

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DEL EFECTO DE CUATRO ENMIENDAS ORGANICAS,
COMO FERTILIZANTE, EN EL RENDIMIENTO DE JENGIBRE
(Zingiber officinale R.), EL ASINTAL, RETALHULEU.

T E S I S

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

P O R

FREDY FERNANDO CORADO ARANA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
"INGENIERO AGRONOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO"

Guatemala, mayo de 1991.



Dh
01
T(1154)

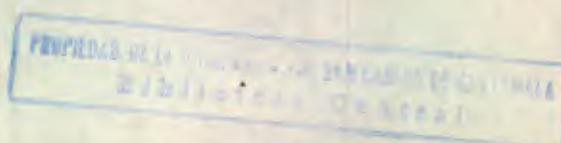
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

R E C T O R

DR. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Aníbal B. Martínez Muñoz.
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Maynor Estuardo Estrada R.
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Efrain Medina Guerra.
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Wotzbeli Méndez Estrada.
VOCAL CUARTO	P.A. Alfredo Itzep Manuel.
VOCAL QUINTO	P.A. Marco Tulio Santos Albizúrez.
SECRETARIO	Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio.



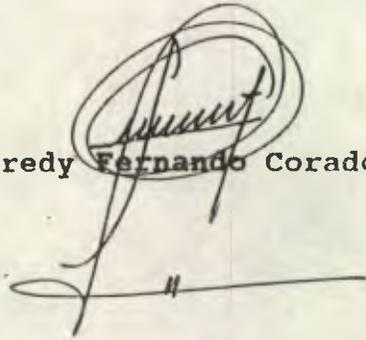
Guatemala,
Mayo de 1991

**SEÑORES
HONORABLE DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR
FACULTAD DE AGRONOMIA
PRESENTE**

SEÑORES:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: "EVALUACION DEL EFECTO DE CUATRO ENMIENDAS ORGANICAS, COMO FERTILIZANTE, EN EL RENDIMIENTO DE JENGIBRE (Zingiber officinale R.), EN EL MUNICIPIO DE EL ASINTAL, DEPARTAMENTO DE RETALHULEU; como requisito previo a optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,


Fredy Fernando Corado Arana

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS: SUPREMO CREADOR DEL UNIVERSO
- A MIS PADRES: Nicolás Corado Barrera
Adela Arana de Corado
- A MIS HERMANOS: Sandra Julieta, Byron Roberto,
Mayra Josefina e Ingrid.
- A MIS ABUELOS: Josefina Recinos G. (Q.E.P.D.)
Elpidio Arana Tobar (Q.E.P.D.)
Felisa Barrera (Q.E.P.D.)
José Corado Asencio (Q.E.P.D.)
- A MIS CUÑADOS: Ana Evelyn, Miguel de Jesús y
José Vicente
- A MIS SOBRINOS: Fabiola Desiré, Sandra Julieta,
Adela María, Byron Fernando y
José Vicente.
- A MI FAMILIA EN GENERAL

TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA GUATEMALA

A ALDEA "CASAS VIEJAS", CHIQUIMULILLA, SANTA ROSA

AL PUERTO SAN JOSE, ESCUINTLA

A LA ESCUELA "RAFAEL ALVAREZ OVALLE", PUERTO SAN JOSE

AL INSTITUTO "SAN JOSE", PUERTO SAN JOSE

AL COLEGIO "NUESTRA SEÑORA DE CONCEPCION", ESCUINTLA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A MIS AMIGOS:

- José Luis Miranda Salazar
- Marvin Alfredo Castillo Villagrán
- Carlos Rolando De León Villagrán
- Mario Conrado De León Villagrán
- Julio Jayron Zaldaña Ríos
- Cesar Augusto Telón Donis
- José Víctor Gómez Maldonado
- Milton Ayala Ayala
- Rolando Corado Montepeque
- Victor Manuel Morales
- Roberto Peralta González

A TODO EL CAMPESINADO GUATEMALTECO

AGRADECIMIENTOS

EN EL PRESENTE DOCUMENTO, QUIERO EXPRESAR MI MAS SINCERO AGRADECIMIENTO A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE UN UNA U OTRA FORMA HICIERON POSIBLE LA EJECUCION DEL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACION, ESPECIALMENTE:

- A: Sr. VICTOR ROEL ESCOBAR GARCIA
Por su aporo moral manifestado durante la ejecución del presente trabajo.
- A: P.A. ERNESTO CARRILLO e Ing. Agr. NEGLI GALLARDO
Por su desinteresada asesoría, sugerencias y enseñanzas científicas manifestadas durante el desarrollo del presente trabajo.
- A: Lic. ROMEO PEREZ
Por su colaboración y equipo prestado en la extracción del aceite esencial de los rizomas de jengibre.
- A: PERSONAL DIRECTIVO Y ADMINISTRATIVO DE LAS INSTITUCIONES "CRISTIAN CHILDREN'S FUND INC. " Y COOPERATIVA AGROPECUARIA "EL ASINTAL R.L."
Por su colaboración prestada en diversas formas hacia mi persona.
- A: LA ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE "ANACAFE"
Por su colaboración a través del Laboratorio de Suelos en la realización de los análisis de suelos efectuados en el presente.
- A: P.A. RENE DE LEON MALDONADO
Por haber donado los terrenos en donde se ubicó el ensayo experimental del presente trabajo.

CONTENIDO

	Página
Indice de Cuadros.....	i
Indice de Figuras.....	ii
Indice de Gráficas.....	iii
Resumen.....	iv
I. INTRODUCCION.....	1
II. JUSTIFICACION.....	3
III. HIPOTESIS.....	4
IV. OBJETIVOS.....	5
V. REVISION DE LITERATURA.....	6
1. Antecedentes.....	6
2. Generalidades del cultivo de jengibre..	7
3. Nutrimentos esenciales para las plantas.	14
4. Materia Orgánica del suelo.....	14
5. Estiércol vacuno, bagazo de citronela, gallinaza y pulpa de café como fertili- zantes orgánicos.....	16
6. Uso de degradadores enzimáticos en la des- composición de fertilizantes orgánicos..	19
VI. MATERIALES Y METODOS.....	20
1. Localización.....	20
2. Material empleado.....	21
3. Metodología experimental.....	21
4. Manejo del experimento.....	23
5. Variables evaluadas.....	25
6. Análisis de datos	26
VII. RESULTADOS Y DISCUSION.....	26
VIII. CONCLUSIONES.....	53
IX. RECOMENDACIONES.....	54
X. BIBLIOGRAFIA.....	55
XI. APENDICE.....	57

INDICE DE CUADROS

No.		Página
1.	Distribución de los tratamientos evaluados con sus respectivas dosis.....	22
2.	Resultados del análisis de suelo evaluando el efecto, como fertilizante, de cuatro enmiendas orgánicas en el rendimiento de jengibre.....	26
3.	Altura de plantas evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.....	29
4.	Análisis de varianza para la altura de plantas evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.....	29
5.	Número de hojas por brote principal evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre..	30
6.	Análisis de varianza para el número de hojas por brote principal evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.....	31
7.	Rendimiento total de jengibre fresco (kg/ha), evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.....	32
8.	Análisis de varianza para el rendimiento total evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.....	32
9.	Prueba de tukey para el rendimiento total evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.....	33
10.	Análisis de varianza para el rendimiento total utilizando la metodología de experimentos factoriales en la evaluación del efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.....	34
11.	Pruebas de Tukey para los factores "A" y "B" evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.....	34
12.	Rendimiento de jengibre fresco exportable (kg/ha), evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.	37
13.	Análisis de varianza para el rendimiento exportable evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.....	38
14.	Prueba de Tukey para el rendimiento exportable evaluando el efecto como fertilizante, de cuatro enmiendas orgánicas en el rendimiento de jengibre.....	38

No.		Página
15.	Rendimiento de jengibre no exportable (kg/ha), evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.....	40
16.	Análisis de varianza para el rendimiento no exportable evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.....	40
17.	Porcentajes de rendimiento exportable y no exportable, evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.....	42
18.	Porcentaje de aceite esencial de jengibre evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.....	44
19.	Análisis de varianza para el porcentaje de aceite esencial, evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.....	45
20.	Prueba de Tukey para el porcentaje de aceite esencial, evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.....	45
21.	Costo de producción por Ha. para el testigo, evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.....	47
22.	Rentabilidad y costo de producción por Ha. por tratamientos, evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.....	49
23.	Presupuesto parcial y datos económicos para el análisis marginal, evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.....	50
24.	Análisis de dominancia, evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.....	52
25.	Resumen de la Tasa Marginal de Retorno para los tratamientos no dominados evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.....	52

INDICE DE FIGURAS

NO.		Página
1.	Zona ecológica apta para el cultivo de jengibre en Guatemala.	11
2.	Distribución de los tratamientos en el campo experimental	58

INDICE DE GRAFICAS

NO.		Página
1.	Curvas de Rendimiento total (kg/ha) por enmienda para las diferentes dosis evaluadas.....	36
2.	Rendimiento Exportable y No Exportable expresados en porcentaje (%)	43

EVALUACION DEL EFECTO DE CUATRO ENMIENDAS ORGANICAS, COMO FERTILIZANTE, EN EL RENDIMIENTO DE JENGIBRE (Zingiber officinale R.) EL ASINTAL, RETALHULEU.

EVALUATION OF THE EFFECT OF FOUR ORGANIC CORRECTIONS, AS FERTILIZER, IN GINGER (Zingiber officinale R.) PRODUCTION, EL ASINTAL, RETALHULEU.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevo a cabo en la finca Guadalupe, localizada en el municipio de El Asintal, departamento de Retalhuleu y el propósito del mismo fué evaluar el efecto de cuatro enmiendas orgánicas en tres diferentes dosis sobre el rendimiento de jengibre.

Las enmiendas orgánicas evaluadas fueron estiércol vacuno, bagazo de citronela, gallinaza y pulpa de café en dosis de 5, 10 y 20 toneladas métricas por hectárea.

Los objetivos específicos del trabajo fueron: evaluar el efecto de cuatro enmiendas orgánicas en tres diferentes dosis sobre el rendimiento en cantidad y calidad de jengibre; evaluar el efecto sobre el contenido de aceite esencial en rizomas de jengibre y establecer, tomando en cuenta el aspecto económico, qué dosis y tipo de enmienda orgánica representa la mayor relación beneficio-costo para el agricultor.

Los análisis del contenido de aceite esencial se llevaron a cabo en el Laboratorio de Ciencias Químicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Para responder a la hipótesis y objetivos planteados, se utilizó un diseño en Bloques al Azar con 3 repeticiones y 12 tratamientos a los cuales se adicionó un testigo o control. Con la finalidad de encontrar algún tipo de interacción entre los tratamientos y utilizando el mismo diseño de tratamientos, los datos de "Rendimiento Total" se analizaron como un experimento factorial. Las variables evaluadas fueron: altura de plantas, número de hojas por planta, rendimiento total (exportable y no exportable), contenido en aceite esencial y análisis económico.

Para la realización del análisis económico, se llevó un registro de todas las actividades realizadas, determinándose los costos de producción de todos los tratamientos evaluados los cuales sirvieron de base para el cálculo de la Tasa Marginal de Retorno.

Al efectuar los análisis de varianza, no se encontró significancia para las variables altura de planta y número de hojas por planta; para la variable rendimiento utilizando las dos metodologías, sí se encontró diferencia significativa actuando los tratamientos en forma independiente, resultando como tratamiento más rendidor el de estiércol vacuno en dosis de 20 toneladas métricas por hectárea dando un rendimiento total de 10075.82 kilogramos por hectárea, equivalente a aproximadamente 10 toneladas métricas de producto fresco' este tratamiento, también reportó la mayor cantidad de jengibre de exportación que fué de 4973.93 kilogramos por hectárea equivalente a casi 5 toneladas métricas.

En cuanto al contenido de aceite esencial, las variaciones significativas encontradas entre los tratamientos dieron un rendimiento promedio de 3.63%.

Desde el punto de vista económico, el tratamiento que presentó la mayor relación beneficio-costó fué el de estiércol vacuno en dosis de 5 toneladas métricas por hectárea pero el tratamiento que representa los mayores beneficios y rentabilidades, tomando en cuenta la cantidad y calidad de jengibre por unidad de área lo constituye el de 20 toneladas métricas de estiércol vacuno por hectárea siendo éste, el tratamiento recomendado en este estudio.

I. INTRODUCCION

El jengibre (Zingiber officinale R.), es una de las especias conocidas y cultivadas desde tiempos muy remotos en China e India de donde es originaria. La planta fué introducida a América poco después del descubrimiento de este continente, particularmente a las Antillas, principalmente a Jamaica, que ya en 1547 exportaba 1,100 toneladas de rizomas a España y a continuado después como uno de los principales países productores de jengibre (6).

El cultivo de jengibre, día a día, va tomando importancia en la agricultura nacional, vislumbrándose como un rubro de exportación, con buenos mercados internacionales en donde, la demanda del producto tanto fresco como industrializado, ha sobrepasado a la oferta (6).

En el municipio de El Asintal, departamento de Retalhuleu, el cultivo de jengibre ha venido incrementándose gracias a las condiciones adecuadas que en la región prevalecen y al apoyo que, tanto económico como técnico, han proporcionado la organización CHRISTIAN CHILDREN'S FUND Inc. y la Cooperativa agropecuaria "EL ASINTAL R.L." que operan en dicho municipio. Los medios para obtener una buena producción a través de densidades de siembra, fertilización, control de plagas y enfermedades así como otras técnicas del cultivo como regulación de sombra y calidad de la misma, son aún desconocidas por los productores; para ello, es necesario profundizar en la investigación agrícola sobre el jengibre, con la finalidad de generar métodos o prácticas que contribuyan a su tecnificación y comercialización.

En lo que a prácticas se refiere, la fertilización es considerada como un factor importante, es necesario conocer la respuesta que el cultivo pueda tener a la fertilización, así como a la cantidad adecuada de nutrimento que se debe aplicar para maximizar los rendimientos, sin perder con ello las cualidades que lo han destacado.

Con base en lo anteriormente expuesto se planificó el presente estudio en el municipio de El Asintal departamento de Retalhuleu y es propósito del mismo, evaluar el efecto como fertilizante, que cuatro enmiendas orgánicas en tres diferentes dosis tienen sobre el rendimiento (Kg/ha) de jengibre fresco, con el objeto de determinar qué dosis y tipo de enmienda, produce los más altos rendimientos por unidad de área y la mejor rentabilidad y relación beneficio-costos para el productor.

II. JUSTIFICACION

En el departamento de Retalhuleu, específicamente en el municipio de El Asintal, el cultivo de jengibre ha venido incrementándose gracias a las condiciones adecuadas que en la región prevalecen y al apoyo que, tanto económico como técnico, han proporcionado la Organización Christian Children's Fund Inc. a través de la Asociación de Padres de Familia "ABAJ TAKALIK" y la Cooperativa Agropecuaria "EL ASINTAL R.L." que operan en dicho municipio.

El jengibre, actualmenhte presenta gran demanda para la exportación, tanto fresco como industrializado, llegando incluso a sobrepasar a la oferta. Dadas las condiciones reinantes en la región para su explotación, se hace necesario la ejecución de estudios como el presente en donde se evalúa el efecto que como fertilizante tienen cuatro enmiendas orgánicas sobre el rendimiento de jengibre, ya que los pequeños y medianos productores de la zona, en los cuales está concentrada la producción, atraviesan serios problemas en cuanto a la selección de la fórmula adecuada de fertilizante y teniendo ya un conocimiento de los buenos rendimientos obtenidos con el empleo único de formulaciones orgánicas, adquiere importancia este tipo de investigaciones. Vale la pena agregar también que los suelos destinados a la producción de jengibre son en su mayoría de textura franco arenosa y de topografía ligeramente inclinada, es allí donde adquiere también importancia el uso de enmiendas orgánicas como fuente de fertilizantes. Por otro lado, es necesario también, considerar estratégica la diversificación de cultivos principalmente los no tradicionales como el jengibre.

El uso de enmiendas orgánicas como fuente de fertilizantes en el cultivo de jengibre así como en la mayoría de cultivos, implica disminución en los costos de producción, lo cual aunado a que se aprovechan los recursos propios de la región, contribuye a mejorar el nivel de vida de los agricultores gracias al buen rendimiento que en cantidad y calidad exportable se puede obtener del cultivo de jengibre.

III.HIPOTESIS

Las cuatro enmiendas orgánicas: Estiercol Vacuno, Bagazo de Citronela, Gallinaza y Pulpa de Café; en sus tres dosis, presentan el mismo efecto significativo sobre el rendimiento de jengibre fresco, en cantidad y calidad.

El presente informe tiene por objeto informar a los interesados en el cultivo de jengibre, los resultados obtenidos en el estudio de campo, en el que se evaluó el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, en tres diferentes dosis, sobre el rendimiento de jengibre, el contenido de aceite esencial en rizomas de jengibre, y la relación beneficio-costos para el agricultor.

IV. OBJETIVOS

1. GENERAL

Encontrar, al menos, una dosis y un tipo de enmienda orgánica que represente la mayor rentabilidad en términos de calidad y cantidad de jengibre por unidad de área.

2. ESPECIFICOS

Evaluar el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, en tres diferentes dosis, sobre el rendimiento de jengibre.

Evaluar el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, en tres diferentes dosis, sobre el contenido de aceite esencial en rizomas de jengibre.

Establecer qué dosis y qué tipo de enmienda orgánica representa la mayor relación beneficio-costos para el agricultor.

V. REVISION DE LITERATURA

1. ANTECEDENTES

Paulose (1973), registró que en la India de 25 a 30 toneladas por hectárea de abono de ganado vacuno son aplicados al cultivo de jengibre; el abono se coloca en cada planta sobre la semilla al momento de ser cubierta con la tierra, aplicándose también al suelo durante la preparación de éste (1).

Geus (1973), junto a otros investigadores afirmaron que en Kerala, el rendimiento de jengibre se incrementa al ser aplicados de 25 a 30 toneladas por hectárea de estiércol vacuno u otro compuesto a la plantación de jengibre; lo que es equivalente a aplicar 36 Kg. de N, 36 Kg. de P₂O₅ y 72 kg de k₂O por hectárea (1)

Cádiz (1968), recomendó la aplicación de un fertilizante completo de la fórmula 12-24-12 en jengibre en proporción de 800 kg. por hectárea (1).

En el estado de Bengala Occidental, India, el suelo se prepara en los meses de marzo a abril después de cada lluvia; durante la preparación, se incorpora al suelo estiércol de establo en dosis de 3 toneladas por hectárea (12).

En Jamaica se han efectuado diferentes ensayos para poder precisar el tipo de abono más conveniente. Los análisis de suelos, desgastados sobre todo por el cultivo de jengibre, han demostrado que les falta ante todo, materia orgánica. Diversos abonos de los que hay en el mercado no han dado resultados satisfactorios. Cosa similar a ocurrido aplicando estiércol de la granja y el guano de los murciélagos. Sin embargo, una mezcla de marga y estiércol de granja han proporcionado resultados tangibles, pero, por existir en Jamaica muy pocos establos, se han concentrado a fertilizar enterrando las malas hierbas, cubriendo el suelo con tallos de banano o plátano (12).

Los mejores resultados, en Jamaica, se han obtenido aplicando una mezcla compuesta de marga (roca gris compuesta de carbonatos de cal, carbonatos de magnesio y arcilla), 10% de fosfato soluble, 10% de amoníaco y un 10% de potasa; lo cual ha dado una recolección de 2.8 toneladas de producto seco por hectárea (12).

Miranda Salazar , J.L. (1987), evaluando 4 niveles de nitrógeno y fósforo y 3 distanciamientos de siembra entre plantas en Guatemala, concluyó que, bajo condiciones de alta precipitación pluvial y textura gruesa del suelo, la aplicación de niveles de nitrógeno y fósforo no tienen efecto significativo sobre el rendimiento de jengibre fresco el cual fué de 6.17, 6.98 y 11.06 toneladas métricas por hectárea a distancias de 0.70 m. entre surcos y 0.50, 0.40 y 0.25 m. sobre surcos respectivamente (15).

2. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE JENGIBRE

ORIGEN Y DISTRIBUCION

El jengibre en inglés Ginger y gengembre en francés, es una planta silvestre en Asia y en algunas islas de Malasia. Se cultiva en Centroamérica y parte de las Antillas y de acuerdo a las crónicas de los historiadores españoles del tiempo de la conquista, el jengibre era cultivado por los incas quienes lo utilizaban para corregir las deficiencias gastrointestinales (16).

El gengibre es nativo de la India, se desarrolla normalmente en las tierras bajas y calientes, aunque algunas veces se adapta a zonas altas y frías (16). El jengibre fué introducido a América poco después del descubrimiento de este continente (12).

Los principales países productores de jengibre son: La India, Nigeria, Jamaica y la China. Siendo los mayores consumidores Estados Unidos y el Reino Unido (17).

BOTANICA

El jengibre (Zingiber officinale R.) , es una planta herbácea, con número cromosómico de $2n = 22$, su clasificación botánica es como sigue:

Reino:	Plantas
Subreino:	Embriobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Zingiberidae
Orden:	Zingiberales
Familia:	Zingiberaceae
Género:	Zingiber
Especie:	<u>Zingiber officinale</u>
Nombre Científico:	<u>Zingiber officinale</u> R
Nombre Común:	Jengibre.

La planta de jengibre tiene una altura que varía de 0.30 a 1.20 m., la planta se forma de un rizoma secundario subterráneo del cual parten vástagos aéreos en posición oblicua cubiertos por las vainas envolventes de las hojas. Las hojas están bien espaciadas en el tallo aéreo, se colocan en posición horizontal en la parte inferior y oblicuamente en la parte superior con lo cual aprovechan la mayor cantidad de luz. En el jengibre hay un pedúnculo (escapo) que lleva la inflorescencia, aunque hay ocasiones en que un tallo foliar corriente produce una inflorescencia en el ápice (12, 17).

Los rizomas de jengibre son tallos monopodiales (ramificados) hasta de 0.50 m. de largo, achatados, enteros o divididos como los dedos de la mano (11). Cuando se arrancan los rizomas, una vez maduros, se presentan en forma de órganos irregulares, alargados, con ramificaciones obtusas en el mismo plano. El volumen y peso de los rizomas varía de acuerdo a las condiciones ecológicas y al esmero que se haya tenido durante el cultivo. Dependiendo de la variedad, las manos más gruesas pueden llegar a pesar más de 1000 gramos y medir más de 0.15 m., mientras que los dedos suelen tener de 0.03 a 0.06 m. de largo por 0.01 a 0.04 m. de ancho (12).

La propagación vegetativa es la regla en jengibre ya que casi nunca produce semillas (11).

Todas las especies de jengibre son vivaces, odoríferas, de hojas alternas, el rizoma es de sabor y olor fuerte aromático debido a una sustancia resinosa y a un aceite volátil que le da el aroma (16). El corte de uno de los rizomas presenta una epidérmis y una subepidérmis formada por varias capas de células alargadas generalmente en sentido vertical y un súber denso dispuesto en series radiadas de elementos desiguales. Debajo hay un parénquima cortical rico en células almacenadoras que contienen haces libero-leñosos y almidón. La capa interior de la corteza está formada por un endodermo sin almidón en el centro se ubica el cilindro central típico de las Liliopsida.

ADAPTACION ECOLOGICA

De acuerdo a su origen Indio, el jengibre exige un clima tropical o subtropical en el cual, la temperatura sea elevada al menos durante una parte del año (12). Los límites aproximados para la siembra de jengibre son de 30° latitud norte y 30° latitud sur; sin embargo, para obtener mayores producciones el área óptima se encuentra circunscrita entre los 13° latitud norte y 13° latitud sur (16).

Estudios realizados en Queensland, Australia, sobre el efecto de la temperatura en el desarrollo de los rizomas demostraron que la mejor temperatura está entre los 25°C y 30°C (4). En general se afirma, que una temperatura de 24°C sin grandes fluctuaciones es favorable para el 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. El jengibre se puede producir rentablemente a temperaturas entre 16°C y 34°C (16).

El jengibre, normalmente, crece en regiones que tienen una precipitación superior a los 2000 mm. anuales, el cultivo necesita mucha lluvia durante el período de crecimiento (17)

El jengibre requiere de una estación relativamente seca que vá de diciembre a abril, una estación intermedia de mayo a septiembre y otra más húmeda de octubre a noviembre (4,12).

El jengibre se adapta bien a una gran diversidad de condiciones de humedad, algunas variedades pueden crecer en regiones con una precipitación anual de 1200 mm., otras se adaptan a regiones hasta de 4500 mm.; siempre y cuando, el agua no se represe en la zona radical de la planta. Se considera que la precipitación anual promedio óptima para el crecimiento del jengibre es de 1800 a 2000 mm. (16).

El jengibre a pesar de que se cultiva en algunas regiones o áreas llanas, se puede cultivar a alturas superiores a los 500 msnm. Se le ha visto crecer 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 se consideran como fases críticas del cultivo. En algunos países generalmente es cultivado en asocio con plátano, banano, café, cítricos, yuca y otros (18).

Los mejores suelos para el cultivo de jengibre son los de tipo humífero, que sean sueltos, de fácil labranza y buen drenaje como es el caso de los aluviones ligeros (4). El jengibre prefiere aquellos suelos ricos en materia orgánica, que faciliten el libre desarrollo de los rizomas y eliminen toda posibilidad de pudrición. No son recomendados los suelos arenosos muy gruesos y arcillosos muy compactos, ya que contribuyen a que la plantación no se desarrolle bien y en consecuencia se obtengan rizomas en cantidad y peso limitados (18).

El jengibre es capaz de crecer a pH de 6 a 8, aunque el pH óptimo es de 6.5 a 7.5. En Guatemala las condiciones requeridas por el cultivo se localizan en algunas áreas que de acuerdo a la clasificación de zonas de vida del Doctor Holdridge corresponden a la zona Bosque Subtropical muy Húmedo Cálido, situada en forma de faja paralela al pacífico y al norte del país (centro y sur de El Petén y gran parte de Alta Verapaz e Izabal) figura 1, (6).

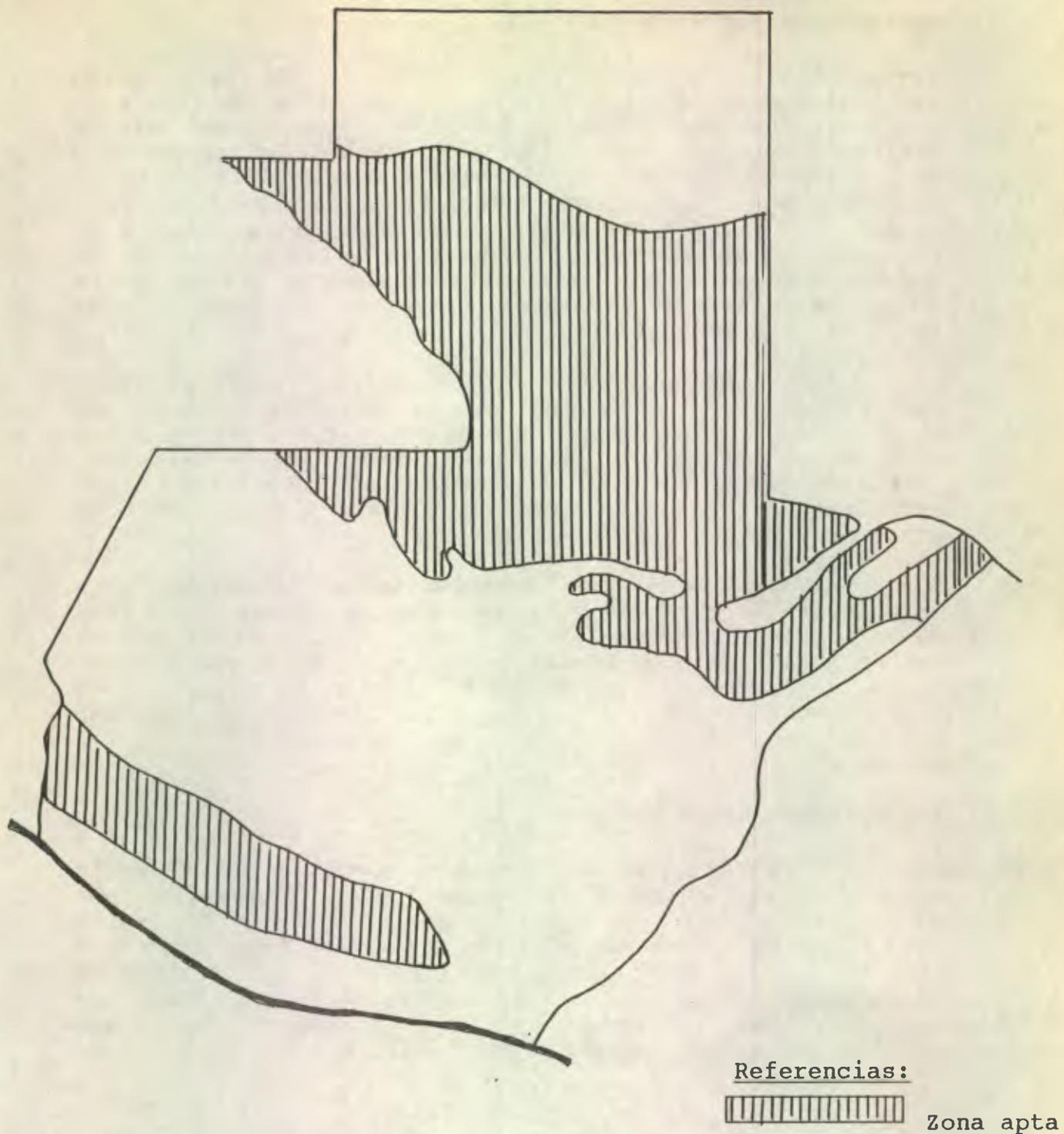


FIGURA 1. Zona ecológica apta para el cultivo de jengibre en Guatemala (6).

PROPAGACION DEL JENGIBRE

El jengibre se reproduce vegetativamente. Su reproducción se realiza dividiendo los rizomas o tallos subterráneos en los entrenudos que poseen tratando de dejar siempre más de una yema por cada sección. La operación de seccionar o cortar los rizomas debe realizarse 4 ó 5 días antes de la siembra con el fin de que la superficie cortada se seque y no se pudra (18). Se utilizan de 30 a 35 quintales de rizomas para sembrar una manzana (16). Las distancias de siembra pueden ser de 0.3 m. entre plantas y 1.20 m. entre surcos lo cual es equivalente a una población aproximada de 28000 plantas por hectárea (4).

Es una ley natural que para conseguir plantas bien desarrolladas es necesario que la semilla provenga de plantas sanas, jóvenes y vigorosas; por tal razón, debe tenerse cuidado al seleccionar, para la propagación, "semilla" que reúna las características anteriores. Las variedades de jengibre preferidas por los productores proceden de Jamaica y Brasil (18).

Aunque no se acostumbra desinfectar la semilla, esta práctica si es recomendable. Los rizomas que se dejan para sembrar deben guardarse en un lugar seco evitando así la contaminación principalmente por hongos. En condiciones secas, el jengibre puede durar hasta 6 meses, en condiciones húmedas, la semilla brota y termina pudriéndose (16).

ACEITE ESENCIAL DE JENGIBRE

El olor característico del jengibre se debe a la presencia de un aceite esencial el cual puede obtenerse por destilación al vapor de agua u otros solventes. El aceite esencial está contenido en las glándulas repartidas por todo el rizoma pero principalmente, en el parénquima cortical externo. El aceite se presenta en forma de líquido bastante móvil, de color amarillo o verdoso y que tiene el olor característico del jengibre, pero no tiene su sabor ardiente (12).

El aceite se compone esencialmente de un sesquiterpeno monocíclico de fórmula $C_{15}H_{24}$ llamado "Zingibereno", de un alcohol sesquiterpénico de fórmula $C_{15}H_{24}O$ llamado "Zingiberol", el cual confiere al aceite esencial su olor característico. Estos elementos van asociados a otros como el citral que le dá el sabor a limón (12)

El sabor ardiente del jengibre se debe a la presencia de una serie de substancias no volátiles y que también es preciso extraer mediante el proceso de destilación, estas substancias no volátiles reciben el nombre de "oleorresinas". En el comercio, la oleorresina recibe el nombre de "gingerina" y está compuesta por un producto amarillo de sabor ardiente llamado "gingerol" el cual está formado por una mezcla de cuerpos cetónicos entre los cuales se encuentran el zingerone y el shogaol, un cierto número de resinas no identificadas y finalmente el aceite volátil de jengibre cuya concentración varía del 1% al 3% (12).

USOS DEL JENGIBRE

Los rizomas o tallos subterráneos constituyen la parte mayormente utilizada del jengibre, aunque también se utiliza su espiga o "mazorca" para fines de medicina casera. El jengibre, se utiliza en formas muy variadas: polvo, tintura, vino, té, cerveza, jarabe, perfume, esencia, dulce, colorante, licor y como condimento (18). El jengibre desde tiempos remotos se emplea como especia por su aroma delicado y sabor ardiente. El jengibre es utilizado en la fabricación de muchos platos, particularmente en sus países de origen y en el Oriente, es uno de los principales componentes del polvo de curry; los panaderos y confiteros lo utilizan en la preparación de el alajú y en los numerosos tipos de galletas. Se usa en el adobo, conservación de carnes 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. En perfumería, y más aún, en la preparación de licores y en pastelería se utiliza con frecuencia el aceite esencial o aceite volátil de jengibre. 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.

En numerosos países la infusión de jengibre se utiliza como bebida medicinal (12). El jengibre ha sido utilizado en medicina odontológica (dolores de los dientes) y para corregir la debilidad de las funciones gastrointestinales. En China, con las hojas de jengibre fabrican el té llamado "tee ginger" (16)

3. NUTRIMENTOS ESENCIALES PARA LAS PLANTAS

De los 16 elementos químicos conocidos actualmente como necesarios para el desarrollo de las plantas, son 13 los aportados por el suelo debido a que normalmente entran a la planta a través de las raíces aunque, la mayoría de plantas, pueden utilizar la mayoría de éstos a través del follaje. Los nutrientes aportados por el suelo son clasificados en 3 grupos: Nutrientes primarios (N, P₂O₅ y K₂O), nutrientes secundarios (Ca, Mg y S) y Micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, Cl, etc) (14).

La mayor esperanza del mundo para aumentar la producción de alimentos y fibras lo constituye un adecuado uso de los fertilizantes. Los fertilizantes, hasta 1974, eran relativamente baratos en los Estados Unidos y fué muy común añadir fertilizantes a los cultivos en forma derrochadora. Muchos Estados duplicaron el consumo de fertilizantes entre 1960 y 1973. En 1974 cuando escaló la crisis energética, se doblaron los precios de los fertilizantes y en la actualidad se ha venido incrementando. Los altos costos y la escasez de fertilizantes hicieron que los usuarios revaloraran las cantidades que venían utilizando (5).

4. MATERIA ORGANICA DEL SUELO

La materia orgánica es una porción activa e importante en el suelo. La mayoría de los suelos cultivados contienen solamente de 1% a 5% de ella y se localiza más que todo en los primeros 0.25 m. de profundidad del suelo. A pesar de ser una pequeña cantidad, las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo pueden llegar a modificarse. La materia orgánica del suelo está bajo constante cambio, razón por la cual, debe ser continuamente reintegrada para mantener la productividad de los suelos (5).

Los suelos se consideran fértiles, pobres o muy pobres según sea su contenido de materia orgánica. Un suelo se considera fértil si contiene más del 5% de materia orgánica; pobre, si contiene entre el 2% y el 3% de ella y muy pobre si no llega al 2%. El uso de fertilizantes orgánicos en la agricultura es de beneficio directo debido al papel importante que la materia orgánica juega en el suelo en las relaciones suelo planta-agua. El estiércol vacuno, la gallinaza, el compost y en general, todos los fertilizantes orgánicos aplicados al suelo aumentan la fertilidad del mismo (13).

INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGANICA EN LAS CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO

La materia orgánica aumenta el poder de retención de humedad de los suelos; disminuye las pérdidas del agua por escorrentía, con lo cual se reduce la erosión hídrica, se consolidan los suelos y se disminuye la erosión eólica; la materia orgánica fomenta la granulación de los suelos mejorando su aireación e infiltración (13).

INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGANICA EN LAS CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL SUELO

Químicamente los fertilizantes orgánicos mejoran el suelo sirviendo como depósito o fuente de carbono y nitrógeno, fósforo, hierro, calcio, potasio, magnesio y otros elementos de baja concentración. Las principales funciones químicas de la materia orgánica son: hacer que muchos minerales del suelo tomen las formas más asimilables para las plantas' ayudar a corregir las condiciones tóxicas del suelo causadas por el uso excesivo de fertilizantes o por la presencia de residuos de aspersiones; la materia orgánica absorbe o retiene los componentes de los fertilizantes y nutrientes de los minerales del suelo, haciendo decrecer el flujo de pérdidas por percolación; la materia orgánica actúa como amortiguador del suelo retardando los procesos por los cuales se producen cambios de pH (13).

INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGANICA EN LAS CARACTERISTICAS BIOLÓGICAS DEL SUELO

La aplicación de materia orgánica al suelo no solo provee un vehículo de almacenamiento de alimentos para las plantas sino también para los microorganismos. El suelo puede ser considerado como una fábrica que produce nutrientes vegetales. Los microorganismos del suelo son considerados como la fuente de energía de esa fábrica. La materia orgánica influye en el suelo aumentando el contenido de microorganismos hay mayor producción de nutrientes en el suelo, haciéndolos más disponibles para las plantas (13).

Toda la materia orgánica, de origen vegetal o animal, contiene cantidades variables de elementos derivados del suelo. Conforme la materia orgánica se vá descomponiendo por acción de los microorganismos, el nitrógeno y los elementos minerales presentes se van convirtiendo en formas energéticas aprovechables para los cultivos subsecuentes. La rapidez de descomposición se acelera mediante el cultivo, el buen drenaje, temperaturas cálidas y pH cercano a 7 (14).

5. ESTIERCOL VACUNO, BAGAZO DE CITRONELA, GALLINAZA Y PULPA DE CAFE COMO FERTILIZANTES ORGANICOS

ESTIERCOL VACUNO

El estiércol vacuno es más valioso por su materia orgánica que por su contenido de nutrientes. El estiércol natural contiene 60% o más de humedad y es degradable al manipularlo, mientras que el material desecado comercial es inodoro e inofensivo. El estiércol proporciona alimento para las bacterias del suelo y mejora la labranza del suelo; casi siempre, contiene todos los nutrientes secundarios y micronutrientes, aunque la cantidad relativa depende de la dieta del animal (14). En comparación con los fertilizantes químicos, todos los estiércoles son de bajo grado, suministrando cantidades relativamente pequeñas de nutrientes por unidad de peso seco. El contenido de micronutrientes en el estiércol es casi siempre más alto que en los fertilizantes de origen químico.

BAGAZO DE CITRONELA

En varios lugares han sido observados los efectos benéficos del bagazo de citronela como cobertura y abono en algunos cultivos. Al igual que otros abonos orgánicos, el bagazo de citronela tiene que aplicarse en cantidades muy grandes. Su uso como cobertura y abono se restringe a las fincas que cuentan con la facilidad de transporte y que pueden obtenerlos en cantidades suficientes sin incurrir en muchos gastos (2). El bagazo de citronela como cobertura tiene efecto importante especialmente en la conservación de la humedad del suelo durante el verano y en el control de las malas hierbas; ayuda, también, a mejorar ciertas condiciones deseables en el suelo tanto desde el punto de vista químico, como físico y biológico. Al descomponerse estos materiales e irse incorporando al suelo, mejoran la capacidad de retención de agua y de elementos aprovechables así como las condiciones para un buen desarrollo de los microorganismos (2).

Los nutrientes contenidos en el bagazo de citronela están disponibles para las plantas por un período de tiempo más largo, no solo los elementos principales sino también, los secundarios y menores. De un análisis efectuado a una muestra de bagazo de citronela se dedujo que 10 libras de bagazo con una humedad arriba del 10%, pueden aportar al suelo 117 gramos de nitrógeno. Lo anterior equivale a 224 gramos de urea y un poco más del doble de sulfato de amonio. En cultivos como el café si se persiguen efectos como fertilizante, la cantidad a aplicar de bagazo de citronela por planta adulta es de 10 libras; lo cual equivale a unos 100 quintales por manzana, cantidad que varía de acuerdo a la densidad de siembra (2).

GALLINAZA

La gallinaza no se aplica tal y como se produce debido a que los componentes amoniacaes que contiene y que son, más o menos cáusticos, pueden ocasionar quemaduras a las plantas. Para evitar lo anterior, a medida que la gallinaza se va produciendo se amontona en lugares apropiados alternando una capa de 0.15 m. de gallinaza con otra de 0.05 m. de tierra hasta lograr una altura de 1 a 2 m.

Con el objeto de incrementar el valor del abono y evitar la pérdida de los compuestos útiles cada capa de gallinaza debe rociarse con superfosfato o cal (8).

La composición de la gallinaza varía dependiendo del tipo de alimentación, clase de cama utilizada y cuidados que se tengan durante el almacenamiento. El contenido de nitrógeno en la gallinaza es de 4%, 3% de fósforo, 1% de potasio, 80% de materia orgánica y 12% de elementos menores. La mejor época de aplicación de la gallinaza es antes de que se inicie el período vegetativo de las plantas el cual coincide con la proximidad de la época lluviosa. La cantidad de gallinaza que generalmente se utiliza es de 7 a 25 toneladas por hectárea, dependiendo del suelo que se va abonar y del cultivo que se trate (8).

PULPA DE CAFE

El primer producto que se obtiene en el procesado del grano de café es la pulpa (pericarpio del fruto). En base seca, la pulpa de café representa alrededor del 29% del peso del fruto entero (3).

Existen dos métodos de aplicación de la pulpa de café como abono. El primero consiste en aplicarla en estado fresco (después de la extracción en los pulperos) directamente a las plantas; el segundo método consiste, en secar la pulpa antes de aplicarla (8).

La pulpa de café como fertilizante orgánico contiene 1.94% de nitrógeno, 0.28% de fósforo, 3.61% de potasio y 91.20% de materia orgánica. Suárez de Castro en 1960, indicó que 100 libras de pulpa de café seca, en base a su composición química, equivalen a 10 libras de un fertilizante inorgánico de fórmula 14-3-37 o 20 libras de 7-1-5-18-5. Lo anterior, según Bressani y colaboradores, refleja la alta cantidad de potasio que contiene la pulpa de café. Los resultados de varios experimentos han demostrado que la pulpa de café es un fertilizante orgánico de mucho valor, el problema principal para su uso efectivo reside en el manejo debido a su alto contenido de humedad (3).

6.USO DE DEGRADADORES ENZIMATICOS EN LA DESCOMPOSICION DE FERTILIZANTES ORGANICOS

Leiva Pérez, J.R. (1988), utilizando el degradador enzimático de rastros "STUBLE DIGESTER PLUS" en pulpa de café, logró que la descomposición de ésta se produjera a mayor velocidad. Utilizando dosis de 150 cc. de degradador por galón de agua por tonelada de pulpa de café; observó una drástica reducción de su volumen; todo esto, debido a la acción de las enzimas en la degradación de las fracciones de celulosa y hemicelulosa (10).

VI. MATERIALES Y METODOS

1. LOCALIZACION

Los trabajos de campo para someter a prueba la hipótesis y alcanzar los objetivos trazados en el presente trabajo, se realizaron en los meses de mayo a diciembre de 1988, en la finca Guadalupe, municipio de El Asintal, departamento de Retalhuleu.

UBICACION GEOGRAFICA

Según las coordenadas del mapa cartográfico escala 1:50,000, el área, base del estudio, se encuentra ubicada, geográficamente, dentro de las coordenadas 14°35'18'' latitud norte y 91°43'28'' longitud oeste. La altura sobre el nivel del mar es de 355 a 550 metros.

CLIMATOLOGIA Y SUELOS

Los datos climáticos son los comprendidos en los meses de mayo a diciembre de 1988; período en el cual, se desarrollo el experimento. La precipitación pluvial varió de 29.7 mm. a 856.6 mm mensual, registrándose la máxima en el mes de agosto con 856.6mm y la mínima en el mes de noviembre con 29.7 mm. La precipitación total anual fué de 3,893.00 mm.

La humedad relativa media mensual varió de 71% a 83%, siendo la más alta en el mes de agosto y la más baja en el mes de mayo. La humedad relativa media durante el desarrollo del experimento fué de 79%. La temperatura media mensual varió de 25°C a 27°C, registrándose la más alta en el mes de mayo mientras que la más baja se registró en el mes de agosto (7).

De acuerdo con la clasificación de zonas de vida basada en el sistema de Holdridge (9), el área pertenece a la zona de vida "Bosque Subtropical Muy Húmedo Cálido".

Simons *et al* (19), en su clasificación de reconocimiento nos indica que los suelos donde se desarrolló el experimento pertenecen a la serie Retalhuleu cuyas características son: material madre de cenizas volcánicas intemperizadas, relieve suavemente inclinado, buen drenaje interno, suelos de coloración café oscuro, textura franco-arcillo-limosa-friable, con espesor de 0.25 metros

2. MATERIAL EMPLEADO

MATERIAL GENETICO

El cultivar que se trabajó fué el jengibre (Zingiber officinale R.) variedad "CANTONES", cuyos rizomas presentan una coloración amarillenta en su interior, es procedente de Nicaragua y de muy buena aceptación en los mercados internacionales; el ciclo del cultivo hasta la cosecha es de 220 a 240 días después de la siembra.

MATERIAL ORGANICO

El material orgánico utilizado como enmienda lo constituyó el estiércol vacuno, el bagazo de citronela, la gallinaza, y la pulpa de café; siendo su composición química la que aparece en el apéndice 1.

3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño base para responder a la hipótesis y objetivos planteados fué el de Bloques al Azar con 12 tratamientos y 3 repeticiones adicionando un tratamiento control o sin enmienda dentro de cada repetición. Los tratamientos se dispusieron aleatoriamente, las dimensiones de cada unidad experimental fueron de 29.40 m² de área bruta (6.0 m. de largo por 4.9 m. de ancho) y 16.80 m² de área neta (4.8 m. de largo por 3.5 m. de ancho) equivalente a cosechar 5 surcos centrales dejando 2 de borde. Entre repetición y repetición se consideró una distancia de 2.0 m. El área experimental total fué de 1401.40 metros cuadrados; ver croquis de campo en figura 2 del apéndice.

TRATAMIENTOS EVALUADOS

En el cuadro 1 se presentan los tratamientos evaluados con sus respectivas dosis. Los tratamientos se aplicaron 5 días antes de la siembra.

CUADRO 1. Distribución de los tratamientos evaluados con sus respectivas dosis. El Asintal, Retalhuleu, 1988.

	TRATAMIENTOS	TM/ha	Kg/U.E.
1	Estiércol vacuno	5	14.70
2	Estiércol vacuno	10	29.40
3	Estiércol vacuno	20	58.80
4	Bagazo de citronela	5	14.70
5	Bagazo de citronela	10	29.40
6	Bagazo de citronela	20	58.80
7	Gallinaza	5	14.70
8	Gallinaza	10	29.40
9	Gallinaza	20	58.80
10	Pulpa de café	5	14.70
11	Pulpa de café	10	29.40
12	Pulpa de café	20	58.80
13	Control (sin aplicación)	--	-- --

TM/ha= Toneladas Métricas por hectárea.

Kg/U.E.= Kilogramos por Unidad Experimental.

MODELO ESTADISTICO

El modelo estadístico base, para la interpretación de los resultados fué el que sigue:

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij} \quad \text{Donde:}$$

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

M = Efecto de la media general.

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

B_j = Efecto del j-ésimo bloque.

E_{ij} = Error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

Con el objeto de encontrar algún tipo de interacción entre los tratamientos, utilizando la distribución de tratamientos en bloques al azar, para la variable "Rendimiento total" se analizaron los resultados como un experimento factorial bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{jkl} = M + B_j + A_k + B_l + AB_{kl} + E_{jkl} \quad \text{Donde:}$$

Y_{jkl} = Variable respuesta asociada a la jkl-ésima unidad experimental.

M = Efecto de la media general.

B_j = Efecto del j-ésimo bloque

A_k = Efecto del k-ésimo nivel del factor "A" (enmiendas)

B_l = Efecto del l-ésimo nivel del factor "B" (dosis)

AB_{kl} = Efecto de interacción del k-ésimo nivel del factor "A" con el l-ésimo nivel del factor "B".

E_{jkl} = Error experimental asociado a la jkl-ésima unidad experimental.

4. MANEJO DEL EXPERIMENTO

El experimento fué manejado de acuerdo a las prácticas culturales y condiciones características de la región.

PREPARACION DEL TERRENO

Las malezas existentes en el área experimental se limpiaron manualmente, se barbechó con azadón, posteriormente, a profundidades de 0.20 a 0.30 m. con la finalidad de dejar bien mullido el suelo y finalmente, se levantaron camellones de 0.30 m. de alto, distanciados 0.70 m. uno del otro.

SOMBRA

Dadas las condiciones ecológicas requeridas por el cultivo, se seleccionó un área que tuviera sombra; esta fué proporcionada con plátano (Musa paradisiaca L.). Inicialmente y para favorecer la brotación del jengibre, la sombra fué de un 75% la cual fué regulándose parcialmente hasta lograr mantener un nivel aproximado al 50%.

APLICACION DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos fuéron aplicados 5 días antes de la siembra, cada uno de los cuales fué incorporado al camellón, Previamente construído, para lo cual se partió el camellón en dos partes iguales y luego se volvió a reconstruir.

SIEMBRA

Previo a la siembra, el material vegetal de reproducción (rizomas) se cortó en trozos conteniendo cada uno de 2 a 3 yemas o brotes .

Posteriormente, la semilla fué tratada con una solución desinfectante a base de PCNB (25 g en 15 litros de agua) durante 3 minutos dejandola secar posteriormente a la sombra por espacio de 3 dias. Este tratamiento se realizó con la finalidad de cicatrizar el corte y evitar, del mismo modo, la pudrición por ataque de hongos. La siembra se realizó 5 dias después de aplicados los tratamientos a distancias de 0.70 metros entre surcos y 0.25 metros sobre el surco. La profundidad de siembra fué de 0.10 metros depositando una "semilla" o rizoma por postura sobre los camellones.

VARIEDAD

Se utilizó la variedad de jengibre "Cantones" que es la utilizada por los agricultores de la región, es de color amarillento en su interior y de buen aceptación en los mercados internacionales por su peso y buen tamaño.

COMBATE DE PLAGAS, ENFERMEDADES Y MALEZAS

A pesar de que no se detectó incidencia de plagas y enfermedades, se efectuó una aplicación preventiva del fungicida Oxidloruro de Cobre en dosis de 1.5 Kg/ha. El control de malezas fué manual utilizando azadones; se efectuaron 3 limpiezas combinadas con el aporque a los 30, 60 y 100 días después de la siembra con la finalidad de reducir los costos de producción.

COSECHA

La siembra se efectuó el 15 de junio de 1988 y la cosecha el 27 de diciembre del mismo año. Los rizomas fueron desenterrados, limpiados y pesados.

EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL

El método utilizado fué el de extracción por solventes. Los rizomas se cortaron en rodajas delgadas y secadas al horno por espacio de una hora a temperaturas entre 50 y 75°C. Posteriormente fueron molidos; se tomó una muestra de 35 gramos la cual se colocó en el equipo de destilación "SOXHLET" y dejando reflujar el solvente por espacio de 8 horas calentando a temperatura constante de 70°C se procedió a extraer el aceite llevando la muestra de aceite más el solvente al rotavapor. El aceite esencial fué separado del solvente al vacío calentando a una temperatura de 20°C; el solvente utilizado fué el Hexano. El contenido de aceite se obtuvo por diferencia de peso utilizando para ello la balanza analítica.

5. VARIABLES EVALUADAS

ALTURA DE PLANTA

La altura de planta se midió con una regla graduada en centímetros a partir de la base del culmo principal hasta la base de la última hoja. Se tomaron 10 plantas por parcela experimental a los 180 días después de la siembra. Para su análisis la lectura fué transformada posteriormente a metros.

NUMERO DE HOJAS POR BROTE PRINCIPAL

Del tallo subterráneo o rizoma del jengibre parten varias ramificaciones que constituyen la parte aérea. Tomando como base el brote principal se efectuó el conteo de hojas a 10 plantas por parcela experimental para su correspondiente análisis.

RENDIMIENTO

El rendimiento total fué calculado en kilogramos por hectárea de jengibre fresco. Así mismo se efectuó una clasificación en base al tamaño, uniformidad, conformación y perímetro de los dedos del rizoma; de dicha clasificación se obtuvo dos categorías de jengibre (exportable y no exportable), para cada una de ellas se determinó el peso fresco para su correspondiente análisis estadístico.

CONTENIDO DE ACEITE ESENCIAL

El contenido de aceite esencial fué calculado en porcentaje.

ANALISIS ECONOMICO

Este consistió en un analisis marginal tomando como base el costo de producción del tratamiento testigo.

6. ANALISIS DE DATOS

Para determinar el efecto de las enmiendas orgánicas como fertilizante sobre el rendimiento de jengibre, se procesaron los datos mediante analisis de varianza y prueba de comparación múltiple de medias (TUKEY) al 5% de significancia.

VII RESULTADOS Y DISCUSION

1. DEL ANALISIS DEL SUELO

Con la finalidad de conocer el estado de fertilidad natural del suelo involucrado en el presente estudio, se realizaron dos muestreos; el primero, previo a la siembra y el segundo, después de la cosecha. Los resultados se presentan en el cuadro 2 y son producto del análisis de una muestra compuesta efectuado, en el laboratorio de suelos de ANACAFE.

CUADRO 2. Resultados del análisis de suelo evaluando el efecto como fertilizante de cuatro enmiendas orgánicas en el rendimiento de jengibre.

	Ug/ml		meg/100 ml			%	pH	Textura
	P	K	Ca	Mg	Ca/mg			
MAS	40.3 (3)	272 (3)	6.47 (3)	1.21 (3)	5.35 (2)	2.58 (2)	5.78	Franco Arenosa
MDC	22.0 (3)	137 (2)	5.83 (3)	1.32 (3)	4.42 (3)	2.56 (2)	5.77	Franco Arenosa

MAS = Muestro antes de la siembra
MDC = Muestreo después de la cosecha
(2) = Nivel Bajo
(3) = Nivel adecuado

En el cuadro 2 se observa que, previo a la siembra del cultivo, el suelo presentaba niveles adecuados de Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio; no así en lo relacionado con la materia orgánica ya que esta se encontraba en niveles bajos, considerando a este suelo como pobre (13). En general puede decirse que el suelo experimental a pesar de localizarse en una zona de fuertes precipitaciones pluviales y de topografía ligeramente inclinada, presentaba condiciones de textura, pH y niveles de Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio adecuadas para un buen desarrollo del cultivo.

Del análisis efectuado posterior a la cosecha puede observarse un ligero descenso en los niveles de Fósforo y Potasio alrededor del 50%; el nivel de Calcio decreció en un 10% no así el Magnesio, el cual al igual que la materia orgánica y el pH no sufrieron mayor variación.

Con los descensos observados en los nutrientes y el mantenimiento de los niveles de materia orgánica y pH más o menos constantes al final del ensayo, se deduce, que los nutrientes aplicados en forma de enmienda orgánica, fueron en su mayoría asimilados, llegando incluso a utilizar parte de los nutrientes disponibles en el suelo. Por no haberse efectuado un análisis total de la planta, no puede afirmarse que los nutrientes hallan sido absorbidos únicamente por el cultivo pero si es importante considerar que el cultivo de jengibre, es particularmente exigente en Fósforo, Potasio, Calcio y algunos elementos menores. Los descensos observados en las concentraciones de éstos al final del experimento podrían dar validéz a la afirmación anterior.

Para tener una comprensión mejor de lo anteriormente expuesto, fueron elaboradas dos tablas en donde estan contenidos los comportamientos de los nutrientes del suelo principalmente del Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio durante el experimento, los resultados aparecen en los apéndices 2 y 3; en los cuales, la columna (1) corresponde al nutriente que se encontraba disponible en el suelo antes de la siembra; la columna (2), al nutriente que se aplicó al suelo en forma de enmienda orgánica, cuyo valor fué ponderado en base al análisis químico efectuado para cada una de las enmiendas al inicio del ensayo; la columna (3), es el producto de la suma del nutriente que se encontraba disponible en el suelo y el que se aplicó en forma de enmienda y la columna (4), que corresponde al nutriente que se encontró disponible en el suelo después de efectuada la cosecha según análisis de laboratorio.

Tanto en el apéndice 2 como en el apéndice 3 se observan los descensos en las concentraciones de nutrientes, al final del experimento (columna 4) tanto del nutriente aplicado en forma de enmienda como del que se encontraba presente en el suelo al inicio del mismo; la cantidad total de nutrientes absorbida por el cultivo de jengibre no fué posible determinar o cuantificar, debido a que no se contó con un análisis químico a nivel de la planta o a nivel foliar.

DE LA ALTURA DE PLANTAS

En el cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos en relacion a la altura de plantas por tratamiento. El mayor incremento se observa, cuando se aplica estiércol vacuno en dosis de 20 toneladas métricas por hectárea, tratamiento que dió una altura de 1.0 m., el tratamiento más cercano fué el de 10 toneladas métricas por hectárea de estiércol vacuno que reportó una altura de 0.97 metros. Aunque no existió una variación muy significativa entre tratamientos, ambas alturas resultaron ser similares a las reportadas por los agricultores de la región.

El Análisis de varianza efectuado para la altura de plantas se presenta en el cuadro 4 en el cual podemos apreciar, que estadísticamente Si existe diferencia significativa entre los tratamientos o dicho de otra manera, que alguno de los tratamientos influye sobre la altura de la planta. Al efectuar la prueba de comparación múltiple de media (TUKEY), se determinó que, a pesar de haber encontrado diferencias significativas en el análisis de varianza, estadísticamente ninguno de los tratamientos influye sobre el crecimiento de la planta de jengibre presentando ambos al final, un comportamiento similar.

CUADRO 3. Altura de plantas (metros) evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	X
1 5 TM/ha E.V.	0.74	0.88	0.72	0.78
2 10 TM/ha E.V.	0.87	1.04	1.01	0.78
3 5 TM/ha E.V.	1.07	0.96	0.98	1.00
4 5 TM/ha B.C.	0.80	0.83	0.90	0.84
5 5 TM/ha B.C.	0.69	0.93	0.95	0.84
6 5 TM/ha B.C.	0.88	0.88	0.86	0.87
7 5 TM/ha G.	0.71	0.82	0.91	0.91
8 5 TM/ha G.	0.73	0.88	0.78	0.80
9 5 TM/ha G.	0.92	0.84	0.76	0.84
10 5 TM/ha P.C.	0.76	0.84	0.70	0.77
11 5 TM/ha P.C.	0.79	0.92	0.91	0.87
12 5 TM/ha P.C.	0.79	0.91	1.05	0.92
13 Control o Testigo	0.67	0.89	0.90	0.86
X	0.80	0.89	0.88	0.86

TM/ha E.V.= Toneladas Métricas por hectárea de estiércol vacuno
 TM/ha B.C.= Toneladas Métricas por hectárea de bagazo de citronela
 TM/ha G. = Toneladas Métricas por hectárea de gallinaza.
 TM/ha P.C.= Toneladas Métricas por hectárea de pulpa de café.

CUADRO 4. Análisis de varianza para la altura de plantas evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.

F.V.	G.L.	Fc.	Ft (5%)
BLOQUES	2		
TRATAMIENTOS	12	2.38	2.18 *
ERROR	24		
TOTAL	38		

Coefficiente de Variación = 9.71%

* = Significativo al 5% de probabilidad.

DEL NUMERO DE HOJAS POR BROTE PRINCIPAL

Los resultados en cuanto al número promedio de hojas por brote principal de jengibre se presentan en el cuadro 5.

CUADRO 5. Número de hojas por brote principal evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	X
1 5 TM E.V./ha	27	24	24	25
2 10 TM E.V./ha	21	29	26	25
3 5 TM E.V./ha	30	25	23	26
4 5 TM B.C./ha	21	27	23	24
5 5 TM B.C./ha	19	27	28	25
6 5 TM B.C./ha	26	19	28	24
7 5 TM G./ha	19	23	26	23
8 5 TM G./ha	25	22	23	23
9 5 TM G./ha	22	26	25	24
10 5 TM P.C./ha	26	20	27	24
11 5 TM P.C./ha	26	27	17	23
12 5 TM P.C./ha	21	21	30	24
13 Control o Testigo	25	24	20	23
\bar{x}	24	24	25	24

TM E.V./ha= Toneladas Métricas por hectárea de estiércol vacuno
 TM B.C./ha= Toneladas Métricas por hectárea de bagazo de citronela
 TM G./ha = Toneladas Métricas por hectárea de gallinaza.
 TM P.C./ha= Toneladas Métricas por hectárea de pulpa de café.

En el cuadro 5 puede observarse que en ninguno de los tratamientos se dá un incremento significativo en cuanto al número de hojas por brote. Los más altos valores se obtienen con los tratamientos a base de estiércol vacuno. En promedio, el número de hojas por brote principal obtenido fué de 24, dato que resultó ser similar al reportado por los agricultores de la región.

Al efectuar el análisis de varianza el cual aparece en el cuadro 6 no se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos lo cual significa, que ninguna de las enmiendas orgánicas influye significativamente sobre el número de hojas por brote de jengibre.

Al comparar, la altura de plantas con la producción de hojas se deduce que, estadísticamente la aplicación de enmiendas orgánicas no tubo ningún efecto significativo sobre ambas variables pero que la producción de hojas en la planta es el resultado de la elongación de la misma.

CUADRO 6. Análisis de varianza para el número de hojas por brote principal evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.

F.V.	G.L.	Fc.	Ft (5%)
BLOQUES	2		
TRATAMIENTOS	12	0.18	2.18 NS
ERROR	24		
TOTAL	38		

Coeficiente de Variación = 16.08 %
NS = No significativo al 5% de probabilidad.

DEL RENDIMIENTO DE JENGIBRE
RENDIMIENTO TOTAL

En el cuadro 7 se presentan los resultados de rendimiento total de jengibre fresco (kg/ha), para cada una de las alternativas evaluadas. Los mayores incrementos en rendimiento se obtienen al aplicar estiércol vacuno en dosis de 20 y 10 TM/ha, tratamientos que superaron al testigo en un 62% y 54% respectivamente. Todos los tratamientos superaron al testigo aunque algunos en porcentajes muy inferiores. Vale la pena agregar que para la mayoría de tratamientos, a medida que se incrementaba la dosis, se observó un incremento proporcional en el rendimiento; en promedio, el rendimiento total obtenido fué de 6282.85 kg/ha equivalente a 6.3 TM/ha. El análisis de varianza para esta variable cuyos resultados aparecen en el cuadro 8, sí manifestó diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Al efectuar la prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) se determinó que aplicando 20 TM/ha de estiércol vacuno, se obtiene el mejor rendimiento siendo éste de 10075.82 Kg/ha.

CUADRO 7. Rendimiento total de jengibre fresco (Kg/ha) evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	X
1 5 TM E.V./ha	6465.60	7232.79	6407.40	6701.93
2 10 TM E.V./ha	7851.84	9402.10	7645.49	8299.81
3 5 TM E.V./ha	10492.05	10095.22	9640.20	10075.82
4 5 TM B.C./ha	5730.15	6095.23	4606.34	5343.91
5 5 TM B.C./ha	5402.11	5211.63	5386.23	5333.32
6 5 TM B.C./ha	6677.24	6010.57	5999.99	6229.27
7 5 TM G./ha	4206.34	5730.15	5740.73	5225.74
8 5 TM G./ha	6375.65	5222.21	7026.44	6208.10
9 5 TM G./ha	6851.84	6216.92	5973.54	6347.43
10 5 TM P.C./ha	5999.99	5375.65	5269.83	5548.49
11 5 TM P.C./ha	5285.70	7010.57	5402.11	5899.46
12 5 TM P.C./ha	8798.93	4179.89	7026.44	6668.42
13 Control o Testigo	3253.93	3984.12	4148.14	3795.85
\bar{x}	6414.72	6289.77	6144.07	6282.85

TM E.V./ha= Toneladas Métricas de estiércol vacuno por hectárea
 TM B.C./ha= Toneladas Métricas de bagazo de citronela por hectárea
 TM G./ha = Toneladas Métricas de gallinaza por hectárea .
 TM P.C./ha= Toneladas Métricas de pulpa de café por hectárea

CUADRO 8 . Análisis de varianza para el rendimiento total evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.

F.V.	G.L.	Fc.	Ft (5%)
BLOQUES	2		
TRATAMIENTOS	12	7.93	2.18 *
ERROR	24		
TOTAL	38		

Coefficiente de Variación = 15.10%

* = Significativo al 5% de probabilidad.

lo cual es equivalente a 10.5 TM/ha. En una segunda categoría podrían ser ubicados los tratamientos con estiércol vacuno en dosis de 5 y 10 TM/ha los cuales presentaron también resultados significativos, el resto de tratamientos exceptuando al testigo pueden ser ubicados en una tercera categoría por presentar ambos rendimientos muy similares, cuadro 9.

CUADRO 9. Prueba de Tukey para el rendimiento total evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.

Tratamientos	Rend. X (Kg/ha)	Tukey
3 20 TM/ha estiércol vacuno	10075.82	a
2 10 TM/ha estiércol vacuno	8299.81	a b
1 5 TM/ha estiércol vacuno	6701.93	b
12 20 TM/ha pulpa de café	6668.42	b
9 20 TM/ha gallinaza	6347.43	b
6 20 TM/ha bagazo citronela	6229.27	b
8 10 TM/ha gallinaza	6208.10	b
11 10 TM/ha pulpa de café	5899.46	b
10 5 TM/ha pulpa de café	5548.49	b c
4 5 TM/ha bagazo citronela	5343.91	c
5 10 TM/ha bagazo citronela	5333.32	c
7 5 TM/ha gallinaza	5225.74	c d
13 - Control o Testigo	3795.41	d

TM/ha = Toneladas Métricas por hectárea.

Nota: Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

Utilizando la distribución de tratamientos en Bloques al Azar, y aplicando la metodología de experimentos factoriales se realizó un análisis de varianza para esta variable con la finalidad de encontrar algún tipo de interacción entre los materiales evaluados; para este análisis se consideró el factor "A" como las enmiendas orgánicas estudiadas y al factor "B", como las diferentes dosis en que fueron evaluadas las enmiendas, el resultado de este análisis se presenta en el cuadro 10.

CUADRO 10. Análisis de varianza para el rendimiento total utilizando la metodología de experimentos factoriales, en la evaluación del efecto de cuatro enmiendas orgánicas como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.

F.V.	G.L.	Fc.	Ft (5%)
BLOQUES	2		
TRATAMIENTOS	11	6.30	2.30 *
A	3	15.04	3.05 *
B	2	8.40	3.44 *
AB	6	1.23	2.55 NS
ERROR	22		
TOTAL	35		

Coefficiente de Variación = 14.98%

* = Significativo al 5% de probabilidad

NS = No significativo al 5% de probabilidad

En el cuadro 10 se observa que la diferencia estadística se sigue manifestando entre los tratamientos; pero que los factores no interactúan entre sí sino que, lo hacen en forma independiente. Al no encontrar significancia para la interacción, se procedió a efectuar la prueba de comparación múltiple de medias para cada uno de los factores cuyos resultados aparecen en el cuadro 11. Con los resultados del cuadro 11 se concluyó que los mejores rendimientos en Kg/ha de jengibre fresco se obtienen aplicando estiércol vacuno en dosis de 20 TM/ha, en una segunda categoría se ubica al tratamiento con estiércol vacuno en su dosis intermedia (10 TM/ha).

CUADRO 11. Pruebas de Tukey para los factores "A" y "B" evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.

FACTOR "A"	FACTOR "B"
A ₁ = Estiércol vacuno a	B ₃ = 20 TM/ha a
A ₄ = Pulpa de café b	B ₂ = 10 TM/ha a
A ₃ = Gallinaza b	B ₁ = 5 TM/ha b
A ₂ = Bagazo de citronela b	

La gráfica 1 contiene las curvas de rendimiento para cada uno de los materiales evaluados. En la gráfica se puede observar que las curvas para pulpa de café, bagazo de citronela y gallinaza muestran inicialmente, un comportamiento ascendente en su dosis más baja pero ya en sus dosis más altas, el incremento en rendimiento se tornó insignificante, adquiriendo ambas curvas, una tendencia a mantener el rendimiento constante. Por el contrario la curva para el estiércol vacuno mostró un carácter ascendente desde el inicio hasta el final (en su dosis más alta) incluso, a mantener la misma tendencia si la dosis fuera superior a las 20 TM/ha. Lo anterior daría margen a que los resultados en cuanto a rendimiento sean incrementados.

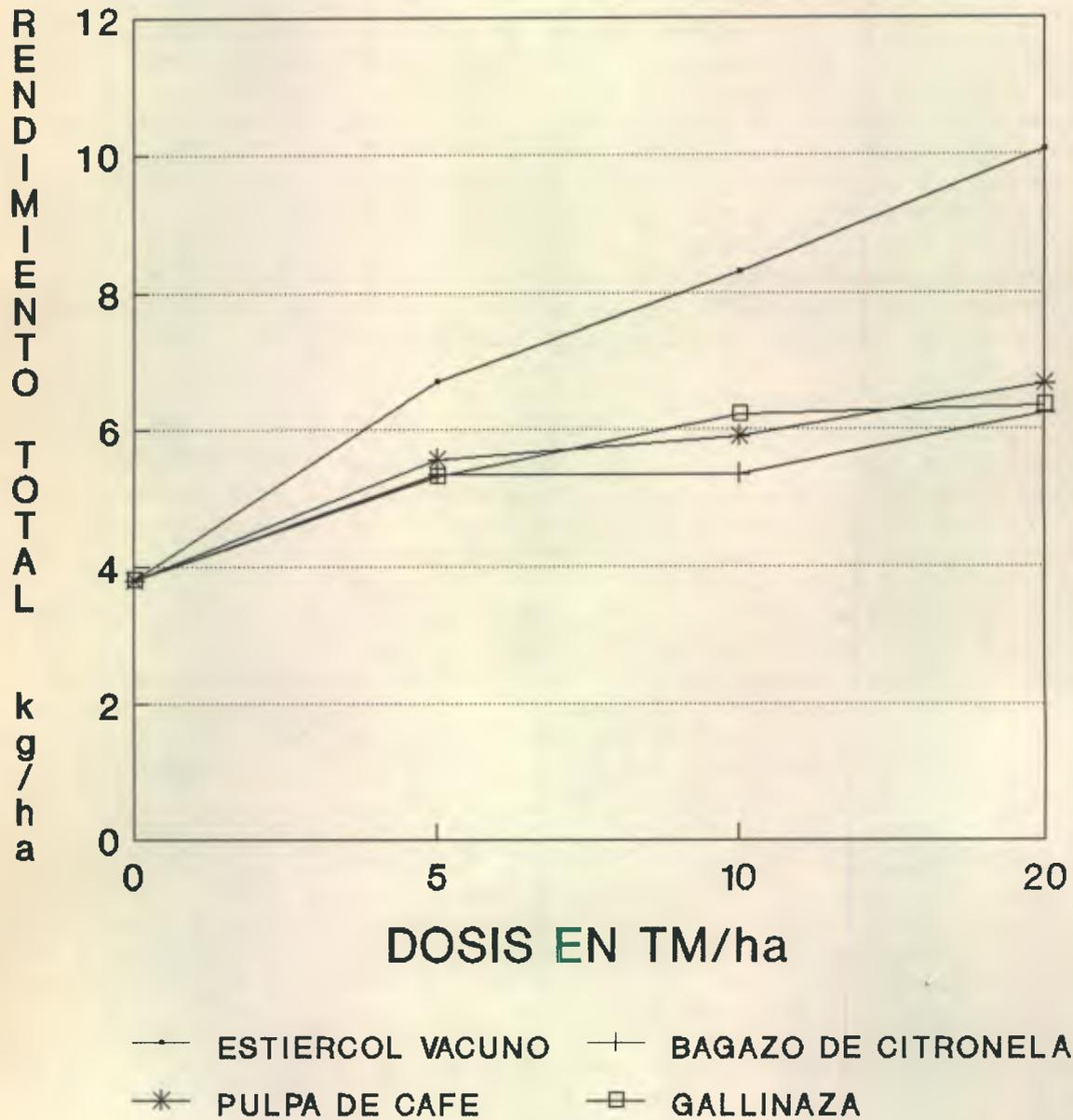
RENDIMIENTO EXPORTABLE

Como jengibre exportable en fresco se consideró a todo aquel rizoma cuyo grosor o perímetro de sus dedos (partes del rizoma) es mayor a 0.10 m. y que además, reúne los requisitos de calidad establecidos por la Gremial de Exportadores de Productos No tradicionales.

Los resultados en cuanto a rendimiento de jengibre exportable se presentan en el cuadro 12. Dicho cuadro nos muestra que todos los tratamientos superaron al testigo pero los mayores incrementos se obtienen aplicando estiércol vacuno en dosis de 20 TM/ha; los más bajos rendimientos con el uso de enmiendas se obtienen aplicando gallinaza en sus tres dosis, rendimientos que fueron muy similares al testigo.

Con la tecnología empleada por los agricultores de la región en estudio, se obtienen un rendimiento de 1.5 TM/ha de producto fresco exportable, el obtenido en este estudio utilizando enmiendas orgánicas como fuente de fertilizante y que en promedio fué de 2210.19 Kg/ha equivalente a 2.2 TM/ha, logró superarlo en un 47%.

El análisis de varianza para el rendimiento exportable reportó diferencia estadística significativa entre los tratamientos como lo muestra el cuadro 13; al efectuar la prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) cuyos resultados aparecen en el cuadro 14 observamos que, estadísticamente, los mayores rendimientos de jengibre



GRAFICA 1. Curva de Rendimiento total (kg/ha) por enmienda para las diferentes dosis evaluadas

CUADRO 12. Rendimiento de jengibre fresco exportable (Kg/ha) evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	X
1 5 TM E.V./ha	2656.08	2338.62	1502.64	2165.78
2 10 TM E.V./ha	2095.23	5269.83	4132.27	3832.44
3 5 TM E.V./ha	4603.17	4968.88	5449.75	4973.93
4 5 TM B.C./ha	1862.43	2449.73	973.54	1761.90
5 5 TM B.C./ha	1947.08	1576.71	1978.83	1834.21
6 5 TM B.C./ha	1656.08	2021.16	1619.04	1765.43
7 5 TM G./ha	1560.84	1121.69	1698.41	1460.31
8 5 TM G./ha	1588.00	1518.51	1841.26	1649.26
9 5 TM G./ha	1047.61	1899.47	1047.61	1331.56
10 5 TM P.C./ha	2126.98	1814.81	1121.69	1687.83
11 5 TM P.C./ha	1195.76	2910.05	1444.44	1850.08
12 5 TM P.C./ha	3116.65	1915.34	5052.90	3361.54
13 Control o Testigo	1375.65	915.34	883.59	1058.19
\bar{x}	2063.95	2355.40	2211.23	2210.19

TM E.V./ha= Toneladas Métricas de estiércol vacuno por hectárea

TM B.C./ha= Toneladas Métricas de bagazo de citronela por hectárea

TM G./ha = Toneladas Métricas de gallinaza por hectárea .

TM P.C./ha= Toneladas Métricas de pulpa de café por hectárea

CUADRO 13. Análisis de varianza para el rendimiento exportable evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.

F.V.	G.L.	Fc.	Ft (5%)
BLOQUES	2		
TRATAMIENTOS	12	6.15	2.18 *
ERROR	24		
TOTAL	38		

Coefficiente de Variación = 35.94%

* = Significativo al 5% de probabilidad.

CUADRO 14. Prueba de Tukey para el rendimiento exportable evaluando el efecto como fertilizante, de cuatro enmiendas orgánicas en el rendimiento de jengibre.

Tratamientos	Rend. \bar{X} Exp	(Kg/ha)
3 20 TM/ha de estiércol vacuno	4973.93	a
2 10 TM/ha de estiércol vacuno	3832.44	a b
12 20 TM/ha de pulpa de café	3361.54	a b c
1 5 TM/ha de estiercol vacuno	2165.78	b c
11 10 TM/ha de pulpa de café	1850.08	b c
5 10 TM/ha de bagazo de citronela	1834.21	b c
6 20 TM/ha de bagazo de citronela	1765.43	b c
4 5 TM/ha de bagazo de citronela	1761.90	b c
10 5 TM/ha de pulpa de café	1687.83	b c
8 10 TM/ha de gallinaza	1649.26	b c
7 5 TM/ha de gallinaza	1360.31	b c
9 20 TM/ha de gallinaza	1331.56	c
13 Control o Testigo	1058.19	c

Nota: Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

exportable se obtienen aplicando estiércol vacuno en dosis de 20 TM/ha, tratamiento que dá un rendimiento de 4973.93 Kg/ha, equivalente a casi 5.0 TM/ha. Aplicando 10 TM/ha de estiércol vacuno también se obtiene un rendimiento significativo de 3832.44 Kg/ha, equivalente a casi 4.0 TM/ha de producto exportable pudiendo ubicar a estos dos tratamientos en una misma categoría.

RENDIMIENTO NO EXPORTABLE

En el cuadro 15 estan expresados los resultados obtenidos en cuanto al rendimiento de jengibre no exportable (Kg/ha) para cada uno de los tratamientos evaluados. En forma general se puede apreciar que, aplicando 20 TM/ha de estiércol vacuno se obtienen los más altos valores tanto para el rendimiento total (100075.82 Kg/ha, cuadro 7) , como para el rendimiento exportable (4973.93 Kg/ha, cuadro 12) y no exportable (5101.89 Kg/ha), cuadro 15).

Todos los tratamientos superaron al testigo en cuanto a rendimiento total, exportable y no exportable, lo que evidencia, que todos los tratamientos presentaron efecto benéfico, aunque algunos más significativos que otros. En el cuadro 15 también se aprecia que el estiércol vacuno en sus 3 dosis superó en rendimiento al resto de alternativas evaluadas. El rendimiento promedio de jengibre no exportable obtenido en este estudio fué de 4149.59 Kg/ha, equivalente a 4.15 TM/ha.

El análisis de varianza para el rendimiento no exportable el cual aparece en el cuadro 16, no reportó diferencia estadística significativa, lo que significa que para la obtención de jengibre de rechazo, el uso de enmiendas orgánicas como fuente de fertilizante, no tiene efecto significativo pero si influye en la obtención de jengibre con calidad exportable, principalmente, utilizando las dosis más altas de estiércol vacuno.

Considerando que los aspectos de calidad son de importancia en el cultivo de jengibre para fines de mercadeo, en el cuadro 17 están expresados los datos en porcentaje de jengibre exportable y no exportable, tomando como base, las medias de rendimiento obtenidas para cada tratamiento.

CUADRO 15. Rendimiento de jengibre no exportable (Kg/ha) evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	X
1 5 TM E.V./ha	3809.52	4894.17	4904.76	4536.15
2 10 TM E.V./ha	5756.61	4132.27	3513.22	4467.37
3 5 TM E.V./ha	5888.88	5226.34	4190.45	5101.89
4 5 TM B.C./ha	3867.77	3645.50	3232.80	3582.01
5 5 TM B.C./ha	3455.03	3634.92	3407.40	3499.12
6 5 TM B.C./ha	5021.16	3989.41	4380.95	4463.70
7 5 TM G./ha	2645.50	4608.46	4042.32	3765.43
8 5 TM G./ha	4787.65	3703.70	5185.18	4558.84
9 5 TM G./ha	5804.23	4317.45	4925.93	5015.87
10 5 TM P.C./ha	3873.01	3560.84	4148.14	3860.66
11 5 TM P.C./ha	4089.94	4100.52	3957.67	4049.38
12 5 TM P.C./ha	5682.31	2264.55	4973.54	4306.88
13 Control o Testigo	1878.31	3068.78	3264.55	2737.21
\bar{x}	4350.31	3934.38	4163.61	4149.59

TM E.V./ha= Toneladas Métricas por hectárea de estiércol vacuno
 TM B.C./ha= Toneladas Métricas por hectárea de bagazo de citronela
 TM G./ha = Toneladas Métricas por hectárea de gallinaza.
 TM P.C./ha= Toneladas Métricas por hectárea de pulpa de café.

CUADRO 16. Análisis de varianza para el rendimiento no exportable evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.

F.V.	G.L.	Fc.	Ft (5%)
BLOQUES	2		
TRATAMIENTOS	12	1.85	2.18 NS
ERROR	24		
TOTAL	38		

Coefficiente de Variación = 20.13%
 NS = No Significativo al 5% de probabilidad.

En forma generalizada se aprecia que aplicando 20 TM/ha de pulpa de café se obtiene el 50% de jengibre exportable pero este porcentaje se obtiene con un rendimiento en cantidad relativamente bajo, comparado con el estiércol vacuno que, con dosis de 20 y 10 TM/ha se obtiene el 49 y 46% de jengibre exportable respectivamente y con un rendimiento en cantidad exportable alto.

Los porcentajes de rendimiento exportable y no exportable también están expresados en la gráfica 2 a través de diagramas de barras; lo que permite apreciar, en forma cuantitativa y cualitativa el efecto causado por el estiércol vacuno en dosis de 20 y 10 TM/ha y la pulpa de café en su dosis más alta aunque este último con un rendimiento en cantidad muy inferior al obtenido con los tratamientos a base de estiércol vacuno. Con los 3 tratamientos mencionados la cantidad de jengibre exportable se incrementa y a la vez, se disminuye el rendimiento no exportable; existiendo la posibilidad de que si se incrementaran las dosis sobre todo las de estiércol vacuno, por la tendencia de la curva de rendimiento observada en la gráfica 1, el rendimiento de jengibre exportable superaría al no exportable mejorando de esta manera, la calidad del rizoma de jengibre.

Tomando en cuenta la calidad del rizoma, los tratamientos 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 de la gráfica 2 incluyendo el testigo, son rechazados por haber presentado los valores más altos en cuanto a jengibre de rechazo o no exportable.

DEL CONTENIDO DE ACEITE ESENCIAL

En el cuadro 18 se presentan los resultados obtenidos de la extracción de aceite esencial efectuada los cuales están expresados en porcentaje.

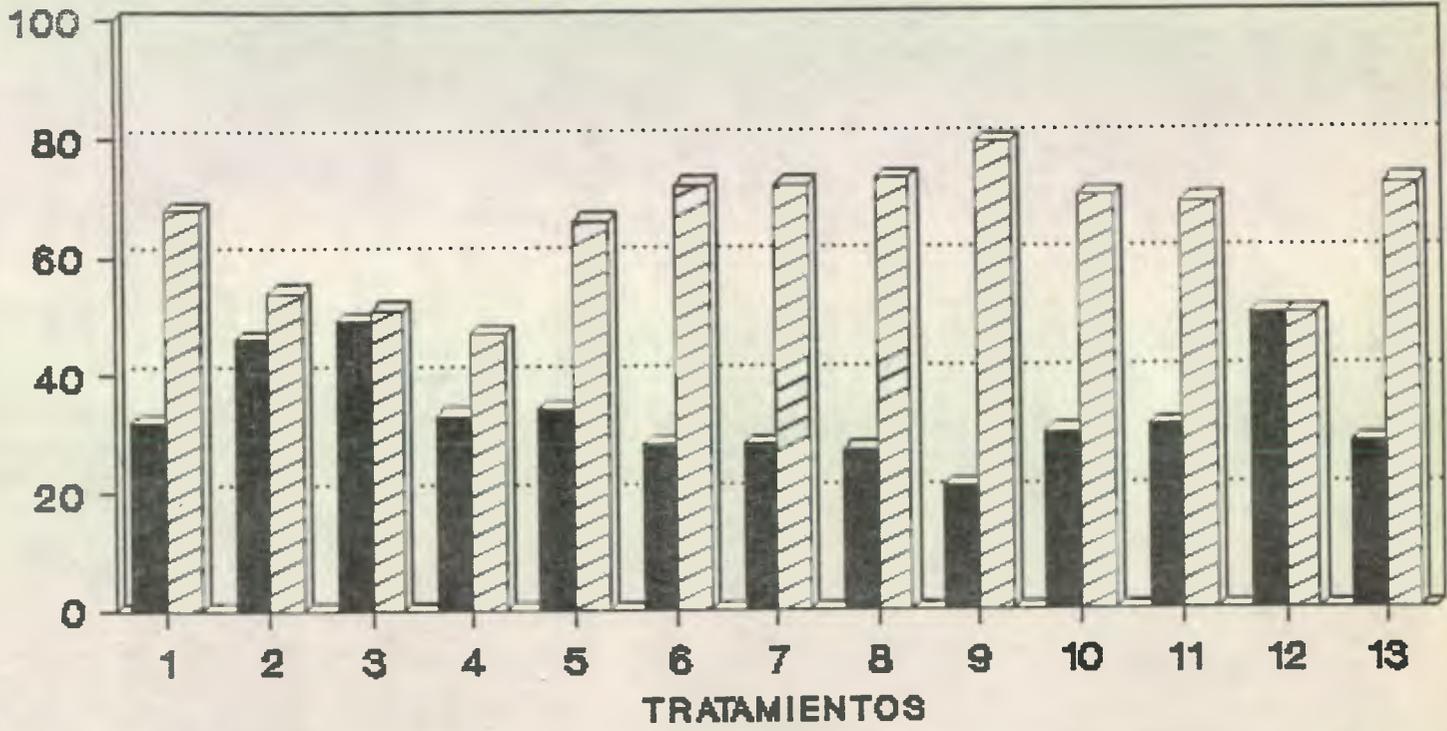
Los datos contenidos en el cuadro 18, reflejan las diferencias existentes entre cada uno de los tratamientos. El contenido de aceite esencial promedio obtenido en el presente estudio fué de 3.62% el cual, resultó ser mayor al reportado por Maistre (12), que en promedio es de 2.0%. El mayor contenido de aceite se obtuvo aplicando pulpa de café en dosis de 20 TM/ha.

CUADRO 17. Porcentajes de rendimiento exportable y no exportable, evaluando el efecto de enmiendas orgánicas como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.

TRATAMIENTOS		\bar{X} Rend. Tot. (kg/ha)	\bar{X} Rend. Exp. (kg/ha)	\bar{X} Rend. No Exp. (kg/ha)	% Exp.	% No Exp.
1	5 TM/ha de estiércol vacuno	6701.93	2165.78	4536.15	32	68
2	10 TM/ha de estiércol vacuno	8299.81	3832.44	4467.37	46	54
3	20 TM/ha de estiércol vacuno	10075.82	4973.93	5101.89	49	51
4	5 TM/ha de bagazo de citronela	5343.91	1761.90	3582.01	33	47
5	10 TM/ha de bagazo de citronela	5333.32	1834.21	3499.12	34	66
6	20 TM/ha de bagazo de citronela	6229.27	1765.43	4463.70	28	72
7	5 TM/ha de gallinaza	5225.74	1460.31	3765.43	28	72
8	10 TM/ha de gallinaza	6208.10	1649.26	4558.84	27	73
9	20 TM/ha de gallinaza	6347.43	1331.56	5015.87	21	79
10	5 TM/ha de pulpa de café	5548.49	1687.83	3860.66	30	70
11	10 TM/ha de pulpa de café	5899.46	1850.08	4049.38	31	69
12	20 TM/ha de pulpa de café	6668.42	3361.54	4306.88	50	50
13	'Control o testigo	3795.41	1058.19	2737.21	28	72

TM/ha = Toneladas métricas por hectárea.

PORCENTAJE DE RENDIMIENTO %



■ Rendi. exportable ▨ Rendi. no exportable

GRAFICA 2. Rendimiento Exportable y no Exportable expresados en porcentajes (%)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE QUILICUA
Biblioteca Central

CUADRO 18. Porcentaje de aceite esencial de jengibre evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.

TRATAMIENTOS	Repeticiones			\bar{X}
	I	II	III	
1 5 TM E.V./ha	3.63	3.83	4.32	3.95
2 10 TM E.V./ha	3.94	4.17	3.40	3.84
3 20 TM E.V./ha	3.54	2.34	2.00	2.63
4 5 TM B.C./ha	3.57	3.63	2.75	3.32
5 10 TM B.C./ha	4.80	3.94	2.50	3.75
6 20 TM B.C./ha	4.71	3.50	3.80	4.00
7 5 TM G./ha	4.86	4.14	2.67	3.89
8 10 TM G./ha	3.43	3.71	2.33	3.16
9 20 TM G./ha	3.57	3.28	4.00	3.62
10 5 TM P.C./ha	3.57	2.80	3.00	3.12
11 10 TM P.C./ha	4.71	3.91	2.87	3.83
12 20 TM P.C./ha	5.00	5.00	4.50	4.83
13 Control o testigo	2.71	3.48	3.50	3.23
\bar{X}	4.00	3.67	3.20	3.62

TM E.V./ha= Toneladas métricas de estiércol vacuno por hectárea
 TM B.C./ha= Toneladas métricas de bagazo citrinela por hectárea
 TM G./ha = Tonelada métricas de pulpa de café por hectárea.
 TM P.C./ha= Toneladas métricas de pulpa de café por hectárea.

El análisis de varianza para el contenido de aceite que aparece en el cuadro 19, establece que sí existe diferencia estadística significativa entre tratamientos; al efectuar la prueba de comparación de medias (Tukey) cuyos resultados aparecen en el cuadro 20, se determinó que al aplicar 20 TM/ha de pulpa de café, se obtiene el rendimiento más alto de aceite esencial cuyo valor fué de 4.83%.

CUADRO 19. Análisis de varianza para el porcentaje de aceite esencial evaluando el efecto como fertilizante de cuatro enmiendas orgánicas, en el rendimiento de jengibre.

F.V.	G.L.	Fc.	Ft (5%)
BLOQUES	2		
TRATAMIENTOS	12	2.67	2.18 *
ERROR	24		
TOTAL	38		

Coefficiente de Variación = 15.99%

* = No Significativo al 5% de probabilidad.

CUADRO 20. Prueba de Tukey para el porcentaje de aceite esencial evaluando el efecto como fertilizante de cuatro enmiendas orgánicas, en el rendimiento de jengibre.

Tratamientos	Porcentaje.	\bar{X} de Aceite
12 20 TM/ha de pulpa de café	4.83	a
6 20 TM/ha de bagazo citronela	4.00	a
1 5 TM/ha de estiércol vacuno	3.93	a b
7 5 TM/ha de gallinaza	3.89	a b
2 10 TM/ha de estiércol vacuno	3.84	a b
11 10 TM/ha de pulpa de café	3.83	a b
5 10 TM/ha de bagazo de citronela	3.75	a b
9 20 TM/ha de gallinaza	3.62	a b
4 5 TM/ha de bagazo de citronela	3.32	a b
13 - Control o Testigo	3.23	a b
8 10 TM/ha de gallinaza	3.16	a b
10 5 TM/ha de pulpa de café	3.12	a b
3 20 TM/ha de estiércol vacuno	2.63	b

Nota: Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

El incremento obtenido en el contenido de aceite esencial en rizomas de jengibre aplicando 20 TM/ha de pulpa de café así como también en la mayoría de tratamientos evaluados, no es atribuido directamente al efecto de los tratamientos; el incremento es atribuido a dos factores que son importantes de considerar en el proceso de extracción del aceite esencial como lo son: La pigmentación interior de los rizomas ya que se pudo observar durante el proceso de extracción que los rizomas con coloración interior amarilla producen mayor cantidad de aceite que los rizomas con una coloración blanco-amarillenta en su interior; Otro de los factores lo constituye el arrastre de sustancias no volátiles que se dá durante el proceso de extracción, estas sustancias no volátiles reciben el nombre de "oleorresinas" las cuales son arrastradas conjuntamente con el aceite al hacer uso de solventes de naturaleza volátil o muy polares en la extracción; dentro de estos solventes se encuentran el éter, el hexano que fué el utilizado en este estudio, acetonas o bien alcoholes; lo que al final contribuyó a que los valores del aceite esencial se incrementaran.

ANALISIS ECONOMICO

Para poder evaluar económicamente el efecto de la fertilización a base de enmiendas orgánicas sobre el rendimiento de jengibre fresco (Kg/ha), se tuvo la necesidad de calcular el costo de producción para el tratamiento testigo cuyos resultados aparecen en el cuadro 21. Los cálculos se basaron en los precios, salarios e intereses del año en que se realizó la investigación.

Como puede observarse en el cuadro 21, el costo total de producción para el testigo ascendió a Q. 3776.00 siendo éste el punto de partida para el análisis económico.

Basados en los costos de producción del testigo se calcularon los costos de producción para los demás tratamientos; así mismo, se calculó la rentabilidad para cada uno de ellos tomando como base el precio de Q. 2.33 por kilogramo de jengibre (media del precio interno y externo).

CUADRO 21. Costo de producción por Ha. para el testigo, evaluando el efecto como fertilizante de cuatro enmiendas orgánicas en el rendimiento de jengibre.

Concepto	Valor Unitario (Q)	Cantidad	Costo Parcial (Q)
COSTOS DIRECTOS:			
1. Preparacion del suelo:			
- limpia	4.00	23 cuerdas	92.00
- barbecho	10.00	23 cuerdas	230.00
- camelloneado	10.00	23 cuerdas	230.00
2. Siembra:			
- Preparación de semilla	2.00	35 quintales	70.00
- siembra	4.00	23 cuerdas	92.00
3. Labores culturales:			
- 1a. limpia y calza	5.00	23 cuerdas	115.00
- 2a. limpia y calza	5.00	23 cuerdas	115.00
- 3a. limpia y calza	5.00	23 cuerdas	115.00
- regulación de sombra	3.00	23 cuerdas	69.00
4. Cosecha:			
- arrancado	3.00	23 cuerdas	69.00
- limpieza	3.00	23 cuerdas	69.00
- clasificación, lavado y empaque	6.00	23 cuerdas	138.00
5. Insumos:			
- semilla	50.00	35 quintos.	1750.00
- desinfectante	10.00	3 kilog.	30.00
		SUBTOTAL	= 3184.00
COSTOS INDIRECTOS:			
1. Arrendamiento	5.00	23 cuerdas	115.00
2. Gastos de administración (10% SCD)			318.00
3. Imprevistos (5% SCD)			159.00
		SUBTOTAL	= 592.00
		TOTAL	= 3776.00
INGRESO BRUTO (3795.00 kg x 2.33)			= 8849.94
INGRESO NETO			= 5073.94
RENTABILIDAD			= 134.00%

SCD = Sobre Costos Directos.

La rentabilidad y los costos de producción por hectárea para cada uno de los tratamientos superan al testigo en cuanto a rentabilidad siendo esta de 134%; las rentabilidades más altas se obtienen con los tratamientos a base de estiércol vacuno en sus tres dosis siendo la más alta cuando se aplican 20 TM/ha que tuvo un valor de 443%; la rentabilidad más baja obtenida al utilizar enmiendas orgánicas es de 143% la cual corresponde al tratamiento con gallinaza a razón de 20 TM/ha y que a la vez, presentó el costo de producción más elevado.

Dado que en el ensayo se trabajó con variables con efectos sobre los costos y los rendimientos, se efectuó un análisis marginal con el objeto de revelar exactamente la forma en que se incrementan los beneficios netos de una inversión al incrementar una cantidad invertida. Los datos económicos para el análisis marginal se presentan en el cuadro 23 y se basan en el cálculo del beneficio neto mediante los costos variables por las enmiendas aplicadas y el costo de oportunidad en la aplicación. Los beneficios netos más altos fueron proporcionados por los tratamientos a base de estiércol vacuno en sus tres dosis evaluadas.

Para la ejecución de un análisis marginal se hace necesario también del auxilio de un análisis de dominancia. El análisis de dominancia consiste en ordenar los tratamientos en forma descendente tomando como base el beneficio neto. Estando ordenados los tratamientos con su respectivo costo variable, se determina qué tratamientos están dominados; un tratamiento se dice que es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales, a los de un tratamiento con costos variables bajos. El análisis de dominancia se presenta en el cuadro 24 y sirve, para poder calcular la Tasa Marginal de Retorno.

En el Cuadro 25 se presenta el resumen de la Tasa Marginal de Retorno.

CUADRO 22. Rentabilidad y Costo de Produccion por Ha por tratamiento, evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.

TRATAMIENTOS		Rend. \bar{X} (kg/ha)	CTP (Q/ha)	CU (Q/Kg)	PM (Q/Kg)	IB (Q/ha)	IN (Q/ha)	R (%)
1	5 TM/ha de estiércol vacuno	6702.00	4001.00	0.60	2.33	15629.06	11628.06	291
2	10 TM/ha de estiércol vacuno	8300.00	4111.00	0.49	2.33	19355.60	15244.60	371
3	20 TM/ha de estiércol vacuno	10076.00	4331.00	0.43	2.33	23497.23	19166.23	443
4	5 TM/ha de bagazo de citronela	5344.00	3946.00	0.74	2.33	12464.21	8516.21	216
5	10 TM/ha de bagazo de citronela	5333.00	4001.00	0.75	2.33	12436.56	8435.56	211
6	20 TM/ha de bagazo de citronela	6229.00	4111.00	0.66	2.33	14526.03	10415.03	253
7	.5 TM/ha de gallinaza	5226.00	4436.00	0.85	2.33	12187.03	7751.03	175
8	10 TM/ha de gallinaza	6208.00	4991.00	0.80	2.33	14477.05	9486.05	190
9	20 TM/ha de gallinaza	6347.00	6091.00	0.96	2.33	14801.20	8710.20	143
10	5 TM/ha de pulpa de café	5548.00	3974.00	0.72	2.33	12937.94	8963.94	226
11	10 TM/ha de pulpa de café	5899.00	4056.00	0.69	2.33	13756.47	9700.47	239
12	20 TM/ha de pulpa de café	6668.00	4106.00	0.62	2.33	15549.78	11443.78	279
13	Control o testigo	3795.00	3776.00	1.99	2.33	8849.94	5073.94	134

TM / ha = Toneladas Métricas por hectares

CTP = Costo total de Producción

CU = Costo Unitario

PM = Precio de Mercado

IB = Ingreso Bruto

IN = Ingreso Neto

R = Rentabilidad

CUADRO 23 Presupuesto parcial y datos económicos para el análisis marginal evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.

TRATAMIENTOS		Rend. \bar{X} (kg/ha)	CP (Q/ha)	CU (Q/Kg)	PM (Q/Kg)	BB (Q/ha)	CVE (Q/ha)	CVO (%)	CVT (Q/ha)	BN (Q/ha)
1	5 TM/ha EV	6702	4001	0.60	2.33	15629.06	110.00	115.00	225.00	15404.06
2	10 TM/ha EV	8300	4111	0.49	2.33	19355.60	220.00	115.00	335.00	19020.60
3	20 TM/ha EV	10076	4331	0.43	2.33	23497.23	440.00	115.00	555.00	22942.23
4	5 TM/ha BC	5344	3946	0.74	2.33	12464.21	55.00	115.00	170.00	12292.21
5	10 TM/ha BC	5333	4001	0.75	2.33	12436.56	110.00	115.00	225.00	12211.56
6	20 TM/ha BC	6229	4111	0.66	2.33	14526.03	220.00	115.00	335.00	14191.03
7	5 TM/ha G	5226	4436	0.85	2.33	12187.03	550.00	115.00	665.00	11522.03
8	10 TM/ha G	6208	4991	0.80	2.33	14477.05	1100.00	115.00	1615.00	13262.05
9	20 TM/ha G	6347	6091	0.96	2.33	14801.20	2200.00	115.00	2315.00	12486.20
10	5 TM/ha PC	5548	3974	0.72	2.33	12937.94	82.50	115.00	197.50	12740.44
11	10 TM/ha PC	5899	4056	0.69	2.33	13756.47	165.00	115.00	280.00	13476.47
12	20 TM/ha PC	6668	4106	0.62	2.33	15549.78	330.00	115.00	445.00	15104.78
13	Control	3795	3776	1.00	2.33	8849.94	0.00	0.00	0.00	8849.94

TM / ha = Toneladas Métricas por hectárea de estiércol vacuno, TM/ha BC = Toneladas métricas por hectárea de bagazo de citronela, TM/ha G = Toneladas Métricas por hectárea de gallinaza, TM/ha PC = Toneladas Métricas por hectárea de pulpa de café, CP = Costo de Producción, CU = Costo Unitario, PM = Precio de Mercado, BB = Beneficio Bruto, CVE = Costo Variable por Enmienda, CVO = Costo Variable de Oportunidad
CVT = Costo Variable Total y BN = Beneficio Neto

Desde el punto de vista económico se aprecia que el tratamiento con Tasa Marginal de Retorno más alta es el de estiércol vacuno en dosis de 5 TM/ha cuyo valor es de Q. 9685.89 el tratamiento más cercano es el de 10 TM/ha de estiércol vacuno con una tasa marginal de Q. 3287.76. Con estos 2 tratamientos pertenecientes a un mismo tipo de enmienda se observa que los incrementos en beneficio neto obtenidos son significativos y que a la vez presentan los costos variables bajos. A pesar, de que el agricultor obtiene el beneficio neto más alto utilizando las dosis altas de estiércol vacuno, la mayor ganancia se adquiere con la dosis más baja; de ahí que, al adoptar el uso de enmiendas orgánicas como una nueva tecnología en el cultivo de jengibre se incline por la dosis más baja, ya que esta no incrementa los costos variables pero si le representa un incremento en beneficio neto significativo dando como resultado, una mayor relación beneficio-costos.

CUADRO 24. Análisis de dominancia evaluando el efecto como fertilizante de cuatro enmiendas orgánicas en el rendimiento de jengibre.

Tratamientos	B.N. (Q/ha)	C.V.T. (Q/ha)
3 20 TM/ha estiércol vacuno	22942.23	555.00
2 10 TM/ha estiércol vacuno	19020.60	355.00
1 5 TM/ha estiércol vacuno	15404.06	225.00
12 20 TM/ha pulpa de café	15104.78	445.00 D
6 20 TM/ha bagazo citronela	14191.03	335.00 D
11 10 TM/ha pulpa de café	13476.47	280.00 D
8 10 TM/ha gallinaza	13262.05	1215.00 D
10 5 TM/ha pulpa de café	12740.44	197.50
9 10 TM/ha gallinaza	12486.20	2315.00 D
4 5 TM/ha bagazo citronela	12293.21	170.00
5 10 TM/ha bagazo citronela	12211.56	225.00 D
7 5 TM/ha gallinaza	11522.03	665.00 D
13 - Control o Testigo	8849.94	0.00

B.N. = Beneficio Neto
 C.V.T. = Costo Variable Total
 D = Tratamientos dominados

CUADRO 25. Resumen de la Tasa Marginal de Retorno para los tratamientos no dominados evaluando el efecto como fertilizante de cuatro enmiendas orgánicas en el rendimiento de jengibre.

Tratamientos	Beneficio Neto (Q/ha)	Costos Variables (Q/ha)	Inc. BN (Q/ha)	Inc. CV (Q/ha)	TMR (Q)
5 TM/ha EV	15404.06	225.00	2663.62	27.50	9685.89
10 TM/ha EV	19020.60	335.00	3616.54	110.00	3287.00
5 TM/ha BC	12292.21	170.00	3442.87	170.00	2024.86
20 TM/ha EV	22942.23	555.00	3921.63	220.00	1782.56
5 TM/ha PC	12740.44	197.50	448.23	27.50	1629.93
- Control	8849.94	0.00	0.00	0.00	0.00

TM/ha EV = toneladas métricas por hectárea de estiércol vacuno.
 TM/ha BC = toneladas métricas por hectárea de bagazo de citronela
 TM/ha PC = toneladas métricas por hectárea de pulpa de café.
 Inc. BN = Incremento Beneficio Neto, Inc. CV = Incremento en Costos Variables, TMR = Tasa Marginal de Retorno.

VIII. CONCLUSIONES

1. El uso de enmiendas orgánicas como fuente de fertilizante en el cultivo de jengibre, produjo efecto estadístico significativo sobre la altura de plantas pero al efectuar la comparación múltiple de medias, estadísticamente los tratamientos tuvieron el mismo comportamiento.
2. La aplicación de enmiendas orgánicas en el cultivo de jengibre como fuente de fertilizante, no produce ningún efecto estadístico significativo sobre la producción de hojas por la planta.
3. El mayor rendimiento de jengibre en cantidad y calidad de rizomas se obtuvo aplicando 20 toneladas métricas por hectárea de estiércol vacuno, a un costo de Q. 4331.00 y con una rentabilidad de 443% por hectárea.
4. La coloración interna de los rizomas de jengibre como factor primario y el arrastre de sustancias no volátiles que se dá durante el proceso de extracción del aceite esencial como factor secundario, dieron como resultado variaciones muy marcadas entre los tratamientos evaluados; siendo el tratamiento con 20 toneladas métricas por hectárea de pulpa de café el más rendidor dando un rendimiento de 4.83% de aceite, valor que superó al reportado por Maître (12) que en promedio es de 2.0%.
5. La evaluación económica determinó que al aplicar 20 y 10 toneladas métricas por hectárea de estiércol vacuno se obtienen los beneficios netos y las rentabilidades más altas; pero, aplicando 5 toneladas métricas de estiércol vacuno por hectárea se obtiene la Tasa Marginal de Retorno más alta la cual fué de Q. 9685.89 con un incremento en beneficio neto significativo y con costos variables bajos, razón por la cual, el uso de cualquiera de los 3 tratamientos dependerá de las limitaciones de capital del agricultor.

IX. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar el estiércol vacuno como fuente de fertilizante en el cultivo de jengibre, en dosis de 20 toneladas métricas por hectárea; incorporándolo al suelo como mínimo con 15 días de anticipación a la siembra.
2. Se recomienda evaluar el contenido de aceite esencial en jengibre utilizando la Destilación por Arrastre con vapor de Agua y tomando en cuenta la pigmentación interna de los rizomas.
3. Se recomienda evaluar la fertilización a base de enmiendas orgánicas en combinación con la fertilización química empleada por los agricultores.

X. BIBLIOGRAFIA

1. ACLAN, F, ; QUISUMBING, E.C. 1976. Fertilizar requirements, mulch and lighth attenuation on the yield and quality of ginger. Philippine Agriculturist (Filipinas) 60 (5/6): 183-191.
2. ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE (GUA). 1973. Manual de Suelos y fertilización del café. Guatemala, ANACAFE. Boletín no. 12. 87 p.
3. BRAHAN, J.E.; BRESSANI, R. 1978. Pulpa de café, composición, tecnología y utilización. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. 152 p.
4. COSTA RICA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1984. Jengibre (Zingiber officinale R.). Costa Rica. p 93-95 (Boletín Técnico no. 62).
5. 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.
6. GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. 1965. Apuntes sobre jengibre (Zingiber officinale R.). Informe Económico (Gua.) 12 (3) : 43-53.
7. ————. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Tarjetas de registro climático de la estación "El Asintal", El Asintal, Retalhuleu, de los años 1976-1988.
8. ————. MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERIA Y ALIMENTACION. 1983. La gallinaza como abono. Guatemala. 16 p.
9. HOLDRIDGE, L.R. 1958. Mapa de sonificación ecológica de Guatemala según sus formaciones vegetales. Guatemala., Ministerio de Agricultura /SCIDA. p 19.
10. LEIVA PEREZ, J.R. 1988. Evaluación del degradador enzimático de rastrojos (STUBLE DIGESTER PLUS) en la descomposición de la pulpa de café. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 46 p.
11. LEON, J. 1968. Fundamento botánico de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica, IICA. p 122-124.
12. MAISTRE, J. 1969. Las plantas de especias; técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona, BLUME. p 21-56.

13. MARIN, F.R. 1986. Compost; elaboración de materia orgánica. Guatemala, Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. Unidad de Comunicación Social. 18 P.
14. MEXICO. NATIONAL PLANT FOOB INSTITUTE. 1983. Manual de fertilizantes. México D.F. 292 p
15. MIRANDA SALAZAR, J.L. 1987. Evaluación de cuatro niveles de nitrógeno y fósforo y tres distanciamientos de siembra entre planta en jengibre (Zingiber officinale R.) Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 51 p.
16. NICARAGUA. DIRECCION GENERAL DE REFORMA AGRARIA Y COOPERATIVIZACION. s.f. Normas técnicas para el cultivo de jengibre (Zingiber officinale R.) . Nicaragua. 20 p.
17. PIZA, E. s.f. El Cultivo de jengibre en Costa Rica. Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Departamento de fitopatología. 23 p.
18. RODRIGUEZ, M.N. 1980. El jengibre, sus usos, producción y comercialización. II. Agroconocimiento (Rep. Dominicana) 4 (33) : 20-25, 40.
19. 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.
20. TEUSCHER, H. ; ADLER, R. 1980. El suelo y su fertilidad. Trad. por Rodolfo Vera y Zapata, Q.B.P. México, Continental. 510 p.

Revisado



XI. APENDICE

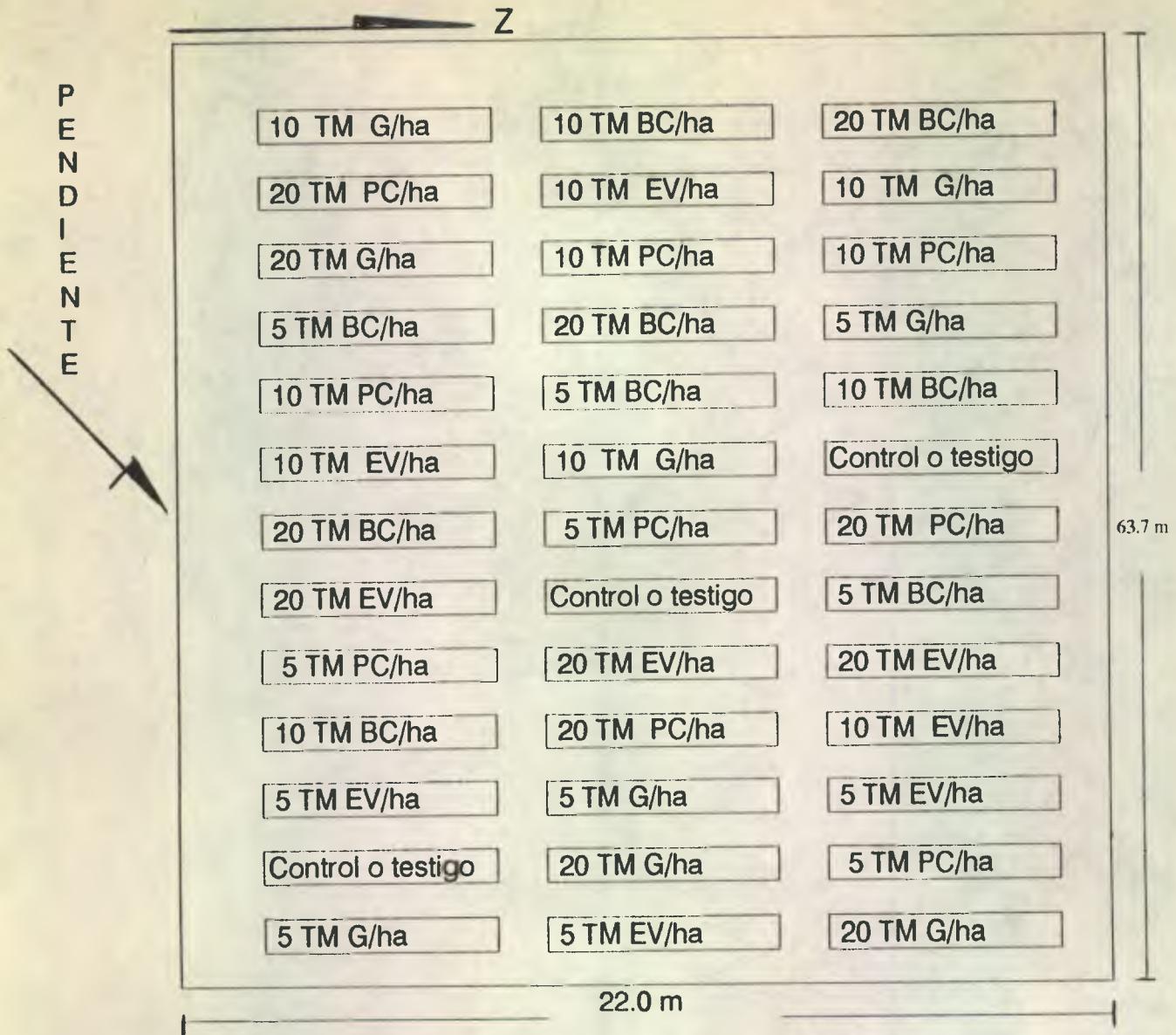


FIGURA 2. Distribucion de los tratamientos en el campo experimental

APENDICE 1 Composición química de los materiales orgánicos utilizados en la evaluación del efecto como fertilizante de cuatro enmiendas orgánicas en el rendimiento de jengibre

MATERIAL ORGANICO	PORCENTAJE (%)			
	P	K	Ca	Mg
Estiércol Vacuno	0.18	1.67	1.20	0.48
Bagazo de Citronela	0.09	0.59	1.00	0.30
Gallinaza	1.33	1.57	4.00	1.02
Pulpa de Café	0.24	3.23	1.50	0.32

FUENTE: Asociación Nacional del Café. Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar. Abril 1988

APENDICE 2. Comportamiento del Fósforo y Potasio en el suelo, evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.

TRATAMIENTOS				ppm P O /ha				ppm K O /ha			
				2		5		2			
				(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
1	5	TM	EV/ha	35.5	4.5	38.0	20.5	192	42	234	160
2	10	TM	EV/ha	34.5	9.0	43.5	28.5	232	84	316	136
3	20	TM	EV/ha	53.0	18.0	71.0	29.5	292	167	459	172
4	5	TM	BC/ha	48.5	2.5	51.0	20.0	276	15	291	136
5	10	TM	BC/ha	51.5	4.5	56.0	22.0	272	30	303	120
6	20	TM	BC/ha	44.5	9.0	53.5	20.5	312	59	371	128
7	5	TM	G/ha	40.0	33.5	73.5	22.5	308	40	348	180
8	10	TM	G/ha	34.5	66.5	101.0	35.5	244	79	323	108
9	20	TM	G/ha	20.0	133.0	153.0	25.5	328	157	485	140
10	5	TM	PC/ha	34.5	6.0	40.5	17.0	280	81	361	140
11	10	TM	PC/ha	32.0	12.0	44.0	6.5	244	162	406	124
12	20	TM	PC/ha	35.5	24.0	59.5	18.5	288	323	611	132
13	--	Control o testigo		26.5	0.0	26.5	22.0	264	000	264	104
\bar{X}				37.5	24.8	62.3	22.2	272	95	367	137

TM EV/ ha = Toneladas Métricas de estiércol vacuno por hectárea

TM BC/ ha = Toneladas Métricas de bagazo de citronela por hectárea

TM G/ ha = Toneladas Métricas de egallinaza por hectárea

TM PC/ ha = Toneladas Métricas de pulpa de café por hectárea

(1)= Nutriente disponible en el suelo antes de la siembra

(2)= Nutriente aplicado en forma de enmienda orgánica

(3)= Disponibilidad total en el suelo antes de la siembra

(4)= Nutriente disponible en el suelo despues de la cosecha según análisis de suelo

APENDICE 3. Comportamiento del Calcio y Magnesio en el suelo, evaluando el efecto de cuatro enmiendas orgánicas, como fertilizante, en el rendimiento de jengibre.

TRATAMIENTOS				ppm Ca /ha				ppm Mg /ha			
				(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
1	5	TM	EV/ha	1150	30	1180	1076	70	12	82	73
2	10	TM	EV/ha	1275	60	1335	1169	77	24	101	85
3	20	TM	EV/ha	1525	120	1647	1251	82	48	130	97
4	5	TM	BC/ha	1251	25	1276	1088	77	8	85	75
5	10	TM	BC/ha	1375	50	1425	1215	70	15	85	80
6	20	TM	BC/ha	1475	100	1575	1327	85	30	115	87
7	5	TM	G/ha	1100	100	1200	1138	62	26	88	87
8	10	TM	G/ha	1026	200	1226	1201	60	51	111	77
9	20	TM	G/ha	1251	300	1551	1163	77	102	179	92
10	5	TM	PC/ha	1100	38	1138	1050	68	8	76	65
11	10	TM	PC/ha	1375	75	1450	1175	83	16	99	75
12	20	TM	PC/ha	1275	150	1425	1151	92	32	124	77
13	--	Control o testigo		1776	000	1776	1182	92	00	92	77
\bar{X}				1296	96	1392	1168	272	95	102	81

- TM EV/ ha = Toneladas Métricas de estiércol vacuno por hectárea
 TM BC/ ha = Toneladas Métricas de bagazo de citronela por hectárea
 TM G/ ha = Toneladas Métricas de egallinaza por hectárea
 TM PC/ ha = Toneladas Métricas de pulpa de café por hectárea
 (1)= Nutriente disponible en el suelo antes de la siembra
 (2)= Nutriente aplicado en forma de enmienda orgánica
 (3)= Disponibilidad total en el suelo antes de la siembra
 (4)= Nutriente disponible en el suelo despues de la cosecha según análisis de suelo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

REF NO: 024-91

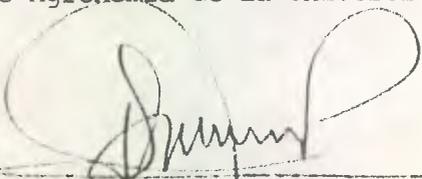
LA TESIS TITULADA: EVALUACION DEL EFECTO DE CUATRO ENMIENDAS ORGANICAS, COMO FERTILIZANTE, EN EL RENDIMIENTO DE JENGIBRE (Zingiber officinale R.), EL ASINTAL, RETALHULEU.

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: FREDY FERNANDO CORADO ARANA.

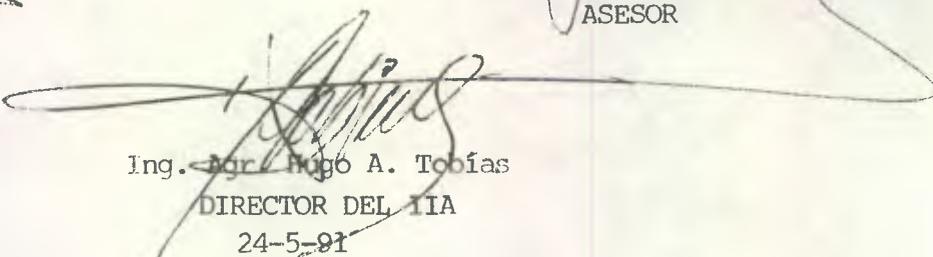
CARNET NO: 8214940

Ha sido evaluada por los profesionales: Ingenieros Carlos Fernández y José de Jesús Chonay.

Los Asesores y las Autoridades de la Universidad de San Carlos de Guatemala, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


Ing. Agr. Negli Gallardo
ASESOR


P. Agr. Ernesto Carrillo
ASESOR


Ing. Agr. Hugo A. Tobías
DIRECTOR DEL IIA
24-5-91

IMPRIMASE:


Ing. Agr. Anibal Martínez
DECANO



HAT/sler.