

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
CARRERA DE AGRONOMÍA TROPICAL**



TRABAJO DE GRADUACIÓN:

Evaluación de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en dos sistemas de producción, sobre el rendimiento del cultivo de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.) en granja docente “Zahorí”, Cuyotenango, Suchitepéquez.

JULIO ROBERTO MONTESDEOCA FRANCO
200841429

montesdeoca-franco@hotmail.com

ING. AGR. MSc. CARLOS ARTURO ESTEBAN GARCÍA
ASESOR

MAZATENANGO, MAYO DE 2017.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

AUTORIDADES

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo	Rector
Dr. Carlos Enrique Camey Rodas	Secretario General

CONSEJO DIRECTIVO

DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano	Director
----------------------------------	----------

Representantes de Docentes

MSc. José Norberto Thomas Villatoro	Secretario
MSc. Mirna Nineth Hernández Palma	Vocal

Representante Graduado del Centro Universitario de Suroccidente

Lic. Ángel Estuardo López Mejía	Vocal
---------------------------------	-------

Representantes Estudiantiles

Licda. Elisa Raquel Martínez Gonzáles	Vocal
Br. Irrael Estuardo Arriaza Jerez	Vocal

**AUTORIDADES DE COORDINACIÓN ACADÉMICA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

Coordinador Académico

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar

Coordinador de la Carrera de Licenciatura en Administración de Empresas

MSc. Álvaro Estuardo Gutiérrez Gamboa

Coordinador de la Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Lic. Luis Carlos Muñoz López

Coordinador de la Carrera de Pedagogía

MSc. Nery Edgar Edgar Saquimux Canastuj

Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Alimentos

Ph.D. Marco Antonio Del Cid Flores

Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical

MSc. Jorge Rubén Sosof Vásquez

**Coordinadora de la Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales
Abogacía y Notariado**

MSc. Tania María Cabrera Ovalle

Coordinadora de la Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Inga. Agra. Iris Yvonnee Cárdenas Sagastume

Coordinador Área Social

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

**Carreras plan fin de semana
del Centro Universitario de Suroccidente**

Coordinadora de las carreras de Pedagogía

Licda. Tania Elvira Marroquín Vásquez

**Coordinadora de la Carrera Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación**

MSc. Paola Marisol Rabanales

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA



Centro Universitario del Sur Occidente
CUNSUROC
Mazatenango, Suchitepéquez.

Mazatenango, 23 de mayo de 2017.

Honorable Consejo Directivo:
Centro Universitario del Sur Occidente.
Universidad de San Carlos de Guatemala.
Su despacho.

Respetables Miembros del Consejo Directivo:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el Trabajo de Graduación titulado: **“Evaluación de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en dos sistemas de producción, sobre el rendimiento del cultivo de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.) en granja docente “Zahorí”, Cuyotenango, Suchitepéquez.”**; presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Sin otro particular, me suscribo.

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


T.P.A. Julio Roberto Montesdeoca Franco
Carné: 200841429

ACTO QUE DEDICO

**A
DIOS:**

Por ser el agua esencial, que nutre y llena mi vida.

**A
MIS PADRES:**

Julio Montesdeoca e Irma Yolanda Franco, por ser raíz que sostiene y da fortaleza a mis éxitos y fracasos.

**A
MATEA:**

Por ser tallo, que mantiene en pie nuestra pequeña familia.

**A
MI HIJA:**

Luna Maité, por ser fruto de esperanza, que me anima a seguir adelante.

**A
MI SOBRINO
Y HERMANA**

Christopher Roberto y Ana Luisa, por ser hojas que dan energía a la familia.

AGRADECIMIENTOS

A INGENIERO:

MSc. Carlos Arturo Esteban García por su amistad, confianza y consejos.

A LOS SEÑORES:

Miguel Santay Chay, Arturo Díaz Morán, Pedro Champet Ixcoy, Genaro Maximo Simón y José Antonio Menchú Santay, por la confianza y apoyo incondicional en granja docente Zahorí.

A CLAUSTRO DE CATEDRÁTICOS:

Por compartir sus conocimientos y darme la oportunidad de formar parte de tan unido grupo de amigos.

ÍNDICE

Contenido	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
III. JUSTIFICACIÓN	3
IV. MARCO TEÓRICO	4
1. Marco conceptual.....	4
1.1. Chufle (<i>Calathea macrosepala</i> K. Schum..).....	4
1.1.1. Nombres comunes	4
1.1.2. Distribución.....	4
1.1.3. Usos del chufle (<i>Calathea macrosepala</i> K. Schum..)	5
1.1.4. Clasificación botánica.....	6
1.1.5. Botánica del chufle (<i>Calathea macrosepala</i> K. Schum..).....	6
1.1.6. Distribución geográfica	6
1.1.7. Métodos de propagación	7
1.1.8. Manejo agronómico	7
1.1.8.1. Densidad de siembra	7
1.1.8.2. Fertilización	7
1.1.8.3. Control de malezas	7
1.1.8.4. Plagas	8
1.1.8.5. Cosecha.....	8
1.2. Importancia de la fertilización en la producción agrícola	8
1.2.1. Nitrógeno (N).....	8
1.2.2. Fósforo (P)	9
1.2.3. Potasio (K).....	10
2. Marco referencial	12

2.1. Localización del experimento.....	12
2.2. Ecología del área experimental	13
2.3. Edafología del área experimental	13
2.4. Material experimental	14
V. OBJETIVOS	15
VI. HIPÓTESIS	16
VII. MATERIALES Y MÉTODOS	17
1. Análisis estadístico.....	17
1.1. Diseño experimental	17
1.2. Unidad experimental.....	18
1.3. Tratamientos.....	19
1.4. Croquis del experimento	20
1.5. Variables de respuesta	21
1.6. Análisis de la información	22
1.6.1. Análisis estadístico	22
1.6.1.1. Análisis económico.....	22
2. Manejo del experimento.....	24
2.1. Preparación del suelo	24
2.2. Trazo y estaquillado del terreno.....	24
2.3. Siembra	24
2.4. Control de malezas.....	25
2.5. Fertilización.....	25
2.6. Cosecha.....	25
VIII. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	26
1. Efecto de la aplicación al suelo de tres diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, sobre el rendimiento del cultivo chufle (<i>Calathea macrosepala</i> K. Schum.).....	26

1.1. Número de inflorescencias por hectárea del cultivo de chufle (<i>Calathea macrosepala</i> K. Schum.).....	26
1.2. Rendimiento en kilogramos de inflorescencia por hectárea del cultivo de chufle (<i>Calathea macrosepala</i> K. Schum.).....	29
2. Evaluación de dos sistemas de producción (con exposición solar directa y sombra artificial) y su efecto sobre el rendimiento del cultivo de chufle (<i>Calathea macrosepala</i> K. Schum.).....	33
2.1. Número de inflorescencia por hectárea del cultivo de chufle (<i>Calathea macrosepala</i> K. Schum.).....	34
2.2. Rendimiento en kilogramos de inflorescencia por hectárea del cultivo de chufle (<i>C. macrosepala</i> K. Schum.).....	37
2.3. Comportamiento de la producción de inflorescencia por hectárea del cultivo de chufle (<i>Calathea macrosepala</i> K. Schum.).....	39
3. Determinar la rentabilidad con presupuestos parciales del establecimiento a nivel comercial del cultivo de chufle (<i>Calathea macrosepala</i> K. Schum.).....	42
3.1. Identificación de los rubros de costos relevantes	42
3.2. Estimación de los precios de campo de los insumos.....	42
3.3. Estimación de los costos que varían	43
3.4. Estimación de los precios de campo del producto.....	44
3.5. Estimación de los rendimientos ajustados.....	44
3.6. Estimación de los beneficios brutos de campo.....	44
3.7. Estimación de los beneficios netos de campo	45
3.8. Análisis de dominancia	45
IX. CONCLUSIONES	46
X. RECOMENDACIONES	47
XI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	48
XII. ANEXOS	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Valor nutritivo de 100 gramos comestibles de Inflorescencia de chufle.....	5
2. Resultados de análisis químico y físico de suelos.	13
3. Niveles de macronutrientes en kg/ha evaluados en el cultivo chufle	19
4. Tratamientos según los niveles de macronutrientes en kg/ha evaluados en el cultivo de chufle (<i>Calathea macrosepala</i> K. Schum.) en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.	20
5. Dosis de fertilizante evaluadas en el cultivo chufle (<i>Calathea macrosepala</i> K. Schum.) en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.	25
6. Número de inflorescencias por hectárea para los niveles de macronutrientes evaluados.	26
7. Análisis de varianza del número de inflorescencias por hectárea, bajo el sistema con exposición solar directa.	27
8. Análisis de varianza del número de inflorescencias por hectárea, bajo el sistema con sombra artificial.....	27
9. Rendimiento en kilogramos de inflorescencias por hectárea para cada nivel de macronutrientes evaluados.	29
10. Análisis de varianza del rendimiento en kilogramos de inflorescencias por hectárea, bajo el sistema con exposición solar directa.	29
11. Análisis de varianza del rendimiento en kilogramos de inflorescencias.....	30
12. Comparación de medias (Tukey) para los niveles del factor potasio (K_2O) evaluados.	30
13. Número inflorescencias por hectárea obtenidos en los sistemas de producción evaluados.	34
14. Análisis de varianza del número de inflorescencias por hectárea, para los sistemas de producción.	35

15. Comparación de medias (Tukey) para los sistemas de producción evaluados.	35
16. Rendimiento en kilogramos de inflorescencias por hectárea obtenidos en los sistemas de producción evaluados.	37
17. Análisis de varianza del rendimiento en kilogramos de inflorescencias por hectárea, para los sistemas de producción.....	38
18. Comparación de medias (Tukey) para el rendimiento en kilogramos de inflorescencia por hectárea, en los sistemas de producción evaluados.....	38
19. Precio de campo de los costos relevantes del establecimiento de sombra artificial en el cultivo de <i>C. macrosepala</i> en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez	42
20. Costos por hectárea del establecimiento de sombra artificial en el cultivo de <i>C. macrosepala</i> en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.....	43
21. Ajuste de los costos por hectárea del establecimiento de sombra artificial en el cultivo de <i>C. macrosepala</i> en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.	43
22. Ajuste de producción por hectárea del cultivo de <i>C. macrosepala</i> en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.....	44
23. Beneficios brutos de la producción del cultivo de <i>C. macrosepala</i> en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.....	44
24. Beneficios netos de la producción del cultivo de <i>C. macrosepala</i> en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.....	45
25. Análisis de dominancia los beneficios netos de la producción del cultivo de <i>C. macrosepala</i> en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.....	45
26. Promedio de Inflorescencia de chufle (<i>Calathea macrosepala</i> K. Schum..) obtenidas en los tratamientos evaluados.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Ubicación geográfica del experimento de campo.	12
2. Climadiagrama del municipio de Cuyotenango, Suchitepéquez.	13
3. Materiales de Chufle (<i>Calathea macrosepala</i> K. Schum.) establecidos en granja Zahorí, en el municipio de Cuyotenango, Suchitepéquez.	14
4. Dimensiones de parcela bruta.	18
5. Dimensiones de parcela neta.	18
6. Aleatorización de tratamientos establecidos en el experimento de campo.	21
7. Vista lateral de la estructura del umbráculo, utilizado en la evaluación.	24
8. Producción de inflorescencias por hectárea, obtenidos por cada nivel de macronutrientes evaluados en dos sistemas de producción.	28
9. Rendimientos en kilogramos de inflorescencia por hectárea, obtenidos por cada nivel de macronutrientes evaluados en dos sistemas de producción.	32
10. Correlación entre kilogramos y número de inflorescencia por hectárea, obtenidos por cada nivel de macronutrientes evaluados en dos sistemas de producción.	32
11. Lesiones oxidativas, causadas en las hojas del cultivo de chufle.	36
12. Distribución de la producción de inflorescencias, bajo el sistema de producción con exposición solar directa.	39
13. Distribución de la producción de inflorescencias, bajo el sistema de producción con sombra artificial.	40
14. Comparación de la distribución de producción de inflorescencias, de los dos sistemas de producción.	41
15. Área utilizada para el establecimiento del experimento de campo en granja Zahorí, en el municipio de Cuyotenango, Suchitepéquez.	52

16. Plantas de <i>C. macrosepala</i> establecidas en dos sistemas de producción (con exposición solar directa y sombra artificial) en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.	52
17. Plantas de <i>C. macrosepala</i> establecidas bajo el sistema de producción con sombra artificial en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.....	53
18. Mecanización del suelo para el establecimiento de <i>C. macrosepala</i> en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.....	53
19. Remoción de plántulas de <i>C. macrosepala</i> para el establecimiento del experimento de campo en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.	54
20. Siembra directa de plántulas de <i>C. macrosepala</i> del experimento de campo en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.....	54
21. Inflorescencias de <i>C. macrosepala</i> cosechadas en el experimento de campo en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.....	55
22. Inflorescencia de <i>Calathea macrosepala</i>	55
23. Inflorescencias brotando delseudotallo de <i>C. macrosepala</i> del experimento de campo en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.	56
24. Ramificación de rizomas de <i>Calathea macrosepala</i>	56

Evaluation of levels of nitrogen, phosphorus and potassium in two production systems, on the yield of chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.) in "Zahorí" teaching farm, Cuyotenango, Suchitepéquez.

SUMMARY

The chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.) is a plant of Mesoamerican origin, whose tender inflorescences are cooked and eaten in Guatemala, where the obtaining of these is limited to harvest in wild plantations under the shade of trees and production in home gardens.

This research aimed to generate information on nutritional factors and the effect of sun exposure on the production of chufle inflorescences, because there is little information on the agricultural management of this crop. Field experimentation was carried in "Zahorí" teaching farm, located in the municipality of Cuyotenango, Suchitepéquez. The evaluated factors were fertilization (N) in three levels of (0.0 to 130 kg/ha), phosphorus (P_2O_5) in three levels of (0.0 to 130 kg/ha) and potassium (K_2O) in three levels of (0.0 to 200.0 kg/ha) and obtaining the response variables: number of inflorescences per hectare and yield of inflorescences in kilograms per hectare.

The results indicated that the average inflorescences per hectare varied between 45,988 (direct sun exposure) and 69,938 (artificial shade), and the average yield in kilograms per hectare varied between 1,142.35 kg (direct sun exposure) and 1,599.81 kg (artificial shade). After the statistical analysis, the study suggests that the fertilization of the crop has no effect on the production of inflorescences per hectare; Yields in kilograms of inflorescences per hectare show increase by applying 200 kg/ha of potassium (K_2O) under the system with artificial shade; The system of production with artificial shade presents greater production in number and kilograms of inflorescences per hectare; Direct sun exposure causes lesions in the photosynthetic system of chufle plants; The establishment of cultivation under artificial shade adversely affects profitability.

Key words: Chufle, *Calathea macrosepala*, *Goepertia macrospala*, fertilization, solar radiation

Evaluación de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en dos sistemas de producción, sobre el rendimiento del cultivo de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.) en granja docente “Zahorí”, Cuyotenango, Suchitepéquez.

RESUMEN

El chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.) es una planta de origen mesoamericano, cuyas inflorescencias tiernas se cocinan y comen en Guatemala, en donde la obtención de estas se limita a colectas en plantaciones silvestres bajo la sombra de árboles y producción en huertos familiares.

Esta investigación tuvo como objetivo, generar información sobre factores nutricionales y el efecto de la exposición solar, sobre la producción de inflorescencias de chufle, debido a que existe poca información en cuanto al manejo agronómico de este cultivo.

La experimentación de campo se llevó a cabo en granja docente “Zahorí”, ubicada en el municipio de Cuyotenango, Suchitepéquez. Los factores evaluados fueron fertilización [nitrógeno (N) en tres niveles de (0.0 a 130 kg/ha), fosforo (P_2O_5) en tres niveles de (0.0 a 130 kg/ha) y potasio (K_2O) en tres niveles de (0.0 a 200.0 kg/ha)] y dos sistemas de producción (con exposición solar directa y sombra artificial al 50%), obteniendo las variables de respuesta: número de inflorescencias por hectárea y rendimiento de inflorescencias en kilogramos por hectárea.

Los resultados indicaron que el promedio de inflorescencias por hectárea varió entre 45,988 (exposición solar directa) y 69,938 (sombra artificial), y el promedio del rendimiento en kilogramos por hectárea varió entre 1,142.35 kg (exposición solar directa) y 1,599.81 kg (sombra artificial). Luego del análisis estadístico el estudio sugiere que, la fertilización del cultivo no ejerce ningún efecto sobre la producción de inflorescencias por hectárea; los rendimientos en kilogramos de inflorescencias por hectárea, muestran incremento mediante la aplicación de 200 kg/ha de potasio (K_2O) bajo el sistema con sombra artificial; el sistema de producción con sombra artificial presenta mayor producción en número y kilogramos de inflorescencias por hectárea; la exposición solar directa causa lesiones en el sistema fotosintético de las plantas de chufle; y el establecimiento del cultivo bajo sombra artificial afecta negativamente la rentabilidad.

Palabras clave: Chufle, *Calathea macrosepala*, *Goepertia macrosepala*, fertilización, radiación solar

I. INTRODUCCIÓN

El chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.) es un recurso fitogenético del que se aprovechan las inflorescencias en la región suroccidental de Guatemala, como fuente de alimento e ingresos económicos.

Esta investigación se desarrolló con el objetivo de generar información sobre factores nutricionales y sistemas de producción, obteniendo como resultados, el efecto ejercido sobre el número de inflorescencias y el rendimiento en kilogramos de inflorescencias por hectárea, mediante la aplicación al suelo de tres diferentes niveles de nitrógeno, fósforo, potasio, y la evaluación de dos sistemas de producción (con exposición solar directa y sombra artificial), así como el análisis económico de los mismos.

En la actualidad el chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.) es producido a baja escala en huertos caseros y recolectado en plantaciones silvestres. El desarrollo de un paquete tecnológico pretende contribuir a la diversificación y producción comercial. La información generada con la presente investigación, contribuirá con el desarrollo de un paquete tecnológico para el cultivo, ya que únicamente se han realizado estudios sobre caracterización de cultivares y densidades de siembra en la región suroccidental de Guatemala.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP, 2008) planteo que “Guatemala tiene alta diversidad de especies, ecosistemas y endemismo; es parte sustancial del centro mesoamericano de origen de plantas cultivadas, además de estar incluida en la región mesoamericana considerada megadiversa” (p.186).

En la región suroccidental de Guatemala, la agricultura ha sido orientada principalmente a la producción de monocultivos, repercutiendo en el abandono de muchas de las especies que ancestralmente se venían cultivando, especialmente de aquellas consideradas nativas (CONAP, 2008).

El chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.), es una planta de origen mesoamericano, cuyas inflorescencias tiernas se cocinan y comen en Guatemala. Estas se observan con frecuencia en mercados de los departamentos de Izabal, Zacapa, Santa Rosa, Escuintla, Sacatepéquez, Suchitepéquez y Huehuetenango (Standley y Steyermark, 1958; Azurdia, 2016).

El problema con los recursos fitogenéticos, es que no cuenta con paquetes tecnológicos de transferencia, haciendo necesaria la generación de información esencial, para su adecuado manejo. Para el cultivo de *C. macrosepala*, únicamente se han definido cultivares y distanciamientos de siembra, siendo parte fundamental del paquete tecnológico, la obtención de información sobre aspectos de nutrición vegetal y exigencia de sombra del cultivo.

III. JUSTIFICACIÓN

El chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.) es un recurso fitogenético cuyas inflorescencias son utilizadas como alimento en la región sur occidental de Guatemala, en donde la obtención se limita a colectas en pequeñas plantaciones silvestres bajo la sombra de árboles y producción en huertos familiares.

La razón de esta investigación, es obtener información sobre factores nutricionales y el establecimiento del cultivo con exposición solar directa. Esto debido a que actualmente, no se han determinado requerimientos de fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio, y en investigaciones anteriores se ha utilizado programas de fertilización alternos, además del efecto de la radiación solar directa, en este cultivo en particular

Al generar información a través de la investigación sobre fertilización y la exposición solar directa del cultivo de chufle (*C. macrosepala*) se contribuirá con el paquete tecnológico para el adecuado manejo de este recurso fitogenético, su conservación y la optimización de la producción del mismo.

IV. MARCO TEÓRICO

1. Marco conceptual

1.1. Chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.)

De acuerdo con Martin y Cabanillas (1976), la distribución precolombina del chufle es desconocida, sin embargo, reportes de literatura sugieren que es nativo de la española, Puerto Rico, algunas Antillas Menores y el norte de América del Sur. Se considera que fue domesticada en el nuevo mundo previo a la llegada de los españoles.

Según: Standley y Steyermark, (1952), el chufle es clasificado en la Flora de Guatemala como *Calathea allouia* Aubl., sin embargo, la clasificación correcta es *Calathea macrosepala* var. *Macrosepala*; *Calathea macrosepala* var. *reflexa* H.A. Kenn, y *Goepertia macrosepala* (K. Schum.) Borchs. y S. Suárez (U.S. National Plant Germplasm System, 2012/2017).

1.1.1. Nombres comunes

Mox, Max (Quecchi); Chufle, Platanillo (Standley y Steyermark, 1952).

1.1.2. Distribución

Se localizan en bosques mixtos, húmedos; en localidades de hasta 1,400 msnm, siendo más frecuente en elevaciones bajas. Es común en los departamentos de Izabal, Zacapa, Santa Rosa, Escuintla, Sacatepéquez, Suchitepéquez, Huehuetenango. Dada su importancia en alimentación humana, en la actualidad se le puede encontrar en huertos familiares para autoconsumo y los excedentes se comercializan en los mercados regionales. Algunas veces se reportan pequeñas plantaciones debido a que además de ser consumida en alimentación humana, las hojas tienen alto valor para envolver tamales y otros alimentos. (Azurdía, 2016, p.67)

1.1.3. Usos del chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.)

Las inflorescencias tiernas, se utiliza en alimentación humana (Gisbert et al., 1999). Estas se hierven o bien en forma de sopa. Se reporta que en las Indias occidentales, las raíces engrosadas se utilizan en alimentación humana (Standley y Steyermark, 1952).

Los brotes tiernos de las inflorescencias se cocinan y se comen como verdura, normalmente en sopas y otras recetas. Se les ve con frecuencia en los mercados de tierras bajas. En Alta Verapaz, cerca de Cobán y otros lugares, las hojas se usan mucho para envolver tamales y otros alimentos. Los nervios de las hojas dejan su huella en los tamalitos y este patrón se admira mucho. Las hojas permanecen suaves y flexibles, a diferencia de los de otras especies y no tienen sabor desagradable. En algunas localidades de la bocacosta del Pacífico es frecuente el cultivo de esta y otras *Calatheas* para aprovechar sus hojas (Standley y Steyermark, 1952).

Cuadro 1. Valor nutritivo de 100 gramos comestibles de Inflorescencia de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.).

Componente	Cantidad
Agua (%)	92.30
Energía (Kcal)	22.00
Proteína (g)	1.80
Grasa (g)	0.20
Carbohidratos (g)	4.40
Ceniza (g)	1.30
Calcio (mg)	20.00
Fósforo (mg)	49.00
Hierro (mg)	1.00
Tiamina (mg)	0.04
Riboflavina (mg)	0.10
Niacina (mg)	0.70
Vitamina C (mg)	7.00

Fuente: Adaptado de “Tabla de composición de alimentos de Centroamérica” por M. T. Menchú y H. Méndez, (2007).

1.1.4. Clasificación botánica

Según el Missouri Botanical Garden (2009), la clasificación taxonómica del cultivo se presenta a continuación:

Reino:	Vegetal
Subreino:	Embryobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Equisetopsida C. Agardh
Subclase:	Magnoliidae Novák ex Tajt.
Superorden:	lilianae Tajt.
Orden:	Zingiberales Griseb.
Familia:	Marantáceas R. Br.
Género:	Calathea G. Mey.

1.1.5. Botánica del chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.)

Plantas grandes y gruesas, de 1-1.5 metros de altura, las raíces terminan en tubérculos pequeños, hojas radicales largo pecioladas, los pecíolos delgados, láminas de las hojas oblongas u ovadas-oblongas, de hasta 60 cm. cm de largo y 20 cm. de ancho, redondeadas en la base, delgado, ligeramente más pálido por debajo; escapo teniendo una sola hoja similar a las basales pecioladas y largo-espiga floral, elipsoide, de 5-10 cm. largo, largopedunculada, los pedúnculos cortopilosos; brácteas verdes, membranaceas, numerosas, dispuestas en espiral, de 2 cm. de largo, redondeadas en el ápice; ovario veloso en el ápice; sépalos lanceolados, obtusos, 8 mm de largo, corola de color amarillo pálido o blanquecino, el tubo de 2,5 cm. de largo, hirsuto, obovadas; semillas, color amarillo surcado, grisáceo (Standley y Steyermark, 1952)

1.1.6. Distribución geográfica

Esta planta se reproduce desde el sur de México, hasta el norte de Panamá. En Guatemala es frecuente en las tierras bajas de los departamentos de Izabal, Zacapa, Santa Rosa, Escuintla, Sacatepéquez, Suchitepéquez, Huehuetenango (Standley y Steyermark, 1952; U.S. National Plant Germplasm System, 2012/2017).

1.1.7. Métodos de propagación

Las *Calatheas* pueden propagarse fácilmente por rizomas. Las raíces tuberosas se mantienen en lugar seco y fresco después de cosechadas, hasta el momento de la siembra. También se propaga por plántulas formadas en la base del tallo. La propagación vegetativa por división, a través de rizomas es preferida para obtener resultados uniformes.

1.1.8. Manejo agronómico

1.1.8.1. Densidad de siembra

Otzoy (2012), determinó que las mejores densidades de siembra para la producción de inflorescencias de *Calathea macrosepala* K. Schum. por hectárea son, de 26,666 plantas/ha y de 20,000 plantas/ha.

1.1.8.2. Fertilización

Actualmente no se cuenta con programa de fertilización específico para el cultivo de *C. macrosepala*. Por lo que se ha utilizado el programa de fertilización para plantas que pertenecen al orden de las Zingiberales.

La Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA, 1995) determinó que se debe aplicar a los 15 días después de la siembra de rizomas, 10 gramos por planta de triple 15 (15-15-15) incorporados al suelo. 60 días después de la primera aplicación, 15 gramos por planta de urea. 90 días después de la segunda aplicación, 25 gramos por planta de 15-15-15. Finalmente, 60 días después de la anterior, 25 gramos por planta de 15-15-15.

1.1.8.3. Control de malezas

De acuerdo a la FHIA (1995), las malezas compiten con las plantas por nutrientes, espacio, luz y son hospederas de insectos y enfermedades. Especialmente al iniciar cualquier cultivo, será necesario mantener el área de siembra sin malezas para permitir un desarrollo adecuado, luego el tamaño y la sombra de las plantas disminuirán el agresivo crecimiento de las malezas.

1.1.8.4. Plagas

La especie *Calathea allouia* es tolerante al nematodo del nudo *Meloidogyne incognita*, puesto que tiene secreciones radiculares que perjudican la eclosión, penetración y reproducción. Esporádicamente se observa ataque de larvas de coleópteros y lepidópteros en los tubérculos y de ácaros en las hojas. (Noda, H., et al., 1992)

1.1.8.5. Cosecha

De acuerdo con Otzoy (2012), las inflorescencias son cosechadas en forma manual, normalmente la floración en la región suroccidental de Guatemala se lleva a cabo entre agosto y septiembre.

1.2. Importancia de la fertilización en la producción agrícola

Barreda (1966), menciona que se debe fomentar el manejo del suelo mediante la incorporación de materia orgánica con adición de nutrientes para las plantas y que el uso de fertilizantes inorgánicos sin haber realizado un análisis de suelo y sin tomar en cuenta los requerimientos del cultivo puede causar desbalance de nutrientes de las primeras técnicas empleadas por el hombre fue la utilización de abonos orgánicos, ya que desde tiempos muy remotos han incorporado los desperdicios agrícolas para mejorar la calidad del suelo.

1.2.1. Nitrógeno (N)

Después del agua, el nitrógeno es el nutriente más importante en el desarrollo de la planta dada su abundancia en las principales biomoléculas de la materia viva; si a esto añadimos que los suelos suelen ser más deficientes en nitrógeno que en cualquier otro elemento, no resulta extraño que sea, junto con el P y el K, el elemento clave en la nutrición mineral. Las formas iónicas preferentes de absorción de nitrógeno por la raíz son el nitrato (NO_3^-) y el amonio (NH_4^+). (Bonilla, 2000, p.86)

De acuerdo con Bonilla (2000), en la planta, el N se distribuye en tres grupos: más del 50% se halla en compuestos de elevado peso molecular (proteínas y ácidos nucleicos): el resto, en forma de N orgánico soluble (aminoácidos, amidas, aminas...) y N inorgánico (principalmente iones nitrato y amonio). Su contenido en el total del peso seco de la planta oscila entre el 1.5 y el 5%. (...) Los síntomas de deficiencia de N son los característicos de un elemento muy móvil: clorosis en las hojas adultas que, con frecuencia, caen de la planta antes de ser necróticas. (...) Un exceso de nitrógeno se manifiesta por un exceso de follaje con un rendimiento pobre en frutos, como sucede en cultivos tan diferentes como los de cítricos y patatas. En general, existe un desarrollo radicular mínimo frente a un desarrollo foliar grande, con la consiguiente elevación en la proporción parte aérea-raíz, justo lo inverso de lo que sucede en condiciones de deficiencia. También, en algunos cultivos, el exceso de nitrógeno determina un retardo en la floración y formación de semillas. (p.87)

1.2.2. Fósforo (P)

En contraste con el nitrógeno, el fósforo no se encuentra en forma reducida en las plantas, sino que permanece como fosfato ya sea en forma libre o como un compuesto orgánico, principalmente como éster fosfórico con grupos hidroxilos, o formando enlaces anhídridos ricos en energía, como es el caso del ATP o del ADP. Desempeña, por tanto, un papel clave en la fotosíntesis, la respiración y en todo el metabolismo energético.

Así mismo, Bonilla, (2000) expone que el fósforo tiene un papel estructural importante en muchas moléculas y estructuras celulares, como en el caso de los enlaces diéster presentes en los ácidos nucleicos y en los fosfolípidos, los cuales son fundamentales en las estructuras membranosas. Con todo, una parte importante del fosfato en la planta se encuentra en forma iónica libre: el 75% en las vacuolas y el 25% restante, en la matriz y los organillos citoplasmáticos, en equilibrio con los ciclos metabólicos.

El fosfato se redistribuye fácilmente en la mayoría de las plantas de un órgano a otro, acumulándose en las hojas jóvenes y en las flores y semillas en desarrollo: en consecuencia, los síntomas de deficiencia se presentan primero en las hojas adultas. Las plantas deficientes presentan enanismo y, en contraste con las deficientes en N, un color verde intenso, tomando un color pardusco a medida que mueren. La madurez se ve retardada en comparación con la de las plantas control, aunque en muchas especies, es la relación del P con el N la que regula la maduración: el exceso de nitrógeno la retarda y la abundancia de fósforo la acelera.

Al contrario que en el caso del nitrógeno, el fósforo en exceso influye en un gran desarrollo de las raíces en relación con la parte aérea, lo que determina una baja proporción parte aérea-raíz. Un factor muy importante que facilita la absorción de fósforo en condiciones naturales es la presencia de micorrizas, que son asociaciones simbióticas entre hongos del suelo y las raíces de las plantas. (Bonilla, 2000, p.87)

1.2.3. Potasio (K)

De acuerdo, con Bonilla, (2000) el potasio (K) junto con el Fosforo (P) y el nitrógeno (N), constituye el contenido principal de los fertilizantes de máxima comercialización debido a la importancia de estos tres elementos. Su comportamiento, a pesar de su naturaleza catiónica, es muy similar al que presentan el fósforo y el nitrógeno, redistribuyéndose con suma facilidad de los órganos maduros a los juveniles dada su solubilidad y baja afinidad por los ligandos orgánicos, de los que fácilmente se intercambia. Es el catión más abundante en la vacuola y el citoplasma, (...). Desempeña, por tanto, un papel clave en la osmorregulación que tiene lugar en los procesos de apertura y cierre estomáticos, así como en las nastias y tactismos.

Por otra parte, el K es activador de más de 50 sistemas enzimáticos, entre los que destacan oxidorreductasas, deshidrogenasas, transferasas, sin letasas y

quinasas, aunque puede ser sustituido en algunos casos, pues sólo es necesario para el cambio conformacional de la apoenzima, dadas las altas concentraciones necesarias, a veces resulta difícil considerar un sustituto in vivo.

La deficiencia de K en los cultivos se traduce en una mayor susceptibilidad al ataque de patógenos en la raíz y a una debilidad de los tallos que hace a las plantas especialmente sensibles a la acción del viento, las lluvias, etc. principalmente en el caso de monocotiledóneas. En dicotiledóneas, los primeros síntomas de clorosis aparecen también en hojas adultas que posteriormente se hacen necróticas; se retrasa el crecimiento y se producen pérdida de turgencia y marchitamiento, mayormente acusados cuando existe déficit hídrico. En condiciones de exceso de K se incrementa su consumo, salvo en semillas, y ese consumo de lujo puede interferir en la absorción y disponibilidad fisiológica de Ca y Mg. (Bonilla, 2000, p.88)

2. Marco referencial

2.1. Localización del experimento

La investigación se realizó en granja docente “Zahorí”, Cuyotenango, Suchitepéquez, que se localiza en las coordenadas geográficas $14^{\circ} 31' 58.38''$ de latitud norte y $91^{\circ} 34' 57.7''$ de longitud oeste, a 315 metros sobre el nivel del mar. Dicha granja es administrada por la carrera de Agronomía Tropical, del Centro Universitario del Suroccidente (CUNSUROC), de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

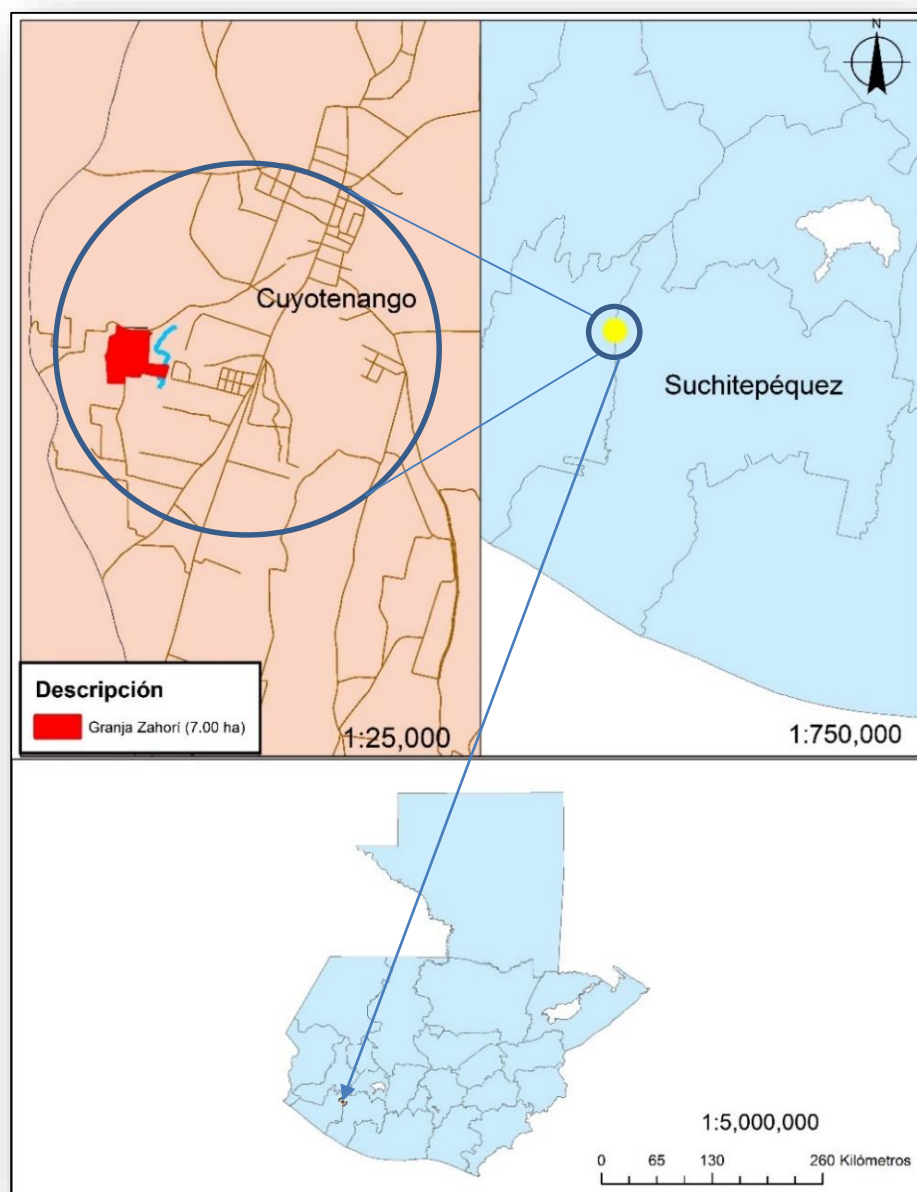


Figura 1. Ubicación geográfica del experimento de campo, en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.

Fuente: El autor, (2016).

2.2. Ecología del área experimental

Según registros meteorológicos en 2014, en granja docente “Zahori”, el promedio anual de temperatura fue de 26.03 °C y 86% de humedad relativa, con precipitación total de 2906 milímetros distribuidos principalmente entre mayo y octubre.

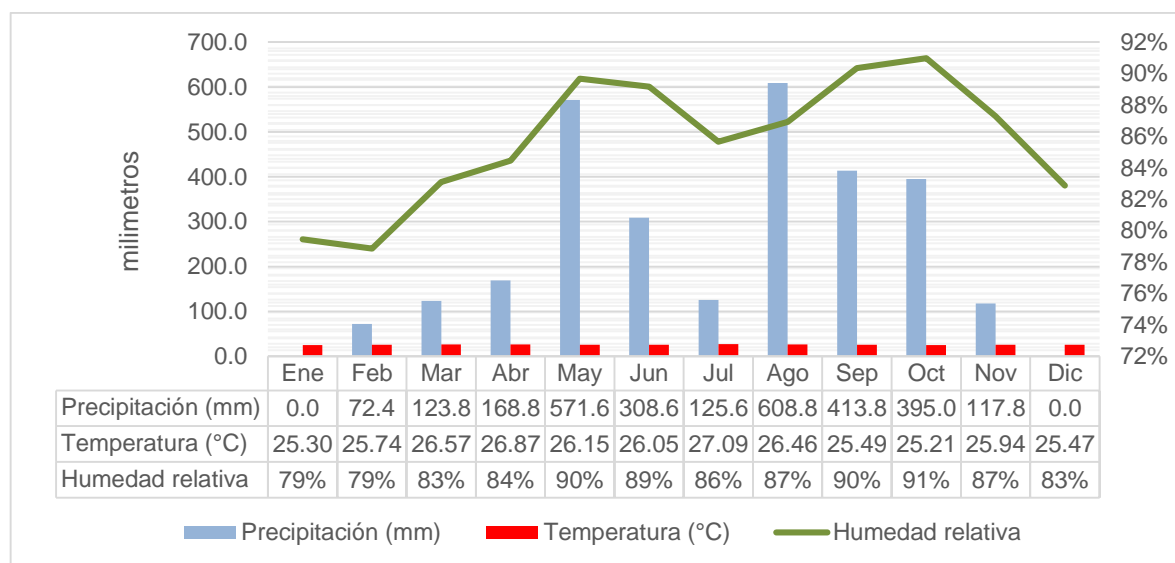


Figura 2. Climadiagrama del municipio de Cuyotenango, Suchitepéquez.
Fuente: Red meteorológica ICC.

2.3. Edafología del área experimental

Según Simmons, Tárano y Pinto (1959), los suelos pertenecen a la serie Mazatenango los cuales se desarrollan sobre cenizas volcánicas de color claro con una textura franco–arcillo–arenoso, con profundidades que van de 0 a 0.35 m.

A continuación, se presenta el resumen de los resultados obtenidos del muestreo de suelo realizado en el área experimental. (*Ver resultados completos en anexos*)

Cuadro 2. Resultados de análisis químico y físico de suelos.

pH	Materia orgánica	K (Potasio)	CIC	P (Fosforo)	Textura	Densidad aparente
	%	Meq/100g	Intercambiable	ppm		g/cc
6.11	0.98	3.48	28.61	1.59	Franco	1.18

Fuente: Laboratorio agronómico CENGICANA (2014)

2.4. Material experimental

El material experimental utilizado en la investigación, fue obtenido de cultivares de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.), establecidos en granja Zahorí mediante el proyecto de investigación FODECYT, 01-2009 y colectados por Alvarado y España en 2008 durante el proyecto “Estudio de la variabilidad y preservación de chufle (*Calathea allouia* Aubl.) en la región suroccidental de Guatemala”.



Figura 3. Materiales de Chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.) establecidos en granja Zahorí, en el municipio de Cuyotenango, Suchitepéquez.

Fuente: El autor, (2014).

El material utilizado para el establecimiento del experimento, se encontraba bajo umbráculo con 50% de sombra, y que fueron establecidos en el 2009 con fines de experimentación.

V. OBJETIVOS

1. General

- Generar información sobre fertilización y el efecto de la exposición solar del cultivo de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.), en granja docente Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.

2. Específicos

- *Evaluar el efecto de la aplicación al suelo de tres niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, sobre el rendimiento del cultivo chufle (Calathea macrosepala K. Schum.).*
- *Evaluar los sistemas de producción (con exposición solar directa y sombra artificial) y su efecto sobre el rendimiento del cultivo de chufle (Calathea macrosepala K. Schum.).*
- *Determinar la rentabilidad de los tratamientos que muestren diferencias estadísticamente significativas en el número de inflorescencias por hectárea del cultivo de chufle (Calathea macrosepala K. Schum.).*

VI. HIPÓTESIS

- Ha₁: Al menos uno de los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio aplicado al suelo mostrará diferencias estadísticamente significativas en el número de inflorescencias por hectárea o en el rendimiento en kilogramos de inflorescencias del cultivo de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.).
- Ha₂: La interacción entre niveles de nitrógeno, fósforo y potasio aplicado al suelo mostrará diferencias estadísticamente significativas en el número de inflorescencias por hectárea o en el rendimiento en kilogramos de inflorescencia por hectárea del cultivo de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.).
- Ha₃: Al menos un sistema de producción (con exposición solar directa y sombra artificial), mostrará diferencias estadísticamente significativas en el número de inflorescencias por hectárea o en el rendimiento en kilogramos de inflorescencia por hectárea del cultivo de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.).
- Ha₄: La interacción entre niveles de nitrógeno, fósforo y potasio aplicado al suelo y sistemas de producción evaluados, mostrará diferencias estadísticamente significativas en el número de inflorescencias por hectárea o en el rendimiento en kilogramos de inflorescencia por hectárea del cultivo de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.).

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Análisis estadístico

1.1. Diseño experimental

El ensayo de campo se estableció bajo un diseño experimental bloques al azar con arreglo trifactorial combinatorio con 27 tratamientos, compuestos por tres niveles de nitrógeno, fosforo y potasio, aplicados al suelo, y debido a limitaciones de área se establecieron dos repeticiones, para un total de 54 unidades experimentales. Así mismo se estableció la misma distribución en dos localidades, con el fin de evaluar los sistemas de producción (con exposición solar directa y sombra artificial), y su efecto sobre la producción de inflorescencias del cultivo de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.).

El modelo estadístico del diseño experimental bloques al azar con arreglo trifactorial es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + R_l + E_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = es la observación 1, en el nivel i del factor A , nivel j del factor B , nivel k del factor C .

μ = es la media general.

A_i = es el efecto del nivel i del factor A (Nitrógeno).

B_j = es el efecto del nivel j del factor B (Fosforo).

C_k = es el efecto de nivel k del factor C (Potasio).

$(AB)_{ij}$ = es el efecto de la interacción del nivel i del factor A (N) y el nivel j del factor B (F).

$(AC)_{ik}$ = es el efecto de la interacción del nivel i del factor A (N) y el nivel k del factor C (P).

$(BC)_{ji}$ = es el efecto de la interacción del nivel j del factor B (F) y el nivel k del factor C (P).

$(ABC)_{hijo}$ = es el efecto de la interacción del nivel i del factor A (N), el nivel j del factor B (F) y el nivel k del factor C (P).

R_l = efecto debido a la repetición.

E_{ijkl} = es el error experimental.

El modelo estadístico del diseño experimental en localidades es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + L_k + (TL)_{ik} + B_{j(k)} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijkln} = es la observación del tratamiento i , en el bloque j , en la localidad k .

μ = es la media general.

T_i = es el efecto del i -ésimo tratamiento de fertilización.

L_k = es el efecto de la k -ésima localidad (Sistema de producción).

$(TL)_{ik}$ = es el efecto de la interacción del tratamiento i y la localidad k .

$B_j(k)$ = es el efecto del j -ésimo bloque en la k -ésima localidad.

E_{ijk} = es el error experimental.

1.2. Unidad experimental

Las unidades experimentales constaron de seis metros cuadrados (3.0 m x 2.0 m) con un total de 12 plantas en cada una, establecidas con un distanciamiento de 1.0 m por 0.50 m, conformando una densidad de 20,000 plantas por hectárea.

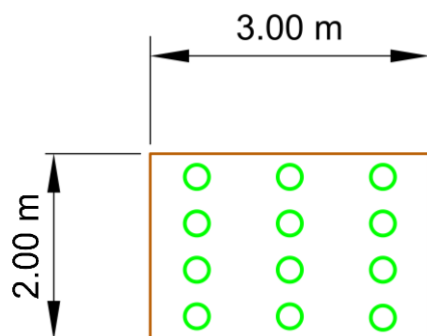


Figura 4. Dimensiones de parcela bruta.
Fuente: El autor, (2014).

Para eliminar el efecto de borde, que podría producirse por la movilidad de los fertilizantes aplicados al suelo, la toma de datos se efectuó solamente en las parcelas netas, que contaron con tres metros cuadrados y con dimensiones descritas en la siguiente figura.

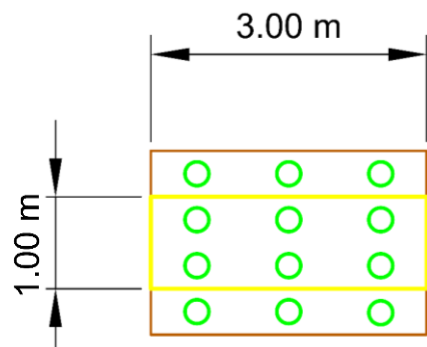


Figura 5. Dimensiones de parcela neta.
Fuente: El autor, (2014).

1.3. Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron conformados por tres niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, aplicados al suelo. Dichos niveles fueron determinados con base en el artículo científico publicado por Bridgemohan (2011) denominado *Production and partitioning of dry matter in Leren [Calathea allouia (Aubl.) Lindl]*, en donde se realizaron varios estudios de campo e invernadero durante un período de dos años en la Estación de Campo de la Universidad de Trinidad y Tobago, analizando los tratamientos de la luz a pleno sol y sombra (50%), la densidad (20,800 y 27,700 plantas por hectárea), y fertilizantes a razón de 0.0 a 0.6 toneladas/hectárea de 13:13:20 (N-P-K).

Los niveles intermedios evaluados en esta investigación, se determinaron según la recomendación generadas por Bridgemohan (2011), siendo de 0.5 toneladas por hectárea de fertilizante 13:13:20 (500 kg/ha) y que se presentan a continuación.

Cuadro 3. Niveles de macronutrientes en kg/ha evaluados en el cultivo chufle (*Calathea macrosepala*) granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.

Nutriente	Nivel		
	Bajo	Medio	Alto
Nitrógeno (N)	0	65	130
Fosforo (P ₂ O ₅)	0	65	130
Potasio (K ₂ O)	0	100	200

Fuente: El autor, (2014).

Los tratamientos evaluados, estuvieron determinados por la combinación de los factores nitrógeno, fósforo y potasio por los tres niveles de los mismos, dando como resultado un total de 27 tratamientos. Estos se presentan a continuación.

Cuadro 4. Tratamientos según los niveles de macronutrientes en kg/ha evaluados en el cultivo de chufle (*Calathea macrosepala*) en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.

Tratamiento	Kilogramos por hectárea		
	Nitrógeno (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)
1	0	0	0
2	0	0	100
3	0	0	200
4	0	65	0
5	0	65	100
6	0	65	200
7	0	130	0
8	0	130	100
9	0	130	200
10	65	0	0
11	65	0	100
12	65	0	200
13	65	65	0
14	65	65	100
15	65	65	200
16	65	130	0
17	65	130	100
18	65	130	200
19	130	0	0
20	130	0	100
21	130	0	200
22	130	65	0
23	130	65	100
24	130	65	200
25	130	130	0
26	130	130	100
27	130	130	200

Fuente: El autor, (2014).

El establecimiento del experimento se realizó en dos repeticiones en bloques de tratamientos.

1.4. Croquis del experimento

A continuación, se presenta la distribución espacial de los tratamientos en ambas repeticiones. Esta distribución se estableció en dos áreas, uno con exposición solar directa y el otro bajo sombra artificial, para efectos de la comparación de dos sistemas de producción.

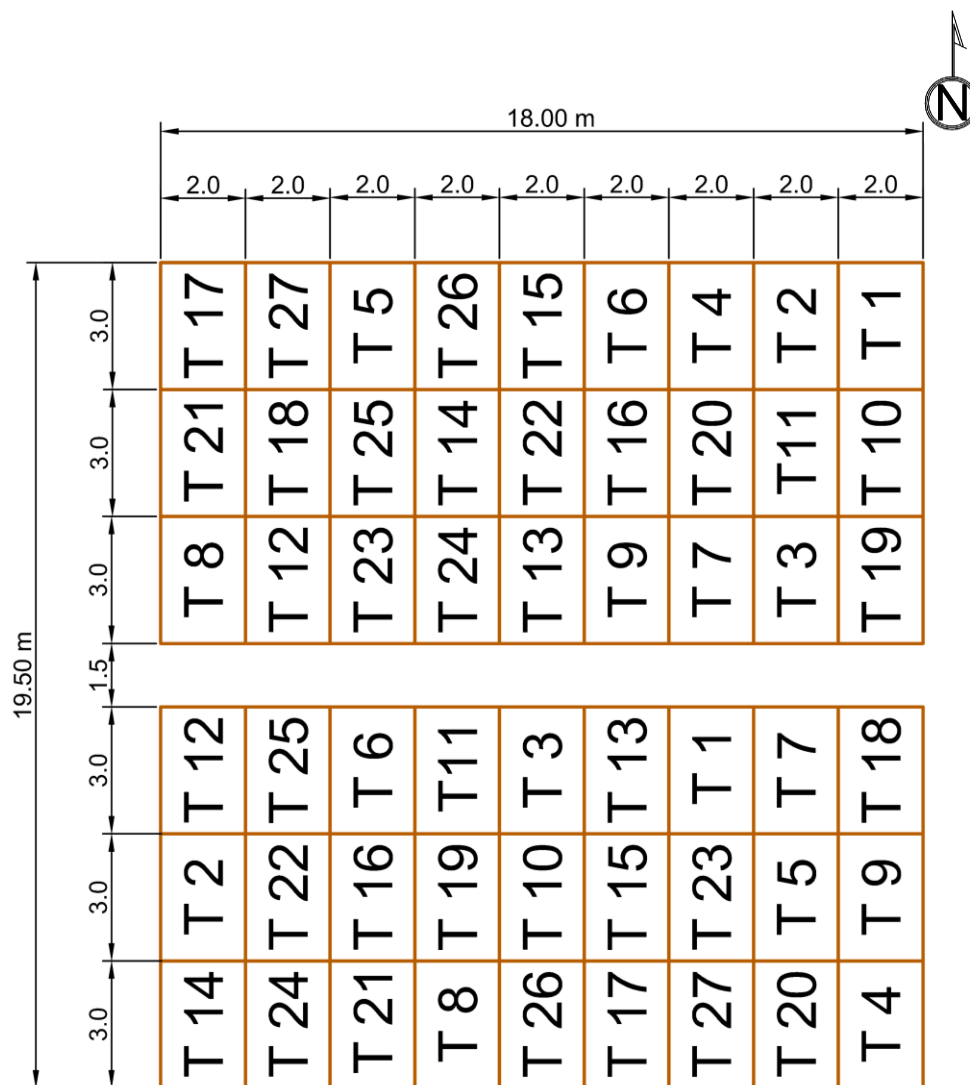


Figura 6. Aleatorización de tratamientos establecidos en el experimento de campo.

Fuente: El autor, (2014)

El área utilizada por cada sistema de producción evaluado fue de 351 m² y para evitar la influencia de la sombra artificial sobre el sistema de producción con exposición solar directa, se distanciaron cuatro metros entre ambos sistemas. (Ver figuras 15 y 16 en anexos)

1.5. Variables de respuesta

Las variables de respuesta, analizadas en esta investigación fueron:

- Número de inflorescencias por hectárea.
- Rendimiento de inflorescencias en kilogramos por hectárea.

1.6. Análisis de la información

1.6.1. Análisis estadístico

El análisis de las variables se llevó a cabo mediante el análisis de varianza (ANDEVA), para un experimento trifactorial con diseño en bloques al azar con arreglo combinatorio, con el fin de evaluar los niveles de macronutrientes.

Así mismo con el fin de evaluar los dos sistemas de producción se analizaron los datos obtenidos bajo un diseño en dos localidades.

Para realizar el análisis de varianza de la variable de número de inflorescencias por hectárea, los valores originales fueron transformados mediante la fórmula $\sqrt{x + 0.5} = Y$, donde x correspondió al valor de la variable observada en el campo.

Para los análisis de varianza, en los que existieron diferencias significativas, se realizó una comparación de medias, utilizando una comparación de medias (Tukey) al cinco por ciento de significancia, con el fin de determinar cuál de los tratamientos es el mejor y el que al final se pueda recomendar utilizar o implementar.

1.6.1.1. Análisis económico

El análisis económico para los sistemas de producción se llevó a cabo mediante presupuestos parciales, siguiendo los pasos siguientes:

- 1. Identificación de los rubros de costos relevantes:** Se identificaron las fuentes de costos que varían de los sistemas de producción.
- 2. Estimación de los precios de campo de los insumos:** Se determinaron los precios de campo de los insumos necesarios para el establecimiento del sistema de producción con sombra artificial.

- 3. Estimación de los costos que varían:** Se obtuvieron multiplicando los precios de campo de los insumos relevantes por la cantidad utilizada en cada sistema de producción.
- 4. Estimación de los precios de campo del producto:** El precio del producto a nivel de campo se estimó, restando al precio de mercado, todos los costos unitarios de cosecha y comercialización.
- 5. Estimación de los rendimientos ajustados:** Debido a que los rendimientos experimentales tienden a ser mayores que los obtenidos por los agricultores, se redujeron los rendimientos obtenidos en el experimento en un 15%, para poder acercarse a los obtenibles por los agricultores.
- 6. Estimación de los beneficios brutos de campo:** Se estimó el beneficio bruto de campo, multiplicando el precio de campo del producto por el rendimiento ajustado.
- 7. Estimación de los beneficios netos de campo:** Estos se obtuvieron al restar a los beneficios brutos de campo, los costos que varían, en cada sistema de producción.
- 8. Análisis de dominancia:** Se organizaron los tratamientos de acuerdo con un orden ascendente de los costos que varían, y se comparó si al aumentar los costos, ocurre un incremento en los beneficios netos, si esto ocurre, el tratamiento es (No dominado), si ocurre lo contrario es (Dominado) y no debe tomarse en cuenta en los análisis posteriores.
- 9. Cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM):** Debido a la falta de tratamientos no dominados, no se realizó el cálculo de la tasa de retorno marginal.

2. Manejo del experimento

El chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.) se establece bajo la sombra de árboles, con poca radiación solar, y para semejar las condiciones del cultivo, el área con sombra artificial, se estableció bajo malla de sombra (sarán) con 50% de sombra, sobre una estructura de bambú (*Bambusa sativa*) sujetado con alambre galvanizado, tal como se observa en el esquema siguiente. (Ver figura 17 en anexos)

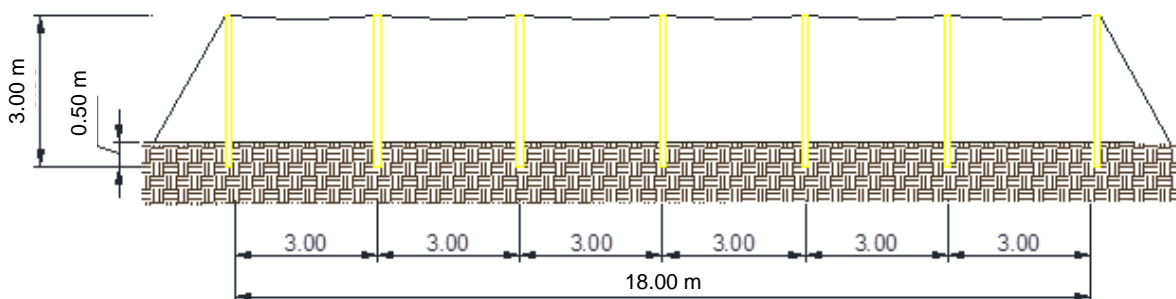


Figura 7. Vista lateral de la estructura del umbráculo, utilizado en la evaluación
Fuente: El autor, (2014).

2.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo, se realizó mediante limpia mecanizada y posteriormente se mecanizó el suelo, mediante un paso de arado y dos de rastra. (Ver figura 18 en anexos)

2.2. Trazo y estaquillado del terreno

Se delimitó el área de siembra mediante la colocación de estacas, tomando en cuenta las dimensiones totales del experimento y de cada unidad experimental.

2.3. Siembra

El establecimiento del cultivo se realizó por siembra directa (no se utilizó fase de semillero o almácigo), removiendo los rizomas del suelo luego de haber iniciado el proceso de brotación, para ser sembrados en las unidades correspondientes. (Ver figuras 19 y 20 en anexos)

2.4. Control de malezas

El control de malezas se realizó de forma manual, cada 15 días, durante los primeros 45 días después de la siembra, y posteriormente se realizaron las limpiezas con un intervalo de 21 días.

2.5. Fertilización

La dosis de fertilizante aplicada al suelo, en cada uno de los niveles analizados, se determinó según el porcentaje que aporta cada una de las fuentes de fertilización utilizadas en la investigación, y que se consolidan en el cuadro siguiente.

Cuadro 5. Dosis de fertilizante evaluadas en el cultivo chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.) en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.

Nutriente	Nivel			Fuente de fertilización
	Bajo	Medio	Alto	
Nitrógeno (N)	0 kg/ha (0 g/planta)	141.3 kg/ha (7 g/planta)	282.6 kg/ha (14 g/planta)	Urea 46%
Fosforo (P₂O₅)	0 kg/ha (0 g/planta)	130 kg/ha (6.5 g/planta)	260 kg/ha (13 g/planta)	Triple superfosfato 50%
Potasio (K₂O)	0 kg/ha (0 g/planta)	166.7 kg/ha (8 g/planta)	333.4 kg/ha (16 g/planta)	Sulfato de potasio 60%

Fuente: El autor, (2014).

2.6. Cosecha

La cosecha de inflorescencias se realizó de julio a septiembre, en forma manual, cortando losseudotallos con navajas a nivel del suelo, para posteriormente coleccionar únicamente las inflorescencias que es la parte de la planta que se consume. (Ver figura 21, en anexos)

VIII. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. Efecto de la aplicación al suelo de tres diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, sobre el rendimiento del cultivo chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.).

Al evaluar la aplicación al suelo de tres niveles de nitrógeno, fosforo y potasio, en dos sistemas de producción (con exposición solar directa y sombra artificial); se obtuvieron distintos rendimientos en número de inflorescencias y kilogramos de inflorescencia por hectárea. (Ver cuadro de rendimientos en anexos)

1.1. Número de inflorescencias por hectárea del cultivo de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.).

Los tres niveles de macronutrientes evaluados mediante la aplicación al suelo, obtuvieron las siguientes producciones de inflorescencias por hectárea.

Cuadro 6. Número de inflorescencias por hectárea para los niveles de macronutrientes evaluados.

Nutriente aplicado	Nivel en kg/ha	Exposición solar directa	Sombra artificial
N	0	46,296	67,963
	65	47,037	70,185
	130	44,630	71,667
P	0	46,667	68,333
	65	47,222	71,111
	130	44,074	70,370
K	0	44,074	68,148
	100	46,667	69,815
	200	47,222	71,852

Fuente: El autor, (2014).

En el cuadro seis, se observó un mayor número de inflorescencias por hectárea, en los niveles de nitrógeno, fosforo y potasio, evaluados bajo el sistema de producción con sombra artificial con un incremento promedio del 34%, comparado con el sistema con exposición solar directa. Siendo el nivel de 200 kg/ha de potasio (K₂O) el que presenta mayor producción con 71,852 inflorescencias por hectárea.

Al analizar estadísticamente las producciones obtenidas por los niveles de macronutrientes evaluados en cada uno de los sistemas de producción, se obtuvieron los siguientes análisis de varianza.

Cuadro 7. Análisis de varianza del número de inflorescencias por hectárea, bajo el sistema con exposición solar directa.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	
BLOQUES	1	142.000	142.000	0.1359	0.716	Ns
FACTOR "N"	2	382.500	191.250	0.1831	0.835	Ns
FACTOR "P"	2	376.250	188.125	0.1801	0.837	Ns
FACTOR "K"	2	526.000	263.000	0.2518	0.782	Ns
"N" X "P"	4	1626.500	406.625	0.3893	0.816	Ns
"N" X "K"	4	1853.000	463.250	0.4435	0.778	Ns
"P" X "K"	4	2022.500	505.625	0.484	0.750	Ns
"N" X "P" X "K"	8	9810.000	1226.250	1.1739	0.351	Ns
ERROR	26	27160.2500	1044.625			
TOTAL	53	43899.000				

C.V. = 15.20%

Fuente: El autor, (2014).

Se determinó estadísticamente que no existen diferencias significativas (Ns) para ninguno de los factores e interacciones analizados, sobre la variable número de inflorescencias por hectárea del sistema de producción con exposición solar directa.

Cuadro 8. Análisis de varianza del número de inflorescencias por hectárea, bajo el sistema con sombra artificial.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	
BLOQUES	1	7.250	7.250	0.0968	0.756	Ns
FACTOR "N"	2	447.250	223.625	2.9847	0.067	Ns
FACTOR "P"	2	263.500	131.7500	1.7585	0.191	Ns
FACTOR "K"	2	440.500	220.250	2.9397	0.069	Ns
"N" X "P"	4	75.250	18.813	0.2511	0.905	Ns
"N" X "K"	4	101.000	25.250	0.337	0.851	Ns
"P" X "K"	4	35.750	8.9375	0.1193	0.972	Ns
"N" X "P" X "K"	8	438.250	54.781	0.7312	0.664	Ns
ERROR	26	1948.000	74.923			
TOTAL	53	3756.750				

C.V. = 3.27%

Fuente: El autor, (2014).

Para el sistema de producción con sombra artificial, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (Ns), en los factores analizados y sus interacciones.

Ambos sistemas de producción no presentan diferencias significativas para la variable número de inflorescencias por hectárea; sin embargo, el sistema con sombra artificial, presenta mayor producción con 69,938 inflorescencias por hectárea en promedio y una desviación estándar de 3,059 inflorescencias; y el sistema con exposición solar directa, presenta un promedio de 45,988 inflorescencias por hectárea, con una desviación estándar de 7,715 inflorescencias, lo cual se respalda con la figura ocho.

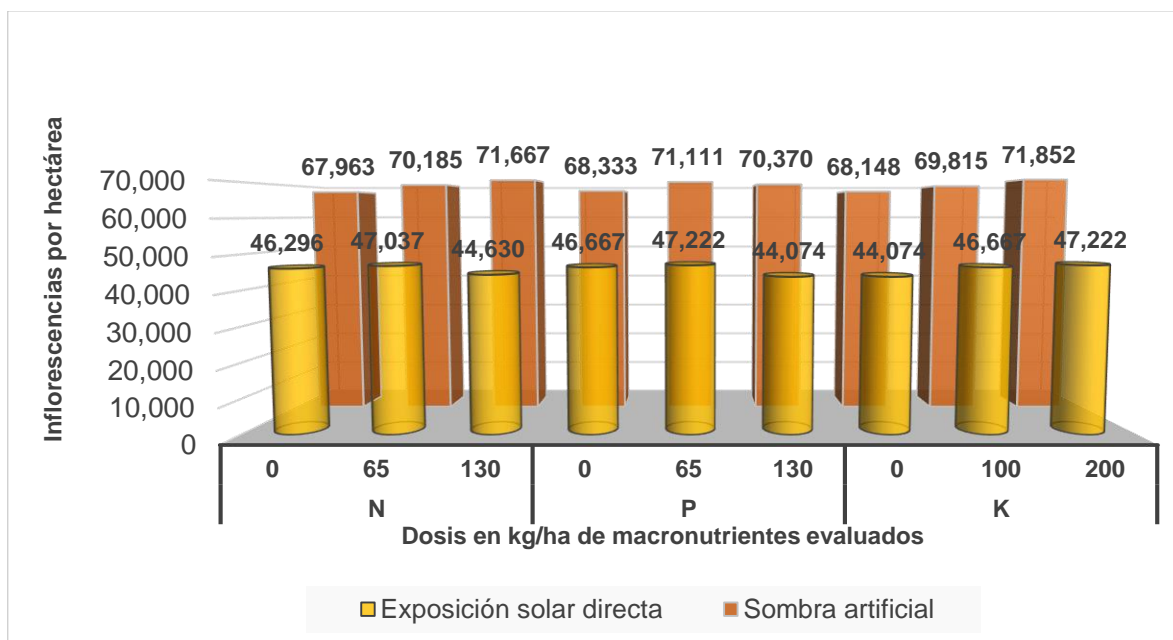


Figura 8. Producción de inflorescencias por hectárea, obtenidos por cada nivel de macronutrientes evaluados en dos sistemas de producción.

Fuente: El autor, (2014).

Las plantas de chufle (*C. macrosepala*), forman grupos densos (macollas) debido a la ramificación continua de los rizomas, a través de la formación de yemas laterales, para posteriormente formarseudotallos, de los cuales surgen las inflorescencias (Martin y Cabanillas, 1976). De acuerdo a esto, la fertilización al suelo de macronutrientes, no influyen en el desarrollo deseudotallos, y por consiguiente en la producción de inflorescencias. (Ver figuras 22, 23 y 24 en anexos)

1.2. Rendimiento en kilogramos de inflorescencia por hectárea del cultivo de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.).

Los rendimientos en kilogramos de inflorescencias por hectárea, obtenidos por los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio aplicados al suelo y evaluados en dos sistemas de producción, se muestran a continuación.

Cuadro 9. Rendimiento en kilogramos de inflorescencias por hectárea para cada nivel de macronutrientes evaluados.

Nutriente aplicado.	Nivel en Kg/ha	Exposición solar directa	Sombra artificial
N	0	1,216.85	1,514.63
	65	1,140.56	1,631.85
	130	1,069.63	1,652.96
P	0	1,167.59	1,513.33
	65	1,157.78	1,649.26
	130	1,101.67	1,636.85
K	0	1,072.96	1,515.37
	100	1,204.44	1,518.89
	200	1,149.63	1,765.19

Fuente: El autor, (2014).

Al analizar estadísticamente, los rendimientos en kilogramos de inflorescencia por hectárea, se obtuvieron los siguientes análisis de varianza.

Cuadro 10. Análisis de varianza del rendimiento en kilogramos de inflorescencias por hectárea, bajo el sistema con exposición solar directa.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	
BLOQUES	1	18520.000	18520.000	0.1887	0.671	Ns
FACTOR "N"	2	195152.000	97576.000	0.9943	0.615	Ns
FACTOR "P"	2	45536.000	22768.000	0.2320	0.797	Ns
FACTOR "K"	2	157016.000	78508.000	0.8000	0.536	Ns
"N" X "P"	4	462080.000	115520.000	1.1772	0.344	Ns
"N" X "K"	4	224696.000	56174.000	0.5724	0.688	Ns
"P" X "K"	4	109912.000	27478.000	0.2800	0.888	Ns
"N" X "P" X "C"	8	831224.000	103903.000	1.0588	0.421	Ns
ERROR	26	2551512.000	98135.078			
TOTAL	53	4595648.000				

C.V. = 27.42%

Fuente: El autor, (2014).

Como se observa en el cuadro anterior, en el sistema de producción con exposición solar directa, la variable rendimiento en kilogramos de inflorescencias por hectárea no presentan diferencias estadísticamente significativas, para ninguno de los niveles de macronutrientes evaluados.

Cuadro 11. Análisis de varianza del rendimiento en kilogramos de inflorescencias por hectárea, bajo el sistema con sombra artificial.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	
BLOQUES	1	40720.000	40720.000	0.6326	0.561	Ns
FACTOR "N"	2	199936.000	99968.000	1.553	0.229	Ns
FACTOR "P"	2	203328.000	101664.000	1.5793	0.224	Ns
FACTOR "K"	2	738496.000	369248.000	5.7362	0.009	**
"N" X "P"	4	157680.000	39420.000	0.6124	0.660	Ns
"N" X "K"	4	239536.000	59884.000	0.9303	0.537	Ns
"P" X "K"	4	368752.000	92188.000	1.4321	0.251	Ns
"N" X "P" X "C"	8	271440.000	33930.000	0.5271	0.826	Ns
ERROR	26	1673664.000	64371.691			
TOTAL	53	3893552.000				

C.V. = 15.85%

Fuente: El autor, (2014).

El análisis de varianza realizado a la variable rendimiento en kilogramos de inflorescencia por hectárea, obtenido bajo el sistema de producción con sombra artificial, determinó que existen diferencias altamente significativas, en el factor de variación potasio (K₂O) evaluado.

Cuadro 12. Comparación de medias (Tukey) para los niveles del factor potasio (K₂O) evaluados.

Nutriente aplicado.	Nivel en Kg/ha	Kilogramos de inflorescencia por hectárea.	Clasificación
K	200	1,765	a
	100	1,519	b
	0	1,515	b

Fuente: El autor, (2014).

La comparación múltiple de medias (Tukey) al cinco por ciento de significancia, demostró, que el nivel de 200 kg/ha potasio (K₂O) del sistema de producción con

50% de sombra artificial, reaccionó positivamente a la aplicación al suelo de potasio, este macronutriente actúa en la planta, neutralizando los ácidos orgánicos resultantes del metabolismo, y asegura la constancia de la concentración en hidrógeno de los jugos celulares. También desempeña una importante función en la fotosíntesis, en la economía hídrica de la planta y muy especialmente como activador enzimático (Navarro y Navarro, 2003).

Navarro y Navarro, (2003) afirman, que existe cierta relación entre los efectos de la luz y los del potasio. Se ha observado que la fertilización potásica es más eficaz en los años con poca insolación: y que, en las regiones de luminosidad intensa, la planta absorbe menos potasio que en las de menor luminosidad.

Según Fernández, García y Maldonado (2008) en el transporte de potasio, se presentan dos familias de canales, la primera y más numerosa, canales de salida o entrada de potasio localizados en la membrana plasmática, siendo la principal función la incorporación de potasio a través de la raíz, pues la expresión de muchos de ellos se localiza en los pelos radiculares. Este tipo de canales son regulados por estímulos como: luz, estrés salino, auxinas y deficiencia de potasio.

C. macrosepala pertenece al género de zingiberales, este tipo de plantas demanda mayormente, potasio y nitrógeno. (FHIA, 1995). El potasio no solo tiene efectos en actividades enzimáticas y de fotosíntesis. A través de fertilizantes potásicos, el nitrógeno es más rápidamente utilizado para la síntesis de ácidos aminados, desapareciendo la acumulación de amoníaco no transformado, que se forma en la planta por la aportación de nitrógeno amoniacal (Navarro y Navarro, 2003).

El rendimiento promedio para el sistema de producción con sombra artificial fue de 1599.81 kilogramos de inflorescencia por hectárea, con una desviación estándar de 200.89 kg; y el sistema con exposición solar directa, presenta un rendimiento promedio de 1142.35 kilogramos de inflorescencias por hectárea, con una desviación estándar de 193.68 kg, lo cual se respalda con la figura nueve.

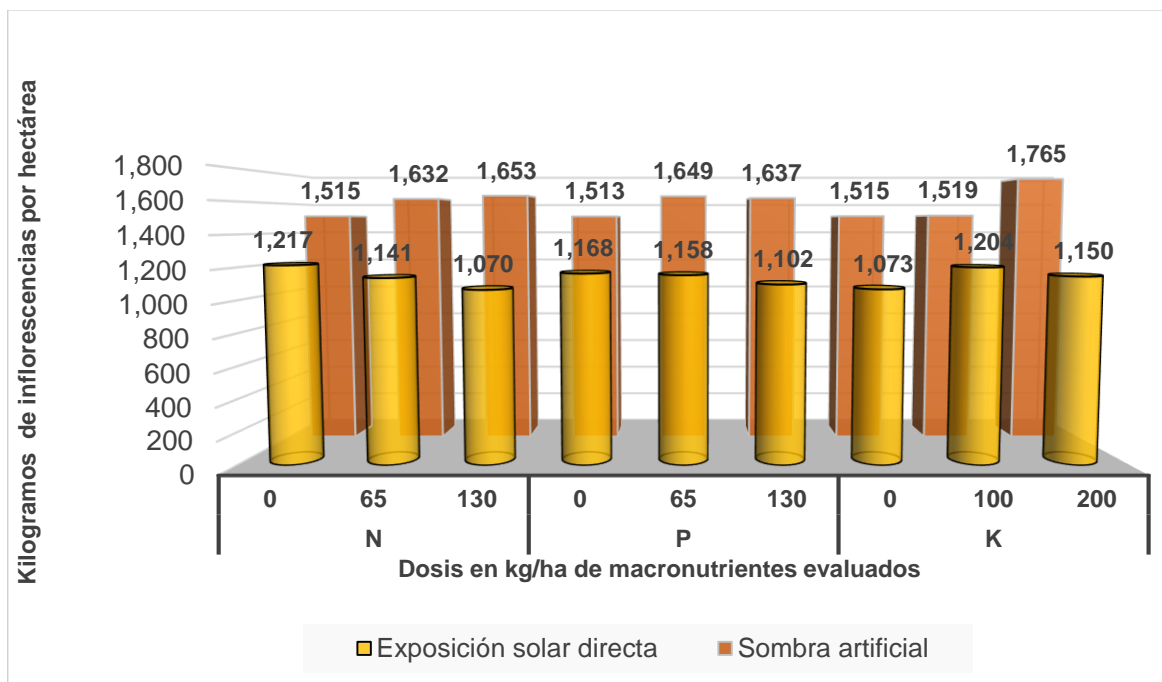


Figura 9. Rendimientos en kilogramos de inflorescencia por hectárea, obtenidos por cada nivel de macronutrientes evaluados en dos sistemas de producción.
Fuente: El autor, (2014).

El rendimiento en kilogramos de inflorescencias por hectárea muestra un aumento, mediante la aplicación al suelo de potasio (K_2O), siendo el nivel de 200 kg/ha el que presenta un mayor rendimiento. Para determinar si el rendimiento en peso de inflorescencias está relacionado, con la cantidad de las mismas, se realizó un análisis de correlación de las dos variables.

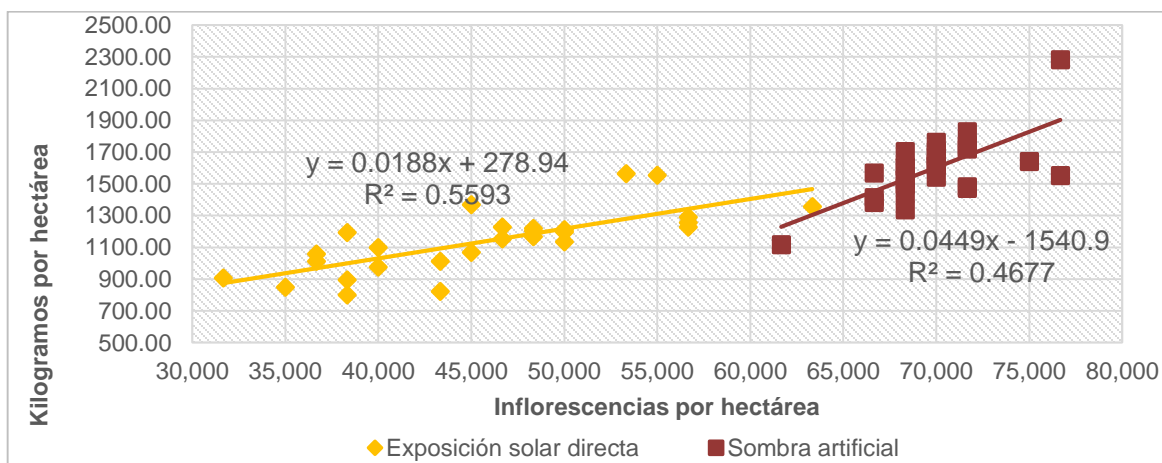


Figura 10. Correlación entre kilogramos y número de inflorescencia por hectárea, obtenidos por cada nivel de macronutrientes evaluados en dos sistemas de producción.
Fuente: El autor, (2014).

Según el análisis de correlación entre variables, se determinó que para ambos sistemas de producción, existe una correlación moderada entre el rendimiento en kilogramos por hectárea y el número de inflorescencias por hectárea, ya que para el sistema de producción con exposición solar directa se obtuvo un coeficiente de correlación (r) de 0.75, entre ambas variables; además el coeficiente de determinación (r^2) de 0.56 indica que el 56% de la variación del rendimiento en kilogramos de inflorescencias por hectárea, es afectada por el número de inflorescencias por hectárea. Y para el sistema de producción con sombra artificial se determinó que el coeficiente de correlación (r) es 0.68 y un coeficiente de correlación (r^2) 0.47, siendo el 47% de la variación del rendimiento en kilogramos de inflorescencias por hectárea.

Al realizar una prueba de hipótesis, para el coeficiente (r) de correlación de las variables de rendimiento obtenidos en el sistema de producción con sombra artificial, se determinó que, si existe una correlación lineal, altamente significativa, entre ambas variables, por lo tanto, el rendimiento en kilogramos de inflorescencias por hectárea es afectado por la cantidad de inflorescencias obtenidas en los tratamientos analizados.

2. Evaluación de dos sistemas de producción (con exposición solar directa y sombra artificial) y su efecto sobre el rendimiento del cultivo de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.).

Al realizar el análisis del efecto ejercido por la aplicación al suelo de tres niveles de macronutrientes, se determinó que existe mayor producción en número de inflorescencias y kilogramos por hectárea del cultivo de chufle, establecido bajo el sistema de producción con sombra artificial. Y con el fin de determinar el efecto de los sistemas de producción evaluados, se realizó una comparación estadística, como un análisis de varianza para un diseño bloques al azar en dos localidades.

2.1. Número de inflorescencia por hectárea del cultivo de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.).

Los tratamientos evaluados y sus niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, obtuvieron las siguientes producciones, siendo establecidos en dos sistemas de producción (con exposición solar directa y sombra artificial).

Cuadro 13. Número inflorescencias por hectárea obtenidos en los sistemas de producción evaluados.

Tratamiento	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Exposición solar directa	Sombra artificial
1	0	0	0	40,000	61,667
2	0	0	100	48,333	68,333
3	0	0	200	56,667	68,333
4	0	65	0	36,667	68,333
5	0	65	100	55,000	66,667
6	0	65	200	53,333	70,000
7	0	130	0	43,333	68,333
8	0	130	100	45,000	68,333
9	0	130	200	38,333	71,667
10	65	0	0	36,667	66,667
11	65	0	100	46,667	66,667
12	65	0	200	46,667	71,667
13	65	65	0	63,333	68,333
14	65	65	100	50,000	71,667
15	65	65	200	35,000	76,667
16	65	130	0	40,000	68,333
17	65	130	100	48,333	70,000
18	65	130	200	56,667	71,667
19	130	0	0	50,000	71,667
20	130	0	100	38,333	70,000
21	130	0	200	56,667	70,000
22	130	65	0	38,333	70,000
23	130	65	100	43,333	76,667
24	130	65	200	50,000	71,667
25	130	130	0	48,333	70,000
26	130	130	100	45,000	70,000
27	130	130	200	31,667	75,000

Fuente: El autor, (2014).

En el cuadro 13, se muestran las producciones, en número de inflorescencias por hectárea obtenidos a través de la aplicación al suelo de tres niveles de nitrógeno, fosforo y potasio, evaluados en dos sistemas de producción (con exposición solar

directa y sombra artificial). Se determinó mayor número de inflorescencias por hectárea, bajo el sistema de producción con sombra artificial.

Mediante la evaluación estadística de los resultados obtenidos por los tratamientos, en cada uno de los sistemas de producción se obtuvo el siguiente análisis de varianza.

Cuadro 14. Análisis de varianza del número de inflorescencias por hectárea, para los sistemas de producción.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	
SISTEMA DE P.	1	72397.500	72397.500	182.02	0.004	**
R <L>	2	149.000	74.500			
TRATAMIENTOS	26	8057.000	309.885	0.779	0.752	Ns
SISTE. X TRAT.	26	10341.500	397.750	0.711	0.827	Ns
ERROR	52	29110.000	559.808			
TOTAL	107	120055.000				

C.V. = 9.92%

Fuente: El autor, (2014).

Según el análisis de varianza, existen diferencias estadísticas altamente significativas (**) para el factor sistema de producción, por ende, se realizó una comparación de medias (Tukey), para los dos sistemas de producción evaluados.

Cuadro 15. Comparación de medias (Tukey) para los sistemas de producción evaluados.

Sistema de producción	Número de inflorescencia por hectárea	Clasificación
Sombra artificial	69,938	a
Exposición solar directa	45,987	b

Fuente: El autor, (2014).

Mediante la comparación múltiple de medias (Tukey) al cinco por ciento, de significancia, se demostró, que estadísticamente son distintos el número de inflorescencias por hectárea en los sistemas de producción evaluados, siendo el sistema de producción con exposición solar directa, el que presentó una producción menor, de 45,987 inflorescencias por hectárea, con una diferencia del 34% comparado con el sistema con sombra artificial.

Tadeo y Gómez-Cadenas (2008) refieren que: “El estrés por luz se observa, por ejemplo, cuando se traslada una planta en condiciones sombreadas a plena luz solar” (p.584).

El estrés por luz conduce, en primer lugar, a la fotoinhibición de la fotosíntesis, propiamente, a la reducción en la eficacia fotosintética y al bloqueo del transporte electrónico y la fotofosforilación. La fotoinhibición proviene de las lesiones oxidativas (fotooxidación) causadas al aparato fotosintético (...). Las ROS (especies reactivas de oxígeno) producen la desnaturalización de las subunidades grande y pequeña de la rubisco y de las proteínas que componen las antenas y los centros de reacción de los fotosistemas. (Tadeo y Gómez-Cadenas, 2008).



**Figura 11. Lesiones oxidativas, causadas en las hojas del cultivo de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.) con exposición solar directa.
Fuente: El autor, (2014).**

2.2. Rendimiento en kilogramos de inflorescencia por hectárea del cultivo de chufle (*C. macrosepala* K. Schum.).

Al establecer los tratamientos en dos sistemas de producción (con exposición solar directa y sombra artificial), se obtuvieron los siguientes rendimientos en kilogramos de inflorescencias por hectárea.

Cuadro 16. Rendimiento en kilogramos de inflorescencias por hectárea obtenidos en los sistemas de producción evaluados.

Tratamiento	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Exposición solar directa	Sombra artificial
1	0	0	0	1,098	1,117
2	0	0	100	1,168	1,337
3	0	0	200	1,228	1,607
4	0	65	0	1,058	1,605
5	0	65	100	1,555	1,413
6	0	65	200	1,565	1,632
7	0	130	0	1,013	1,703
8	0	130	100	1,370	1,495
9	0	130	200	895	1,723
10	65	0	0	1,012	1,383
11	65	0	100	1,228	1,570
12	65	0	200	1,153	1,745
13	65	65	0	1,357	1,440
14	65	65	100	1,212	1,472
15	65	65	200	850	2,283
16	65	130	0	977	1,530
17	65	130	100	1,220	1,543
18	65	130	200	1,257	1,720
19	130	0	0	1,135	1,482
20	130	0	100	1,193	1,673
21	130	0	200	1,292	1,707
22	130	65	0	802	1,617
23	130	65	100	823	1,553
24	130	65	200	1,198	1,828
25	130	130	0	1,205	1,762
26	130	130	100	1,070	1,613
27	130	130	200	908	1,642

Fuente: El autor, (2014).

El cuadro 16, muestra mayores rendimientos en kilogramos de inflorescencias por hectárea, para el sistema de producción con sombra artificial.

La evaluación estadística de los resultados obtenidos por los tratamientos establecidos en cada uno de los sistemas de producción reveló el siguiente análisis de varianza.

Cuadro 17. Análisis de varianza del rendimiento en kilogramos de inflorescencias por hectárea, para los sistemas de producción.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	
SISTEMA DE P.	1	5650560.0	5650560.0	55.6184	0.014	*
R <L>	2	5924.0	29624.0			
TRATAMIENTOS	26	1563312.0	60127.4	0.5918	0.926	Ns
SISTE. X TRAT.	26	2641472.0	101595.1	1.2504	0.242	Ns
ERROR	52	4225152.0	81252.9			
TOTAL	107	14139744.0				

C.V. = 20.79%

Fuente: El autor, (2014).

Mediante el análisis de varianza del cuadro 17, se determinó que existen diferencias estadísticas significativas (*) entre los sistemas de producción analizados. Realizándose entonces una comparación de medias (Tukey).

Cuadro 18. Comparación de medias (Tukey) para el rendimiento en kilogramos de inflorescencia por hectárea, en los sistemas de producción evaluados.

Sistema de producción	Kilogramos de inflorescencia por hectárea	Clasificación
Sombra artificial	1,600	a
Exposición solar directa	1,142	b

Fuente: El autor, (2014).

La comparación de medias (Tukey) al cinco por ciento, demostró que estadísticamente, el rendimiento en kilogramos de inflorescencias por hectárea, en los sistemas de producción evaluados son distintos, siendo el rendimiento del sistema con sombra artificial, superior en un 27% al sistema con exposición solar directa.

Las plantas de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.) establecidas en el sistema con exposición solar directa, presentaron estrés por luz, debido a que, las clorofilas de las antenas de los fotosistemas, presentes en las membranas tilacoides de los cloroplastos, absorben más energía luminosa de la que puede ser utilizada para la fotosíntesis (Tadeo y Gómez-Cadenas, 2008).

Las plantas han desarrollado mecanismos para contrarrestar las consecuencias negativas del exceso de energía absorbido por las clorofilas. La fotooxidación puede reducirse por la expresión rápida de los genes “elip” que codifican proteínas que ligan transitoriamente, mientras dura el estrés o se reparan las proteínas. Además de otras adaptaciones morfológicas, como los movimientos rápidos de los cloroplastos, y también mediante adaptaciones bioquímicas, activando el ciclo de las xantofilas (Tadeo y Gómez-Cadenas, 2008), evitando así la muerte de las mismas, sin embargo, el daño en el aparato fotosintético si causa reducción en el rendimiento, como en el cultivo de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.) expuesto a radiación directa.

2.3. Comportamiento de la producción de inflorescencia por hectárea del cultivo de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.).

Mediante el análisis gráfico, se estableció la distribución porcentual de la producción de inflorescencias de chufle de los niveles de macronutrientes evaluados con respecto a los días después de trasplante, en cada uno de los sistemas de producción.

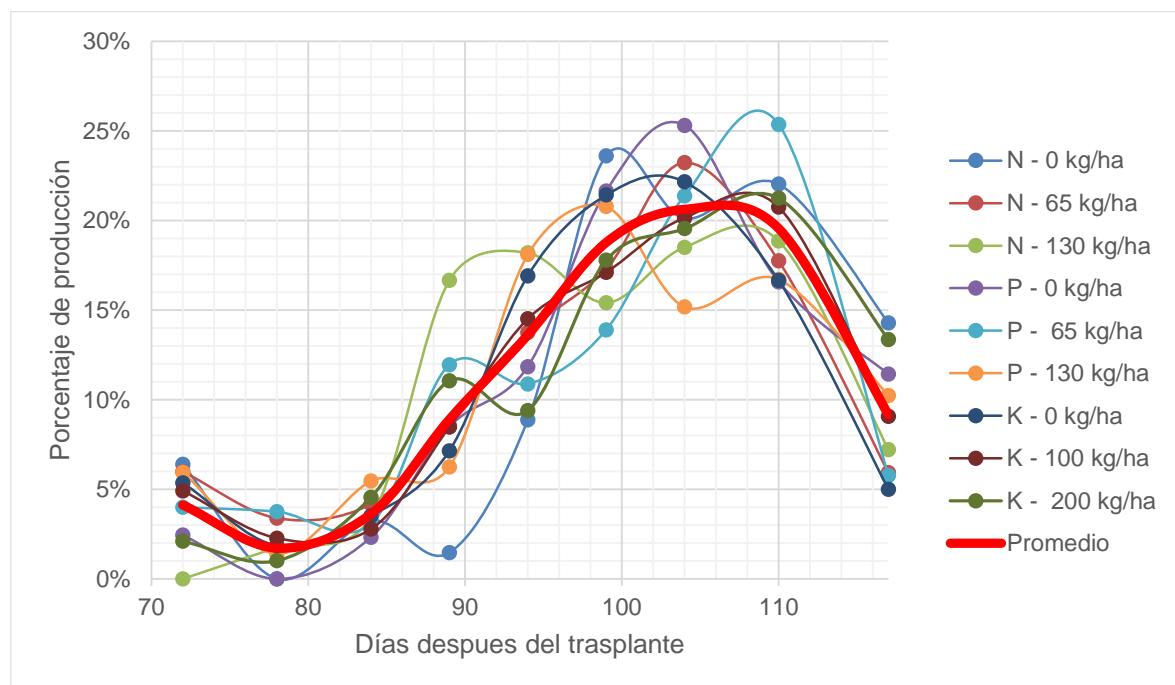


Figura 12. Distribución de la producción de inflorescencias, bajo el sistema de producción con exposición solar directa.

Fuente: El autor, (2014).

La figura 12, muestra el comportamiento de la producción de inflorescencias del cultivo de *C. macrosepala*, establecido en el sistema de producción con exposición solar directa, con un periodo productivo que inicia a los 72 días y se extiende hasta los 117 días después del trasplante, conformando una curva ascendente entre los 94 y 110 días, en la que se consolida aproximadamente el 70% del total producido.

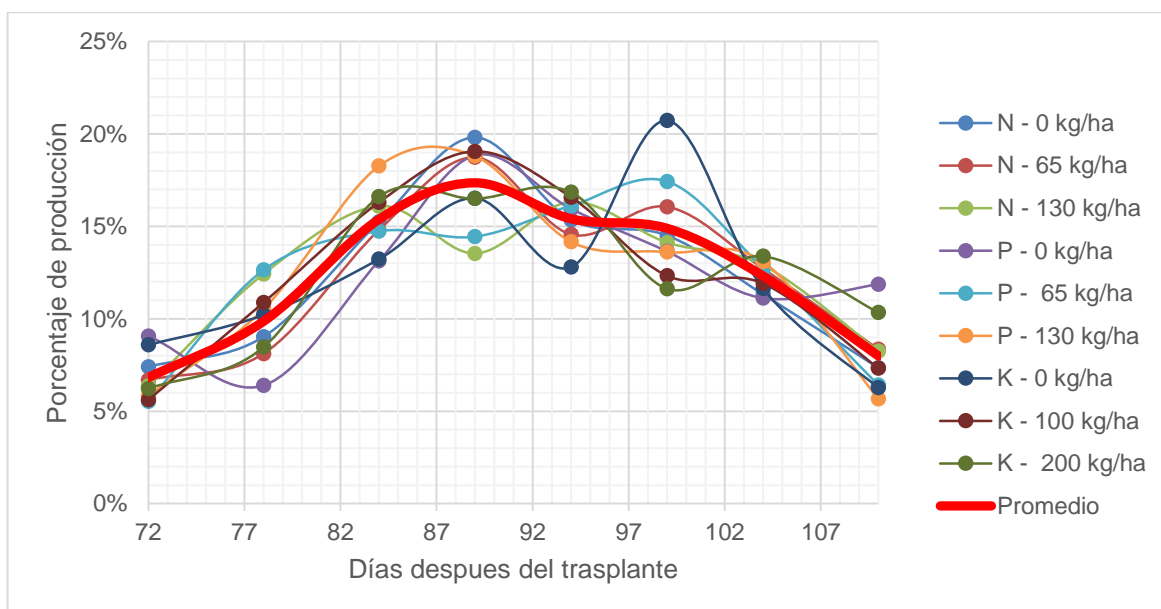


Figura 13. Distribución de la producción de inflorescencias, bajo el sistema de producción con sombra artificial.

Fuente: El autor, (2014).

El comportamiento de la producción de inflorescencias del cultivo de chufle, establecido en el sistema de producción con sombra artificial, de la figura 13, muestra que el periodo productivo inicia, a los 72 días y se extiende hasta los 110 días después del trasplante, con un pico de producción entre los 84 y 99 días, que representa un 60% del total de producción.

Según los análisis independientes del comportamiento de la producción de inflorescencias del *C. macrosepala*, mostraron variaciones con respecto al periodo productivo, debido a que se realizó una comparación gráfica del comportamiento de la producción promedio de inflorescencias en los sistemas evaluados (con exposición solar directa y sombra artificial).

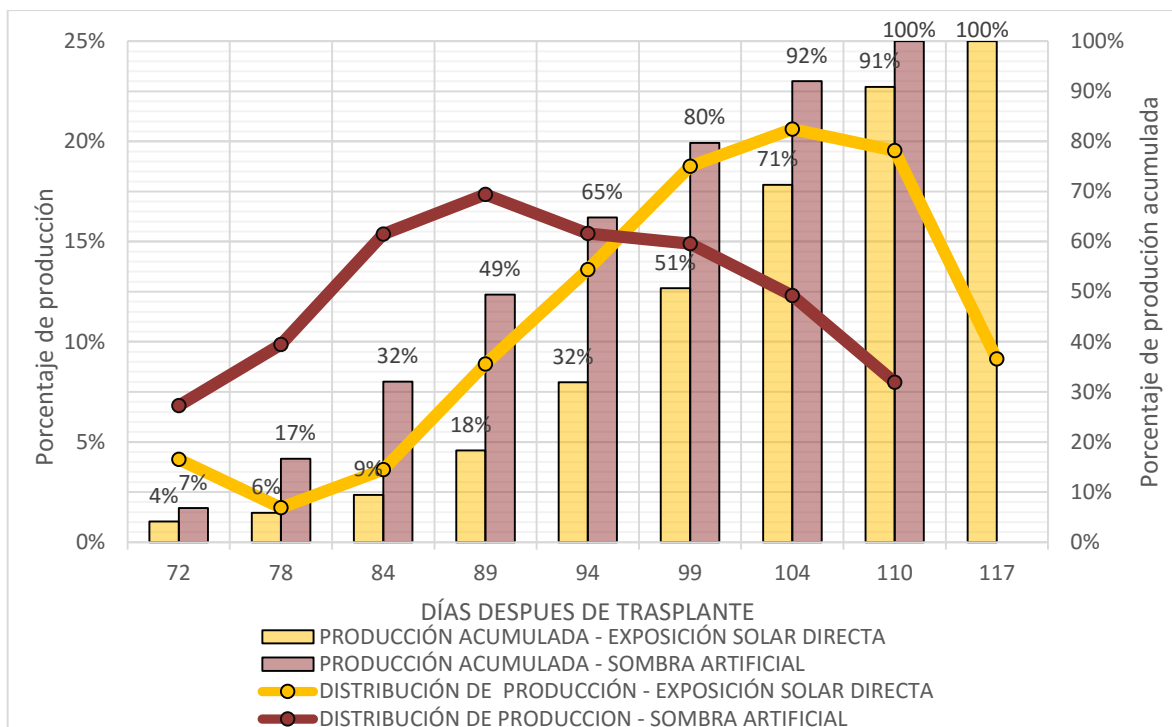


Figura 14. Comparación de la distribución de producción de inflorescencias, de los dos sistemas de producción.

Fuente: El autor, (2014).

Según la figura 14, los periodos productivos de los sistemas de producción muestran variaciones con respecto a los días después del trasplante, siendo el sistema con exposición solar directa el que presenta mayor tiempo en producción, con 117 días, sin embargo este sistema muestra un desarrollo de producción lento ya que a los 94 días (la mitad del tiempo productivo) alcanzó únicamente el 32% de la producción; caso contrario al sistema de producción con sombra artificial, que alcanzó en el mismo tiempo el 65%.

Existen dos factores ambientales que varían de forma regular a lo largo del año: la duración relativa de los periodos de luz y oscuridad a lo largo del día, denominada fotoperíodo, y la temperatura. (...) La mayor parte de las especies vegetales ha desarrollado mecanismos para reconocer estas variaciones e identificar el momento propicio para florecer. (Roldán y Martínez, 2008). Estos factores se modifican también con la utilización de condiciones controladas, como el uso de sombra artificial.

3. Determinar la rentabilidad con presupuestos parciales del establecimiento a nivel comercial del cultivo de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.).

Según el análisis estadístico, el número de inflorescencias por hectárea del cultivo de *C. macrosepala*, no muestra diferencias significativas para ninguno de los niveles de macronutrientes evaluados. Sin embargo, al realizar el análisis por localidades, se determinó que existen diferencias estadísticas altamente significativas para el factor sistema de producción evaluados (con exposición solar directa y sombra artificial), realizándose el análisis de rentabilidad del experimento, por medio de la metodología de presupuestos parciales, tomando como referencia la comparación de medias (Tukey), para ambos sistemas de producción.

3.1. Identificación de los rubros de costos relevantes

Al evaluar económicamente los sistemas de producción utilizados, se determinó que los rubros están asociados al costo del establecimiento del umbráculo utilizado en el sistema con sombra artificial, incluyendo los costos de sarán, postes de bambú, alambre galvanizado y mano de obra para el establecimiento.

3.2. Estimación de los precios de campo de los insumos

Siendo los costos relevantes los asociados al establecimiento del umbráculo, a continuación, se presentan los precios de los insumos puestos en campo.

Cuadro 19. Precio de campo de los costos relevantes del establecimiento de sombra artificial en el cultivo de *C. macrosepala* en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez

Rubro	Precio de mercado	Costo del traslado	Precio de campo
Sarán (metro cuadrado)	Q 10.20	Q 0.10	Q 10.30
Alambre galvanizado (libra)	Q 7.00	Q 0.10	Q 7.10
Postes de bambú (unidad)	Q 10.00	Q 0.20	Q 10.20
Mano de obra (jornal)	Q 81.87	Q 0.00	Q 81.87

Fuente: El autor, (2014).

Los costos de traslado no se aplicaron a la mano de obra, ya que las personas son de la misma localidad.

3.3. Estimación de los costos que varían

La estimación de los costos que varían se realizó para el establecimiento de una hectárea de umbráculo, utilizando los precios de campo de los insumos necesarios.

Cuadro 20. Costos por hectárea del establecimiento de sombra artificial en el cultivo de *C. macrosepala* en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.

Rubro	Cantidad	Costo unitario	Total de costos que varían
Sarán (metro cuadrado)	10600	Q 8.90	Q 94,340.00
Alambre galvanizado (libra)	556	Q 7.10	Q 3,947.60
Postes de bambú (unidad)	1296	Q 10.20	Q 13,219.20
Mano de obra (jornal)	222	Q 90.00	Q 19,980.00

Fuente: El autor, (2014).

Debido a que el uso del umbráculo se extiende por más de un ciclo productivo del cultivo, se ajustaron los costos que varían según el número de ciclos que serán utilizados.

Cuadro 21. Ajuste de los costos por hectárea del establecimiento de sombra artificial en el cultivo de *C. macrosepala* en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.

Rubro	Total de costos que varían	Ciclos productivos utilizados	Total ajustado de costos que varían
Sarán (metro cuadrado)	Q 94,340.00	8	Q 13,647.50
Alambre galvanizado (libra)	Q 3,947.60	6	Q 650.83
Postes de bambú (unidad)	Q 13,219.20	3	Q 4,406.40
Mano de obra (jornal)	Q 19,980.00	3	Q 5,048.65
Total de costos que varían en el establecimiento de umbráculo			Q 23,753.38

Fuente: El autor, (2014).

Se determinó que el total de costos que varían para el establecimiento del umbráculo según el ajuste de uso, es de Q 24,384.00 que será utilizado para el análisis económico.

3.4. Estimación de los precios de campo del producto

El precio de las inflorescencias de chufle, es variable de acuerdo a la época oscilando entre Q 0.30 y Q 0.50, con un promedio de Q 0.40 por cada inflorescencia, siendo este el precio de venta del producto en el lugar de la cosecha y el cual se utilizará para realizar el análisis económico.

3.5. Estimación de los rendimientos ajustados

Debido a que únicamente existen dos sistemas de producción a evaluar, no se corrigieron los rendimientos, únicamente se realizó un ajuste a los rendimientos del 15%, para poder acercarse a los obtenibles por los agricultores, ya que los rendimientos experimentales se ven influidos por varios factores que los hacen ser mayores a los obtenidos por productores del cultivo.

Cuadro 22. Ajuste de producción por hectárea del cultivo de *C. macrosepala* en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.

Sistema de producción	Rendimiento corregido	Rendimiento ajustado
Sombra artificial	69,938	59,447
Exposición solar directa	45,987	39,089

Fuente: El autor, (2014).

3.6. Estimación de los beneficios brutos de campo

Los beneficios brutos se obtuvieron multiplicando el rendimiento ajustado, por el precio de campo del producto Q 0.40 por cada inflorescencia.

Cuadro 23. Beneficios brutos de la producción del cultivo de *C. macrosepala* en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.

Sistema de producción	Rendimiento ajustado	Precio de campo	Beneficio bruto
Sombra artificial	59,447	Q 0.40	Q 23,778.92
Exposición solar directa	39,089	Q 0.40	Q 15,635.58

Fuente: El autor, (2014).

3.7. Estimación de los beneficios netos de campo

Los beneficios netos se obtuvieron de la diferencia entre los beneficios brutos de campo y los costos que varían, siendo los siguientes.

Cuadro 24. Beneficios netos de la producción del cultivo de *C. macrosepala* en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.

Sistema de producción	Beneficio bruto	Costos que varían	Beneficio neto
Sombra artificial	Q 23,778.92	Q 23,753.38	Q 25.54
Exposición solar directa	Q 15,635.58	Q 0.00	Q 15,635.58

Fuente: El autor, (2014).

Los beneficios netos obtenidos en el sistema con exposición solar directa ascendieron a Q 15,635.58, y en el sistema de producción con sombra artificial equivalen al 0.16 por ciento del sistema con exposición solar directa, ya que el costo del establecimiento del umbráculo por ciclo productivo del cultivo es de Q 23,753.38 y los beneficios obtenidos por la producción del cultivo ascienden a Q 23,778.92, obteniendo un beneficio neto de Q 25.54, y resaltando que se tomaron únicamente los costos de instalación del umbráculo como costos que varían.

3.8. Análisis de dominancia

Mediante el análisis de dominancia se determina si el incremento en los costos, no conduce a un incremento en los beneficios netos, o existe un tratamiento de menor o igual costo que genera mayores beneficios.

Cuadro 25. Análisis de dominancia los beneficios netos de la producción del cultivo de *C. macrosepala* en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.

Sistema de producción	Costos que varían	Beneficio neto	
Exposición solar directa	Q 0.00	Q 15,635.58	No dominado
Sombra artificial	Q 23,753.38	Q 25.54	Dominado

Fuente: El autor, (2014).

Según el análisis únicamente el sistema con exposición solar directa es no dominado ya que no se incurre en costos que varían para obtener beneficios netos.

IX. CONCLUSIONES

1. La aplicación al suelo de macronutrientes (N-P₂O₅-K₂O), no muestra diferencias estadísticas en el efecto sobre el número de inflorescencias por hectárea del cultivo de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.), ya que la fertilización no ejerce ningún efecto sobre la producción de inflorescencias, siendo mayormente ligado a la densidad de siembra y no a la fertilización.
2. Los rendimientos en kilogramos de inflorescencias por hectárea, muestran diferencias estadísticas significativas en uno de los sistemas de producción analizados, siendo la aplicación de 200 kg/ha de potasio (K₂O) la que influenció el aumento del 110% sobre el rendimiento promedio en kg/hectárea de inflorescencias.
3. Al realizar el análisis estadístico de los sistemas de producción evaluados, se determinó que el número de inflorescencias por hectárea son distintos, siendo el sistema con exposición solar directa el que presenta un menor rendimiento en un 34%, con el sistema con sombra artificial.
4. La exposición solar directa, causa lesiones oxidativas en el sistema fotosintético de las plantas de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.), inhibiendo la fotosíntesis, y por consiguiente reduciendo el rendimiento.
5. El sistema de producción con sombra artificial, mostró diferencias significativas sobre el rendimiento en kilogramos de inflorescencias por hectárea, siendo superior en un 27%, comparado con el sistema de producción con exposición solar directa.
6. La rentabilidad del establecimiento a nivel comercial del cultivo de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.) se ve afectada negativamente, debido a los costos del establecimiento de la sombra artificial.

X. RECOMENDACIONES

1. Para incrementar los rendimientos en kilogramos de inflorescencias por hectárea, se recomienda la aplicación de 200 kg/ha de potasio (K_2O), bajo condiciones de sombra.
2. Establecer el cultivo bajo sistema de producción con sombra, ya que demostró una diferencia del 27% en el número de inflorescencias por hectárea, además de evitar lesiones en el aparato fotosintético causados por la exposición solar directa.
3. Evaluar la rentabilidad del establecimiento a nivel comercial del cultivo, bajo condiciones de asocio o en huertos familiares.
4. Continuar las evaluaciones relacionadas con la absorción de nutrientes de las plantas en los distintos estados fisiológicos del desarrollo, para determinar los requerimientos nutricionales del mismo.

XI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Alvarado, D. y España, E. (2008). *Resultados preliminares proyecto: Estudio de la variabilidad y preservación de Chufle (Calathea allouia Aubl.), en la región suroccidental de Guatemala*. Guatemala, GT.: Universidad de San Carlos de Guatemala. Dirección General de Investigación. Centro Universitario de Suroccidente. Instituto de Investigación y Desarrollo de Suroccidente.
- Azurdia, C. (2016). *Plantas Mesoamericanas Subutilizadas en la Alimentación Humana. El caso de Guatemala: una revisión del pasado hacia una solución actual*. Guatemala, GT.: Consejo Nacional de Áreas Protegidas y Universidad de San Carlos de Guatemala. Dirección General de Investigación. Documento técnico No. 11-2016.
- Barreda, L. L. (1966). *Rehabilitación de los suelos agrícolas de Guatemala, mediante la incorporación de materia orgánica*. (Tesis Ing. Agr.). USAC. Facultad de Agronomía. Guatemala, GT.
- Bonilla, I. (2000). Introducción a la nutrición mineral de las plantas. Los elementos minerales. En J. Azcón-Bieto y M. Talón (Ed.), *Fundamentos de fisiología vegetal* (pp. 83-98). Madrid, ES.: McGraw-Hill Interamericana de España.
- Bridgemohan, P. (2011). Production and Partitioning of Dry Matter in Leren [*Calathea allouia* (Aubl.) Lindl]. *J. Agric. Univ. P. R.* 95(1-2); 35-43.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Oficina Técnica de Biodiversidad. (2008). *Guatemala y su biodiversidad: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico*. Guatemala, GT.

Fernández, J. A., García Sánchez, M. J. y Maldonado, J. M. (2008). Absorción y transporte de nutrientes minerales. En J. Azcón-Bieto y M. Talón. (Ed.), *Fundamentos de fisiología vegetal* (pp. 123-142). Madrid, ES.: McGraw-Hill Interamericana de España.

Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. (1995). *Introducción a ornamentales tropicales*. Honduras.

Gisbert, I., Jiménez, C. y Sanchis, G. (1999). *Estudio preliminar de las plantas nativas de uso alimenticio de la etnia Quiché*. Mazatenango, Suchitepéquez, GT.: Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario de Sur Occidente. Ediciones Proyecto Frijol.

Martin, F. W. y Cabanillas, E. (1976) Leren (*Calathea allouia*), a little known tuberous root crop of the Caribbean. *Economic Botany* 30(3); 249-256.

Menchú. M. T. y Méndez, H. (2007). *Composición de Alimentos de Centroamérica*. (2da. ed.). Guatemala, GT.: INCAP.

Missouri Botanical Garden. (2009). *Flora de Nicaragua*. Recuperado el 04 de agosto de 2016 de: <http://www.tropicos.org/NamePage.aspx?nameid=19700065&projectid=7&langid=66>

Navarro García, G. y Navarro García, S. (2003). *Química agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal*. (2da. ed.). Barcelona, ES.: Editorial Mundi-Prensa.

Noda, H., Bueno, C. R. y Silva Filho, D. F. (1992). Léren (*Calathea allouia*). En J. E. Bermejo y J. León. (Ed.), *Cultivos marginados: otra perspectiva de 1942* (pp. 237-243). Roma, IT.: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Jardín Botánico de Córdoba.

Otzoy, M. (2012). *Evaluación de tecnologías adecuadas para el cultivo de chufle (Calathea allouia Aubl.) en la Región Suroccidental de Guatemala*. Guatemala, GT.: Proyecto FODECYT No. 01-2009.

Roldán, M. y Martínez-Zapater, J. M. (2008). Floración y su control ambiental. En J. Azcón-Bieto y M. Talón (Ed.), *Fundamentos de fisiología vegetal* (pp. 499-518). Madrid, ES.: Editorial McGraw-Hill Interamericana de España.


Simmons, Ch. S., Tárano T., J. M. y Pinto Z., J. H. (1959). *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala*. Trad. Pedro Tirado-Sulsona. Guatemala, GT.: Editorial José de Pineda Ibarra.

Standley, P. y Steyermark, J. (1952). *Flora of Guatemala*. Indianapolis, Indiana. USA.: Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany.

Tadeo, F. R. y Gómez-Cadenas, A. (2008). Fisiología de las plantas y el estrés. En J. Azcón-Bieto y M. Talón (Ed.), *Fundamentos de fisiología vegetal* (pp. 577-597). Madrid, ES.: Editorial McGraw-Hill Interamericana de España.

U.S. National Plant Germplasm System. (2012/2017). *Calathea macrosepala K. Schum./ Goeppertia macrosepala (K. Schum.) Borchs.* Y S. Suárez. Última actualización. Recuperado el 04 de agosto de 2016 / 08 de marzo de 2017 de <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxonomydetail.aspx?id=465821>

V.º B.º


Licda. Ana Teresa de González
Bibliotecaria
CUNSUROC



XII. ANEXOS

Cuadro 26. Promedio de Inflorescencia de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.) obtenidas en los tratamientos evaluados.

Tratamiento	N	P	K	Numero de inflorescencias por hectárea		Kilogramos de inflorescencia por hectárea	
				Exposición solar directa	Sombra artificial	Exposición solar directa	Sombra artificial
1	0	0	0	40,000	61,667	1,098	1,117
2	0	0	100	48,333	68,333	1,168	1,337
3	0	0	200	56,667	68,333	1,228	1,607
4	0	65	0	36,667	68,333	1,058	1,605
5	0	65	100	55,000	66,667	1,555	1,413
6	0	65	200	53,333	70,000	1,565	1,632
7	0	130	0	43,333	68,333	1,013	1,703
8	0	130	100	45,000	68,333	1,370	1,495
9	0	130	200	38,333	71,667	895	1,723
10	65	0	0	36,667	66,667	1,012	1,383
11	65	0	100	46,667	66,667	1,228	1,570
12	65	0	200	46,667	71,667	1,153	1,745
13	65	65	0	63,333	68,333	1,357	1,440
14	65	65	100	50,000	71,667	1,212	1,472
15	65	65	200	35,000	76,667	850	2,283
16	65	130	0	40,000	68,333	977	1,530
17	65	130	100	48,333	70,000	1,220	1,543
18	65	130	200	56,667	71,667	1,257	1,720
19	130	0	0	50,000	71,667	1,135	1,482
20	130	0	100	38,333	70,000	1,193	1,673
21	130	0	200	56,667	70,000	1,292	1,707
22	130	65	0	38,333	70,000	802	1,617
23	130	65	100	43,333	76,667	823	1,553
24	130	65	200	50,000	71,667	1,198	1,828
25	130	130	0	48,333	70,000	1,205	1,762
26	130	130	100	45,000	70,000	1,070	1,613
27	130	130	200	31,667	75,000	908	1,642

Fuente: El autor, (2014).



Figura 15. Área utilizada para el establecimiento del experimento de campo en granja Zahorí, en el municipio de Cuyotenango, Suchitepéquez.
Fuente: El autor, (2014).



Figura 16. Plantas de *C. macrosepala* establecidas en dos sistemas de producción (con exposición solar directa y sombra artificial) en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.
Fuente: El autor, (2014).



Figura 17. Plantas de *C. macrosepala* establecidas bajo el sistema de producción con sombra artificial en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.

Fuente: El autor, (2014).



Figura 18. Mecanización del suelo para el establecimiento de *C. macrosepala* en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.

Fuente: El autor, (2014).



Figura 19. Remoción de plántulas de *C. macrosepala* para el establecimiento del experimento de campo en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.

Fuente: El autor, (2014).



Figura 20. Siembra directa de plántulas de *C. macrosepala* del experimento de campo en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.

Fuente: El autor, (2014).



Figura 21. Inflorescencias de *C. macrosepala* cosechadas en el experimento de campo en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.
Fuente: El autor, (2014).



Figura 22. Inflorescencia de *Calathea macrosepala*.
Fuente: El autor, (2014).



Figura 23. Inflorescencias brotando del seudotallo de *C. macrosepala* del experimento de campo en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.

Fuente: El autor, (2014).



Figura 24. Ramificación de rizomas de *Calathea macrosepala*.

Fuente: El autor, (2014).

Cuadro 27. Resultados de análisis de suelos realizado en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez.



Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar
Laboratorio Agronómico

VF 003
VO 023

Resultados de Análisis Químico y Físico de Suelo

Fecha	Identificación	Finca	Lote	Estrato	Ingenio	No. Lab	CE	pH 1:2.5	Materia Orgánica	Ca	Mg	K	Na	CIC	P	Cu	Zn	Fe	Mn	Ardilla	Limo	Arena	Tipo de Textura	15 ATM.	1/3 ATM.	D.A.P.	Humedad Gravimétrica
							(dS m-1)		%															Meq/100g Intercambiables	% H	% H	g/cc
10/02/2014	Evaluación Eficiencia del Riego Sección 1	El Minar	3	0-25	CUNSUROC-USAC	S-593-02-14	0.35	6.11	0.98	5.63	3.33	3.48	0.09	28.61	1.59	3.74	4.01	31.45	28.22	26.78	29.94	43.29	Franco	19.34	26.12	1.18	
10/02/2014	Sección 1	El Minar	6	0-28	CUNSUROC-USAC	S-594-02-14	0.09	6.63	1.19	5.05	3.28	1.69	0.12	55.83	1.21	3.79	4.11	35.98	115.09	26.61	27.93	45.46	Franco Arcilloso Arenoso	16.09	24.86	1.16	no solicitado
10/02/2014	Sección 2	El Minar	2	0-20	CUNSUROC-USAC	S-595-02-14	0.19	6.19	1.49	5.21	2.77	1.79	0.12	52.34	0.84	2.74	3.22	29.10	116.38	28.84	26.07	45.08	Franco Arcilloso Arenoso	24.48	28.87	1.10	
10/02/2014	Sección 2	El Minar	2	20-40	CUNSUROC-USAC	S-596-02-14	0.10	6.35	1.09	4.80	2.75	0.45	0.17	20.24	0.37	3.67	1.59	31.80	43.36	41.11	19.92	38.97	Arcilloso	24.32	31.09	1.11	
10/02/2014	Sección 1	El Minar	3	0-25	CUNSUROC-USAC	S-597-02-14	0.09	6.35	1.90	5.15	2.82	1.06	0.18	24.43	0.65	1.86	2.47	33.23	87.85	22.55	21.89	55.56	Franco Arcilloso Arenoso	19.31	25.32	1.13	
10/02/2014	Sección 1	El Minar	3	40-100	CUNSUROC-USAC	S-598-02-14	0.08	6.68	0.64	4.80	1.80	0.36	0.24	27.22	0.37	4.90	1.70	27.97	42.91	47.69	20.04	32.27	Arcilloso	30.76	35.79	1.01	
10/02/2014	Sección 1	El Minar	3	25-40	CUNSUROC-USAC	S-599-02-14	0.24	6.28	1.01	4.26	2.42	1.97	0.14	20.74	0.56	5.93	1.01	15.90	106.15	45.38	20.04	34.58	Arcilloso	25.09	30.92	1.05	
10/02/2014	Sección 2	El Minar	3	25-70	CUNSUROC-USAC	S-600-02-14	0.05	6.61	0.74	6.01	4.76	0.29	0.38	20.24	0.65	3.28	0.32	28.42	14.59	54.08	22.21	23.71	Arcilloso	28.96	39.83	1.14	
10/02/2014	Sección 2	El Minar	2	40-100	CUNSUROC-USAC	S-601-02-14	0.05	6.39	0.54	5.42	3.42	0.26	0.31	19.54	0.37	4.39	0.52	31.81	22.39	54.04	13.88	37.08	Arcilloso	29.75	38.98	1.15	
10/02/2014	Sección 2	El Minar	3	70-100	CUNSUROC-USAC	S-602-02-14	0.03	6.99	1.59	3.95	2.90	0.27	0.44	50.95	0.37	1.33	3.00	84.24	56.72	41.23	17.66	41.11	Arcilloso	22.35	29.36	1.18	
10/02/2014	Sección 1	El Minar	6	28-100	CUNSUROC-USAC	S-603-02-14	0.06	6.73	0.72	4.74	2.50	0.32	0.62	25.13	0.19	4.22	0.62	29.71	26.92	56.70	19.96	23.34	Arcilloso	30.64	38.27	0.99	

Métodos de Análisis: Conductividad Eléctrica (CE); en agua relación 1:4, pH en Agua relación 1:2.5, Materia Orgánica: Walkley-Black; Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y Bases Intercambiables: extracción con acetato de amonio 1 normal; Micronutrientes y Fósforo: extracción con solución de Carolina del Norte, lectura por absorción atómica y espectrofotometría visible, respectivamente.

Textura: método de Bouyoucos; Retención de Humedad: a 1/3 y 15 atmósferas; Densidad Aparente: método de la probeta; Humedad Gravimétrica: consultar meteorología en el laboratorio

Los resultados de este informe son válidos únicamente para las muestras como fueron recibidas en el laboratorio.
En el Laboratorio Agronómico, no nos hacemos responsables por el uso inadecuado que se le de a este informe.
Fecha Entrega: 04/03/2014
página 1/1

Lic. Wendy de Cans
Jefe de Laboratorio
Hugo Paz Jiménez
Técnico I

Finca Camambul, Km. 92.5, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla
teléfonos 78281017-78281014

Fuente: Laboratorio agronómico CENGICAÑA (2014)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA



Centro Universitario del Sur Occidente
CUNSUROC
Mazatenango, Suchitepéquez.

Mazatenango, 9 de mayo de 2017.

MSc. Jorge Rubén Sosof Vásquez.
Coordinador Carrera de Agronomía Tropical.
Centro Universitario del Sur Occidente.
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Respetables Ingeniero Sosof:

Por este medio me dirijo a usted, deseando que se encuentre gozando de buena salud.

El motivo de la presente es para informar que luego de haber asesorado y revisado el Trabajo de Graduación titulado: **“Evaluación de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en dos sistemas de producción, sobre el rendimiento del cultivo de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.) en granja docente “Zahorí”, Cuyotenango, Suchitepéquez.”**; presentado por el estudiante Julio Roberto Montesdeoca Franco quien se identifica con número de carné 200841429 de la carrera de Agronomía Tropical, y de conformidad con lo establecido en el reglamento de Trabajo de Graduación, doy visto bueno y aprobación, para que el estudiante pueda continuar con el trámite correspondiente.

Agradeciendo de antemano la atención prestada a la presente y sin otro particular me suscribo.

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

MSc. Carlos Arturo Esteban García
Asesor

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA



Centro Universitario del Sur Occidente
CUNSUROC
Mazatenango, Suchitepéquez.

Mazatenango, 9 de mayo de 2017.

Doctor:
Guillermo Vinicio Tello Cano.
Director Centro Universitario del Sur Occidente.
Universidad de San Carlos de Guatemala.
Su despacho.

Señor director:

De manera atenta, me dirijo a usted para informar que el estudiante Julio Roberto Montesdeoca Franco, quien se identifica con número de carné 200841429 de la carrera de Agronomía Tropical, ha concluido su trabajo de graduación titulado: **“Evaluación de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en dos sistemas de producción, sobre el rendimiento del cultivo de chufle (*Calathea macrosepala* K. Schum.) en granja docente “Zahorí”, Cuyotenango, Suchitepéquez.”**; el cuál fue asesorado, revisado y con dictamen favorable del Ingeniero Agrónomo Carlos Arturo Esteban García.

Como coordinador de la carrera de Agronomía Tropical, hago constar que el estudiante Julio Roberto Montesdeoca Franco, ha cumplido con el normativo de Trabajo de Graduación, razón por la que someto a consideración el documento presentado por el estudiante, para que continúe con el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me suscribo.

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Sur Occidente

AGRONOMÍA



M.Sc. Jorge Rubén Sosof Vásquez
Coordinador Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-01-2017

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, veintidós de mayo de dos mil diecisiete.-----

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: “EVALUACIÓN DE NIVELES DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN, SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CHUFLE (*Calathea macrosepala* K. Schum) EN GRANJA DOCENTE “ZAHORI”, CUYOTENANGO SUCHITEPÉQUEZ.”, del estudiante: **Julio Roberto Montesdeoca Franco**, carné **200841429** de la carrera Ingeniería en Agronomía Tropical.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Guillermo Vinicio Tello Cano".

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano
Director

