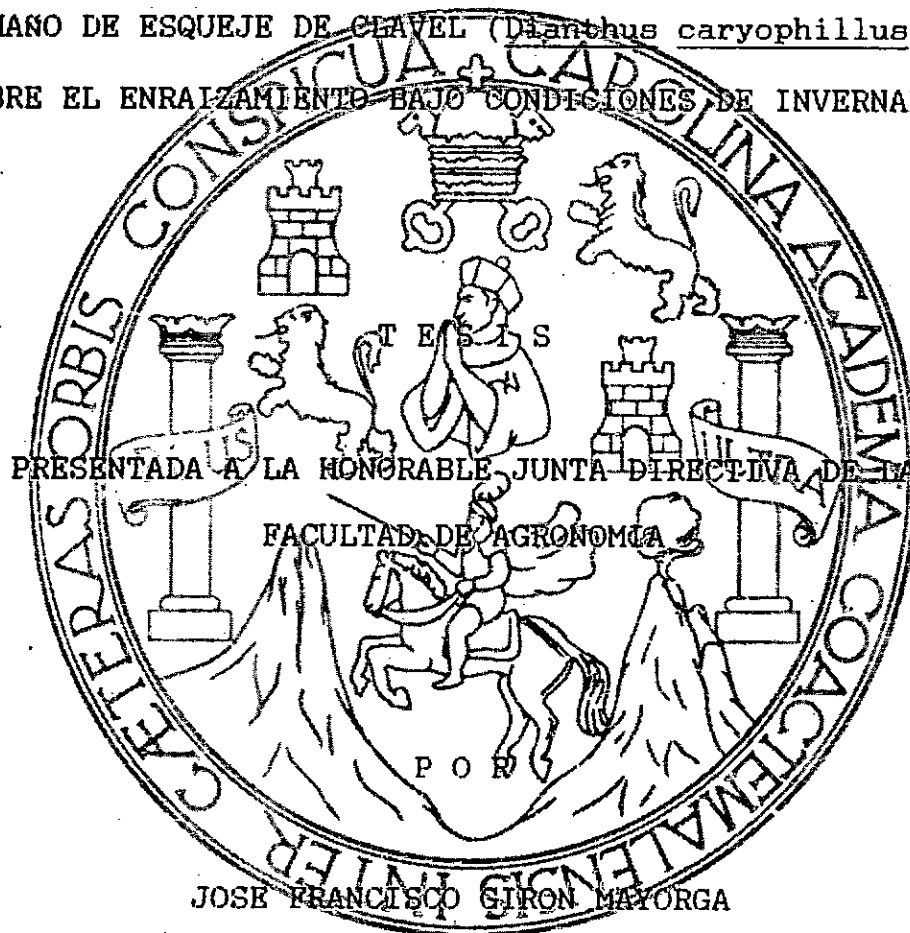


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EVALUACION DEL EFECTO DE HORAS FRIO, DE SUSTRATOS Y  
TAMANO DE ESQUEJE DE CEVEL (Dianthus caryophyllus L.)  
SOBRE EL ENRAIZAMIENTO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO



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

Guatemala, Octubre de 1,991

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

DL  
01  
T(1328)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

R E C T O R

DR. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Efraín Medina Guerra.
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Maynor E. Estrada Rosales
VOCAL SEGUNDO:	
VOCAL TERCERO:	
VOCAL CUARTO:	P. A. Alfredo Itzep
VOCAL QUINTO:	P. A. Francisco R. Ibarra Cifuentes
SECRETARIO:	Ing. Agr. Marco Romilio Estrada M.

TRIBUNAL QUE REALIZO

EL EXAMEN GENERAL PRIVADO.

DECANO:	Dr. Antonio Sandoval
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Fritz Lang
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Ernesto Leopoldo Gonzalez
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Alvaro Hernandez
SECRETARIO:	Ing. Agr. Carlos Fernandez Perez

Guatemala, Octubre de 1,991

Señores  
Miembros Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

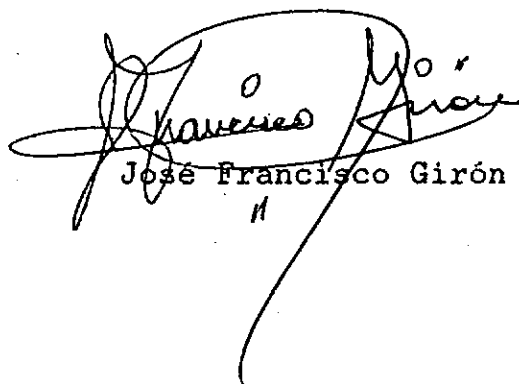
Señores:

De conformidad a lo que establece 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 HORAS FRIO, DE SUSTRATOS  
Y TAMANO DE ESQUEJE DE CLAVEL (Dianthus caryophyllus L.)  
SOBRE EL ENRAIZAMIENTO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

Presento el mismo, como requisito profesional, previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Respetuosamente,

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'José Francisco Girón Mayorga', is written over a large, light-colored scribble or stamp. The signature is fluid and cursive.

José Francisco Girón Mayorga  
H

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES

Elisa Mayorga de Girón  
Arturo Efraín Girón  
como un mínimo reconocimiento a sus  
esfuerzos

A MI ESPOSA

Norma Elizabeth Pensamiento de Girón  
con mucho amor, por todo su apoyo  
comprensión y cariño.

A MI HERMANO

Antonio Efraín Girón Mayorga

A MIS ABUELOS

Que en paz descansen

A MIS SUEGROS

Emma Alfaro de Pensamiento  
Mario Rafael Pensamiento

A MIS TIOS Y PRIMOS

A MIS SOBRINOS

A MIS CUÑADOS Y CONCUÑOS

A MIS COMPANEROS Y AMIGOS

EN ESPECIAL A:

EDGAR ANTON  
ALFREDO MIRON  
AMILCAR MORALES  
ARMANDO MONROY  
OSCAR PORRES

**TESIS QUE DEDICO**

**A: A MI PAIS GUATEMALA.**

**A: AL DEPARTAMENTO DE IZABAL.**

**A: LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**A: LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

**A: LA COMPANIA AGROINDUSTRIAS DE EXPORTACION  
(AGRINEX S.A.)**

**A: A MIS COMPANEROS DE TRABAJO**

**A: A LA FLORICULTURA DEL PAIS**

### AGRADECIMIENTOS:

QUIERO EXPRESAR MI MAS PROFUNDO AGRADECIMIENTO A TODAS  
AQUELLAS PERSONAS QUE DE UNA U OTRA FORMA COLABORARON  
EN LA REALIZACION DEL PRESENTE TRABAJO.

A los Ingenieros Agrónomos Edgar Martínez Tambito y  
Carlos Fernández Pérez por la acertada conducción,  
sugerencias y revisión de la presente investigación.

A los personeros de AGRINEX S.A. por haber permitido  
realizar el presente trabajo de tesis.

A el Lic. Alfredo Mirón Aguilar, por brindarme su  
amistad, confianza y apoyo lo cual contribuyó en la  
realización del presente trabajo.

A el Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno Juárez, por su amplio  
apoyo brindado en la realización del presente trabajo.

A el Dr. Pedro Arriaza Gempeler, por sus sabias  
enseñanzas en el campo de la floricultura.

## INDICE

	PAGINA
RESUMEN .....	i
I. INTRODUCCION .....	1
II. MARCO TEORICO .....	2
II.1. Origen del cultivo del clavel .....	2
II.2. Taxonomía y morfología .....	2
II.3. Ecología del cultivo del clavel .....	3
II.4. Condiciones Ambientales durante el enraizamiento..	3
II.5. Almacenamiento en baja temperatura .....	8
II.6. Tamaño de los esquejes.....	9
III. HIPOTESIS .....	10
IV. OBJETIVOS .....	10
V. METODOLOGIA .....	11
V.1. Localización y características del sitio experi- mental.....	11
V.2. Diseño experimental .....	11
V.3. Descripción de los factores estudiados.....	11
V.4. Modelo estadístico .....	12
V.5. Descripción de los tratamientos .....	12
V.6. Descripción de la unidad experimental .....	14
V.7. Manejo del experimento .....	14
V.8. Variables Respuesta .....	17
V.9. Analisis de la información .....	18
VI. RESULTADOS Y DISCUSION .....	19
VI.1. Porcentaje de enraizamiento en esquejes de clavel	19
VI.2. Biomasa aerea de esquejes de clavel .....	25
VI.3. Variables relacionadas con la raiz de los esque- jes .....	30
VII. CONCLUSIONES .....	35
VIII. RECOMENDACIONES .....	36
IX. BIBLIOGRAFIA .....	37
X. APENDICE .....	39

## INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1	Factores y modalidades .....	13
2	Análisis de varianza para porcentaje de enraizamiento en esquejes de clavel .....	19
3	Prueba de Tukey para el factor días de almacenamiento en cuarto frío y la variable porcentaje de enraizamiento en esquejes de clavel ..	20
4	Análisis de varianza para biomasa aérea de esquejes de clavel .....	25
5	Prueba de Tukey para el factor días de almacenamiento en cuarto frío y la biomasa aérea de esquejes de clavel en gramos .....	26
6	Prueba de Tukey para el factor pares de hojas y la variable biomasa aérea de esquejes de clavel en gramos .....	27
7	Prueba de Tukey para los factores días de almacenamiento en cuarto frío y pares de hojas, y la variable biomasa aérea de esquejes de clavel en gramos .....	29

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Aleatorización del experimento .....	13
2	Área bruta de la unidad experimental .....	16
3	Área neta Evaluada .....	16
4	Enraizamiento (%) de clavel en diferentes pares de hojas .....	21
5	Enraizamiento (%) en clavel a diferentes días de almacenamiento (datos observados).....	23



6	Enraizamiento (%) en clavel a diferentes días de almacenamiento (datos estimados).....	24
7	Biomasa aérea de clavel en diferentes pares de hojas .....	28
8	Biomasa aérea de clavel a diferentes días de almacenamiento .....	31
9	Longitud de raíz de clavel a diferentes días de almacenamiento .....	32
10	Peso fresco de raíz de clavel a diferentes días de almacenamiento .....	33
11	Peso seco de raíz de clavel a diferentes días de almacenamiento .....	34
12	Longitud de raíz de clavel en diferentes pares de hojas .....	45
13	Peso fresco de la raíz de clavel en diferentes pares de hojas .....	46
14	Peso seco de raíz de clavel en diferentes pares de hojas .....	47
15	Enraizamiento (%) de clavel en dos diferentes tamaños de partícula .....	48
16	Biomasa aérea de clavel en dos diferentes tamaños de partícula .....	49
17	Longitud de raíz de clavel en dos diferentes tamaños de partícula .....	50
18	Peso fresco de raíz de clavel en dos diferentes tamaños de partículas .....	51
19	Peso seco de raíz de clavel en dos diferentes tamaños de partículas .....	52
20	Esquejes de clavel de 4.5 y 6.5 pares de hojas .....	53

EVALUACION DEL EFECTO DE HORAS FRIO, DE SUSTRATOS Y TAMANO DE  
ESQUEJE DE CLAVEL (Dianthus caryophyllus L.) SOBRE EL  
ENRAIZAMIENTO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.

EVALUATION EFFECTS OF COLD HOURS, SUBSTRATES AND SIZE OF  
CUTTING OF CARNATION (Dianthus caryophyllus L.) OVER THE  
ROOTING UNDER GREENHOUSE CONDITION

RESUMEN.

En la presente investigacion se trabajó bajo los supuestos de que a diferentes días frío de almacenamiento, diferentes pares de hojas y tamaño de partículas del sustrato producirán efectos diferentes en el enraizamiento de esquejes de clavel (Dianthus caryophyllus L.).

En base a lo anterior, se trató de encontrar una modalidad de días de almacenamiento en frío (0, 8, 15 y 25 días), una modalidad del tamaño del esqueje (4.5 y 6.5 pares de hojas), una modalidad de tamaño de partículas del sustrato (arena de 0.2 y 0.5 cm) o una combinación de los tres factores mencionados que produjera mejores efectos en el enraizamiento de esquejes de clavel.

El experimento se realizó en la empresa AGRINEX S.A. en Tecpán Chimaltenango, Guatemala, bajo condiciones de invernadero.

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo combinatorio 4 X 2 X 2 con un total de 16 tratamientos y tres

repticiones. Las variables respuestas evaluadas fueron: peso fresco y seco de raíces, longitud de raíz, porcentaje de enraizamiento y biomasa aérea de los esquejes de clavel.

En base a los resultados obtenidos se concluyó que el factor tiempo de almacenamiento en frío, fué determinante en el enraizamiento de los esquejes de clavel, obteniéndose el mayor porcentaje con 15 días de almacenamiento, además, esquejes con mayor número de pares de hojas, producen mayor biomasa aérea, por último, las variables longitud de raíz, peso fresco y seco de la raíz de los esquejes de clavel, no fueron influenciados por ninguno de los factores estudiados.

## I. INTRODUCCION:

Guatemala posee diversidad de climas, suelos y condiciones favorables para la producción de productos no tradicionales. Dentro de éstos se encuentra la flor de corte, que en la actualidad representa un rubro importante para la economía del país, con un monto total de exportación de \$ 15,390,056 anuales, así mismo los mercados internacionales ofrecen mucha demanda para este tipo de productos. Lo anterior ha venido a incrementar la explotación comercial de cultivos de flores de corte.

La compañía productora de clavel (Dianthus caryophilus L.) como Agrinex, S. A., situada en Tecpán Guatemala y otras empresas exportadoras, importan el material vegetativo denominado planta madre. Este material importado de diferentes lugares de Europa, presenta pureza genética y fitosanitaria, haciéndolo altamente productivo.

El material vegetativo producido por planta madre es enraizado, sembrado y manejado, produciendo flor de calidad exportable.

La fase de propagación del material vegetativo denominado esqueje, es determinante para el proceso productivo del clavel, porque es aquí en donde se han observado pérdidas por falta de enraizamiento hasta del 30%, que puede representar en el caso de la compañía antes mencionada, un monto total de Q33,480, lo cual es muy significativo dentro de los costos de producción de clavel. Tomando como base la tecnología utilizada por los productores de clavel, consistente en siembra directa, esquejes de 4.5 pares de hojas, y tamaño de partícula del sustrato gruesa, el presente trabajo fué enfocado hacia la reducción de las pérdidas por falta de enraizamiento a través de almacenamiento de esquejes en cuarto frío, un adecuado tamaño del esqueje y tamaño de partícula del sustrato, bajo condiciones de invernadero.

## II. MARCO TEORICO

### II.1. ORIGEN DEL CULTIVO DEL CLAVEL

El clavel es originario del sur de Europa, de la región mediterránea entre Francia y Grecia. La primera producción comercial se inició en el año 1840, en la región de Lyon, Francia. En 1856 el clavel llegó a Estados Unidos de Norteamérica procedente de Francia. Actualmente dentro del cultivo de flores el clavel ocupa el segundo lugar en los Estados Unidos, después de las rosas (9).

La variedad William Sim, llamada así por su creador, se produjo en Maine en 1938 y la mayoría de las variedades modernas cultivadas hasta el día de hoy proceden de ésta (2).

Según Sepúlveda (9), su nombre botánico Dianthus, significa flor de los dioses y es la flor nacional de España.

### II.2. TAXONOMIA Y MORFOLOGIA

Cronquist citado por Meneses (8), da la clasificación del clavel de la forma siguiente:

Familia: cariofiláceas; género: Dianthus, especie: carvophyllus; nombre botánico: Dianthus carvophyllus L.

De acuerdo con la descripción morfológica del clavel, descrita por Meneses (8), ésta es una planta herbácea con tallos erectos, nudosos, endebles y lampiños. Las hojas casi siempre son lineales, opuestas, enteras y sin estípulas, de color verde oscuro, recubiertas de una cutícula cerosa; las flores por lo general son hermafroditas; la corola es de cinco pétalos; el cáliz está provisto en la base de dos o más bracteas; los estambres son diez, de forma filiforme y anteras biloculares; con dos estilos, filiformes y estigmáticos; el ovario es unilocular con numerosas semillas.

## II.3. ECOLOGIA DEL CULTIVO DEL CLAVEL

### II.3.1. Suelo

El clavel crece bien en suelos franco arenosos, bien drenados y con alto porcentaje de materia orgánica. Para el cultivo bajo invernaderos es prácticamente un suelo artificial el que se usa, pues éste consiste en una mezcla de arena, materia orgánica y suelo del lugar. El pH debe estar entre 6 y 7 (11).

### II.3.2. Clima

Según Yurrita (11), el clavel necesita de alta intensidad de luz durante todo el día, temperaturas ideales oscilan entre 8° y 24° C. y se cultiva desde los 1700 a 2500 msnm. con una humedad relativa entre 70% y 80%.

## II.4. CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL ENRAIZAMIENTO

### II.4.1. Relaciones de Agua

Aunque la presencia de hojas en los esquejes es un fuerte estímulo para la iniciación de las raíces, la pérdida de agua a través de ellas puede reducir el contenido de agua de los esquejes hasta un nivel tan bajo que ocasione su muerte antes de que se formen las raíces. En los esquejes se ha cortado la provisión natural de agua que viene de las raíces, pero las hojas todavía transpiran. En especies que enraizan con facilidad, la formación rápida de las raíces pronto permite que la absorción de agua compense la cantidad que es eliminada por las hojas, pero en especies de enraizado más lento, la transpiración de las hojas se debe reducir a una cantidad muy baja hasta que se formen las raíces. Para reducir al mínimo la transpiración de las hojas de los esquejes, la presión de vapor de agua de la atmósfera que las rodea debe mantenerse tan semejante como sea posible a la presión de agua que existe en los espacios intercelulares de la hoja (4).

Desde hace mucho tiempo ha sido una práctica estándar en cajas de propagación y en invernaderos, asperjar con frecuencia los esquejes, así como las paredes y el piso, para mantener una humedad elevada. Para invernaderos y otras estructuras cerradas, se dispone de sistemas de operación automáticas que atomizan agua en forma de niebla. Esos métodos de humectación tienen un efecto benéfico principalmente porque aumentan el contenido de vapor de agua del aire.

#### II.4.2. Propagación Bajo Niebla

Langhans citado por Holley (6), menciona que la mejor forma de enraizar esquejes de clavel es con niebla intermitente, luz directa con buena circulación de aire bajo condiciones de invernadero. Por el contrario, enraizar esquejes de clavel bajo sombra hace mucho más lento el enraizamiento. También menciona que la niebla intermitente debe adecuarse a las condiciones predominantes de la época del año.

Las aspersiones mantienen sobre las hojas una película de agua, la cual no sólo produce una alta humedad relativa alrededor de la hoja, sino que reducen la temperatura del aire y de las hojas, factores todos, que tienden a reducir la tasa de transpiración. En pruebas en las que se ha registrado la temperatura de las hojas por medio de termocoples, las hojas mantenidas bajo niebla, tuvieron una temperatura inferior en 5.5° a 8.5° C. a las registradas en hojas sin niebla. En otras comparaciones de una cama de niebla de un invernadero, se mantuvo muy uniforme: alrededor de 21° C.; mientras que en una cama de propagación adyacente, cubierta con polietileno hubo amplias variaciones de temperatura, tanto que en las horas más cálidas del día, la temperatura llegó a los 32° C. Los efectos enfriadores de las aspersiones de agua son tan efectivos que es posible colocar las camas de propagación a pleno sol, sin que haya un aumento notable de la temperatura de las hojas. La alta intensidad

luminosa que obtienen los esquejes en el sol, aumenta la actividad fotosintética de las hojas en relación con lo que ocurre en camas de propagación sombreadas (4).

En el sistema de niebla intermitente, que se usa con tanta amplitud, el agua se aplica en períodos cortos y frecuentes. Se usa poca agua relativamente y la temperatura del medio de enraizamiento no baja en forma adversa. En el sistema de niebla intermitente, las temperaturas del área de enraizamiento de los esquejes son superiores a las que se registran bajo niebla constante, siendo más favorable para el enraizado (4).

#### II.4.3. Temperatura

Las temperaturas diurnas del aire de 21° a 27° C., con temperaturas nocturnas de unos 15° C, resultan satisfactorias para el enraizamiento de esquejes de la mayoría de las especies. Aunque algunas de ellas enraizan mejor a temperaturas más bajas, las temperaturas del aire excesivamente elevadas tienden a estimular el desarrollo de las yemas con anticipación al de las raíces y a aumentar la pérdida de agua por las hojas. Es importante que se logre el desarrollo de las raíces antes que las del tallo (4).

Holley (5) menciona que cuando la temperatura del aire está a 9° C. es necesario darle calor al medio de enraizamiento, para estimular el enraizamiento de los esquejes. Este sistema funciona pasando agua caliente bajo los bancos de enraizamiento, así como aplicar hormonas de enraizamiento.

#### II.4.4. Luz

La luz, en todos los tipos de crecimiento vegetal es de importancia primaria, ya que es la fuente de energía para la fotosíntesis. En el enraizado de esquejes, los productos de la fotosíntesis son importantes para la iniciación y el crecimiento de



las raíces. La intensidad y la duración de la luz deben ser lo suficientemente grandes para que se acumulen más carbohidratos de los que se emplean en la respiración.

Hay algunas pruebas de que en el fotoperíodo en que crece la planta madre, puede ejercer influencia en el enraizamiento de los esquejes que se tomen de ellas. Esto puede estar relacionado con la acumulación de carbohidratos, obteniéndose el mejor enraizamiento bajo fotoperíodo que estimula el incremento de carbohidratos. Aunque en algunos casos, plantas madres mantenidas bajo fotoperíodos cortos han producido esquejes que enraizan mejor. En algunas especies, el fotoperíodo en que se realiza el enraizado de los esquejes puede afectar la iniciación de las raíces. En general los días largos o la iluminación continua resultan más efectivos que los días cortos, aunque en otras especies no influye el fotoperíodo. Sin embargo, esta situación se puede volver muy compleja, ya que el fotoperíodo puede intervenir tanto en el desarrollo del tallo como en la iniciación de las raíces (4).

#### II.4.5. Medio de Enraizamiento

El medio de enraizamiento tiene tres funciones: (a) mantener el esqueje en su lugar durante el período de enraizado, (b) proporcionar humedad al esqueje y (c) permitir la penetración de aire a la base del mismo.

Un medio de enraizamiento ideal proporciona suficiente porosidad para permitir una buena aireación; tiene una alta capacidad para retención de agua y no obstante, buen drenaje. Para esquejes de madera suave y semidura, debe estar libre de bacterias y hongos perjudiciales. (4)

El medio de enraizamiento puede afectar al tipo de sistema radical que se origine en los esquejes. Los esquejes de ciertas especies, cuando se les hace enraizar en arena producen raíces

largas, no ramificadas y quebradizas, pero cuando se les coloca en una mezcla de arena y musgo turboso o de perlita y musgo turboso, desarrollan las raíces bien ramificadas, delgadas, flexibles, de un tipo mucho más apropiado para extraerlas y volverlas a colocar en macetas. (2)

Experimentos efectuados para determinar cuales de las diferencias en características del musgo turboso y de la arena determinaban los diferentes tipos de sistemas radicales producidos, indicaron que fue la diferencia en contenido de humedad. Las determinaciones del contenido de aire y de humedad del musgo turboso y de la arena cuando ambos estaban en un punto considerado óptimo para el enraíce, mostraron que en base volumétrica, el musgo turboso contenía el doble de aire y el triple de humedad que la arena. (4)

El oxígeno disponible en el medio de enraizamiento es esencial para la producción de raíces, aunque los requerimientos del mismo varían con las diferentes especies. El enraizamiento de esquejes de clavel y de crisantemo aumenta de manera marcada cuando se oxigena el agua en concentraciones de 21%, como medio de enraizamiento. Cuando se producen raíces sólo cerca de la superficie del medio de enraizamiento, es probable que la provisión de oxígeno en el medio sea inadecuada. (4)

Según English y Kinham (2), debe utilizarse un sustrato poroso estéril y bien drenado, esterilizado al vapor entre cada grupo de esquejes. No existe una información precisa respecto a la densidad óptima, porosidad o pH del sustrato. Se han obtenido buenos resultados con varias mezclas de perlitas (un silicato de aluminio de origen volcánico), tratado mediante calor, arena, turba de Sphagnum granulada. Deben evitarse las arenas muy finas y las turbas de musgo muy ácidas. La perlita, para usos hortícolas sola, de unos 2 - 4 mm. de diámetro con un pH de alrededor de 7, proporciona un rápido enraizamiento y plantas en buenas condiciones

de plantación. También se han obtenido buenos resultados con 2/3 de perlita y 1/3 de arena y con 2/3 de perlita y 1/3 de vermiculita. A veces se añade turba granulada a 1/3 o 1/2 de volumen de perlita o arena. El proceso de enraizamiento dura varios días más, pero parece que los esquejes resisten mejor durante el transplante, las condiciones adversas del suelo. Con una cuidadosa preparación de las camas de enraizamiento, no existen diferencias evidentes en la conducta final de las plantas procedentes de los distintos medios.

Según Mendoza, evaluó efectos de reguladores del crecimiento y diferentes sustratos en el enraizamiento del clavel concluyendo, que ninguno de los reguladores de crecimiento evaluados, no existe alguno que produzca individualmente efectos diferentes en longitud de raíz y peso fresco en el enraizamiento de clavel; así mismo, no encontró ninguna diferencia con los sustratos de enraizamiento de esquejes de clavel.(7)

## II.5. ALMACENAMIENTO EN BAJA TEMPERATURA

Según estudios realizados por Van De Pol y Vogelezang (10), el almacenamiento de esquejes de clavel arriba de 0° C., promueve el enraizamiento. El efecto de la temperatura fue más importante en el peso húmedo de la raíz, más que la duración del almacenamiento.

También un largo almacenamiento y una alta temperatura incrementa la incidencia de Fusarium. Almacenando a temperaturas abajo de 13°C dió mejores resultados que a temperaturas arriba de 13°C aplicando de igual forma auxina en ambos casos.

Holley y Farmer (6), recomiendan que para almacenar esquejes de clavel es necesario tener humedad relativa alta en el cuarto frío y que la luz no es necesaria en el almacenamiento de esquejes.

Los esquejes de crisantemo y clavel sin enraizar se pueden

almacenar en bolsas selladas de plástico durante varias semanas a 0.5°C para su enraizamiento posterior. Las plantas provenientes de esquejes enraizados después de almacenados en cuarto frío, se comportaron mejor que aquellos que fueron almacenados después de haber sido enraizados (4).

Altstadt y Holley (1), mencionan que esquejes almacenados por tres meses no se desarrollan bien, como los almacenados por uno o dos meses bajo condiciones de 0°C.

#### II.6. TAMANO DE LOS ESQUEJES

La cosecha de los esquejes para enraizarlos, debe realizarse una vez que los brotes (esquejes) producto del despunte, estén listos para enraizar, es decir, cuando tienen bien definidos 4 o 5 pares de hojas. La cosecha debe hacerse tratando de dejar dos o tres pares de hojas (preferiblemente dos), y justamente sobre el nudo, para facilitar el enraizamiento (2).

Es preferible que los entrenudos no sean elongados. En general los esquejes tienen que ser muy compactos aunque sus características dependen de la variedad, pues hay esquejes que normalmente son delgados (3).

### III. HIPOTESIS

- III.1. Sometiendo los esquejes de clavel (Dianthus carvophilus L.) a diferentes períodos de horas frío, se obtienen diferentes porcentajes de enraizamiento.
- III.2. El mayor número de pares de hojas de los esquejes de clavel produce un mayor porcentaje de enraizamiento.
- III.3. El sustrato con tamaño de partícula fina reduce las pérdidas de esqueje de clavel, por falta de enraizamiento.

### IV. OBJETIVOS

- IV.1. Determinar el efecto de horas frío sobre el enraizamiento de esqueje de clavel.
- IV.2. Determinar el número de pares de hojas de esquejes de clavel, que produzca mayor porcentaje de enraizamiento.
- IV.3. Determinar el efecto del tamaño de partícula del sustrato sobre el enraizamiento de esquejes de clavel.

## V. METODOLOGIA

### V.1. LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL

El estudio se realizó bajo condiciones de invernadero en las instalaciones de la empresa Agrinex S.A., localizada en Tecpán, Chimaltenango, con una extensión de 22 manzanas.

Sus coordenadas geográficas son: latitud norte, 14° 38' 02" y longitud oeste 90° 48' 12" y una altitud de 2320 msnm.

Las condiciones de temperatura y humedad son: temperatura media anual de 16.4°C, con máximas de 28°C y mínima absoluta de -4°C. La precipitación media anual es de 957 mm. Las condiciones de invernadero de enraizamiento son 32°C máximas y 2°C mínimas; con 60 a 100% de humedad relativa.

### V.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el experimento se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo combinatorio 4 x 2 x 2, con tres repeticiones.

### V.3. DESCRIPCION DE LOS FACTORES ESTUDIADOS

FACTOR	A:	Días de almacenamiento en frío.
	A.1 -	0 días en cuarto frío
	A.2 -	8 días (192 hrs.), en cuarto frío.
	A.3 -	15 días (360 hrs.), en cuarto frío.
	A.4 -	25 días (600 hrs.), en cuarto frío.

El factor horas frío se estudió almacenando los esquejes en cuarto frío, durante determinado período de tiempo a temperaturas entre 0° y 3°C, y humedad relativa en un rango de 90 - 100%

FACTOR	B:	Tamaño del esqueje
	B.1 -	Esquejes con 4.5 pares de hojas.
	B.2 -	Esquejes con 6.5 pares de hojas.

El factor tamaño de esqueje se evaluó en términos de número de pares de hojas que posee el esqueje.

FACTOR	C:	Tamaño de la partícula del sustrato.
	C.1 -	Arena pómez, 0.5 cm de diámetro con mezcla de materia orgánica descompuesta(*), proporción de 3:1.
	C.2 -	Arena pómez, 0.2 cm de diámetro con mezcla de materia orgánica descompuesta, proporción de 3:1.

#### V.4. MODELO ESTADISTICO

El modelo estadístico que se utilizó fue el siguiente:

de donde:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_k + \alpha\beta_{ij} + \alpha\delta_{ik} + \beta\delta_{jk} + \alpha\beta\delta_{ijk} + E_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = Variable Respuesta

$\mu$  = Efecto de la media general

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$ -esimo modalidad del factor A.

$\beta_j$  = Efecto del  $j$ -esimo modalidad del factor B.

$\delta_k$  = Efecto del  $k$ -esimo modalidad del factor C.

$\alpha\beta_{ij}$  = Efecto de la interacción de los factores (A) (B)

$\alpha\delta_{ik}$  = Efecto de la interacción de los factores (A) (C)

$\beta\delta_{jk}$  = Efecto de la interacción de los factores (B) (C)

$\alpha\beta\delta_{ijk}$  = Efecto de la interacción de los factores (A) (B) (C)

$E_{ijkl}$  = Efecto del error experimental.

#### V.5. DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos se ilustran en el siguiente cuadro:

(\* ) Biofert.

Cuadro 1. Factores y modalidades

Modalidad Factores	1	2	3	4
A (Días)	0	8	15	25
B (pares de hojas)	4.5	6.5		
C (tamaño de partícula)	0.5 cm (Gruesa)	0.2 cm (Fina)		

$4 \times 2 \times 2 = 16$  tratamientos

La aleatorización de los tratamientos se muestran en la figura 1.

I	12	4	1 = A1 B1 C1 2 = A1 B1 C2 3 = A1 B2 C1 4 = A1 B2 C2 5 = A2 B1 C1 6 = A2 B1 C2 7 = A2 B2 C1 8 = A2 B2 C2
	11	13	
	16	5	
	9	15	
	6	3	
	8	2	
	14	1	
	10	7	
II	8	7	9 = A3 B1 C1 10 = A3 B1 C2 11 = A3 B2 C1 12 = A3 B2 C2 13 = A4 B1 C1 14 = A4 B1 C2 15 = A4 B2 C1 16 = A4 B2 C2
	11	16	
	1	12	
	10	2	
	14	15	
	4	13	
	5	6	
	9	3	
III	1	8	
	4	7	
	16	13	
	12	9	
	14	5	
	11	15	
	6	2	
10	3		

Figura 1 : Aleatorización del experimento.



## V.6. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental fue una bandeja de duroport color blanco de 66.5 cm. de largo, 34 cm. de ancho y 7.3 cm. de alto. Contó con 72 esquejes, los que se ubicaron en cuadros cada 5 cm. de distancia entre esquejes. El área total de la unidad experimental puede apreciarse en la figura 2.

El número total de esquejes que se utilizaron en el experimento fue de 3456 y los esquejes netos evaluados fueron 1920.

## V.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO

### V.7.1. Recolección de Esquejes

El corte de los esquejes de 4.5 y 6.5 pares de hojas, para fines de propagación, se realizó en horas frescas para evitar deshidratación. El corte se realizó a mano; con el dedo pulgar e índice se hace una ligera presión y flexionando se quiebra y se hala. La variedad de clavel evaluada fue "red corzo".

Los esquejes cosechados se depositaron en una bolsa plástica con un marco de madera, donde al tener un buen número de éstos, se llevó al lugar de clasificación.

### V.7.2. Clasificación

Esta etapa es muy importante. Los esquejes cosechados se ponen sobre una mesa limpia y desinfectada con Thiabendazole(\*), a razón de 2cc/lt. Se eliminaron esquejes indeseables (delgados, torcidos, malos cortes, enfermos), y se hicieron paquetes de 25 esquejes los cuales se unen con una banda de hule. Se anotó en un papel la siguiente información: variedad, fecha de recolección, invernadero, cama y sección.

(\* ) Mertec

Al paquete ya listo se le hizo una inmersión de las bases de los esquejes en Mertec, por 10 segundos.

#### V.7.3. Almacenamiento

Los paquetes de 25 esquejes se pusieron en las bolsas plásticas, las cuales se trasladaron al cuarto frío y se colocaron abiertas por 3 horas, para facilitar el enfriamiento. Luego se extrajo el aire de las bolsas, se cerraron y se colocaron en cajas plásticas con aberturas laterales y en el fondo se puso una caja encima de la otra en el cuarto frío, identificadas para almacenar esquejes, 8, 15 y 25 días respectivamente, según el tratamiento.

Las condiciones del cuarto frío son: temperatura 0° a 3°C. y 90 - 100% de humedad relativa.

#### V.7.4. Enraizamiento

##### V.7.4.1. Sustratos

Los sustratos que se utilizaron son los siguientes: arena pómez y Biofert como medio de retención de humedad. La arena pómez se pasó por un tamiz para tener la granulometría de: 0.5 mm. y de: 0.2 mm. Ya tamizado se mezcló el Biofert a una proporción de 3 partes de arena y 1 parte de Biofert.

##### V.7.4.2. Bandejas

Las bandejas de duroport se lavaron con detergente y agua. Luego se desinfectó con formol al 20%, haciendo una inmersión de la bandeja. Esta ya seca y ventilada, se llenó con el sustrato y se ingresó al enraizador donde se colocaron en bancos de enraizamiento.

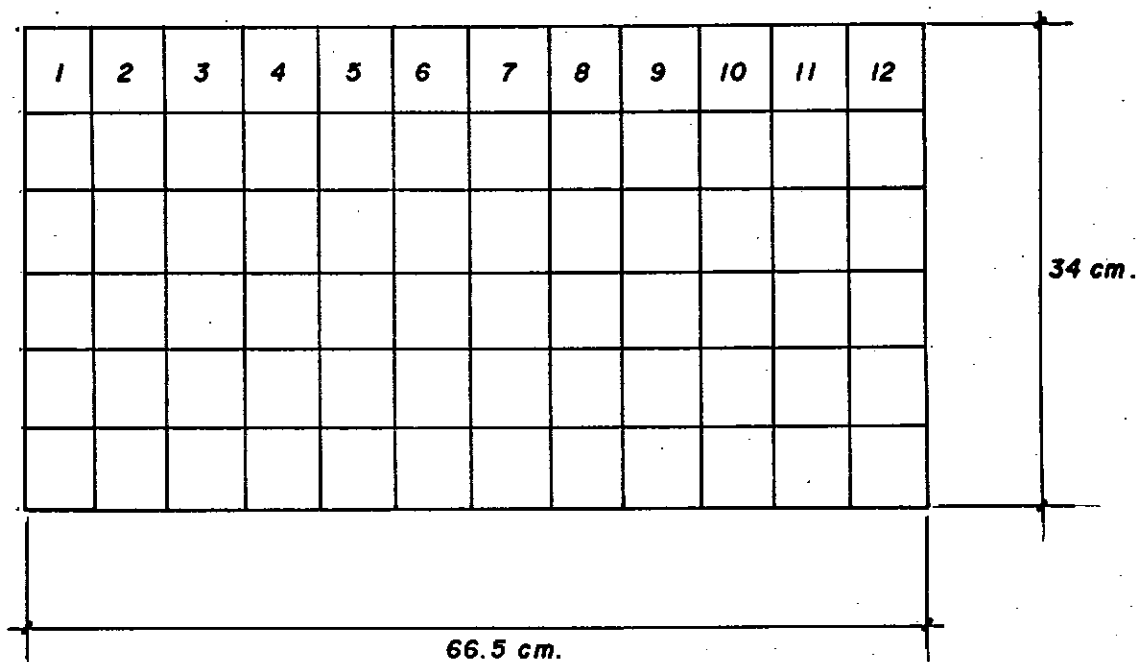


Figura 2 : Area bruta de la unidad experimental (72 esquejes).

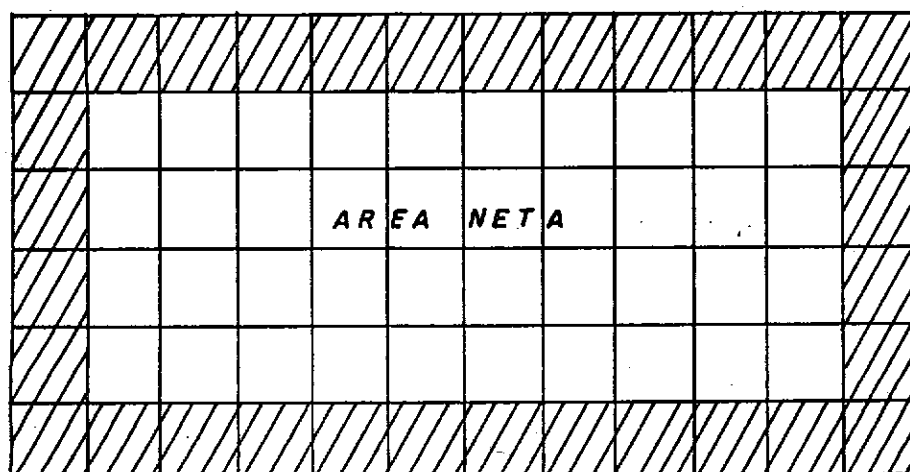


Figura 3 : Area neta evaluada (40 esquejes).

Ya colocadas las bandejas en parejas y a lo largo, se aplicó Etridiazol(\*) a razón de 1 gr/lt. de agua y un total de 144 lts. de solución, quedando listas para la siembra.

#### V.7.4.3. Siembra

Las cajas quedaron con 72 esquejes cada una, las cuales se colocaron bajo las neblineras en las cajas de enraizamiento, según la aleatorización realizada para cada una.

A los esquejes ya preparados se les aplicó Acido Indolbutírico (AIB), a razón de 3000 ppm, luego se procedió a sembrarlos, teniendo el cuidado que no queden hojas enterradas en el sustrato, en línea recta y fijos.

La neblina se utiliza dependiendo de las condiciones del medio ambiente, pero en general funcionó de la siguiente manera:

<u>Semana</u>	<u>Tiempo de Riego</u>
1	30-40 seg. cada 4 minutos.
2	30-40 seg. cada 6 minutos.
3	20-30 seg. cada 13 minutos.
4	10-15 seg. cada 2 horas.

#### V.8. VARIABLES RESPUESTA

Los esquejes se arrancaron a los 25 días y las variables respuestas que se midieron fueron:

##### V.8.1. Peso Fresco y Seco de Raíces

Se tomaron 17 esquejes de la parcela útil o neta, se cortaron las raíces desde el cuello y se pesaron inmediatamente en una balanza monoplato; obteniendo así

(\*) Banrot

el peso fresco; así mismo, se pesó la biomasa aérea de los esquejes, tomando los pesos correspondientes.

- Seguidamente, las raíces se pusieron por 48 horas a 70°C en un horno de convección y se pesó, para obtener el peso seco.

#### V.8.2. Numero de Esquejes Enraizados

Se contaron los esquejes de la parcela neta de cada unidad experimental que tuvieron raíz, y se sacó el porcentaje de enraizamiento.

#### V.8.3. Longitud de Raíces por Esqueje

Se midió en centímetros desde el cuello hasta el extremo de la raíz.

#### V.9. ANALISIS DE LA INFORMACION

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (andeva) y en las que se encontró significancia, se hizo la prueba de Tukey para determinar la diferencia entre tratamientos, además se elaboraron diferentes figuras para facilitar la interpretación de los resultados, además se realizó un análisis de correlación y regresión entre el factor días de almacenamiento en frío vrs las variables dependientes porcentaje de enraizamiento y biomasa area de los esquejes de clavel.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION

### VI.1. PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO EN ESQUEJES DE CLAVEL:

De los resultados recabados, la variable respuesta más importante en el presente trabajo lo constituyó el porcentaje de enraizamiento. De acuerdo con los tratamientos evaluados y los datos obtenidos (ver apendice), el factor tiempo de almacenamiento en cuarto frío, ejerció un efecto positivo en los esquejes de clavel, como se observa en el analisis de varianza (andeva) que se presenta en el cuadro 2.

CUADRO 2 : ANALISIS DE VARIANZA PARA PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO  
EN ESQUEJES DE CLAVEL

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG
DIAS	3	1.27	0.42	5.20	0.0049
HOJAS	1	0.14	0.14	1.76	0.1937
GRANO	1	0.04	0.04	0.54	0.4682
DIAS*HOJAS	3	0.27	0.09	1.08	0.3699
DIAS*GRANO	3	0.28	0.09	1.15	0.3437
HOJAS*GRANO	1	0.08	0.08	0.98	0.3304
DIAS*HOJAS*GRANO	3	0.23	0.08	0.96	0.4256
ERROR	32	2.61	0.08		
TOTAL	47	4.93			

C.V. = 2.94 %

El tiempo de almacenamiento a que se sometieron los esquejes, incrementaron el porcentaje de enraizamiento en forma significativa, obteniéndose el 96.5% en el nivel de 15 días y 89.08% cuando los esquejes no se almacenaron; es decir, cuando se procedió a sembrarlos directamente en las bandejas de enraizamiento sin someterlos a horas frío. Estas diferencias se debieron a pérdidas por problemas de hongos a nivel del corte del esqueje.

Cuando los esquejes se almacenaron a 8 y 25 días, las diferencias en el porcentaje de enraizamiento respecto a 15 días, no fueron significativas estadísticamente, según la prueba de Tukey del cuadro 3.

CUADRO 3: PRUEBA DE TUKEY PARA EL FACTOR DIAS DE ALMACIENAMIENTO EN CUARTO FRIO Y LA VARIABLE PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO EN ESQUEJES DE CLAVEL

DIAS	MEDIA %	TUKEY AL 5 %
15	96.50	A
25	96.17	A
8	95.75	A
0	89.08	B

El factor pares de hojas, no resultó significativo para esta variable, por lo que no fue necesario realizar la prueba de Tukey, pero los resultados se pueden observar en la figura 4.

El modelo de regresión que mejor se adaptó para explicar el efecto del tiempo de almacenamiento sobre el enraizamiento fue el cuadrático, con un coeficiente de correlación calculado ( $R_c$ ) de 0.496. El coeficiente de correlación tabulado ( $R_t$ ) con 45 grados de libertad y un nivel de significancia del 5%, es de 0.288.

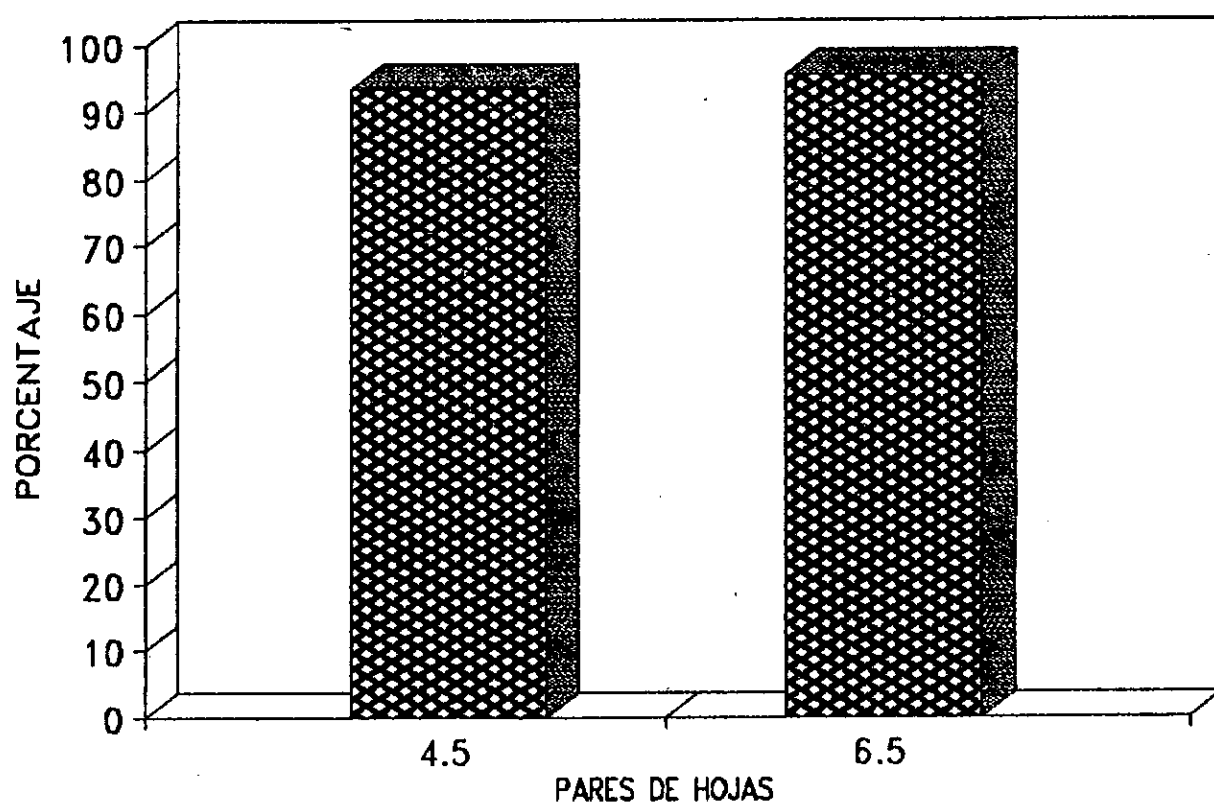


FIG. 4 ENRAIZAMIENTO (%) DE CLAVEL EN DIFERENTES PARES DE HOJAS



El modelo es el siguiente:

$$\% \text{ DE ENRAIZAMIENTO} = 89.329 + 0.912 * \text{DIAS} - 0.025 \text{ DIAS}^2$$

La figura 5 muestra el comportamiento del enraizamiento bajo los diferentes días de almacenamiento, utilizando los datos reales obtenidos del experimento, notándose que a partir de cero días de almacenamiento (sin almacenamiento en cuarto frío), existió un incremento en el porcentaje de enraizamiento hasta llegar a 15 días; momento en el cual, comenzó un leve descenso en el valor de la mencionada variable, tomando un comportamiento parecido al de una parábola, como se puede observar en la figura 6 donde se estiman los valores de enraizamiento haciendo uso del modelo descrito anteriormente, y extrapolando hasta 40 días de almacenamiento, mostrando un claro descenso a partir de los 25 días, aunque es prudente recordar los riesgos de utilizar los modelos de regresión con datos fuera del rango estudiado.

De esto se deduce que, existe relación entre la variable porcentaje de enraizamiento y el factor días de almacenamiento en cuarto frío, y que lo más conveniente es almacenar entre 15 y 20 días.

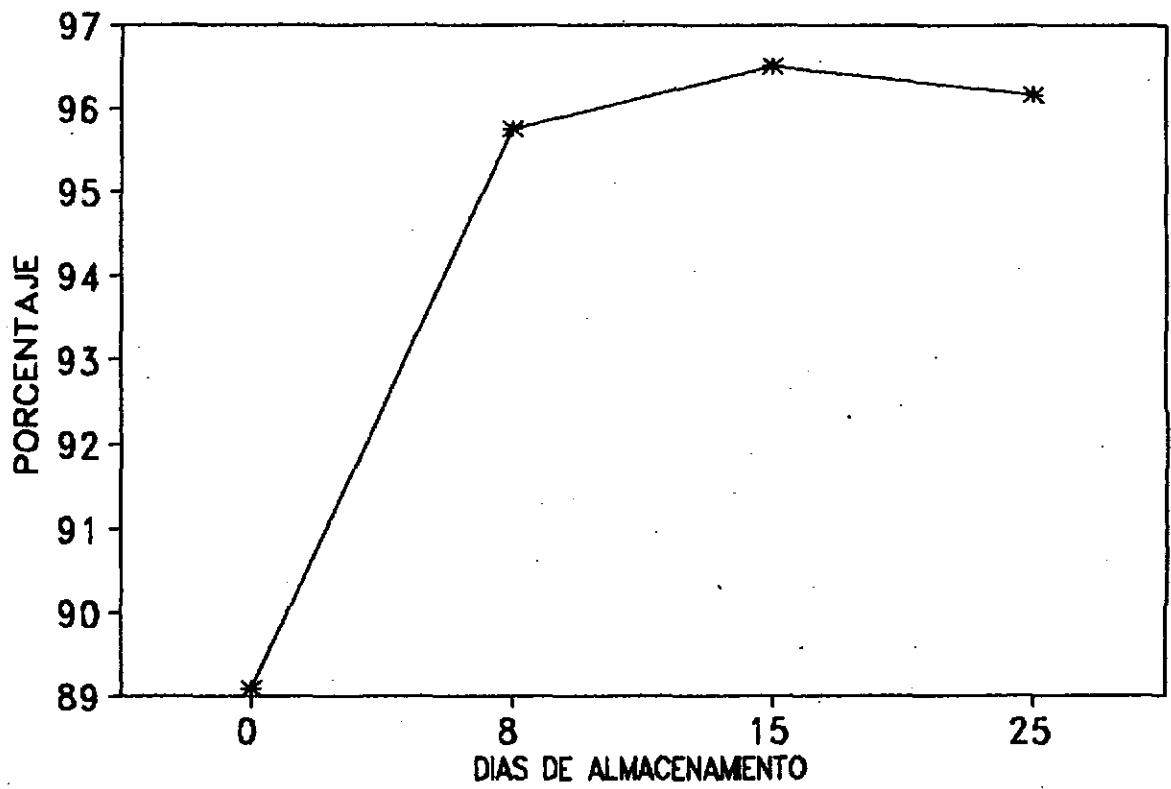


FIG. 5 ENRAIZAMIENTO (%) EN CLAVEL A DIFERENTES DIAS DE ALMACENAMIENTO

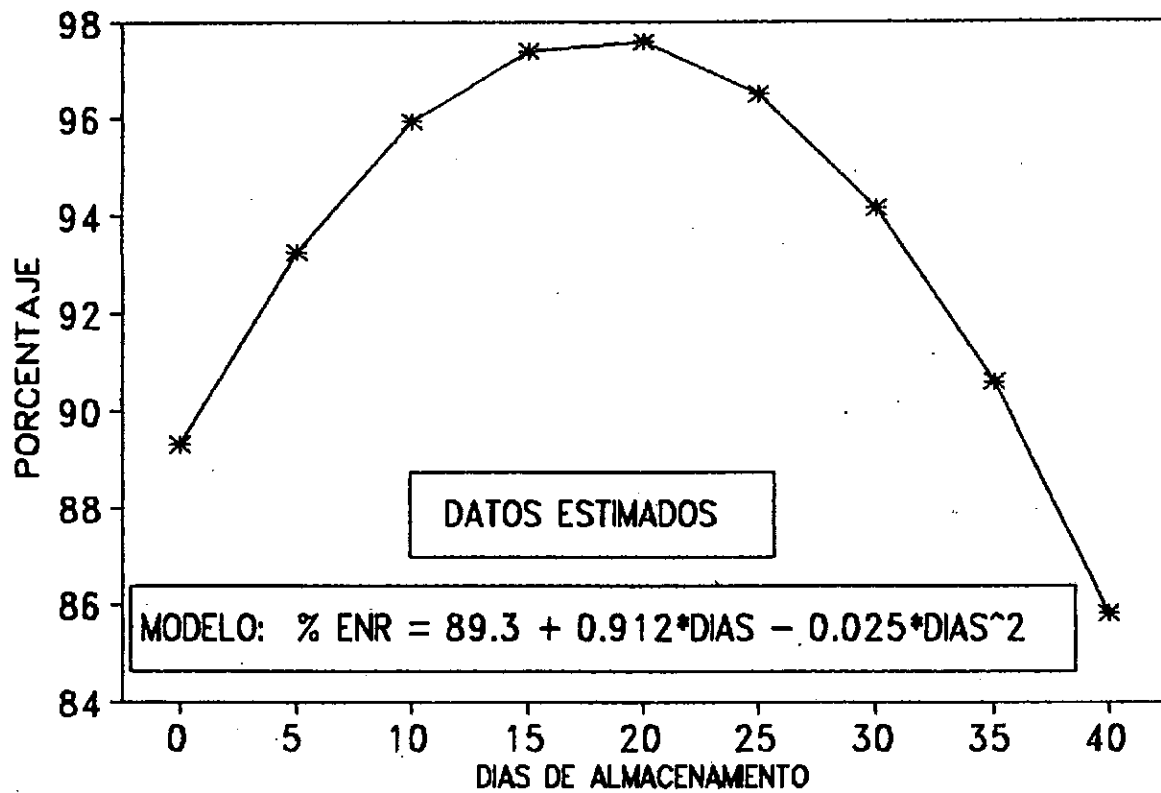


FIG. 6 ENRAIZAMIENTO (%) EN CLAVEL A DIFERENTES DIAS DE ALMACENAMIENTO

## VI.2. BIOMASA AEREA DE ESQUEJES DE CLAVEL:

La variable biomasa aérea, fue afectada significativamente por los factores días de almacenamiento y número de pares de hojas, según los datos obtenidos (ver apendice) y el andeva realizado, el cual se presenta en cuadro 4.

CUADRO 4: ANALISIS DE VARIANZA PARA BIOMASA AEREA DE ESQUEJES DE CLAVEL

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG
DIAS	3	23.60	7.87	11.95	0.0001
HOJAS	1	28.41	28.41	43.17	0.0001
GRANO	1	2.64	2.64	4.01	0.0539
DIAS*HOJAS	3	6.89	2.23	3.39	0.0298
DIAS*GRANO	3	2.41	0.80	1.22	0.3190
HOJAS*GRANO	1	0.78	0.78	1.19	0.2836
DIAS*HOJAS*GRANO	3	3.46	1.15	1.75	0.1765
ERROR	32	21.064	0.66		
TOTAL	47	89.054			

C.V. = 11.11 %

Los esquejes almacenados en cuarto frío durante 25 días pesaron 8.37 gramos, superando en 1.05 gramos a los almacenados durante 15 días y en 1.96 gramos a los esquejes que se sembraron directamente sin almacenamiento, siendo estas diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey que se presenta en el cuadro 5. Lo anterior se explica en el hecho de que los esquejes mantuvieron su peso durante el almacenamiento, sin deshidratarse.

CUADRO 5: PRUEBA DE TUKEY PARA EL FACTOR DIAS DE ALMACENAMIENTO EN CUARTO FRIO Y LA BIOMASA AEREA DE ESQUEJES DE CLAVEL EN GRAMOS

DIAS	MEDIA gr.	TUKEY AL 5 %
25	8.37	A
15	7.32	B
8	7.10	B C
0	6.41	C

El factor pares de hojas aumentó la biomasa aérea de los esquejes, promediando 8.07 gramos por esqueje con 6.5 pares de hojas, y 6.53 gramos por esqueje con 4.5 pares de hojas; siendo estas diferencias significativas, como se muestra en la prueba de Tukey del cuadro 6, y se ilustra gráficamente en la figura 7.

CUADRO 6: PRUEBA DE TUKEY PARA EL FACTOR PARES DE HOJAS Y LA VARIABLE BIOMASA AEREA DE ESQUEJES DE CLAVEL EN GRAMOS

PARES DE HOJAS	MEDIA gr.	TUKEY AL 5 %
6.5	8.07	A
4.5	6.53	B

La interacción de los factores días de almacenamiento en cuarto frío y pares de hojas, provocaron diferencias significativas en la biomasa aérea de los esquejes de clavel, como lo indica la prueba de Tukey del cuadro 7. Obteniéndose el mayor peso con valor de 9.16 gramos por esqueje, con la combinación de 25 días de almacenamiento y 6.5 pares de hojas, y el menor peso, con la combinación cero días y 4.5 pares de hojas.

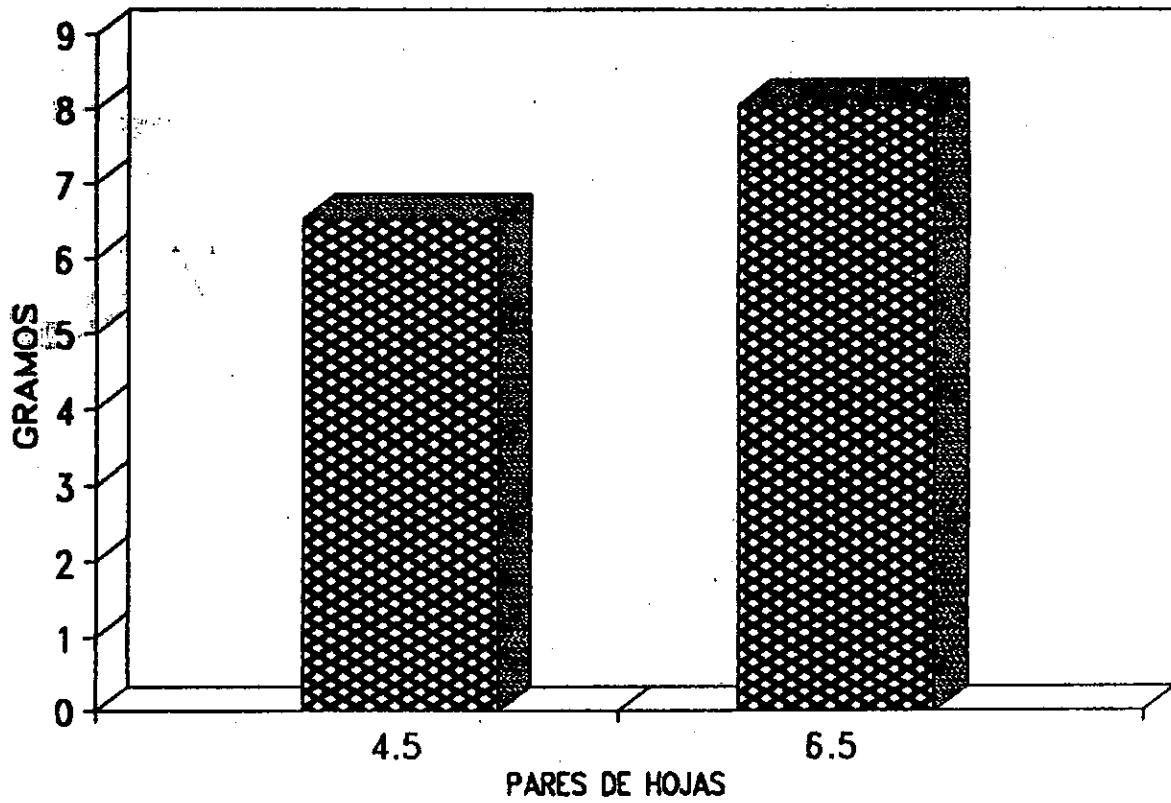


FIG. 7 BIOMASA AEREA DE CLAVEL EN DIFERENTES PARES DE HOJAS

CUADRO 7: PRUEBA DE TUKEY PARA LOS FACTORES DIAS DE ALMACENAMIENTO EN CUARTO FRIO Y PARES DE HOJAS, Y LA VARIABLE BIOMASA AEREA DE ESQUEJES DE CLAVEL EN GRAMOS.

DIAS-HOJAS	MEDIA gr.	TUKEY AL 5 %
25 - 6.5	9.16	A
15 - 6.5	8.67	A B
25 - 4.5	7.57	B C
8 - 6.5	7.44	B C D
0 - 6.5	6.99	C D E
8 - 4.5	6.74	C D E
15 - 4.5	5.96	D E
0 - 4.5	5.83	E

El modelo lineal descrito a continuación:

$$\text{BIOMASA AEREA} = 6.398 + 0.075 * \text{DIAS}$$

fue el que mejor se adecuó para describir la relación biomasa aérea de esquejes de clavel, en función de los días de almacenamiento en cuarto frío, dentro del rango estudiado.

En este caso, el análisis estadístico correspondiente reportó un  $R_c = 0.506$ , siendo el  $R_t = 0.285$  con 46 grados de libertad y un nivel de significancia del 5 por ciento.



En la figura 8, se observa gráficamente el comportamiento del peso de la biomasa aérea, el cual indica que a mayor cantidad de días de almacenamiento en cuarto frío, se obtiene un mayor peso dentro del rango estudiado (de 0 a 25 días de almacenamiento), lo que justifica escoger el mencionado modelo lineal.

### VI.3. VARIABLES RELACIONADAS CON LA RAIZ DE LOS ESQUEJES:

La longitud, el peso fresco, y peso seco fueron variables que no se vieron afectadas por ninguno de los factores evaluados en este trabajo; sin embargo, con el nivel de 15 días de almacenamiento, se obtuvieron los valores máximos para cada una de las tres variables mencionadas anteriormente, tal y como se ilustra en las figuras 9, 10 y 11.

En las figuras 12, 13, y 14, (ver apéndice) se puede apreciar los resultados obtenidos del factor pares de hojas, que como ya se dijo, no mostró diferencias estadísticamente significativas para las variables en mención.

En cuanto a el factor tamaño de la partícula del sustrato, no presentó diferencias significativas para ninguna de las variables medidas en el presente estudio, probablemente debido a la pequeña diferencia que existe entre el tamaño de las partículas de ambos sustratos.

Las *ANDEVAS* en todos los casos resultaron no significativas, por lo que no fue necesario realizar las pruebas de Tukey; sin embargo, se elaboraron las figuras 15, 16, 17, 18 y 19 que aparecen en el apéndice en las cuales se observa el comportamiento del mencionado factor.

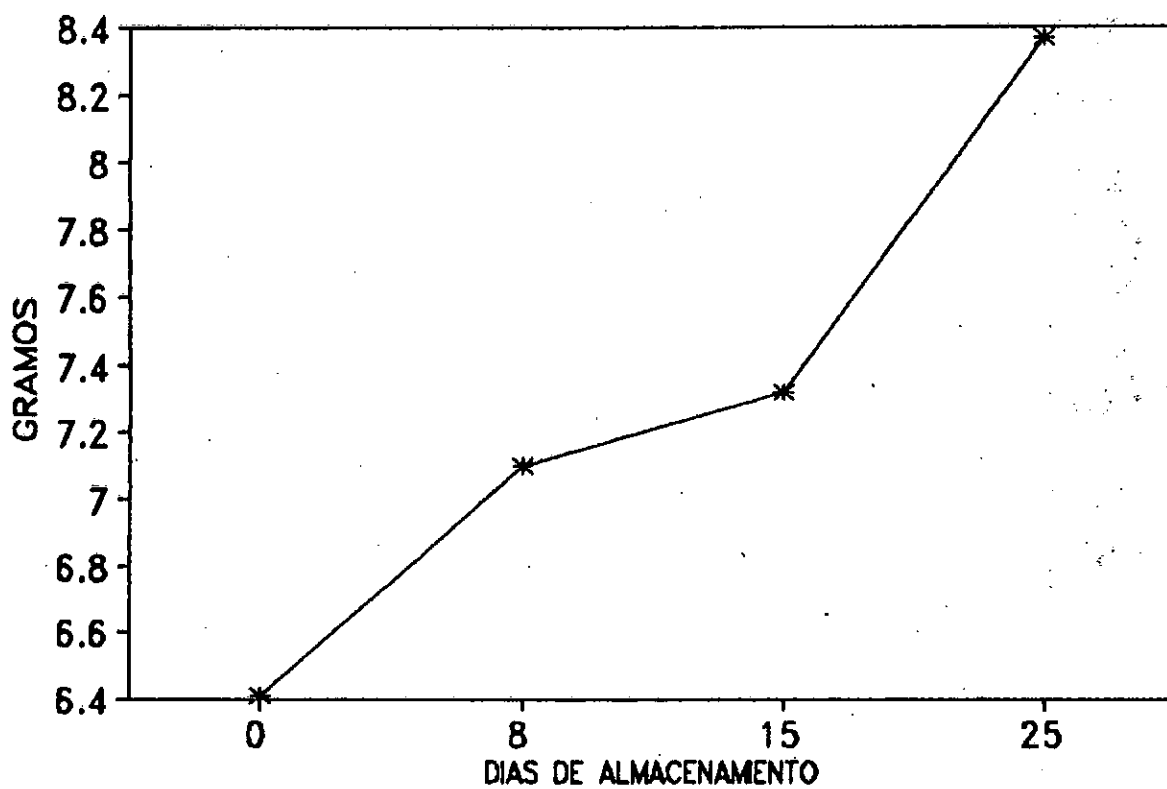


FIG. 8 BIOMASA AEREA DE CLAVEL A DIFERENTES DIAS DE ALMACENAMIENTO

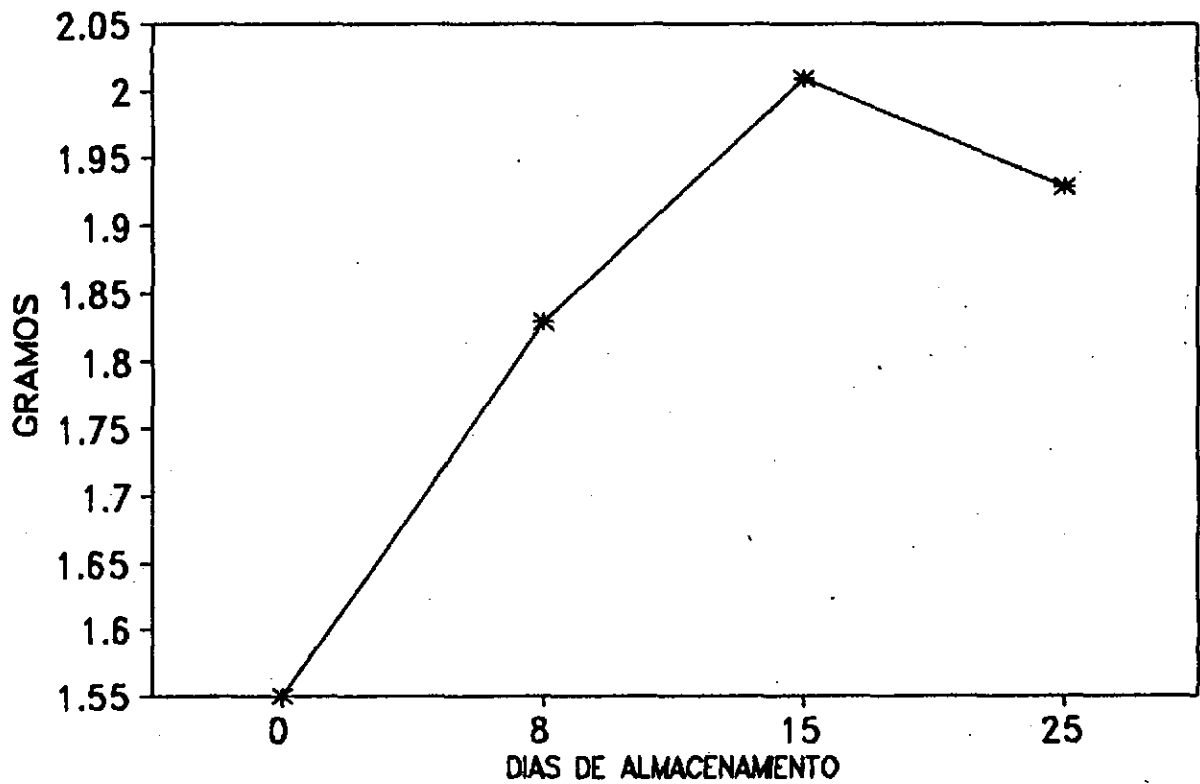


FIG. 10 PESO FRESCO DE RAIZ DE CLAVEL  
A DIFERENTES DIAS DE ALMACENAMIENTO

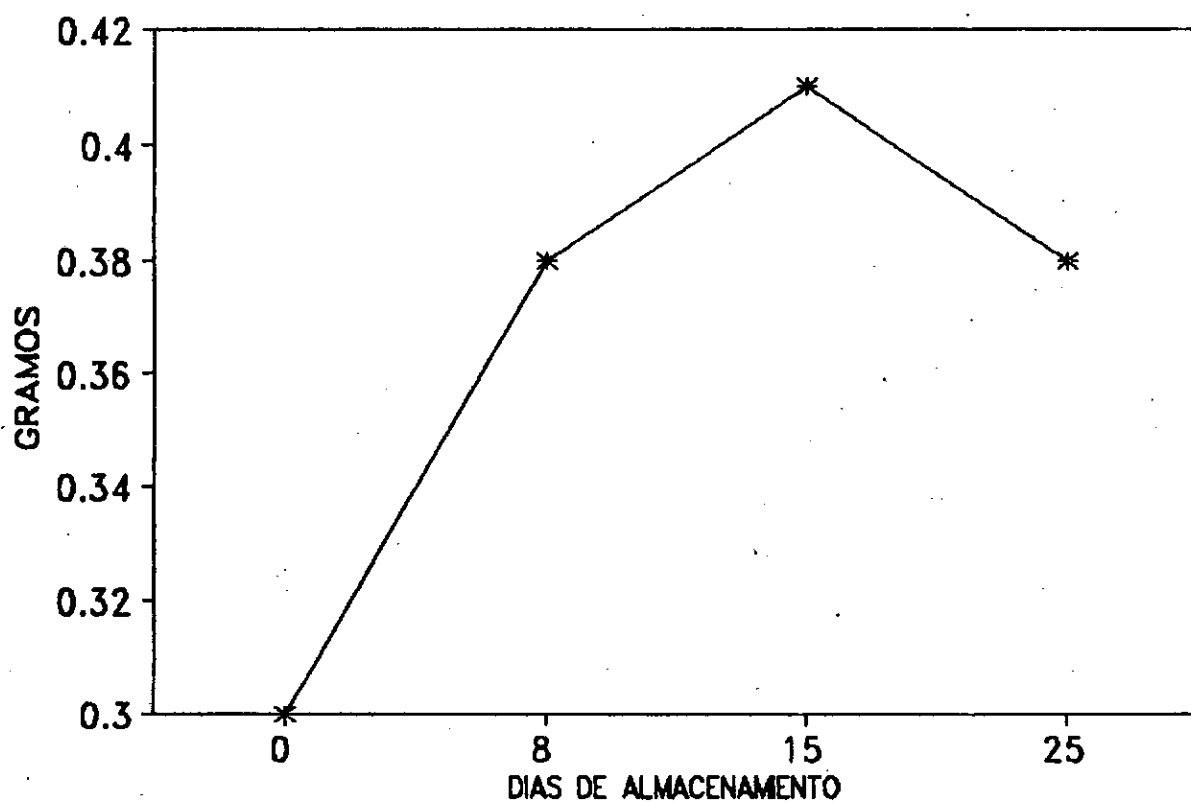


FIG. 11 PESO SECO DE RAIZ DE CLAVEL A  
DIFERENTES DIAS DE ALMACENAMIENTO

## VII. CONCLUSIONES:

Bajo las condiciones en las cuales se desarrolló esta investigación, se concluye que:

1. El factor tiempo de almacenamiento en cuarto frío fue determinante en el enraizamiento de los esquejes de clavel, obteniéndose el mayor porcentaje a los 15 días de almacenamiento.
2. Longitud de raiz, peso fresco y peso seco de la raiz de los esquejes de clavel, no fueron influenciados por ninguno de los factores estudiados
3. Esquejes con mayor numero de pares de hojas, producen mayor biomasa aerea.

### VIII. RECOMENDACIONES:

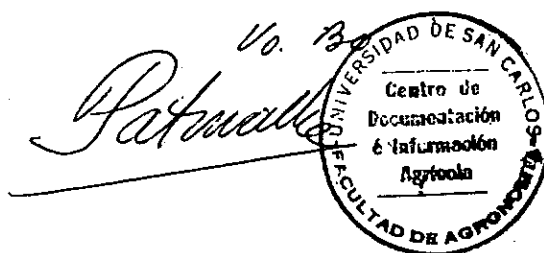
De acuerdo con la tecnología utilizada por los productores de clavel consistente en siembra directa, esquejes de 4.5 pares de hojas y tamaño grueso de partícula de sustrato, y tomando en cuenta los resultados del presente estudio, puede recomendarse lo siguiente:

1. Almacenar los esquejes de clavel en cuarto frío, a temperaturas que oscilan entre 0 y 3 C, con humedad relativa entre el 90 y 100%, durante 15 días previo a su colocación en el enraizador.
2. Utilizar preferentemente esquejes con 6.5 pares de hojas.
3. Utilizar indistintamente tamaño de partícula gruesa o fina como sustrato en los enraizadores.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. ALTSTADT, R.A.; HOLLEY, W.D. 1964. Effects of storage on the performance of carnation cuttings Colorado State University. Bulletin no. 173, 2 p.
2. ENGLISH, W.S.; KINHAM, H.G. 1967. Producción comercial de claveles. Trad. por D. Angel Sánchez Gómez. España, Acribia. 238 p.
3. GAMBOA, Z.L. 1988. Producción del clavel. Ed. por Dennis Mora Acedo. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 84 p.
4. HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. 1984. Propagación de plantas. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. México, D.F., Cecsa. 814 p.
5. HOLLEY, W.D.; BAKER, R. 1963. Carnation production. Estados Unidos, W.M.C. Brown. 129 p.
6. HOLLEY, W.D.; FARMER, R. 1960. Cold storage of carnation cuttings. Estados Unidos, Colorado State University. 3 p.
7. MENDOZA ALVARADO, G.A. 1,988. Efectos de reguladores de crecimiento y diferentes substratos en el enraizamiento de clavel (Dianthus caryophyllus L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 49 p.
8. MENESES SANCHINELLI, J.C. 1990. Estudio de mercado del clavel (Dianthus caryophyllus L.), producido en la comunidad agraria Concepción El Pilar I, San Juan Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 134 p.
9. SEPULVEDA, R.O. 1981. El clavel y su cultivo. In Manual de Floricultura. Ruiz Camacho, R. Ed. 2 ed. Bogotá, Colombia. p. 77-83.

10. VAN DE POL, P.A.; VOGELZANG, J.V.M. 1983. Accelerated rooting of carnation "Red Baron" by temperature pretreatment. Acta Horticulture (EE UU) 141:181-188.
11. YURRITA E., C.R. 1978. Cultivo comercial de flores. Guatemala, Ministerio de Agricultura. 126 p.





X. APENDICE

## ESTADISTICAS GENERALES DEL EXPERIMENTO

-----DIAS=0-----					
N Obs	Variable	Minimo	Maximo	Media	Dev Est
12	RAIZPRO	0.88	2.12	1.55	0.36
12	LONRAIZ	2.36	5.55	3.71	1.03
12	ENRA	75.00	100.00	89.08	8.51
12	BIOPRO	5.20	7.62	6.41	0.75
12	PESOPRO	0.14	0.45	0.30	0.10

-----DIAS=8-----					
N Obs	Variable	Minimo	Maximo	Media	Dev Est
12	RAIZPRO	1.25	2.58	1.83	0.41
12	LONRAIZ	3.10	4.55	3.69	0.48
12	ENRA	88.00	100.00	95.75	4.05
12	BIOPRO	5.97	8.16	7.10	0.73
12	PESOPRO	0.25	0.68	0.38	0.14

-----DIAS=15-----					
N Obs	Variable	Minimo	Maximo	Media	Dev Est
12	RAIZPRO	1.47	2.58	2.01	0.38
12	LONRAIZ	2.66	5.78	3.92	0.90
12	ENRA	88.00	100.00	96.50	4.34
12	BIOPRO	1.95	9.45	7.32	1.99
12	PESOPRO	0.25	0.58	0.41	0.09

-----DIAS=25-----					
N Obs	Variable	Minimo	Maximo	Media	Dev Est
12	RAIZPRO	0.99	2.90	1.93	0.51
12	LONRAIZ	2.23	4.77	3.52	0.68
12	ENRA	88.00	100.00	96.17	3.51
12	BIOPRO	7.16	9.83	8.37	0.94
12	PESOPRO	0.17	0.61	0.38	0.12

-----HOJAS=4.5-----

N Obs	Variable	Minimo	Maximo	Media	Dev Est
24	RAIZPRO	1.04	2.90	1.85	0.42
24	LONRAIZ	2.36	5.78	3.92	0.83
24	ENRA	75.00	100.00	93.33	6.70
24	BIOPRO	1.95	8.16	6.53	1.26
24	PESOPRO	0.20	0.61	0.36	0.10

-----HOJAS=6.5-----

N Obs	Variable	Minimo	Maximo	Media	Dev Est
24	RAIZPRO	0.88	2.58	1.81	0.47
24	LONRAIZ	2.23	5.55	3.50	0.69
24	ENRA	78.00	100.00	95.42	5.46
24	BIOPRO	6.37	9.83	8.07	1.03
24	PESOPRO	0.14	0.68	0.37	0.13

-----GRANO=0.2-----

N Obs	Variable	Minimo	Maximo	Media	Dev Est
24	RAIZPRO	1.04	2.58	1.84	0.39
24	LONRAIZ	2.36	5.55	3.73	0.73
24	ENRA	75.00	100.00	95.00	7.19
24	BIOPRO	5.83	9.83	7.53	1.16
24	PESOPRO	0.20	0.68	0.37	0.11

-----GRANO=0.5-----

N Obs	Variable	Minimo	Maximo	Media	Dev Est
24	RAIZPRO	0.88	2.90	1.82	0.50
24	LONRAIZ	2.23	5.78	3.68	0.86
24	ENRA	80.00	100.00	93.75	4.95
24	BIOPRO	1.95	9.16	7.07	1.55
24	PESOPRO	0.14	0.62	0.36	0.13

### ANALISIS DE REGRESION Y CORRELACION.

VARIABLE DEPENDIENTE: RAIZPRO (PESO FRESCO PROMEDIO DE LA RAIZ EN GRAMOS)

MODELO LINEAL, SE ELIMINO POR TENER MENOR VALOR DE RC (RC = 0.322)

MODELO CUADRATICO:

RC = 0.392 RT AL 5 % Y CON 45 GL = 0.288

MODELO : RAIZPRO = 1.54 + 0.05\*DIAS - 0.0014\*DIAS<sup>2</sup>

VARIABLE DEPENDIENTE: LONRAIZ (LONGITUD DE LA RAIZ EN CM.)

LOS COEFICIENTES DE CORRELACION FUERON MUY BAJOS PARA ESTA VARIABLE, POR LO QUE FUE ELIMINADA.

RC PARA EL LINEAL = 0.06

RT AL 5 % Y CON 46 GL = 0.285

RC PARA EL CUADRATICO = 0.14

RT AL 5 % Y CON 45 GL = 0.288

VARIABLE DEPENDIENTE: ENRA (PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO)

MODELO LINEAL, SE ELIMINO POR TENER MENOR VALOR DE RC (RC = 0.392)

ENR MODELO CUADRATICO:

RC = 0.496 RT AL 5 % Y CON 45 GL = 0.288

MODELO : ENRA = 89.329 + 0.912\*DIAS - 0.025\*DIAS<sup>2</sup>

VARIABLE DEPENDIENTE: BIOPRO (BIOMASA AEREA DEL ESQUEJE EN GRAMOS)

MODELO LINEAL, SE ACEPTO ESTE MODELO, POR TENER UN ADECUADO VALOR DE RC (RC = 0.506).

RT AL 5 % Y CON 46 GL = 0.285

MODELO ; BIOPRO = 6.398 + 0.075\*DIAS

VARIABLE DEPENDIENTE: PESOPRO (PESO SECO PROMEDIO DE LA RAIZ EN GRAMOS)

MODELO LINEAL, SE ELIMINO POR TENER MENOR VALOR DE RC (RC = 0.269)

MODELO CUADRATICO:

RC = 0.372 RT AL 5 % Y CON 45 GL = 0.288

MODELO : PESOPRO = 0.294 + 0.013\*DIAS - 0.004\*DIAS<sup>2</sup>

#### ANALISIS DE VARIANZA QUE RESULTARON NO SIGNIFICATIVOS

RAIZPRO:

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG
DIAS	3	1.44	0.48	2.50	0.0772
HOJAS	1	0.02	0.02	0.11	0.7438
GRANO	1	0.003	0.003	0.02	0.9011
DIAS*HOJAS	3	0.43	0.14	0.75	0.5309
DIAS*GRANO	3	0.47	0.16	0.83	0.4898
HOJAS*GRANO	1	0.28	0.28	1.46	0.2365
DIAS*HOJAS*GRANO	3	0.47	0.16	0.81	0.4983
ERROR	32	6.13	0.19		
TOTAL	47	9.24			

C.V. = 23.91 %

## LONRAIZ:

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG
DIAS	3	0.98	0.33	0.54	0.6612
HOJAS	1	2.12	2.12	3.47	0.0717
GRANO	1	0.03	0.03	0.05	0.8202
DIAS*HOJAS	3	1.73	0.58	0.95	0.4295
DIAS*GRANO	3	1.30	0.43	0.71	0.5545
HOJAS*GRANO	1	1.98	1.98	3.25	0.0808
DIAS*HOJAS*GRANO	3	1.43	0.48	0.78	0.5136
ERROR	32	19.53	0.61		
TOTAL	47	29.10			

C.V. = 21.07 %

## PESO PRO:

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG
DIAS	3	0.088	0.029	2.12	0.1166
HOJAS	1	0.001	0.001	0.09	0.7613
GRANO	1	0.003	0.003	0.23	0.6359
DIAS*HOJAS	3	0.025	0.008	0.59	0.6255
DIAS*GRANO	3	0.024	0.008	0.57	0.6398
HOJAS*GRANO	1	0.011	0.011	0.80	0.3777
DIAS*HOJAS*GRANO	3	0.038	0.013	0.92	0.4399
ERROR	32	0.444	0.014		
TOTAL	47	0.635			

C.V. = 32.21 %

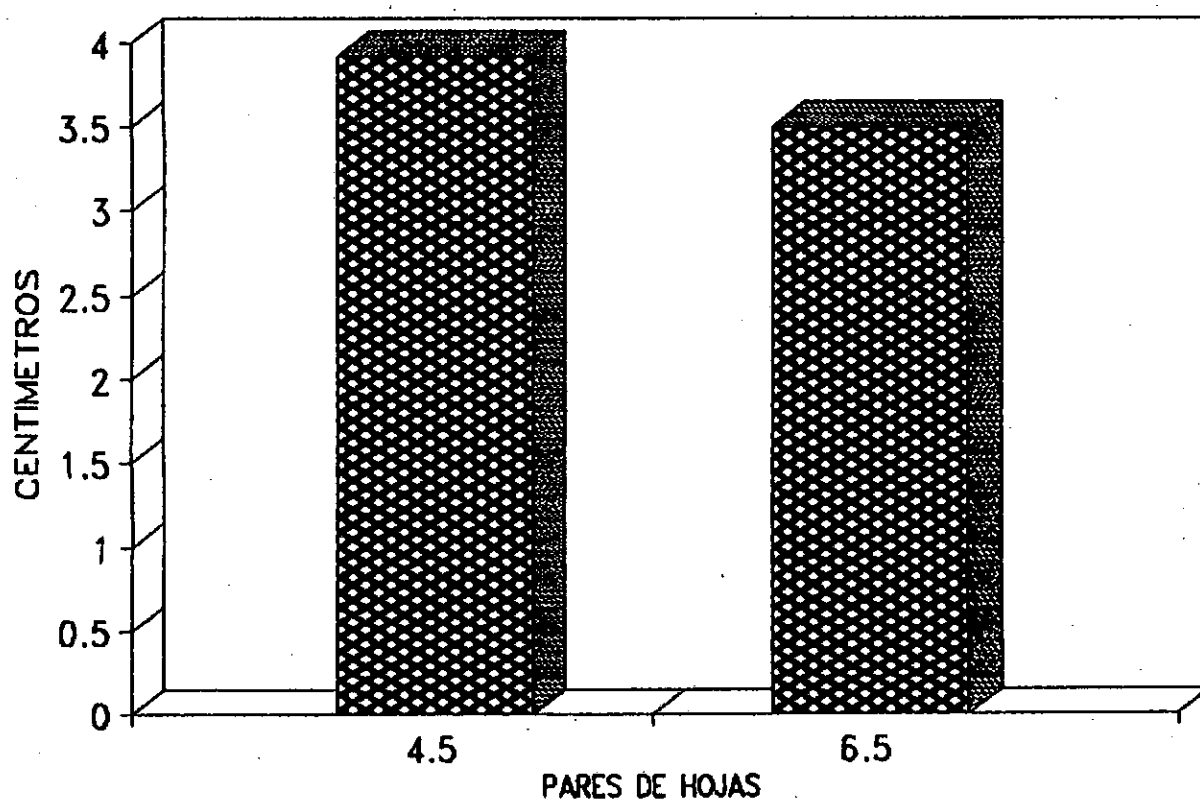


FIG. 12 LONGITUD DE RAIZ DE CLAVEL EN DIFERENTES PARES DE HOJAS

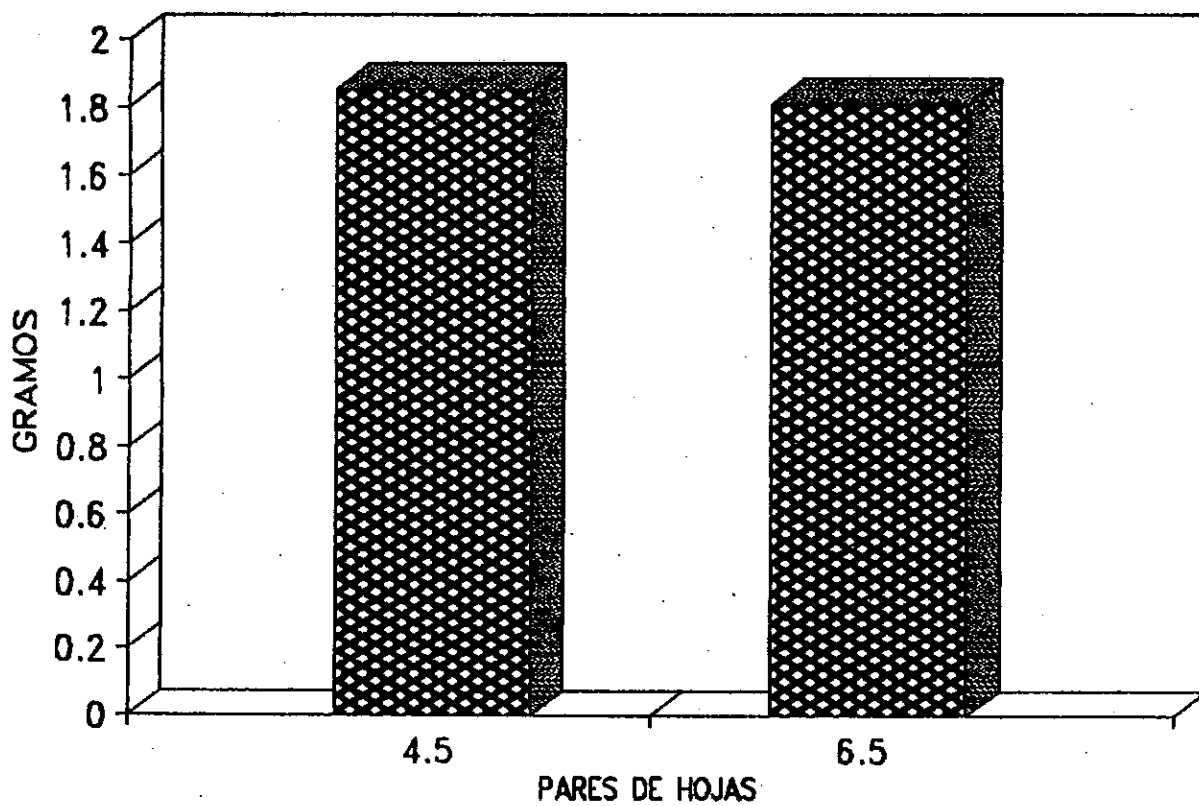


FIG.13 PESO FRESCO DE LA RAIZ DE CLAVEL  
EN DIFERENTES PARES DE HOJAS



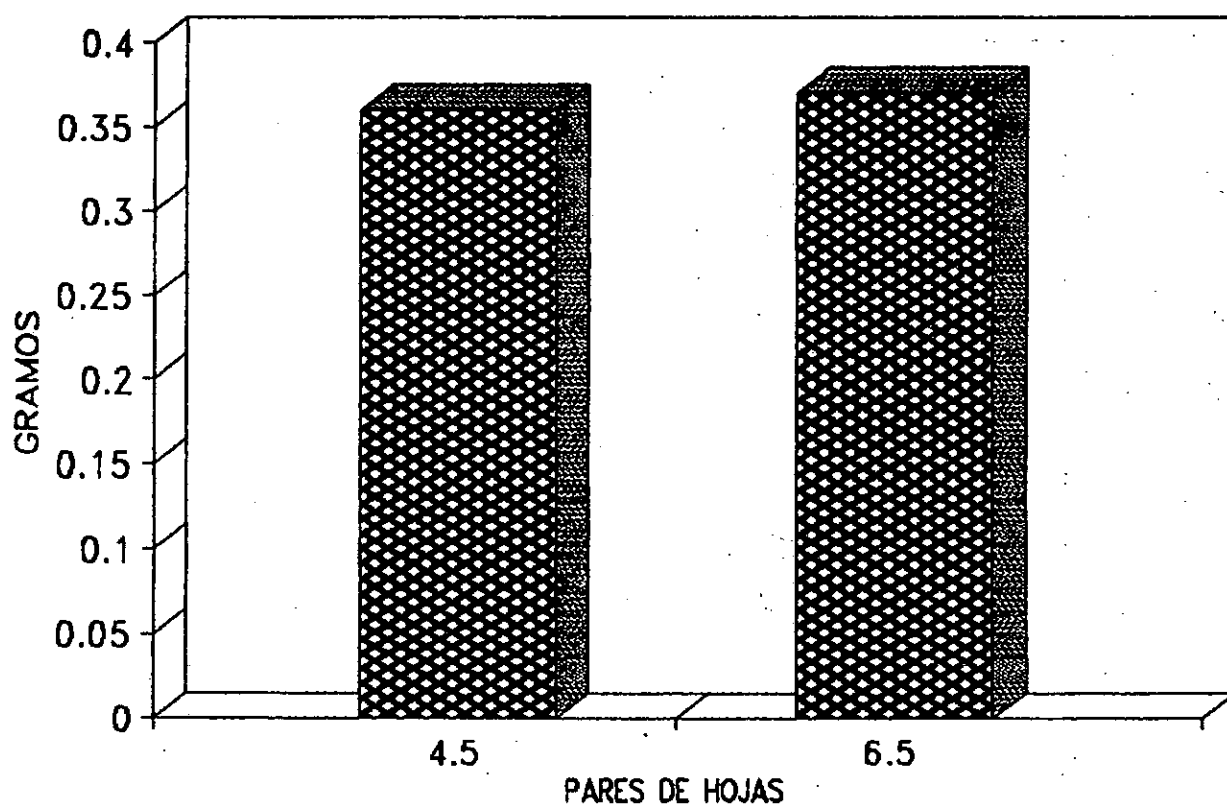


FIG. 14 PESO SECO DE RAIZ DE CLAVEL  
EN DIFERENTES PARES DE HOJAS

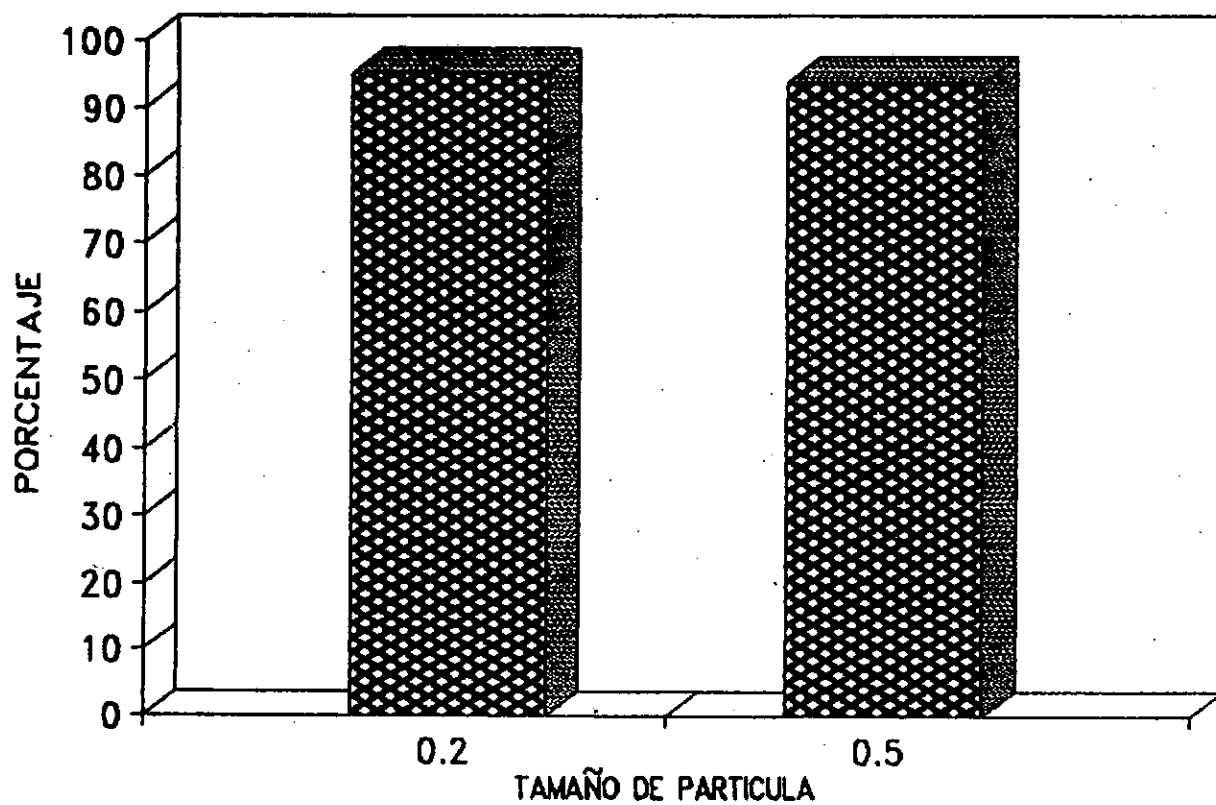


FIG. 15 ENRAIZAMIENTO (%) DE CLAVEL  
EN DOS DIFERENTES TAMAÑOS DE PARTICULA

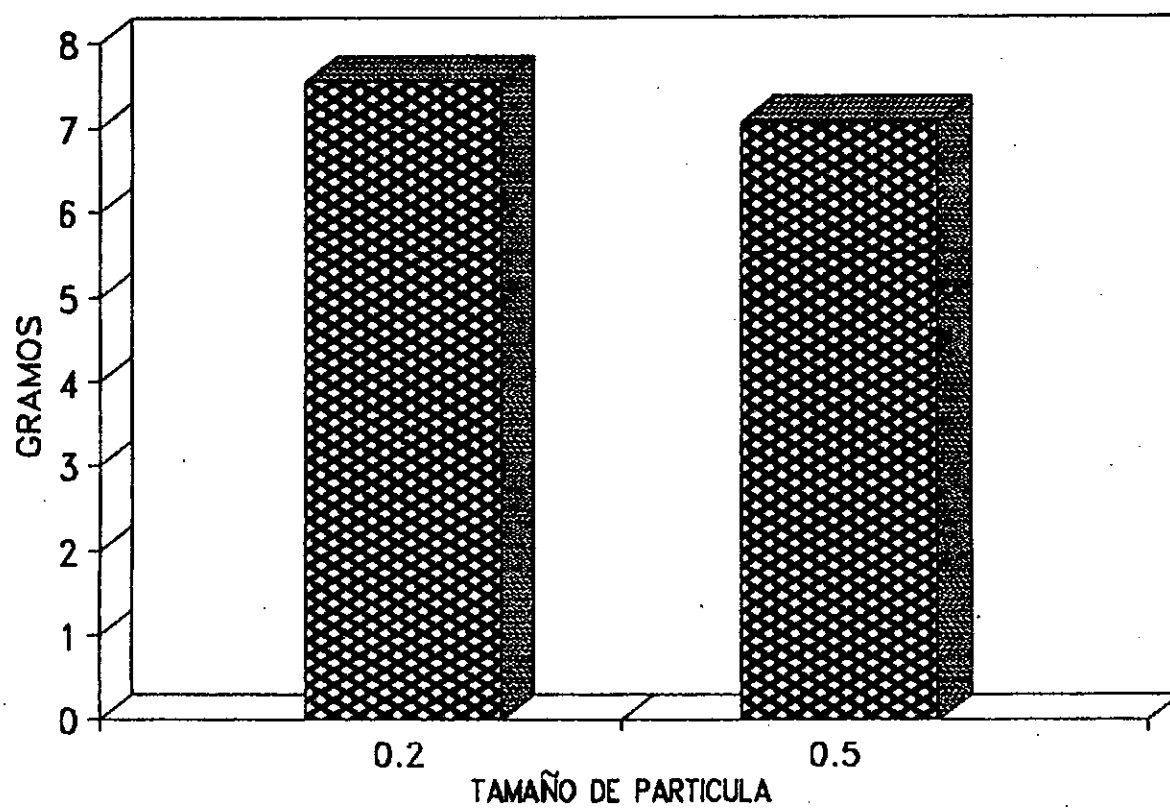


FIG. 16 BIOMASA AEREA DE CLAVEL EN DOS DIFERENTES TAMAÑOS DE PARTICULA

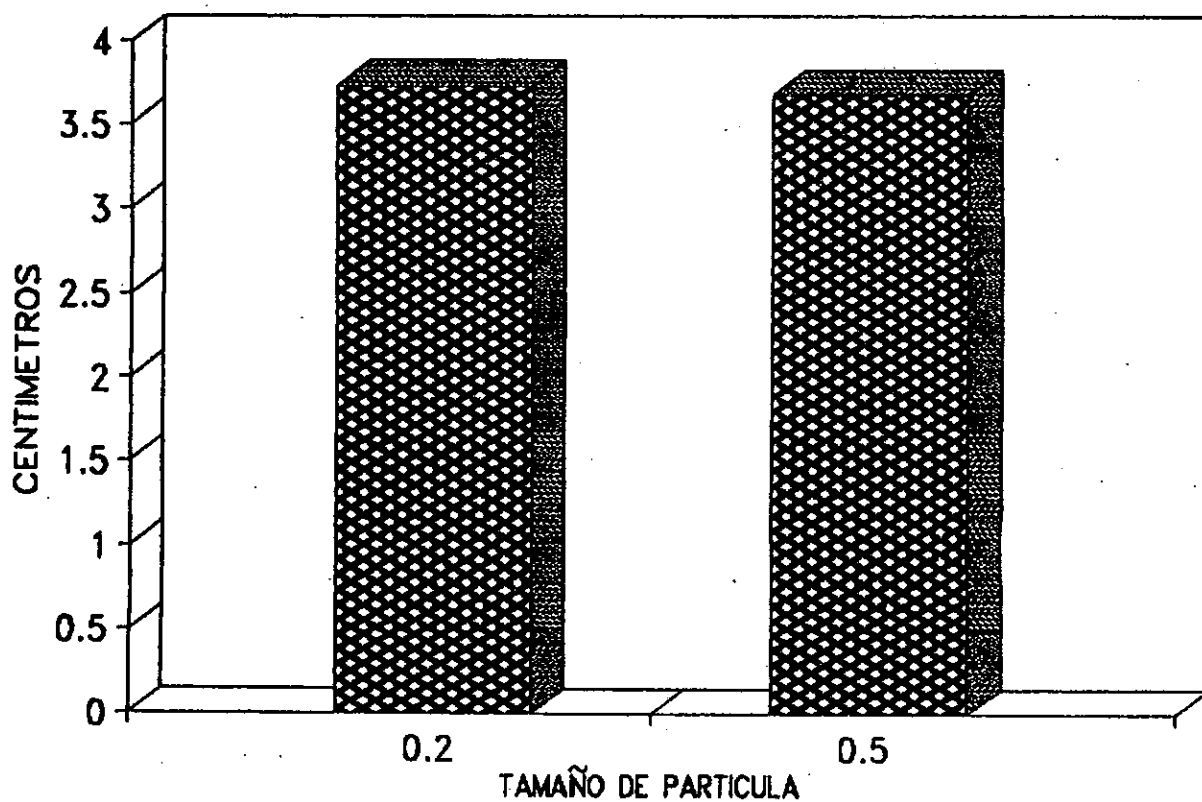


FIG. 17 LONGITUD DE RAIZ DE CLAVEL EN DOS DIFERENTES TAMAÑOS DE PARTICULA

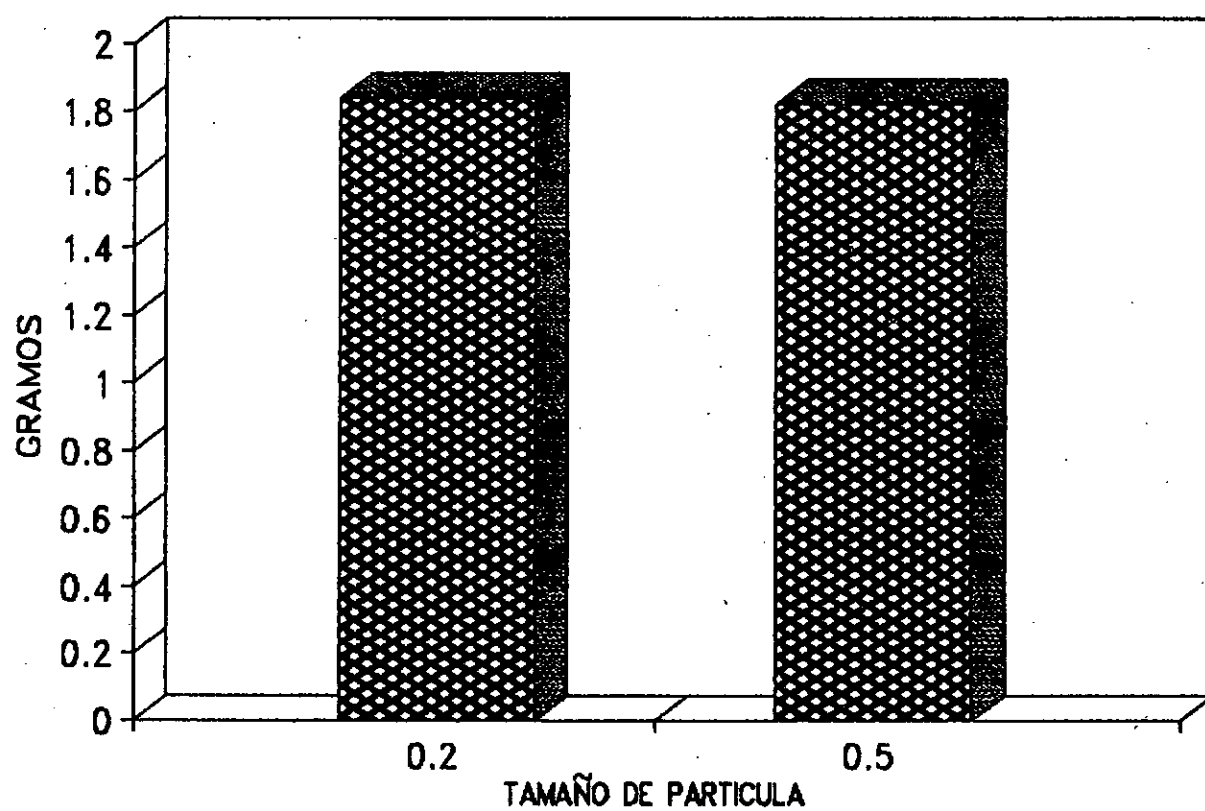


FIG. 18 PESO FRESCO DE RAIZ DE CLAVEL  
EN DOS DIFERENTES TAMAÑOS DE PARTICULA

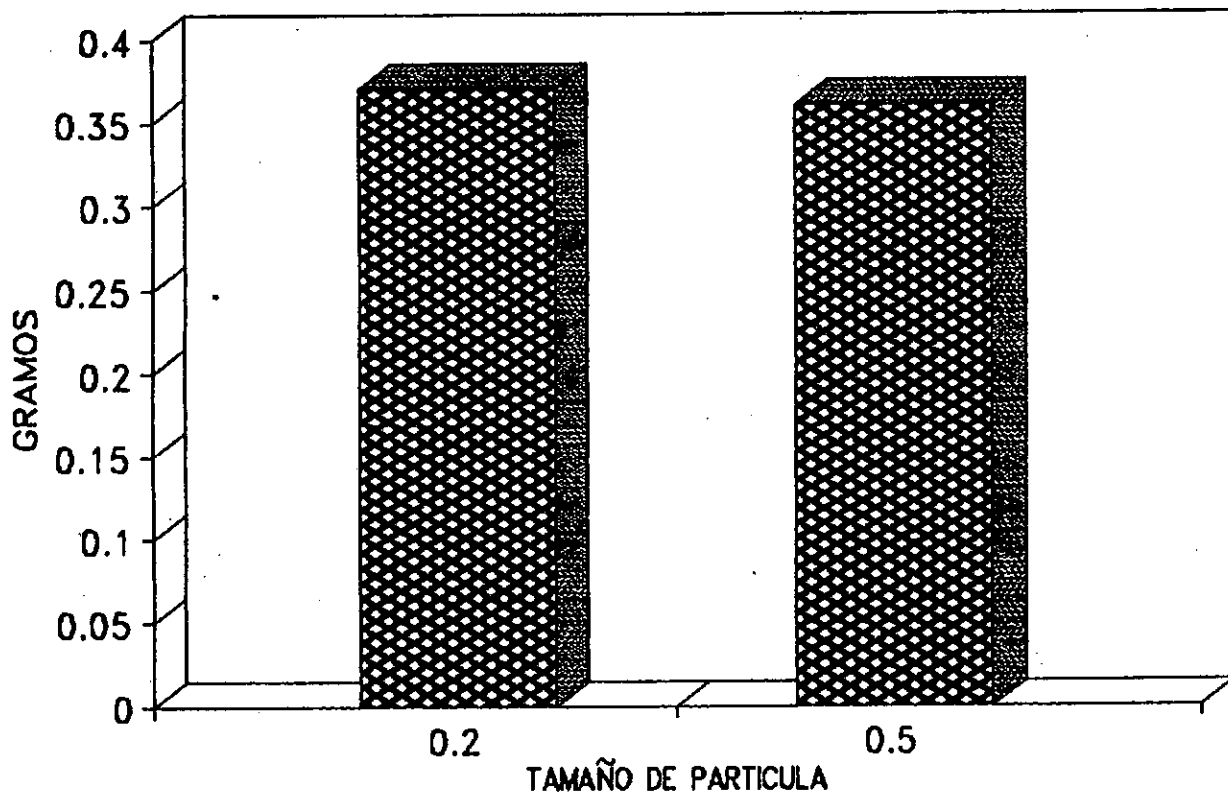


FIG. 19 PESO SECO DE RAIZ DE CLAVEL  
EN DOS DIFERENTES TAMAÑOS DE PARTICULA

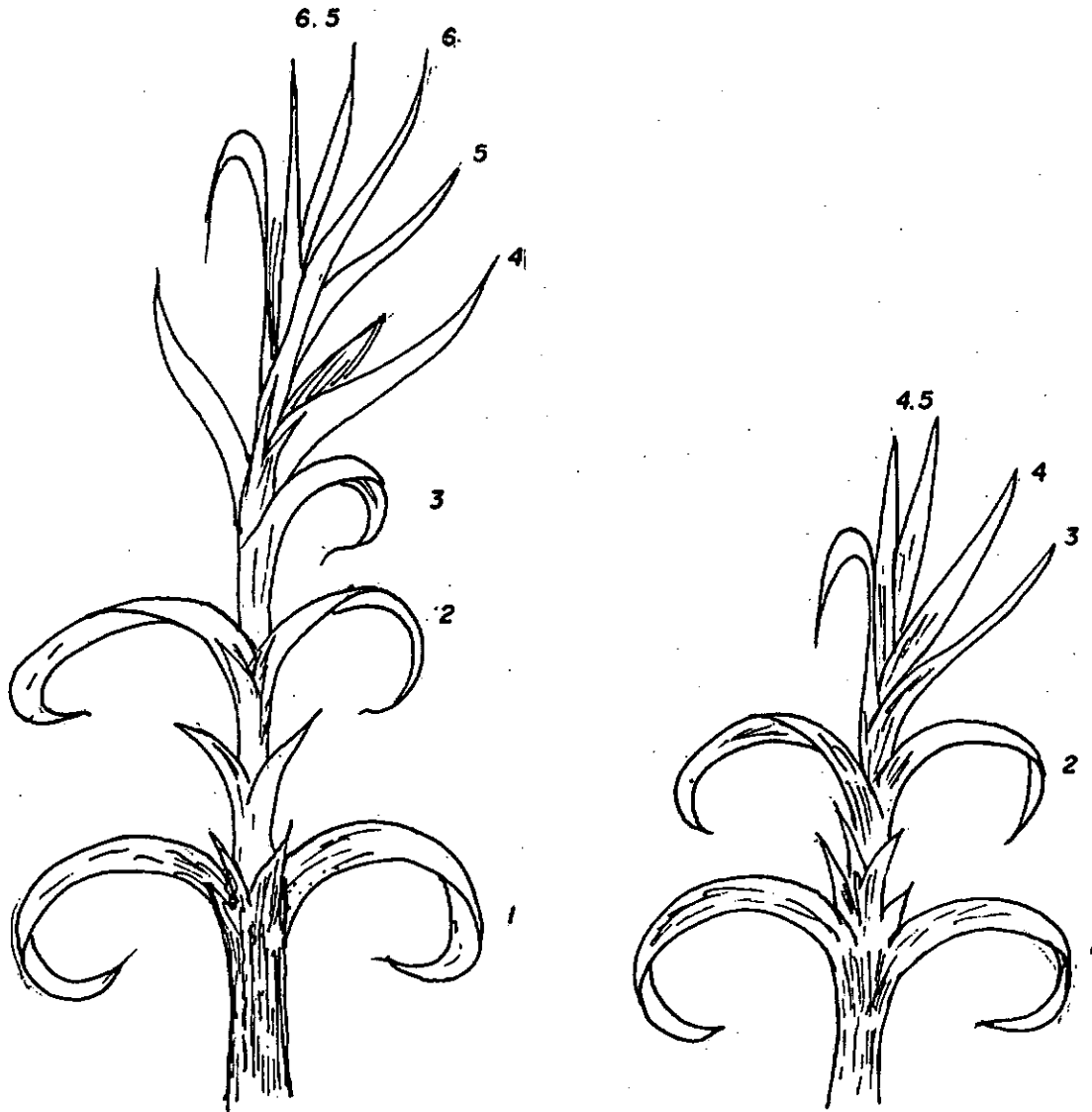


FIGURA 20: ESQUEJES DE CLAVEL DE 4.5 Y 6.5 PARES DE HOJAS

## DATOS ORIGINALES DEL EXPERIMENTO:

TRAT	REP	RAIZPRO	LONRAIZ	ENRA	BIOPRO	PESOPRO
1	1	1.27	3.14	80	5.2	0.21
2	1	1.04	2.36	75	5.83	0.22
3	1	1.54	3	85	6.68	0.31
4	1	1.38	2.7	78	7.62	0.24
5	1	1.87	3.42	90	5.97	0.24
6	1	1.86	4.31	100	6.44	0.35
7	1	1.25	3.17	95	8.16	0.36
8	1	1.54	3.52	95	7	0.25
9	1	1.66	3.94	90	6.3	0.33
10	1	2.3	4.32	100	6.24	0.39
11	1	1.47	2.66	100	9.16	0.47
12	1	2.24	3.64	93	8.33	0.32
13	1	2.26	2.91	98	7.4	0.41
14	1	2.08	3.71	93	8.16	0.45
15	1	0.99	2.23	93	8.58	0.4
16	1	1.42	3.37	100	9.39	0.17
1	2	1.91	4.91	93	5.65	0.31
2	2	1.79	3.43	88	6.66	0.39
3	2	1.49	3.1	95	7.08	0.28
4	2	2.12	5.55	100	7	0.45
5	2	1.36	3.1	95	7.23	0.25
6	2	1.55	3.14	95	7.83	0.32
7	2	2.58	3.72	93	7.73	0.62
8	2	2.58	4.55	100	7.75	0.68
9	2	2.21	4.78	100	6.75	0.45
10	2	2.58	4.59	98	7.46	0.5
11	2	2.58	4.38	93	8.33	0.58
12	2	2.06	3.47	100	9.45	0.42
13	2	2.9	4.77	98	8.03	0.61
14	2	1.77	4.42	98	7.16	0.37
15	2	2.11	3.52	95	8.81	0.4
16	2	2.27	3.9	98	9.61	0.51
1	3	1.62	4.88	95	5.67	0.2
2	3	1.71	4.46	85	6	0.35
3	3	0.88	2.91	95	6.37	0.14
4	3	1.87	4.05	100	7.2	0.35
5	3	1.83	4.2	100	6.37	0.35
6	3	1.88	4	100	6.65	0.4
7	3	1.9	3.43	88	7.67	0.35
8	3	1.77	3.68	98	6.38	0.25
9	3	1.95	5.78	88	1.95	0.35
10	3	1.49	3.25	98	7.08	0.25
11	3	1.83	3.47	98	8.24	0.38
12	3	1.73	2.77	100	8.55	0.41
13	3	2.2	3.32	95	7.5	0.41
14	3	1.35	2.9	88	7.2	0.2
15	3	2.09	3.64	98	8.74	0.37
16	3	1.75	3.53	100	9.83	0.37





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

Ref: 044-91

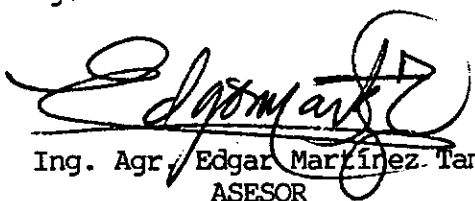
LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DEL EFECTO DE HORAS FRIO, DE SUSTRATOS Y TAMAÑO DE ESQUEJE DE CLAVEL (*Dianthus caryophyllus* L.) SOBRE EL ENRAIZAMIENTO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO".

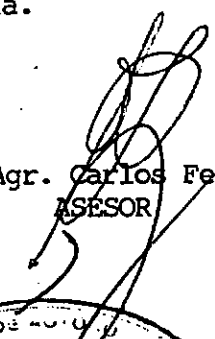
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JOSE FRANCISCO GIRON MAYORGA


CARNET NO: 37000

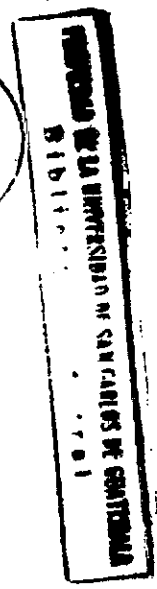
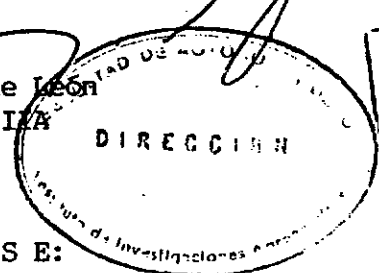
HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ingenieros Agrónomos Marco Tulio Aceituno y José Calderón.

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

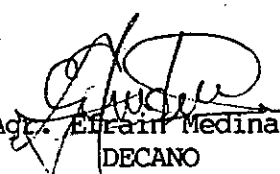
  
 Ing. Agr. Edgar Martínez Tambito  
 ASESOR


  
 Ing. Agr. Carlos Fernández  
 ASESOR

  
 Dr. Luis Mejía de León  
 DIRECTOR DEL IIA



IMPRIMASE:

  
 Ing. Agr. Efraim Medina Guerra  
 DECANO



/sler.