tomando como base las valoraciones comerciales de compra venta del cardamomo, las localidades de Santo Domingo Raxnam, Carchá presenta valores adecuados para densidad (gramos/grano) con los tratamientos 2 (2 libras de Bocashi) y las localidades de Samococh y Candelaria con el uso de los tratamientos 5 (4 lb Bocashi y 1 lt ME) y el tratamiento 2 (1 lt ME) presentan los mejores índices de densidad de cápsula. La colorimetría no evidenció diferencias notables entre las cápsulas cosechadas, esto se debe principalmente a la altura sobre el nivel del mar y al uso continuado de los abonos orgánicos. Las localidades de Samococh y Santo Domingo Raxnam evidenciaron diámetros de cápsula (mayores de 8 mm). La localidad de Santa Ana Candelaria expresó los diámetros de cápsula menor (6 mm)

Con base en los análisis de laboratorio de suelos, los valores de pH, fósforo, potasio, calcio y materia orgánica fue al menos duplicada. La capacidad de intercambio catiónico CIC de los suelos fueron favorecidos logrando niveles adecuados para un buen desarrollo del cultivo del cardamomo. Hay mejoras considerables en los suelos de las tres localidades, tanto en el incremento de los valores de los elementos presentes, como de su capacidad de intercambio catiónico.

## 8. Recomendaciones

Realizar un análisis económico para seleccionar las mejores opciones de abonos orgánicos.

Continuar con la evaluación de los abonos orgánicos que presentaron los mejores resultados en cada localidad.

## 9. Referencias bibliográficas

Bhardwaj Deepak, Mohammad Wahid Ansari, Ranjan Kumar Sahoo & Narendra Tuteja. 2014. Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity. *Microbial Cell Factories* 13:66.

Escobar Salazar, J.R. (1986). Caracterización del sistema suelo-planta en cardamomo (*Elettaria cardamomum* Maton) en la finca San Francisco Colomba-Quetzaltenango (tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala, Guatemala.

Espinoza H., Say E., Escobedo A., Sánchez S., López J. 2016. Fortalecimiento de las capacidades de los consorcios de actores locales para gestionar y participar en Investigación aplicada en las cadenas productivas priorizadas por Región. Informe de la Consultoría: Análisis de la cadena del cultivo de Cardamomo, Región Norte. CATIE, 27pp.

GU-M1055, 2014. Organización, diversificación productiva y comercialización para pequeños productores de comunidades mayas de Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala, Documento del Banco Interamericano de Desarrollo. Fondo Multilateral de Inversiones, 22p.

Mäder P., Fließbach A., Dubois D., Gunst L., Fried P. & Niggli U. 2002. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science* Vol. 296, 1694-1697.

Martínez, SM. 2013. Impacto de las exportaciones de cardamomo en la economía de Guatemala, en las comunidades y en las familias productoras de cardamomo. Guatemala, Instituto de Investigación y de Desarrollo Maya –IIDEMAYA-. 35 p

Moya Juan Carlos. 2012. ¿Cómo hacer microorganismos eficientes? Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección Regional Central Occidental. Unidad de información y Comunicación/Extensión Agropecuaria/Hoja Divulgativa No 4. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/drocc-hoja-04-2012.pdf>

Nidhi Rai, Priyanka Ashiya & Devendra Singh Rathore. 2014. Comparative Study of the Effect of Chemical Fertilizers and Organic Fertilizers on *Eisenia foetida*. *International Journal of Innovative Research in Science*. Vol. 3, 12991-12998.

Plan de manejo integrado del thrips del cardamomo. 2015. Dirección de sanidad vegetal VISAR. Proyecto AdA Integración. P 15

Priyanka Ashiya, Nidhi Rai, Devendra Singh Rathore & Sonika Jain. 2015. Influence of Chemical fertilizers and Organic fertilizers on pH and available Nitrogen content of

Vermicompost with earthworm *Eisenia foetida*. International Journal of Advanced Research. Vol.3, 1030-1036.

Ramírez-Builes V.H. & N. Naidu Duque. 2010. Respuesta del lulo La Selva (*Solanum quitoense* x *Solanum hirtum*) a la aplicación de fermentados aeróbicos tipo bocashi y fertilizante químico. Acta Agronómica 59 : 155-161.

Ramirez Jiménez, G. (1981). Análisis preliminar de la producción de cardamomo (*Elettaria cardamomum* Maton) en base al contenido de nutrientes en la planta u su relación con los parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo (tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala, Guatemala.

Ramos Agüero D., & E., Terry Alfonso. 2014. Generalidades de los Abonos Orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para los suelos y plantas. Cultivos tropicales, Vol 35, 52-59.

Restrepo-Rivera Jairo. 2007. Manual práctico, El A,B,C de la agricultura orgánica y harina de rocas, Printex, Servicio de Informaciones Mesoamericano sobre Agricultura sostenible (SIMAS), Managua, Nicaragua 262p.

Sáenz Francisco. 2014. Elaboración de un cultivo de microorganismos.  
<http://permacultivo.es/wp-content/uploads/2014/07/Elaboracion-de-un-cultivo-de-microorganismos.pdf>

Zanen M., Bokhorst J. G. & Koopmans C.J. 2008. Soil Fertility and Biodiversity effects from Organic Amendments in Organic Farming. 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy, June 16-20, <http://orgprints.org/11622>