

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA  
ENTRE PLANTAS Y CUATRO NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO  
EN JENGIBRE (Zingiber officinale R.),  
EL ASINTAL, RETALHULEU.



En Sistemas de Producción Agrícola  
en el Grado Académico de

LICENCIADO

Guatemala, febrero de 1,989

DL  
01  
T(1296)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Anibal B. Martínez M.
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez Gómez
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Jorge Sandoval Illescas
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Wotzbelí Méndez Estrada
VOCAL CUARTO:	P.A. Hernán Perla González
VOCAL QUINTO:	P.A. Julio López Maldonado
SECRETARIO:	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....
Asunto .....
.....

16 de febrero de 1989

Ingeniero  
Hugo A. Tobías V.  
Director del Instituto de  
Investigaciones Agronómicas -IIA-  
Facultad de Agronomía

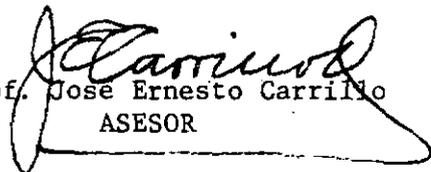
Señor Director:

En atención a la designación que se nos hiciera, comunicamos a usted que hemos asesorado al estudiante JOSE LUIS MIRANDA SALAZAR, en la ejecución del trabajo de tesis titulado: "EVALUACION DE TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA ENTRE PLANTAS Y CUATRO NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO EN JENGIBRE (Zingiber officinale R.), EL ASINTAL RETALHULEU".

Consideramos que dicho trabajo es un aporte sumamente importante que vendrá a enriquecer las investigaciones que sobre jengibre se realizan. En tal sentido recomendamos el mencionado trabajo para su aprobación e impresión; ya que cumple con los requisitos que establece la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
Prof. José Ernesto Carrillo  
ASESOR

  
Ing. Agr. Negri R. Gallardo P.  
~~ASESOR~~

Guatemala, febrero de 1989

Señores  
Honorable Junta Directiva  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos

Distinguidos Señores:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, como requisito previo a optar el título de INGENIERO AGRONOMO, en el Grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION DE TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA ENTRE PLANTAS Y CUATRO NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO EN JENGIBRE (Zingiber officinale R.), EL ASINTAL, RETALHULEU".

Esperando que el presente trabajo merezca vuestra aprobación, me es grato presentaros las muestras de mi más alta consideración.

Respetuosamente,



Br. José Luis Miranda Salazar.

ACTO Y TESIS QUE DEDICO

A DIOS TODOPODEROSO

A MIS PADRES:

Teresa Salazar Carrillo  
José Miranda Estrada (Q.E.P.D.)

A MIS HERMANOS:

Raúl, Mary, Hugo, Sonia, César y  
José Víctor.

AL SEÑOR:

René Galindo Moscoso

A MIS AMIGOS:

Fredy, Marvin, Otoniel, Marco Tulio,  
Aroldo, Ismael y Pepe.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A ESCUINILA

A EL ASINTAL, RETALHULEU.

## RECONOCIMIENTOS

Patentizo mi especial reconocimiento al Profesor Ernesto Carrillo y al Ing. Agr. Negli Gallardo, por su decidida y desinteresada - asesoría prestada durante el desarrollo del presente trabajo, así como por sus valiosas sugerencias y enseñanzas científicas.

Quiero dejar constancia de un reconocimiento especial a mi señora madre Teresa Salazar Carrillo, por el apoyo incondicional prestado a lo largo de mis estudios.

## AGRADECIMIENTOS

- AL      Ing. Agr. ROBERTO DELEON VILLAGRAN  
Por su incondicional apoyo prestado para la  
realización del punto de investigación.
- AL      Ing. Agr. FRITZ LANG  
Por su valiosa colaboración en la revisión  
del presente trabajo.
- AL      Lic. SERGIO ORTIZ  
Por su valiosa colaboración en asesoría y equipo  
prestada en la extracción del aceite esencial de  
los rizomas.
- AL      Sr. VICTOR ROEL ESCOBAR GARCIA  
Por las muestras de solidaridad demostradas  
durante la realización del presente trabajo.
- AL      PERSONAL DIRECTIVO Y ADMINISTRATIVO DE LA  
ASOCIACION "ABAJ TAKALIK" Y COOPERATIVA  
"EL ASINTAL" R.L.  
Por la ayuda prestada en diversas formas  
hacia mi persona.

# CONTENIDO

## INDICE DE CUADROS

## INDICE DE FIGURAS

RESUMEN . . . . .	i
1. INTRODUCCION . . . . .	1
2. JUSTIFICACION . . . . .	3
3. HIPOTESIS . . . . .	4
4. OBJETIVOS . . . . .	5
5. REVISION DE LITERATURA . . . . .	6
5.1 Generalidades sobre el jengibre . . . . .	6
5.1.1 Origen . . . . .	6
5.1.2 Botánica . . . . .	6
5.1.3 Ecología . . . . .	9
5.1.4 Suelos . . . . .	10
5.1.5 Usos . . . . .	11
5.2 El Nitrógeno . . . . .	12
5.2.1 El Nitrógeno en el suelo . . . . .	12
5.2.2 El Nitrógeno en la planta . . . . .	14
5.3 El Fósforo . . . . .	15
5.3.1 El Fósforo en el suelo . . . . .	15
5.3.2 El Fósforo en la planta . . . . .	16
5.4 Las Leyes de la fertilidad en el suelo . . . . .	17
5.5 Estudios sobre fertilización y distanciamiento de siembra en jengibre . . . . .	19
5.5.1 Fertilización . . . . .	19
5.5.2 Distanciamientos de siembra . . . . .	20
6. MATERIALES Y METODOS . . . . .	21
6.1 Localización . . . . .	21
6.2 Características climáticas . . . . .	21
6.3 Características edáficas . . . . .	21
6.4 Factores . . . . .	22

6.5	Tratamientos . . . . .	22
6.6	Técnicas experimentales de campo . . . . .	24
6.6.1	Diseño experimental . . . . .	24
6.6.2	Tamaño de parcela experimental . . . . .	24
6.6.3	Modelo Estadístico . . . . .	24
6.7	Manejo del experimento . . . . .	25
6.7.1	Preparación del terreno . . . . .	25
6.7.2	Sombra . . . . .	25
6.7.3	Siembra . . . . .	25
6.7.4	Resiembra . . . . .	26
6.7.5	Variedad . . . . .	26
6.7.6	Fertilización . . . . .	26
6.7.7	Combate de plagas, enfermedades y malezas ..	26
6.7.8	Cosecha . . . . .	27
6.7.9	Extracción de aceite . . . . .	27
6.8	Variables evaluadas . . . . .	27
6.8.1	Altura de planta . . . . .	27
6.8.2	Rendimiento de jengibre fresco . . . . .	28
6.8.3	Contenido de aceite . . . . .	28
6.9	Análisis de la información . . . . .	28
7.	RESULTADOS Y DISCUSION . . . . .	29
8.	CONCLUSIONES . . . . .	43
9.	RECOMENDACIONES . . . . .	44
10.	BIBLIOGRAFIA . . . . .	45
11.	APENDICE . . . . .	47

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Tratamientos evaluados en el ensayo . . . . .	23
2	Análisis de suelo donde se instaló el ensayo . . .	30
3	Altura promedio de planta (cm) . . . : . . . . .	33
4	Análisis de varianza para la variable altura de planta . . . . .	34
5	Rendimiento de jengibre fresco (Kg/u exp) . . . .	35
6	Rendimiento de jengibre fresco (Kg/ha) . . . . .	36
7	Análisis de varianza para la variable rendimiento de jengibre fresco . . . . .	37
8	Comparación múltiple de medias de TUKEY para el factor distanciamiento de siembra entre plantas . . .	38
9	Contenido de aceite esencial de rizomas de jengibre (%) . . . . .	42
1A	Análisis de varianza para evaluar tres distancia- mientos de siembra entre plantas y cuatro niveles de Nitrógeno y Fósforo en jengibre ( <i>Zingiber</i> — <i>officinale</i> R.) . . . . .	48
2A	Precipitación pluvial total registrada en el año 1987 en la estación meteorológica "El Asintal" . . . .	49
3A	Análisis químico de suelo antes de la siembra . . . .	50
4A	Análisis químico de suelo después de la cosecha . . .	51

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Comportamiento del rendimiento de jengibre ( <u>Zingiber officinale</u> R.) en fresco como respuesta a tres distanciamientos de siembra entre plantas y cuatro niveles de Nitrógeno y Fósforo . . . . .	39
2	Rendimiento de jengibre ( <u>Zingiber officinale</u> R.) en fresco en cada nivel de fertilización con Nitrógeno y Fósforo . . . . .	40
1A	Tamaño de parcela experimental . . . . .	47

EVALUACION DE TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA ENTRE PLANTAS Y CUATRO NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO EN JENGIBRE (Zingiber Officinale R.), EL ASINTAL, RETALHULEU.

EVALUATION OF THREE SOWING DISTANCES BETWEEN PLANTS AND FOUR LEVELS OF NITROGEN AND PHOSPHORUS IN GINGER (Zingiber officinale R.), EL - ASINTAL, RETALHULEU.

### RESUMEN

La agricultura de exportación de Guatemala, es dependiente de los mercados, volúmenes de producción, precios, oferta y demanda de otros países. Esta situación vuelve inestable y vulnera la generación de divisas de los productos tradicionales de exportación. Es necesaria pues una adecuada diversificación, siendo el cultivo de las especias una buena alternativa.

En el municipio de El Asintal, Retalhuleu, muchos agricultores se están dedicando, en pequeña escala, al cultivo de jengibre de exportación, los rendimientos van de 6,500 a 11,690 Kg/ha., los que son bastante bajos en relación a los obtenidos experimentalmente en Australia, - que van de 50,000 a 75,000 Kg/ha (10). Además, un gran porcentaje del producto no llena las normas de calidad exigida por los mercados internacionales. Es necesaria la investigación tecnológica local para elevar los rendimientos y mejorar la calidad.

Los objetivos del presente trabajo fueron determinar la respuesta del jengibre a los distanciamientos de siembra entre plantas y a la fertilización con Nitrógeno y Fósforo, como también realizar un estudio -

preliminar del contenido de aceite esencial de los rizomas. El experimento se realizó en el municipio de El Asintal, Retalhuleu; los análisis del contenido de aceite esencial se hicieron en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos.

Los distanciamientos fueron 50, 40 y 25 cm. entre plantas y 70 cm. entre surcos. Los niveles de Unidades Baule de Nitrógeno y Fósforo como  $P_2O_5$  fueron respectivamente 0.5 (124 y 25 Kg/ha); 1.0 (247 y 50 Kg/ha); 2.0 (494 y 100 Kg/ha); 4.0 (988 y 200 Kg/ha).

Los tratamientos fueron distribuidos en un arreglo de Parcelas Divididas en un diseño de Bloques al Azar. En las parcelas grandes se ubicaron los distanciamientos de siembra y en las pequeñas, los niveles de fertilización. Al realizar los análisis de varianza, se encontró alta significancia para el factor distanciamiento de siembra entre plantas, siendo el distanciamiento a 25 cm. el más rendidor, se obtuvo un promedio de 15.279 Kg/unidad experimental de jengibre fresco, rendimiento que superó en 5.764 y 6.722 Kg/unidad experimental a los distanciamientos de 40 y 50 cm. respectivamente.

Para la interacción de factores y para el factor niveles de fertilización, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos.

En la extracción preliminar del aceite esencial de los rizomas se analizaron tres muestras de la variedad cultivada, obteniéndose un promedio de 5.2% de aceite esencial, al analizar una muestra de jengibre criollo, resultó tener un contenido de 6.5%.

## 1. INTRODUCCION

La agricultura de exportación de Guatemala es dependiente de los mercados, volúmenes de producción, precios, oferta y demanda de otros países. Esta situación, vuelve inestable y vulnera la generación de divisas de las exportaciones de café, fibra y semilla de algodón, azúcar, banano, hule natural, cardamomo, ajonjolí y otros productos.

El punto anterior plantea la búsqueda de nuevos productos y mercados externos para asegurar el éxito de los productores. Una adecuada alternativa en la diversificación de los productos agrícolas de exportación, la constituyen las especias como pimienta gorda, canela, jengibre, clavo, cúrcuma, hierbabuena y otras.

El cultivo del jengibre en Guatemala, se encuentra en un estado incipiente de desarrollo y para que los productores logren la optimización del rendimiento y calidad de su producto, es necesaria la investigación tecnológica local en cuanto a cantidad y calidad de fertilizantes, semilla mejorada, niveles de sombra, distanciamientos de siembra, control de plagas, enfermedades, malezas y prácticas adecuadas de labranza.

El propósito del presente trabajo de investigación fue el de evaluar la respuesta del jengibre a distintos distanciamientos de siembra entre plantas y niveles de fertilización con Nitrógeno y Fósforo, como también, realizar un estudio preliminar del contenido de aceite esencial de los rizomas.

La etapa de campo se llevó a cabo en el municipio de El Asintal,

departamento de Retalhuleu; se utilizó un arreglo de Parcelas Divididas en diseño de Bloques al Azar, las variables altura de planta y rendimiento de jengibre fresco fueron sometidas a un análisis de varianza para determinar su significancia. La extracción del aceite esencial se realizó en el laboratorio de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos, utilizándose el método de extracción por solventes.

## 2. JUSTIFICACION

En el municipio de El Asintal, Retalhuleu, la Cooperativa Agrícola, Cafetalera y de Servicios Varios "El Asintal" R.L., se encuentra fomentando el cultivo del jengibre de exportación entre sus asociados. Debido a la escasa información local existente, la tecnología aplicada es deficiente, principalmente en lo referente a cantidad y calidad de fertilizantes, épocas adecuadas de aplicación y distanciamientos de siembra.

Los rendimientos obtenidos actualmente varían de 6,500 a 11,690 - Kg/ha, los que son bajos, comparados con los obtenidos experimentalmente en Australia que van de 50,000 a 75,000 Kg/ha (10). Además, un gran porcentaje del producto, no llena las normas de calidad exigida por los mercados internacionales.

De lo mencionado con anterioridad se deduce la importancia de la presente investigación, puesto que, el uso eficiente de los fertilizantes y distanciamiento adecuados de siembra, juegan un papel importante en la obtención de un producto de buena calidad, reducción de los costos y optimización de la producción. Por otra parte debe tomarse muy en cuenta que el cultivo del jengibre ha sido introducido a esa región cafetalera como una opción, ya valedera, que mejore los ingresos de los agricultores frente a los problemas que en cuanto a rendimiento, calidad y costo de producción presenta el cultivo del café.

### 3. HIPOTESIS

- a) La disminución en el distanciamiento de siembra aumentará los rendimientos por unidad de superficie.
  
- b) La aplicación de niveles crecientes de Nitrógeno y Fósforo aumentará en la misma proporción los rendimientos por unidad de superficie.

#### 4. OBJETIVOS

- a) Determinar la respuesta del jengibre a diferentes distanciamientos de siembra entre plantas.
- b) Determinar la respuesta del jengibre a la fertilización con Nitrógeno y Fósforo.
- c) Determinar el efecto combinado del distanciamiento de siembra y fertilización con Nitrógeno y Fósforo sobre el rendimiento de jengibre fresco.
- d) Determinar preliminarmente el contenido de aceite esencial de los rizomas de jengibre.

## 5. REVISION DE LITERATURA

### 5.1 GENERALIDADES SOBRE EL JENGIBRE

#### 5.1.1 Origen

El jengibre (Zingiber officinale R.), es una especia conocida desde hace mucho tiempo. La parte comercial es el rizoma. Desde los tiempos más remotos se le emplea en la China y en la India. El nombre de Zingiber, del cual se ha derivado el de jengibre, debió ser, según se cree, tomado del sánscrito "Sanjabil" que dio "Zanzabil" en árabe. El posible centro de origen de esta especia es la India o Malasia. Si bien nadie la ha encontrado salvaje en ninguna otra parte (12).

Extendida desde hacía mucho tiempo por toda el Asia tropical, desde la India a la China, la planta fue introducida a América poco tiempo después del descubrimiento de este continente (12).

#### 5.1.2 Botánica

Zingiber officinale R. es una planta herbácea, cuyo número cromosómico es  $2n=22$ , su clasificación botánica es la siguiente:

Reino: Plantae  
Subreino: Embriobionta  
División: Magnoliophyta  
Clase: Liliopsida  
Subclase: Zingiberidae  
Orden: Zingiberales  
Familia: Zingiberaceae

Género: Zingiber  
Especie: Zingiber officinale R.  
N. común: Jengibre

Su parte subterránea está constituida por un rizoma cubierto de hojas escamosas y provisto en su parte inferior de raíces adventicias cilíndricas. Este rizoma posee muchas ramificaciones horizontales que son palmeadas, carnosas y luego fibrosas. Los rizomas de jengibre se arrancan, una vez maduros, cuando la planta está seca o casi seca, estos se presentan en forma de órganos irregulares, alargados del grueso del dedo pulgar o más, según la variedad, con ramificaciones obtusas - en un mismo plano que se les designa con el nombre de "manos" o "patas" y son tanto más apreciadas, cuanto más rectilíneas y desarrolladas son sus ramificaciones o "dedos". El volumen y el peso varían según las condiciones ecológicas y el esmero con que se ha llevado a cabo el cultivo. Dependiendo de la variedad, las manos más gruesas pueden llegar a pesar más de 1000 gramos y llegar a medir más de 15 cm, mientras que los dedos suelen tener de 3 a 6 cm. de largo por 1 a 4 cm. de ancho.

El corte de uno de estos rizomas presenta una epidermis y una subepidermis formada por varias capas de células alargadas generalmente en un sentido vertical y un súber denso, dispuesto en series radiadas de elementos desiguales. Debajo hay un parénquima cortical rico en células secretoras que contienen haces libero-leñosos y almidón. La capa interior de la corteza está formada por un endodermo sin almidón. En el centro está el cilindro central típico de las liliópsidas.

De los rizomas parten culmos frondosos, generalmente estériles de 0.6 a 1.5 m de altura cubiertos por las vainas de las hojas.

En estos culmos se insertan hojas dísticas y alternas. Las hojas inferiores están reducidas a una vaina lisa, las otras están provistas, además, de una lámina de color verde claro, sésil, linear-lanceolada - que tiene de 15 a 20 cm de longitud por 2 a 3 cm de ancho. La vaina es tá coronada por una lígula membranosa, obtusa y transparente.

Las inflorescencias están sostenidas por pedúnculos de 20 cm de al tura, que parten del rizoma (escapos). Estos pedúnculos están desprovistos de hojas pero recubiertos de brácteas protectoras, las de la par te inferior son cortas y solapadas, las otras son lisas, blandas, amen tan de longitud progresivamente hasta alcanzar unos 4 cm. La inflorescencia terminal es una espiga ovoidea de 5 cm de longitud por 2 a 3 cm. de ancho, compuesta de brácteas axilares de 2 a 3 cm. de longitud por 1 a 1.5 cm. de ancho, solapadas, cóncavas, de color verde claro, estriadas y de un color amarillo verdoso pálido en los bordes membranosos.

Las flores nacen en las axilas de las brácteas del pedúnculo, en general, una o dos a la vez.

El cáliz es verdoso, gamosépalo. Los tres pétalos de la corola alternados con los lóbulos del cáliz, están unidos a su base a lo largo de unos 2 cm antes de separarse en 3 lóbulos acerados, son de color amarillo más o menos anaranjado, a veces estriado de púrpura violeta.

De los tres estambres que forman el verticilo del androceo, el posterior es el único fértil y está formado por un filamento corto, inserto

en la garganta de la flor y por una antera bilocular intror-  
sa blanco-amarillenta coronada con un conectivo delgado -  
arrollado en forma de tubo, un tercio más corto que la ante-  
ra. Los dos compartimientos se abren por una rotura longitu-  
dinal y están separados por un surco profundo que atraviesa  
el estilo. Los otros dos estambres son estériles y petaloi-  
des y están unidos al "labelo" que tiene 2 cm de largo por  
1.5 cm de ancho y está dividido en 3 lóbulos redondeados, -  
los laterales más cortos y 2 veces más estrechos; esta labe-  
lo es de color púrpura, más o menos violáceo con manchas más  
claras que el fondo.

El ovario es infero y liso, tiene tres lóculos superpuestos  
a los sépalos y cada uno de ellos contiene numerosos óvulos  
anátropos dispuestos en dos series placentarias.

El estilo es entero, delgado, dilatado, en la extremidad del  
estigma, en forma de pequeño disco con flecos en el borde.

La mayor parte de autores coincide en que el fruto es desco-  
necido. Otros afirman que es raro y se presenta en forma de  
cápsula con paredes delgadas, trilocular y que se abre en -  
tres válvulas y contiene un cierto número de semillas negras  
pequeñas y angulosas.

### 5.1.3 ECOLOGIA

De acuerdo con su origen indio o malasio, el jengibre exige  
un clima tropical o subtropical en el cual la temperatura es

elevada, al menos durante una parte del año (12).

En general, se afirma que una temperatura de 24°C a 30°C sin grandes fluctuaciones, es favorable al desarrollo de la planta. Temperaturas hasta de 34°C no la perjudican, aunque no deben ser menores de 16°C, sobre todo, durante el período de crecimiento activo, ya que este se detiene. En resumen, en los trópicos y subtropicos, el jengibre se puede reproducir rentablemente a temperaturas entre los 16°C y 34°C (13).

El jengibre prospera en regiones donde la cantidad de lluvia anual es superior a los 2,000 mm, puede soportar una estación seca que provoque el reposo vegetativo con tal que no sea demasiado larga (12).

El jengibre a pesar de que se cultiva en algunas zonas o áreas llanas y bajas, se puede cultivar a alturas superiores a los 500 msnm. Se le ha visto desarrollar muy bien en zonas boscosas, húmedas, muy sombreadas, sin embargo, necesita de la luz solar, principalmente en su etapa de brotación y crecimiento, así como en el desarrollo de sus rizomas, las cuales son fases críticas del cultivo (14).

#### 5.1.4 SUELOS

El terreno ideal para el cultivo del jengibre corresponde a un suelo de jardín humífero, bastante ligero, fácil de trabajar y que se seca muy facilmente; los aluviones ligeros le son muy convenientes (12).

No se recomiendan suelos muy arcillosos ni compactos, ni los que están formados por arenas muy gruesas. No obstante, el jengibre puede adaptarse a diversos tipos de suelos, inclusive, aquellos de formación laterítica o suelos arcillosilicicos, siempre que se consideren los factores de drenaje, laboreo y sanidad (3).

En cuanto a pH, el jengibre muestra buena adaptabilidad a suelos con valores de 5.0, aunque se comporta en mejor forma en pH cercano al neutro (3).

En Guatemala, las condiciones ecológicas que requiere el cultivo de jengibre, se localizan en algunas áreas que según la clasificación de Holdridge (9), corresponde a la zona de vida de Bosque Subtropical Muy Húmedo Cálido, la cual está situada en forma de faja paralela al Pacífico (Costa Sur) y al norte del país, comprendiendo el centro y sur de El Petén y gran parte de Alta Verapaz e Izabal (7).

#### 5.1.5 USOS

El rizoma de olor aromático y sabor acre, se emplea ampliamente desde los tiempos más remotos, el jengibre se utiliza como especia. Se usa en la preparación de numerosos platos, particularmente en los países de origen y en el oriente. Se usa en el adobo, conservar la carne y numerosas bebidas, algunas de ellas muy conocidas en los países anglosajones, como el "ginger-ale" en los Estados Unidos y el "ginger-beer" en Inglaterra.

Teniendo en cuenta su acción estimulante sobre las mucosas, el jengibre se emplea en medicina y forma parte también de algunos preparados farmacéuticos utilizados para combatir la atonía gástrica. La infusión de jengibre se utiliza como bebida medicinal en numerosos países (12,13,15).

## 5.2 EL NITROGENO

### 5.2.1 EL NITROGENO EN EL SUELO

Por ser el Nitrógeno elemental el principal constituyente del aire (un 79% en volumen), cabría esperar en correspondencia una abundancia de compuestos nitrogenados en la superficie de la tierra, pero este no es el caso (17). El Nitrógeno es el elemento más crítico en el crecimiento de las plantas. Hay casi 12 libras de Nitrógeno en forma de gas  $N_2$  en cada pié cuadrado de la superficie de la tierra, pero en esta forma no puede ser absorbido por la mayoría de las plantas, por lo que tiene que ser cambiado a otras formas aprovechables (4).

Perdomo, citado por Alvarado (2), indica que el Nitrógeno del suelo, es uno de los elementos más importantes utilizados por las plantas para su crecimiento; su esenciabilidad radica en que es uno de los elementos que las plantas necesitan en mayores cantidades; es un elemento que generalmente se encuentra deficiente en casi todos los suelos y el cual se pierde fácilmente por lixiviación.

Las plantas absorben Nitrógeno como iones, bien de amonio, bien de nitratos. La naturaleza catiónica del  $\text{NH}_4^+$  permite su adsorción y retención por el material coloidal del suelo; de este modo no está, generalmente, tan sujeto a la eliminación por filtración. Es necesario que el terreno tenga una capacidad de cambio suficientemente alta para retener el Nitrógeno añadido en forma de amonio, si no, éste sería eliminado en el agua de percolación. Los suelos arenosos con bajas capacidades de cambio, permiten un apreciable movimiento del Nitrógeno en forma de amonio hacia el subsuelo (18).

Una vez que el amoníaco es nitrificado, queda sujeto a filtración, porque el anión nitrato no es retenido por la arcilla. El Nitrógeno como nitrato, es completamente móvil en los terrenos y se transporta sin límites, ampliamente, con el agua del terreno. El grosor, la textura y la magnitud del gran espacio poroso, son los máximos responsables del movimiento hacia estratos inferiores, bajo la influencia de una cantidad dada de agua añadida (18).

El Nitrógeno en forma de amonio, como en forma de nitrato, pueden ser inmovilizados por la microflora del suelo. En este estado orgánico, el Nitrógeno no se pierde por filtración. El amonio también puede ser fijado por arcillas tipo 2:1 quedando ocluido en los espacios exagonales de placas contiguas. El amonio fijado puede ser reemplazado por cationes que expanden la arcilla, como son Calcio, Magnesio y Sodio; pero no aquellos que la contraen como Potasio, Rubidio y Cesio (18).

Según Teuscher (17), no existe un buen almacén para las formas obte

nibles de Nitrógeno. El único almacén de cualquier tipo para el Nitrógeno, es la materia orgánica del suelo. La materia orgánica aumenta la capacidad de cambio catiónico, con lo cual se reduce la pérdida por filtración de Potasio, Calcio y Magnesio.

La urea al ser aplicada al suelo es rápidamente disuelta en agua y posteriormente convertida a carbonato de amonio, compuesto que es inestable y se descompone en amoníaco y dióxido de carbono. El amoníaco es adsorbido por la fracción coloidal del suelo y subsiguientemente nitrificado (17,18). En condiciones normales, la conversión de urea en nitratos requiere 3 a 4 semanas; de modo que la urea sería un fertilizante nitrogenado ideal si no fuera por su gran solubilidad que la hace susceptible a perderse por lavado (17).

#### 5.2.2 EL NITROGENO EN LA PLANTA

El Nitrógeno en la forma de proteína, se halla presente en el protoplasma de cada célula. Además, se encuentra en muchos otros compuestos que son de gran importancia fisiológica en el metabolismo, como la clorofila, nucleótidos, fosfátidos y alcaloides; así como en muchas enzimas, hormonas y vitaminas. Por lo tanto, la deficiencia de Nitrógeno ejerce un efecto notorio sobre el rendimiento del cultivo (17).

El Nitrógeno hace a las plantas más succulentas y de un color verde oscuro, también hace que las células sean más grandes

con paredes celulares más delgadas. Además, aumenta la proporción de agua y reduce el porcentaje de Calcio en los tejidos de la planta. Fomenta el desarrollo vegetativo e impulsa la formación de follaje de buena calidad, facilitando la producción de carbohidratos y ayudando a la succulencia.

Una investigación reciente en Arkansas (Estados Unidos) ha demostrado que muchos cultivos, cuando se fertilizan con Nitrógeno, tienen una mayor capacidad para absorber no sólo más Nitrógeno sino también más Fósforo, Potasio y Calcio. La fertilización con Nitrógeno incrementa la capacidad de intercambio de cationes en las raíces de las plantas y, por consiguiente, hace que sean más eficientes para la absorción de otros iones nutrientes.

### 5.3 EL FOSFORO

#### 5.3.1 EL FOSFORO EN EL SUELO

El Fósforo como nutriente es doblemente crítico porque el total suministro de Fósforo en la mayoría de los suelos es bajo y no está realmente disponible para las plantas. El Fósforo total en un suelo arable promedio es aproximadamente 0.1% por peso, del cual, sólo una infinitésima parte está disponible a las plantas (4).

En los suelos muy ácidos la disponibilidad de Fósforo es baja debido a la formación de fosfatos de Hierro y Aluminio, de los cuales el Fósforo es obtenible con mucha lentitud. En los suelos calcáreos, se forma con rapidez fosfato tricálcico

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , con lo cual se reduce la obtenibilidad de Fósforo en el suelo (18).

### 5.3.2 EL FOSFORO EN LA PLANTA

El Fósforo se encuentra en toda célula viva y es esencial en la nutrición, tanto vegetal, como animal. Ocupa una posición clave en el metabolismo. El metabolismo de los carbohidratos sólo tiene lugar en forma normal cuando los compuestos orgánicos se esterifican con ácido fosfórico. El Fósforo desempeña un papel importante en las transformaciones de energía y participa en el metabolismo de la grasa y la proteína. Es un constituyente esencial de muchos compuestos vitales como los nucleóticos, las lecitinas y la mayor parte de las enzimas. Los efectos sobre el desarrollo de las plantas son los siguientes:

1. El efecto más evidente del Fósforo se efectúa sobre el sistema de raíces de las plantas. Fomenta la formación de raíces laterales y fibrosas lo que aumenta la superficie de absorción de nutrimentos. Las plantas deficientes de Fósforo tienen un sistema de raíces enanas y mal desarrolladas que reduce su zona de alimentación.
2. El Fósforo aumenta el número de renuevos en los cereales y, por tanto, crece el número de vástagos que, por último genera espigas, mazorcas y grano.
3. El Fósforo apresura la maduración de las plantas. En presencia de Fósforo disponible suficiente, la formación de

semillas comienza antes y los cultivos maduran varios días antes que cuando el Fósforo es deficiente. Es esencial en la formación de semillas.

4. Los cultivos de forraje desarrollados en suelos deficientes en Fósforo, contienen cantidades reducidas de éste elemento y, por consiguiente, son de valor inferior cuando se administran al ganado.
5. El Fósforo da fortaleza a la paja y ayuda a evitar el acame.
6. El Fósforo aumenta la proporción de grano con la paja en los cereales y aumenta así, el rendimiento de grano.
7. El Fósforo hace mayor la resistencia a las enfermedades de las plantas, a causa, es de suponer, del desarrollo normal de la célula y al crecimiento vigoroso resultante.
8. Los cultivos leguminosos desarrollados en condiciones de deficiencia de Fósforo pueden padecer también de deficiencia de Nitrógeno, ya que las bacterias de nódulo sólo actúan de manera normal, cuando las plantas están abastecidas de Fósforo adecuado.

#### 5.4 LAS LEYES DE LA FERTILIDAD DEL SUELO

Liebig (1803-73), citado por Teuscher (17), estableció que el rendimiento de un cultivo está limitado por la cantidad del elemento nutritivo presente en menor cantidad (Ley del Mínimo). Según Liebig, la adición de elementos nutritivos al suelo podía producir un aumento proporcional en el rendimiento. Mitcherlich (1930) y Willcox, -

citados por el mismo autor, demostraron que cuando se añaden nutrientes al suelo, de modo que las cantidades existentes se dupliquen, tripliquen o cuadruplicen, el rendimiento no aumenta en la misma proporción; por el contrario, el rendimiento se va haciendo gradualmente más pequeño mientras más se aproxime al rendimiento máximo (Ley de los Rendimientos Decrecientes).

Fue el alemán Baule, quien sugirió que la unidad de fertilizante o de cualquier otro factor de crecimiento, debe ser la cantidad necesaria para producir una cosecha que sea el 50% de la máxima posible (18).

Las plantas necesitan diversas cantidades absolutas de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, pero la cantidad de kilogramos que cada una requiere para producir una cosecha que sea el 50% de la máxima posible es conocida como Unidad Baule (17,18).

Las cantidades de los diversos nutrimentos, en particular Nitrógeno, Fósforo y Potasio, capaces de producir el 50% del rendimiento máximo han sido establecidas empíricamente y actualmente son:

1 Baule de Nitrógeno:	247 Kg/ha N
1 Baule de Fósforo:	50 Kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1 Baule de Potasio:	92 Kg/ha K <sub>2</sub> O

Empleando los valores de Unidades Baule de los elementos es posible calcular por medio de la Ley de los Rendimientos Decrecientes hasta donde resulta económico aplicar fertilizantes y establecer así un límite económico (17).

## 5.5 ESTUDIOS SOBRE FERTILIZACION Y DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA EN JENGIBRE.

### 5.5.1 FERTILIZACION

Lee y Ascher (10) encontraron que al incrementar el número de aplicaciones de Nitrógeno, la respuesta del jengibre a este elemento se incrementaba substancialmente. En un experimento, al realizar una sola aplicación de Nitrógeno a una dosis de 336 Kg/ha obtuvieron un rendimiento de 49.2 T/ha, mientras que al aplicar la misma dosis dividida en 8 aplicaciones obtuvieron un rendimiento de 75.9 T/ha.

Aiyadurai (1966), citado por Aclan (1), reportó que la aplicación de Nitrógeno y Fósforo, cada uno a 57 y 114 Kg/ha incrementaba la producción de 18 a 32% y de 13 a 19% respectivamente. Cádiz (1968), citado por el mismo autor, recomienda aplicar un fertilizante completo (12-24-12) a razón de 800 Kg/ha, con lo cual la producción de jengibre se ve incrementada.

Lokanath y Dash (1964), citados por Aclan (1), indican que realizando 2 aplicaciones de fertilizante combinado de N-P-K, cada componente a razón de 66.6 Kg/ha incrementa la producción de jengibre.

Aclan (1) encontró que al aplicar 30 Kg/ha de Nitrógeno la producción obtenida fue de 20.5 T/ha; el doble de la obtenida que cuando no se aplicó fertilizante. Al adicionar 90 Kg/ha de Nitrógeno la producción llegó a 34.5 T/ha.

Lee (11) efectuó un experimento utilizando dosis de 56, 112,

224, 448 y 896 Kg/ha. La máxima producción se obtuvo con el nivel de 896 Kg/ha; sin embargo, fue el nivel de 224 Kg/ha - el que dio los resultados más económicos.

Gampat (6) indica que para alcanzar una producción de 21.3 a 24.0 T/ha sin hacer uso de abonos orgánicos, deben aplicarse 570 Kg/ha de un 13-13-20, la anterior dosis deberá ser agregada en tres aplicaciones, cada una conteniendo 1/3 de la dosis total.

#### 5.5.2 DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA

De acuerdo con la literatura existente sobre el cultivo del jengibre, los distanciamientos de siembra son variables y dependen del grado tecnológico con que se vaya a manejar el cultivo. En términos generales, los distanciamientos de siembra recomendados por varios autores van de 15 hasta 50cm entre plantas y de 60 hasta 120 cm entre hileras (7,12,14,15). Butcher y Carr (1970) citados por Whiley (19), demostraron un incremento en la producción de jengibre al elevar la densidad de plantas por hectárea, sin embargo, esto causó la reducción del tamaño del rizoma.

Whiley (19) demostró que al elevar la población de plantas por unidad de área, resulta en una competencia entre plantas, lo que origina el cese del crecimiento vegetativo y una precocidad en la floración y en la cosecha.

## 6. MATERIALES Y METODOS

### 6.1 LOCALIZACION

El presente estudio se llevó a cabo en el municipio de El Asintal, departamento de Retalhuleu, en terrenos de un agricultor asociado a la Cooperativa "El Asintal" R.L. Las coordenadas geográficas son: 14°35'18" latitud norte y 91°43'28" longitud oeste.

Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (9) el área pertenece a la zona de vida de Bosque Subtropical Muy Húmedo Cálido.

### 6.2 CARACTERISTICAS CLIMATICAS

Temperatura media anual	26.4°C
Precipitación media anual	2,232.5 mm
Humedad relativa media anual	76%
Altitud	355 msnm

Datos meteorológicos de acuerdo a la estación "El Asintal" (8).

### 6.3 CARACTERISTICAS EDAFICAS

Según Simmons, et al (16) los suelos del área experimental pertenecen a la serie Retalhuleu (Re) y sus características son: material madre de ceniza volcánica intemperizada, relieve suavemente inclinado, drenaje interno bueno; el suelo superficial tiene un color café oscuro textura franco-arcillo-limosa friable de un espesor de 25 cm. El subsuelo varía de un color café rojizo a café, consistencia friable, textura arcillosa, uno a dos m de espesor.

#### 6.4. FACTORES

Los factores estudiados fueron:

- a) Distanciamiento de siembra entre plantas
- b) Niveles de fertilización con Nitrógeno y Fósforo.

Los distanciamientos entre plantas fueron:

CLAVE	Distanciamiento entre surco (cm)	Distanciamiento entre plantas (cm)	Densidad de población (plantas/ha)
a <sub>1</sub>	70	50	28,571
a <sub>2</sub>	70	40	35,714
a <sub>3</sub>	70	25	57,143

Los niveles de fertilización en unidades Baule de Nitrógeno y Fósforo fueron:

CLAVE	U.B.	Kg/ha	
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
b <sub>1</sub>	0.0	0	0
b <sub>2</sub>	0.5	124	25
b <sub>3</sub>	1.0	247	50
b <sub>4</sub>	2.0	494	100
b <sub>5</sub>	4.0	988	200

#### 6.5 TRATAMIENTOS

La combinación de los distanciamientos de siembra entre plantas con los niveles de fertilización en Unidades Baule de Nitrógeno y Fósforo produjo un total de 15 tratamientos (Cuadro 1).

CUADRO 1. TRATAMIENTOS EVALUADOS EN EL ENSAYO EXPERIMENTAL

Tratamiento No.	U.B. de N y P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Distanciamiento de siembra entre plan- tas (cm)
1 (testigo)	0.0	50
2	0.5	50
3	1.0	50
4	2.0	50
5	4.0	50
6 (testigo)	0.0	40
7	0.5	40
8	1.0	40
9	2.0	40
10	4.0	40
11 (testigo)	0.0	25
12	0.5	25
13	1.0	25
14	2.0	25
15	4.0	25

## 6.6 TECNICAS EXPERIMENTALES DE CAMPO

### 6.6.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Los tratamientos fueron dispuestos en un arreglo de Parcelas Divididas en diseño de Bloques al Azar con 4 repeticiones. - Se evaluó únicamente 3 repeticiones, ya que una de ellas fue eliminada debido a que gran parte se inundó perdiéndose varios tratamientos.

Los distanciamientos de siembra fueron ubicados en las parcelas grandes y los niveles de fertilización fueron asignados a las parcelas pequeñas. En cada uno de los distanciamientos se ubicó un tratamiento testigo sin fertilizante.

### 6.6.2 TAMAÑO DE PARCELA

El tamaño de parcela utilizado fue:

Parcela grande:	112.0 m <sup>2</sup>	(20m X 5.6 m)
Parcela pequeña:	22.4 m <sup>2</sup>	(4 m X 5.6 m)
Parcela neta:	13.8 m <sup>2</sup>	(3 m X 4.6 m)

### 6.6.3 MODELO ESTADISTICO

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = M + B_j + A_i + ij + B_k + AB_{jk} + E_{ijk}$$

donde:

$Y_{ijk}$  = variable respuesta de la  $ijk$ -ésima unidad experimental

$M$  = efecto de la media general

$B_j$  = efecto del  $j$ -ésimo bloque

$A_i$  = efecto del  $i$ -ésimo nivel del factor A

$ij$  = error experimental asociado a la parcela grande

- $B_k$  = efecto del k-ésimo nivel del factor B
- $AB_{jk}$  = efecto debido a la interacción del j-ésimo nivel del factor A con los k-ésimos niveles del factor B.
- $E_{ijk}$  = error experimental asociado a la parcela pequeña.

## 6.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO

### 6.7.1 PREPARACION DEL TERRENO

Se efectuó una limpia con machete, posteriormente se barbechó con azadón a una profundidad de 25 cm para mullir el suelo. - Se formaron camellones de 25 cm de altura y distanciados a 70 cm entre sí.

### 6.7.2 SOMBRA

Dadas las condiciones ecológicas del cultivo, se seleccionó un área, que tuviera sombra, esta fue proporcionada por caspirol (Inga sp.) y café (Coffea arabica L.). Inicialmente el nivel de sombra fue de aproximadamente 70%, esto para favorecer la brotación del jengibre, posteriormente se eliminó parcialmente la sombra para mantener un nivel aproximado de 40%.

### 6.7.3 SIEMBRA

Previo a la siembra, los rizomas fueron cortados en trozos, - cada uno con dos yemas, posteriormente se desinfectaron en una solución de estreptomycin (AGRIMYCIN 500) a razón de 7 g por cada 4 lt de agua y se dejaron secar por espacio de 3 días para que la herida cicatrizara. La profundidad de siembra fue de 5 cm.

#### 6.7.4 RESIEMBRA

A los 40 días posteriores a la siembra fue necesario resembrar para reponer los rizomas que no brotaron.

#### 6.7.5 VARIEDAD

Se utilizó la variedad de jengibre "Cantonés" que es la utilizada por los agricultores del área y tiene buena aceptación en los mercados internacionales por su buen tamaño, peso y color amarillento.

#### 6.7.6 FERTILIZACION

Se realizaron tres aplicaciones divididas de la siguiente forma:

- 1a. Al momento de la siembra: se aplicó el 20% del total de Nitrógeno y Fósforo.
- 2a. A los 50 días después de la siembra: se aplicó el 30% del total de Nitrógeno y Fósforo.
- 3a. A los 100 días después de la siembra: se aplicó el 50% del total de Nitrógeno y Fósforo.

El método de aplicación fue por postura y las fuentes de fertilizante usadas fueron:

- Nitrógeno: Urea con 46% de N.
- Fósforo : Simple superfosfato con 20% de  $P_2O_5$ .

#### 6.7.7 COMBATE DE PLAGAS, ENFERMEDADES Y MALEZAS

No se detectó incidencia de plagas y el aparecimiento de enfermedades fue mínimo. Se realizaron 3 aplicaciones de fun-

gicidas: 2 con oxiclóruro de cobre a una dosis de 1.5 Kg/ha y una con triadimenol a una dosis de 1.5 lt/ha, con un intervalo de 8 días entre cada aplicación. El control de malezas fue realizado en forma manual con azadón, haciéndose un total de 3 limpiezas durante todo el ciclo.

#### 6.7.8 COSECHA

La siembra se efectuó el 21 de junio de 1987 y la cosecha se realizó el 2 de febrero de 1988. El ciclo fue de aproximadamente 7 meses. Los rizomas fueron desenterrados, lavados, secados a la sombra y pesados.

#### 6.7.9 EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL

El método utilizado fue el de extracción por solventes. Los rizomas fueron cortados en delgadas rodajas y secados a sol directo durante 6 horas. Posteriormente fueron molidos, se tomó una muestra de 20 g, la que fue colocada en el equipo SOXHLET dejando refluja el solvente por espacio de 8 horas y calentando a una temperatura constante de 70°C. El solvente usado fue el Hexano. El aceite esencial fue separado del solvente al vacío y calentado a una temperatura de 20°C. El contenido de aceite esencial fue obtenido por diferencia de peso.

### 6.8 VARIABLES EVALUADAS

#### 6.8.1 ALTURA DE PLANTA

La altura de planta se midió con una regla graduada en centímetros, a partir de la base del culmo hasta la base de la última hoja. Se tomaron 5 plantas por tratamiento. La medi-

ción se efectuó un mes antes de la cosecha.

#### 6.8.2 RENDIMIENTO

El rendimiento fue evaluado en kilogramos por unidad experimental (Kg/u exp) de jengibre fresco, posteriormente fueron transformados a kilogramos por hectárea (Kg/ha).

#### 6.8.3 CONTENIDO DE ACEITE

El contenido de aceite fue evaluado en porcentaje respecto al peso seco de la muestra.

#### 6.9 ANALISIS DE LA INFORMACION

Las variables fueron analizadas mediante un análisis de varianza de acuerdo a un arreglo de Parcelas Divididas en diseño de Bloques al Azar. Las fuentes de variación y los grados de libertad se ilustran en el Cuadro 1A.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSION.

### 7.1 ANALISIS QUIMICO DEL SUELO

Se realizaron dos muestreos del suelo; el primero, previo a la siembra y el segundo, después de la cosecha. Ambos análisis químicos fueron determinados en el laboratorio de suelos del ICTA mediante el método de Carolina del Norte (Cuadro 2).

Puede observarse en los resultados de la muestra tomada antes de la siembra, que el Fósforo se encuentra en un nivel alto; el Potasio, ligeramente bajo; el Calcio y el Magnesio, se encuentran en un nivel bajo de disponibilidad. El bajo nivel de las bases puede ser explicado, ya que es una zona de fuertes precipitaciones pluviales, por lo que el pH es ácido. El jengibre muestra buena adaptación a este tipo de pH (13).

En los resultados de la muestra tomada posterior a la cosecha, el nivel de Fósforo, aumentó significativamente. Esto se debe a que el nivel inicial de Fósforo en el suelo era alto y el Fósforo aplicado en forma de fertilizante no fue absorbido por la planta en forma significativa. El Potasio, por el contrario, disminuyó también significativamente su nivel, lo que indica que el jengibre es particularmente exigente en tal elemento (Cuadro 2).

Las bases del suelo, por su parte, no mostraron cambios significativos en sus niveles después de la cosecha.

CUADRO 2. ANALISIS DE SUELO DONDE SE INSTALO EL EXPERIMENTO EVALUANDO TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA ENTRE PLANTAS Y CUATRO NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO EN JENGIBRE (Zingiber officinale R.), EL ASINTAL, RETALHULEU.

Serie Suelos	ug/ml		Meg/100 ml		pH	Textura	Ca/Mg
	P	K	Ca	Mg			
Re	29.7	96.0	3.68	0.74	5.3	Franco arenosa	4.97
MAS	(4)	(2)	(1)	(1)			(3)
MDC	43.8	55.9	3.94	0.63	5.2		5.46
	(4)	(1)	(1)	(1)			(3)

Re : Retalhuleu

MAS : Muestra de suelo antes de la siembra

MDC : Muestra de suelo después de la cosecha

(1) : Bajo

(2) : Ligeramente bajo

(3) : Adecuado

(4) : Alto

NOTA: El suelo en el que se hizo el ensayo, actualmente está bajo cultivo de café. Por otra parte, este análisis no pudo ser tomado en cuenta para el ensayo, pues sus datos llegaron fuera de tiempo, esto queda demostrado con el incremento que se observa en el Fósforo y la disminución en el Potasio.

## 7.2 ALTURA DE PLANTA

Los resultados obtenidos en lo referente a la altura de planta se presentan en el cuadro 3. Puede observarse que los mayores incrementos promedio corresponden al distanciamiento de 25 cm entre plantas. Esta altura es similar a la obtenida por los agricultores del área.

Al realizar los análisis de varianza para esta variable, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 4) esto indica que los fertilizantes aplicados no tuvieron influencia sobre el crecimiento.

## 7.3 RENDIMIENTO DE JENGIBRE FRESCO

El rendimiento de jengibre fresco obtenido en cada tratamiento se presenta en el cuadro 5 (Kg/unidad experimental) y en el cuadro 6 (Kg/ha). Al realizar la sumatoria de los distanciamientos de los promedios de cada distanciamiento de siembra y obtener un promedio, se determinó que el distanciamiento de siembra entre plantas a 25 cm superó en 5.637 y 6.722 Kg/unidad experimental a los distanciamientos de siembra entre plantas de 40 y 50 cm respectivamente. El análisis de varianza para esta variable, no reveló diferencias significativas para la interacción de factores, lo cual indica que los factores actuaron independientemente uno del otro y no en la magnitud esperada (Cuadro 7). Puede observarse también en el mismo cuadro, que el factor distanciamiento de siembra entre plantas,

mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Con la prueba de TUKEY se determinó que a un nivel de significancia del 0.01 los distanciamientos de siembra entre plantas, son estadísticamente diferentes entre sí, respecto al rendimiento, encontrándose el distanciamiento a 25 cm como el más rendidor. (Cuadro 8).

De acuerdo con el análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas para el factor niveles de fertilización (Cuadro 7). Sin embargo, el mayor rendimiento promedio se obtuvo con el distanciamiento de siembra entre plantas a 25 cm y con un nivel de 0.5 Unidades Baule que corresponde a 124 y 25 Kg/ha de N y  $P_{25}$  respectivamente.

En la Figura 1 puede observarse que los rendimientos más altos se obtuvieron con el distanciamiento entre plantas a 25 cm, mientras que con los distanciamientos a 40 y 50 cm se obtuvieron los rendimientos más bajos, en su orden respectivo, siendo éstos, bastante similares entre sí.

En la figura 2 se muestra el comportamiento del rendimiento de jengibre fresco en cada nivel de fertilización. Puede observarse que el testigo superó ligeramente a los tratamientos con fertilizantes.

CUADRO 3. ALTURA PROMEDIO DE PLANTA (cm) EVALUANDO TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA ENTRE PLANTAS Y CUATRO NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO EN JENGIBRE (Zingiber officinale R.), EL ASINTAL, RETALHULEU.

Dist. de siembra entre plantas (cm)	Niveles de N y P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (U.B.)	ALTURA PROMEDIO			
		I	II	III	$\bar{x}$
50	0.0	83	66	90	80
	0.5	67	37	76	60
	1.0	70	66	76	71
	2.0	51	54	56	54
	4.0	50	60	68	59
40	0.0	77	66	67	70
	0.5	55	67	74	65
	1.0	53	52	67	57
	2.0	57	71	78	69
	4.0	53	58	75	62
25	0.0	66	75	75	72
	0.5	74	53	96	74
	1.0	61	54	92	69
	2.0	81	71	68	73
	4.0	57	78	81	72

CUADRO 4. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA EVALUANDO TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA ENTRE PLANTAS Y CUATRO NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO EN JENGIBRE (*Zin geber officinale* R.), EL ASINTAL, RETALHULEU.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	Ft		
			0.05	0.01	
Bloque	2	878.96			
Factor A	2	278.76	5.83	6.94	18.00 NS
Error (a)	4	47.82			
Subtotal	8				
Factor B	4	132.76	1.25	2.78	4.22 NS
AB	8	141.42	1.34	2.36	3.36 NS
Error (b)	24	105.87			
Total	44				

Factor A: Distanciamiento de siembra entre plantas

Factor B: Niveles de fertilización con Nitrógeno y Fósforo

NS : No significativo

CUADRO 5. RENDIMIENTO DE JENGIBRE FRESCO (Kg/u exp.) EVALUANDO TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA ENTRE PLANTAS Y CUATRO NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO EN JENGIBRE (Zingiber officinale R.) EL ASINTAL, RETALHULEU.

Dist. de siembra entre plantas (cm)	Niveles de N y P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (U.B.)	R E N D I M I E N T O			
		I	II	III	$\bar{x}$
50	0.0	9.76	12.33	11.25	11.11
	0.5	8.64	6.90	10.17	8.57
	1.0	8.15	5.45	9.32	7.64
	2.0	6.96	9.18	6.36	7.50
	4.0	6.22	9.12	8.55	<u>7.96</u>
					8.56
40	0.0	8.75	13.15	11.62	11.17
	0.5	11.36	8.58	9.18	9.71
	1.0	8.52	6.65	10.28	8.48
	2.0	5.14	9.80	10.26	8.40
	4.0	10.94	9.46	10.94	<u>10.45</u>
					9.64
25	0.0	19.35	15.71	13.15	16.07
	0.5	18.15	14.91	16.42	16.49
	1.0	18.52	8.98	19.72	15.74
	2.0	13.30	14.43	17.90	15.21
	4.0	13.66	14.38	10.60	<u>12.88</u>
					15.28

Kg/u exp.: Kilogramos por unidad experimental

U.B. : Unidades Baule

CUADRO 6. RENDIMIENTO DE JENGIBRE FRESCO (Kg/ha) EVALUANDO TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA ENTRE PLANTAS Y CUATRO NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO EN JENGIBRE (*Zingiber officinale* R.), EL ASINTAL, RETALHULEU.

Dist. de siembra entre plantas (cm)	Niveles de N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (U.B.)	R E N D I M I E N T O			
		I	II	III	$\bar{x}$
50	0.0	7,072	8,934	8,152	8,053
	0.5	6,261	5,000	7,370	6,210
	1.0	5,906	3,949	6,754	5,536
	2.0	5,043	6,652	4,609	5,435
	4.0	4,507	6,609	6,196	<u>5,771</u>
				6,201	
40	0.0	6,341	9,529	8,420	8,097
	0.5	8,232	6,217	6,652	7,034
	1.0	6,174	4,819	7,449	6,147
	2.0	3,725	7,101	7,435	6,087
	4.0	7,928	6,855	7,928	<u>7,570</u>
				6,987	
25	0.0	14,022	11,384	9,529	11,645
	0.5	13,152	10,804	11,899	11,952
	1.0	13,420	6,507	14,290	11,406
	2.0	9,638	10,457	12,971	11,022
	4.0	9,899	10,420	7,681	<u>9,333</u>
				11,072	

CUADRO 7. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE JENGIBRE FRESCO EN PESO, EVALUANDO TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA ENTRE PLANTAS Y CUATRO NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO EN JENGIBRE (Zingiber officinale R.), EL ASINTAL, RETALHULEU

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	Ft	
				0.05	0.01
Bloque	2	4.64			
Factor A	2	195.31	35.71	6.94	18.00 **
Error (a)	4	5.47			
Subtotal	8				
Factor B	4	9.62	1.58	2.78	4.22 NS
AB	8	3.74	0.61	2.36	3.36 NS
Error (b)	24	6.10			
Total	44				

Factor A: Distanciamiento de siembra entre plantas

Factor B: Niveles de fertilización con Nitrogeno y Fósforo

\*\* : Alta significancia

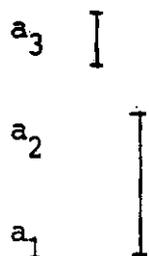
NS : No significativo

Kg/u exp: Kilogramos por unidad experimental

CUADRO 8. COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS DE TUKEY PARA EL FACTOR DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA ENTRE PLANTAS EVALUANDO TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA ENTRE PLANTAS Y CUATRO NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO EN JENGIBRE (Zingiber officinale R.), EL ASINTAL, RETALHULEU.

Distanciamiento de siembra entre plantas	a <sub>3</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	4.894**	0.815 <sup>NS</sup>	---
a <sub>2</sub>	4.079**	---	
a <sub>3</sub>	---		

Presentación de medias



Medias unidas por la misma línea son estadísticamente iguales.

a<sub>1</sub> : Distanciamiento de siembra entre plantas a 50 cm

a<sub>2</sub> : Distanciamiento de siembra entre plantas a 40 cm

a<sub>3</sub> : Distanciamiento de siembra entre plantas a 25 cm

\*\* : Alta Significancia

NS : No significativo

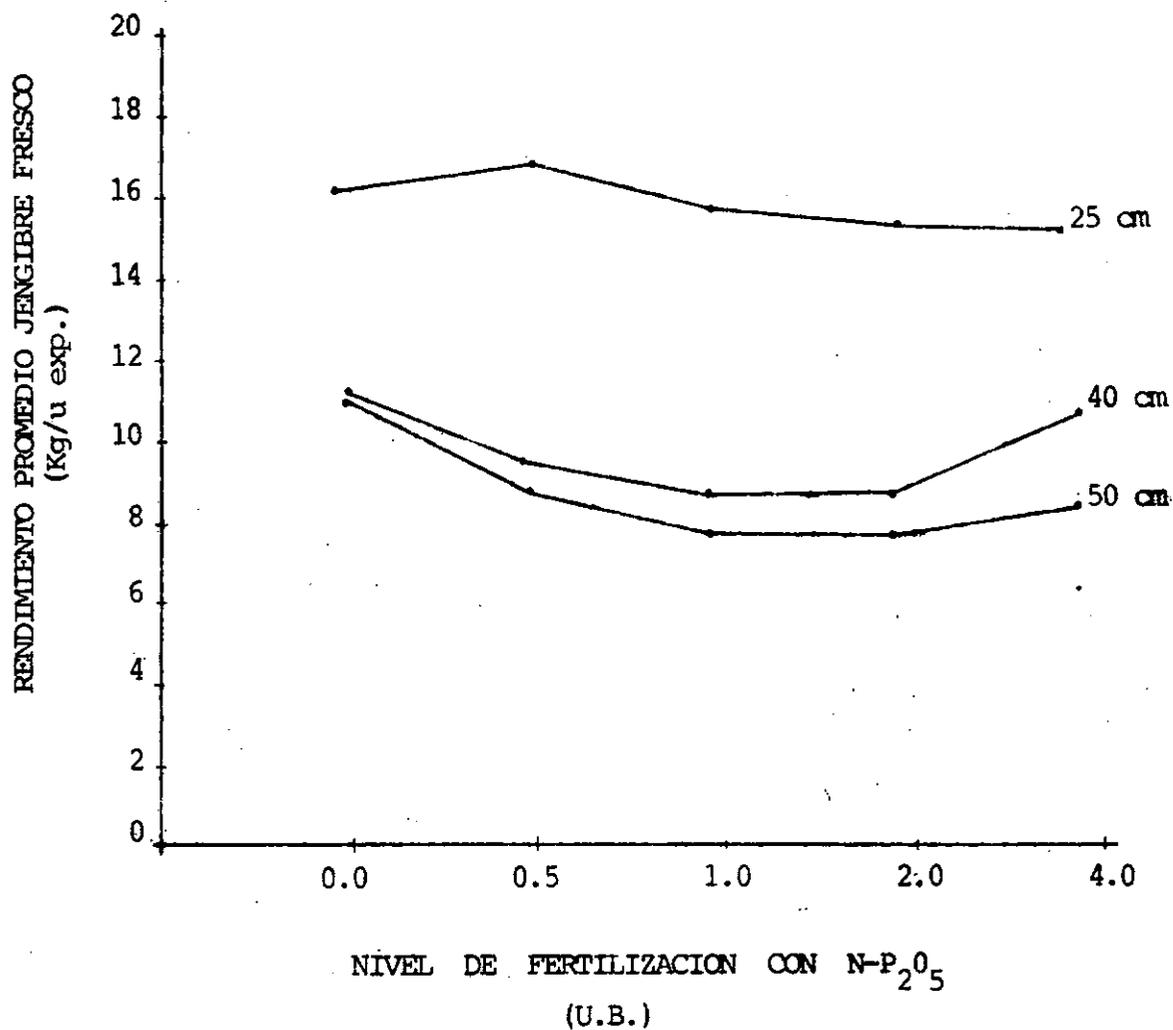


FIGURA 1. COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO DE JENGIBRE (Zingiber officinale R.) EN FRESCO, COMO RESPUESTA A TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRAS ENTRE PLANTAS Y CUATRO NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO. EL ASINIAL, RETALHULEU.

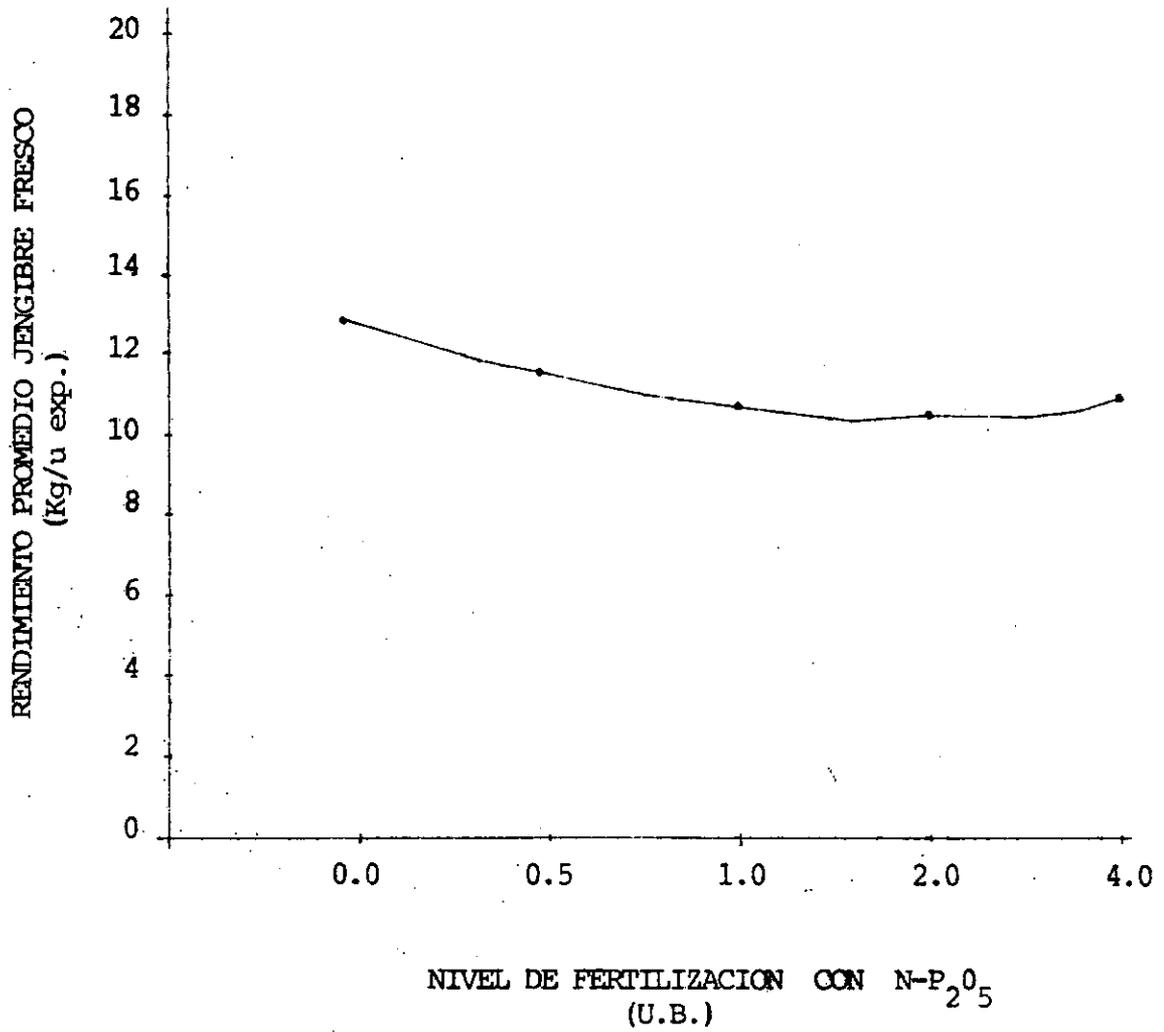


FIGURA 2. RENDIMIENTO PROMEDIO DE JENGIBRE (Zingiber officinale R.) EN FRESCO, EN CADA NIVEL DE FERTILIZACION CON NITROGENO Y FOSFORO. EL ASINTAL, RETALHULEU.

La respuesta negativa a la aplicación de urea (fertilizante nitrogenado), pudo deberse a que ésta posee una alta solubilidad y fue lixiviada y arrastrada por las fuertes precipitaciones pluviales ocurridas en el área (Cuadro 2A). Además, según análisis efectuado en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, usando el método Walkley-Black, se comprobó que el contenido de materia orgánica del suelo donde se efectuó el ensayo, era bastante bajo (0.4%) y la textura franco-arenosa, condiciones bajo las cuales, según Tisdale (18), la retención de nutrimentos es mínima.

La respuesta negativa a la aplicación de simple superfosfato (fertilizante fosforado), pudo obedecer a que este elemento se encontraba en un nivel alto en el suelo, aunque Maistre (12), reporta que en ensayos realizados en Malabar, la respuesta del jengibre a este elemento también ha sido negativa.

Es necesario indicar que cuando se realizó la cosecha, el jengibre no había alcanzado su plena madurez fisiológica, sino que ésta fue inducida por deficiencia de agua, ya que, la época lluviosa fue irregular y la capacidad del suelo para retener humedad es deficiente, esto pudo ocasionar cierta merma en los rendimientos, pero comparados con los obtenidos en la costa sureste de la India, reportados por Maistre (12), que van de 9 a 11 T/ha de jengibre fresco, son similares.

#### 7.4 CONTENIDO DE ACEITE ESENCIAL

El aceite esencial fue evaluado en porcentaje respecto al peso seco de la muestra de rizoma. El contenido promedio de las muestras analizadas fue de 5.2%, dicho resultado fue comparado con una muestra de jengibre criollo, el que resultó tener un contenido de 6.5% (Cuadro 9).

El contenido de aceite esencial obtenido en el presente estudio preliminar es mayor al reportado por Maistre (12), que va de 1 a 3%, esto se debió a que como indica el mismo autor, que cuando se utilizan solventes de naturaleza volátil en las extracciones, junto con el aceite esencial, es también arrastrada la oleorrecina de jengibre.

CUADRO 9. CONTENIDO DE ACEITE ESENCIAL DE RIZOMAS DE JENGIBRE (%) ESTUDIO PRELIMINAR

No. Muestra	1	2	3	$\bar{x}$	Jengibre criollo
Contenido aceite esencial (%)	5.2	5.4	5.0	5.2	6.5

## 8. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio y bajo las condiciones de clima y suelo del área, se llegó a las siguientes conclusiones:

- a) El mayor rendimiento de jengibre fresco se obtuvo con el distanciamiento a 25 cm entre plantas, sin afectar la altura de las mismas, dicho distanciamiento superó en 5.64 y 6.72 Kg/unidad experimental a los distanciamientos a 40 y 50 cm respectivamente. Esto confirma la primera hipótesis planteada.
- b) El jengibre no mostró respuesta a la aplicación de urea y simple - superfosfato, principalmente por las condiciones físicas del suelo. Con esto se rechaza la segunda hipótesis planteada.
- c) La influencia en el rendimiento de los factores distanciamiento de siembra entre plantas y niveles de fertilización, fue independiente.
- d) En el estudio preliminar, el contenido de aceite esencial de la variedad criolla resultó ser 1.3% mayor que el de la variedad cultivada y el de ésta resultó superior a los datos que sobre el cultivo se reportan.

## 9. RECOMENDACIONES

- a) Debe emplearse el distanciamiento a 25 cm entre plantas para incrementar el rendimiento.
- b) Las fertilizaciones con N y  $P_2O_5$  no deben sobrepasar los 124 y 25 - Kg/ha respectivamente, siempre y cuando los suelos tengan suficiente materia orgánica y sean franco-arcillosos, condiciones bajo las que la retención de nutrimentos e intercambio, será adecuada.
- c) Hacer ensayos de abonamiento con materia orgánica, tanto por sus nutrientes como para mejorar las condiciones físicas del suelo.
- d) Bajo condiciones de suelo con bajo contenido de materia orgánica y textura franco-arenosa es recomendable probar la respuesta del jengibre a los fertilizantes por vía foliar.
- e) Siendo el aceite esencial, un factor importante dentro de los aspectos de calidad, es recomendable realizar estudios más profundos sobre el mismo, probar otras variedades como otros métodos de extracción del aceite esencial.
- f) Hacer estudios de fertilización química tomando en cuenta los tres elementos mayores N-P-K teniendo un equilibrio adecuado entre ellos y bajo condiciones de suelo más favorables a las del presente ensayo.
- g) Tomando como distancia fija entre plantas la de 25 cm, estudiar variando la distancia entre surcos sin sobrepasar los 70 cm.

10. BIBLIOGRAFIA

1. ACLAN, F.; QUISUMBING, E.C. 1976. Fertilizar requirement, mulch and lighth attenuation on de yield and quality of ginger. Philippine Agriculturist (Filipinas) 60(5/6): 183-191.
2. ALVARADO GALDERON, A.M. 1980. Estudio sobre la interacción de fertilización nitrogenada y densidades de población, con tres variedades de maíz (Zea mays L.) Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 45 p.
3. COSTA RICA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1984. Jengibre (Zingiber officinale R.). Costa Rica. p. 93-95 (Boletín Técnico No. 62).
4. DONAHUE, R. L.; MILLER, R. W.; SHICKLUNA, J.C. 1981. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Trad. por Jorge Peña C. 4 ed. Colombia, Prentice Hall Internacional. 624 p.
5. FIGUEROA QUIÑONES, L. 1977. Efecto de la densidad de siembra sobre los componentes número y peso de grano en el rendimiento de 19 materiales genéticos de maíz (Zea mays L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 68 p.
6. GANPAT, R.; GONZALEZ, P. 1975. Growing ginger. Trinidad & Tobago, Ministry of Agriculture, Land and Fisheries. Crop Bulletin no. 26. - 8 p.
7. GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. 1965. Apuntes sobre jengibre (Zingiber officinale R.). Informe Económico (Guate.) 12(3): 43-53.
8. \_\_\_\_\_ . INSTITUTO DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Estación "El Asintal" tarjeta de control meteorológico, - del período 1976-1987.  
Sin publicar.
9. HOLDRIDGE, L. R. 1958. Mapa de zonificación ecológica de Guatemala según sus formaciones vegetales. Guatemala, Ministerio de Agricultura/SCIDA. p. 19.
10. LEE, M. T.; ASHER, C. J. 1981. Nitrogen nutrition of ginger (Zingiber officinale R.); effects of sources, rates and times of nitrogen application. (Plant and Soil (Qld) 62(1): 23-24.

11. \_\_\_\_\_; EDWARDS, D. G. 1981. Nitrogen nutrition of a ginger (Zingiber officinale R.); effects of nitrogen supply on growth and development. Field Crops Research (Qld) 4(1): 55-68.
12. MAISTRE, J. 1969. Las plantas de especias. Barcelona, Blume. p. 21-56.
13. NICARAGUA. DIRECCION GENERAL DE REFORMA AGRARIA Y COOPERATIVIZACION. s.f. Normas técnicas para el cultivo del Jengibre (Zingiber officinale R.). Nicaragua. 20 p.
14. PIZA, E. s.f. El cultivo del jengibre en Costa Rica. Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Departamento de fitopatología. 23 p.
15. RODRIGUEZ, M. N. 1980. El jengibre, sus usos, producción y comercialización. II. Agroconocimiento (Rep. Dominicana) 4(33): 20-25, 40.
16. SIMMONS, C.; TARANO, J. M.; PINTO, J. H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
17. TEUSCHER, H. et. al. 1980. El suelo y su fertilidad. Trad. por Rodolfo Vera Zapata. México, Continental. 510 p.
18. TISDALE, S.L.; Nelson, W.L. 1982. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Trad. por Jorge Balash y Carmen Piña. México, UTEHA. 760 p.
19. WHILEY, A.W. 1981. Effect of plant density on time to first harvest - maturity, knob size and yield in two cultivars of ginger (Zingiber officinale R. R.) grown in southeast Queensland. Tropical Agriculture (Tri.) 58(3): 245-251.

vo. Bo.  
*Petrucci*



11. APENDICE

REPETICION

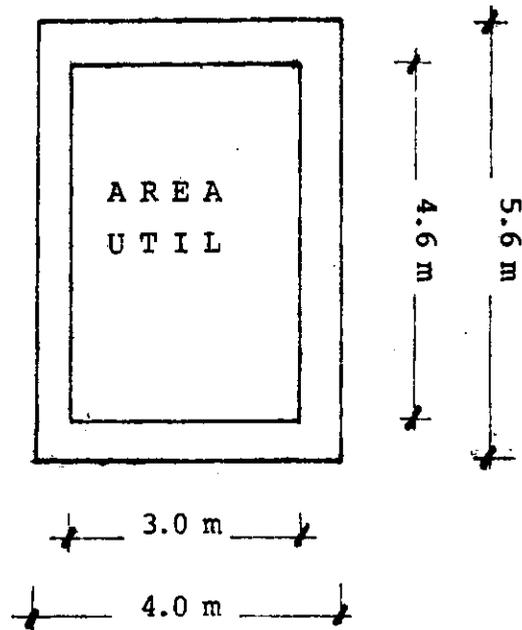
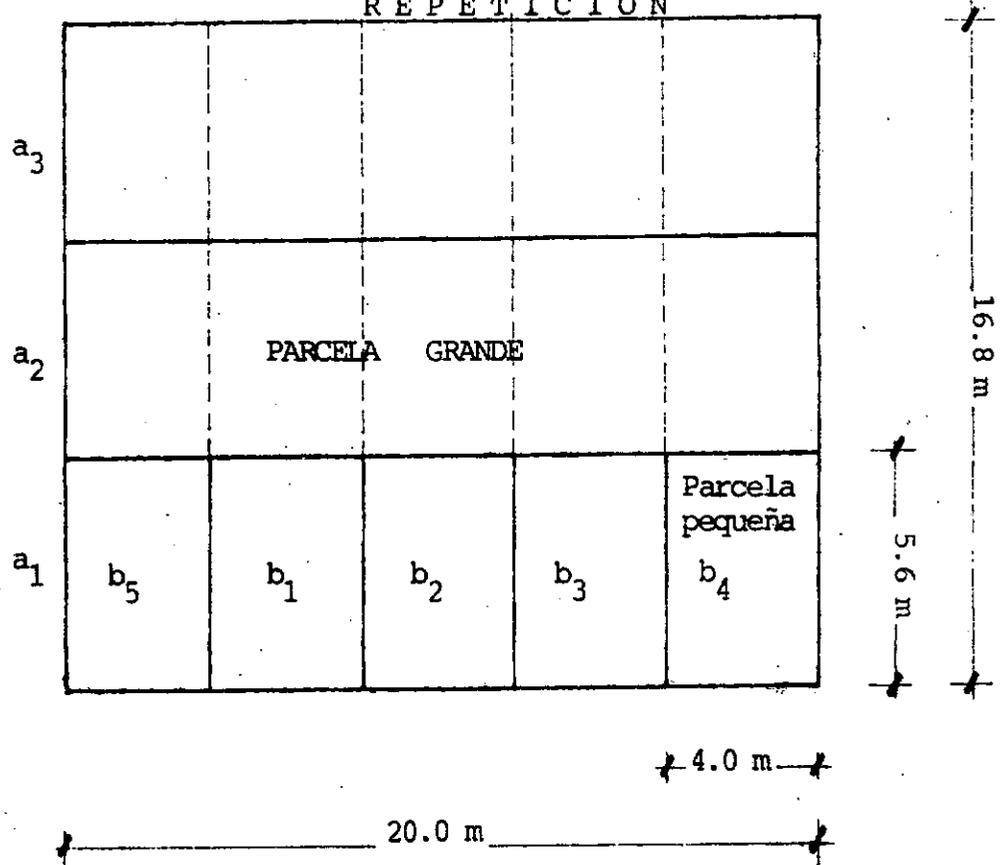


FIGURA 1A. TAMAÑO DE PARCELA EXPERIMENTAL UTILIZADO EN LA EVALUACION DE TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA ENTRE PLANTAS Y CUATRO NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO EN JENGIBRE (*Zingiber officinale* R.) EL ASINTAL, RETALHULEU.

CUADRO 1A. ANEVA PARA EVALUAR TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA ENTRE PLANTAS Y CUATRO NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO EN JENGIBRE (Zingiber officinale R.), EL ASINTAL, RETALHULEU.

Fuentes de Variación	Grados de libertad
Bloques	r-1
A	a-1
Error (a)	(r-1) (a-1)
Subtotal	ra-1
B	b-1
AB	(a-1) (b-1)
Error (b)	(r-1) (b-1)
Total	rab-1

A: Distanciamiento de siembra entre plantas

B: Nivel de fertilización

CUADRO 2A. PRECIPITACION PLUVIAL TOTAL REGISTRADA EN EL AÑO 1987 EN LA ESTACION METEOROLOGICA "EL ASINTAL"

MES	PRECIPITACION (mm)	DIAS DE LLUVIA
Enero	00.0	00
Febrero	00.0	00
Marzo	44.4	02
Abril	77.7	10
Mayo	214.0	15
Junio	—	—
Julio	332.8	26
Agosto	255.7	20
Septiembre	717.4	20
Octubre	177.4	11
Noviembre	92.7	07
Diciembre	61.7	03
TOTAL	1637.7	87

Fuente: INSIVUMER.

CUADRO 3A. ANALISIS QUIMICO DE SUELO ANTES DE LA SIEMBRA PARA LA EVALUACION DE TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA ENTRE PLANTAS Y CUATRO NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO EN JENGIBRE (Zingiber officinale R.). EL ASINTAL, RETALHULEJ.

Muestra No.	pH	mg/ml suelo		Meq/ 100 ml suelo	
		P	K	Ca	Mg
1	5.5	27.08	98	4.35	0.99
2	5.4	37.08	85	3.24	0.60
3	5.2	34.17	85	3.24	0.60
4	5.3	28.75	80	3.24	0.60
5	5.4	28.75	98	4.00	0.78
6	5.0	30.42	80	3.24	0.54
7	5.3	28.75	130	4.62	0.96
8	5.4	34.17	98	3.00	0.69
9	5.5	19.42	100	4.35	1.08
10	5.2	28.75	105	3.48	0.60
$\bar{x}$	5.3	29.70	96	3.68	0.74

Realizado en el laboratorio de suelos del ICTA.

CUADRO 4A. ANALISIS QUIMICO DE SUELO DESPUES DE LA COSECHA PARA LA EVALUACION DE TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA ENTRE - PLANTAS Y CUATRO NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO EN JENGIBRE (Zingiber officinale R.). EL ASINTAL, RETALHULEU.

Muestra No.	pH	mg/ml suelo		meq/100 ml suelo	
		P	K	Ca	Mg
1	5.2	24.00	60	3.24	0.60
2	5.0	45.83	63	4.00	0.78
3	4.9	43.33	43	2.73	0.54
4	5.3	35.83	63	4.00	0.87
5	5.2	35.83	55	4.00	0.87
6	5.0	50.00	50	3.00	0.45
7	5.3	50.00	45	3.24	0.45
8	4.9	50.00	45	3.48	0.60
9	4.8	45.83	55	3.00	0.60
10	4.9	45.83	68	4.00	0.96
11	5.0	50.00	52	3.24	0.54
12	5.2	41.67	63	3.24	0.54
13	5.3	39.58	58	4.00	0.60
14	5.1	43.33	63	3.00	0.54
15	5.4	41.67	55	3.48	0.54
$\bar{x}$	5.2	43.80	56	3.94	0.63

Realizado en el Laboratorio de suelos del ICITA.

