

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

**EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN LA REPRODUCCIÓN VEGETATIVA EN EL CULTIVO DE  
CARDAMOMO (*Elettaria cardamomun* L.) USPANTÁN, QUICHÉ.**

TESIS DE GRADO

**FAUSTO PASTOR SICA**

CARNET 23365-13

QUETZALTENANGO, SEPTIEMBRE DE 2020  
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

**EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN LA REPRODUCCIÓN VEGETATIVA EN EL CULTIVO DE  
CARDAMOMO (*Elettaria cardamomun* L.) USPANTÁN, QUICHÉ.**

TESIS DE GRADO

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

POR  
**FAUSTO PASTOR SICA**

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA EN EL GRADO  
ACADÉMICO DE LICENCIADO

QUETZALTENANGO, SEPTIEMBRE DE 2020  
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTÍNEZ SALAZAR, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: MGTR. LESBIA CAROLINA ROCA RUANO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: LIC. JOSÉ ALEJANDRO ARÉVALO ALBUREZ  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. LUIS CARLOS TORO HILTON, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. JOSÉ FEDERICO LINARES MARTÍNEZ  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
VICEDECANO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA  
SECRETARIO: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN  
DIRECTORA DE CARRERA: MGTR. EDNA LUCÍA DE LOURDES ESPAÑA RODRÍGUEZ

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

ING. LEONEL ABRAHAM ESTEBAN MONTERROSO

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. MARCO ANTONIO MOLINA MONZÓN



## **AUTORIDADES DEL CAMPUS DE QUETZALTENANGO**

DIRECTOR DE CAMPUS: P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLIS, S.J.

SUBDIRECTORA ACADÉMICA: MGTR. NIVIA DEL ROSARIO CALDERÓN

SUBDIRECTORA DE INTEGRACIÓN  
UNIVERSITARIA: MGTR. MAGALY MARIA SAENZ GUTIERREZ

SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. ALBERTO AXT RODRÍGUEZ

SUBDIRECTOR DE GESTIÓN GENERAL: MGTR. CÉSAR RICARDO BARRERA LÓPEZ

Quetzaltenango, 29 de octubre de 2019

Honorable Consejo de  
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Universidad Rafael Landívar  
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he procedido a revisar el Informe Final del Trabajo de Tesis del estudiante Fausto Pastor Sicá 2336513, titulado: **EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN LA REPRODUCCIÓN VEGETATIVA EN EL CULTIVO DE CARDAMOMO (*Elettaria cardamomum* L.); USPANTÁN, QUICHÉ.** El cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito a la Comisión su aprobación.

Atentamente,



---

Ing. Leonel Abraham Esteban Monterroso  
Colegiado No. 1,509

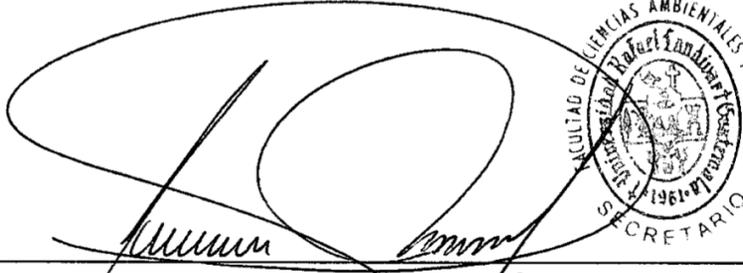
### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante FAUSTO PASTOR SICA, Carnet 23365-13 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus de Quetzaltenango, que consta en el Acta No. 06175-2020 de fecha 21 de septiembre de 2020, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN LA REPRODUCCIÓN VEGETATIVA EN EL CULTIVO DE CARDAMOMO (*Elettaria cardamomun* L.) USPANTÁN, QUICHÉ.**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 22 días del mes de septiembre del año 2020.



**MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN, SECRETARIO**  
**CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**  
Universidad Rafael Landívar

## **Agradecimientos**

**A Dios:** Que me dio la vida, y sabiduría para cumplir mis sueños.

### **A La universidad Rafael Landívar**

**Campus de Quetzaltenango:** Por abrirme las puertas para mi formación profesional.

**A mis catedráticos:** Por brindarme sus conocimientos.

### **A Ing. Agr. Leonel Esteban**

**Monterroso:** Por su asesoría en la planificación, ejecución y elaboración del informe final de tesis.

**A Lic. Gregory Mark Walton:** Por su especial apoyo e interés en la investigación de tesis.

## **Dedicatoria**

**A Dios:** por su amor y fidelidad en mi vida.

**A Mis padres:** Francisco Pastor Hernández y Tomasa Sicá Ramos (que en paz descanse) por inculcarme los sabios consejos.

**A Mis abuelitos:** por los consejos y ejemplos de lucha que me condujeron a alcanzar mis metas

**A Mis hermanos:** por el amor, cariño y los momentos que hemos pasado juntos.

**A Mis tíos:** por el apoyo incondicional en los momentos difíciles.

**A Mis primos:** por el cariño que me demuestran.

**A Mis compañeros:** por todos los momentos compartidos durante el transcurso de la carrera.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO .....	3
2.1. Cultivo de cardamomo .....	3
2.1.1. Origen.....	3
2.1.2. Historia del cultivo en Guatemala. ....	3
2.1.3. Clasificación taxonómica. ....	3
2.1.4. Descripción botánica.....	3
2.1.5. Requerimientos del cultivo.....	4
2.1.6. Plagas del cultivo .....	5
2.1.7. Enfermedades del cultivo .....	6
2.1.8. Cosecha. ....	8
2.1.9. Usos y beneficios del cardamomo. ....	8
2.1.10. Importancia económica. ....	9
2.2. Propagación .....	10
2.2.1. Propagación sexual. ....	10
2.2.2. Propagación vegetativa. ....	10
2.3. Sustratos .....	11
2.3.1. Importancia de los sustratos. ....	11
2.3.2. Funciones de los sustratos.....	11
2.3.3. Propiedades físicas químicas de los sustratos .....	13
2.3.4. Tipos de sustratos. ....	15
2.3.5. Arena.....	17
2.3.6. Broza.....	17
2.3.7. Tierra.....	18
2.3.8. Pulpa de café.....	18
2.4. Antecedentes.....	18
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	23
4. OBJETIVOS .....	24
4.1. General .....	24
4.2. Específicos.....	24

5. HIPÓTESIS.....	25
5.1. Hipótesis alternativa.....	25
6. METODOLOGÍA.....	26
6.1. Localización.....	26
6.2. Material experimental.....	26
6.2.1. Cultivo de cardamomo.....	26
6.2.2. Mantillo vegetal o broza.....	26
6.2.3. Arena.....	26
6.2.4. Broza de café.....	27
6.2.5. Tierra.....	27
6.3. Factores a estudiar.....	27
6.4. Descripción de los tratamientos.....	27
6.5. Diseño experimental.....	28
6.6. Modelo estadístico.....	28
6.7. Unidad experimental.....	28
6.8. Croquis de campo.....	29
6.9. Manejo del experimento.....	30
6.9.1. Selección del área.....	30
6.9.2. Limpieza del área.....	30
6.9.3. Recolección de sustratos.....	30
6.9.4. Preparación de los sustratos.....	30
6.9.5. Llenado y colocación de bolsas.....	30
6.9.6. Selección de plantas madres.....	30
6.9.7. Preparación de rizoma.....	31
6.9.8. Siembra de rizoma.....	31
6.9.9. Control de maleza.....	31
6.9.10. Riego.....	31
6.9.11. Recolección de datos.....	31
6.10. Variables de respuestas.....	31
6.10.1. Porcentaje de enraizamiento.....	31
6.10.2. Crecimiento vegetativo.....	32

6.10.3. Crecimiento radicular.....	32
6.11. Análisis de la información .....	32
6.11.1. Análisis estadístico. ....	32
6.11.2. Análisis económico.....	32
7. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	33
7.1. Porcentaje de enraizamiento .....	33
7.2. Crecimiento vegetativo .....	34
7.2.1. Número de brotes.....	34
7.2.2. Altura de brotes. ....	36
7.3. Crecimiento radicular .....	38
7.3.1. Longitud de raíces.....	38
7.3.2. Peso de raíces .....	40
7.4. Análisis económico .....	43
8. CONCLUSIONES.....	44
9. RECOMENDACIONES.....	45
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46
11. ANEXO.....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Descripción de los tratamientos a evaluar sobre la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo ( <i>Elettaria cardamomun</i> L); Uspantán, Quiché 2018.....	28
Tabla 2.Número de rizomas enraizados (%) en la evaluación de sustratos en la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo ( <i>Elettaria cardamomun</i> L.); Uspantán, Quiché 2018. ....	33
Tabla 3.Análisis de varianza para la variable número de rizomas enraizados de la evaluación de sustratos en la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo ( <i>Elettaria cardamomun</i> L.); Uspantán, Quiché 2018.....	33
Tabla 4.Prueba de tukey al 0.5% de significancia para la variable número de rizomas enraizados de la evaluación de sustratos de la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo ( <i>Elettaria cardamomun</i> L.); Uspantán, Quiché 2018.....	34
Tabla 5.Número de brotes de la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo ( <i>Elettaria cardamomun</i> L.); Uspantán, Quiché 2018.....	35
Tabla 6.Análisis de varianza para la variable número de brotes por unidad de sustrato evaluado de la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo ( <i>Elettaria cardamomun</i> L.); Uspantán, Quiché 2018. ....	35
Tabla 7.Prueba de Tukey al 0.5% de significancia para la variable número de brotes por unidad de sustrato de la reproducción vegetativa en el cultivo de cardamomo ( <i>Elettaria cardamomun</i> L.); Uspantán, Quiché 2018. ....	35
Tabla 8.Altura de brotes expresados en cm por unidad de sustrato de la reproducción vegetativa en el cultivo de cardamomo ( <i>Elettaria cardamomun</i> L.); Uspantán, Quiché 2018. ....	36
Tabla 9.Análisis de varianza para la variable altura de brotes de la reproducción vegetativa en el cultivo de cardamomo ( <i>Elettaria cardamomun</i> L.); Uspantán, Quiché 2018.....	37
Tabla 10.Prueba de Tukey al 0.5% de significancia para la variable altura de brotes expresado en cm por unidad de sustrato de la reproducción vegetativa en el cultivo de cardamomo ( <i>Elettaria cardamomun</i> L.); Uspantán, Quiché 2018.....	37
Tabla 11.Longitud de raíces expresado en cm de la evaluación de sustratos en la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo ( <i>Elettaria cardamomun</i> L.); Uspantán, Quiché 2018. ....	38
Tabla 12.Análisis de varianza para la variable longitud de raíces de la evaluación de sustratos en la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo ( <i>Elettaria cardamomun</i> L.); Uspantán, Quiché 2018. ....	39

Tabla 13.Prueba de Tukey al 0.5% de significancia para la variable longitud de raíces de la evaluación de sustratos en la reproducción vegetativa en el cultivo de cardamomo ( <i>Elettaria cardamomun</i> L.); Uspantán, Quiché 2018.....	39
Tabla 14.Peso de raíces secas expresado en gr por unidad de sustrato evaluado de la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo ( <i>Elettaria cardamomun</i> L.); Uspantán, Quiché 2018. ....	40
Tabla 15.Análisis de varianza para la variable peso de raíces expresado en gr de la reproducción vegetativa en el cultivo de cardamomo ( <i>Elettaria cardamomun</i> L.); Uspantán, Quiché 2018. ...	40
Tabla 16.Prueba de Tukey al 0.5% de significancia para a variable peso de raíces expresado en gr de la reproducción vegetativa en el cultivo de cardamomo ( <i>Elettaria cardamomun</i> L.); Uspantán, Quiché 2018.....	41
Tabla 17.Resumen del porcentaje de enraizamiento (%) y promedio de cada variable de respuesta de la investigación evaluación de sustratos para la reproducción vegetativa en el cultivo de cardamomo, Uspantán, Quiche 2018. ....	42
Tabla 18.Resumen de la relación beneficio costo de la evaluación de sustratos en la reproducción vegetativa en el cultivo de cardamomo ( <i>Elettaria cardamomun</i> L.); Uspantán, Quiché 2018. ...	43

## ÍDICE DE FIGURAS

Figura 1. Unidad experimental de la evaluación de sustratos en la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo ( <i>Elettaria cardamomun</i> L) Uspantán, Quiché.....	29
Figura 2. Distribución de los tratamientos y repeticiones en el área del experimento, de la evaluación de sustratos en la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo ( <i>Elettaria cardamomun</i> L) Uspantán, Quiché. ....	29

## **EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN LA REPRODUCCIÓN VEGETATIVA DEL CULTIVO DE CARDAMOMO (*Elettaria cardamomun* L.); USPANTÁN, QUICHÉ**

### **RESUMEN**

La investigación se realizó en la aldea San Antonio la Nueva Esperanza, Uspantán, Quiché. El objetivo fue evaluar diferentes sustratos para la reproducción vegetativa en el cultivo de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L.). Los sustratos evaluados: mantillo vegetal (50%) y tierra (50%), arena (50%) y tierra (50%), pulpa de café (50%) y tierra (50%), tierra (testigo). Las variables medidas: porcentaje de enraizamiento, desarrollo y crecimiento vegetativo (número de brotes y altura de brotes), desarrollo y crecimiento radicular (longitud y peso de raíces), con un diseño experimental completamente al azar. El mejor tratamiento para el porcentaje de pegue de los rizomas fue el mantillo vegetal (50%) y tierra (50%), con 91.66%. El mejor tratamiento con mayor desarrollo y crecimiento vegetativo de los rizomas fue pulpa de café (50%) y tierra (50%); número de brotes con una media de 7/plantas, altura de brotes fue de 26.52 cm, longitud radicular con una media de 54.29 cm y con peso radicular según la media fue de 4.92 gramos. En aspectos económicos el mantillo vegetal (50%) y tierra (50%) presentó la mejor relación beneficio-costo con 1.01. Pulpa de café (50%) y tierra (50%) presentó una relación beneficio-costo con 1.00. Se recomienda utilizar el sustrato pulpa de café (50%) y tierra (50%), por presentar un porcentaje de enraizamiento adecuado de los rizomas a un 85.71%, además según los análisis estadísticos presentó resultados significativos en el desarrollo y crecimiento vegetativo (brotes y altura de brotes) y radicular (longitud y peso de raíces) de los rizomas.

# 1. INTRODUCCIÓN

El cardamomo (*Elettaria cardamomun* L.), es una hierba perenne perteneciente a la familia de las Zingiberáceas, y de la cual sólo se usan las semillas. Es oriunda de las selvas tropicales de la India meridional, Sri Lanka, Malasia y Sumatra. Actualmente se cultiva también en Nepal, Tailandia y América Central; Guatemala es el mayor productor mundial (Zuñigas, Hoyos, & Afanador, 2010).

La semilla de cardamomo pierde rápidamente la viabilidad por lo que debe sembrarse lo más pronto posible después de su recolección. Para la elaboración de semilleros es necesario conocer la germinación de la semilla, pues ésta tiene como promedio un 72% de germinación cuando está recién cosechada, un 42% sembrada a los 15 días después y un 36% a los 90 días después de su cosecha (Ruano, 2002).

Gran parte de la economía de muchos agricultores guatemaltecos se basa en la producción y comercialización de cardamomo. La producción nacional se encuentra distribuida en los departamentos de Alta Verapaz con un 68%, Quiché 14%, Huehuetenango 8%, Izabal 4%, Baja Verapaz 2%, los demás departamentos de la república de Guatemala suman el 4% (Contreras, 2015).

Las condiciones climáticas que posee Guatemala ha incidido en la adaptación y producción de cardamomo, siendo el municipio de Uspantán uno de los productores; generando ingreso económico y trabajo. Sin embargo, uno de los problemas que se da durante el establecimiento de nuevas plantaciones es la pérdida de los rizomas en el campo definitivo; que va de 35-40%, provocado por factores edafoclimáticos que incide en un menor desarrollo radicular, provocando la muerte de rizomas afectando directamente la uniformidad de las plantas en el área de cultivo y genera costos adicionales al agricultor al momento de realizar resiembras. Por ello se plantea la investigación sobre evaluación de sustratos en la reproducción del cultivo de cardamomo; Uspantán, Quiché. La finalidad de ésta investigación fue encontrar la forma viable económicamente y eficaz de propagar cardamomo en bolsas a nivel de vivero antes de iniciar una plantación; asegurando la uniformidad en el desarrollo y crecimiento de las plantas antes de llevarlos al campo definitivo. Dentro de los sustratos evaluados el mantillo vegetal 50% y tierra 50% permitió un enraizamiento de los rizomas a un 91.66%, la pulpa de café 50% y tierra 50% con un enraizamiento de los rizomas 85.71%; éste mismo tratamiento permitió un mejor crecimiento vegetativo y radicular de los rizomas. En base a los resultados se recomienda

aprovechar los sustratos disponibles de la zona, la pulpa de café 50% y tierra 50% es el sustrato que se recomienda según los resultados analizados de la investigación, seguido del mantillo vegetal 50% y tierra 50%.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Cultivo de cardamomo

**2.1.1. Origen.** El cardamomo es originario de la costa sur occidental de la India y de la Isla de Ceilán donde la planta crece en forma silvestre en los bosques de clima tropical, similares a los de Guatemala, lo cual ha favorecido su adaptación en el país (Ruano, 2002).

**2.1.2. Historia del cultivo en Guatemala.** El cardamomo fue introducido en Guatemala entre el año de 1910 y 1912, por el alemán Oscar Kloeffer, quien trabajaba en la finca Chinasayub (Flor Bonita), ubicada en el departamento de Alta Verapaz, el cultivo se fue propagando a fincas vecinas. En el año de 1948, la semilla de esta planta fue trasladada de Cobán hacia la costa sur del país, para establecer allí la primera plantación extensa de cardamomo, en la actualidad solo se cultiva en Alta Verapaz, Baja Verapaz, Izabal, Huehuetenango, Quiché, y otros departamentos aledaños pero en menor extensión (De Paz, 2009).

Guatemala desde los años setenta se convirtió en el mayor exportador de cardamomo, y a partir de esta fecha se ha constituido en un cultivo de mucha importancia para la economía guatemalteca y para los agricultores, indígenas y no indígenas, del área rural que dependen directa e indirectamente del cultivo (Sandobal, 2006).

**2.1.3. Clasificación taxonómica.** Según Ruano (2002), la clasificación taxonómica del cardamomo es la siguiente:

Subreino: Embryobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Zingiberidae

Orden: Zingiberales

Familia: Zingiberácea.

Género: *Elettaria*

Especie: *Elettaria cardamomun*

**2.1.4. Descripción botánica.** El cardamomo es una de las especies más antiguas del mundo y la tercera más cara después del azafrán y la vainilla. El nombre cardamomo se usa para hierbas de dos géneros dentro de la familia del jengibre *Elettaria* (cardamomo pequeño) y

*Amomum* (cardamomo grande). Ambas variedades tienen la forma de una vaina pequeña, triangular en corte transversal, con forma de huso y una cáscara exterior fina como el papel y pequeñas semillas negras. Las vainas de *Elettaria* son verdes claro y las de *Amomum* son marrones y más grandes (USAID, 2011).

Las flores están dispuestas en panículas, son trímeras y de diferentes colores: amarillas, azules, o blancas-verdosas marcadas en el centro por franjas de color púrpura-violeta, ó rojizas. Son flores vistosas con dos envueltas florales vistosas, tres piezas externas (cáliz) y tres internas (corola) (García, 2016).

Las brácteas miden de 2.5 a 3.8 mm de diámetro, dichas flores están dispuestas en panículas, cada una con tres a cuatro flores, zigomorfas, trímeras, parecidas a la liliópsidas protegidas por brácteas foliosas, con un cáliz verde gamosépalo, la corona gamopétalada, el androceo con cinco estambres de los cuales uno es fértil, y está colocado al centro de la flor. El gineceo está formado por un solo pistilo filiforme, y el estigma es capitado y sobresale de la antera (De Paz, 2009).

La fruta es una capsula trilocular y de tres triángulos de forma ovoide, obtusa en la base y con punta en la parte superior, con un tamaño promedio de 8.5 mm de diámetro, y contiene de cinco a siete granos protegidos por una fina capa algodonosa, verde. Los granos miden de tres a cuatro mm de largo, son angulosos y a veces piramidales, con la superficie corrugada y estriada transversalmente, forman un surco a lo largo del fruto. Tienen una pequeña envoltura interna, delgada, incolora y membranosa, y la capa exterior presenta un color negruzco por fuera y blanco por dentro. La semilla es aromática y de sabor picante (De Paz, 2009).

### **2.1.5. Requerimientos del cultivo**

**a. Clima.** Demanda una precipitación anual de 1,000 a 3,500 mm y temperatura de 10 a 35°C (De Paz, 2009).

La planta se desarrolla bien en temperaturas anuales entre 22°C y 30°C, una precipitación anual de 2500 a 3500 mms, humedad relativa del 80%. Este cultivo se localiza en el bosque muy húmedo subtropical, cálido, templado y frío y en el bosque pluvial montano (Ruano, 2002).

**b. Suelo.** Los terrenos con ligeramente inclinación favorecen al drenaje, estos deben de ser ricos en humus, para la incorporación de materia orgánica se pueden realizar podas de los árboles de sombra o la incorporación manual. El pH debe de ser entre 6.5 a 6.8 ligeramente ácido

esto ayuda a que la planta asimile más rápidamente los nutrientes presentes en el suelo. Se puede adecuar a un pH de hasta 7.2. (Ruano, 2002).

**c. Altura.** En el país las plantas de cardamomo se desarrollan de 100 a 1500 m.s.n.m (Ruano, 2002).

**d. Sombra.** Es necesario crear un microclima adecuado para cada etapa de desarrollo. La sombra al inicio debe de ser de un 50 a 60% y en la temporada de producción reducirla hasta un 40%. Para crear la plantación se debe de reducir el bosque para que este tenga la luz y sombra adecuada (Ruano, 2002).

**e. Requerimientos nutricionales.** Cuando la plantación se encuentra establecida son necesarios los fertilizantes con NPK. Nitrógeno: 230 libra/manzana, Fosforo ( $P_2O_5$ ) 70 libras/manzana y Potasio ( $K_2O$ ) 100 libras/manzana (MAGA & VISAR, 2015).

### **2.1.6. Plagas del cultivo**

**a. Thrips.** El trips es un insecto de aproximadamente 1.5 mm de longitud, cuando las condiciones ambientales son secas este produce un raspado en las hojas, es recomendable la aplicación de insecticidas un mes antes de la cosecha durante la época seca ya que en la época de lluvia la población disminuye y el producto se pierde (Sinaj, 2007).

El trips pica los granos de cardamomo cuando esta tierno, afectando así la apariencia del mismo, esto representa un pequeño daño mecánico ya que el cardamomo se vende por su color y peso y eso afecta la calidad considerablemente, si logramos combatirla podemos llegar a nuestra meta (Ruano, 2002).

**b. Picudo del cardamomo.** Se considera de gran importancia económica, se estima que perfora los frutos y se puede provocar la proliferación de hongos causantes de la pudrición. Su reproducción es por medio de polinización. El picudo perfora el fruto y se estima que puede alimentarse de su contenido o bien el fruto perforado puede ser invadido por hongos causantes de pudrición. Comúnmente el fruto es perforado una sola vez por el adulto. En condiciones favorables la hembra oviposita el fruto y la larva se alimenta de su contenido dejándolo vacío. La hembra también puede perforar un agujero minúsculo en el cuello del bulbo donde oviposita. La larva se alimenta del contenido del bulbo para lo cual forma galerías dentro del rizoma y posteriormente sale para transformarse en adulto perforando nuevamente su salida (Ruano, 2002).

Debido al ataque sectorizado de la plaga, al efecto de los insecticidas sobre los polinizadores y al costo de aplicación es necesario estimar la conveniencia de aplicar pesticidas en la plantación. En función de éstos factores pueden utilizarse productos sistémicos para la fase larvaria y de contacto para la fase adulta (Ruano, 2002).

**c. Barrenador del tallo.** Este crea galerías barrenando el tallo de la planta y dejando así expuesta al ataque de patógenos (Ruano, 2002).

**d. Nematodos.** Los nemátodos causan lesiones en el tejido celular, lo cual constituye la entrada de patógenos principalmente hongos causantes de pudriciones. Por la infección de nemátodos las hojas se tornan amarillentas y pierde su lustre natural. Además los nuevos brotes de la planta desarrollan anormalmente y su crecimiento se detiene. Estos microorganismos se propagan hacia las plantas vecinas fácilmente, por lo que amerita el control de plantas afectadas y plantas sanas vecinas (Ruano, 2002).

#### **2.1.7. Enfermedades del cultivo**

**a. Virus del mosaico del cardamomo.** Inicialmente las plantas adultas infectadas no aparentan estar enfermas, pues mantienen su desarrollo y producción, sin embargo, en los siguientes años los brotes nuevos ya no desarrollan normalmente, la producción se reduce cada año y el fruto se torna amarillento. De acuerdo a la severidad de la infección la planta deja de producir y reduce su follaje drásticamente. El virus infecta plantas de toda edad y cuando son jóvenes o plántulas éstas no desarrollan, las hojas se rizan y los tallos se doblan hacia abajo. Los síntomas son visibles primero en las hojas jóvenes, las cuales muestran manchas o rayas paralelas de color verde claro hasta blancuzco y a veces verde oscuro. Las manchas se prolongan desde la vena principal de la hoja hacia su orilla. Los tallos nuevos muestran manchas verdes oscuro sobre el tallo verde claro, sin embargo, conforme el tallo va tomando su coloración verde oscura las manchas pueden no notarse. Según el grado de infección una planta adulta puede producir normalmente durante algunos años, o bien puede no desarrollar o dejar de producir (Ruano, 2002).

Debido a que la enfermedad es sistémica, deben considerarse algunas recomendaciones, tales como: Aplicar algún herbicida sistémico a plantas enfermas, o bien hacer las aplicaciones a tallos cortados a unos 30 cms del suelo cuando éstos empiecen a brotar con lo cual se reducen costos de agroquímico y se logra buen control. La planta muerta se saca de la plantación y se

debe quemar. La transmisión puede realizarse por medio de instrumentos de labranza principalmente en la labor de poda del cardamomo después de su cosecha, por tal razón los instrumentos de labranza deben ser desinfectados diariamente para reducir riesgos de propagación. Para las plantaciones nuevas debe utilizarse solo material proveniente de semilla, pues el virus no se transmite sexualmente. Es decir, no deben utilizarse plantas reproducidas asexualmente por medio de rizomas, aunque éstas muestren buen desarrollo y sanidad. Los áfidos son los principales transmisores de la enfermedad virótica, lo cual limita su control dado el complejo biótico que conforman, por lo que se deben tomar medidas preventivas oportunas dirigidas a la plaga (Ruano, 2002).

**b. *Cercospora*.** Es una enfermedad fungosa cuya incidencia se observa principalmente en el área foliar de las plantaciones expuestas al sol. Se propaga por medio de esporas transportadas por el viento. Se inicia con puntos rojizos que aumentan de tamaño conforme transcurre el tiempo y en función de las condiciones ambientales prevalecientes. Las manchas llegan a cubrir totalmente la hoja, lo cual limita el proceso fotosintético debido a la reducción del área foliar vital. Para el control de la enfermedad debe proporcionarse una sombra adecuada desde el principio del cultivo. Cuando el patógeno aparece en plantaciones ya establecidas deben sembrarse especies que proporcionen sombra adecuada y que sean de crecimiento rápido. Debido al exceso de follaje de las plantas y a la forma de diseminación de la enfermedad el control con fungicidas es antieconómico, por lo que el control debe ser por medio de labores culturales (Ruano, 2002).

**c. *Pudrición de rizoma y base del tallo*.** Esta enfermedad ha adquirido alta importancia en los últimos años y se caracteriza porque inicialmente se secan las hojas y los tallos y posteriormente se pudren los rizomas y el sistema radicular, lo cual causa fuertes reducciones en la densidad de población y por ende en la producción de frutos, la enfermedad puede provocar la pérdida de toda la plantación si no se toman las medidas necesarias de control. Su desarrollo inicial es por medio de focos que luego se propagan en función de las condiciones ambientales prevalecientes. La enfermedad se favorece por el exceso de sombra, ambientes húmedos y alta humedad edáfica. Para su control deben efectuarse drenajes y regular la sombra para mayor penetración de luz solar. Las plantas enfermas deben sacarse del lugar y quemarse. La enfermedad es causada por hongos presentes en el suelo, tales como *Fusarium* y *Phytium*. Pueden hacerse aplicaciones de fungicidas específicos en forma preventiva para controlar la

fungosis, tales como Ridomil y Benlate, entre otros, de acuerdo a la incidencia y considerando el factor económico (Ruano, 2002).

**2.1.8. Cosecha.** La planta inicia su producción tres años después de su establecimiento, la floración inicia en los meses de marzo y abril. La cosecha se inicia cinco meses después en el mes de agosto. El corte del fruto se debe de realizar a mano cuando el color del fruto es de un verde intenso y estos se desprenden fácilmente. En el quinto y sexto año se puede obtener una producción de 1,800 Kg/ha. Para mantener la calidad del fruto es recomendable renovar la plantación entre 15 y 20 años (Ruano, 2002).

**2.1.9. Usos y beneficios del cardamomo.** El cardamomo se utiliza como bebida, además, en inhalaciones, vaporizaciones, fricciones y masajes. Es antiséptico, antiespasmódico, digestivo, tónico y estimulante, relajante muscular. Las principales indicaciones son el agotamiento físico y mental, anorexia, debilidad, problemas digestivos, cólicos abdominales, náuseas y vómitos. Entre los beneficios aroma terapéutico: estimula, energética, tonifica y refuerza el espíritu. Ayuda a relajar la mente cuando está exhausta y cansada. En la cosmetología se utiliza para calmar la piel y tonificarla (Sandobal, 2006).

Los países importadores utilizan el cardamomo para condimentar carnes de diferente tipo, lo usan en repostería, perfumería, pastelería, medicina y condimentación. En Guatemala se utiliza generalmente para la industria de dulces y chicles y en menor grado para repostería y perfumería. Los países árabes lo usan en combinación con el café (Ruano, 2002).

Una aromática especia con poderes curativos: el cardamomo es una planta comúnmente empleada por diversas culturas alrededor del mundo como especia para agregar aroma y sabor a comidas y bebidas. Las propiedades y usos medicinales del cardamomo se conocen desde hace cientos de años, entre estos podemos mencionar: la semilla de cardamomo se usa comúnmente para tratar enfermedades del estómago y problemas de digestión. En la India han utilizado esta semilla para proporcionar alivio o hasta para curar la bronquitis y el asma, entre otras enfermedades respiratorias (Granados, 2014).

Beneficios para el estómago y las vías respiratorias: se han identificado diversas propiedades del cardamomo entre las cuales se puede decir que es útil para los problemas de digestión, puede reducir las flatulencias y la acidez estomacal. Algunas personas utilizan al

cardamomo para estimular el apetito. También puede ayudar a sanar úlceras estomacales. Si el cardamomo se ingiere en un té ofrece ayuda para contrarrestar la indigestión. Además, proporciona alivio a enfermedades de las vías respiratorias al limpiar las membranas mucosas. La irritación de la garganta y la ronquera asociada a problemas de las vías respiratorias altas pueden encontrar alivio al hacerse gárgaras con té de cardamomo y canela (Granados, 2014).

Para un agradable y fresco aliento: otro de los usos del cardamomo se hace al mascando la semilla para proporcionar un buen aroma al aliento; los antiguos egipcios mascaban semillas de cardamomo para limpiar sus dientes. Se sabe que elimina los gérmenes de la boca y como consecuencia, el mal aliento. Promueve la higiene de las encías y los dientes (Granados, 2014).

Un delicioso y benéfico té: para preparar un dulce té de cardamomo se vierte  $\frac{1}{4}$  de taza de semillas de cardamomo en una sartén, se agrega  $1 \frac{1}{2}$  taza de agua y se coloca la sartén en la estufa. Se deja hervir durante cinco minutos. Posteriormente el agua se vierte en una tetera con té negro o té Darjeeling y la mezcla se deja reposar durante cinco minutos más. Finalmente se sirve la infusión filtrando las semillas de cardamomo. El té puede mezclarse con leche y azúcar al gusto (Granados, 2014).

**2.1.10. Importancia económica.** A nivel mundial Guatemala es el productor más grande de Cardamomo (*Elettaria cardamomun* L) conocida como la “la reina de las especies”, sus características son muy peculiares tamaño pequeño, color verde claro y fragancia un poco más dulce a las otras especies de tamaño grande. Esta especie se posiciona en el cuarto generador de divisas para el país. El departamento de Alta Verapaz representa un 70% del total de la producción guatemalteca. Guatemala es líder dentro del mercado mundial, si existe un exceso de producción o la calidad disminuye los precios mundiales aumentan (Silva, 2015).

La producción nacional se encuentra distribuida de la siguiente forma: Alta Verapaz 68%, Quiché 14%, Huehuetenango 8%, Izabal 4%, Baja Verapaz 2% y los demás departamentos de la república de Guatemala suman el 4% (Contreras, 2015).

El cultivo de cardamomo tuvo un incremento del 76.36 % en relación a la extensión cultivada según el censo agropecuario 2003 que reportó 46,600 hectáreas y para la ENA 2013 se reportó 82,200 hectáreas (INE, 2014).

## **2.2. Propagación**

El cardamomo se puede propagar de manera sexual como asexual por medio de rizomas. Para ambos tipos de propagación es necesario monitorear dentro de la plantación y ubicar las plantas con mejores características físicas, vigorosas, resistentes y bien adaptadas para poder obtener del almacigo una línea con esas mismas que favorezcan el cultivo. La selección del método dependerá de la rapidez con que se quiere obtener el producto para llevarlo a campo, el espacio con que se cuenta y los recursos económicos, para crear el área de propagación (Ruano, 2002).

**2.2.1. Propagación sexual.** La planta para obtención de semilla debe ser seleccionada. Es conveniente una planta de edad media entre siete y ocho años, vigorosa, sana, con carga uniforme de fruto, con tallos florales largos y con fruto de tamaño característico de la variedad. El fruto para semilla debe madurar en la planta y su recolección debe hacerse en completa madurez cada 20 o 30 días aproximadamente, de acuerdo a la variedad. Para la elaboración de semilleros es necesario conocer la germinación de la semilla, pues ésta tiene como promedio un 72% de germinación cuando está recién cosechada, un 42% sembrada a los 15 días después y un 36% a los 90 días después de su cosecha. La semilla de cardamomo pierde rápidamente la viabilidad por lo que debe sembrarse lo más pronto posible después de su recolección. En el cultivo de cardamomo las semillas germinadas no deben considerarse normales para la densidad poblacional, sino hasta que las plántulas hayan crecido lo suficiente, debido al tipo inicial de desarrollo (Ruano, 2002).

**2.2.2. Propagación vegetativa.** Existen plantas que no producen semillas y es imprescindible la utilización de métodos asexuales para su perpetuación. A través de estos métodos de propagación podemos generar clones y así poder tener variedades con un alta valor genético. Esto es gracias a la capacidad de regeneración de tallos y raíces que tienen las porciones vegetativas utilizadas. También muchas especies de plantas presentan en su propagación ciertas características y problemas peculiares lo cual hace necesario que se sigan tratamientos, pasos y métodos especiales en su producción (Quiñones, 2015).

En cardamomo, la reproducción por rizomas es el método más utilizado en Guatemala por su fácil manejo y menor costo, sin embargo, la productividad es menor y las plantas son más

susceptibles a plagas y enfermedades. De esta manera se obtiene una cosecha en campo de los dos a tres años (Ruano, 2002).

## **2.3. Sustratos**

**2.3.1. Importancia de los sustratos.** El material en el que se puede plantar semillas, se inserten brotes o se establezcan plantas, se les llama sustrato, este da soporte, almacena y suministra los nutrientes, agua y aire necesarios para el sistema radicular de la planta. Por ende, el propósito del sustrato es propiciar un buen crecimiento, dentro del espacio limitado de un recipiente y preparar plantas para un trasplante exitoso. Existen muchos materiales y diferentes mezclas, donde cada agricultor crea su propio sustrato a veces hace un uso innecesario o inadecuado de componentes. La tierra es el medio más común, pero hay más tipos de sustratos, algunos medios son orgánicos y otros inorgánicos, conforme mejor sea el medio mayor es el desarrollo del sistema radical absorbente y se produce un almacigo de más calidad, el que soportara mejor el trasplante y dará un mayor crecimiento, siendo un factor económico fundamental para la siembra definitiva, que el productor no debe descuidar (Alvarado & Solano, 2002).

### **2.3.2. Funciones de los sustratos**

**a. Proporcionar anclaje y soporte a la planta.** Esta característica se da conforme a la medida en que las raíces crecen entre las partículas del sustrato, ésta ancla la planta y producen una base firme para el soporte del tallo en posición erguida. La necesidad de soporte de la planta, y el papel importante del sustrato, pueden no ser reconocido como un problema hasta que se intenta cultivar plantas en solución nutritiva. Cuando es usado un medio líquido se requieren algunos métodos de soporte mecánico. Fueron desarrolladas técnicas de cultivo en solución nutritiva con grava o arena, para eliminar la necesidad de soporte mecánico de las plantas (Alvarado & Solano, 2002).

**b. Retención de humedad.** El medio de cultivo sirve como almacén de grandes cantidades de agua requerida por las plantas. El agua es la portadora de elementos esenciales. Sus funciones son las de solvente en las reacciones bioquímicas dentro de las células, de acarreo de elementos minerales absorbidos por las raíces a todas partes de la planta y de carbohidratos fabricados en las hojas, y además mantiene en estado turgente las células y tejidos. El agua

retenida en la superficie de las partículas y en los poros finos dentro de los agregados del sustrato. Un sustrato para bandejas debe retener suficientes cantidades de agua para llenar las necesidades de la planta, de un riego a otro, pero el drenaje de los poros más grandes debe ser suficientemente rápido para permitir el reingreso de oxígeno al sustrato, en un lapso corto después del riego. El desarrollo de las plantas es restringido, probablemente con más frecuencia, por una deficiencia de agua que por cualquier otro factor ambiental (Alvarado & Solano, 2002).

*c. Porosidad y drenaje.* Conforme las raíces respiran, el oxígeno es removido de la atmosfera del sustrato y es liberado dióxido de carbono, estos gases difunden hacia afuera y adentro del sustrato a través de los poros. La porosidad total es una medida de la capacidad del sustrato de retener aire y agua, pero el tamaño de los poros determina la tasa de drenaje e intercambio de gases. Los poros pequeños limitan la aireación porque permanecen llenos de agua después de un riego. Después del riego el agua se drena rápidamente, de los poros grandes, por influencia de la gravedad, lo que permite la entrada de aire al sustrato. La porosidad total de un sustrato para bandejas (porcentaje de espacio aéreo dividido por el volumen total del recipiente) debe ser mayor al 50% y la porosidad de aireación (el porcentaje de espacio de aire que permanece después de la saturación cuando el agua ha drenado libremente) debe oscilar entre 20 y 35%, dependiendo del medio. Es necesario un balance de los microsporos y macrosporos para tener una buena calidad del medio para contenedores (Alvarado & Solano, 2002).

*d. Como depósito para los nutrientes.* Con la excepción del oxígeno y el carbono, las plantas obtienen todos sus elementos minerales esenciales del medio de crecimiento. Los elementos minerales son liberados a la solución del sustrato y absorbidos por las raíces. Un sustrato de fertilidad inicial baja es preferible para la producción de cultivos en recipientes, porque simplifica el manejo de la fertilización. Es más fácil agregar los elementos minerales requeridos, en las cantidades apropiadas, que su remoción cuando se presentan en cantidades excesivas en el medio. El volumen limitado del sustrato en un recipiente requiere de la aplicación frecuente de fertilizante para mantener los diferentes elementos en cantidades óptimas. Un problema mayor en la producción de cultivos en invernadero es la acumulación de sales en cantidades toxicas en el medio. Altas cantidades de sales solubles reducen la disponibilidad de agua o causan daño directo a las raíces. Si la cantidad de agua aplicada es

suficiente para producir cierto lixiviado del medio, se reduce el peligro de exceso de sales (Alvarado & Solano, 2002).

### **2.3.3. Propiedades físicas químicas de los sustratos**

*a. Densidad.* Es la masa seca por unidad de volumen de medio seco. Debe ser suficientemente grande para que las plantas de cierta altura se sostengan, pero no mucho para que el peso del material no sea excesivo y dificulte el manejo y transporte. Se considera óptimo de 100 a 800 g/l, con un valor mínimo de 300 a 400 g/l para la mayoría de las plantas en maceta, excepto para plantas grandes, las cuales pueden requerir una densidad de 500 a 750 g/l (Alvarado & Solano, 2002).

*b. Granulometría.* Se recomienda una granulometría mediana a gruesa, con tamaños de 0.25 a 2.6 mm, que produzcan poros de 30 a 300 micras, lo que produce una suficiente retención de agua, aunque buena aireación, también es importante que el tamaño de las partículas sea estable en el tiempo. Las partículas mayores de 0.9 mm dan lugar a poros grandes de más de 100 micras y conforman sustratos con poca retención de agua, aunque buena aireación, mientras que las partículas menores de 0.25 mm tienen poros de tamaño pequeño, menores de 30 micras, lo que hace que el sustrato de esas características retenga una gran fracción de agua difícilmente disponible para las plantas y posea una aireación deficiente (Alvarado & Solano, 2002).

*c. Porosidad.* Es el volumen porcentual del sustrato no ocupado por sus propias partículas. Una parte de este volumen corresponde a los poros que dan aireación a las raíces y son los de tamaño mayor a 30 micras. El resto de la porosidad es de tamaño pequeño menores a 30 micras y ofrecen una fuerte retención de agua, pues esta queda en forma de película alrededor de las partículas del sustrato, después del riego. Se estima óptimo un valor del 70 al 90% del volumen del sustrato (Alvarado & Solano, 2002).

*d. Retención de humedad y aireación.* Un medio húmedo está compuesto de: Las partículas sólidas del medio; El agua que recubre la superficie de las partículas y el aire que ocupa el centro de los poros. Para asegurar un intervalo adecuado entre riegos y ofrecer suficiente aireación todo el tiempo, el balance de agua y aire, en los poros del medio, debe ser controlado con la selección de las partículas que constituyen el medio. Después del riego, 10 a 20% del volumen del sustrato debe estar ocupado por aire, en una bandeja de 17 cm. El

contenido de agua disponible debe ser tan alto como sea posible, previendo que la porosidad y la densidad del total del medio sean adecuadas (Alvarado & Solano, 2002).

**e. Agua fácilmente asimilable.** Se define como la diferencia entre la cantidad de agua retenida por el sustrato, tras su saturación con un riego y posterior drenaje a una tensión métrica de 10 cm, y la cantidad de agua que se encuentra en dicho medio a una tensión de 50 cm. El valor óptimo que se considera oscila entre el 20 y el 30%. Los valores altos pueden traer peligro de anoxia radicular, mientras que valores bajos significan necesidad de riegos demasiado frecuentes (Alvarado & Solano, 2002).

**f. Estabilidad de la materia orgánica.** Es importante que la descomposición de la materia orgánica sea mínima en cualquier recipiente en donde se establezca. La descomposición de los agregados orgánicos puede llevar a una textura más fina y una aireación pobre, dentro del recipiente, el volumen del medio disponible es pequeño para el crecimiento de las raíces, cualquier reducción significativa es detrimental durante el desarrollo de las plantas (Alvarado & Solano, 2002).

**g. pH.** Es la medida de la concentración de acidez presente en la solución del sustrato que controla la disponibilidad de todos los nutrientes, pH 7 es neutro, menor de 7 es ácido y mayor de 7 es alcalino o básico. El pH de la solución del sustrato depende de la especie a cultivar y es importante porque determina la disponibilidad de nutrientes para la planta. Los cultivos de invernadero caen en dos categorías. La mayoría crece mejor en un pH ligeramente ácido entre 6.2 a 6.8 en un medio con tierra y 5.4 a 6.0 en un medio sin tierra. Un número pequeño de cultivos son llamados acidófilos pues crecen mejor en un pH ácido de 4.5 a 5.8 (Alvarado & Solano, 2002).

**h. Capacidad de intercambio de cationes (CIC).** Es una medida de la capacidad de un sustrato para contener los nutrientes que se encuentran en él. Estos nutrientes no son lavados por el agua, por lo que están disponibles para la planta. Esto significa que con un valor alto de CIC la fertilización de base tendrá mayor eficiencia por no ser tan sensible a la lixiviación. Ese medio podrá almacenar más cantidades de K, Ca y Mg que un medio con una CIC más baja. También hay menos riesgos de exceso de K, Ca o Mg, ya que el complejo de cambio puede absorber el exceso. Con un sustrato de baja CIC las fertilizaciones deben ser más pequeñas y frecuentes. En los suelos la CIC se expresa en términos de miliequivalentes por 100 gramos de

suelo (meq/100 g), pero en los sustratos sin tierra se acostumbra a medirla como miliequivalentes por 100 centímetros cúbicos (me/100 cc) (Alvarado & Solano, 2002).

*i. Salinidad.* Proviene de los fertilizantes, de impurezas en el agua de riego y de materia orgánica como el estiércol y otros componentes del medio. Todos los nutrientes disponibles para absorción reciben el nombre de sales solubles. Su contenido inicial debe ser bajo, para evitar daños en las plantas jóvenes que son sensibles a ellas. La presión osmótica (PO) es muy importante para la asimilación del agua por las plantas. Según la época del año y el tipo de planta, se debe mantener entre 0.5 y 2 atmósferas, al 50% de humedad. La conductividad eléctrica también puede ser utilizada para indicar la presión osmótica de la solución nutriente en el sustrato, por lo tanto, la asimilación del agua por la planta depende fundamentalmente de la conductividad eléctrica que genera el propio sustrato (Alvarado & Solano, 2002).

**2.3.4. Tipos de sustratos.** En la selección de componentes y sus proporciones, para la formulación de sustratos, se deben tomar en cuenta las características que definen las cuatro funciones básicas de un medio para cultivo en recipientes: anclaje, retención de humedad, porosidad e intercambio de nutrientes para la planta. Presentando la siguiente lista de ingredientes comunes y las funciones que cada uno desempeña (Alvarado & Solano, 2002).

*a. Residuos de madera.* En algunas áreas, los residuos de la madera están disponibles en grandes cantidades a un costo relativo bajo, dependiendo del costo de transporte. Esto constituye una fuente de materia orgánica la cual, con ciertas modificaciones, puede ser utilizada para preparar medios de cultivo. La utilización de nitrógeno por los microbios, durante la descomposición, es la mayor dificultad encontrada en el uso de los residuos de la madera como enmienda para sustratos (Alvarado & Solano, 2002).

*b. Estiércol.* El estiércol no es recomendado como fuente de materia orgánica para preparar medios de cultivo. La materia orgánica en el estiércol es alta en proteínas y otros compuestos nitrogenados que con facilidad son convertidos en amonio y nitritos. Este proceso de conversión, que comienza tan pronto es producido el estiércol, continúa a un ritmo rápido después que es mezclado con el sustrato. Los estiércoles son caros y a veces difíciles de obtener. Desde el punto de vista de estandarización del medio de cultivo, estos varían según su composición y textura. Si se comparan con turba, son relativamente bajos en el porcentaje de materia orgánica contenida. El tipo de animal, su edad, condición y la alimentación que

consume afectan la calidad del estiércol. El estiércol descompuesto de vacuno es el mejor tipo para utilizar en invernadero. La cama utilizada varia en su capacidad de absorción para conservar la orina y los efectos que sus propiedades tienen en el producto final. Los métodos de manipulación y almacenado también tienen un efecto marcado en la calidad del estiércol. Puesto que estos factores cambian a través del año es casi imposible asegurar partidas comparables (Alvarado & Solano, 2002).

**c. Residuos de cosecha.** Ocasionalmente son usadas una variedad de enmiendas orgánicas, incluyen paja, bagazo de caña, cascarilla de café y cascarilla de arroz entre otros. Todos estos materiales pueden ser usados con éxito, pero requieren conocimiento y manejo cuidadoso. Estos materiales tienen un índice C: N amplio que causa demanda de nitrógeno. Si este es calibrado y se agrega nitrógeno extra, no aparecen problemas (Alvarado & Solano, 2002).

**d. Turba.** El término turba se refiere a varios materiales que son similares en origen pero muy distintos en su composición botánica y en sus propiedades físicas y químicas. La turba se forma por la acumulación de materiales específicos de plantas en lugares mal drenados. El tipo de materia vegetal y su grado de descomposición determina en gran medida el valor de la turba para el uso en medios de cultivo (Alvarado & Solano, 2002).

**e. Compostaje.** No se refiere a un material específico sino a un proceso, que bien conducido mejora las propiedades físicas y da un balance a la relación C: N en el material orgánico utilizado para la producción de sustratos. Un buen compostado puede producir un material con casi todas las propiedades de un buen sustrato, peso ligero, buena capacidad de retención de humedad, sin ser demasiado caro. El compostado es muy útil cuando es mezclado con ingredientes menos absorbentes en medios utilizados para enraizamiento de esquejes, o para el trasplante de plantas bien establecidas. El aumento del contenido de materia orgánica en el sustrato se logra mejor por medio de la adición de materiales orgánicos compostados. El uso de materiales orgánicos frescos debe ser evitado porque el crecimiento de las plantas y la descomposición de los materiales que requieren nitrógeno. Como resultado, el crecimiento de la planta es reducido debido a la competencia por nitrógeno (Alvarado & Solano, 2002).

Un claro ejemplo de un compostaje es el humus de lombriz o también la lombricompost. El humus de lombriz con forma de restos vegetales, restos animales y restos domiciliarios orgánicos, que acumulados forman un compost, y con el agregado de lombrices que digieren la materia orgánica, resulta en un producto final, llamado vermicompuesto, semejante al humus,

atxico para los vegetales y excelente mejorador de suelos. Las lombrices modifican las propiedades fsico-qumicas y microbiolgicas del suelo. (Mirabelli, 1995).

**f. Tierra comn.** El sustrato con base de tierra es el ms comn, por ser de origen natural, provee una CIC, nutrientes y retencin de agua razonables. Cuando un tercio del suelo es sustituido por arena esas propiedades se reducen. Para restaurarlas, tradicionalmente se ha agregado al sustrato una enmienda con CIC y retencin de agua altos, en vez de un tercio adicional de tierra (Alvarado & Solano, 2002).

**g. Componentes inorgnicos.** Los componentes inorgnicos son incluidos en medios para bandejas para mejorar las caractersticas fsicas, drenaje y aireacin debido al aumento de los macrosporos. En algunos casos el componente inorgnico es de peso muy ligero mientras otros son de peso considerable. Entre este tipo de sustratos se encuentran: arena, grava, perlita, vermiculita, escoria volcnica (Alvarado & Solano, 2002).

**2.3.5. Arena.** La arena es el agregado grueso ms econmico, pero a la vez ms pesado. El peso adicional aumenta los costos de manejo y embarque de plantas cultivadas en un medio que la contiene. Es baja en nutrientes y en retencin de humedad, y es qumica y biolgicamente inerte. Un medio que contiene arena debe ser pasteurizada por que la arena puede ser contaminada con patgeno del suelo en el proceso de lavado. Es un medio viejo favorito para enraizamiento de esquejes. Tambin es utilizado para ofrecer drenaje y aireacin en mezclas que incluye turba, suelo y compost. Deber lavarse y tamizar para dejar libre de partculas mayores de 2 mm de diámetros o menores de 0.6 mm. Una arena tamizada para cultivo deber drenar con facilidad y no empozarse despus de un riego abundante (Alvarado & Solano, 2002).

**2.3.6. Broza.** Es el estrato superficial del terreno de bosques y praderas que contiene abundantes residuos vegetales. Esos restos provienen de diversas partes de las plantas. En el caso de bosques estn constituidos fundamentalmente por la hojarasca: acumulacin de hojas sobre el suelo. En los ambientes con presencia dominante de plantas herbceas, particularmente gramneas, la broza es ms variada (Sosa & Martn, 2006).

Este proceso da lugar a un material de buena estructura, medianamente rico, y poroso que est particularmente adaptado al cultivo de numerosas especies (Ballester, 1993).

**2.3.7. Tierra.** El sustrato con base de tierra se utiliza más para la producción de flores de corta y follajes en bancos. La tierra provee un CIC, nutrientes y retención de agua razonable. Cuando un tercio de suelo es sustituido por arena esas propiedades se reducen. Para restaurarlas, tradicionalmente se ha agregado al sustrato una enmienda con CIC y retención de aguas altos, en vez de un tercio adicional de tierra (Alvarado & Solano, 2002).

**2.3.8. Pulpa de café.** Se refieren a la pulpa del fruto del café que se constituye en un desecho abundante y problemático. Se acumula en masas húmedas difíciles de airear y secar. Por lo general se prefieren materiales de la cosecha del año anterior, que ya se ha estabilizado y descompuesto. Los materiales frescos son ricos en cafeínas y fenoles y se ha determinado que son alelopática. Es rica en nutrientes y materia orgánica pero composta lentamente debido a su alta humedad. Para manejar el contenido de alta humedad, se debe permitir que se drene y luego es mezclado con material seco y estiércol para ser compostado (Alvarado & Solano, 2002).

## **2.4. Antecedentes**

Barrios (1986), en su tesis titulada efecto del Ácido nítrico en la germinación de la semilla de cardamomo (*Elettaria cardamomun L*) en la Finca Lorena, San Marcos. Tuvo como objetivo principal conocer la reproducción por medio de semilla, el efecto escarificador del ácido nítrico y determinar la viabilidad de la semilla. Utilizó el diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, se integraron cuatro surcos conteniendo 100 semillas tratadas cada una. Siendo los tratamientos, tiempo de exposición en ácido nítrico (5 min, 10 min, 20 min, 30 min) con una dosis de 25% por cada tratamiento. Evaluó las variables: componentes de crecimiento vegetativos: porcentaje de germinación, grosor de pseudotallo, número de hojas, altura de plántulas y el componente de crecimiento radicular: número de raíces. Se encontró que a nivel de germinadores solamente un tratamiento de escarificación superó estadísticamente al testigo en promedio de germinación: ácido nítrico al 25%, diez minuto de inmersión incrementado la germinación en un 48.04%; se concluye que después de las pruebas de varianza realizada se determinó que los tiempos de inmersión de semilla en el ácido nítrico no tuvo mayor significancia en relación a la germinación normal; bajo condiciones de semilleros, ninguno de los cuatro tratamientos evaluados; cinco, diez, 20, 30 minutos de inmersión en ácido nítrico al 25% de concentración, superó estadísticamente al testigo absoluto en porcentaje de germinación,

grosor de pseudotallo, número de hojas, alturas de plántulas y número de raíces. Concluyendo que existe pérdida de viabilidad de la semilla, disminuyendo el poder germinativo: semillas cosechadas tres días antes 72%, semillas de dos semanas 42%, semillas de tres meses 36% (Barrios, 1986).

Monroy (1985), en su tesis de graduación titulada efectos de escarificación y de tres estimuladores de la germinación en semillas de cardamomo (*Elettaria cardamomun* L Matón), bajo condiciones de laboratorio y de campo, Guatemala. Tuvo como objetivo principal determinar el tratamiento de escarificación que eleve el porcentaje, velocidad de germinación, modificando positivamente el desarrollo de las plántulas. La primera fase se realizó en laboratorio con 35 tratamientos con 400 semillas divididas en cuatro réplicas de cien, utilizando un diseño completamente al azar. Las variables de respuestas que se tomaron en cuenta fueron: porcentaje de germinación, velocidad de germinación (días a alcanzar 1% y 10% de germinación), semillas duras, semillas suaves. La segunda fase fue realizada a nivel de campo utilizando 42 tratamientos con 400 semillas en cuatro réplicas de cien semillas, utilizando un diseño de arreglo factorial completamente al azar. Las variables de respuestas fueron: porcentaje de germinación, velocidad de germinación (días a alcanzar un 10% y 6% de germinación), altura de plántulas, longitud de raíz, peso seco de plántulas. Se hizo uso de análisis de media, Duncan, Tukey, encontrándose que de los 35 tratamientos de escarificación utilizada a nivel de laboratorio solamente cuatro superaron estadísticamente al testigo en porcentaje de germinación. Se concluye que de los 42 tratamientos en campo ninguno superó estadísticamente al absoluto, y ningún tratamiento de escarificación empezó a germinar antes que el testigo. También es necesaria realizar la escarificación para que los estimadores de la germinación penetren dentro de la semilla y aumenten el porcentaje de germinación, con un mes de almacenamiento; aunque con este aumento no es estadísticamente significativa (Monroy, 1985).

Díaz (1986), en su tesis titulada respuesta del cardamomo (*Elettaria cardamomun* L Matón) en almácigo a diferentes niveles N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, en relación con la virosis (vmcar) en Finca Patio de Bola, San Felipe, Retalhuleu. Tuvo como objetivos principales contribuir al desarrollo de tecnología apropiada que permita la convivencia con el virus del mosaico del cardamomo y también evaluar la respuesta de plántulas a la infección causada por el virus del mosaico bajo condiciones de almácigo de cardamomo, suministrando al suelo diferentes niveles de Nitrógeno, fósforo y potasio, y manteniendo un nivel de 30% de sombra. Utilizó un diseño de

bloques al azar con arreglo trifactorial con submuestreo evaluando 27 tratamientos que salieron de la combinación de tres niveles de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O con tres repeticiones. Las variables a medir se consideraron: componentes de crecimiento vegetativos: número de brotes, altura de planta madre, diámetro del tallo y porcentajes de plantas con síntomas de virosis. Se encontró que el mejor tratamiento y más estables para todas las variables fue de cuatro gramos de N, dos gramos de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dos gramos de K<sub>2</sub>O aplicados en todo el ciclo del almácigo, después de realizada la prueba de media (al 5% Tukey), se determinó que existe diferencias significativas. Se concluye que el cardamomo en etapa de almácigo responde favorablemente a la aplicación de fertilizante siempre y cuando se incluya los tres elementos mayores en la proporción de 2:1:1; esto le ayuda al almácigo a la nutrición y excelente resistencia al virus mosaico de cardamomo (Días, 1986).

Suarez, Marrugo, Peña (2008), en su proyecto de tesis titulada efecto del sustrato y tamaño del propágulo en el enraizamiento del Ginger rojo (*Alpinia purpurata*), Montería, Colombia. El objetivo principal fue evaluar el efecto de diferentes sustratos y tamaño de brotes en la producción de nuevas plantas sin dañar a la planta madre, también tiene el objetivo de abrir posibilidades para la producción con mira al comercio en el mercado de flores de corte. Los tratamientos fueron distribuidos con diseño de parcelas divididas con nueve tratamientos (tres sustratos por tres longitudes de propágulo), cada tratamiento fue repetido diez veces para un total de 90 unidades experimentales. Las variables a evaluar fueron: número de hojas, número de raíces por propágulo, la longitud promedio de raíces, incremento de longitud de propágulo con respecto al tamaño inicial del propágulo. Los datos son sometidos a análisis de varianza de separación de promedios Tukey al 5%. Concluyendo que el tamaño de los brotes no tiene efecto alguno sobre el enraizamiento de ginger roja. El tratamiento sustrato agua incremento significativamente el número de raíces por propágulo, el tamaño de los brotes y número de hojas de los brotes. Concluyendo con datos que la longitud inicial de las raíces fue de 6.1-8 cm y cuando estos fueron sometidas al agua las raíces alcanzaron una medida promedio de 15.2 centímetros, seguidos por aquellas desarrolladas a partir de brotes con un tamaño intermedio (4.1cm -6.9cm) a 12.3 cm., mientras que la de menor, longitud 89.1cm) crecieron a partir de brotes con menor tamaño (2-4 cm) establecida en la mezcla de suelo (Suárez, Marrugo, & Peña, 2008).

Bernal (2014), en su tesis titulada evaluación de enraizamiento de esquejes de dos cultivares de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) crespo e israelí, en Bogotá, Colombia. El objetivo principal fue realizar evaluaciones de enraizamiento de esquejes de Romero crespo e israelí, bajo condiciones controladas; empleando un diseño completamente al azar con nueve repeticiones utilizando 72 esquejes por cultivares o variedad. Las variables de respuesta utilizadas fueron: porcentaje de enraizamiento, altura, número de nudos, longitud de raíz, peso seco de esquejes, raíces y totales. Ambas variedades de romero tuvieron una buena adaptación y resistencia a las condiciones de enraizamiento con una pérdida del 5% en Romero crespo y 6% en israelí, estos datos indican que la cantidad de esquejes enraizados fueron altos; el 94.4% en Romero israelí y 94.6% en Crespo, por lo cual no presentaron diferencias significativas. También según la investigación de las dos variedades que el 23% de los esquejes, se observaron formación de callos; por lo que estos inducen a la formación de raíces y es un excelente indicador en el proceso de formación de raíces. En conclusión, el tiempo de enraizamiento del Romero fue de 20 semanas por lo que no presentaron diferencias en cuanto a la velocidad de enraizamiento entre Crespo e israelí. No se presentaron diferencias en los variables de respuestas a acepción de longitud de raíz que fue mayor en romero Crespo. Por tales motivos es mejor propagar estas variedades vegetativamente, pues con la utilización de semillas se consigue baja germinación y muy poca viabilidad (Bernal, 2014)

Palacios (2009), en su tesis titulada propagación vegetativa de la zarzaparrilla roja (*Ribes rubrum* L.), Punta arena, Chile. El objetivo principal fue evaluar los diferentes tipos de sustratos para determinar la eficiencia, porcentaje de enraizamiento, y el efecto de diferentes hormonas reguladoras de crecimiento en formación y desarrollo de raíces sobre estacas de las variedades Junifer y Robada. Las variables de respuestas fueron: porcentaje de enraizamiento, peso seco, peso fresco, número de raíces y brotes. El ensayo se realizó en el campo experimental Kampenaike perteneciente al Centro Regional Kampenaike del Instituto de Investigación Agropecuaria. Se hicieron dos ensayos: el ensayo I donde se evaluaron los tipos de sustratos, por lo que en este se hizo uso de 50 estacas de la variedad Junifer; cinco mezcla diferente de sustrato, sustrato (S1) consistió en 50% de turba y 50% de perlita, (S2) se preparó con 50% de turba y 50% de vermiculita, (S3) 50% de turba y 50% de arena, (S4) con 66% de perlita y 34% de turba, (S5) con 66% de perlita y 343% de turba con para el ensayo II donde se evaluaron los diferentes reguladores de crecimiento y bioestimulante, por lo que se hizo uso de 200 estacas de la variedad

Robada. 100 estacas fueron untadas en el enraizante, 50 con el polvo KERI, y 50 con el líquido IBA, 50 en el bioestimulante KELPAK y 50 como testigo. Se concluye que en el ensayo I el tratamiento (S2) presentó mejores resultados en brotes y eficiencia en desarrollo de raíces, mientras que en el ensayo II, los tratamientos no presentaron diferencia estadísticamente significativa en relación al testigo (Palacios, 2009).

Corado (1991), en su tesis de graduación titulada evaluación de tres niveles de Ácido Indolbutirico en tres tipos de esquejes de dos especies de bambú en San Miguel Panan, Suchitepéquez. El objetivo principal fue determinar el porcentaje de enraizamiento, la producción del material vegetativo en base seca, brotación, sobrevivencia a los noventa días aplicando tres niveles de Ácido indolbutirico en esquejes de dos especies de bambú. El diseño utilizado para evaluar la respuesta de cada tratamiento fue el arreglo trifactorial, colocando en el campo en un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones. Las variables de respuestas que se evaluaron fueron; materia seca, enraizamiento, sobrevivencia, brotación, esquejes con brotes y raíz. Para el análisis de los datos se hizo uso de la transformación de arcoseno, posteriormente se realizó el análisis de varianza (ANDEVA) con el paquete estadístico SAS para cada una de las variables. Donde pudieron haber existido diferencias estadísticamente significativas al realizar el análisis de la varianza, entonces se realizó el uso de prueba de medias de tukey al 5% de significancia. Concluyendo que después de realizar la ANDEVA Y pruebas de medias que los esquejes que presentan valores mayores de medias son la sección apical del tallo 44.86%, la sección media del tallo 43.92, mientras que la sección basan del tallo con 26.77%; nos dice que la sección apical y media son más activas que la sección basal, los tres niveles de Ácido indolbutirico no presentaron efectos en la propagación vegetativa en Gigantochloa verticillata y bambusa tulda (Corado, 1991).

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Guatemala por sus condiciones climáticas permite la adaptación y producción del cardamomo, ocupando el primer lugar en producir y exportar este producto a mercados de la Unión Europea, India, China y otros países; estimando que en el año 2012 se obtuvo una producción de 38.000 t (MAGA, 2014).

En la zona norte de Uspantán principalmente en la Aldea San Antonio La Nueva Esperanza, la población se dedica a la producción de cardamomo como fuente de ingreso económico y de trabajo. Cabe mencionar que las características de la semilla de cardamomo pierden fácilmente la viabilidad, asimismo poseen bajos porcentajes de germinación; sin embargo en la actualidad los agricultores reproducen el cardamomo haciendo uso de rizomas directamente al campo definitivo; por lo que una de las principales limitantes encontrada es la pérdida de los rizomas que va de un 35-40%, esto es causado por diversos factores edafoclimáticas que impiden un adecuado desarrollo radicular, que influye en no alcanzar uniformidad en el crecimiento y desarrollo de las plantas dentro del área de cultivo, también eleva los costos para los pequeños productores en la realización de resiembras. Ante esta problemática es necesario encontrar tecnología útil y accesible con el fin de mejorar la técnica de reproducción vegetativa y evitar costos adicionales para el agricultor. Por ello se plantea la investigación en la evaluación de sustratos en la reproducción vegetativa en el cultivo de cardamomo (*Elettaria cardamomun* L) Uspantán, Quiché determinando los componentes de crecimiento vegetativo, radicular y los costos económicos de los tratamientos a evaluar, con la finalidad de encontrar un sustrato que permita proporcionar las condiciones adecuadas para un excelente desarrollo de los rizomas.

Esta investigación adquiere importancia en encontrar la forma más eficaz y viable económicamente de propagar el cardamomo utilizando diferentes sustratos que provean las condiciones adecuadas a los rizomas antes de llevarlos al campo definitivo, beneficiando a los pequeños agricultores con esta tecnología para mejorar la producción e ingreso económico.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. General**

Evaluar diferentes sustratos en la reproducción vegetativa en el cultivo de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L.); Uspantán, Quiché.

### **4.2. Específicos**

Determinar el efecto de cuatro sustratos sobre el porcentaje de pegue de los rizomas.

Determinar el efecto de cuatro sustratos sobre los componentes de crecimiento vegetativo (número de brotes, altura de brotes).

Determinar el efecto de cuatro sustratos sobre los componentes de crecimiento radicular (longitud y peso de raíces).

Determinar a través de un análisis económico la relación beneficio costo de los tratamientos a evaluar.

## 5. HIPÓTESIS

### 5.1. Hipótesis alternativa

**Ha1:** Al menos uno de los tratamientos tendrá efecto sobre el porcentaje de enraizamiento de los rizomas.

**Ha2:** Al menos uno de los tratamientos tendrá efecto sobre el número de brotes de los rizomas.

**Ha3:** Al menos uno de los tratamientos tendrá efecto sobre la altura de brotes de los rizomas.

**Ha4:** Al menos uno de los tratamientos tendrá efecto sobre la longitud de raíces de los rizomas

**Ha5:** Al menos uno de los tratamientos tendrá efecto sobre el peso de raíces de los rizomas.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1. Localización

La investigación se realizó en la Aldea San Antonio la Nueva Esperanza, zona Reyna. Localizado a una distancia de 84 km del municipio de San Miguel Uspantán y a 180 km del departamento de Quiché. A una altitud de 600 msnm, localizada en las coordenadas geográficas con una longitud de 91 ° 07' 00" Oeste y con la latitud de 15° 02' 12" Norte (Ajpop, 2008).

La aldea San Antonio la Nueva Esperanza está ubicada en la zona de la Franja Transversal del Norte, en donde predomina un bosque tropical bajo un clima cálido húmedo a templado, en la Zona de vida denominada Bosque Monte Húmedo Sub tropical, con una humedad relativa del 85% y la temperatura máxima de 32 grados centígrados y la mínima de 15 grados centígrados. Registra una precipitación de 5000 mm anual en la época lluviosa que dura ocho meses; desde el mes de mayo a enero y cuatro meses de época seca no definido en los meses de febrero a mayo (Ajpop, 2008).

### 6.2. Material experimental

**6.2.1. Cultivo de cardamomo.** El cardamomo (*Elettaria cardamomum* L) es la variedad más cotizada y la cultivada en Guatemala, y otra especie de mayor tamaño es la conocida como (*Amomum subulatum*), cultivada en la zona de Nepal y noroeste de la India. Pertenecen al igual que el jengibre a la familia de las Zingiberáceas. Es el fruto de una planta herbácea perenne, que puede alcanzar los cuatro metros de altura; originaria de la India y llevada después a Europa y posteriormente a América (MAGA, 2014).

**6.2.2. Mantillo vegetal o broza.** Este proceso da lugar a un material de buena estructura, medianamente rico, y poroso que está particularmente adaptado al cultivo de numerosas especies (Ballester, 1993).

**6.2.3. Arena.** La arena es el agregado grueso más económico, pero a la vez más pesado. El peso adicional aumenta los costos de manejo y embarque de plantas cultivadas en un medio que la contiene. Es baja en nutrientes y en retención de humedad, y es química y biológicamente inerte. Un medio que contiene arena debe ser pasteurizada por que la arena puede ser contaminada con patógeno del suelo en el proceso de lavado. Es un medio viejo favorito para

enraizamiento de esquejes. También es utilizado para ofrecer drenaje y aireación en mezclas que incluye turba, suelo y compost. Deberá lavarse y tamizar para dejar libre de partículas mayores de 2 mm de diámetros o menores de 0.6 mm. Una arena tamizada para cultivo deberá drenar con facilidad y no empozarse después de un riego abundante (Alvarado & Solano, 2002).

**6.2.4. Broza de café.** Se refiere a la pulpa del fruto del café que se constituye en un desecho abundante y problemático. Se acumula en masas húmedas difíciles de airear y secar. Por lo general se prefieren materiales de la cosecha del año anterior, que ya se ha estabilizado y descompuesto. Los materiales frescos son ricos en cafeínas y fenoles y se ha determinado que son alelopática. Es rica en nutrientes y materia orgánica pero composta lentamente debido a su alta humedad. Para manejar el contenido de alta humedad, se debe permitir que se drene y luego es mezclado con material seco y estiércol para ser compostado (Alvarado & Solano, 2002).

**6.2.5. Tierra.** El sustrato con base de tierra es el más común, por ser de origen natural, provee una CIC, nutrientes y retención de agua razonables. Cuando un tercio del suelo es sustituido por arena esas propiedades se reducen. Para restaurarlas, tradicionalmente se ha agregado al sustrato una enmienda con CIC y retención de agua altos, en vez de un tercio adicional de tierra (Alvarado & Solano, 2002).

### **6.3. Factores a estudiar**

Se evaluaron los efectos de sustratos en la reproducción vegetativo en el cultivo de cardamomo, determinar el porcentaje de enraizamiento, crecimiento vegetativo y radicular, a si también realizar el análisis económico.

### **6.4. Descripción de los tratamientos**

Los tratamientos a evaluar son los siguientes: Mantillo vegetal 50% + tierra 50%, arena 50% + tierra 50%, pulpa de café 50% + tierra 50%, tierra (testigo relativo) (tabla 1).

Tabla 1.

*Descripción de los tratamientos a evaluar sobre la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomun L); Uspantán, Quiché 2018.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Sustratos</b>
<b>T1</b>	Mantillo vegetal 50% + Tierra 50%
<b>T2</b>	Arena 50% + Tierra 50%
<b>T3</b>	Pulpa de café 50% + Tierra 50%
<b>T4</b>	Tierra (testigo relativo)

### **6.5. Diseño experimental**

El diseño experimental que se adapta a la investigación es el de completamente al azar, se utiliza cuando existe condiciones uniformes y homogéneas. Sus principales ventajas son: estadística fácil, permite flexibilidad en cuanto al número de tratamientos y repeticiones a utilizar, si se pierde unidades experimentales no complica el análisis estadístico, y nos da el máximo número de grados de libertad para el error (Sitún, 2007).

### **6.6. Modelo estadístico**

El Modelo estadístico para un diseño completamente al azar es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

En donde:

$Y_{ij}$ = Variable de respuesta de la  $ij$ -ésima unidad experimental

$\mu$ = Media general de la variable de respuesta

$T_i$ = efecto de  $i$ -ésimo tratamiento

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

### **6.7. Unidad experimental**

La unidad experimental consistirá en parcelas de 1.2 m de largo por 1.04 m de ancho, teniendo un área total de 1.25 m<sup>2</sup>. Cada parcela tendrá doce bolsas (plantas) dejando un distanciamiento de 0.15 m entre bolsas (figura 1). Entre cada parcela se deja espacios de 0.50

metros. Teniendo un área total del experimento de 64.76 m<sup>2</sup> (6.30 m x 10.28 m) y un total de 336 bolsas (plantas) (figura 2).

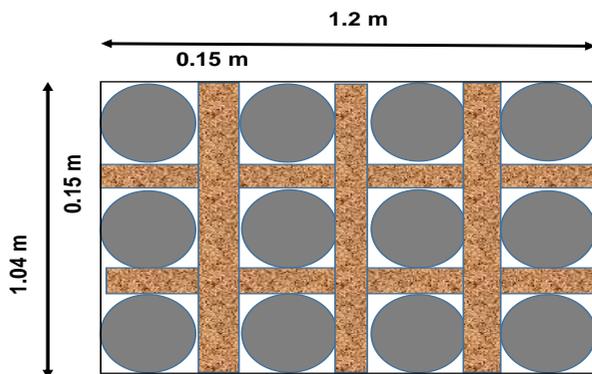


Figura 1. Unidad experimental de la evaluación de sustratos en la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo (*Elettaria cardamomun* L) Uspantán, Quiché.

### 6.8. Croquis de campo

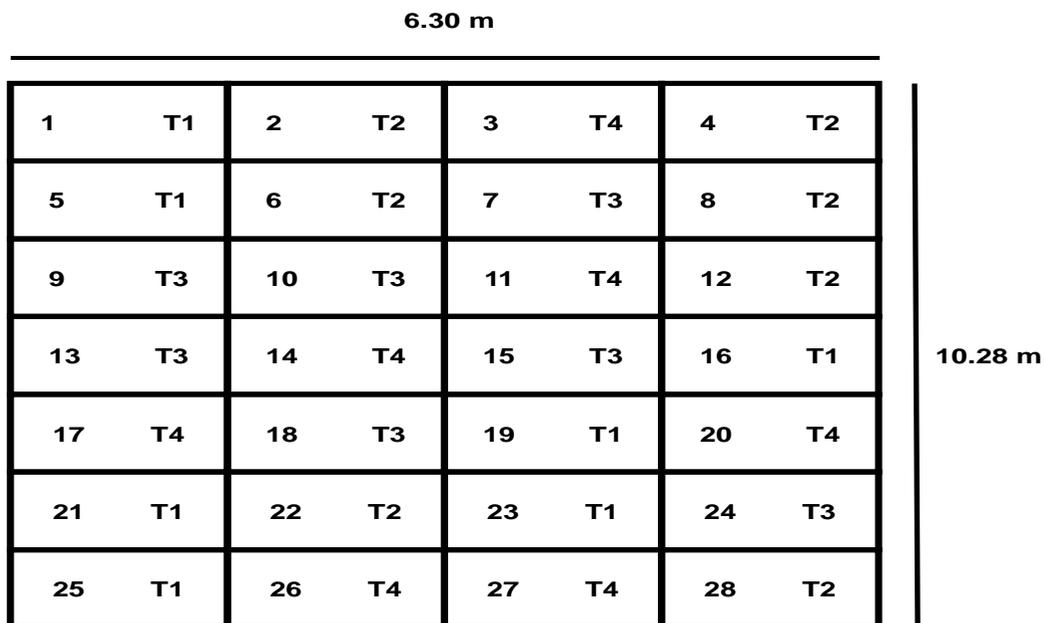


Figura 2. Distribución de los tratamientos y repeticiones en el área del experimento, de la evaluación de sustratos en la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo (*Elettaria cardamomun* L) Uspantán, Quiché.

Descripción de los tratamientos:

T1: Mantillo vegetal 50% + Tierra 50%

T2: Arena 50% + Tierra 50%  
T3: Pulpa de café 50% + Tierra 50%  
T4: Tierra (testigo relativo)

## **6.9. Manejo del experimento**

**6.9.1. Selección del área.** La selección del área se hizo recorriendo las distintas parcelas con las condiciones de vías de acceso, fuentes de agua, penetración de luz solar, y otros que pudieron incidir positivamente en el desarrollo de la investigación.

**6.9.2. Limpieza del área.** La limpieza del área consistió en eliminar todo material como piedra, malezas, arbustos y otros que pudieron haber afectado el desarrollo de la investigación.

**6.9.3. Recolección de sustratos.** Es una de las actividades que fue importante en el proceso y desarrollo de la investigación, se obtuvo en los distintos puntos donde el material se encuentra disponible. Fueron puestos en bolsas de nylon o sacos para su adecuado transporte, y colocados en un lugar seco sin perjudicar su estado original.

**6.9.4. Preparación de los sustratos.** Implicó realizar el tamizado y la desinfección de los sustratos con fungicida; N-(triclorometilto) ciclohex-4-eno-1,2dicarboximida a razón de 3 g/l, con la finalidad de eliminar patógenos que pudieron haber afectado en la investigación.

**6.9.5. Llenado y colocación de bolsas.** Las bolsas que se utilizaron fue de la medida de 12\*12\*2 pulgadas y fueron llenados en un ambiente seco para facilitar el proceso, esto se realizó manualmente. Las bolsas quedaron llenas sin provocar compactación y fueron colocadas en orden siguiendo el esquema dictado por el croquis de campo de tal manera que existan calles y separaciones entre cada unidad experimental (Orozco, 2014).

**6.9.6. Selección de plantas madres.** Ante todo, es importante durante este paso seleccionar la planta madre, esto con la finalidad de buscar plantas que cumplan con las características genotípicas adecuadas para elevar el rendimiento, resistencias a plagas y enfermedades, a si también que cumplan con las características de buen tamaño de fruto.

**6.9.7. Preparación de rizoma.** Consistió en obtener la parte vegetativa que se necesite propagar. Es importante desprender con delicadeza los rizomas para evitar que sufran lesiones u otro que pueda afectar su estado de desarrollo; se realizó con pala de punta o machete.

**6.9.8. Siembra de rizoma.** Se sembró inmediatamente después de su preparación y obtención de la planta madre, esto para garantizar el buen estado del material vegetal, y así obtener resultados acordes a las características de los materiales utilizados.

Se almacenaron en un lugar fresco, es decir; en sombra para evitar que los materiales vegetales evapotranspiren y pierda agua durante el almacenamiento.

**6.9.9. Control de maleza.** Es común que existan malezas en bolsas por lo que el deshierbe o desmalezado se realizó constantemente de tal manera que estas no afecten en el crecimiento y desarrollo de los brotes de los rizomas en propagación. Esta actividad se realizó de forma manual donde se eliminaron todas las malezas existentes en la bolsa y en las calles (Orozco, 2014).

**6.9.10. Riego.** El agua es fundamental para hidratar los rizomas, también para mantener la humedad, y mejorar el desarrollo vegetativo. Fue importante realizarlo en las mañanas o tardes a cada dos día, para no afectar la fisiología de la planta. Por falta de agua existe menos desarrollo y crecimiento vegetativo, por lo que en la investigación de sustratos en la propagación vegetativa se hizo énfasis en el riego.

**6.9.11. Recolección de datos.** La recolección de datos se basó en el cronograma de trabajo de la investigación, tomando los datos de cada sustrato sobre el efecto en el crecimiento vegetativo del cardamomo, tal es el caso de crecimiento vegetativo y crecimiento radicular.

## **6.10. Variables de respuestas**

**6.10.1. Porcentaje de enraizamiento.** Se refiere a la cantidad de rizomas que sobrevivieron; es decir, los que emergieron brotes. Se determinó este componente realizando un conteo a los 150 días de sembrados los rizomas en el sustrato.

$$\% \text{ de rizoma efectiva} = \frac{\text{Rizomas pegadas} \times 100}{\text{Total de rizomas sembradas}}$$

### **6.10.2. Crecimiento vegetativo**

*a) Número de brotes.* El número de brote se refiere a la cantidad de brotes nuevos que generaron los rizomas por cada sustrato, realizando un conteo por rizoma a los 150 días de sembradas en los sustratos.

*b) Altura de brotes.* Este componente de crecimiento hace referencia a la altura de los nuevos brotes que generaron los rizomas por cada tratamiento, por lo que se midió con una cinta métrica a los 150 días de sembradas los rizomas en los sustratos.

### **6.10.3. Crecimiento radicular**

*a) Longitud de raíces.* Para medir este componente de crecimiento fue imprescindible utilizar una regla graduada en centímetros, con la finalidad de conocer las longitudes de las raíces que emergieron de los rizomas de cada uno de los tratamientos. La medición se realizó a los 150 días después de sembradas los rizomas en los sustratos.

*b) Peso de raíces.* Para medir este componente fue necesario realizar el pesado de las raíces de los rizomas en gramos; se utilizando una balanza analítica para una mayor precisión de los datos. La muestra y toma de datos se realizó a los 150 días después de sembradas los rizomas en los sustratos.

## **6.11. Análisis de la información**

**6.11.1. Análisis estadístico.** La información se analizó través programas estadísticos (INFOSTAT). Se realizó el análisis de varianza para cada variable aplicado a cada tratamiento, cuando existió diferencias significativa entre los tratamientos, se procedió realizar la prueba de media (Tukey al 5%) (López & Gonzáles, 2013).

**6.11.2. Análisis económico.** Se realizó un análisis económico determinando la relación beneficio costo de cada una de los tratamientos evaluados con la finalidad de conocer el tratamiento favorable económicamente. Para llevar a cabo el análisis económico se anotaron todos los costos durante la ejecución de la investigación. (Reyes, 2001).

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 7.1. Porcentaje de enraizamiento

La tabla 2, muestra la cantidad de rizomas enraizados por unidades experimentales (repeticiones), Tratamiento No. 1 (mantillo vegetal 50% y tierra 50%) se observa con mayor número de rizomas enraizados con un porcentaje de enraizamiento 91.66%, seguida del Tratamiento No. 3 (pulpa de café 50% y tierra 50%) con un porcentaje de enraizamiento de 85.71%, el Tratamiento No. 4 (tierra) permitió un porcentaje de enraizamiento de 73.8% , el tratamiento No. 2 (arena 50% y tierra 50%) presentó bajo porcentaje de enraizamiento con el 71.41%, dos tratamientos tuvieron menor efecto sobre el enraizamiento de los rizomas.

Tabla 2.

*Número de rizomas enraizados (%) en la evaluación de sustratos en la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomun L.); Uspantán, Quiché 2018.*

Tratamientos	Repeticiones							Total	Promedio	% Enraizamiento
	1	2	3	4	5	6	7			
1	12	12	12	12	8	11	10	77	11	91.66
2	7	9	9	8	8	11	8	60	8.57	71.41
3	10	11	10	10	10	10	11	72	10.28	85.71
4	9	10	8	9	10	9	7	62	8.85	73.8
Total								<b>271</b>	<b>9.68</b>	<b>80.65</b>

Tabla 3.

*Análisis de varianza para la variable número de rizomas enraizados de la evaluación de sustratos en la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomun L.); Uspantán, Quiché 2018.*

FV	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada
Tratamientos	3	28.11	9.37	7.03**	<0.0015
Error experimental	24	32	1.33		
Total	27	60.11			

\*\*= Diferencia estadística altamente significativa al 5% de probabilidad de error; C.V 11.93; \*= significativo; \*\*= Altamente significativo; NS= No significativo.

El análisis de varianza de la tabla 3 muestra que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. Por lo tanto es necesaria la realización de pruebas múltiples de media al 5%, utilizando la comparación de Tukey.

Tabla 4.

*Prueba de tukey al 5% de significancia para la variable número de rizomas enraizados de la evaluación de sustratos de la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomun L.); Uspantán, Quiché 2018.*

Tratamiento	Descripción	Medias	Grupo tukey	
1	Mantillo vegetal 50% y Tierra 50%	11	A	
3	Pulpa de café 50% Y Tierra 50%	10.29	A	B
4	Tierra (testigo relativo)	8.86		B C
2	Arena 50% y tierra 50%	8.57		C

Mediante la prueba de medias de Tukey al 5% se determinó que los tratamientos: mantillo vegetal 50% y tierra 50%, pulpa de café 50% y tierra 50% A, AB presentaron un comportamiento diferente a los grupos C. Arena 50% y tierra 50% es el tratamiento con menos rizomas enraizadas con una media de 8.57 rizomas de 12 por unidades experimentales (tabla 4). Las características físicas y químicas de cada sustratos provocó el medio para el enraizamiento de los rizomas, según Masabni y Lillard (2010) menciona que una capa de mantillo permite que el suelo retenga más agua éste mismo enriquece el suelo y mejora el ambiente para el crecimiento de las plantas. Un suelo más fresco la planta tiene más nutrientes disponibles y un suelo más húmedo incrementa el crecimiento y el rendimiento (Masabni & Lillard, 2010).

## 7.2. Crecimiento vegetativo

### 7.2.1. Número de brotes.

La tabla 5, muestra la cantidad de brotes emergidos por tratamientos, se observa que el tratamiento No. 3 (pulpa de café 50% y tierra 50%) tuvo el mayor número de brotes con un promedio de siete/planta, seguido Tratamiento No. 1 (mantillo de vegetal 50% y tierra 50%) con un promedio de 4.86/planta, se observa también que existen dos tratamientos que generaron una menor cantidad de brotes por plantas; Tratamiento No. 4 (Tierra) con un promedio de 2.71 brotes/planta, Tratamiento No. 2 (la arena 50% y tierra 50% ) presentó dos brotes/plantas.

Tabla 5.

*Número de brotes de la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomun L.); Uspantán, Quiché 2018.*

Tratamientos	Repeticiones							Total	Promedio
	1	2	3	4	5	6	7		
1	4.75	4	4	4.8	7.5	4	5	34	4.86
2	2.25	1.75	1.75	2.5	1.75	2.25	1.75	14	2
3	6.25	8.25	6.75	8	7.5	6.75	5.5	49	7
4	2.5	3.25	2.75	2.3	2.5	2.5	3.25	19	2.71
Total								<b>116</b>	<b>4.14</b>

Tabla 6.

*Análisis de varianza para la variable número de brotes por unidad de sustrato evaluado de la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomun L.); Uspantán, Quiché 2018.*

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	F tabulada
Tratamientos	3	107.14	35.71	51.84**	<0.0001
Error experimental	24	16.54	0.69		
Total	27	123.68			

\*\*= Diferencia estadística altamente significativa al 5% de probabilidad de error; C.V 20.04; \*= significativo; \*\*= Altamente significativo; NS= No significativo

El análisis de varianza de la tabla 6 muestra que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. Por lo tanto es necesario la realización de pruebas múltiples de media al 5%, utilizando la comparación de Tukey.

Tabla 7.

*Prueba de Tukey al 5% de significancia para la variable número de brotes por unidad de sustrato de la reproducción vegetativa en el cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomun L.); Uspantán, Quiché 2018.*

Tratamiento	Descripción	Medias	Grupo tukey
3	Pulpa de café 50% y tierra 50%	7	A
1	Mantillo vegetal 50% y tierra 50%	4.86	B
4	Tierra (testigo relativo)	2.71	C
2	Arena 50% y tierra 50%	2	C

Mediante la prueba de medias de Tukey al 5% se determinó que el tratamiento No.3 (pulpa de café 50% y tierra 50%) presentó las mejores condiciones para el desarrollo y crecimiento vegetativo con el mayor número de brotes (A); comportándose de manera diferente al resto de los tratamientos, seguido del tratamiento No. 1 (mantillo vegetal 50% y tierra 50%) con una media de 4. 86 brotes/ plantas cuyo comportamiento es diferente a los grupos A y C (tabla 7). Los tratamientos cuatro y dos; tierra (testigo relativo), arena 50% y tierra 50% presentaron comportamientos similares, es decir; presentaron pocas condiciones para el desarrollo del número de brotes, debido a la texturas, estructura y el nivel de materia orgánica presente en cada sustrato, la arena es un sustrato que no guarda humedad y por ende no hidrata los rizomas para el desarrollo y crecimiento de los brotes. La pulpa de café es rica en nutrientes y materia orgánica pero composta lentamente debido a su alto contenido de humedad, para manejar el alto contenido de humedad, se debe permitir que drene y luego es mezclado con material seco para ser compostado y si estos no están bien mezclados forman masas que limitan la aireación de las raíces (Alvarado & Solano, 2002).

### 7.2.2. Altura de brotes.

La tabla 8, muestra la altura de los brotes en centímetros por tratamientos, se observa que el tratamiento No. 3 (pulpa de café 50% y tierra 50%) alcanzó la mayor altura con un promedio de 26.52 cm, seguido del tratamiento No. 1 (mantillo vegetal 50% y tierra 50%) con una altura de 18.34cm, el tratamiento No. 4 (tierra) presento una altura promedio de 16.87 cm, y la arena 50% y tierra 50% fue el tratamiento que desarrolló menor altura en los brotes con un promedio de 16.11 cm.

Tabla 8.

*Altura de brotes expresados en cm por unidad de sustrato de la reproducción vegetativa en el cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomun L.); Uspantán, Quiché 2018.*

Tratamiento	Repeticiones							Total (cm)	Promedio (cm)
	1	2	3	4	5	6	7		
1	14.49	22.42	19.33	18.84	21.41	17.58	14.34	128.41	18.34
2	13.93	20.6	14.45	14.2	18	16.79	14.8	112.77	16.11
3	24.16	19.39	24.46	31.87	25.65	26.98	33.11	185.62	26.52
4	19.77	18.39	15.35	12.28	19.21	17.81	15.29	118.1	16.87
Total								<b>544.9</b>	<b>19.46</b>

Tabla 9.

*Análisis de varianza para la variable altura de brotes de la reproducción vegetativa en el cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomun L.); Uspantán, Quiché 2018.*

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F Calculada</b>	<b>F tabulada</b>
Tratamientos	3	482.80	160.93	14.18**	<0.0001
Error experimental	24	272.39	11.35		
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>755.19</b>			

\*\*= Diferencia estadística altamente significativa al 5% de probabilidad de error; C.V 17.31

; \*= significativo; \*\*= Altamente significativo; NS= No significativo

El análisis de varianza de la tabla 9 muestra que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos evaluados. Por lo tanto es necesario la realización de pruebas múltiples de media al 5%, utilizando la comparación de Tukey.

Tabla 10.

*Prueba de Tukey al 5% de significancia para la variable altura de brotes expresado en cm por unidad de sustrato de la reproducción vegetativa en el cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomun L.); Uspantán, Quiché 2018.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medias</b>	<b>Grupo tukey</b>
3	Pulpa de café 50% y tierra 50%	26.52	A
1	Mantillo vegetal 50% y tierra 50%	18.34	B
4	Tierra (testigo relativo)	16.87	B
3	Arena 50% y tierra 50%	16.11	B

Mediante la prueba de medias de Tukey al 5% se determinó que el sustrato que presentó las mejores condiciones para el desarrollo y crecimiento de las alturas de los brotes de los rizomas fue el tratamiento No.3 (pulpa de café 50% y tierra 50%), siendo la media de 26.52 cm comportándose de manera diferente a los demás tratamientos (A), mantillo vegetal 50% y tierra 50% con una media de 18.34 cm, tierra (testigo relativo) con una media de 16.87 cm, arena 50% y tierra 50% presenta el 16.11 cm; estos tres tratamientos tienen el mismo comportamientos (B) (Tabla 10). Según el grupo Tukey el mejor tratamiento es la pulpa de café 50% y tierra 50%, debido que es rica en nutrientes y materia orgánica favoreciendo el desarrollo y crecimiento de la altura de los brotes. La pulpa de café está constituida por macro elementos como por micro elementos en diferentes proporciones, por la cual es considerada útil en las aplicaciones como abono orgánico. Está constituida por: N, P, K, Ca, Mg, Mn, S, B, Fe, Cu, y Zn (Jiménez, 2009).

Según las características del cardamomo es una planta perenne de rizoma tuberoso con 8 a 20 tallos de 2 a 3.50 metros de altura, con diámetros de 3 a 5 cm en su edad de desarrollo completo, en ésta investigación la altura de los brotes; que próximamente son los pseudotallo, la mayor altura alcanzada a los seis meses fue de 26.52 cm. Los brotes nacen en la sección superior de los rizomas. Son de color verde, pero en la base se decoloran con el paso del tiempo (Ruano, 2002).

### 7.3. Crecimiento radicular

#### 7.3.1. Longitud de raíces

La tabla 11, muestra la longitud de raíces de los brotes en centímetros, se observa que el tratamiento No. 3 (la pulpa de café 50% y tierra 50%) alcanzó la mayor longitud de raíces con un promedio de 54.29 cm; este sustrato ha presentado condiciones pertinente para el desarrollo y crecimiento radicular. Seguido del tratamiento No. 1 (mantillo vegetal 50% y tierra 50%) con un promedio de 37.25 cm. El tratamiento No.2 (arena 50% y tierra 50%) logró alcanzar una longitud de raíces de 32.10 cm y el tratamiento No. 4 (tierra) con el menor longitud de raíces alcanzando un 30.68cm.

Tabla 11.

*Longitud de raíces expresado en cm de la evaluación de sustratos en la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomun L.); Uspantán, Quiché 2018.*

Tratamientos	Repeticiones							Total (cm)	Promedio (cm)
	1	2	3	4	5	6	7		
1	30.25	48.5	39.75	42.75	26.75	37.5	35.25	260.8	37.25
2	30	32.75	33.25	32.5	26.75	33.25	36.25	224.8	32.10
3	49	52.5	48.25	63.5	61.25	49.75	55.75	380	54.29
4	35.25	42.5	30.75	19	28	33.5	25.75	214.8	30.68
Total								<b>1080</b>	<b>38.58</b>

Tabla 12.

*Análisis de varianza para la variable longitud de raíces de la evaluación de sustratos en la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomun L.); Uspantán, Quiché 2018.*

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F Calculada</b>	<b>F tabulada</b>
Tratamientos	3	2469.38	823.13	21.02**	<0.0001 <b>3</b>
Error experimental	24	940.00	39.17		
Total	27	3409.38			

\*\*= Diferencia estadística altamente significativa al 5% de probabilidad de error; C.V16.22

; \*= significativo; \*\*= Altamente significativo; NS= No significativo

El análisis de varianza de la tabla 12 muestra que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos evaluados. Por lo tanto es necesario la realización de pruebas múltiples de media al 5%, utilizando la comparación de Tukey.

Tabla 13.

*Prueba de Tukey al 5% de significancia para la variable longitud de raíces de la evaluación de sustratos en la reproducción vegetativa en el cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomun L.); Uspantán, Quiché 2018.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medias</b>	<b>Grupo tukey</b>
3	Pulpa de café 50% y tierra 50%	54.29	A
1	Mantillo vegetal 50% y tierra 50%	37.25	B
2	Arena 50% Y tierra 50%	32.11	B
4	Tierra (testigo relativo)	30.68	B

Mediante la prueba de medias de Tukey al 5% de probabilidad del error, se determinó que el tratamiento No. 3 (pulpa de café 50% y tierra 50%) presentó las mejores condiciones para el desarrollo y crecimiento radicular con una media de 54.29cm; con un comportamiento diferente a los del grupo B. El tratamiento mantillo vegetal 50% y tierra 50% con una media de 37.25 cm, tierra (testigo relativo) con la media de 30.68 cm, arena 50% y tierra 50% con la media de 32.11cm, presentaron comportamientos similares. Todos los tratamientos presentaron condiciones adecuadas para el desarrollo y crecimiento de la longitud de raíces, pero el tratamiento que mejor respondió es la pulpa de café 50% y tierra 50%(tabla 13).

El sistema radicular del cardamomo es fibroso con raíces de 0.70 a 1.50 metros de longitud por 0.5 cm o menos de ancho que se extienden generalmente en forma horizontal y la mayor proporción se encuentra entre los 0.15 a 0.20 metros de profundidad, a partir de los

resultados obtenidos de la investigación en la etapa de crecimiento del cardamomo se logró las longitudes de raíces entre 30-50 cm en apenas seis meses. Las raíces se ramifican y ejercen funciones de soporte, además de sus funciones nutricionales. Existen también raicillas secundarias de aproximadamente 1 cm de largo (Ruano, 2002).

### 7.3.2. Peso de raíces

La tabla 14, muestra el peso de raíces secas de los brotes en gramo de cada tratamientos, se observa que el tratamiento No. 3 (pulpa de café 50% y tierra 50%) alcanzó el mayor peso de raíces con el promedio de 4.92 gr, seguido del tratamiento No. 1 (mantillo vegetal 50% y tierra 50%) con un promedio de 4.11 gr, el tratamiento No. 2 (arena 50% y tierra 50%) con un promedio de 1.66 gr y el tratamiento No.4 (tierra) con un promedio de 1.56 gr; han presentado un menor peso de raíces, que ha influido en el desarrollo y crecimiento de los brotes.

Tabla 14.

*Peso de raíces secas expresado en gr por unidad de sustrato evaluado de la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomun L.); Uspantán, Quiché 2018.*

Tratamiento	Repeticiones							Total (gr)	Promedio (gr)
	1	2	3	4	5	6	7		
1	2.08	6.33	2.81	3.71	3.5	3.8	6.58	28.81	4.11
2	2.3	2.2	1.22	1.3	1.21	1.588	1.865	11.683	1.66
3	5.123	4.35	6.37	5.63	4.7	3.62	4.65	34.443	4.92
4	1.18	1.63	2.15	1.67	1.93	1.49	0.93	10.98	1.56
Total								<b>85.915</b>	<b>3.07</b>

Tabla 15.

*Análisis de varianza para la variable peso de raíces expresado en gr de la reproducción vegetativa en el cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomun L.); Uspantán, Quiché 2018.*

FV	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada
Tratamientos	3	61.14	20.38	19.91**	<0.0001
Error experimental	24	24.57	1.02		
Total	27	85.72			

\*\*= Diferencia estadística altamente significativa al 5% de probabilidad de error; C.V 32.98; \*= significativo; \*\*= Altamente significativo; NS= No significativo

El análisis de varianza de la tabla 15 muestra que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos evaluados. Por lo tanto es necesario la realización de pruebas múltiples de media al 5%, utilizando la comparación de Tukey.

Tabla 16.

*Prueba de Tukey al 5% de significancia para a variable peso de raíces expresado en gr de la reproducción vegetativa en el cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomun L.); Uspantán, Quiché 2018.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medias</b>	<b>Grupo tukey</b>
3	Pulpa de café 50% y tierra 50%	4.92	A
1	Mantillo vegetal 50% y tierra 50%	4.12	A
2	Arena 50% y tierra 50%	1.67	B
4	Tierra (testigo relativo)	1.57	B

Mediante la prueba de medias de Tukey, se determinó que los tratamientos pulpa de café 50% y tierra 50%, mantillo vegetal 50% y tierra 50% (A) presentaron los mayores peso de raíces con medias de 4.92 gr y 4.12 gr respectivamente; comportándose de manera diferente a los del grupo B, los tratamientos tierra (testigo relativo), arena 50% y tierra 50% (B), presentaron un comportamiento similar; lo que significa que no existe mucha diferencia entre estos dos tratamientos (tabla 16).

Basando en los resultados anteriores, se deduce que la materia orgánica presente en los sustratos cumple funciones de acondicionamiento de los rizomas y proporcionando un medio adecuado para el desarrollo y crecimiento de raíces; para ello los suelos pobres deben ser sujetos de incorporaciones de material orgánico para mejorar su estructura y fertilidad, de lo contrario la producción será limitada, asimismo; los suelos con buena porosidad facilitan el proceso de infiltración y aireación, lo cual favorece el desarrollo radicular, optimiza el desarrollo vegetativo y evita anegamientos, lo que permite una buena producción por largo tiempo (Ruano, 2002).

Tabla 17.

*Resumen del porcentaje de enraizamiento (%) y promedio de cada variable de respuesta de la investigación evaluación de sustratos para la reproducción vegetativa en el cultivo de cardamomo, Uspantán, Quiche 2018.*

<b>Tratamientos</b>	<b>% de enraizamiento</b>	<b># de brotes</b>	<b>Altura de brotes (cm)</b>	<b>Long. De raíces (cm)</b>	<b>Peso seco de raíces (gr)</b>
1	91.66	4.86	18.34	37.25	4.11
2	71.41	2	16.11	32.1	1.66
3	85.71	7	26.52	54.29	4.92
4	73.8	2.71	16.87	30.68	1.56

La tabla 17, muestra que el tratamiento No.1 (Mantillo vegetal 50% y tierra 50%) tiene un mayor porcentaje de enraizamiento de los rizomas con 91.66% seguido del tratamiento No.3 (Pulpa de café 50% y tierra 50%) con un porcentaje de enraizamiento de 85.71%.

Según el análisis de varianza de la variable número de brotes, hubo diferencia estadística altamente significativa al 5% de probabilidad de error y por ende según el análisis de comparación de media de Tukey, el tratamiento No. 3 (Pulpa de café 50% y tierra 50%) indica que es el mejor tratamiento que permite un mayor número de brotes en los rizomas.

Según el análisis de varianza de la variable altura de brotes nos indica que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. Para ello se realizó la prueba de medias de Tukey al 5% de probabilidad del error, indica que el tratamiento No. 3 es la mejor en permitir un buen desarrollo y crecimiento de la altura de los brotes con 26.52 cm/plantas, seguido del tratamiento No. 1 que también ha permitido alcanzar una altura de los brotes de 18.34cm/plantas.

Según el análisis de varianza de la variable longitud de raíces, nos muestra que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. Para ello se realizó la prueba de medias de Tukey al 5% de probabilidad del error, según la clasificación de la comparación, el tratamiento No. 3 es el mejor en permitir un buen desarrollo y crecimiento de las raíces en longitud con un 54.29 cm, de la misma forma el tratamiento No. 1 ha permitido las condiciones adecuadas para el desarrollo y crecimiento de las raíces en longitud con un 37.25 cm/plantas.

Según el análisis de varianza de la variable peso de raíces nos indica que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. Para ello se realizó la prueba de medias de Tukey al 5% de probabilidad del error, según la clasificación de la comparación, el

tratamiento tres es el mejor en permitir un buen desarrollo y crecimiento de las raíces alcanzando un 4.92 gramos, de la misma forma el tratamiento No.1 permitió las condiciones adecuadas para el desarrollo y crecimiento de las raíces, con peso de 4.11 gramos.

#### 7.4. Análisis económico

El análisis económico se enmarca en la cuantificación de la materia prima, mano de obra, insumos y costos indirectos que fueron utilizados durante la ejecución de la investigación; determinando costos por cada tratamiento evaluado.

Tabla 18.

*Resumen de la relación beneficio costo de la evaluación de sustratos en la reproducción vegetativa en el cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomun L.); Uspantán, Quiché 2018.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Costos</b>	<b>B/C</b>
Mantillo vegetal 50% y tierra 50%	953.89	946.57	1.01
Arena 50% y tierra 50%	919.89	941.32	0.97
Pulpa de café 50% y tierra 50%	943.89	941.32	1.00
Tierra (testigo relativo)	923.89	915.07	1.00

Para el análisis beneficio costo se observa en la tabla 18 que el Tratamiento No.1 (mantillo vegetal 50% y tierra 50%), cuantifico un beneficio-costo de 1.01; que significa que por cada quetzal invertido en su valor real se ganó 0.01 centavos con su valor real. El tratamiento No. 3 (Pulpa de café 50% y tierra 50%) cuantificó un beneficio-costo de 1.00; que significa que por cada quetzal invertido, solamente se recupera el valor invertido.

En base al análisis de la relación beneficios/costos y a los mejores resultados según los análisis estadísticos de las variables se determina que el mejor sustrato es el que contiene pulpa de café 50% y tierra 50%, ya que este sustrato permitió un buen crecimiento vegetativo y radicular de los rizomas, a asimismo presento una relación B/C adecuado.

## 8. CONCLUSIONES

El porcentaje de enraizamiento de los rizomas está determinado por los sustratos que se utilizó, de los evaluados; el tratamiento No. 1 (mantillo vegetal 50% y tierra 50%) es el mejor sustrato que permitió un mayor porcentaje de enraizamiento, con un 91.66% que equivale a 77 rizomas efectiva. El tratamiento No. 2 (Arena 50% y tierra 50%) fue el sustrato que permitió un bajo porcentaje de enraizamiento con 71.42%, que equivale a 60 rizomas enraizadas.

Se concluye, en base a los resultados y análisis estadísticos realizados, el mejor sustrato que presento mayor desarrollo y crecimiento vegetativo (número y altura brotes), es el tratamiento No. 3 (pulpa de cafe50% y tierra 50%).

Se determinó según los análisis estadísticos que dentro de todos los sustratos utilizados, la pulpa de cafe50% y tierra 50% presentó mayor crecimiento radicular (longitud) de los rizomas con una media de 54.29 cm, con peso radicular de 4.92 gramos; mientras el mantillo vegetal 50% y tierra 50% permitió buen crecimiento de raíces (longitud) con una media de 37.25 cm y con peso radicular de 4.12 gramos.

Según el análisis económico de los tratamientos, la broza 50% y tierra 50% presento la relación beneficio-costos de 1.01. La pulpa de café 50% y tierra 50% cuantificó un beneficio-costos de 1.00 y a si también la tierra común presento un beneficio-costos de 1.00. En base al análisis beneficios/costos y a los mejores resultados según los análisis estadísticos de las variables se determina que el mejor sustrato es el que contiene pulpa de café 50% y tierra 50%, ya que este sustrato permitió un buen desarrollo, crecimiento vegetativo (# y altura de brotes) y radicular (longitud y peso de raíces) de los rizomas, a asimismo presento un B/C aceptado (viable) por el momento, ya que el beneficio real de la utilización de este sustrato se mostrará cuando se tenga la primera cosecha de cardamomo.

## **9. RECOMENDACIONES**

Se recomienda utilizar el sustrato pulpa de café 50% y tierra 50%, por presentar un porcentaje de enraizamiento adecuado de los rizomas a un 85.71%, además según los análisis estadísticos presentó resultados significativos en el desarrollo y crecimiento vegetativo (brotes y altura de brotes) y radicular (longitud y peso de raíces) de los rizomas. Con una relación beneficio/costo de Q1.00, que significa que se recupera únicamente el quetzal invertido.

Se recomienda a los agricultores hacer uso del mantillo vegetal 50% y tierra 50% como segundo sustrato que presentó los resultados significativos en los análisis estadísticos. Además es un sustrato económico, y fácil de encontrarlo en la zona de la investigación.

Se recomienda a profesionales enfocados a la rama de la agricultura, investigar el cultivo de cardamomo para el desarrollo de tecnología que permita solucionar las problemáticas que afecta a la producción de cardamomo.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ajpop, D. (2008). *Descripción de actividades agrícolas y pecuarias en el Instituto Mixto de Educación Básica por Cooperativa de Enseñanza (IMEBAC) en San Antonio La Nueva Esperanza, Uspantán, Quché*. ENCA, Guatemala.
- Alvarado, M., & Solano, J. (2002). *Producción de sustratos para Viveros*. Costa Rica: VIFINEX-OIRSA. 47p.
- Ballester, J. (1993). *Sustratos para el cultivo de plantas ornamentales*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentacion, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Madrid.
- Barrios, C. (1986). *Efecto del ácido nítrico en la germinación de semilla de cardamomo (Elettaria cardamomun) en la finca Lorena, San Marcos*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Bernal, A. (2014). *Evaluación de enraizamiento de esquejes de dos cultivares de romero (Rosmarinus officinalis L.) crespo e israelí*. Bogotá.
- Contreras, S. (2015). *El agro en Cifra 2014*. Recuperado el 5 de agosto de 2017, de [web.maga.gob.gt/download/1agro-cifras2014.pdf](http://web.maga.gob.gt/download/1agro-cifras2014.pdf)
- Corado, M. (1991). *Evaluación de tres niveles de ácido indolbutírico en tres tipos de esquejes de dos especies de bambú en San Miguel Panan, Suchitepéquez*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- De Paz, J. (2009). *Fortalecimiento de la cadena productiva de cardamomo (Elettaria cardamomun L. Maton) con énfasis en el asocio de la entomofauna, especies arvenses y fitopatógenos en la Aldea Campur, San Pedro Carchá, Alta Verapaz*. Ingeniero Agrónomo en sistema de producción Agrícola en el Grado de Licenciado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Días, E. (1986). *Respuesta del cardamomo (Elettaria cardamomun L Matón) en almácigo a diferentes niveles N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, en relación con la virosis (vmcar) en Finca Patio de Bola, San Felipe, Retalhuleu*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- García, M. (2016). *Monografía de la semilla de cardamomo; Control de calidad*. Fin de Grado en Farmacia, Universidad de Sevilla, Farmacología, Sevilla.
- Granados, E. (2014). *Evaluación cualitativa de la cadena de valor de cardamomo (Elettaria cardamomun L) en Guatemala*. Proyecto de Fortalecimiento de la productividad de Micro, pequeña y mediana empresa, Ministerio de Economía, Guatemala.
- INE. (2014). *Encuesta nacional agropecuario 2013*. Instituto Nacional de Estadística, Guatemala.
- Jiménez, A. (2009). *Evaluación de Cinco Sustratos Complementarios a la Pulpa de Café para el Cultivo de Hongo Comestible (Pleurotus ostreatus) en el Municipio de San Ildefonso*

- Ixtahuacán, Huehuetenango. Universidad Rafael Landívar Campus de Quetzaltenango, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas , Quetzaltenango.*
- López, E., & Gonzáles, B. (2013). *Diseño y análisis de experimento, fundamentos y aplicaciones en Agronomía* (2da ed.). Guatemala, Guatemala.
- MAGA. (2014). *Perfil Comercial de cardamomo (Elettaria cardamomun L.)*. Recuperado el 20 de julio de 2017, de [web.maga.gob.gt/download/Perfil%20cardamomo.pdf](http://web.maga.gob.gt/download/Perfil%20cardamomo.pdf)
- MAGA, & VISAR. (2015). *Plan de Manejo Integrado del Thrips del Cardamomo*. Guatemala.
- Masabni, J., & Lillard, P. (2010). *El mantillo*. Texas, EE.UU.
- Monroy, V. (1985). *Evaluación de escarificación y de tres estimuladores de germinación en semillas de cardamomo (Elettaria cardamomun (L.) Maton) bajo condiciones de laboratorio y de campo*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Orozco, E. (2014). *Evaluación de enraizadores y diámetro de estacas de Gradua ( Gradua angustifolia) en Finca Sonora, Malacatan, San Marcos*. Licenciatura con Énfasis de Gerencia Agrícola, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y agrícolas, Quetzaltenango.
- Palacios, I. (2009). *Propagación Vegetativa de la Zarsaparrill Roja (Ribes rubrum L.) en la Region de Magallanes*. Universidad de Magallanes, Punta Arena-Chile.
- Quiñones, J. (2015). *Guías de técnicas, métodos y procedimiento de reproducción asexual o vegetativa de las plantas*. República Dominicana. Recuperado el 5 de agosto de 2017, de [www.competitividad.org.do/.../Guía-de-técnicas-métodos-y-procedimientos-de-repro...](http://www.competitividad.org.do/.../Guía-de-técnicas-métodos-y-procedimientos-de-repro...)
- Reyes, M. (2001). *Análisis económico de experimentos agrícola con presupuesto parciales*. Guatemala.
- Ruano, R. (2002). *El cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomun L. ) en Guatemala*. Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola, Guatemala.
- Sandobal, A. (2006). *Diagnostico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversion, Comercializacion (Produccion de cardamomo)*. Licenciada en Administracion de empresas, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Economicas, Cobán.
- Silva, B. (2015). *Estudio del sistema agrario del cardamomo (Elettaria cardamomun L. Maton), Diagnostico y servicio realizado en el caserío río Esmeralda, San Miguel Tukurú, Alta verapaz, Guatemala*. Ingeniero agrónomo en sistemas de producción agrícola en el Grado académico de Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de agronomía, Guatemala.
- Sinaj, J. (2007). *Costos y reantabilidades de unidades agrícola (Producción de cardamomo)*. Licenciado en Contador Público y auditor, Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciencias económicas, Alta verapaz.

- Sitún, M. (2007). *Investigación agrícola. Escuela Nacional Central de Agricultura* (3ra ed.). Guatemala, Barcena, Villa Nueva.
- Sosa, O., & Martín, B. (2006). La broza en las pasturas. *Agromensajes. Facultad de Ciencias Agrarias*.
- Suárez, I., Marrugo, G., & Peña, M. (2008). *Efecto del sustrato y tamaño del propágulo en el enraizamiento de ginger rojo (Alpinia purpurata)*. Universidad de Córdoba, Montería. , Ingeniería Agronómica y Desarrollo Rural , Colombia.
- USAID. (2011). *El mercado mundial para el cardamomo (Elettaria cardamomun L.)*. Recuperado el 3 de Agosto de 2017, de [pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PA00KP12.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00KP12.pdf)
- Zuñigas, D., Hoyos, R., & Afanador, L. (2010). *Evaluación de plantulas de cardamomo (Elettaria cardamomun (L) Maton) por su resistencia in vitro al filtrado de cultivo de Fusarium oxysporum Link. Vitae, 17(2)*. Recuperado el 5 de agosto de 2017

## 11. ANEXO

*Cronograma de trabajo.*

Planificación		Programación 2018																					
		Ene	Febr	Mar	Abril	May	Junio	Julio	Agos	Septi	Octu	Nov	Dici										
1	Selección del terreno																						
2	Trazo y Limpieza del terreno																						
3	Acareo de sustratos.																						
4	Preparación de sustratos																						
5	Desinfección de sustratos																						
6	Llenado de bolsas.																						
7	Colocación de bolsas.																						
8	Preparación de rizomas.																						
9	Siembra de rizomas.																						
10	Control de maleza																						
11	Riego																						
12	Toma de datos																						
13	Elaboración del informe final.																						

*Costo de producción del tratamiento: mantillo vegetal 50% y tierra 50%, en la evaluación de sustratos en la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomun L.); Uspantán, Quiché 2018.*

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	VALOR UNIT.	CANT	% DE DEPRECIACION	MONTO
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>					<b>895.79</b>
<b>1. MANO DE OBRA</b>					<b>495.00</b>
Selección y Limpieza del terreno	Jornal	45.00	1	0	45.0
Preparación y desinfección de sustratos	Jornal	45.00	3	0	135.0
Llenado de bolsas.	Jornal	45.00	1	0	45.0
Colocación de sombra	Jornal	45.00	2	0	90.0
Siembra	Jornal	45.00	1	0	45.0
Control de maleza (manual)	Jornal	45.00	2	0	90.0
Riego	Jornal	45.00	0	0	0.0
Toma de datos (cosecha)	Jornal	45.00	1	0	45.0
<b>2. INSUMOS</b>					<b>41.00</b>
Material Vegetativo(rizomas)	Unidad	0	84	0.0	0.0
Fungicida (Captán)	Gr	0.11	100.0	0.0	11.0
Mantillo vegetal 50% y tierra 50%	Saco	6.00	5.0	0.0	30.0
<b>3. EQUIPO</b>					<b>359.79</b>
Cinta métrica	Unidad	135.00	1.0	25%	33.75
bolsas de polietileno	Unidad	0.31	84.0	0.0	26.04
Saran	Metro	55.00	21	25%	288.75
Machete	Unidad	45.00	1.0	25%	11.25
<b>II COSTO INDIRECTOS</b>					<b>50.78</b>
Agua	cuota mes	3.00	2.0	0.0	6.0
Administración	Porcentaje	5%		0.0	44.78
<b>III. COSTOS TOTALES</b>					<b>946.57</b>
<b>INGRESO</b>					<b>953.89</b>
Venta de plantas	Unidad	2	77	0.0	154
Venta de saran	Metro	38.09	21		799.89
<b>UTILIDAD O PERDIDAS</b>					<b>7.32</b>
<b>RELACION B/C</b>					<b>1.01</b>

Costo de producción del tratamiento: arena 50% y tierra 50%, en la evaluación de sustratos en la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo (*Elettaria cardamomun* L.); Uspantán, Quiché 2018.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	VALOR UNIT.	CANT	% DE DEPRECIACION	MONTO
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>					<b>890.79</b>
<b>1. MANO DE OBRA</b>					<b>495.00</b>
Selección y Limpieza del terreno	Jornal	45.00	1	0	45.0
Preparación y desinfección de sustratos	Jornal	45.00	3	0	135.0
Llenado de bolsas.	Jornal	45.00	1	0	45.0
Colocación de sombra	Jornal	45.00	2	0	90.0
Siembra	Jornal	45.00	1	0	45.0
Control de maleza (manual)	Jornal	45.00	2	0	90.0
Riego	Jornal	45.00	0	0	0.0
Toma de datos (cosecha)	Jornal	45.00	1	0	45.0
<b>2. INSUMOS</b>					<b>36.00</b>
Material Vegetativo(rizomas)	Unidad	0	84	0.0	0.0
Fungicida (Captán)	Gr	0.11	100.0	0.0	11.0
Arena 50% y tierra 50%	Saco	5.00	5.0	0.0	25.0
<b>3. EQUIPO</b>					<b>359.79</b>
Cinta métrica	Unidad	135.00	1.0	25%	33.75
bolsas de polietileno	Unidad	0.31	84.0	0.0	26.04
Saran	Metro	55.00	21	25%	288.75
Machete	Unidad	45.00	1.0	25%	11.25
<b>II COSTO INDIRECTOS</b>					<b>50.53</b>
Agua	cuota mes	3.00	2.0	0.0	6.0
Administración	Porcentaje	5%		0.0	44.53
<b>III. COSTOS TOTALES</b>					<b>941.32</b>
<b>INGRESO</b>					<b>919.89</b>
Venta de plantas	Unidad	2	60	0.0	120
Venta de saran	Metro	38.09	21		799.89
<b>UTILIDAD O PERDIDAS</b>					<b>21.43</b>
<b>RELACION B/C</b>					<b>0.97</b>

Costo de producción del tratamiento: pulpa de café 50% y tierra 50%, en la evaluación de sustratos en la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo (*Elettaria cardamomun* L.); Uspantán, Quiché 2018.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	VALOR UNIT.	CANT	% DE DEPRECIACION	MONTO
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>					<b>890.79</b>
<b>1. MANO DE OBRA</b>			11	0	<b>495.00</b>
Selección y Limpieza del terreno	Jornal	45.00	1	0	45.0
Preparación y desinfección de sustratos	Jornal	45.00	3	0	135.0
Llenado de bolsas.	Jornal	45.00	1	0	45.0
Colocación de sombra	Jornal	45.00	2	0	90.0
Siembra	Jornal	45.00	1	0	45.0
Control de maleza (manual)	Jornal	45.00	2	0	90.0
Riego	Jornal	45.00	0	0	0.0
Toma de datos (cosecha)	Jornal	45.00	1	0	45.0
<b>2. INSUMOS</b>					<b>36.00</b>
Material Vegetativo(rizomas)	Unidad	0	84	0.0	0.0
Fungicida (Captán)	Gr	0.11	100.0	0.0	11.0
Pulpa de café 50% y tierra 50%	Saco	5.00	5.0	0.0	25.0
<b>3. EQUIPO</b>					<b>359.79</b>
Cinta métrica	Unidad	135.00	1.0	25%	33.75
bolsas de polietileno	Unidad	0.31	84.0	0.0	26.04
Saran	Metro	55.00	21	25%	288.75
Machete	Unidad	45.00	1.0	25%	11.25
<b>II COSTO INDIRECTOS</b>					<b>50.53</b>
Agua	cuota mes	3.00	2.0	0.0	6.0
Administración	Porcentaje	5%		0.0	44.53
<b>III. COSTOS TOTALES</b>					<b>941.32</b>
<b>INGRESO</b>					<b>943.89</b>
Venta de plantas	Unidad	2	72	0.0	144
Venta de saran	Metro	38.09	21		799.89
<b>UTILIDAD O PERDIDAS</b>					<b>2.57</b>
<b>RELACION B/C</b>					<b>1.00</b>

*Costo de producción del tratamiento: tierra, en la evaluación de sustratos en la reproducción vegetativa del cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomun L.); Uspantán, Quiché 2018.*

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	VALOR UNIT.	CANT	% DE DEPRECIACION	MONTO
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>					<b>865.79</b>
<b>1. MANO DE OBRA</b>			11	0	<b>495.00</b>
Selección y Limpieza del terreno	Jornal	45.00	1	0	45.0
Preparación y desinfección de sustratos	Jornal	45.00	3	0	135.0
Llenado de bolsas.	Jornal	45.00	1	0	45.0
Colocación de sombra	Jornal	45.00	2	0	90.0
Siembra	Jornal	45.00	1	0	45.0
Control de maleza (manual)	Jornal	45.00	2	0	90.0
Riego	Jornal	45.00	0	0	0.0
Toma de datos (cosecha)	Jornal	45.00	1	0	45.0
<b>2. INSUMOS</b>					<b>11.00</b>
Material Vegetativo(rizomas)	Unidad	0	84	0.0	0.0
Fungicida (Captán)	Gr	0.11	100.0	0.0	11.0
Tierra Común	Saco	00	5.0	0.0	0
<b>3. EQUIPO</b>					<b>359.79</b>
Cinta métrica	Unidad	135.00	1.0	25%	33.75
Bolsas de polietileno	Unidad	0.31	84.0	0.0	26.04
Saran	Metro	55.00	21	25%	288.75
Machete	Unidad	45.00	1.0	25%	11.25
<b>II COSTO INDIRECTOS</b>					<b>49.28</b>
Agua	cuota mes	3.00	2.0	0.0	6.0
Administración	Porcentaje	5%		0.0	43.28
<b>III. COSTOS TOTALES</b>					<b>915.07</b>
<b>INGRESO</b>					<b>923.89</b>
Venta de plantas	Unidad	2	62	0.0	124
Venta de saran	Metro	38.09	21		799.89
<b>UTILIDAD O PERDIDAS</b>					<b>8.82</b>
<b>RELACION B/C</b>					<b>1</b>