

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DE DENSIDADES DE SIEMBRA Y PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN
EN EL RENDIMIENTO DE CHUFLE (*Calathea allouia* (Aubl.) Lindl., Marantaceae);

EL TUMBADOR, SAN MARCOS
TESIS DE GRADO

MANOLO DE JESUS BARRIOS RAMIREZ
CARNET 21081-08

COATEPEQUE, JUNIO DE 2015
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DE DENSIDADES DE SIEMBRA Y PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN
EN EL RENDIMIENTO DE CHUFLE (*Calathea allouia* (Aubl.) Lindl., Marantaceae);

EL TUMBADOR, SAN MARCOS
TESIS DE GRADO

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

POR
MANOLO DE JESUS BARRIOS RAMIREZ

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

COATEPEQUE, JUNIO DE 2015
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

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

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

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

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

LIC. JOSE ANTONIO HERNANDEZ VASQUEZ

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. MARTIN SALVADOR SANCHEZ CRUZ
ING. JACINTA IMELDA MÉNDEZ GARCÍA
LIC. ABEL ESTUARDO SOLÍS ARRIOLA

Coatepeque, 18 de Abril de 2015

Honorable Consejo de
La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago contar que he procedido a revisar el Informe Final de Tesis del estudiante Manolo de Jesus Barrios Ramirez que se identifica con carné 2108108, titulado: **“EVALUACION DE DENSIDADES DE SIEMBRA Y PROGRAMS DE FERTILIZACION EN EL RENDIMIENTO DE CHUFLE (*Calathea allouia* (Aubl.) Lindl., Marantaceae); EN EL TUMBADOR SAN MARCOS”**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Agr. José Antonio Hernández
Colegiado No. 4014
Asesor

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante MANOLO DE JESUS BARRIOS RAMIREZ, Carnet 21081-08 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 0653-2015 de fecha 9 de mayo de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE DENSIDADES DE SIEMBRA Y PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN
EN EL RENDIMIENTO DE CHUFLE (*Calathea allouia* (Aubl.) Lindl., Marantaceae);
EL TUMBADOR, SAN MARCOS**

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

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 5 días del mes de junio del año 2015.


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



AGRADECIMIENTOS

A:

NUESTRO DIOS

Por permitirme vivir y regalarme salud y la oportunidad de superarme y alcanzar el éxito hoy obtenido infinitamente gracias

MIS PADRES

Placido Barrios y Aurora Ramirez (QEPD)
Por su inmenso amor y sus sabios
Consejos y que Dios me los bendiga

MIS HERMANOS

Por apoyarme e impulsarme a salir
Adelante. Muchas gracias.

MI SOBRINO

Ronal te agradezco el apoyo que me has
Brindado

MIS CATEDRATICOS

Muchas gracias y que Dios los bendiga.

MIS COMPAÑEROS

Gracias por los buenos momentos que
Pasamos.

MIS AMIGOS

Gracias por creer en mí.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo:

A:

NUESTRO DIOS.

A él sea la honra y la gloria por siempre.
Que por él y para él son todas las cosas

MIS PADRES

Plácido Barrios y Aurora Ramírez (QEPD)
Que con su amor, humildad y sus sabios
consejos hicieron de mí un hombre de bien
Gracias papa y mama los quiero mucho.

MI ESPOSA

Sandi Corilis de Barrios por su paciencia
Comprensión y apoyo incondicional.
Gracias mí amor.

MIS HIJAS

Astrid, Britany, Stefany y Camila Barrios
Angelitos de Dios que día a día me hacen
Tomar fuerzas para continuar y que este
logro sirva de ejemplo.

MIS HERMANOS

Carlos, Jorge, Guadalupe (QEPD), Elfego,
Rudy, Brigido, Elvin, Noé, Ángel.
Por estar con migo y apoyarme siempre
Muchísimas gracias.

MI SOBRINO

Ronald. Gracias por tu apoyo.

MI FAMILIA EN GENERAL

Con mucho cariño y respeto

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Gracias por su amistad y apoyo.

INDICE

	PAGINA
I. INTRODUCCION.....	1
II. MARCO TEORICO	2
2.1. GENERALIDADES DEL CHUFLE.....	2
2.2. CLASIFICACION BOTANICA DEL CHUFLE.....	3
2.3. DESCRIPCION BOTANICA.....	4
2.4. ORIGEN DEL CHUFLE.....	6
2.5. ECOLOGÍA Y ADAPTACIÓN.....	7
2.6. FORMAS DE UTILIZACION DEL CHUFLE.....	7
2.7. MÉTODOS DE PROPAGACIÓN	9
2.8. CONTENIDO NUTRICIONAL DEL CHUFLE.....	9
2.9. MANEJO AGRONÓMICO.....	10
2.9.1. Densidad de Siembra.....	10
2.9.2. Fertilización	10
2.9.3. Control De Malezas	11
2.9.4. Plagas	11
2.9.5. Enfermedades	12
2.9.6. Tecnología de cosecha y pos cosecha:	12
2.10. ANTECEDENTES.....	12
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
3.1. DEFINICION DEL PROBLEMA	14
3.2. JUSTIFICACION DEL TRABAJO.....	15
IV. OBJETIVOS	16
4.1. GENERAL.....	16
4.2. ESPECIFICOS.....	16
V. HIPOTESIS	17
VI. METODOLOGIA.....	18
6.1. LOCALIZACION.....	18
6.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	18
6.3. FACTORES A ESTUDIAR	18
6.4. DESCRIPCION DEL TRATAMIENTO.....	20
6.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	21

	PAGINA
6.6. MODELO ESTADÍSTICO.....	21
6.7. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	22
6.8. CROQUIS DE CAMPO	24
6.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO	25
6.9.1. Preparación del terreno.....	25
6.9.2. Trazo.....	25
6.9.3. Umbráculo.....	26
6.9.4. Siembra.....	26
6.9.5. Control De Malezas	27
6.9.6. Control de plagas y enfermedades	27
6.9.7. Fertilización 	27
6.9.8. Riego.....	27
6.9.9. Cosecha	27
6.10. VARIABLES DE RESPUESTA	28
6.10.1. Rendimiento de inflorescencia por hectárea.....	28
6.10.2. Días a floración	28
6.11. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	29
6.11.1. Análisis estadístico.....	29
6.11.2. Análisis económico	29
VII. RESULTADOS Y DISCUSION	32
7.1. Rendimiento de chufle (Calathea allouia (Aubl) Lindl).....	32
7.2. Días a floración del cultivo de chufle (Calathea allouia (Aubl) Lindl)	38
7.3. Análisis de rentabilidad con presupuestos parciales	41
7.3.1. Identificación de rubros de costos relevantes.....	43
7.3.2. Estimación de los precios de campo de los insumos	43
7.3.3. Estimación de Costos que varían	43
7.3.4. Estimación del precio de campo del producto.....	45
7.3.5. Estimación de los rendimientos ajustados, beneficio bruto y beneficio neto.....	46
7.3.6. Realización del análisis de dominancia.....	47
7.3.7. Cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM).....	48
7.3.8. Cálculo de la tasa mínima de retorno (TAMIR)	49
7.3.9. Determinación del tratamiento más rentable.....	49

PAGINA

	7.3.10. Análisis de residuos.....	49
VIII.	CONCLUSIONES.....	51
IX.	RECOMENDACIONES.....	52
X.	BIBLIOGRAFIA.....	53
XI.	ANEXO.....	56
XII.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	60

INDICE DE CUADROS

		PAGINA
1.	Valor nutritivo de 100 g de inflorescencia y tubérculo de chufle (<i>Calathea allouia</i> Aubl.).....	10
2.	Segundo programa de fertilización a evaluar.....	19
3.	Tercer programa de fertilización a evaluar.....	19
4.	Tratamientos a evaluar en la presente investigación.....	20
5.	Rendimiento (inflorescencia/ha) de chufle (<i>Calathea allouia</i> Aubl) en cada uno de los tratamientos evaluados	32
6.	Análisis de varianza de la variable rendimiento de inflorescencia de chufle.....	34
7.	Comparación de medias de Tukey al 5% de significancia, mejor programa de fertilización con una distancia de siembra de 1m x 1m	35
8.	Comparación de medias de Tukey al 5% de significancia, mejor programa de fertilización con una distancia de siembra de 1m x 0.75m	36
9.	Comparación de medias de Tukey al 5% de significancia, mejor programa de fertilización con una distancia de siembra de 1m x 0.5m	36
10.	Comparación de medias de Tukey al 5% de significancia, mejor programa de fertilización con una distancia de siembra de 0.75m x 0.5m	37
11.	Días a floración de chufle (<i>Calathea allouia</i> Aubl) en cada uno de los tratamientos evaluados	39
12.	Análisis de varianza de la variable días a floración del cultivo de chufle	41
13.	Prueba de medias de Tukey para el análisis de rentabilidad con presupuestos parciales.	42

14.	Costos de aplicación de fertilizantes por hectárea del programa de fertilización B2.	43
15.	Costos de aplicación de fertilizantes por hectárea del programa de fertilización B3.	44
16.	Costos variables de cada uno de los tratamientos evaluados.	45
17.	Rendimientos ajustados, beneficios brutos y netos de los tratamientos evaluados.	47
18.	Análisis de dominancia de los tratamientos evaluados.	48
19.	Calculo de la tasa de retorno marginal (TRM) de los tratamientos no dominados.	49
20.	Análisis de residuos de los tratamientos no dominados.	50
21.	Cronograma de actividades	60

INDICE DE FIGURAS

	PAGINA
1. Planta de chufle (<i>Calathea allouia</i>)	4
2. <i>Calathea allouia</i> . A. Base de la planta; B. Inflorescencia. C. Tallo subterráneo y tubérculo; D. Tubérculo.....	5
3. Rizomas, tubérculos e inflorescencias de chufle.....	6
4. inflorescencia de chufle	8
5. Hojas de chufle y alimentos (tamales) envueltos con la hoja	8
6. Dimensiones de la unidad experimental, con una distancia de siembra de 1m x 1m.	22
7. Dimensiones de la unidad experimental, con una distancia de siembra de 1m x 0.75m	22
8. Dimensiones de la unidad experimental, con una distancia de siembra de 1m x 0.5m	23
9. Dimensiones de la unidad experimental, con una distancia de siembra de 0.5m x 0.75m	23
10. Dimensiones generales del área experimental.....	24
11. Distribución y aleatorización de tratamientos.....	25
12. Establecimiento de umbráculo.....	26
13. Rendimiento de chufle (inflorescencia/ha), de cada uno de los tratamientos evaluados.	33
14. Días a floración de chufle de cada uno de los tratamientos evaluados.	40
15. Ubicación del experimento en el departamento de San Marcos.	57
16. Aleatorización y rotulación de tratamientos del experimento.	58
17. Inflorescencia de chufle	58
18. Corte del pseudotallo del chufle (cosecha)	59
19. Inflorescencia de chufle cosechada	59

**“EVALUACION DE DENSIDADES DE SIEMBRA Y PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN
EN EL RENDIMIENTO DE CHUFLE (*Calathea allouia* (Aubl) Lindl), EL TUMBADOR,
SAN MARCOS”**

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de cuatro densidades de siembra y tres programas de fertilización, en el rendimiento de chufle (*Calathea allouia* (Aubl) Lindl), en aldea San Jerónimo, El Tumbador, San Marcos. Se estableció un experimento a nivel de campo, en donde se utilizó un diseño de bloques al azar, con un arreglo en parcelas divididas, se evaluó la densidad de siembra (factor A) y los programas de fertilización (factor B). Las variables evaluadas fueron el rendimiento de inflorescencias por hectárea, días a floración y análisis de rentabilidad. Los tratamientos evaluados fueron: 10,000 plantas/ha, 13,333 plantas/ha y 20,000 plantas/ha, con tres programas de fertilización. Tomando en cuenta el análisis de varianza, así como el análisis de rentabilidad, se pudo determinar que el mejor tratamiento, con respecto a la variable rendimiento, es el de 1m x 0.5m , sin aplicación de fertilizante con un rendimiento promedio de 33,611 chufles por hectárea. Con respecto a la variable días a floración, estadísticamente, todos los tratamientos produjeron los mismos resultados, ya que no existió diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, con un promedio de 192 días a floración. Tomando en cuenta el análisis estadístico, así como el análisis de rentabilidad realizado, el mejor resultado se obtuvo cuando no se llevó a cabo ninguna aplicación de fertilizante, con el cual se obtuvo un rendimiento promedio de 25,625 chufles por hectárea. Por lo que se concluye que el mejor tratamiento, con respecto a la variable rendimiento de chufle, es el que corresponde a una densidad de siembra de 20,000 plantas por hectárea, sin aplicación de fertilizante. En las condiciones de El Tumbador, San Marcos.

**“EVALUATION OF PLANTING DENSITIES AND FERTILIZATION PROGRAMS IN THE
OUTPUT OF *CHUFLE* [LEREN] (*Calathea allouia* (Aubl) Lindl), IN *EL TUMBADOR*,
SAN MARCOS”**

SUMMARY

The purpose of the present investigation was to evaluate the effect of four planting densities and three fertilization programs on the output of *chufle* (*Calathea allouia* (Aubl) Lindl) in the village of *San Jerónimo, El Tumbador*, department [political division] of San Marcos, Guatemala. An experiment was carried out on the field using a randomized block design with split plots. The planting density was evaluated (Factor A) as well as the fertilization programs (Factor B). The variables taken into consideration were the output of inflorescence per hectare, the flowering period, and a profitability analysis. The following treatments were evaluated: 10 000 plants/hectare, 13 333 plants/hectare, and 20 000 plants/hectare, with three fertilization programs. Having considered the variance analysis, as well as the profitability analysis, it was determined that the best treatment -as far as profitability- was the 1m by 0.5m block without fertilizer, with an output of 33 611 *chufles* by hectare. Regarding the flowering period variable, statistically, all treatments produced the same results; there was no significant difference between the evaluated treatments. The average was a 192-day flowering period. Considering the statistical and profitability analyses, the best result was obtained when no fertilizer was applied, which produced an output of 25 625 *chufles* per hectare in average. The conclusion derived from the experiment is that the best treatment -in respect to the output variable- corresponds to a planting density of 20 000 plants per hectare and no usage of fertilizer, under the conditions of *El Tumbador*, San Marcos.

I. INTRODUCCION

El Chufle (*Calathea allouia*) Aubl., es una planta herbácea de hasta 1.5 m de altura que se reproduce por rizomas, por lo que se considera como una planta perenne, iniciando su crecimiento vegetativo al inicio de cada período de lluvia. Es un cultivo étnico el cual crece de forma silvestre, a las orillas de ríos, riachuelos, bajo sombra etc. (Alvarado y España, 2008).

La parte comestible de la planta, en Guatemala es su inflorescencia, la cual se puede consumir en cremas, con carne, en sopas, y con papas. Siendo un cultivo de gran importancia por la cantidad de proteína, calcio y vitamina C. que posee, por lo que se considera un alimento sano para el ser humano, por lo cual en Guatemala se está implementando para autoconsumo y venta de excedentes. Esta planta se puede encontrar desde 65 a 776 msnm (Alvarado y España, 2008).

La información actual sobre el cultivo de chufle es muy escasa y está relacionada principalmente con la producción de tubérculos, que es la parte de la planta que se consume en Sudamérica. Sin embargo, en Guatemala la parte comestible es la inflorescencia de la planta, existiendo muy poca información relacionada con la producción de inflorescencia.

Esta investigación tiene como objetivo general, evaluar el efecto en el rendimiento de inflorescencia de chufle, bajo cuatro densidades de siembra y tres programas de fertilización.

Se estableció un experimento a nivel de campo, utilizando un diseño de bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas, en donde se evaluaron 12 tratamientos, tomando en cuenta la combinación entre las densidades de siembra y programas de fertilización.

Por medio de la presente investigación se pudo determinar que el mejor tratamiento, para la producción de chufle, corresponde a una distancia de siembra de 1m x 0.5m, sin aplicación de fertilizante, con lo cual se obtuvo un rendimiento de 33,611 chufles por hectárea. Así también, todos los tratamientos evaluados produjeron los mismos días a floración.

II. MARCO TEORICO

2.1. GENERALIDADES DEL CHUFLE

El chufle (*Calathea allouia*) es una especie conocida y cultivada desde hace mucho tiempo por los pueblos indígenas de América tropical. Sufre de la pérdida de variabilidad genética en razón del creciente abandono de su cultivo. En Sudamérica hasta el final de la década de los cincuenta, era una hortaliza cultivada en pequeña escala por los agricultores tradicionales en sus huertos, y las raíces tuberosas eran consumidas cocidas acompañadas con café. Actualmente, en las comunidades más alejadas de las ciudades, es raro encontrar un agricultor que todavía mantenga chufle en su huerto. Las poblaciones indígenas, por razones culturales, son las que siguen cultivando la especie. (Noda, H.; Bueno, C.R. & Silva Filho, D.F., 1994)

Distribuido por todo el mundo, el chufle ha sido bien aceptado, pero no ha llegado a ser un cultivo importante en ningún lugar. En la Amazonia brasileña, el creciente abandono parece haber sido provocado por dos factores principales: su ciclo vegetativo muy largo (10-12 meses para producción); y su sustitución en la dieta de los pequeños productores rurales por otros tipos de alimentos (camote, ñame o por productos industrializados como el pan y los bizcochos de trigo). Incluso en su región de origen donde su cultivo es milenario, el chufle se utiliza en la actualidad solamente en una agricultura de supervivencia practicada por agricultores tradicionales y por las poblaciones indígenas.

Las condiciones climáticas que prevalecen en los trópicos húmedos temperatura y humedad relativa elevadas durante todo el año son, en términos generales, desfavorables para el cultivo de hortalizas de clima templado o subtropical y, al mismo tiempo, favorecen el desarrollo de plagas y microorganismos Fitopatógenos. Es en este contexto que conviene evaluar la potencialidad de las especies poco conocidas. En las plantaciones en Manaus, Brasil, durante los últimos quince años, no se han constatado ataques de plagas o presencia de enfermedades que hayan causado daños significativos al chufle.

El estudio de los sistemas agrosilvícolas se ha intensificado en los últimos años. Estos sistemas se benefician con las técnicas y especies vegetales utilizadas por los agricultores tradicionales e indígenas. Se cree que constituyen modalidades de manejo de tierras ecológicamente más adecuadas a los trópicos húmedos. El chufle es una hortaliza que durante siglos fue cultivada en huertos, e indicios históricos han permitido conocer el importante papel que desempeñó en los sistemas agrosilvícolas.

La planta de chufle ha sido cultivada por los indígenas y pueblos de la amazonia, como cultivo de subsistencia, teniendo su centro de origen en América Tropical. La planta produce subterráneamente rizomas, los cuales son responsables de la reproducción de la especie y también de las estructuras de reservas, los tubérculos, los cuales pueden ser utilizados en la alimentación humana. También se reporta el uso de tintura de las hojas en la medicina casera.

El follaje de la planta muere, quedando únicamente los rizomas durante la temporada seca, estos rizomas producen brotes hasta que inicia la siguiente temporada de lluvia. La muerte de los brotes de plantas cultivadas, durante la temporada seca, puede ser prevenida mediante la aplicación de riegos constantes. Sin embargo, conforme transcurre el tiempo la planta entera eventualmente muere. La muerte de los brotes es probablemente provocada por el suelo seco. Pero los tubérculos están siempre presentes cerca del final de la temporada de lluvia. Su formación no está relacionada con el estrés hídrico, pero puede estar bajo el control del fotoperiodo. (Kennedy, 1978)

2.2. CLASIFICACION BOTANICA DEL CHUFLE

La clasificación botánica del chufle es la siguiente (Cronquist, A., 1980)

Reino:	Plantae
Subreino:	Embryobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Zingiberidae
Orden:	Zingiberales
Familia:	Marantaceae
Género:	Calathea
Especie:	(<i>Calathea allouia</i> (Aubl.) Lindl.)

La especie (*Calathea allouia*) forma parte de la familia Marantaceae, que es la segunda familia más grande en el orden Zingiberales, con 30 géneros y 500 especies. Muchos miembros de la familia Marantaceae son cultivados como plantas de maceta otras en huertos familiares. (FHIA, 1995)

El género contiene más de 100 especies especialmente en América Tropical y África. La especie más importante desde el punto de vista agrícola es *Calathea allouia*, de origen americano y que aún se cultiva algo bajo condiciones de clima caliente y húmedo en Venezuela y el Caribe (Montaldo, 1972).



Figura 1. Planta de chufle (*Calathea allouia*)

Fuente: Potomitan (2012)

2.3. DESCRIPCION BOTANICA

El chufle es una planta que forma macollas de hasta 1.5 m de alto, con la parte subterránea perenne constituida por un rizoma ramificado del que brotan pseudotallos aéreos y cortos, con follaje denso, que se seca al final del periodo lluvioso.

Los nuevos pseudotallos aparecen de nuevo al inicio de la estación lluviosa. La base de las hojas es envolvente y forma pseudotallos cortos, los peciolo son largos y acanalados. La lámina oblongo y asimétrica, con la lígula sólida y fuerte, mide de 20 a 60 cm de largo por 5 a 20 cm de ancho. Los tallos floríferos tienen un hoja basal y miden de 10 a 30 cm de largo. La inflorescencia es una espiga de 5 a 10 cm de largo, con las flores insertadas en espiral (figura 2). Las brácteas de la inflorescencia son de color verde y miden aproximadamente 2 cm de largo. El cáliz está formado de dos sépalos lanceolados; la corola amarilla o blanca, de tres tépalos unidos en la base. (Leon, 1987)

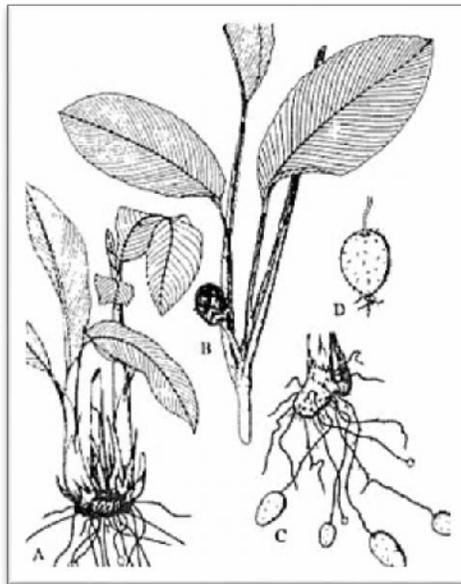


Figura 2. *Calathea allouia*. A. Base de la planta; B. Inflorescencia. C. Tallo subterráneo y tubérculo; D. Tubérculo.

Fuente: León, J. (1987)

El chufle produce racimos de tubérculos redondos u ovoides que pueden medir de 1 a 6 cm de largo por 0.5 a 3 cm. de ancho, de color blanco o marrón claro, están cubiertos por una cáscara dura, amarilla y brillante, con protuberancias espinosas. Debajo de la cáscara se encuentra la pulpa de color blanco o amarillo, que está formada por el tejido parenquimatoso que contiene almidón, que posee un agradable sabor a nuez, encontrándose el centro generalmente vacío. Esta planta es común en Colombia y se

creo que es nativa de partes del norte de Sudamérica y algunas islas del Caribe. (Siamazonia, 2012; Thomson, 2003)

La planta se reproduce por rizomas, de cuyos nudos inferiores salen muchas raíces fibrosas, duras y retorcidas, al final de las cuales se forman raíces tuberosas (tubérculos) elipsoidales a ovoides que constituyen la parte comestible en los países del Sur de América (figura 3). (Siamazonia, 2012)

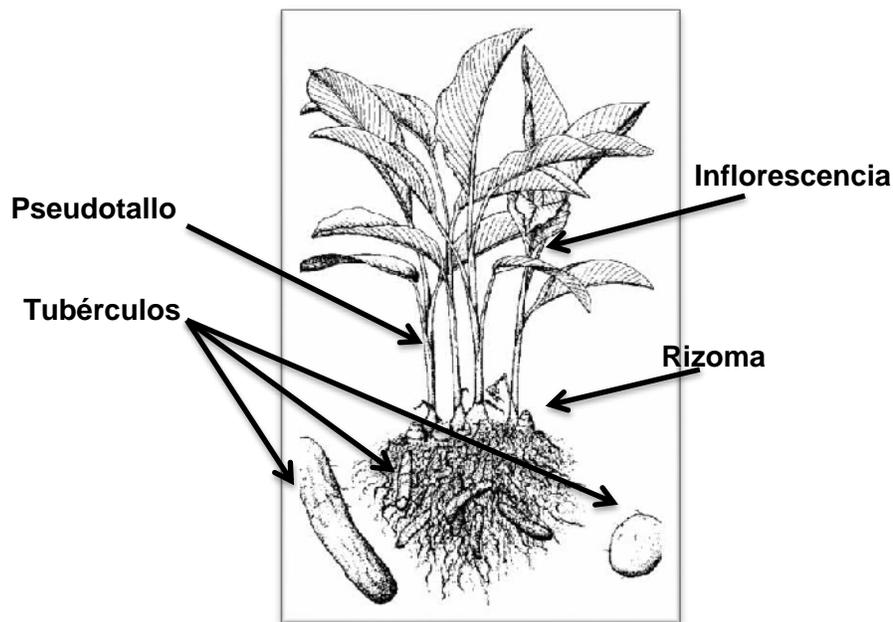


Figura 3. Rizomas, tubérculos e inflorescencias de chufle.

Fuente: Noda, et al. (1994)

2.4. ORIGEN DEL CHUFLE

El chufle es una hortaliza que durante siglos fue cultivada en huertos, e indicios históricos han permitido conocer el importante papel que desempeñó en los sistemas agrosilvícolas de los trópicos húmedos, constituyendo parte de la dieta alimenticia. (Noda, H.; Bueno, C.R. & Silva Filho, D.F., 1994)

Se distribuye geográficamente por Puerto Rico, las Antillas y países localizados al norte de América del Sur (Guyanas, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Brasil).

De donde se supone que sea originario. Se conocen registros de la introducción del chufle en la India, Sri Lanka, Malasia, Indonesia y Filipinas.

2.5. ECOLOGÍA Y ADAPTACIÓN

Respecto a la ecología, el chufle es originario de zonas con alta temperatura y humedad relativa durante todo el año. Requiere suelos de textura media, con buen drenaje y buen suministro de agua. Los suelos arcillosos limitan el desarrollo de las raíces y en los suelos arenosos, o cuando hay períodos secos, el crecimiento es deficiente. La sombra favorece el desarrollo en suelos de baja fertilidad y en plantaciones de baja densidad, pero rinde más cultivado a pleno sol, con altas densidades y buen abonamiento. (De Melo & Voto, 1996)

En Guatemala el chufle se puede encontrar en bosques húmedos, mojados o mixtos. En alturas de 1400 m sobre el nivel del mar o menos, más frecuentemente en elevaciones bajas, en los departamentos de Izabal, Zacapa, Santa Rosa, Escuintla, Sacatepéquez, Suchitepéquez y Huehuetenango. (Stanley & Steyermark, 1952)

2.6. FORMAS DE UTILIZACION DEL CHUFLE

Las raíces tuberosas del chufle se consumen cocidas y su textura se mantiene crujiente incluso después de largo tiempo de cocinado, característica que lo hace muy apetecible. Su cocimiento en agua demora de 15 a 20 minutos y su sabor se parece al del maíz verde cocido. Además de su consumo de forma aislada, el chufle puede ser un componente de ensaladas, mayonesa y otros platos confeccionados a base de pescado.

Para el consumo de chufle en Guatemala, las flores jóvenes tiernas son cocinadas y comidas comúnmente en Guatemala, así como en otras partes de América Central. Estas flores son vistas frecuentemente en los mercados de las tierras bajas. Se ha reportado que en las Indias Orientales los tubérculos nacidos de las raíces son cocinadas y comidas, pero no se tienen datos relacionados con este tipo de consumo en Centro América (Figura 4). (Stanley & Steyermark, 1952)



Figura 4. Inflorescencia de chufle

Fuente: Green, D. (2012)

Cerca del departamento de Cobán y otros lugares, las hojas son muy utilizadas para envolver tamales y otros alimentos. Las nervaduras de las hojas dejan su impresión en los “tamalitos” y su patrón es muy admirado. La hoja permanece suave y flexible, a diferencia de otras especies, y no tiene sabor desagradable (figura 5).



Figura 5. Hojas de chufle y alimentos (tamales) envueltos con la hoja

Fuente: www.viajeporguatemala.com (2012)

En algunas localidades de la boca costa del pacífico de Guatemala, el cultivo de estas y otras Calatheas por sus hojas, es una práctica agrícola secundaria solo en cultivo de maíz.

En la región Suroccidental de Guatemala, las inflorescencias de Chufle se consumen generalmente, como alimento, la mayoría de las veces son cocinadas en forma combinada con algún otro alimento (frijoles, recados, en caldo, etc.). (Alvarado & España, 2008)

En América del Sur en la medicina tradicional, la tintura de las hojas se utiliza para el tratamiento de la cistitis (inflamación de la vejiga urinaria) y como diurético. (Noda, H.; Bueno, C.R. & Silva Filho, D.F., 1994)

Existen variedad de recetas con chufles, en sopa con otros vegetales como papa, güicoyes, loroco, en guisos con carne, con crema como guarnición, preparados con huevo y chufle en pepita. Al momento de comprarlo, la inflorescencia deberá estar protegida por su vaina de origen, la que será tierna y cerrada sin presentar signos de apertura. (Morales, E., 2011)

2.7. 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. El rizoma es una estructura de tallo especializada, en la cual es eje principal de la planta crece horizontalmente, justo abajo o sobre la superficie del suelo. (FHIA, 1995)

La reproducción del chufle se realiza por rizomas, de cuyos nudos inferiores salen muchas raíces fibrosas, duras y retorcidas, al final de las cuales se forman raíces tuberosas (tubérculos) elipsoidales a ovoides. (Siamazonia, 2012)

2.8. CONTENIDO NUTRICIONAL DEL CHUFLE

Tanto la inflorescencia con los tubérculos de chufle, contienen proteínas, carbohidratos, calcio, fósforo, hierro, vitamina B y vitamina C, entre otros. En el cuadro siguiente se presenta el contenido nutricional de la inflorescencia y del tubérculo de chufle.

Cuadro 1. Valor nutritivo de 100 g de inflorescencia y tubérculo de chufle (*Calathea allouia*.)

Componente	Inflorescencia	Tubérculo
Agua	92.30 %	88.0 g
Energía	22.00 Kcal.	40.0 Kcal.
Proteína	1.80 g	0.5 g
Grasa	0.20 g	0.8 g
Carbohidratos	4.40 g	9.0 g
Ceniza	1.30 g	0.8 g
Calcio	20.00 mg	15.00 mg
Fósforo	49.00 mg	34.00 mg
Hierro	1.00 mg	3.10 mg
Tiamina	0.04 mg	0.04 mg
Riboflavina	0.10 mg	0.03 mg
Niacina	0.70 mg	0.04 mg
Vitamina C	7.00 mg	4.00 mg

Fuente: INCAP. (2006)

Como se observa en el cuadro anterior, el contenido de proteína, grasa, ceniza, calcio, fósforo, hierro y vitaminas, es mayor en la inflorescencia de chufle, comparado con el contenido nutricional del tubérculo.

2.9. MANEJO AGRONÓMICO

2.9.1. Densidad de Siembra

La densidad de siembra está entre 0.4 y 0.5 m entre plantas con 0.8 y 1.0 m entre líneas, equivalentes a una densidad de siembra de 20,000 a 31,250 plantas por hectárea. Las plantaciones con mayor densidad deben hacerse en suelos con mayor fertilidad o donde se realizará un adecuado plan de abonamiento. (siamazonia. 2012). Se están adoptando densidades de siembra de 20,000 plantas por hectáreas (1 m x 0.50 m). Las observaciones demuestran que plantaciones más densas son las más recomendables. (Noda, H.; Bueno, C.R. & Silva Filho, D.F., 1994).

2.9.2. Fertilización

La mayoría de plantas que pertenecen al orden de las Zingiberales son altamente susceptibles a la deficiencia de potasio. El suelo apropiado para el cultivo del chufle

parece ser el franco-arcilloso, que retiene los nutrientes y permite un buen drenaje, siendo también necesaria la adición de materia orgánica. Una práctica usual para la fertilización de Alpinias (*Alpinia* spp.), que pertenece al mismo orden que el chufle, Zingiberales, es la aplicación 15 g de Nitrogeno/planta/mes; y de 15 g de fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) en los meses de lluvia (FHIA, 1995).

En un estudio de variabilidad del chufle se aplicaron a los 15 días después de la siembra de rizomas, 10 g por planta de triple 15 (15-15-15) incorporados al suelo. 60 días después de la primera aplicación, 15 g por planta de urea. 90 días después de la segunda aplicación 25 g por planta de 15-15-15. Finalmente 60 días después de la anterior 25 g por planta de 15-15-15. Con lo cual obtuvieron rendimientos promedios de 135,000 inflorescencias/ha. (Alvarado & España, 2008)

Para la producción de flores tropicales, que pertenecen a la misma familia que el chufle, en la resiembra debe colocarse una fuente de fósforo de liberación lenta pues este elemento se necesita en cantidades importantes al inicio del cultivo. Después durante el período vegetativo el consumo de nitrógeno caracteriza el crecimiento de las plantas por lo cual periódicamente este elemento debe ser suministrado. Luego al inicio del período reproductivo cuando se inducen los primeros primordios florales la necesidad de potasio se hace manifiesta y hay que suplementarla para conseguir una buena y abundante floración. En general la proporción de fertilización recomendada es de 3.0, 0.5, 2.0 en NPK. (USAID, 2007)

2.9.3. Control De Malezas

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. (FHIA. 1995)

2.9.4. Plagas

La especie es tolerante al nematodo del nudo *Meloidogyne incognita*, puesto que tiene

secreciones radiculares que perjudican la eclosión, penetración y reproducción del nematodo. Esporádicamente se observa ataque de larvas de coleópteros y lepidópteros en los tubérculos y de ácaros en las hojas (Siamazonia, 2012).

2.9.5. Enfermedades

Las especies del genero Calathea son susceptibles al ataque de enfermedades, no solamente porque sus pétalos son frágiles, sino porque también las soluciones de azúcar secretadas por los nectarios son una excelente fuente de nutrientes para los patógenos. Un organismo común responsable del moho gris es (*Botrytis cinérea*), el cual puede germinar en condiciones de poca humedad ambiental. (FHIA, 1995)

2.9.6. Tecnología de cosecha y pos cosecha:

Las inflorescencias son cosechadas en forma manual, normalmente la floración en la región Suroccidental de Guatemala se lleva a cabo en los meses de agosto y septiembre. (Alvarado & España, 2008)

2.10. ANTECEDENTES

En la región Suroccidental de Guatemala, el chufle se encuentra creciendo en pequeñas parcelas (huertos caseros) o en forma completamente silvestre, principalmente bajo la sombra de áreas cultivadas con hule (*Hevea brasiliensis*). El manejo de esta planta en los huertos caseros es de forma empírica, en algunos casos se limita únicamente a la aplicación de riego cuando es necesario y el corte de sus inflorescencias, las cuales sirven de autoconsumo, vendiendo el excedente en los mercados cantonales y municipales. (Alvarado y España, 2008)

Las densidades de siembra utilizadas por los agricultores son: 13,333 (1 x 0.75 m), 20,000 (1 x 0.5 m) y 26,666 (0.75 x 0.5 m) plantas/ha, siendo el primero el más utilizado. La siembra se realiza al inicio de la época lluviosa (en el mes de mayo, realizando la propagación por rizomas), cosechando las inflorescencias en el mes de septiembre. **En general, no existe un manejo técnico de este cultivo, este manejo**

se limita en la mayoría de los casos a la aplicación de riego (Alvarado y España, 2008)

El chufle requiere suelos de textura mediana, los muy arcillosos perjudican el desarrollo de las raíces tuberosas, y en los arenosos su crecimiento es deficiente. La sombra favorece el crecimiento de las plantas, aunque se puede producir a pleno Sol, cuando la humedad, nutrientes y drenaje del suelo no son factores limitantes (Noda, H, et. al. 1994). La cosecha de la inflorescencia de chufle inicia aproximadamente a los 170 días después de la siembra (Alvarado & España, 2008)

Las inflorescencias jóvenes ó tiernas son consumidas comúnmente en Guatemala, así como en otras partes de América Central. Estas flores son vistas frecuentemente en los mercados de las tierras bajas. Se ha reportado que en las Indias Orientales los tubérculos nacidos de las raíces son cocinadas y comidas, pero no se tienen datos relacionados con este tipo de consumo en Centro América. (Alvarado y España, 2008)

En la actualidad el consumo de esta inflorescencia está disminuyendo, debido al cambio en las costumbres alimenticias de los habitantes, y además, las áreas donde crece naturalmente se está perdiendo debido al avance de la frontera agrícola y al crecimiento desmedido de la población, por lo que en la actualidad estas plantas se encuentran conservadas in situ en los huertos de los agricultores de la región.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En Guatemala, existen algunas especies tales como el chufle (*Calathea allouia*), que no han sido explotadas adecuadamente, a pesar de haber zonas potenciales en nuestro país para su cultivo. Esta planta se puede observar creciendo en forma silvestre, particularmente en la región suroccidental de Guatemala, bajo plantaciones de hule (*Hevea brasiliensis*) y en otros lugares donde existen condiciones adecuadas para su desarrollo, principalmente donde existe suficiente humedad y sombra.

El problema de estos cultivares es que no se cuenta la información técnica necesaria para su adecuado cultivo, principalmente información relacionada con fertilización y densidad de siembra. Estos cultivares constituyen una importante fuente de alimentación de los pobladores de la región, que debido a la recolección indiscriminada a la cual son sometidos y a otros factores como el avance de la frontera agrícola, se están perdiendo, por lo que es necesario promoverlos en la comunidad como un cultivo alternativo, para lo cual y mediante el uso de una adecuada tecnología podría garantizar las mejores producciones y la disponibilidad de este alimento, contribuyendo de esta manera al desarrollo socio-económico de los habitantes de la región.

De acuerdo a la anterior, se plantea evaluar:

La distancia de siembra más adecuada para el cultivo de chufle, por medio de la cual se obtengan los mayores rendimientos, así como los menores días a floración. Y el programa de fertilización que produzca los mayores rendimientos del cultivo. Con lo cual se generará información técnica necesaria para el cultivo de chufle.

3.2. JUSTIFICACION DEL TRABAJO

Tomando en cuenta que el chufle (*Calathea allouia*) es un producto alimenticio de origen nacional, que además puede adaptarse en áreas donde no hay condiciones adecuadas, es un reto para la agricultura ya que en Guatemala solamente se produce en forma silvestre donde hay microclimas como en orillas de lagos, ríos, riachuelos y en lugares donde exista mucha humedad bajo sombra. Es un cultivo de temporada la cual empieza su producción en los meses de julio a noviembre y lo que se produce sirve para el consumo familiar y el excedente se vende en los mercados locales del suroccidente de Guatemala

A pesar de que este cultivo tiene zonas marcadas para su producción no es muy conocido, debido a la falta de estudios agronómicos que indiquen el manejo adecuado del chufle, por lo tanto la generación de información técnica del manejo del cultivo ayudaría a la implementación del mismo, con lo cual se beneficia al menos a 4,500 familias en el municipio del El Tumbador, San Marcos, que en su mayoría son de bajos recursos y además ayudaría a la diversificación de cultivos del lugar, pues en la actualidad, se tiene como principales fuentes de ingresos el maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), ajonjolí (*Sesamun indicum*), entre otros.

Aun siendo el chufle (*C. allouia*) Aubl. un cultivo que sirve como fuente de alimento y de ingresos económico, ha sido escasamente investigado, la información existente está más relacionada con la producción de tubérculos, que con la producción de inflorescencia de chufle, que es la forma en la que se consume en Guatemala. El mantenimiento de los recursos genéticos es efectuado prácticamente in situ por los agricultores tradicionales y por las poblaciones indígenas de la región, estando en la actualidad limitado a ser un cultivo de huerto familiar; sin embargo, se cree que el potencial de consumo es alto, constituyéndose en una excelente fuente de carbohidratos y proteínas, lo cual es básico en la dieta alimenticia.

Mediante esta investigación se determinó la mejor densidad de siembra y el mejor programa de fertilización, por medio de los cuales se puedan dar los mayores rendimientos del cultivo de chufle, beneficiando de esta manera a los agricultores de la región, ya que de esta forma se les podrá presentar una alternativa más de producción, mediante la cual pueden obtener ingresos económicos.

IV. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

- Evaluar el efecto de cuatro densidades de siembra y tres programas de fertilización, en el rendimiento del cultivo de chufle (*Calathea allouia*) Aubl Lindl, en aldea San Jerónimo, El Tumbador, San Marcos.

4.2. ESPECIFICOS

- Determinar el efecto de densidad de siembra y programa de fertilización en la variable rendimiento del cultivo de chufle.
- Establecer si existe un efecto de densidad de siembra y programa de fertilización en la variable días a floración del cultivo de chufle
- Calcular la rentabilidad (Análisis de dominancia, tasa de retorno marginal, tasa mínima de retorno y análisis de residuo) del cultivo de chufle, bajo distintas densidades de siembra y programas de fertilización.

V. HIPOTESIS

- Al menos una de las cuatro densidades de siembra evaluados, producirán el mayor efecto en el rendimiento y días a floración del cultivo de chufle.
- Al menos uno de los tres programas de fertilización evaluados, producirán el mayor efecto en el rendimiento y los días a floración del cultivo de chufle.
- Al menos una interacción producirá el mayor efecto en el rendimiento y los días a floración del cultivo de chufle.

VI. METODOLOGIA

6.1. LOCALIZACION

El área donde se llevó a cabo el estudio se ubicó en Aldea San Jerónimo del Municipio de El Tumbador Departamento de San Marcos ubicada en el kilómetro 253 carretera que conduce de El municipio de Pajapita a Aldea San Jerónimo

La aldea se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 525 m, con una temperatura que oscila entre los 18 a 30 °C. Por lo que su clima se considera cálido. Una precipitación pluvial de 3,500mm. anuales, con una humedad relativa del 80%, con una evapotranspiración de 1,500mm anuales.

6.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

El material experimental utilizado, se obtuvo del banco de germoplasma que se encuentra en la granja experimental Zahorí, que se ubica en Cuyotenango, Suchitepéquez y que pertenece a la Carrera de Agronomía Tropical, del Centro Universitario de Suroccidente. Este material corresponde a la especie (*Calathea allouia*) Aubl Lindl

6.3. FACTORES A ESTUDIAR

En la presente investigación se evaluaron conjuntamente dos factores: Densidad de siembra y programas de fertilización, a continuación se describen cada uno de estos factores.

Factor A: Densidad de siembra

A1 = 10,000 plantas por hectárea (1.0 m x 1.0 m)

A2 = 13,333 plantas por hectárea (1.0 m x 0.75 m)

A3 = 20,000 plantas por hectárea (1.0 m x 0.50 m)

A4 = 26,666 plantas por hectárea (0.75 m x 0.50 m)

La densidad de siembra de 13,333 plantas/ha (1 x 0.75 m), es la más utilizada por los agricultores de la región suroccidental de Guatemala. (Alvarado y España, 2008)

Factor B: Programas de fertilización

B1 = Sin aplicación de fertilizante

B2 = 159 kg/ha de N; 90 Kg/ha de P₂O₅; 90 kg/ha de K₂O kg/ha. Como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Segundo programa de fertilización a evaluar

Dosis	Fertilizante	Época de aplicación
15 kg/ha	N- P ₂ O ₅ - K ₂ O	15 días después de la siembra
69 kg/ha	N	75 días después de la siembra
37.5 kg/ha	N- P ₂ O ₅ - K ₂ O	165 días después de la siembra
37.5 kg/ha	N- P ₂ O ₅ - K ₂ O	225 días después de la siembra

B3 = 228 kg/ha de N; 90 Kg/ha de P₂O₅; 90 kg/ha de K₂O kg/ha. Aplicados de la siguiente forma:

Cuadro 3. Tercer programa de fertilización a evaluar

Dosis	Fertilizante	Época de aplicación
69 kg/ha	N	Un mes después de la siembra
69 kg/ha	N	Dos meses después de la siembra
22.5 kg/ha	N- P ₂ O ₅ - K ₂ O	Cuatro meses después de la siembra
22.5 kg/ha	N- P ₂ O ₅ - K ₂ O	Cinco meses después de la siembra
22.5 kg/ha	N- P ₂ O ₅ - K ₂ O	Seis meses después de la siembra
22.5 kg/ha	N- P ₂ O ₅ - K ₂ O	Siete meses después de la siembra

6.4. DESCRIPCION DEL TRATAMIENTO

Tomando en cuenta los niveles de cada factor, el número total de tratamientos evaluados se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Tratamientos a evaluar en la presente investigación

Tratamiento	Factor A (Dist. de siembra)	Factor B (Programa de fertilización)
T1	1m x 1m (10,000 plantas/ha)	Programa de fertilización B1
T2	1m x 1m (10,000 plantas/ha)	Programa de fertilización B2
T3	1m x 1m (10,000 plantas/ha)	Programa de fertilización B3
T4	1m x 0.75m (13,333 plantas/ha)	Programa de fertilización B1
T5	1m x 0.75m (13,333 plantas/ha)	Programa de fertilización B2
T6	1m x 0.75m (13,333 plantas/ha)	Programa de fertilización B3
T7	1m x 0.5m (20,000 plantas/ha)	Programa de fertilización B1
T8	1m x 0.5m (20,000 plantas/ha)	Programa de fertilización B2
T9	1m x 0.5m (20,000 plantas/ha)	Programa de fertilización B3
T10	0.75m x 0.5m (26,666 plantas/ha)	Programa de fertilización B1
T11	0.75m x 0.5m (26,666 plantas/ha)	Programa de fertilización B2
T12	0.75m x 0.5m (26,666 plantas/ha)	Programa de fertilización B3

Fuente: El autor (2014)

6.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Tomando en cuenta las condiciones del lugar donde se estableció el experimento, así como los factores a evaluar y los niveles de cada uno, se utilizó un diseño en bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas, donde la parcela grande (factor A) estuvo constituida por la “densidad de siembra” y la parcela pequeña (factor B) por los “programas de fertilización”.

6.6. MODELO ESTADÍSTICO

El modelo estadístico del diseño bloques al azar con arreglo en parcelas divididas es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \rho_k + (\alpha\rho)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable respuesta (inflorescencia/ha y días a floración)

μ = Media general

β_j = Efecto del j-ésimo bloque

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A (Densidad de siembra)

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A con el j-ésimo bloque (Error A)

ρ_k = Efecto del k-ésimo nivel del factor B (programas de fertilización)

$(\alpha\rho)_{ik}$ = Efecto debido a la interacción del i-ésimo nivel del factor A con el k-ésimo nivel del factor B

ε_{ijk} = Error experimental asociado a Y_{ijk} (Error B)

6.7. UNIDAD EXPERIMENTAL

Las dimensiones generales de las unidades estuvieron de acuerdo las densidades de siembra evaluadas, como se observan en las figuras siguientes.

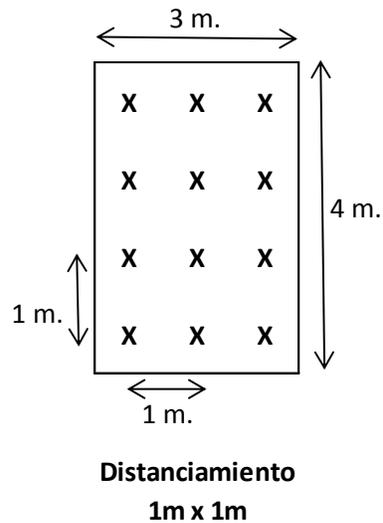


Figura 6. Dimensiones de la unidad experimental, con una distancia de siembra de 1m x 1m.

Fuente: El autor. (2014)

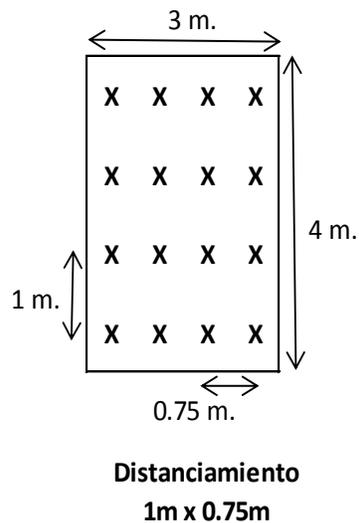


Figura 7. Dimensiones de la unidad experimental, con una distancia de siembra de 1m x 0.75m.

Fuente: El autor. (2014)

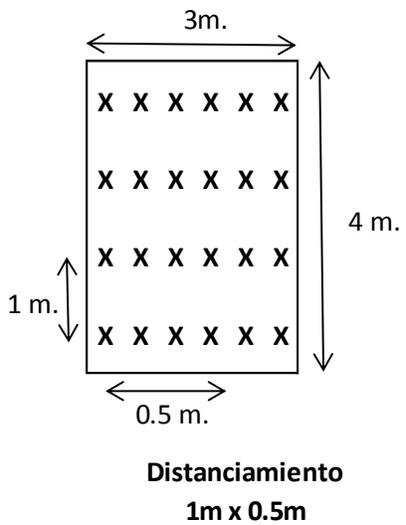


Figura 8. Dimensiones de la unidad experimental, con una distancia de siembra de 1m x 0.5m.

Fuente: El autor. (2014)

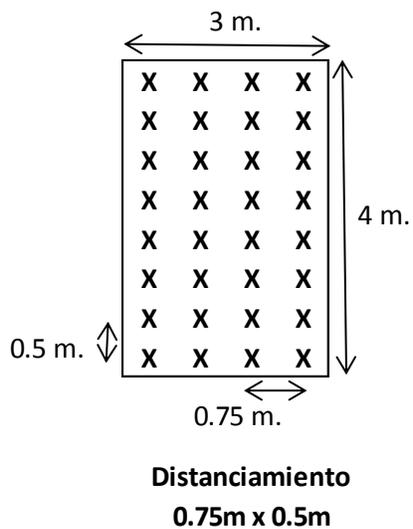


Figura 9. Dimensiones de la unidad experimental, con una distancia de siembra de 0.5m x 0.75m.

Fuente: El autor. (2014)

6.8. CROQUIS DE CAMPO

Tomando en cuenta las dimensiones de las unidades experimentales, y el número de repeticiones (bloques) se determinaron las dimensiones generales del área experimental, como se observa en la figura 10.

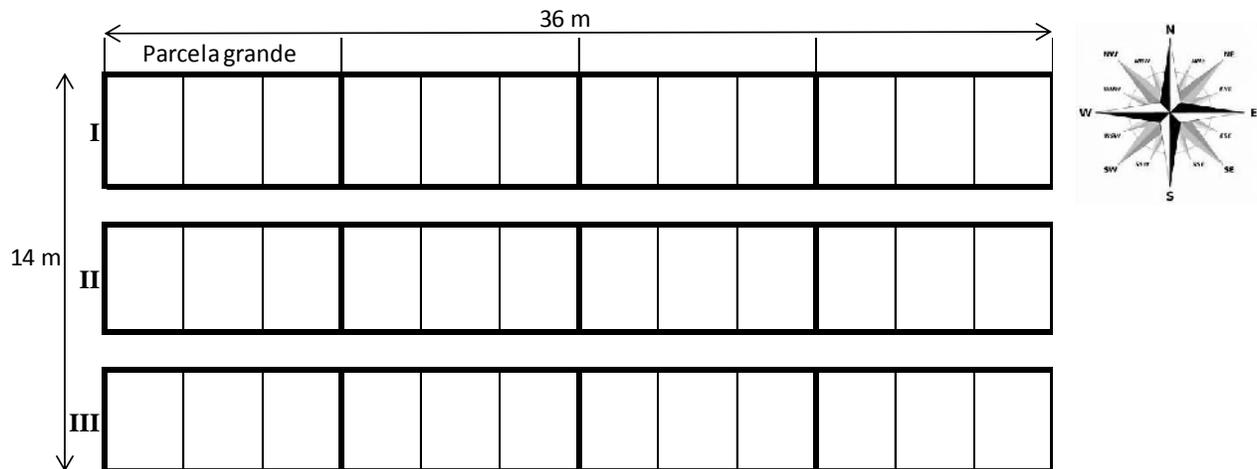


Figura 10. Dimensiones generales del área experimental

Fuente: El autor. (2014)

Como se observa en la figura 10, las dimensiones de cada uno de los bloques fue de 4 m de ancho y 36 m de largo, con un área de 144 m^2 . Entre cada uno de los bloques se dejó una distancia de 1 metro, por lo que las dimensiones generales del área del experimento fueron de 14 m de ancho y 36 m de largo, con un área de 504 m^2 .

Dentro de cada una de las unidades experimentales, se distribuyeron cada uno de los tratamientos a evaluar, lo cual se realizó de forma aleatoria, como se observa en la figura 11.

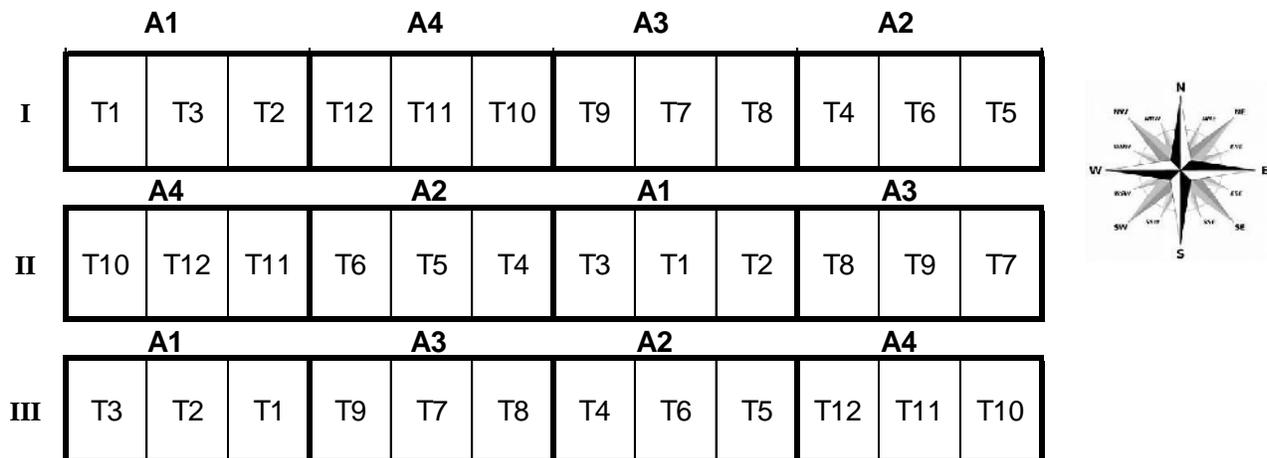


Figura 11. Distribución y aleatorización de tratamientos

Fuente: El autor. (2014)

El trazo o establecimiento de los bloques se realizó de forma perpendicular a la pendiente del terreno. Así también, es importante indicar que se utilizó un arreglo en parcelas divididas, con la finalidad de facilitar el manejo del cultivo, ya que con esta clase de arreglo, aquellos tratamientos con una misma densidad de siembra son agrupados y forman lo que denomina parcela grande, lo cual como se indica anteriormente facilita el establecimiento del experimento y el posterior manejo del cultivo. En la figura 16, de anexo, se puede observar la aleatorización y rotulación del experimento a nivel de campo.

6.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.9.1. Preparación del terreno

Se realizó una limpia manual con machete y luego se realizó una aplicación de herbicida paraquat (Gramoxone), a razón de 125 cc/bomba.

6.9.2. Trazo

Se delimitó el área de trabajo, mediante la colocación de estacas de bambú de 50 cm de largo, tomando en cuenta las dimensiones totales del experimento y de cada bloque. Dentro de cada bloque se trazaron las unidades experimentales, de acuerdo a las dimensiones de cada una.

6.9.3. Umbráculo

Previo a la siembra se llevó a cabo el establecimiento de un umbráculo, para proveer de sombra artificial a las plantas de chufle, con un porcentaje de 60% de sombra. Para ello se utilizaron postes de bambú de 2.5 m de longitud, así como alambre galvanizado calibre 16. Además, para proteger el Sarán, de daños mecánicos que pudieran causar los postes de bambú, se colocaron en el extremo de cada poste, envases de agua desechable de doble litro, cortados por la mitad.

Los postes fueron colocados a una distancia de 2.5 m entre cada uno y en la parte superior de estos se colocaron líneas de alambre galvanizado, que sirvieron para darle soporte al Sarán que fue colocado sobre estos. Además se colocaron líneas de alambre galvanizado desde el extremo superior de cada poste hacia una estaca enterrada en el suelo.



Figura 12. Establecimiento de umbráculo

Fuente: Sosof, J.R. (2003)

6.9.4. Siembra

El ahoyado para la siembra en campo definitivo de chufle, se realizó con la ayuda de una coba y una macana, tomando en cuentas los densidades de siembra a evaluados (Factor A). Seguidamente se realizó la siembra de rizomas, de acuerdo al diseño previamente establecido.

Previo a la siembra, para desinfectar los rizomas, estos fueron sumergidos en una solución de hipoclorito de sodio y agua, en una proporción de 1:9.

6.9.5. Control De Malezas

El control de malezas se realizó en forma manual (con machete y azadón), a cada 20 ó 30 días, dependiendo del desarrollo de las mismas.

6.9.6. Control de plagas y enfermedades

Al momento de la siembra en campo definitivo, se llevó a cabo la aplicación de terbufos (Agrofos12 GR), a razón de 25 gramos por planta, para llevar a cabo el control de insectos del suelo y nematodos.

El control de plagas y enfermedades en el cultivo en general, se realizó de acuerdo a la presencia de las mismas, utilizando para ello la aplicación de productos químicos disponibles en el mercado.

6.9.7. Fertilización

Las fertilizaciones se llevó a cabo incorporando el fertilizante al suelo, de acuerdo a los tratamientos a evaluar (Factor B)

6.9.8. Riego

Durante los primeros meses (marzo y abril) y los últimos meses del cultivo (octubre y noviembre), se llevó a cabo la aplicación de riego, mediante un sistema de riego por aspersión, aplicando una lámina de riego de aproximadamente 10 mm, durante 1.5 horas, dos veces por semana, con la ayuda de una bomba de riego.

6.9.9. Cosecha

La cosecha se inició la segunda semana del mes de agosto, para lo cual el pseudotallo del chufle fue cortado desde la base, a nivel del suelo, con la ayuda de tijeras podadoras y luego de este pseudotallo se cortó únicamente la inflorescencia, que es la parte de la planta que se consume y comercializa. Los restos del pseudotallo fueron eliminados. (Figura 14, 15 y 16 de anexo)

6.10. VARIABLES DE RESPUESTA

Las variables a evaluar en la presente investigación fueron:

6.10.1. Rendimiento de inflorescencia por hectárea

El rendimiento de inflorescencia por hectárea, fue determinado para cada uno de los tratamientos evaluados, tomando en cuenta las inflorescencias obtenidas en la parcela neta (P.N.) de cada unidad experimental, de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento de inflorescencia/ha} = \frac{\text{Número de inflorescencia en la P.N.} \times 10,000 \text{ m}^2/\text{ha}}{\text{Área de P.N. en m}^2}$$

Para determinar el número de inflorescencias en la parcela neta, se tomaron en cuenta aquellas inflorescencias cosechadas (cortadas). Para la cosecha de inflorescencias, se cortó el pseudotallo, desde su base y luego se cortó únicamente la inflorescencia, para lo cual se utilizaron tijeras podadoras.

6.10.2. Días a floración

La segunda variable respuesta, días a floración, se considera importante, tomando en cuenta que en este caso, la parte que se consume de la planta son las inflorescencias de la misma. Esta variable se determinó cuando el 50% de las plantas de la parcela neta tuvieron al menos una inflorescencia. En ese momento se anotaron los días transcurridos desde el momento de la siembra.

6.11. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.11.1. Análisis estadístico

El análisis de cada una de las variables evaluadas, se llevó a cabo por medio de un análisis de varianza (ANDEVA), para un diseño bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas, utilizando para ello el programa estadístico de la Universidad de Nuevo León, México (Olivares Sáenz. 1994).

Debido a que las variables número de inflorescencia por hectárea y número de días a cosecha, son de tipo discreto, previo a realizar el ANDEVA, los datos de campo obtenidos de estas variables, fueron transformados mediante la fórmula $\sqrt{x + 0.5}$, con la finalidad que estos tengan una distribución normal.

Los datos de campo de cada una de las variables, fueron tabulados en hojas electrónicas del programa Microsoft Excel, tomando en cuenta los tratamientos y repeticiones, seguidamente, estos datos fueron copiados y pegados en un archivo de datos (*.dat) por medio del cual el programa estadístico realizó el análisis.

En aquellos casos donde existió significancia entre los factores evaluados y/o la interacción, se llevó a cabo una prueba de medias de Tukey, por medio de la cual se determinarán los mejores niveles de cada factor evaluado.

6.11.2. Análisis económico

De acuerdo a Reyes Hernández (2001), la metodología es la siguiente:

6.11.2.1. Identificación de los rubros de costos relevante

Esto no es más que identificar las fuentes de costos que varían.

6.11.2.2. Estimación de los precios de campo de los insumos relevantes

Es el precio del insumo puesto en el terreno donde se utilizó.

6.11.2.3. Estimación de los costos que varían

Esto se logra multiplicando los precios de los insumos relevantes por sus niveles de uso en cada tratamiento y luego sumando un total.

6.11.2.4. Estimación de los precios de campo del producto

El precio del producto a nivel de campo es aquel al cual el agricultor podría vender su producción antes de cosecharla. Esto se conoce como venta de la producción en pie.

6.11.2.5. Estimación de los rendimientos ajustados

Los rendimientos experimentales se ven influidos por varios factores que los hacen mucho más altos que los obtenidos por los agricultores, por lo que se recomienda reducir los rendimientos experimentales en un porcentaje que va del 5 al 30%, para poder acercarse a los obtenibles por los agricultores. En este paso no se debe olvidar representar con la misma media a aquellos tratamientos que no registren diferencias significativas entre sus medias de rendimiento. La ausencia de significancia autoriza emplear el mismo promedio en estos tratamientos, pues la no significancia de las diferencias entre las medias de estos tratamientos indica que son nulas (cero), en otras palabras, indica que estos tratamientos tienen el mismo promedio. Estos rendimientos pueden denominarse “rendimientos experimentales corregidos”.

6.11.2.6. Estimación de los beneficios brutos de campo

Como beneficio bruto de campo se conoce el valor bruto de producción, el cual se calcula multiplicando el precio de campo del producto por el rendimiento ajustado.

6.11.2.7. Estimación de los beneficios netos de campo

Estos se obtienen de sustraer de los beneficios brutos de campo, los costos que varían.

6.11.2.8. Realización del análisis de dominancia

Se utiliza para seleccionar los tratamientos que en términos de ganancias ofrecen la posibilidad de ser escogidos para recomendarse a los agricultores. Un tratamiento es dominado cuando como resultado de un incremento en los costos, su empleo no conduce a un incremento en los beneficios netos. Es dominado porque al menos existe un tratamiento de menor o igual costo que genera mayores beneficios. Para realizar este análisis, se deben organizarlos tratamientos de acuerdo con un orden creciente de los costos que varían, y luego comparar 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.

6.11.2.9. **Cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM)**

Con los tratamientos no dominados, siempre organizados de menor a mayor de acuerdo con sus costos que varían, se obtienen los incrementos de costos y beneficios netos que resultan al cambiar de tratamiento. Luego, al dividir, el incremento de beneficios con su respectivo incremento de costos, se obtiene la tasa de retorno marginal.

6.11.2.10. **Cálculo de la tasa mínima de retorno (TAMIR)**

Como tasa mínima de retorno se conoce a la tasa que representa al costo del capital de trabajo que se usa para financiar el tipo de práctica que se evalúa en el experimento. Esta tasa resulta del retorno mínimo que se obtendría en otro cultivo alternativo y del costo del capital en el mercado financiero donde opera el agricultor.

6.11.2.11. **Determinación del tratamiento más rentable**

Esta actividad se realiza comparando la TRM con la TAMIR. En la serie de tratamientos no dominados, el más rentable es el último para el cual se cumple el siguiente criterio

$$TRM \geq TAMIR$$

6.11.2.12. **Análisis de residuos**

Se conoce como residuos, al remanente que queda del beneficio neto después de sustraer el costo de oportunidad del capital de trabajo (costo variable) empleado para financiar las prácticas evaluadas en el experimento. Como regla general, el tratamiento más rentable identificado con la TRM y la TAMIR, acusa los mayores residuos.

$$RES = BN - [(TAMIR/100) * CV]$$

VII. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1. Rendimiento de chufle (*Calathea allouia*) Aubl Lindl

A continuación se presentan los resultados obtenidos en relación al rendimiento de chufle (*Calathea allouia*) Aubl Lindl, en cada uno de los tratamientos evaluados en la presente investigación.

Cuadro 5. Rendimiento (inflorescencia/ha) de chufle (*Calathea allouia*) Aubl en cada uno de los tratamientos evaluados

TRAT	FAC A	FAC B	R1	R2	R3	MEDIA
T1	A1	B1	10,833	16,667	15,000	14,167
T2	A1	B2	20,833	32,500	12,500	21,944
T3	A1	B3	27,500	29,167	15,833	24,167
T4	A2	B1	24,167	28,333	15,833	22,778
T5	A2	B2	15,000	22,500	16,667	18,056
T6	A2	B3	29,167	37,500	24,167	30,278
T7	A3	B1	53,333	32,500	15,000	33,611
T8	A3	B2	53,333	23,333	12,500	29,722
T9	A3	B3	90,833	54,167	27,500	57,500
T10	A4	B1	52,500	21,667	21,667	31,945
T11	A4	B2	61,667	38,333	41,667	47,222
T12	A4	B3	50,000	43,333	35,833	43,055

Fuente: El autor (2014)

Como se observa en el cuadro anterior, el rendimiento de inflorescencias de chufle osciló en un rango de 14,167 a 57,500 inflorescencias por hectáreas. Con una media de 31,204 inflorescencias de chufle por hectárea. El testigo, que corresponde a una distancia de siembra de 1 m x 0.75 m, sin aplicación de fertilizantes, produjo un rendimiento de 22,778 inflorescencias de chufle por hectárea.

En general, los tratamientos con menores distancias de siembra, o sea, mayores densidades, produjeron los mayores rendimientos, así también, aquellos tratamientos con una mayor aplicación de nitrógeno.

En la figura siguiente se puede observar de forma gráfica, los rendimientos obtenidos en cada uno de los tratamientos evaluados.

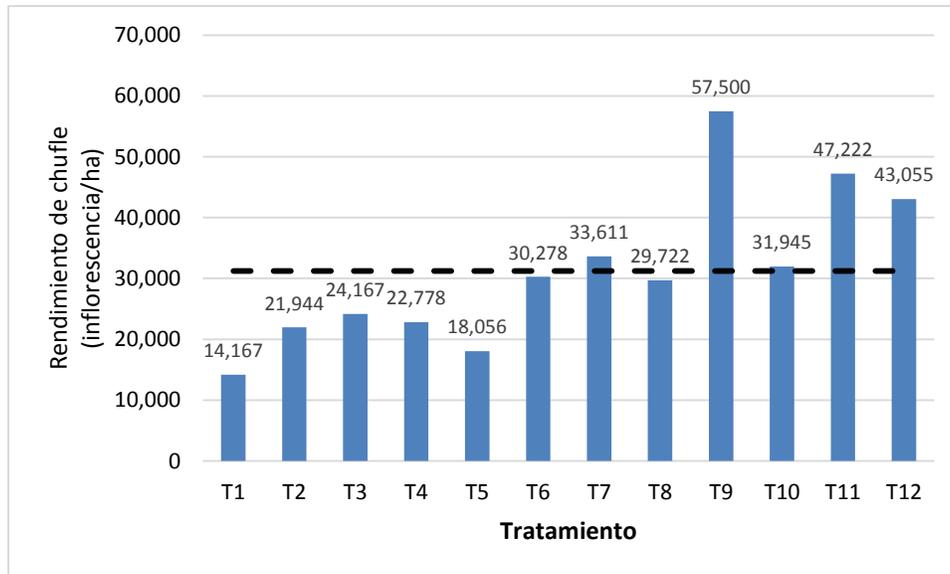


Figura 13. Rendimiento de chufle (inflorescencia/ha), de cada uno de los tratamientos evaluados.

Fuente: El autor (2014)

En la figura anterior, se pueden observar los rendimientos de chufle de los tratamientos evaluados, así como el rendimiento promedio obtenidos, el cual está representado por la línea horizontal punteada. Como se observa en la figura anterior, los tratamientos T7 (20,000 plantas/ha, sin aplicación de fertilizante), T9 (20,000 plantas/ha y 228 kg/ha de N + 90 kg/ha de P_2O_5 y 90 kg/ha de K_2O), T10 (26,666 plantas/ha, sin aplicación de fertilizante), T11 (26,666 plantas/ha y 159 kg/ha de N + 90 kg/ha de P_2O_5 y 90 kg/ha de K_2O) y T12 (26,666 plantas/ha y 228 kg/ha de N + 90 kg/ha de P_2O_5 y 90 kg/ha de K_2O), fueron los que produjeron rendimientos mayores que la media general. El tratamiento T9 (20,000 plantas/ha y 228 kg/ha de N + 90 kg/ha de P_2O_5 y 90 kg/ha de K_2O) produjo los mayores rendimientos, con un valor de 57,500 chufles/ha, mientras que el

tratamiento T1 (10,000 plantas/ha, sin aplicación de fertilizante) produjo el menor rendimiento, con un valor de 14,167 chufles/ha.

Los datos de rendimiento de cada uno de los tratamientos fueron sometidos a un análisis de varianza (andeva) para un diseño bloques completos al azar, con un arreglo en parcelas divididas, previo, a dicho análisis los datos fueron transformados mediante la fórmula $\sqrt{x + 0.5}$. Lo anterior debido a que esta variable es de tipo discreta.

Cuadro 6. Análisis de varianza de la variable rendimiento de inflorescencia de chufle.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	16257.37	8128.68	3.1879	0.114
FACTOR A	3	23293.25	7764.41	3.0450	0.114
ERROR A	6	15299.37	2549.89		
FACTOR B	2	8668.62	4334.31	19.8473	0.000
INTERACCION	6	6506.87	1084.47	4.9660	0.005
ERROR B	16	3494.12	218.38		
TOTAL	35	73519.62			

Fuente: El autor (2014)

En el cuadro anterior, se puede observar, que de acuerdo al andeva de la variable rendimiento de chufle (inflorescencias/ha), el factor A, no produjo diferencia significativa, lo cual indica que los cuatro densidades de siembra evaluados, producen el mismo efecto en el rendimiento, por lo que estadísticamente, estas densidades de siembra producen el mismo rendimiento.

En el caso del factor B, si existe diferencia significativa entre sus niveles evaluados, lo cual indica que al menos uno de los tres programas de fertilización evaluados, produce en efecto diferente en el rendimiento de chufle, en otras palabras, al menos uno de estos programas de fertilización, produce un mejor rendimiento.

Así también, existe interacción entre los niveles de los factores evaluados, lo que indica en este caso que, el mejor programa de fertilización, va a depender de la distancia de siembra utilizada.

El coeficiente de variación fue de 8.65% lo cual indica un adecuado manejo del experimento y la confiabilidad de los datos, debido a que se encuentra dentro de un valor aceptable que es menor de 20%.

Tomando en cuenta que el ANDEVA indica que existe interacción entre los factores evaluados, se lleva a cabo una comparación de medias de Tukey, con una significancia del 5%. Como se observa en los cuadros siguientes.

Cuadro 7. Comparación de medias de Tukey al 5% de significancia, mejor programa de fertilización con una distancia de siembra de **1m x 1m**.

FACTOR B	Media Transf	Media	Significancia
B3	154.1387	24,167	A
B2	145.4615	21,944	A B
B1	118.5597	14,167	B

TUKEY = 31.1416

Fuente: El autor (2014)

Como se observa en el cuadro anterior, los mejores programas de fertilización con una densidad de siembra de 10,000 plantas por hectárea (1m x 1m) son B3 y B2, que corresponden a la aplicación de 228 kg/ha de N; 90 Kg/ha de P₂O₅; 90 kg/ha de K₂O kg/ha, así como a la aplicación de 159 kg/ha de N; 90 Kg/ha de P₂O₅; 90 kg/ha de K₂O kg/ha, respectivamente. Estos programas de fertilización produjeron rendimientos con valores de 24,167 y 21,944 chufles/ha respectivamente, los cuales se consideran estadísticamente iguales.

El testigo (B1), sin aplicación de fertilizante, produjo los menores rendimientos, con un valor de 14,167 chufles/ha, el cual es estadísticamente diferente a los otros dos programas de fertilización aplicados.

En el cuadro siguiente se presenta la prueba de medias de Tukey, la cual se realizó para determinar el mejor programa de fertilización, con una distancia de siembra de 1m x 0.75m.

Cuadro 8. Comparación de medias de Tukey al 5% de significancia, mejor programa de fertilización con una distancia de siembra de **1m x 0.75m**.

FACTOR B	Media Transf	Media	Significancia
B3	173.3031	30,278	A
B1	149.8856	22,778	A B
B2	133.8681	18,056	B

TUKEY = 31.1416

Fuente: El autor (2014)

En el cuadro anterior se puede observar que, con una distancia de siembra de 1m x 0.75m (13,333 plantas por hectárea), los mejores programas de fertilización fueron B3 y B1. El programa de fertilización B3 corresponde a la aplicación de 228 kg/ha de N; 90 Kg/ha de P₂O₅; 90 kg/ha de K₂O kg/ha, mientras que el programa B1, es sin aplicación de fertilizante (testigo), estos programas de fertilización produjeron rendimientos de 30,278 y 22,778 chufles/ha, respectivamente.

En la investigación se pudo establecer que existió mayor producción de Chufle utilizando el programa sin fertilización con respecto al programa 2 con fertilización de 159 kg N, 90 kg P₂O₅ y K₂O, debido que al momento de la siembra las semillas más vigorosas quedaron en este tratamiento por lo tanto el número de chufles por unidad de área fue mayor y esto incidió en los datos obtenidos en la investigación.

La aplicación de 159 kg/ha de N; 90 Kg/ha de P₂O₅; 90 kg/ha de K₂O kg/ha, produjo los menores rendimientos de chufle, con este densidad de siembra, con una media de 18,056 chufles/ha.

A continuación se presenta la prueba de medias para determinar el mejor programa de fertilización, con una distancia de siembra de 1m x 0.5 m (20,000 plantas por hectárea)

Cuadro 9. Comparación de medias de Tukey al 5% de significancia, mejor programa de fertilización con una distancia de siembra de **1m x 0.5m**.

FACTOR B	Media Transf	Media	Significancia
B3	233.3240	57,500	A
B1	177.8852	33,611	B
B2	165.1529	29,722	B

TUKEY = 31.1416

Fuente: El autor (2014)

De acuerdo a la prueba de medias de Tukey, que se observa en el cuadro anterior, con una distancia de siembra de 1m x 0.5m, el mejor programa de fertilización fue el B3, que corresponde a la aplicación de 228 kg/ha de N; 90 Kg/ha de P₂O₅; 90 kg/ha de K₂O kg/ha, con el cual se obtuvo un rendimiento de 57,500 chufles/ha.

Los programas de fertilización B1 y B2, producen, estadísticamente, el mismo rendimiento, con un valor de 33,611 y 29,722 chufles/ha, respectivamente.

En el cuadro siguiente se presenta la prueba de medias de Tukey, para determinar el mejor programa de fertilización, con una distancia de siembra de 0.75m x 0.5m (26,666 plantas por hectárea)

Cuadro 10. Comparación de medias de Tukey al 5% de significancia, mejor programa de fertilización con una distancia de siembra de **0.75m x 0.5m**.

FACTOR B	Media Transf	Media	Significancia
B2	216.0719	47,222	A
B3	207.0215	43,055	A
B1	174.4992	31,945	B

TUKEY = 31.1416

Fuente: El autor (2014)

En el cuadro anterior se puede observar que para una densidad de siembra de 26,666 plantas por hectárea, los mejores programas de fertilización son el B2 y B3, que produjeron rendimientos de 47,222 y 43,055 chufles/ha. Mientras que el testigo (B1) produjo los menores rendimientos, con un valor de 31,945 chufles/ha.

De forma general, de acuerdo a las pruebas de medias de Tukey, el programa de fertilización B3, que corresponde a la aplicación de 228 kg/ha de N; 90 Kg/ha de P₂O₅; 90 kg/ha de K₂O kg/ha, produjo los mejores resultados en todas las densidades de siembra evaluadas, con rendimientos que oscilaron entre 24,167 a 57,500 chufles por hectárea. Obteniéndose los mayores rendimientos cuando este programa de fertilización se combinó con una distancia de siembra de 1m x 0.5m (20,000 plantas por hectárea). Este programa de fertilización es el recomendado para la fertilización de alpinias (*Alpinia* spp.), que pertenecen al mismo orden (Zingiberales) al que pertenece el chufle.

Es importante indicar que de acuerdo a Alvarado y España (2008), la aplicación de 159 kg/ha de N; 90 Kg/ha de P₂O₅; 90 kg/ha de K₂O kg/ha, produce rendimientos de 135,000 inflorescencias por hectárea, sin embargo, en este caso, la aplicación de este programa de fertilización produjo rendimientos que oscilaron entre 18,056 a 47,222 inflorescencias por hectárea, muy por debajo de los reportado.

Además, las mayores densidades de siembra produjeron los mayores rendimientos de inflorescencia de chufe, de tal forma que la densidad de siembra de 10,000 plantas por hectáreas, produjo un rendimientos de 20,093 inflorescencia por hectárea, mientras que la mayor densidad de siembra (26,666 plantas por hectárea) produjo un rendimiento promedio de 40,741 inflorescencias por hectárea.

Hernández, J. (194) también indica que las mayores densidades de siembra son las más recomendadas para el cultivo de chufle, con lo cual se obtienen mayores rendimientos, quien además indica que la producción en chufle es muy variable,

7.2. Días a floración del cultivo de chufle (*Calathea allouia* (Aubl) Lindl)

Esta variable se determinó cuando el 50% de las plantas tuvieran al menos una inflorescencia, anotando los días transcurridos desde el momento de la siembra. En el cuadro siguiente se presentan estos resultados, para cada uno de los tratamientos evaluados y sus respectivas repeticiones.

Cuadro 11. Días a floración de chufle (*Calathea allouia* Aubl) en cada uno de los tratamientos evaluados

TRAT	FAC A	FAC B	R1	R2	R3	MEDIA
T1	A1	B1	191	205	191	196
T2	A1	B2	191	205	191	196
T3	A1	B3	177	205	177	186
T4	A2	B1	184	205	205	198
T5	A2	B2	170	198	198	189
T6	A2	B3	184	191	205	193
T7	A3	B1	184	184	205	191
T8	A3	B2	184	191	212	196
T9	A3	B3	177	198	184	186
T10	A4	B1	198	212	191	200
T11	A4	B2	177	191	191	186
T12	A4	B3	184	191	191	189

Fuente: El autor. (2014)

Como se observa en el cuadro anterior, los días a floración del chufle (*Calathea allouia*) Aubl, en los tratamientos evaluados, oscilaron entre 186 y 200 días, con una media general de 192 días a floración. Es importante indicar que la floración de chufle dio inicio en el mes de agosto y finalizó en el mes de noviembre.

Los mayores días a floración se produjeron con una densidad de siembra de 26,666 plantas/ha (0.75m x 0.5m) y sin aplicación de fertilizante (B1). Mientras que los menores días a floración se produjo con la aplicación de 228 kg/ha de N; 90 Kg/ha de P₂O₅; 90 kg/ha de K₂O kg/ha, combinado con una densidad de siembra de 10,000 plantas/ha, así como con 20,000 plantas/ha. Así también, la combinación entre la densidad de siembra de 26,666 plantas/ha y la aplicación de 159 kg/ha de N; 90 Kg/ha de P₂O₅; 90 kg/ha de K₂O kg/ha, produjo mayores días a floración.

En la figura siguiente, se presentan los días a floración obtenidos en cada uno de los tratamientos evaluados.

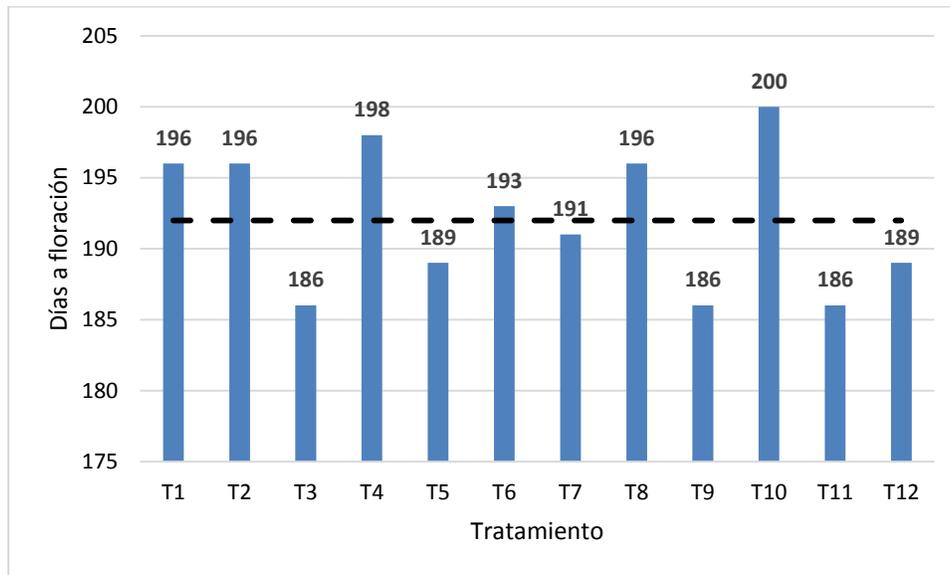


Figura 14. Días a floración de chufle de cada uno de los tratamientos evaluados.

Fuente: El autor (2014)

Se puede observar en la figura anterior que el tratamiento 10 (T10) produjo los mayores días a floración con un valor de 200 días, corresponde este tratamiento a una distancia de siembra de 0.75m x 0.5m (26,666 plantas por hectárea), sin aplicación de fertilizante. En general, los tratamientos T3, T5, T7, T9, T11 y T12 produjeron menores días a floración que la media general (línea punteada) cuyo valor es de 192 días. Así también, aquellos tratamientos sin aplicación de fertilizante (T1, T4 y T10) produjeron mayores días a floración que la media general.

Los datos de días a floración de cada uno de los tratamientos evaluados fueron sometidos a un análisis de varianza (andeva) para un diseño bloques completos al azar, con un arreglo en parcelas divididas, previo, a dicho análisis los datos fueron transformados mediante la formula $\sqrt{x + 0.5}$. Lo anterior debido a que esta variable es de tipo discreta.

Cuadro 12. Análisis de varianza de la variable días a floración del cultivo de chufle.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	1.9038	0.9519	4.9106	0.054
FACTOR A	3	0.0361	0.0120	0.0621	0.978
ERROR A	6	1.1630	0.1938		
FACTOR B	2	0.4755	0.2377	3.4508	0.056
INTERACCION	6	0.5273	0.0878	1.2755	0.322
ERROR B	16	1.1025	0.0689		
TOTAL	35	5.2084			

Fuente: El autor (2014)

En el cuadro anterior se puede observar que no existe diferencia significativa entre las densidades de siembra evaluadas (niveles del factor A), lo cual indica que las cuatro densidades de siembra producen el mismo efecto en la variable días a floración. De similar manera, los tres programas de fertilización evaluados (niveles del factor B) no tienen diferencia significativa, por lo que la aplicación de cualquiera de estos programas de fertilización producen los mismos días a floración.

Así también, no existe interacción entre las densidades de siembra y los programas de fertilización evaluados, lo que indica que los niveles de un factor no depende de los niveles del otro factor, y viceversa.

Finalmente, el coeficiente de variación (C.V.) es de 1.89%, lo cual indica un adecuado manejo del experimento, debido a que se encuentra dentro de los límites aceptables, que es menor del 20%.

7.3. Análisis de rentabilidad con presupuestos parciales

Tomando en cuenta que de acuerdo al análisis de varianza (ANDEVA) para la variable rendimiento de inflorescencia de chufle, la interacción entre las densidades de siembra (factor A) y programas de fertilización (factor B) fue significativa, se realizó el análisis de rentabilidad de experimento, por medio de la metodología de presupuestos parciales, es importante indicar que para mayor facilidad de análisis se presentan las pruebas de

medias de Tukey agrupadas en un solo cuadro, donde se observan todos los tratamientos evaluados, aclarando que las significancia obtenida en las pruebas individuales se mantienen.

Cuadro 13. Prueba de medias de Tukey para el análisis de rentabilidad con presupuestos parciales.

TRAT	FAC A	FAC B	Media Conv	Media	Significancia
T9	A3	B3	233.3	57,500	A
T11	A4	B2	216.1	47,222	A
T12	A4	B3	207.0	43,055	A B
T7	A3	B1	177.9	33,611	B C
T10	A4	B1	174.5	31,945	C D
T6	A2	B3	173.3	30,278	C D
T8	A3	B2	165.2	29,722	C D
T3	A1	B3	154.1	24,167	C D
T4	A2	B1	149.9	22,778	C D E
T2	A1	B2	145.5	21,944	D E F
T5	A2	B2	133.9	18,056	E F
T1	A1	B1	118.6	14,167	F

TUKEY = 31.1416

Fuente: El autor. (2014)

Como se observa en el cuadro anterior, para el análisis de rentabilidad, se tomaran ocho grupos formados en la prueba de media, de tal manera que, por ejemplo, los tratamientos T9 y T11 forman un mismo grupo, mientras que el tratamiento T12 forma otro grupo, así también el tratamiento T7 forma el tercer grupo, mientras que los tratamientos T10, T6, T8 y T3 forman el cuarto grupo. El tratamiento T4 forma el quinto grupo y finalmente, los tratamientos T2, T5 y T1, forman cada uno de ellos un grupo separado. En otras palabras se forman los grupos tomando en cuenta aquellos tratamientos que tiene el mismo grupo de letras en forman horizontal.

7.3.1. Identificación de rubros de costos relevantes

Debido a que en este caso se están comparando distintas densidades de siembra, así como distintos programas de fertilización los rubros que varían son:

- Costos de fertilizantes aplicados
- Jornales para la aplicación del fertilizantes
- Precio de la semilla (rizomas de chufle)
- Jornales para la siembra

7.3.2. Estimación de los precios de campo de los insumos

Tomando en cuenta que los costos relevantes asociados a las densidades de siembra son: semilla, fertilizante, así como los jornales para la siembra y fertilización, en este caso, no se incurrió en ningún costo para el traslado trabajadores al lugar del experimento, ya que son personas que viven en la misma localidad. En el caso del fertilizante y la semilla, los precios utilizados para este análisis ya incluyen el precio de transporte hasta el lugar del experimento.

7.3.3. Estimación de Costos que varían

A continuación se presentan los costos de fertilización de los programas evaluados en la presente investigación, los cuales incluyen los costos de los fertilizantes aplicados, así los jornales necesarios.

Cuadro 14. Costos de aplicación de fertilizantes por hectárea del programa de fertilización B2.

Fertilizante	Cantidad (kg)	Precio unitario	Costo fertilizante	Jornales	Costo jornales	Total
Triple 15	100	5.50	550.00	2	100.00	650.00
Urea	150	6.16	924.00	3	150.00	1,074.00
Urea	81.5	6.16	502.04	2	100.00	602.04
Urea	81.5	6.16	502.04	2	100.00	602.04
TOTAL	413		2,478.08	9	450.00	2,928.08

Cuadro 15. Costos de aplicación de fertilizantes por hectárea del programa de fertilización B3.

Fertilizante	Cantidad (kg)	Precio unitario	Costo fertilizante	Jornales	Costo jornales	Total
Urea	150	6.16	924.00	3	150.00	1,074.00
Urea	150	6.16	924.00	3	150.00	1,074.00
Triple 15	150	5.50	825.00	3	150.00	975.00
Triple 15	150	5.50	825.00	3	150.00	975.00
Triple 15	150	5.50	825.00	3	150.00	975.00
Triple 15	150	5.50	825.00	3	150.00	975.00
TOTAL	900		5,148.00	18	900.00	6,048.00

Fuente: El autor (2014)

En el cuadro anterior se pueden observar los costos de fertilización para los programas B2 y B3, estos costos incluyen los fertilizantes y los jornales necesarios para la fertilización. En el caso del programa B2 el costo total de la aplicación de este programa de fertilización es de Q.2,928.08, mientras que costo de aplicación del programa B3 es de Q.6,048.00. En el caso del programa de fertilización B1, no se tuvo ningún costo, ya que este programa, no se llevó a cabo ninguna aplicación del fertilizante.

En el caso de la aplicación del fertilizante, se tomó en cuenta que un jornal es necesario para la aplicación de un bulto (46 kilogramos) de fertilizante.

En el cuadro siguiente se presentan los costos variables de cada uno de los tratamientos evaluados, en los cuales se incluyen los costos de fertilización, así como los costos de la semilla y la siembra.

Cuadro 16. Costos variables de cada uno de los tratamientos evaluados.

Trat	Cantidad de semilla	Costo de semilla	Cantidad de jornales siembra	Costo de jornales siembra	Costo fertilización	Costos que varían
T1	10,000	2500.00	8	400	0.00	2,900.00
T2	10,000	2500.00	8	400	2,928.08	5,828.08
T3	10,000	2500.00	8	400	6,048.00	8,948.00
T4	13,333	3333.25	10	500	0.00	3,833.25
T5	13,333	3333.25	10	500	2,928.08	6,761.33
T6	13,333	3333.25	10	500	6,048.00	9,881.25
T7	20,000	5000.00	15	750	0.00	5,750.00
T8	20,000	5000.00	15	750	2,928.08	8,678.08
T9	20,000	5000.00	15	750	6,048.00	11,798.00
T10	26,666	6666.50	20	1000	0.00	7,666.50
T11	26,666	6666.50	20	1000	2,928.08	10,594.58
T12	26,666	6666.50	20	1000	6,048.00	13,714.50

Fuente: El autor (2014)

En el cuadro anterior se pueden observar los costos que varían, de los doce tratamientos evaluados en la presente investigación. En el caso de los tratamientos T1, T4, T7 y T10, no tiene ningún costo de aplicación de fertilizante, que en estos tratamientos, no hubo aplicación de fertilizante.

7.3.4. Estimación del precio de campo del producto

El precio de campo del producto, en este caso la inflorescencia de chufle es variable, de acuerdo a la época, ya que los mayores precios se dan al inicio y al final de la cosecha que generalmente se produce en los meses de agosto y noviembre, respectivamente. En este caso los precios del producto oscilaron entre Q.0.25 y Q.0.60, con un precio promedio de **Q.0.42** por inflorescencia de chufle, que es el precio de venta del producto en mismo lugar de la cosecha.

Para obtener el precio de campo, hay que restarle el costo unitario de cosecha y comercialización del chufle. En este caso la comercialización no tuvo ningún costo ya que se comercializó en el mismo lugar de cosecha.

Tomando en cuenta que para la cosecha de una hectárea se necesitan **32 jornales**, equivalentes a Q.1,600.00, con un rendimiento promedio de 31,204 inflorescencias por hectárea. Por lo que el costo unitario de cosecha y comercialización (CUCYC) es:
 $1,600/31,204 = \mathbf{Q.0.05}$

Entonces el **precio de campo del producto** es: $Q.0.42 - Q.0.05 = \mathbf{Q.0.37}$

7.3.5. Estimación de los rendimientos ajustados, beneficio bruto y beneficio neto

Antes de ajustar los rendimientos se obtuvieron los rendimientos experimentales corregidos, los cuales resultaron de promediar los rendimientos obtenidos de los grupos de medias determinados con la prueba de medias de Tukey, en la cual, como se mencionó anteriormente, se formaron ocho grupos.

Para calcular el rendimiento ajustado de cada tratamiento, se debe tomar en cuenta que los rendimientos experimentales se ven influidos por varios factores que los hacen mucho más altos que los obtenidos por los agricultores, por lo que se recomienda reducir los rendimientos experimentales en un porcentaje que va del 5 al 30%, para poder acercarse a los obtenibles por los agricultores. En este caso se utilizó una tasa de ajuste del 15%.

Cuadro 17. Rendimientos ajustados, beneficios brutos y netos de los tratamientos evaluados.

Trat	MEDIA	Signif	Rend. Exp. Corregido	Rend. Beneficios Ajustado	Beneficios brutos	Costos variables	Beneficios netos
T9	57,500	A	52,361.0	44,506.9	16,467.5	11,798.0	4,669.5
T11	47,222	A	52,361.0	44,506.9	16,467.5	10,594.6	5,873.0
T12	43,055	AB	43,055.0	36,596.8	13,540.8	13,714.5	-173.7
T7	33,611	BC	33,611.0	28,569.4	10,570.7	5,750.0	4,820.7
T10	31,945	CD	29,028.0	24,673.8	9,129.3	7,666.5	1,462.8
T6	30,278	CD	29,028.0	24,673.8	9,129.3	9,881.3	-751.9
T8	29,722	CD	29,028.0	24,673.8	9,129.3	8,678.1	451.2
T3	24,167	CD	29,028.0	24,673.8	9,129.3	8,948.0	181.3
T4	22,778	CDE	22,778.0	19,361.3	7,163.7	3,833.3	3,330.4
T2	21,944	DEF	21,944.0	18,652.4	6,901.4	5,828.1	1,073.3
T5	18,056	EF	18,056.0	15,347.6	5,678.6	6,761.3	-1,082.7
T1	14,167	F	14,167.0	12,042.0	4,455.5	2,900.0	1,555.5

Fuente: El autor. (2014)

En el cuadro anterior se puede observar que los tratamientos T12, T6 y T5, presentan beneficios netos negativos, de tal forma que la aplicación de estos tratamientos no causan ningún beneficio, por el contrario, su aplicación produce pérdida, ya que los beneficios obtenidos de estos tratamientos son menores que los costos de aplicación de los mismos.

7.3.6. Realización del análisis de dominancia

Para realizar este análisis se organizaron los datos de costos que varían y beneficios netos, de acuerdo con un orden creciente de los costos que varían, es decir de menor a mayor. Luego se determinaron si los tratamientos eran dominados o no, tomando en cuenta que por definición el primer tratamiento es NO DOMINADO, en seguida se observó que si al pasar al siguiente tratamiento aumentaron los beneficios, de ser así, este tratamiento es no dominado, en caso contrario es dominado, y así sucesivamente.

Cuadro 18. Análisis de dominancia de los tratamientos evaluados.

Trat	Costos que varían	Beneficios netos	Decisión
T1	2,900.00	1,555.52	No dominado
T4	3,833.25	3,330.43	No dominado
T7	5,750.00	4,820.66	No dominado
T2	5,828.08	1,073.31	Dominado
T5	6,761.33	-1,082.72	Dominado
T10	7,666.50	1,462.81	Dominado
T8	8,678.08	451.23	Dominado
T3	8,948.00	181.31	Dominado
T6	9,881.25	-751.94	Dominado
T11	10,594.58	5,872.95	No dominado
T9	11,798.00	4,669.53	Dominado
T12	13,714.50	-173.70	Dominado

Fuente: El autor. (2014)

Como se observa en el cuadro anterior, los únicos tratamientos no dominados fueron el T1, T4, T7 y T11, los cuales al aumentar sus costos variables, también aumentaron sus beneficios netos, los demás tratamientos, fueron Dominados, debido que al aumentar sus costos variables, no aumentaron sus beneficios netos, por lo que estos tratamientos no se consideran rentables.

7.3.7. Cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM)

Con los tratamientos no dominados se calcularon los incrementos en los costos que varían y beneficios netos derivados del cambio de un tratamiento de costo variable menor a uno de costo mayor. Luego se calculó la TRM, dividiendo el incremento de beneficios con su respectivo incremento de costos.

Cuadro 19. Cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM) de los tratamientos no dominados.

Trat	Costos que varían	Beneficios netos	Δ C.V.	Δ B.N.	TRM
T1	2,900.00	1,555.52			
T4	3,833.25	3,330.43	933.25	1,774.91	190%
T7	5,750.00	4,820.66	1,916.75	1,490.23	78%
T11	10,594.58	5,872.95	4,844.58	1,052.30	22%

Fuente: El autor. (2014)

7.3.8. Cálculo de la tasa mínima de retorno (TAMIR)

La tasa de interés (activa) es del 13.8%, lo cual al sumarle el 40% del retorno mínimo exigido a la agricultura, se obtiene una TAMIR de 53.8%.

7.3.9. Determinación del tratamiento más rentable

Tomando en cuenta que el tratamiento más rentable es el último para el cual se cumple la condición, $TMR \geq TAMIR$, en este caso es el tratamiento T7, para el cual la TMR (78%) es \geq que la TAMIR (53.8%).

Este tratamiento corresponde a una distancia de siembra de 1m x 0.5m (20,000 plantas por hectárea), sin aplicación de fertilizante (Programa de fertilización B1). Este tratamiento presentó mejor rentabilidad debido a que no tuvo ningún costo de fertilización.

7.3.10. Análisis de residuos

En el cuadro siguiente se presenta el análisis de residuos de los tratamientos no dominados, tomando en cuenta que residuos, se refiere al remanente que queda del beneficio neto después de sustraer el costo de oportunidad del capital de trabajo (costo variable) empleado para financiar las prácticas evaluadas en el experimento.

Cuadro 20. Análisis de residuos de los tratamientos no dominados.

Trat	Costos que varían	Beneficios netos	Costo Oportunidad de los C.V.	Residuo
T1	2,900.00	1,555.52	1560.20	-4.68
T4	3,833.25	3,330.43	2062.29	1,268.14
T7	5,750.00	4,820.66	3093.50	1,727.16
T11	10,594.58	5,872.95	5699.88	173.07

Fuente: El autor. (2014)

En el cuadro anterior se puede observar que de acuerdo al análisis de residuos, el mejor tratamiento es el T7, ya que es el que presenta el mayor residuo, por lo tanto es el más rentable. Lo cual confirma los resultados obtenidos anteriormente sobre este tratamiento. Este tratamiento corresponde a una distancia de siembra de 1m x 0.5m (20,000 plantas por hectárea), sin aplicación de fertilizante.

VIII. CONCLUSIONES.

Existe interacción entre las densidades de siembra y los programas de fertilización evaluados, con respecto a la variable rendimiento de chufle por hectárea, por lo que estadísticamente, para cada distancia de siembra existe uno o más programas de fertilización que producen los mejores resultados, siendo el distanciamiento de siembra 1m x 0.5 m (densidad de 20,000 plantas) con el programa de fertilización de 228 kg N, 90 kg P₂O₅ y K₂O

En relación a la variable días a floración, no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, lo cual indica que todos los tratamientos produjeron el mismo número de días a floración.

Tomando en cuenta el análisis estadístico, así como el análisis de rentabilidad, el tratamiento correspondiente a una distancia de siembra de 1m x 0.5m (20,000 plantas por hectárea), sin aplicación de fertilizante fue el más rentable con rendimiento medio de 33,611 chufles/hectárea.

IX. RECOMENDACIONES

Para la producción de chufle, utilizar una distancia de siembra de 1m x 0.5m (A3), que equivale a una densidad de siembra de 20,000 plantas por hectárea, combinado con el programa de fertilización B1, o sea sin aplicación de fertilizante, con lo cual se obtiene un rendimiento promedio de 33,611 chufles por hectárea. Esta combinación de factores corresponde al tratamiento T7.

Para obtener los menores días a floración, se puede utilizar cualquiera de los tratamientos evaluados, debido a que estadísticamente todos son iguales, sin embargo se recomienda el tratamiento T7, que corresponde a una distancia de siembra de 1m x 0.5m (20,000 plantas por hectárea), sin aplicación de fertilizante, debido a que este tratamiento es mejor también con respecto al rendimiento.

Al momento de la siembra se debe escoger la semilla mas vigorosa y con mejores características para obtener mayor brotación y por lo tanto mayor producción de chufle/ha.

X. BIBLIOGRAFIA.

- Alvarado, D. & España, E. (2008). *Estudio de la variabilidad y preservación de Chufle (Calathea allouia Aubl.), en la región Suroccidental de Guatemala*. Informe Final. Universidad de San Carlos de Guatemala. Dirección General de Investigación. Centro Universitario de Suroccidente. Instituto de Investigación y Desarrollo de Suroccidente. Guatemala.
- Bueno, C. R. & Weigel, P. (1983). *Almacenamiento de tubérculos frescos de ária (Calathea allouia)*. Acta Amazonica 13(1): 7-15
- Centurión, H. & Cázares, C., Espinosa, M., Poor Matu, J., Mijangos, C. (2003). *Aprovechamiento alimentario de inflorescências en la región Sierra del estado de tabasco*. Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto Politécnico Nacional. Revista Poli botânica No. 015. Distrito Federal, México. p. 89-97
- Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press. 1,262 p.
- De Melo, A. & Voto Bernales, J. 1(1996). *Frutales y hortalizas promissórios de Amazônia*. FAO para América Latina y El Caribe. Tratado de cooperación amazónica.
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). (1995). *Introducción a ornamentales tropicales*. Honduras. 131 p.
- Green, D. (05 de septiembre de 2012). *Topi Tambo, Leren, Guinea Arrowroot*. Recuperado de <http://www.eattheweeds.com/topi-tambo-leren-guinea-arrowroot/>.
- Hernández Bermejo, J. 1994. Neglected Crops: 1492 from a different perspective. FAO Plant Production and Protection Series. No. 26. Rome. 341 p.
- Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO). (1995). *Manual de plantas de costa Rica*. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. Volumen 1. 125 p.

- Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). (2006). *Tabla de composición de alimentos de Centro América*. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Organización Panamericana de la Salud (OPS). Recuperado de <http://www.tabladealimentos.net>
- INPA. (05 de septiembre de 2012). *Hortalizas Alternativas Para a Amazônia*. Recupero de <http://www.inpa.gov.br>.
- Kennedy, Helen. (1978). *Systematics and pollination of the "Closed-flowered" species of Calathea (Marantaceae)*. University of California Publications in Botany. Volumen 71. California, USA. 110 p.
- León, J. (1987). *Botánica de los cultivos tropicales*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Costa Rica. 517 p.
- MAGA. (2003). *Mapa base del departamento de San Marcos*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). Proyecto de asistencia técnica y generación de información. Programa de emergencia por desastres naturales. Guatemala.
- Montaldo, Alvaro. (1972). *Cultivo de raíces y tuberculos tropicales*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Editorial IICA. Lima, Perú. 284 p.
- Morales, E. (11 de febrero de 2012). *Chufles, exquisitez de temporada: Cocinas y recetas*. Recuperado de <http://entrecocinasyrecetas.blogspot.com/2011/07/chufles-exquisitez-de-temporada.html>
- Noda, H.; Bueno, C.R. & Silva Filho, D.F. (1994). *Instituto Nacional de Pesquisas de Amazonia (INBIO) Manaus, A.M. Brasil*. Recuperado de <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/1492/arrowroot.html>
- Olivares Sáenz, E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de agronomía UANL. Marín, Nuevo León. México

- Potomitan. (05 de septiembre de 2012). *Calathea allouia*. Recuperado de http://www.potomitan.info/phototheque/calathea_allouia.php.
- Reyes Hernández, M. (2001). *Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Centro de información agrosocioeconómica. Boletín informativo 1-2001. 33p.
- Siamazonia. (05 de septiembre de 2012). *Hortalizas*. Perú. Recuperado de <http://www.siamazonia.org.pe/archivos/publicaciones/amazonia/libros/44/texto05.htm>
- Sosof, J.R. (2008). *Búsqueda, recolección, preservación y establecimiento de un sistema productivo de cultivares de flores tropicales de la familia Heliconiaceae, en el Suroccidente de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Dirección General de Investigación. Centro Universitario de Suroccidente. Guatemala. 94 p.
- Stanley, P. & Steyermark, J. (1952). *Marantaceae. Flora of Guatemala*. Fieldiana Bot. 24:207-221.
- Thomson, A. K. (2003). *Fruit and vegetables: harvesting, handling and storage*. Blacwell publishing. 468 p.
- USAID. (2007). *Flores tropicales para la exportación*. United States Agency International Development (USAID). Chenomics International. Bolivia. 52 p.
- Viajeporguatemala. (05 de septiembre de 2012). *Los tamales*. Recuperado de <http://www.viajeporguatemala.com/guatemala/gastronomia/platostipicos/tamal.htm>.
- Williams, L.O. (1981). *Useful Plants of Central America*. Escuela Agrícola Panamericana. Vol. 24, Nos. 1-2. Honduras. 380 pp.

XI. ANEXO

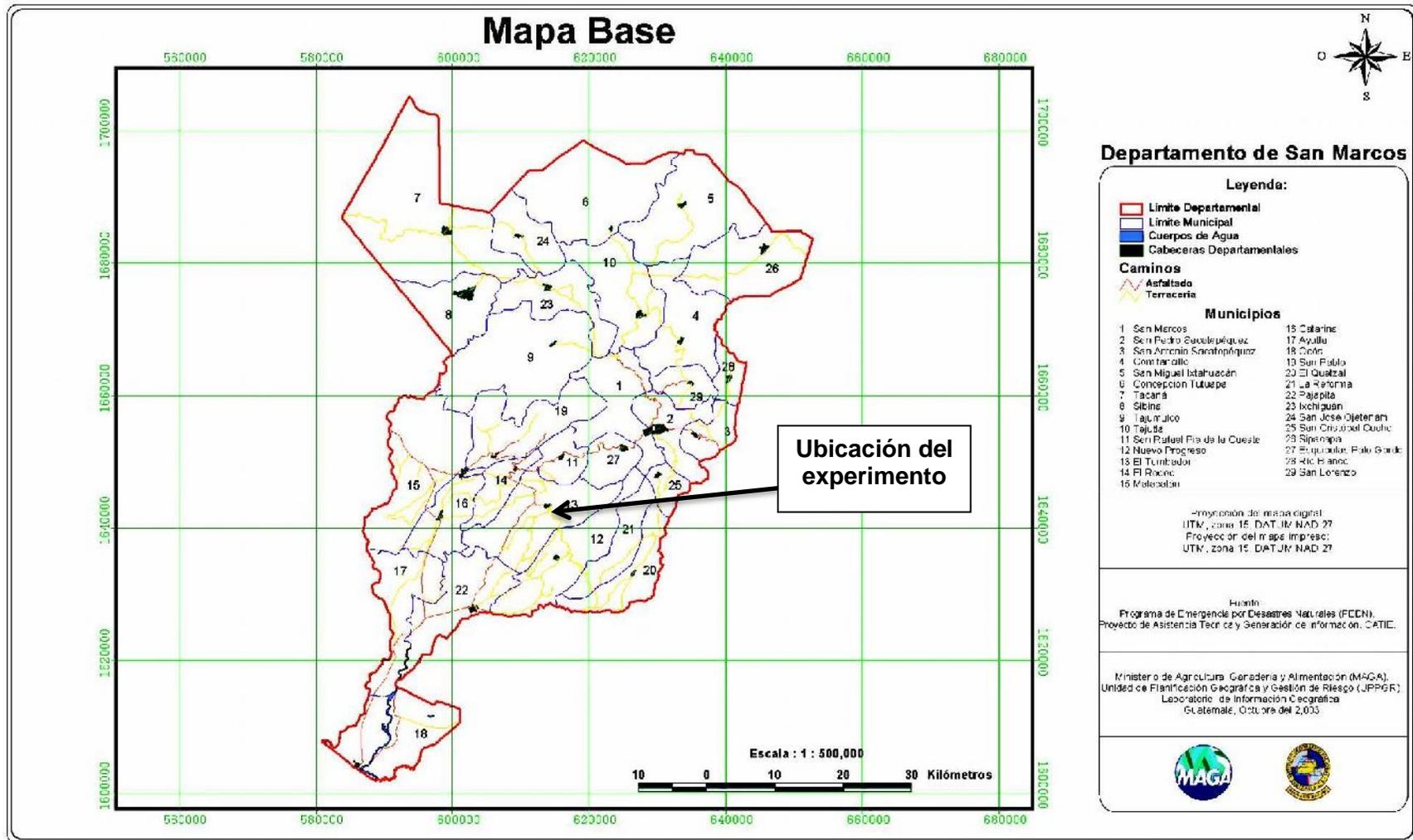


Figura 15. Ubicación del experimento en el departamento de San Marcos.

Fuente: MAGA. (2003)



Figura 16. Aleatorización y rotulación de tratamientos del experimento.

Fuente: El autor. (2014)



Figura 17. Inflorescencia de chufle

Fuente: El autor. (2014)



Figura 18. Corte del pseudotallo del chufle (cosecha)

Fuente: El autor. (2014)



Figura 19. Inflorescencia de chufle cosechada

Fuente: El autor. (2014)

