

24/11



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

Escuela Nacional de Estudios Profesionales  
"ZARAGOZA"

**ESTUDIO DE LA ASOCIACION ENDOMICORRICICA EN  
CUATRO CULTIVARES DE FRESA PROVENIENTES DEL  
CULTIVO IN VITRO**

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :  
QUIMICO FARMACEUTICO BILOGO  
P R E S E N T A:

MA. DEL CARMEN ANGELES GONZALEZ CHAVEZ



MEXICO, D. F.

Abril 1986



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CONTENIDO.

INTRODUCCION	-----	1
ANTECEDENTES	-----	3
1.- EL CULTIVO DE LA FRESA	-----	3
Requerimientos de las plantas de fresa	-----	7
a) Bajas temperaturas	-----	7
b) Fotoperíodo	-----	8
c) Uso de pesticidas	-----	9
2.- CULTIVO DE TEJIDOS	-----	10
Medios de cultivo	-----	10
Importancia del cultivo de tejidos	-----	12
Etapas del cultivo de tejidos en plantas de importancia agronómica	-----	12
Desventajas del método de micropropagación	-----	13
Cultivo <i>in vitro</i> de fresa	-----	15
3.- ENDOMICORRIZA VESICULO-ARBUSCULAR	-----	16
Taxonomía de la Endomicorriza (V-A)	-----	18
Distribución de la Endomicorriza (V-A)	-----	23
Fisiología de la Endomicorriza (V-A)	-----	23
Factores que afectan la simbiosis Endomicorriza (V-A) hospedero	-----	25
a) Fertilización	-----	25
b) Aplicación de pesticidas	-----	26
c) Efecto de la multiplicación vegetativa <i>in vitro</i> sobre la micorriza	-----	32
d) Humedad	-----	32
e) Temperatura	-----	33
f) Luz	-----	33
Importancia de la Endomicorriza en la Agricultura	---	34

## CONTENIDO.

OBJETIVOS	-----	37
HIPOTESIS	-----	38
MATERIAL Y METODOS	-----	39
I. Material Biológico	-----	39
II. Metodología a desarrollar	-----	41
1.- Propagación <i>in vitro</i> de fresa y propagación de inóculo endomicorrícico.	-----	41
2.- Efecto de tres especies de hongos endomicorrícicos en fresa, proveniente del cultivo de tejidos en la etapa de establecimiento en invernadero, empleando captan como fungicida de protección radical.	-----	44
3.- Efecto de la Endomicorriza (V-A) en la fase de propagación vegetativa por estolones en el cultivar Tioga cultivado <i>in vitro</i> .	-----	45
4.- Determinación de la concentración óptima de dos fungicidas en la simbiosis planta de fresa micropropagada (Cultivar Tioga)-Endomicorriza (V-A) ( <i>Glomus macrocarpum</i> y <i>Glomus</i> sp. CPH-23).	-----	47
5.- Efecto de la Endomicorriza (V-A) en la etapa de establecimiento en vivero en plantas de fresa provenientes del cultivo <i>in vitro</i>	-----	48
RESULTADOS Y DISCUSION	-----	50
1.- Efecto de tres especies de hongos endomicorrícicos en fresa, proveniente del cultivo de tejidos en la etapa de establecimiento en invernadero, empleando captan como fungicida de protección radical.	-----	50
2.- Efecto de la Endomicorriza (V-A) en la fase de propagación vegetativa por estolones en el cultivar Tioga cultivado <i>in vitro</i>	-----	65
3.- Determinación de la concentración óptima de dos fungicidas en la simbiosis planta de fresa micropropagada (Cultivar Tioga)-Endomicorriza (V-A) ( <i>Glomus macrocarpum</i> y <i>Glomus</i> sp. CPH-23).	-----	75

## CONTENIDO.

4.- Efecto de la Endomicorriza (V-A) en la - etapa de establecimiento en vivero en plan- tas de fresa provenientes del cultivo - <i>in vitro.</i> -----	93
CONCLUSIONES -----	108
RESUMEN -----	110
APENDICE -----	112
BIBLIOGRAFIA -----	128

## FIGURAS.

FIG. 1	Sección longitudinal de una flor de fresa variedad Tioga -----	6
FIG. 2	Morfología microscópica de una raíz micorri- zada. -----	17
FIG. 3	Formación de una espora del Género <i>Acaulos-</i> <i>pora</i> -----	19
FIG. 4	Esporas del Género <i>Gigaspora</i> -----	20
FIG. 5	Diferente morfología de esporas del Género - <i>Glomus</i> -----	21
FIG. 6	Esporocarpio y clamidospora del Género <i>Scler-</i> <i>ocystis</i> . -----	22
FIG. 7	Diseño utilizado para evaluar el efecto de la inoculación endomicorrícica en la etapa de propagación vegetativa por estolones en el cultivar Tioga -----	46
FIG. 8	Diseño utilizado para evaluar el efecto de la inoculación endomicorrícica en la etapa de establecimiento en vivero en plantas de fresa provenientes del cultivo <i>in vitro</i> -----	49
FIG. 9	Incremento de altura con base en el testi- go en plantas de fresa micorrizadas -----	56
FIG. 10	Efecto de la inoculación endomicorrícica - sobre el incremento de altura de cuatro cul- tivos de fresa micropropagada -----	57
FIG. 11	Efecto del uso de captan sobre el incremen- to de altura de cuatro cultivares de fresa micropropagada -----	58
FIG. 12	Efecto del uso de captan en el incremento de altura en plantas de fresa micorrizadas y no micorrizadas -----	59
FIG. 13	Respuesta de la fresa a la producción de es- tolones debida a la inoculación con <i>Glomus</i> sp. CPH-23 -----	61

FIG. 14 Efecto del uso de captan en el porcentaje de colonización endomicorrícica en cuatro culti <u>vares</u> de fresa micropropagados -----	62
FIG. 15 Efecto del uso de captan sobre la coloniza <u>ción</u> endomicorrícica en plantas micorrizadas de fresa -----	63
FIG. 16 Efecto del captan sobre la producción de esporas en cuatro cultivares de fresa inocula <u>das</u> con tres hongos endomicorrícicos -----	64
FIG. 17 Efecto de la inoculación endomicorrícica sobre la altura de plantas y producción de peso seco -----	70
FIG. 18 Respuesta a la inoculación endomicorrícica - sobre el número de estolones, diámetro y lon <u>gitud</u> de estolones de origen primario -----	71
FIG. 19 Clasificación de plantas y estolones de fresa cuando se propagan asexualmente -----	72
FIG. 20 Efecto de la aplicación de captan sobre el - incremento de altura en plantas micorrizadas -----	81
FIG. 21 Efecto de la aplicación de tecto sobre el in <u>cre</u> mento de altura en plantas micorrizadas -----	82
FIG. 22 Respuesta del cultivar Tioga al incremento - de altura utilizando dos fungicidas -----	83
FIG. 23 Producción de peso seco en el cultivar Tioga con aplicación de captan en plantas micorriza <u>das</u> -----	84
FIG. 24 Producción de peso seco en el cultivar Tioga con aplicación de tecto en plantas micorriza <u>das</u> -----	85
FIG. 25 Efecto del uso de diferentes niveles de fun <u>gicidas</u> sobre la colonización endomicorrícica -----	91
FIG. 26 Efecto del uso de dos fungicidas sobre el nú <u>mero</u> de esporas producidas por dos hongos en <u>domicorrícicos</u> . -----	92
FIG. 27 Etapas de diferenciación flor-fruto en fresa -----	98

FIG. 28	Efecto de la inoculación endomicorrícica en - la formación de primordios florales en cuatro cultivares de fresa .....	99
FIG. 29	Efecto de la inoculación endomicorrícica en - la formación de flores y frutos inmaduros en cuatro cultivares de fresa .....	100
FIG. 30	Efecto de la inoculación endomicorrícica en - el rendimiento semanal de fresa en el cultivar Aiko .....	101
FIG. 31	Efecto de la inoculación endomicorrícica en - el rendimiento semanal de fresa en el cultivar Douglas .....	102
FIG. 32	Efecto de la inoculación endomicorrícica en - el rendimiento semanal de fresa en el cultivar Pajaro .....	103
FIG. 33	Efecto de la inoculación endomicorrícica en - el rendimiento semanal de fresa en el cultivar Tioga .....	104



## CUADROS.

CUADRO 1	Efecto de la época de transplante en el com portamiento de la fresa -----	8
CUADRO 2	Productos químicos empleados en las princi pales enfermedades de fresa -----	9
CUADRO 3	Sobrevivencia de plantas obtenidas por cul tivo <i>in vitro</i> -----	14
CUADRO 4	Efecto de algunos fungicidas sobre la forma ción de micorriza y esporas de la familia - Endogonacea -----	29
CUADRO 5	Respuesta de cuatro cultivares de fresa mi cropropagada a la inoculación con hongos en domicorrícos -----	55
CUADRO 6	Respuesta de los cultivares de fresa micro propagada a la producción de estolones por la inoculación con hongos endomicorrícos -----	60
CUADRO 7	Efecto de la inoculación endomicorríca so bre la formación de plantas y estolones -----	73
CUADRO 8	Efecto de la inoculación endomicorríca so bre la producción de peso seco en la fase fi nal de propagación vegetativa del cultivar - lioga -----	74
CUADRO 9	Efecto del uso de diferentes niveles de cap tan sobre la formación de estolones primarios -----	86
CUADRO 10	Efecto del uso de diferentes niveles de tec to sobre la formación de estolones primarios -----	87
CUADRO 11	Efecto del uso de diferentes niveles de cap tan sobre la formación de plantas y estolones secundarios -----	88
CUADRO 12	Efecto del uso de diferentes niveles de tecto sobre la formación de plantas y estolones - secundarios -----	89
CUADRO 13	Efecto del uso de diferentes niveles de fun ficidas en la producción de esporas endomico rrícas en el suelo -----	90

CUADRO 14	Efecto de la inoculación endomicorríca en el rendimiento total y número de frutos de cuatro cultivares de fresa provenientes del cultivo <i>in vitro</i> -----	105
CUADRO 15	Efecto de la inoculación endomicorríca sobre la producción de sólidos solubles totales en fresa -----	106
CUADRO 16	Respuesta a la inoculación endomicorríca de fresa bajo condiciones de vivero -----	107

## INTRODUCCION.

La fresa en México es un cultivo de gran importancia económica, hasta 1985 la superficie cultivada fue de 3 494 has, obteniéndose una producción de 69 880 ton. Los estados de Michoacán y Guanajuato abastecieron el mercado extranjero con 21 723 ton de fresa congelada y 1 699 ton de fresa fresca, por lo que se considera este cultivo como un producto de alta reutilización. Para 1986 se estima que México exportará 30 204 ton de fresa congelada y 3 863 ton de fresa fresca.

En las labores de cultivo y proceso de semi-industrialización de la fresa se requieren 15 peones/ha para realizar plantaciones, riegos, deshierbes, levantamientos de surcos, fertilizaciones y aplicación de otros productos químicos, cortes (64 por 10 meses que dura la fructificación), por lo que representa fuentes de trabajo para el gremio campesino.

En los últimos años la producción de este frutal en México ha disminuído grandemente, debido al problema que se presenta en la adquisición de plantas importadas de California (U.S.A.) por la crisis económica que vive el país.

En México la alta incidencia de enfermedades en la fresa, provoca una baja producción de plantas y se tiene la necesidad de realizar plantaciones año tras año, aún y cuando su cultivo es bianual, debido a ello los viveristas mexicanos compran cada año 16 millones de plantas de fresa calidad certificada a \$ 7.00 cada una, mismas que después son multiplicadas y vendidas a productores a \$ 3.00 por planta, ocasionando una marcada disminución de la calidad de la planta (Juárez, 1984).

La obtención y propagación de plantas certificadas de fresa en el país mediante el cultivo *in vitro* representa una opción para evitar la fuga de divisas causada al importar material calidad certificada. El método empleado en la micropropagación da como resultado plantas libres de microflora natural y esto se prolonga al ser transferidas bajo condiciones de invernadero al ser sembradas en suelos estériles o fumigados, presentándose una baja sobrevivencia de la plantas. Para resolver este problema se ha planteado el inocular con hongos endomicorrizicos (V-A), siendo ya bien conocido que ciertas plantas dependen directamente de la presencia de estos hongos para su desarrollo y sobrevivencia.

## ANTECEDENTES.

### 1. EL CULTIVO DE LA FRESA (*Fragaria x ananassa* Duch)

El cultivo de la fresa ha alcanzado gran auge en los últimos 150 años en numerosos países, sin embargo, la modernización del cultivo comienza en la segunda mitad del siglo pasado, siendo más evidente en las últimas cuatro décadas de éste siglo (Gutiérrez, 1983). Aunque el progreso de las técnicas del cultivo se ha restringido a pocos países, existen formas nativas originarias en tres continentes: América, Asia y Europa (Seeling, 1975).

En la historia encontramos que la fresa se conoce desde antes de la Era Cristiana y hacen referencia a ella algunos botánicos del siglo XVI. En el siglo XVIII apareció de improviso en Europa quedando clasificada como *Fragaria chiloensis* Duch variedad ananassa que es en la actualidad la variedad productora.

Una especie silvestre es originaria de México y fue descubierta en 1839 por Schiede, cerca de Jalapa, Veracruz y clasificada como *Fragaria mexicana*.

En 1911, la fresa era cultivada en forma comercial en las localidades de Irapuato, Zamora y Guadalajara, pero el cultivo estaba muy restringido y la comercialización del producto sólo se hacía en los mercados locales.

Es hasta mediados de la década de 1940-1959, en Irapuato se comienza a cultivar de una manera intensiva. En 1970 Zamora, Mich. se convierte en la segunda zona de importancia en el país en el cultivo de fresa.

En el año de 1972, México llega a ser uno de los principales productores de fresa a nivel mundial, compite con Estados Unidos, Italia, Japón y Polonia. En éste año ocupó el tercer lugar mundial de producción (DGEA, 1979).

Hasta la fecha las principales zonas productoras en México son - Zamora, Mich. e Irapuato, Gto., en donde, el cultivo de la fresa es - relativamente joven comparado con otras zonas productoras del mundo, - lo cual nos da una idea del potencial agronómico que se tiene para la producción, ya que en pocos años, México se ha establecido entre los diez primeros países productores.

La clasificación taxonómica de la fresa cultivada, es la siguiente:

Clase:	Dicotiledónea
Subclase:	Dialipétala
Familia:	Rosácea
Subfamilia:	Rosoidea
Tribu:	Pontatilla
Género:	<i>Fragaria</i>
Especie:	<i>x ananassa</i> Duch

La fresa es una planta de hábitos rastreros, sin tallos y puede llegar a vivir por varios años. En algunos lugares donde es cultivada, se le maneja como una especie anual (USDA, 1976). La raíz de la planta se ha descrito como una raíz fibrosa, los peciolos emergen a partir de una corona, que es la parte donde se localizan los puntos - de crecimiento tanto de hojas, raíces y estolones.

Las hojas son trifoliadas, folíolos dentados en los bordes. Estolones largos y filiformes que cuando se enraizan dan lugar a hojas y raíces constituyendo una nueva planta, forma natural de reproducción de la especie.

Las flores, clasificadas por unos como unisexuales (Scott y Lawrence, 1975) y por otros como polígamo-dioicas (Westwood, 1978). Sin embargo se sabe que las flores de fresa cultivada son hermafroditas y contienen los elementos morfológicos necesarios para la autopolinización (Connor y Martin, 1973) Fig. 1.

El receptáculo es redondeado o cónico, que produce numerosos púsculos con estilos laterales. El fruto maduro es de 1 a 2 pulgadas de largo y de rojo pálido a rojo oscuro, cuando alcanza la madurez total. Estructuralmente el fruto es un receptáculo alargado y succulento con muchas semillas embebidas en la superficie; este agregado de aquenios alrededor del receptáculo, que acumula azúcares y vitaminas, madura como un verdadero carnosos y succulento fruto.

La fresa en México es un cultivo de gran importancia socioeconómica, por la cantidad de mano de obra que requiere en sus labores de cultivo, ya que la mayoría de las labores desarrolladas en esta agroindustria se llevan a cabo en forma manual, es un producto de alta re-redituabilidad como producto de exportación, estando en gran demanda en los mercados internacionales cuando reúne las características de alto contenido de azúcares, coloración intensa natural, tamaño medio óptimo, etc.

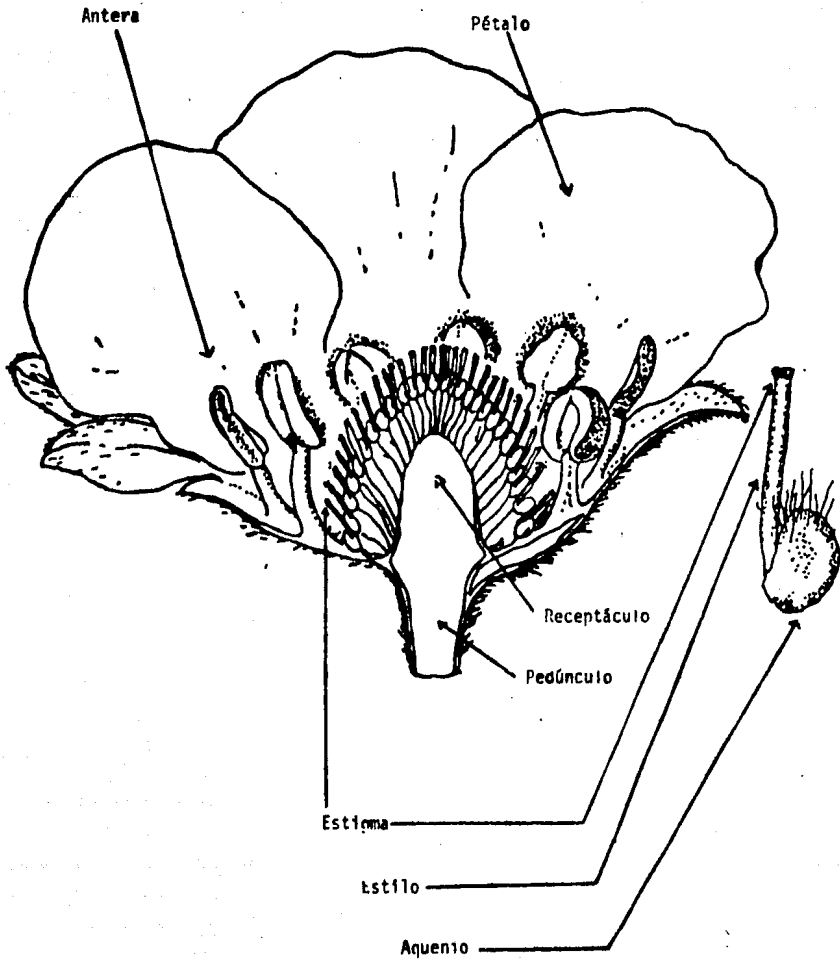


Fig. 1 SECCION LONGITUDINAL DE UNA FLOR DE LA VARIEDAD TIOPA



## REQUERIMIENTOS DE LAS PLANTAS DE FRESA.

### a) Bajas temperaturas.

Las bajas temperaturas afectan variablemente a las plantas de fresa; así Darrow y Waldo (1934, citado por Mejía, 1984) afirman que a temperaturas arriba de 15°C y fotoperíodo de 10 horas o menos son necesarios para la iniciación floral de las plantas de fresa, mientras que a temperaturas más bajas, las yemas florales pueden ser formadas en días de fotoperíodo largo.

Avigdori-Avidov (1977) trabajando con fresa cultivares Tioga y Fresno encontraron que cuando se almacenan a 1°C de 2 a 6 meses, se promueve el desarrollo vegetativo expresado en área foliar, longitud de peciolo y número de estolones producidos, así también se inhibe la formación de inflorescencias.

Smeets (1982) señala que el frío induce la formación de estolones en plantas de fresa y que pueden ser reemplazado por altas temperaturas. También Kuldipsingh y Dhaliwal (1982) encontraron que al almacenar plantas colectadas a principios de noviembre por 28 días en refrigeración a 1°C producen más estolones que testigos almacenados a 20°C.

b.) Fotoperfodo.

La planta de fresa es muy sensible a la duración del día. Esta característica junto con la temperatura gobiernan el comportamiento de la planta. Así cuando el día es corto provoca la floración y cuando el día es largo la planta forma hojas y estolones, produce poca o nada de fruta. Por estas razones la época de trasplante influye en el rendimiento total de la fruta, producción de fruta temprana, así como en la calidad de la fruta.

Cuando por diversas causas la plantación de variedades se realiza antes o después de fechas recomendadas de acuerdo a fotoperíodos ya conocidos se presentan las desventajas que se mencionan a continuación en el Cuadro 1.

CUADRO 1. EFECTO DE LA EPOCA DE TRASPLANTE EN EL COMPORTAMIENTO DE LA FRESA.

Plantación temprana	Plantación tardía
Disminución del rendimiento total de la fruta.	Disminución del rendimiento total de la fruta.
Bajos rendimientos de fruta en el periodo de octubre a febrero.	Bajos rendimientos de fruta en el periodo de octubre a febrero.
Fruta de mala calidad, pequeña y deforme.	Mayores riesgos de daños a flor y fruta si hay heladas. Las plantas producen guías o estolones en la primavera. Un gran porcentaje de plantas producen poca fruta y en cambio desarrollan vigorosamente.

c) Uso de pesticidas.

Las enfermedades que atacan a las plantas de fresa constituyen un problema muy fuerte en la producción y calidad de dicha fruta. Es conveniente hacer notar, que la intensidad y el número de enfermedades se han incrementado año con año, y hasta la fecha los agricultores que cultivan fresa desconocen la causa de éstas, así como las medidas más adecuadas para su prevención y control.

Numerosos pesticidas son empleados para el control de estas enfermedades, el uso a veces es indiscriminado y sin buenos resultados. A continuación (Cuadro 2) se expresan los principales productos químicos que más a menudo se emplean y las principales enfermedades que se combaten en el cultivo.

CUADRO 2. PRODUCTOS QUIMICOS EMPLEADOS EN LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES DE FRESA.

Enfermedad	Pesticida	Dosis por hectarea	
Mancha o peca de la hoja ( <i>Mycosphaerella fragariae</i> ).	Bentale 50	0.4 a 0.6	Kilogramos
	Captan 50	3.0 a 4.0	"
	Sulfato de cobre	2.0 a 2.5	"
	Dyrene 50	2.0 a 3.0	"
	Oxicloruro de cobre	2.0 a 2.5	"
Cenicilla ( <i>Sphaerotheca</i> sp.)	Benlate 50	0.4 a 0.6	"
	Azufre 93%	10.0 a 15.0	"
Mancha angular de la hoja ( <i>Xanthomonas fragariae</i> )	Sulfato de cobre	2.0 a 2.5	"
	Oxicloruro de cobre	2.0 a 2.5	"
Tizón de flores y pudrición de fruto ( <i>Botrytis cinerea</i> )	Benlate 50	0.1 a 0.2	"
	Captan 50	0.4 a 0.5	"

## 2. CULTIVO DE TEJIDOS.

El desarrollo del cultivo de células y tejidos vegetales se remontan a principios de siglo con el fisiólogo alemán Haberlandt, quien fue el primero en darse cuenta de la importancia de la potencialidad de las células vegetales, ya que él había observado cómo algunas sustancias químicas podían inducir en células maduras del ovario un desarrollo hasta formar una nueva planta; si esto ocurría en especies de *Hieracium* que fue donde observó este proceso, por qué no en el parénquima de otra plantas.

Posteriormente, Kotte en 1922, logró por primera vez mantener un cultivo a partir de meristemas de pasto. Resultados similares fueron obtenidos en los Estados Unidos por W.J. Robbins sin embargo, en ambos casos los cultivos duraban poco tiempo, por lo que pasado algún tiempo los cultivos morían.

El paso definitivo en el desarrollo del cultivo de células y tejidos vegetales se dió a partir del conocimiento del papel que juegan los reguladores de crecimiento (auxinas y citocininas) en los procesos de diferenciación celular, los cuales fueron ampliamente usados a partir de los años 30.

### Medios de cultivo.

Uno de los medios de cultivo ampliamente utilizado hoy en día en el cultivo de células y tejidos vegetales, especialmente en plantas dicotiledóneas, es el propuesto por Murashige y Skoog (1962), el cual inicialmente fue utilizado en el cultivo de células de médula de tabaco.

El trabajo realizado por Murashige y Skoog, consistió en una revisión de los medios hasta entonces conocidos, para ver si éstos reunían los requerimientos necesarios para el cultivo de células *in vitro* así mismo utilizaron como medio de referencia el medio que ellos denominaron medio basal, contenía inositol además de otros constituyentes. De sus trabajos concluyeron que de los medios revisados ninguno de ellos contenía las cantidades requeridas de algunos elementos esenciales para el rápido crecimiento, mientras que en el medio basal se observaba mayor crecimiento. Posteriormente lo que hicieron fue una serie de ensayos con cada una de las sales que formaban el medio basal hasta encontrar un nuevo medio para el crecimiento de células de tabaco, el cual actualmente es conocido como el medio de MS con un alto contenido de sales.

Las vitaminas también son compuestos esenciales en el cultivo de células y tejidos vegetales, ya que producen un aumento en crecimiento de las células y tejidos cultivados. La comprobación de esto fue realizada por Linsmaier y Skoog (1964), quienes hicieron una revisión del medio propuesto por Murashige y Skoog (1962), el cual es simplificado por la supresión tanto de piridoxina, ácido nicotínico y L-glicina, las cuales son vitaminas que tienen poca influencia en el crecimiento celular, no así la tiamina y el inositol, ya que estas vitaminas en presencia de auxina y citocinina estimulan el crecimiento de células de tabaco *in vitro*.

### Importancia del cultivo de tejidos.

De la importancia actual, podemos asumir que la técnica de cultivo de tejidos vegetales es una alternativa muy reciente en la propagación *in vitro* a partir de células con potencialidades que las hace poder diferenciarse en un órgano y aún en una planta completa. Esta técnica consiste en el aislamiento de células y tejidos que son colocados asépticamente en un recipiente con un medio nutricional bajo condiciones ambientales (temperatura, humedad e iluminación) apropiadas, con el objeto de obtener una rápida multiplicación asexual de las células (Sharp, 1974).

Por otro lado, Murashige (1974), señala que la importancia del cultivo de tejidos puede ser vista en cuatro puntos fundamentalmente:

- 1) Obtención de clones libres de enfermedades
- 2) Rápida multiplicación clonal de variedades selectas
- 3) Mejoramiento genético de plantas y
- 4) La producción o biosíntesis de productos farmacéuticos y otros productos naturales.

### Etapas del cultivo de tejidos en plantas de importancia agronómica.

Para la propagación de plantas a través del cultivo de tejidos, se han establecido una serie de fases, con un objetivo específico y con requerimientos diferentes cada una (Murashige, 1974).

Villegas (1982) caracteriza 4 fases para la propagación de plantas, tres fases *in vitro* y una *in vivo*.

1. Establecimiento del cultivo aséptico con la finalidad de evitar la contaminación y que el propágulo logre tener crecimiento y adaptarse así a condiciones *in vitro*.
2. Multiplicación del propágulo, se busca un rápido aumento de material (brotes vegetativos o callos) es importante determinar la concentración de auxinas y citocininas más apropiadas en cada caso.
3. Enraizamiento, se pretende inducir el crecimiento de raíces a partir de brotes obtenidos durante la fase de proliferación.
4. Etapa *in vivo*, etapa de aclimatización en invernadero, útil para estar la planta en condiciones de ser establecido en campo.

#### Desventajas del método de micropropagación.

Fuchigami et al, (1981) consideran que el establecimiento a suelo de las plantas propagadas *in vitro* es la etapa que con mayor frecuencia limita en mayor grado el éxito de ésta técnica; este problema debido a que las plantas se encuentran en condiciones adversas, provocando una elevada transpiración, por el cambio de un ambiente a otro (medio cultivo a suelo) causando marchitez y muerte. Numerosos han sido los trabajos que se han realizado para resolver este problema y se ha considerada necesaria una fase de aclimatización utilizando microambientes especializados en esta fase, pero el porcentaje de sobrevivencia es bajo aún (Howard y Heather, 1981; Bromme, 1978).

Estas técnicas han tenido un gran éxito en los últimos años, sin embargo los trabajos exhaustivos de laboratorio han propiciado el olvido de trabajos afocados al establecimiento de las plantas micro-propagadas en el suelo (Villegas, 1984).

La sobrevivencia en suelo de plantas que se han obtenido *in vitro* varían con la especie y aún con la variedad, en el Cuadro 3 son reportados algunos datos sobre éste punto.

CUADRO 3 SOBREVIVENCIA DE PLANTAS OBTENIDAS POR CULTIVO *in vitro*.

Planta	Sobrevivencia	Características	Autor
Rosa	81 %	establecidas en suelo	Hasegawa, 1979
Rosa	50 %	establecidas en suelo	Skirvin y Chu, 1979
Ciruelo	95 %	no especificado	Rosati et al, 1980
Clavel	50 %	" "	Earle, 1975
Zarzamora	60 %	establecida en vermiculita y suelo 1:1	Bromme, 1978

Varios autores quienes consideran necesaria la fase de aclimatación en la etapa de establecimiento a suelo, por lo que se han formado microambientes utilizando diferentes materiales, tales como: cámaras nebulizadoras, cubiertas de plástico, cámaras de vidrio, etc. Sin embargo no se ha encontrado un método que asegure la sobrevivencia satisfactoria. No se ha tomado en cuenta el proporcionar factores biológicos que ayuden a este problema, pues el establecimiento en inver-



nadero se realiza en suelos esterilizados, libres de flora microbiana nativa, que auxilie en un momento dado a la planta micropropagada a resistir el cambio tan grande al que se presenta al ser transferida del medio de cultivo a suelo.

#### Cultivo *in vitro* de fresa.

Los primeros trabajos de cultivo de tejidos en fresa que se hicieron fueron los de Belkengren y Miller (1962) en donde cultivaron meristemos de *Fragaria vesca* para la eliminación de virus.

Desde entonces en fresa se ha utilizado ampliamente el cultivo de tejidos, sobre todo para la obtención de plantas libres de virus (Villalobos, 1977), en la conservación de material vegetativo por medio de la crioconservación y almacenamiento en frío (Mullin y Shelege, 1976), así como multiplicación masiva. (Boxus, 1974).

En la producción de plantas de fresa micropropagadas el ciclo se inicia con la obtención de una planta individual a partir de meristemos y almacenada en medio base, probada contra virus, después se somete a proliferación, enraizamiento y transplante a suelo, aunque puede ser almacenada en forma de planta completa (bajo refrigeración) o mantenerse en proliferación (realizar resiembras bajo condiciones *in vitro* (Mejía, 1984).

### 3. ENDOMICORRIZA YESICULO ARBUSCULAR.

En los numerosos estudios realizados en la rizosfera se han encontrado diversas formas de relación biológica en el suelo, presentando gran interés las simbiosis, en donde los organismos asociados son benéficos el uno al otro y en algunos casos sólo por esta relación sobreviven.

La simbiosis que se establece entre las raíces de las plantas superiores y algunos grupos de hongos especializados se llama micorriza, (Lewis, 1973 y Cooke, 1977). Este término fue introducido por primera vez por Frank en 1885, diferenciándola en dos tipos: Ectótrofa y Endótrofa, en 1969 Peyronel et al, proponen la terminología de Ectomicorriza, Endomicorriza y Ectoendomicorriza. Lewis en 1973 propone la división de la Endomicorriza en a) vesículo arbuscular (V-A), b) Ericáceas y c) Orquidáceas.

Cada uno de los tipos de endomicorriza posee características morfológicas e histológicas que los distinguen entre sí, además de los grupos de hongos y las plantas superiores involucrados en la simbiosis.

La micorriza vesículo arbuscular es la más difundida en la naturaleza y es muy difícil encontrar plantas que no estén colonizadas con este tipo de hongos. La endomicorriza (V-A) recibe este nombre por presentar en su morfología microscópica estructuras llamadas vesículas y arbuscúlos (Fig. 2).

## Azigospora

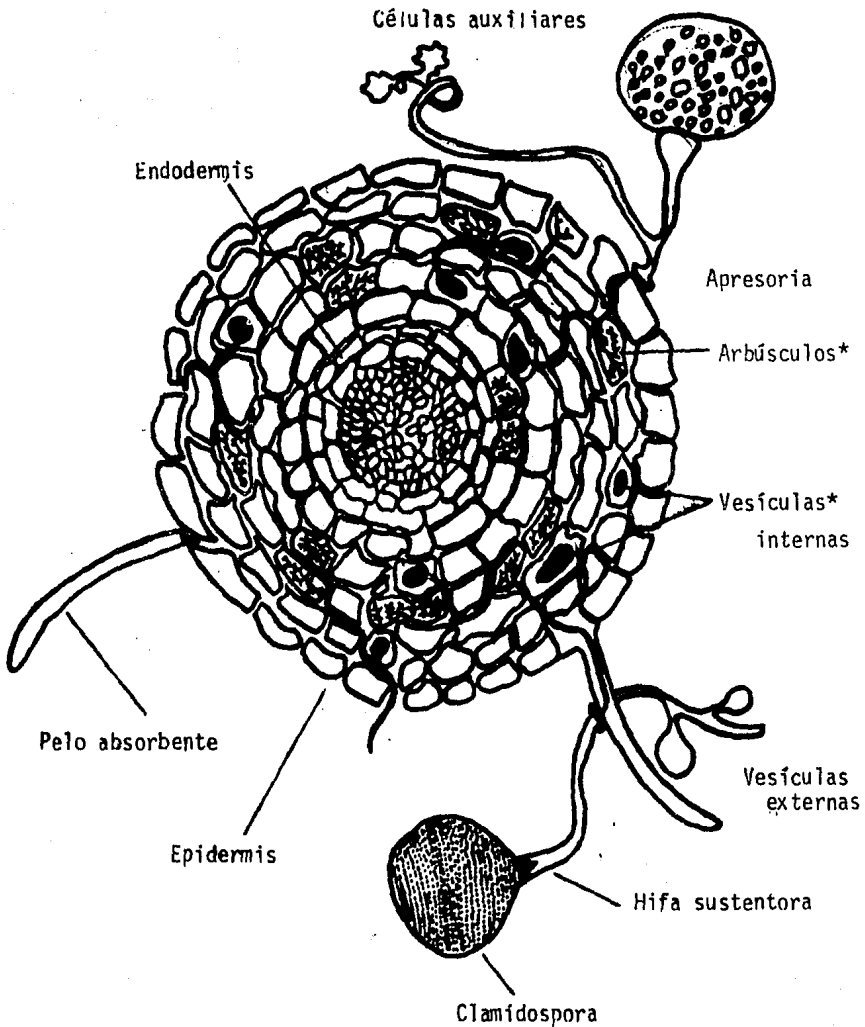


Fig. 2 MORFOLOGIA MICROSCOPICA DE UNA RAZA MICORRIZADA

\* Estructuras por las cuales se denomina endomicorriza vesículo-arbuscular

Aunque los primeros estudios de la endomicorriza (V-A) datan desde 1900 es en años muy recientes en que se ha considerado como simbiosis radical de gran importancia agrícola, frutícola y forestal.

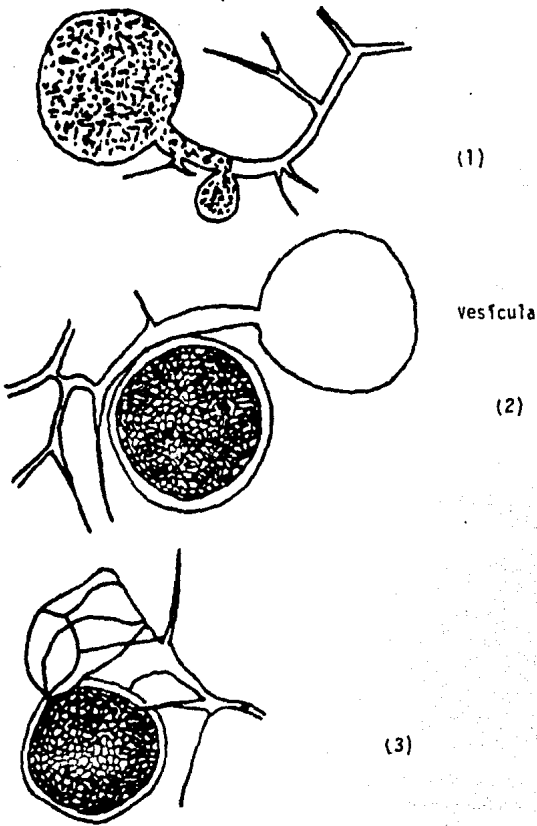
#### Taxonomía de la endomicorriza (V-A).

La taxonomía de los hongos formadores de endomicorriza (V-A) presenta grandes dificultades, debido a que estos hongos son simbioses obligados, no pudiéndose cultivar en medios sintéticos a nivel de laboratorio.

Los miembros de la familia Endogonaceae habían carecido de significado, hasta que se conoció su importancia como formadores de endomicorriza (V-A). Peyronel en 1923 (Citado por Ferrera-Cerrato, 1977) - fue el primero en reconocer que los hongos que inducen la formación de endomicorriza (V-A) pertenecen a las Endogonaceas, en 1922 Taxter ya había realizado trabajos con esta familia pero no la relacionó con la formación de micorriza.

La familia Endogonaceae ha sido clasificada por varios autores, perteneciendo a los Zygomycetes. La clasificación sistemática realizada por Gerdemann y Trappe (1974) dió como resultado 7 géneros, 43 especies. Los géneros capaces de formar endomicorriza (V-A) son: - - *Acaulospora* (fig. 3), *Gigaspora* (fig. 4), *Glomus* (fig. 5) y *Sclerocystis* (fig. 6).

La identificación de estos hongos se ha logrado mediante la obtención de esporas, estas estructuras son aisladas gracias a la técnica de tamizado en húmedo de Gerdemann y Nicolson (1963). La morfología de las esporas ha sido la base de su identificación, pero actualmente se realizan estudios anatómicos microscópicos más detallados de la espora.

Género *Acaulospora*

(1)

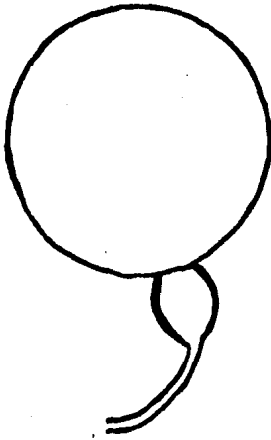
vesícula

(2)

(3)

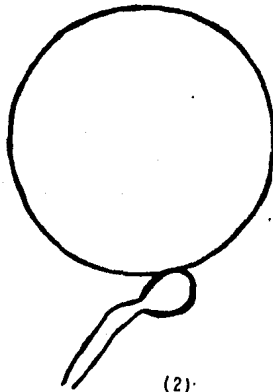
Los hongos que pertenecen a este género forman azigosporas. La espora nace de una vesícula grande de pared delgada de una hifa terminal en forma de un embudo ancho (1), el contenido de la vesícula es transferido a la espora (2) y cuando ésta alcanza la madurez la vesícula se vacía y se colansa (3).  
 Curso J.M. Trappe y E. Sieverding, 1985. Sección Microbiología C.P.

Fig. 3 FORMACION DE UNA ESPORA DEL GENERO *Acaulospora*

Género *Gigaspora*

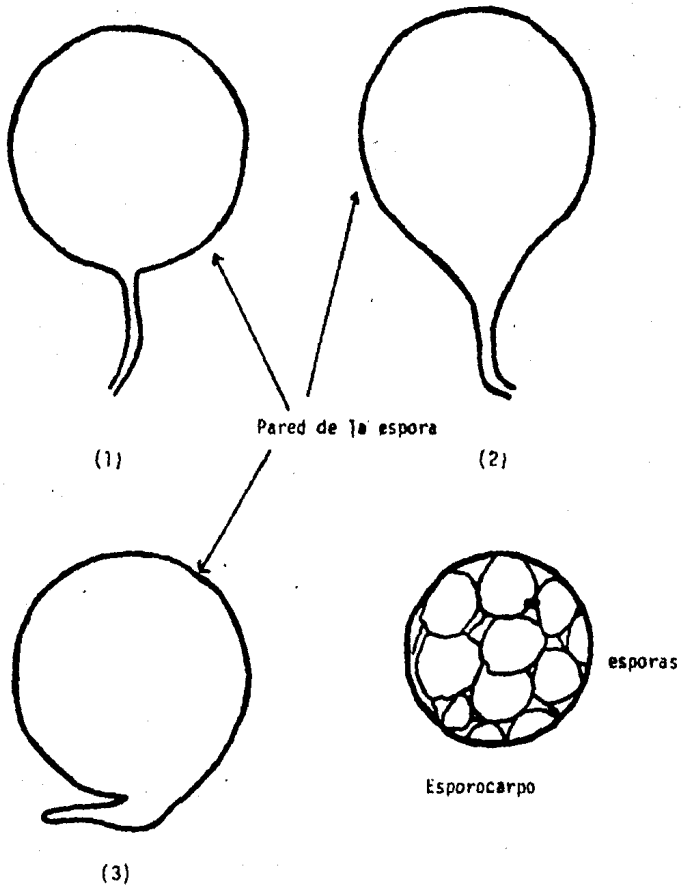
(1)

Las azigosporas germinan del -  
extremo de una hifa sustentora  
bulbosa. Producen vesículas ex  
tramatrales. La hifa susten-  
tora bulbosa puede estar unida  
recta (1) o lateralmente a la  
espora (2).



(2)

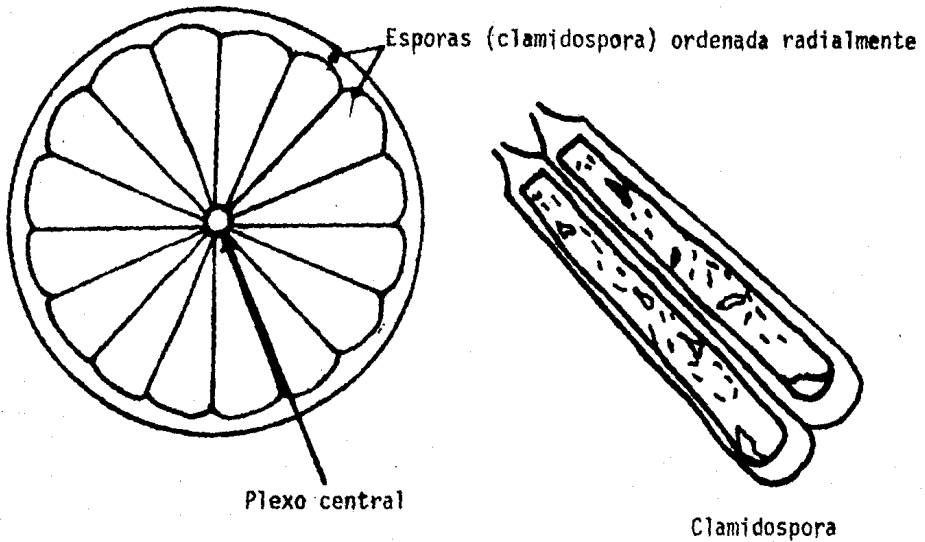
Fig. 4 ESPORAS DEL GENERO *Gigaspora*

Género *Glovis*

Las clamidosporas se forman en los extremos de las hifas, la pared de las esporas puede ser laminar o doble, nacer individualmente en el suelo o en esporocarpos, hifa sustentora recta (1), forma embudo (2) o recurvada (3).

Curso J.M. Trappe y E. Steverding, 1905. Sección de Microbiología C.P.

Fig. 5 DIFERENTE MORFOLOGIA DE ESPORAS DEL GÉNERO *Glovis*.

Género *Sclerocystis*

Los hongos que pertenecen a este género se caracterizan por formar clamidosporas, las cuales están arregladas ordenadamente en una singular capa alrededor del plexo central, - formando así su esporocarpio.

Curso J.M. Trappe y E. Sieverding, 1985. Sección de Microbiología C.P.

Fig. 6 ESPOROCARPIO Y CLAMIDOSPORA DEL GENERO *Sclerocystis* FORMADOR DE ENDOMICORRIZA (V-A)



### Distribución de la endomicorriza (V-A).

La micorriza está ampliamente distribuida en el reino de las plantas, ha sido reportada en Briofitas, Pteridofitas, Gimnospermas y Angiospermas, son pocas las familias en las que no se reporta o no se ha reportado, ejemplo de ellas son: Fumariaceas, Commeliaceas, Urticaceae y Polygonaceae (Ferrera-Cerrato, 1977).

La endomicorriza (V-A) ocurre desde los trópicos hasta el Artico, el rango de hospederos es muy amplio y su distribución ocupa gran diversidad de habitats.

Estudios realizados sobre la distribución de la endomicorriza (V-A) en el Norte del Estado de Puebla (México) demuestran el amplio rango de huéspedes micorrizados, desde Leguminosas (Macedo y Ferrera-Cerrato, 1981) con la máxima infección hasta gramíneas y frutales (Ferrera-Cerrato, 1983c)

### Fisiología de la endomicorriza (V-A).

No se han podido realizar estudios cuidadosos en cuanto a la fisiología de estos hongos, por la característica de ser simbioses obligados. En la actualidad, los conocimientos fisiológicos de la endomicorriza (V-A) se fundamentan en observaciones realizadas por la inducción de la infección sobre hospederos de prueba en condiciones de sustratos estériles o fumigados para su crecimiento, para posteriormente realizar análisis microscópico de raíces (Phillips, 1980), análisis histoquímico, o mediante la utilización de radioisótopos con  $^{32}\text{P}$ ,  $^{45}\text{Ca}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^{35}\text{S}$ ,  $^{65}\text{Zn}$  (Cooper y Tinker, 1978).

La endomicorriza tiene influencia benéfica considerable sobre el crecimiento de las plantas que estos infectan, el mecanismo de mayor captación de fósforo parece ser el más importante; Gray y Gerdemann - (1969) empleando plántulas de cebolla inoculadas con *Endogone mosseae* lograron demostrar mayor acumulación de fósforo radioactivo, 160 veces más  $^{32}\text{P}$  en raíz y follaje de plántulas micorrizadas que en plantas no micorrizadas y 500 veces más radioactividad en segmentos infectados.

La endomicorriza (V-A) aparentemente no juega un papel muy importante en la absorción directa de nitrógeno, pero se ha demostrado que favorece la capacidad de fijación biológica de nitrógeno en las leguminosas (Daft y El-Giahmi, 1975).

En relación a otros elementos se ha demostrado que plántulas de durazno que presentan severos síntomas de deficiencia de Zinc creciendo pobremente, al ser inoculadas con cepas seleccionadas de hongos endomicorrífcicos previenen los síntomas de deficiencia (Gilmore, 1971) La endomicorriza (V-A) incrementa también la captación de Azufre (S) (Gray y Gerdemann, 1975), Estroncio (Sr) (Jackson, 1973) y Potasio - (K) (Powell, 1975).

Se han propuesto algunos métodos para explicar los mecanismos responsables de la eficiencia y mayor capacidad de absorción de nutrientes por medio de este sistema radical, cuando está asociado con hongos endomicorrífcicos.

El modelo más aceptado para explicar lo anterior se basa en la red de hifas externas que se desarrollan en la rizosfera de la raíz micorrizada, proporcionando un considerable aumento en la superficie de contacto, explorando más suelo por superficie de área (Sanders, 1973)

Factores que afectan la simbiosis endomicorriza (V-A)- hospedero.

Dentro de los factores más importantes que afectan la simbiosis son las prácticas culturales y factores medio ambientales (Gianinazzi, 1982).

a) Fertilización.

Existen diversas condiciones que intervienen en el establecimiento de la simbiosis. Los suelos con alta fertilidad, generalmente retardan o inhiben la micorrización. Se ha demostrado que la micorriza (V-A) se ve disminuida al añadir altas dosis de fósforo a las macetas de cultivo en estudio (Mosse, 1975).

Otros efectos son observados por fertilización, como incrementos de peso seco de nódulos, raíz, altura de la planta en *Leucaena Leucocephala* al incrementarse los niveles de roca fosfórica ( $P_2O_5$ ), inoculando con endomicorriza vesículo-arbuscular los valores de estas variables fueron las mismas que las obtenidas con la adición de 150 ppm de Roca fosfórica. Sin embargo una interacción negativa fue observada en inoculación endomicorriza x grado de Fósforo (P), el peso seco de la raíz y la biomasa total tiende a incrementar cuando el nivel de (P) aplicado fue incrementado. Los efectos de la inoculación endomicorrizica en la ausencia de  $P_2O_5$  fue más pequeño que la inoculación endomicorrizica a 100 y 150 ppm de Roca fosfórica aunque estadísticamente no fueron diferentes, estos resultados explicados por el decremento en la colonización micorrizica con el aumento de P (Guzmán-Plazola, 1984).

## b) Aplicación de pesticidas,

El uso de pesticidas es muy frecuente en los campos agrícolas, definiendo como pesticida todo producto químico destinado a luchar contra parásitos, animales o vegetales que amenacen los cultivos agrícolas, dentro de ésta definición se encuentran contemplados los insecticidas, fungicidas, herbicidas, nematocidas y acaricidas.

Un aspecto muy importante inherente a la endomicorriza (V-A) es el que se relaciona con el efecto de la aplicación de los pesticidas en aquellos cultivos susceptibles de ser inoculados. La mayoría de los pesticidas actúan bajo un gran número de organismos para los cuales estos compuestos no fueron formulados, dando como resultado un fenómeno de alteración biológica.

Cinco experimentos realizados por Ocampo y Hayman (1980) indican que la población de hongos endomicorrícicos en campos arables son afectados no sólo por biocidas generales y fungicidas, sino también por nematocidas e insecticidas, algunas veces sus efectos son mínimos o poco positivos, pero usualmente el número de esporas y colonización endomicorrícica decrecieron.

Los herbicidas son empleados para el control de plantas vasculares que crecen en donde no han sido sembradas, pero estos compuestos afectan muchos otros fenómenos biológicos y la micorriza es drásticamente afectada por estos químicos y el hésped lo es también consecuentemente (Iloba, 1977).

Acerca de los insecticidas y nematicidas existen muy pocos datos de los efectos sobre la micorriza, porque pocos compuestos han sido estudiados. El Aldicarb, DBCP y dicloropropano parecen estimular la formación de micorriza y producción de esporas, éste fenómeno parece estar relacionado directamente a la reducción en la población de nemátodos y probablemente otros parásitos de hifas micorrízicas y esporas (Germani, 1980).

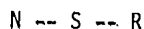
Los fungicidas son por definición compuestos químicos usados para erradicación de los hongos, estos compuestos pueden ser los que más dañan a los hongos endomicorrízicos evitando con su efecto la formación de micorriza en comparación con otros compuestos químicos agrícolas del grupo considerado como pesticidas.

Diversos grupos fungitóxicos son ampliamente usados en el control de enfermedades de la planta. La aplicación indiscriminada da muerte a patógenos y a microorganismos benéficos (Domsch, 1964). La micorriza es un componente vital en la mayoría de plantas agronómicas y silvestres, sin embargo existe poca evidencia de los efectos de los pesticidas sobre hongos endomicorrízicos, pero estos pueden ser evaluados y así el pesticida ser usado en forma racional.

Los fungicidas no sistémicos aparentemente no dañan en gran medida a hongos endomicorrízicos, pueden incrementar la infección o desarrollo bajo ciertas condiciones (Menge, 1982), sin embargo los fungicidas sistémicos como grupo parecen ser más dañinos a la simbiosis micorrízica, pero generalmente tienen un efecto variable: el benomil es un inhibidor de la micorrización (V-A) mientras que el vivatax no la afecta (Safir, 1980).

En el cuadro 4 se encuentran reportados los efectos de fungicidas empleados en la agronomía sobre los hongos endomicorrizicos.

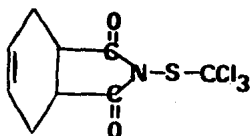
Dentro los fungicidas derivados imídicos se encuentran el folpet, captafol y captan con el grupo funcional:



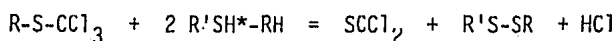
donde N= de origen imídico

R= CH<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>, policlorado.

El captan fue introducido en 1952, presenta la siguiente fórmula química:



Su mecanismo de acción es debido a la presencia del átomo de azufre que es imprescindible, pues las imidas por sí solas no tienen efecto o capacidad fungicida, los demás grupos funcionales contribuyen a ésta acción influenciando la reactividad del azufre, aumentando la o disminuyéndola y en la volatilidad, hidratación, etc. La combinación de átomos de azufre reactivos con radicales sulfhidrilo propios de los tioles\* presentes en proteínas, cisteína o coenzima A (CoA) - interfieren en el mecanismo respiratorio, interrumpiendo el ciclo de Krebs y provocando una acumulación de hidratos de carbono y de piruvato (Hochstein, 1956).



La espora del hongo sólo posee función respiratoria y su germinación requiere una gran cantidad de energía que suministra dicho proceso, al evitar la respiración queda paralizada la germinación por falta de energía y acumulación de piruvato.

CUADRO 4. EFECTO DE ALGUNOS FUNGICIDAS SOBRE LA FORMACION DE MICORRIZA Y ESPORAS DE LA FAMILIA ENDOGONACEA.

FUNGICIDA	HUESPED	E F E C T O S O B R E L A FORMACION MICORRIZICA*	PRDUCION DE ESPORAS**	DUSIS	REFERENCIA
Benomil	<i>Citrus aurantium</i>	No efecto ó	A bajas aplicacio nes no afecta, pe ro a altas puede deprimir la forma ción de esporas.	0.12-44.8Kg/ha*	Bailey, 1978
	<i>Hordeum vulgare</i>	Puede incremen tar o disminuír			0.50-30.0kg/ha**
	<i>Solanum tuberosum</i>				Jalali, 1975
	<i>Triticum aestivum</i>				Nemec, 1980
	<i>Zea mays</i>				Partridge, 1966
	<i>Acacia cunninghamii</i>				Diem, 1981
	<i>Acacia hunsteinii</i>				Rhodes, 1981
	<i>Acacia senegal</i>				
	<i>Allium cepa</i>				
	<i>Glicine max</i>				
	<i>Phaseolus vulgaris</i>				
	Captan	<i>Citrus aurantium</i>		No efecto	No efecto o puede disminuir, a bajas concentraciones no afecta pero a altas puede deprimir.
<i>Pisum sativum</i>		Bertoldi, 1975 y 1977			
<i>Triticum aestivum</i>		Ei-Giahmi, 1976			
<i>Allium cepa</i>					
<i>Cicer arietinum</i>					
<i>Phaseolus vulgaris</i>					
<i>Vigna radiata</i>					
<i>Zea mays</i>					

CONTINUACION CUADRO 4

FUNGICIDA	HUESPED	E F E C T O F O R M A C I O N M I C O R R I C I G A *	S O B R E L A P R O D U C C I O N D E E S P O R A S **	D O S I S	R E F E R E N C I A
Etridiazol	<i>Sorghum sudanense</i>	No afecta	No afecta o incrementa	- 5-80 mg/ml	Menge, 1979
Maneb	<i>Citrus aurantium</i> <i>Triticum aestivum</i>	?	No afecta o disminuye, pero depende mucho la concentración	0,8-31.4Kg/ha	Jalali, 1975, Nemeç, 1980
Metataxil	<i>Citrus aurantium</i> <i>Glicine max</i> <i>Nicotiana tabacum</i> <i>Phaseolus vulgaris</i> <i>Trifolium alexandrinum</i> <i>Vitis vinifera</i>	Puede no afectar, disminuir, tiene mucha influencia la concentración que se utilice.	incrementar o disminuir	1.1- 9Kg/ha	Arens, 1981, Groth, 1983 Bartschi, 1982 Schuepp, 1981
Quintozene	<i>Elaeagnus angustifolia</i> <i>Fraxinus pennsylvanica</i> <i>Lonicera tatarica</i> <i>Shepherdia argentea</i> <i>Solanum tuberosum</i> <i>Agrostis palustris</i> <i>Allium cepa</i> <i>Arachis hypogaea</i> <i>Citrus aurantium</i> <i>Phaseolus vulgaris</i>	No afecta, pero es importante la concentración y la estación del año de aplicación.		2.2-50Kg/ha	Menge, 1979; Gray, 1969 Nemeç, 1980; Backman, 1977 Jalali, 1982 Nesheim, 1969



Las dicarboximidias en su mayoría parece no inhibir o incrementar tanto a zigomicetos como a basidiomicetos. Ejemplos de éstos son el captan y captafol, lo importante es cuidar las concentraciones empleadas (Trappe, 1984)

Dentro de los fungicidas de heterociclo pentagonal condensado - o no con anillo bencénico se encuentran el mercaptobenzotiazol, tiabendazol, benomil. El tiabendazol llamado también TBZ (tecto) tiene dos heterociclos uno de ellos de tiazol dotado de caracter sistémico (Gilpatrick, 1970) y cuya fórmula aparece a continuación:



Son muy pocas las evidencias que sugieren que especies de hongos endomicorrizicos similares pueden diferir en respuesta a químicos particulares. Existe sólo un ejemplo de selectividad provocado por éste grupo (tiazoles). La benzimidazol componente de la molécula en combinación con grupos  $R_2$  provee actividad antifúngica, particularmente supresiva a zigomicetos (Edgington, 1971) pero es menor el efecto con la mayoría de basidiomicetos o ascomicetos, mientras que la formación de esporas por endogonaceas y la formación de micorriza por zigomicetes son comunmente suprimidos. La propiedad de translocación sistémica de éstos fungicidas no parece estar relacionada con efecto en la formación de micorriza (Menge, 1982 y Smith, 1978), el sitio de aplicación parece ser el más importante ya que fungicidas aplicados en forma de spray en follaje tiende a no afectar la formación de micorriza como los que se aplican directamente a suelo.

c) Efecto de la multiplicación vegetativa *in vitro* sobre la micorriza.

El uso de éste método para la obtención de numerosas plantas ha sido empleado muy continuamente, si este método asegura la obtención rápida de plántulas de gran calidad, presenta el inconveniente de privar a la planta de la micorriza. Pons (1983) ha considerado proveer a las plantas micropropagadas de la endomicorriza en estas condiciones inoculando bajo condiciones *in vitro* para favorecer su desarrollo y crecimiento.

Morandi, et al (1979) mencionan que la endomicorriza vesículo-arbuscular juega un papel muy importante en la nutrición y sobrevivencia de la planta y además tiene influencia en el establecimiento y crecimiento en plantas de frambuesa micropropagadas, obteniendo excelentes resultados.

De igual manera al inocular con *Glomus epigaeum* dos clones de manzana propagadas *in vitro* (MM-111 y M-7) sólo la última presentó diferencias significativas en el crecimiento, contenido de minerales en hojas mayor en comparación con plantas inoculadas (Granger, 1983).

d) Humedad.

La humedad del suelo relacionada con la endomicorriza (V-A) no se ha caracterizado del todo, sin embargo, ésta relación depende del tipo de suelo, el hongo y el hospedero (Mosse, 1972). La humedad extrema del suelo, así como una deficiencia de ésta son factores que intervienen en el establecimiento de la simbiosis.

Mosse (1973) encontró que el número de esporas en la rizosfera de una planta micorrizada fue mucho más alto después de riegos diarios y se redujo a 10 y 25% con riegos semanales y doble riego diario, respectivamente. Daniels y Trappe (1980) reportan que niveles de humedad - cerca de la capacidad de campo promueven el grado de germinación de - esporas de *Glomus epigaeum*.

#### e) Temperatura.

La temperatura del suelo puede afectar en la actividad fisiológica de las micorrizas (Ferrera-Cerrato, 1983 b). Chilvers y Daft (1982) comentan que regímenes de baja temperatura pueden inducir al endófito *Gigaspora calospora* a crecer parasitariamente, esto aunado con otros factores como son competencia por fuentes limitadas de fósforo, poca luz o deficiencia en agua.

Furlan y Fortin (1973) probaron que las fases del proceso de infección en cebolla inoculada con *Endogone calospora* se vieron modificadas por el efecto de temperatura, la fase larga fue más corta a temperatura de 21/26°C noche/día y más larga a 11/16°C. El crecimiento de las plantas fue fuertemente estimulada después de la infección a - 21/26°C y 16/21°C pero un decremento parasítico fue observado en la - octava semana a 11/16°C. La producción de esporas también se vio afectada por la temperatura.

#### f) Luz.

La luz ocupa una particular importancia en el desarrollo de la - endomicorriza (V-A). Peyrone en 1940 (citado por Furlan, 1977) quien observó un máximo de infección en lugares soleados obteniendo un paralelismo entre baja intensidad luminosa y disminución en el porcentaje de infección.

Gedemann (1968) afirma que una baja intensidad luminosa en los invernaderos durante el invierno puede reducir la infección por la endomicorriza (V-A). Mosse (1973) establece que un cultivo inoculado con endomicorriza bajo condiciones de fuerte sombreado reduce la formación de esporas en un 80%.

Furlan y Fortin (1977) concluyeron que la luz ejerce efectos en la formación, reproducción e influencia de la endomicorriza (V-A) en plantas de cebolla, probando cuatro diferentes intensidades (5, 10, 15 y 20 klux), después de 100 días de inoculadas las plantas los porcentajes de colonización más altos se presentaron en plantas cultivadas bajo una intensidad de 15 y 20 klux y la producción de esporas se incrementó con luz intensa (20 klux). Un mejor crecimiento de la planta ocurrió bajo un régimen de 10 klux.

#### Importancia de la endomicorriza en la agricultura.

La incorporación tecnológica de la micorriza en la producción de los cultivos básicos (maíz, frijol, etc.) se ve frenada por la incapacidad que tiene el hongo de crecer en medios convencionales de laboratorio, por lo que se emplean como fuentes de inóculo, raíces infectadas, esporas y suelo (Ferrera-Cerrato, 1983 a). Empleando estos métodos como inóculo; Khan (1972-1975) preinoculando maíz y trigo con *Glomus mosseae* y transplantando a campos infértiles obtuvo el doble de incremento que cultivos que fueron fertilizados con 50 kg de fósforo por hectárea.

El uso de la endomicorriza (V-A) en viveros forestales para leguminosas es totalmente factible, en *Eysendhardtia polystachya* ha inducido un desarrollo de aproximadamente 380% de altura y 820% de biomasa, valores calculados sobre el control (Ferrera-Cerrato, 1983 b).

En los frutales la endomicorriza (V-A) es determinante para su buen desarrollo, en años recientes, numerosos investigadores han establecido la necesidad de los frutales por la endomicorriza (V-A) y que su ausencia da como resultado severos síntomas de deficiencia de nutrientes y pobre crecimiento.

Kleinschmidt y Gerdemann (1972) observaron que plantas de cítricos que crecen en suelos fumigados, presentan síntomas de deficiencia de fósforo y otros nutrientes, su aspecto clorótico y crecimiento muy lento; en suelos no fumigados no se presentaban estos síntomas lo que se interpretó como ausencia de hongos endomicorrícicos.

El crecimiento de árboles de manzana en suelos estériles y bajo condiciones de invernadero fueron incrementados por la inoculación con endomicorriza (V-A) (Benson y Coverey, 1976; Koch y Coverey, 1982; Hoepfner y Koch, 1983), los últimos resultados se han obtenido en condiciones de campo con suelos no esterilizados (Plenchette, 1981).

Hughes (1979) obtuvo mejoramiento en el crecimiento de frambuesa, alta concentración de fósforo y cobre en las hojas, pero no tuvo influencia en la concentración de N, Mn, B, Zn, al ser inoculadas con endomicorriza (V-A).

Holevas (1966) obtuvo un mayor crecimiento y concentración de fósforo absorbido en plantas de fresa variedad Cambridge Fauvorite y afirma que la inoculación con hongos endomicorrícicos (V-A) es importante para prevenir la pudrición radical, enfermedad muy común en la fresa.

Plenchette, et al (1982) inocularon plantas de fresa y manzana con tres hongos endomicorrícicos diferentes, obteniendo diferentes - grados de crecimiento entre ellos, pero el crecimiento fue siempre - mayor que en los testigos no inoculados.

Ferrera-Cerrato, et al (1983c) realizaron un estudio de la distribución de la endomicorriza (V-A) en el Norte de Puebla (México), encontraron que está ampliamente difundida en frutales de gran importancia económica, entre ellos destacan: naranjo (*Citrus sinensis*), - mango (*Magnifera indica*), aguacate (*Persea americana*), manzana (*Py-rus malus*), durazno (*Prunus persica*), frambuesa (*Rubus idaeus*) y fresa (*Fragaria x ananassa*).

Hughes (1978) al trabajar con fresa (*Fragaria x ananassa* Duch cultivar Hood) y los hongos endomicorrícicos *Glomus fasciculatum* y *Gigaspora calospora* observó que tiene gran influencia en la nutrición de la planta, así como la concentración de fósforo y nitrógeno en follaje fue mucho mayor en plantas inoculadas que en los testigos no inoculados, obteniendose también mayor longitud de raíces y favoreciendo de esta forma la absorción de nutrientes.

**OBJETIVOS:****Generales:**

1. Observar el efecto de los hongos endomicorrizicos (V-A) en el crecimiento de las plantas micropropagadas de fresa, formación de estolones y producción de fruto, en cuatro cultivares.
2. Obtención de mayor número de plantas hijas con mayor vigor, y plantas madres de mayor tamaño, vigor y producción de fruto.

**Particulares:**

1. Estudiar el efecto de la inoculación endomicorrizica (V-A) en la fase de aclimatización en invernadero, etapa de propagación vegetativa por estolones, etapa bajo condiciones de vivero, sobre el crecimiento de la planta, formación de estolones, número de frutos y rendimiento.
2. Determinar la concentración adecuada de fungicida para favorecer el desarrollo normal de la planta en el control de patógenos, sin alterar la colonización endomicorrizica.

**HIPOTESIS.**

1. La fresa cultivada *in vitro* que presenta problemas para su establecimiento en suelo, responderá a éste favorablemente cuando sea inoculada con hongos endomicorrícicos, dando como resultado una mejor sobrevivencia, mayor producción y mejor porte de la planta.
2. Los cuatro cultivares de fresa provenientes del cultivo *in vitro* seguirán un comportamiento similar, como es, crecimiento de la planta, formación de estolones, rendimiento y número de frutos, sensibilidad a fungicidas al ser inoculados con los diferentes hongos endomicorrícicos.
3. El comportamiento de la endomicorrícica (porcentaje de colonización y producción de esporas) se verá afectada al ser sometida a condiciones adversas por la presencia de dos fungicidas.
4. La presencia de fungicidas a bajas concentraciones no afectará la colonización micorrícica, la producción de esporas y el crecimiento de las plantas de fresa micropropagadas.



## MATERIAL Y METODOS.

### I. Material Biológico.

Se utilizaron plantas de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) provenientes del cultivo *in vitro* cultivares Tioga, Douglas, Pajaro y Aiko que fueron proporcionadas por el Centro de Fruticultura del Colegio - de Postgraduados, Chapingo, México.

#### Características de los cultivares.

Cultivar Tioga: Originado en Davis, California por Bringhuerst, R.S.- y Voth, V., es pariente de los cultivares Fresno y Torrey, proveniente de la cruce Lassen x California 42,8-16; cruce hecha en 1953 y seleccionada en 1955, es introducida comercialmente en los Estados Unidos en 1963. Planta con alta producción, vigorosa, altamente susceptible a marchitez por *Verticillium* y moderadamente resistente a virus, manifestando ocasionalmente síntomas de enchinado de hoja, un tanto resistente a la salinidad. Adaptable a todas las áreas de cultivo de California, particularmente en plantación de verano, fruto largo, cónico, piel roja brillante, firme de buen sabor y producción muy alta.

Cultivar Douglas: Originario de Watsonville, California. Introducido en 1979. (Tioga x Sequoia) x Tufs, fruto largo y con pulpa de alta calidad, al igual que el sabor, superior al cultivar Tioga, Aiko y Tufs. Plantas muy altas, hojas excepcionalmente largas y de color no muy verde. Productividad muy alta. Igual que otros cultivares es susceptible a *Verticillium*, altamente susceptible a *Phytophthora fragariae*.

Cultivar Pajaro: Originario de Watsonville, California, introducida en 1979. Cruza compleja de Sequoia x 63,7-101. El fruto es largo, - pulpa y sabor de alta calidad, firme y con muy alta cantidad de ácido ascórbico. Las plantas son pequeñas con hojas muy verdes y susceptibles a *Phytophthora fragariae*.

Cultivar Aiko: Originario de Davis, California. El fruto es grande - más largo que ancho, cónico y puntiagudo, color rojo uniforme. El - porte de las plantas es semi erguido y las flores se encuentran al nivel o más alto que el follaje. Susceptible a *Verticillium* y poco sensible a *Oidium*.

## II. Metodología a desarrollar.

El trabajo se realizó en cinco fases que consistieron en;

1. Propagación *in vitro* de fresa y propagación de inóculo endomicorrízico, pasos indispensables para la obtención de plantas e inóculo para los siguientes pasos.

### Propagación *in vitro* de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch).

El medio de cultivo que se empleó fue el Medio de Murashige y Skoog. Se prepararon por separado grupos de sales minerales de las que se emplearon 10 ml de cada una para preparar un litro de medio, se agregaron y se añadieron por separado, después se añadió la sacarosa y vitaminas como la Tiamina y Miosinitol (Apéndice A-1), se añadió el agar después de haber ajustado a  $\text{pH} = 5.7 \pm 0.1$  se aforó a un litro. Para la fase de establecimiento y multiplicación se utilizó este mismo medio, pero para la fase de enraizamiento se le adicionó ácido indolbutírico (0.1%).

Para la propagación de fresa se utilizaron los estolones que fueron lavados en agua por 15 minutos (en el cuarto de cultivo bajo condiciones estériles) se sumergieron en alcohol etílico 70% por 1 a 2 minutos, inmediatamente se transfirieron a una solución de hipoclorito de calcio 4% por 15 minutos, se enjuagaron tres veces con agua desionizada estéril. - Con ayuda de pinzas y bisturí se extrajo el meristemo teniendo cuidado de no dañarlo. Una vez que el meristemo se obtuvo, se colocó en la superficie del medio de cultivo. Una vez que el propágulo quedó implantado fue transferido a nuevo medio de cultivo para su proliferación y colocado nuevamente para su enraizamiento pero en medio de cultivo adecuado.

### Propagación de inóculo endomicorrizico.

Los huéspedes que sirvieron como inóculo fueron: alfalfa variedad atlíquexña (para la propagación vegetativa 56.1%\*), pasto sudán y cebada para la etapa de establecimiento en invernadero 60.7%\*) y frijol - michoacán (para el establecimiento en vivero 66.5%)\*. Las semillas de estas plantas fueron esterilizadas superficialmente con alcohol por un minuto y enjuagadas dos ocasiones con agua destilada estéril, posteriormente se añadió por un minuto cloruro mercúrico 0.1% acidificado, enjuagando tres veces con agua destilada estéril, colocando las semillas en cajas petri estériles hasta el momento de la siembra.

El sustrato que se utilizó para sembrar estas semillas fue una mezcla de suelo, tezontle y materia orgánica (1:1:2) esterilizada en autoclave por tres horas a  $1.3 \text{ Kg/cm}^2$ . Se emplearon macetas con capacidad de 1 Kg previamente desinfectadas con formaldehído 0.1% y alcohol. Como fuente de inóculo se utilizaron 6 g de raíces micorrizadas de *Glomus epigaeum*, *Glomus macrocarpum* y *Glomus* sp. CPH-23.

En la siembra, las macetas se llenaron con sustrato hasta 5 cm - por debajo del borde final de la maceta, se colocaron en capa el inóculo y se llenaron las macetas con sustrato estéril, posteriormente se sembraron las semillas ya esterilizadas superficialmente.

Dos meses después de la siembra, las raíces se cosecharon y se clarearon con KOH 10% por 10 minutos con  $1.0 \text{ Kg/cm}^2$ , se eliminó el KOH, se añadió  $\text{H}_2\text{O}_2$  10% y HCl 10% por separado y por tres minutos cada uno, lavando entre cada uno de ellos. La tinción se realizó agregandoles azul tripano 0.5% en glicérol (Apéndice A-2 y A-3) por 1 minuto en autoclave a  $1.0 \text{ Kg/cm}^2$ .

\* Porcentajes promedio de colonización.

La evaluación de los porcentajes de colonización de cada huésped se realizó al microscopio a 100X, realizando tres pasajes equidistantes sobre tres laminillas cada una con 25 segmentos de raíz (Phillips y Hayman, 1970).

La cuantificación de esporas del suelo de éstas macetas se realizó por la combinación de tres métodos empleados para cuantificación de esporas; las modificaciones que se realizaron fueron esencialmente por la gran cantidad de materia orgánica que impedía observar y contar las esporas.

Los métodos utilizados son:

- 1) Tamizado en húmedo y decantación establecido por Gerdemann y Nicolson en 1963.
- 2) Adhesión y Flotación utilizado por Sutton y Barron, 1972.
- 3) Método de pipeteo establecido por Smith y Skipper, 1979.

Se utilizaron 150 g de suelo donde se cuantificaron las esporas con dos litros de agua se hizo una suspensión y se agitó por 5 minutos, posteriormente se dejó sedimentar por 2 minutos las partículas grandes y se procedió a tamizar por una serie de tamices ordenados - de manera decreciente de abertura (500, 250, 149, 105, 74, 44 micras) Cada fracción colectada en cada tamiz se pasó a un vaso de precipitados y luego a un embudo de separación permitiendo el reposo por 1 a 2 minutos, concentrándose las esporas en la superficie y en las paredes. Se abrió la llave del embudo manteniendo la salida del agua - a una velocidad de 75 a 100 ml por minuto. El material adherido a la pared del embudo fue arrastrado con agua a una probeta. La suspensión inicial es pasada nuevamente al embudo para repetir este procedimiento una vez más.

La suspensión de la probeta se llevó a 60 ml y fue burbujeada - por un minuto con ayuda de una pipeta graduada. Se tomaron dos alícuotas de 10 ml cada una, burbujeando entre cada una de ellas y se filtraron con ayuda de vacío a través de un papel filtro cuadrículado - (4 x 4mm) homogenizando la descarga a través de todo el papel. La cuantificación se realizó con ayuda de un microscopio estereoscópico en cada una de las fracciones tamizadas y obteniendo la suma total - el número obtenido se multiplica por tres pues sólo se cuantificó una tercera parte de la muestra total.

2. Efecto de tres especies de hongos endomicorrícicos en fresa proveniente de cultivo de tejidos en la etapa de establecimiento en invernadero, empleando captan como fungicida de protección.

Cuando se tuvieron las plantas cultivadas *in vitro* y el inóculo se procedió a la inoculación, el sustrato utilizado para este ensayo fue una mezcla de arena de río y suelo de monte (1:1) esterilizado - durante 3 horas a  $1.3 \text{ Kg/cm}^2$ . Las macetas empleadas fueron de una capacidad de 250 g desinfectadas con formaldehído 0.1% y alcohol.

La siembra se realizó llenando las macetas con sustrato estéril hasta 5 cm por debajo del borde final de ésta y se colocó el inóculo (3 g de suelo con esporas y 5 g de raíces micorrizadas por unidad experimental) y se llenó completamente con suelo estéril, se procedió a colocar la plántula de fresa cultivada *in vitro*. Se regaron a capacidad de campo con solución de captan y agua destilada, fueron cubiertas con bolsas de polietileno que permanecieron por tres semanas y - después se eliminaron para quedar bajo condiciones naturales. Riegos semanales fueron realizados empleando una solución de captan o agua destilada según el tratamiento, alcanzando un total de 60 ppm de captan aplicado.

La evaluación del efecto de la endomicorriza (V-A) y efecto de fungicida se realizó tomando como parámetros el incremento de altura, formación de estolones, la colonización endomicorrizica y la cuantificación de esporas.

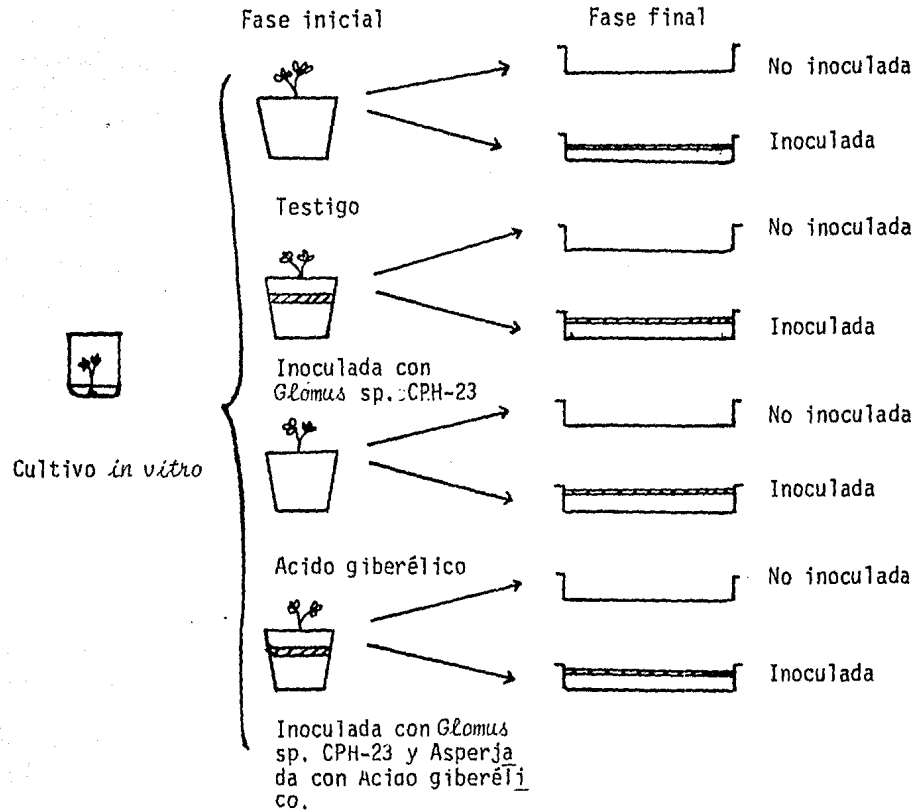
El diseño experimental empleado fue completamente al azar con cuatro repeticiones, los cultivares fueron: Tioga, Douglas, Pajaro y Aiko y tres hongos endomicorrizicos: *Glomus epigaeum*, *Glomus macrocarpum* y *Glomus* sp. CPH-23

3. Efecto de la endomicorriza (V-A) en la fase de propagación vegetativa por estolones en el cultivar Tioga cultivado *in vitro*. Este experimento fue planteado para establecer la comparación entre tratamientos de inoculación con endomicorriza y adición de ácido giberélico, ya que éste último es un regulador de crecimiento que favorece la formación de estolones.

Plantas de fresa que fueron establecidas e inoculadas en invernadero fueron transplantadas a macetas de 3 kg para estimular el crecimiento y formación de estolones. Los estolones producidos se sembraron en charolas sin desprenderlos de la maceta original (Fig. 7).

Se realizó el mismo procedimiento con plantas inoculadas y establecidas en invernadero, a los 45 y 60 días de transplantadas se les adicionó por aspersión 50 ppm de ácido giberélico para tomar este tratamiento como una combinación de ácido giberélico y micorrización (Fig. 7). Los estolones que se formaron se sembraron sin desprenderlos de la maceta original en charolas.

Plantas sin inocular y bajo las mismas condiciones de invernadero que las anteriores fueron transplantadas a macetas de 3 kg y sus estolones emergidos fueron sembrados en charolas sin desprenderlos de la maceta original (Testigos absolutos).



Fig! 7 DISEÑO UTILIZADO PARA EVALUAR EL EFECTO DE LA INOCULACION EN LA ETAPA DE PROPAGACION VEGETATIVA POR ESTOLONES EN EL CULTIVAR TIOGA.



Plantas sin inocular y bajo las mismas condiciones de invernadero que los tratamientos anteriores fueron transplantadas a macetas de 3 Kg y asperjadas con 50 ppm con ácido giberélico a los 45 y 60 días después de transplantadas, sus estolones emergidos fueron sembrados en charolas este tratamiento representa testigos de efecto de ácido giberélico.

La evaluación se realizó tomando en cuenta los efectos en macetas (fase inicial) y efectos en charolas (fase final), los parámetros fueron, altura de plantas, peso seco, número, longitud y diámetro de estolones, porcentajes de colonización.

El diseño empleado fue completamente al azar con 6 repeticiones en la etapa inicial y con 3 repeticiones en la etapa final, el cultivar ensayado fue el Tioga y el hongo endomicorrizico fue *Glomus* sp, CPH-23 seleccionados en el ensayo anterior.

#### 4. Determinación de la concentración óptima de dos fungicidas en la simbiosis planta de fresa micropropagada (Cultivar Tioga)-Endomicorriza.

La siembra de las plantas de fresa cultivadas *in vitro* se realizó llenando macetas de 250 g con sustrato esterilizado (por tres horas a  $1.3 \text{ kg/cm}^2$ ) hasta 5 cm por debajo del borde final de la maceta y se colocó el inóculo (5 g de suelo con esporas y 5 g de raíces micorrizadas) se procedió a llenar la maceta y a colocar la planta de fresa. Se regó a capacidad de campo con cada una de las concentraciones previamente preparadas de ambos fungicidas, las macetas se cubrieron con bolsas de polietileno que permanecieron por tres semanas y después se quitaron paulatinamente para quedar libres de ellas y quedar bajo condiciones naturales.

La evaluación del efecto de fungicida se realizó tomando en cuenta altura de las plantas, pesos secos, el número, longitud y diámetro de estolones primarios y totales (secundarios y terciarios), los porcentajes de colonización y cuantificación de esporas.

El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento, empleando dos hongos endomicorrícicos; *Glomus macrocarpum* y *Glomus* sp. CPH-23 en el cultivar Tioga. Los fungicidas ensayados fueron el captan en concentraciones de 0, 6, 12, 24, 36, 48 y 60 ppm y el tecto en concentraciones de 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 ppm.

5. Efecto de la endomicorriza (V-A) en la etapa de establecimiento en vivero en plantas de fresa provenientes del cultivo *in vitro*.

Las plantas micropropagadas inoculadas y no inoculadas que pasaron por la fase de invernadero y que permanecieron por tres meses para crecer vegetativamente fueron transplantadas bajo condiciones de vivero en cajonetas de 0.40 x 0.80 m<sup>2</sup> y 0.4 m de profundidad (fig. 8).

Riegos de dos veces a la semana fueron realizados, las variables de respuesta contempladas para este ensayo fueron: número de frutos, peso de frutos, sólidos totales (°Brix), pesos secos, porcentajes de colonización endomicorrícica.

El diseño empleado fue completamente al azar con cuatro repeticiones, utilizando cuatro cultivares de fresa (Tioga, Pajaro, Douglas y Aiko) y tres hongos endomicorrícicos *Glomus macrocarpum*, *Glomus epigaeum* y *Glomus* sp. CPH-23.

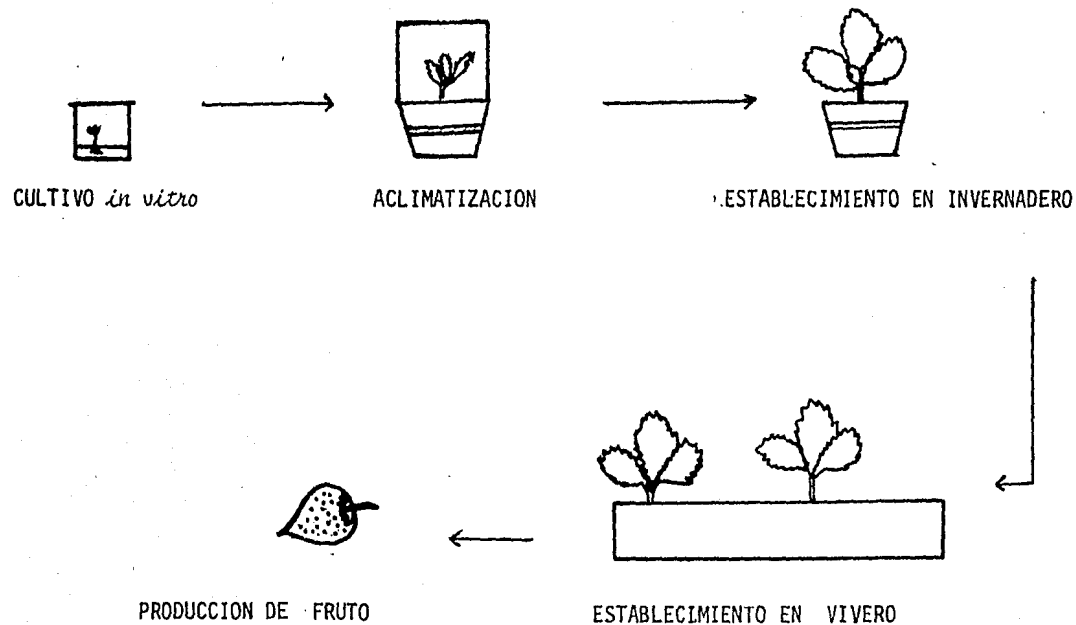


FIG. 8 DISEÑO UTILIZADO PARA EVALUAR EL EFECTO DE LA INOCULACION ENDOMICORRIZICA EN LA ETAPA DE ESTABLECIMIENTO EN VIVERO EN PLANTAS DE FRESÁ PROVENIENTES DEL CULTIVO *in vitro*.

## RESULTADOS Y DISCUSION.

Los resultados que se muestran a continuación están reportados - según las etapas de trabajo realizadas:

1. Efecto de tres especies de hongos endomicorrícicos en fresa proveniente del cultivo de tejidos en etapa de establecimiento en invernadero, empleando captan como fungida de protección radical.

En el cuadro 5 muestra la respuesta al incremento de altura y porcentaje de colonización de cuatro cultivares de fresa micropropagada a la inoculación con tres hongos endomicorrícicos en presencia y ausencia de fungicida, se aprecia que en los cultivares Douglas y Pajaro no hubo incremento de altura en las plantas testigo y en los cultivares Aiko y Tioga los testigos presentaron mínimos incrementos.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas (Apéndice B-1) en el incremento de altura entre plantas micorrizadas y no micorrizadas. El incremento logrado en la inoculación fue de 230% con *Glomus epigaeum*, 273% con *Glomus macrocarpum* y 341% con *Glomus* sp. CPH 23, promedios calculados con base en el testigo no inoculado (Fig. 9)

Los hongos endomicorrícicos empleados fueron efectivos para incrementar el crecimiento de plantas micropropagadas de fresa. Estos resultados son similares a los encontrados por Menge, 1976 y 1980 en cítricos y aguacate, obteniendo respuestas en crecimiento de 20-2600% y 49 a 254% para estos frutales respectivamente.

El cultivar Aiko dió como resultado un incremento de altura promedio de 4.2 cm, el cultivar Douglas de 3.6 cm, el cultivar Pajaro de 4.5 cm y el cultivar Tioga 5.6 cm al ser inoculados con cepas endomicorríficas, a diferencia de los testigos que dieron incrementos de altura

promedio de 1.8, 1.1, 1.6 y 1.4 cm respectivamente, existiendo significancia estadística mostrado en la fig. 10.

En la fig. 11 se muestra el efecto del uso de fungicida en cuatro cultivares de fresa sobre el incremento de altura, la mejor respuesta se presentó en el cultivar Tioga con *Glomus macrocarpum* en ausencia de captan. En todas las plantas testigo, el incremento de altura es mayor en ausencia de fungicida, respuestas similares fueron encontradas en plantas inoculadas, excepto en las simbiosis Douglas-*Glomus* sp. CPH-23 y Pajaro-*Glomus macrocarpum*. En el caso de *Glomus epigaeum* el comportamiento fue variable, con los cultivares Pajaro y Aiko el incremento de altura fue menor que los cultivares Tioga y Douglas, todo esto en ausencia de captan.

Por el uso de fungicida se encontraron diferencias significativas (fig. 12) en el incremento de altura de los cultivares inoculados el valor fue de 2.65 cm y los testigos de 0.57 cm, en cambio cuando el captan no se adicionó el valor fue de 4.84 cm para plantas inoculadas y 4.18 cm para plantas testigo.

Se encontraron diferencias de respuesta entre hongos endomicorrícos y cultivares de fresa, Daft (1975) menciona que el efecto de éstos está basado en la relación huésped-hongo endomicorrícico.

Con lo que se refiere a la formación de estolones, *Glomus* sp. - CPH-23 fue el hongo endomicorrícico que estimuló la formación de éstos en tres cultivares se observaron diferencias estadísticamente significativas (apéndice B-2) en la longitud de estolones, (Cuadro 6)

En los cultivares Aiko y Tioga en ausencia del captan, se observaron los mejores resultados, no presentándose respuesta en plantas testigo y plantas inoculadas con *Glomus macrocarpum* y *Glomus epigaeum* (Fig. 13), la importancia de este resultado radica en que la formación de estolones en fresa representa la base vegetativa de su reproducción, factor importante en la producción masiva de plantas.

En la Fig. 14 se muestran los porcentajes de colonización en los cuatro cultivares con tres cepas de hongos endomicorrícicos, encontrándose los mayores porcentajes en las interacciones Aiko-*Glomus epigaeum*, Pajaro-*Glomus* sp. CPH-23 y Tioga-*Glomus* sp. CPH-23 en ausencia de captan. Se encuentran diferencias de respuesta entre los hongos - *Glomus* sp. CPH-23 presenta mayores porcentajes de colonización en ausencia de captan excepto con el cultivar Douglas, *Glomus macrocarpum* - en algunos casos (estableciendo simbiosis con Douglas y Pajaro estando el captan presente y con el cultivar Aiko con y sin fungicida) muestra porcentajes de colonización de cero o muy bajos porcentajes debido tal vez a un escape de la colonización inicial y presentándose ésta muy retrasada comparándola con las otras interacciones.

En la Fig. 15 se observan los porcentajes de colonización del cultivo de fresa promedio de todos los cultivares y el efecto del uso de fungicida. Todos los hongos presentaron menor colonización de raíces en presencia de fungicida, siendo sólo estadísticamente diferente en el caso de *Glomus epigaeum*.

El número de esporas producidas en 150 g de suelo es mostrado en la Fig. 16, obteniendo los valores máximos en las simbiosis Aiko-*Glomus epigaeum*, Douglas-*Glomus* sp. CPH-23 y Tioga-*Glomus macrocarpum* en presencia de fungicida. En el caso de *Glomus* sp. CPH-23 y *Glomus macrocarpum* presentaron mayor producción de esporas en aquellos tratamientos donde los porcentajes de colonización fueron mayores, pero con *Glomus epigaeum* presentó menor producción de esporas y mayor porcentaje de colonización todos estos resultados en ausencia de captan. Con base en esto el comportamiento de los hongos es diferente en cuanto a la relación establecida con su huésped, al parecer la presencia de captan influye en la formación de esporas, consideradas como estructuras reproductoras y de resistencia con los dos primeros hongos endomicorrícicos, pero con *Glomus epigaeum* el comportamiento es diferente, en presencia de fungicida prefiere colonizar abundantemente las raíces que producir esporas.

Lo anterior está basado en que los fungicidas actúan selectivamente sobre algunos hongos del suelo y encontrándose diferencias entre géneros y especies de hongos endomicorrícicos en base a las características fisiológicas de cada uno de ellos (Trappe, 1984).

En resumen, se observaron diferencias en el incremento de altura, formación de estolones, porcentajes de colonización entre los diferentes hongos endomicorrícicos y cultivares e influencias por el uso de captan, presentando este último efecto tanto a las plantas (sobre el crecimiento, formación de estolones) y sobre el hongo (colonización endomicorrícica y formación de esporas). Skipper (1979) reporta diferencias en las variables de respuesta evaluadas al realizar combinaciones entre cinco cepas endomicorrícicas y cuatro cultivares de soya.

y Ocampo (1980) valoró el efecto de fungicidas sobre la micorriza bajo condiciones de campo, concluyendo que puede tener potencial contra peso el uso; especialmente en la población endomicorrícica.



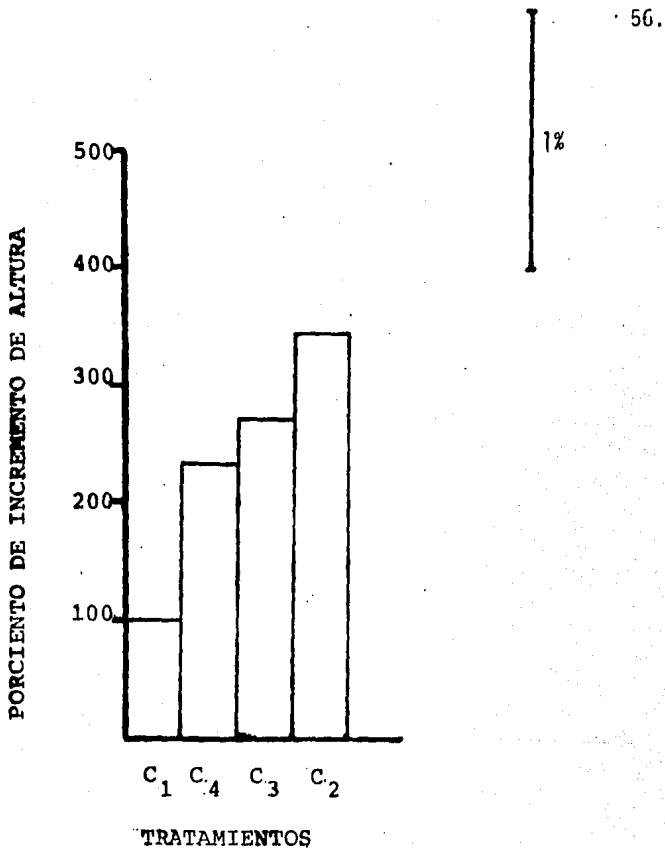
CUADRO 5. RESPUESTA DE CUATRO CULTIVARES DE FRESA MICROPROPAGADA A LA INOCULACION CON HONGOS ENDOMICORRICICOS.

CULTIVAR	INOCULO	INCREMENTO DE ALTURA*		PORCENTAJE DE COLONIZACION**	
		CON CAPTAN	SIN CAPTAN	CON CAPTAN	SIN CAPTAN
		(cm)			
AIKO	<i>Glomus epigaeum</i>	4.5abcdef	3.5 bcdef	46.5 bc	62.9a
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	6.8a	6.3ab	49.5abc	53.7ab
	<i>Glomus macrocarpum</i>	2.3 cdef	5.6abc	0.0	0.0
	Testigo	1.6 ef	3.0 bcdef	0.0	0.0
DOUGLAS	<i>Glomus epigaeum</i>	1.1 f	3.4 bcdef	35.5 bcd	52.5ab
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	5.9ab	5.0abcde	54.0ab	44.8 bc
	<i>Glomus macrocarpum</i>	3.7 bcdef	3.3 bcdf	0.0	0.0
	Testigo	0.0	2.4 cdef	0.0	0.0
PAJARO	<i>Glomus epigaeum</i>	4.2abcdef	3.7abcdef	22.5 cd	43.7 bc
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	5.7abc	5.2abcde	46.6 bc	57.9a
	<i>Glomus macrocarpum</i>	4.5abcdef	4.0abcdef	0.0	0.0
	Testigo	0.0	3.4 bcdef	0.0	0.0
TIOGA	<i>Glomus epigaeum</i>	3.8abcdef	5.3abcd	24.2 cd	36.1 bcd
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	6.5a	5.4abcd	50.1abc	64.4a
	<i>Glomus macrocarpum</i>	5.1abcde	7.4a	5.0 e	21.9 cd
	Testigo	1.0 f	1.8 def	0.0	0.0

\*Prueba de comparación de medias DSH 5%= 3.70 cm

\*\*Prueba de comparación de medias DSH 1%= 15.43%

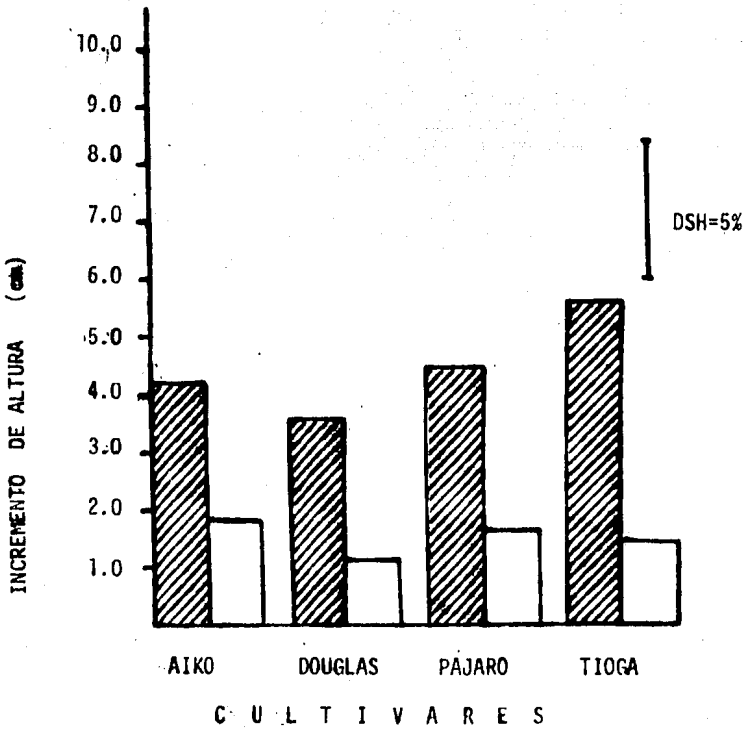
Las cifras con letras idénticas son estadísticamente iguales.



- C<sub>1</sub> = Testigo
- C<sub>2</sub> = *Glomus* sp. CPH-23
- C<sub>3</sub> = *Glomus macrocarpum*
- C<sub>4</sub> = *Glomus epigaeum*

FIG. 9 INCREMENTO DE ALTURA CON BASE EN EL TESTIGO EN PLANTAS MICORRIZADAS Y NO MICORRIZADAS.

Prueba de comparación de medias DSH 1% = 22.9%





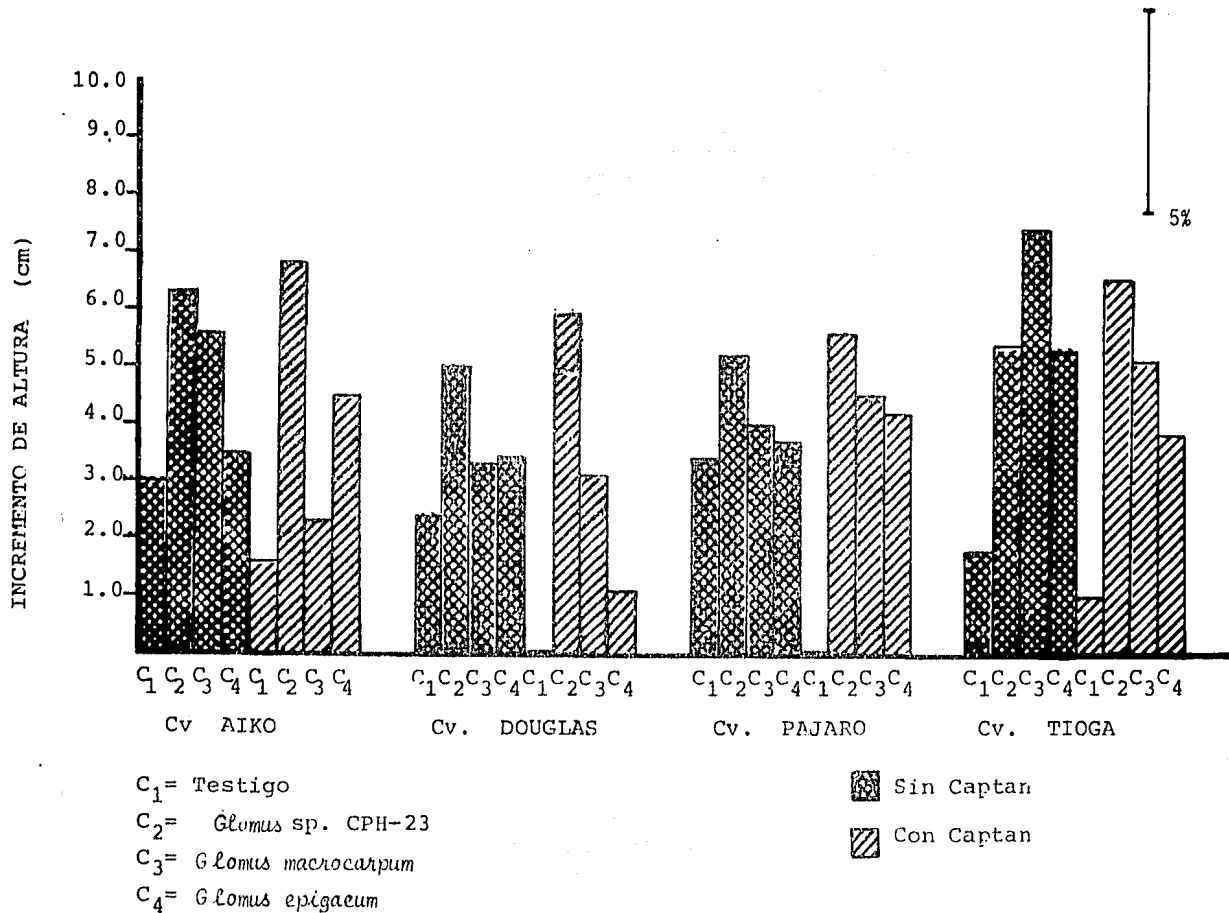
 INOCULADAS  
 NO INOCULADAS

FIG. 10 EFECTO DE LA INOCULACION ENDOMICORRIZICA SOBRE EL INCREMENTO DE ALTURA DE CUATRO CULTIVARES DE FRESA MICROPROPAGADA.

Prueba de comparación de medias DSH 5%=2.4 cm



Prueba de comparación de medias DSH 5% 3.7 cm

FIG. 11 EFECTO DEL USO DE CAPTAN SOBRE EL INCREMENTO DE ALTURA EN CUATRO CULTIVARES DE FRESA MICROPROPAGADA

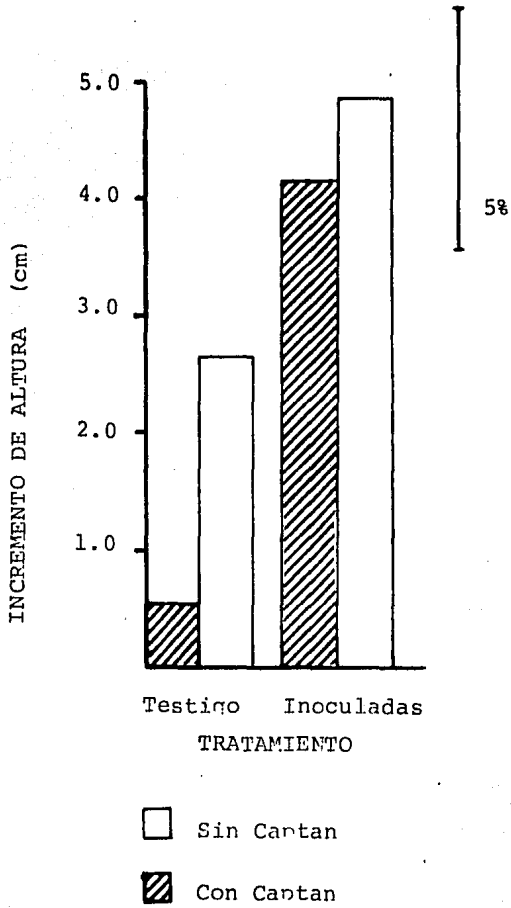


FIG. 12 EFECTO DEL USO DE CAPTAN EN EL INCREMENTO DE ALTURA EN PLANTAS DE FRESA MICORRIZADAS Y NO MICORRIZADAS.

Prueba de comparación de medias DSH  $5\% = 2.2$  cm

**CUADRO 6. RESPUESTA DE LOS CULTIVARES DE FRESA MICROPROPAGADA A LA PRODUCCION DE ESTOLONES POR LA INOCULACION CON HONGOS - ENDOMICORRICICOS.**

CULTIVAR	TRATAMIENTO		LONGITUD DEL ESTOLON (cm)**
AIKO	Testigo	con captan	0.0
		sin captan	0.0
	Inoculado*	con captan	0.0
		sin captan	17.6 b
DOUGLAS	Testigo	con captan	0.0
		sin captan	0.0
	Inoculado*	con captan	0.0
		sin captan	0.0
PAJARO	Testigo	con captan	0.0
		sin captan	0.0
	Inoculado*	con captan	12.5 bc
		sin captan	12.9 bc
TIOGA	Testigo	con captan	0.0
		sin captan	0.0
	Inoculado*	con captan	4.7 d
		sin captan	31.6a

\*Inoculado con *Glomus* sp. CPH-23, ningún tratamiento inoculado con las otras cepas endomicorrizicas formó estolones.

\*\* Prueba de comparación de medias DSH 5%=6.7

Las cifras con letras idénticas son estadísticamente iguales.

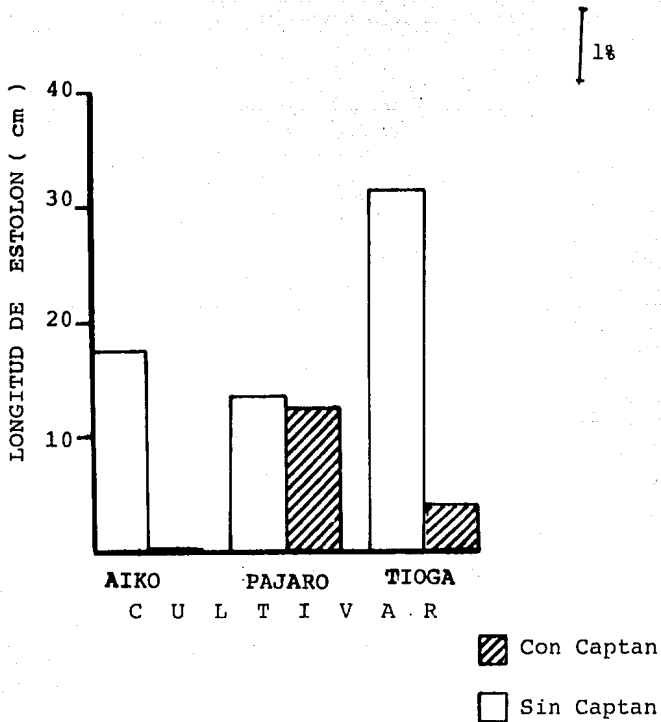
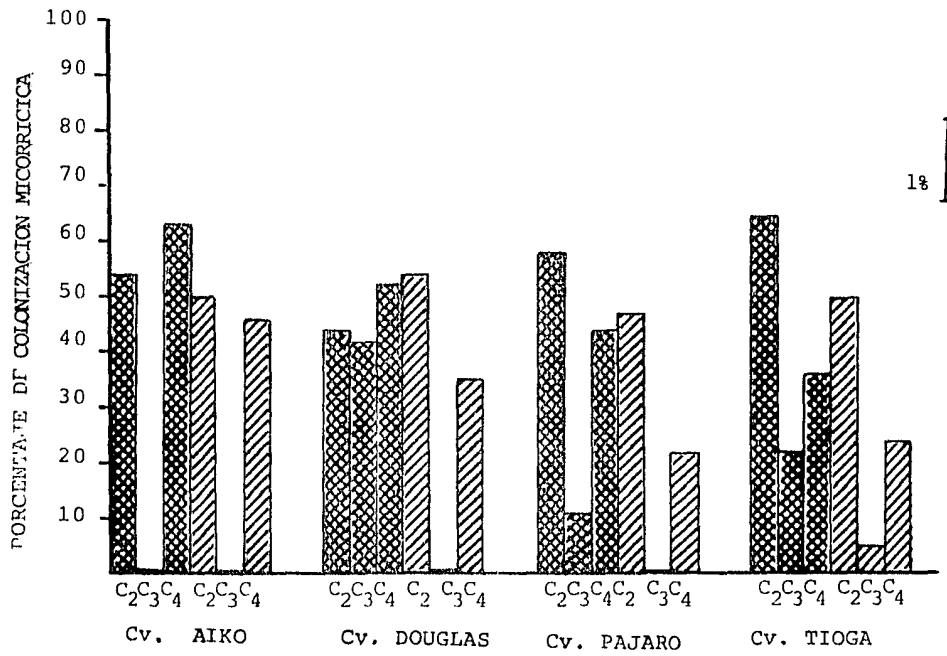


FIG. 13 RESPUESTA DE LA FRESA A LA PRODUCCION DE ESTOLONES DEBIDA A LA INOCULACION CON *Glomus* sp. (CPH-23).

\*EN LOS TESTIGOS NO HUBO PRODUCCION DE ESTOLONES AL IGUAL QUE AL INOCULAR CON LOS OTROS HONGOS ENDOMICORRICICOS.

Prueba de comparación de medias DSH  $1\% = 6.7$  cm



C<sub>2</sub> = *Glomus* sp. CPH-23

C<sub>3</sub> = *Glomus macrocarpum*

C<sub>4</sub> = *Glomus epigaeum*

▣ Sin Captan

▨ Con Captan

Prueba de comparación de medias DSH  $1\% = 15.1\%$

FIG. 14 EFECTO DEL USO DE CAPTAN EN EL PORCENTAJE DE COLONIZACION ENDOMICORRIZICA EN CUATRO CULTIVARES DE FRISA MICROPROPAGADOS.



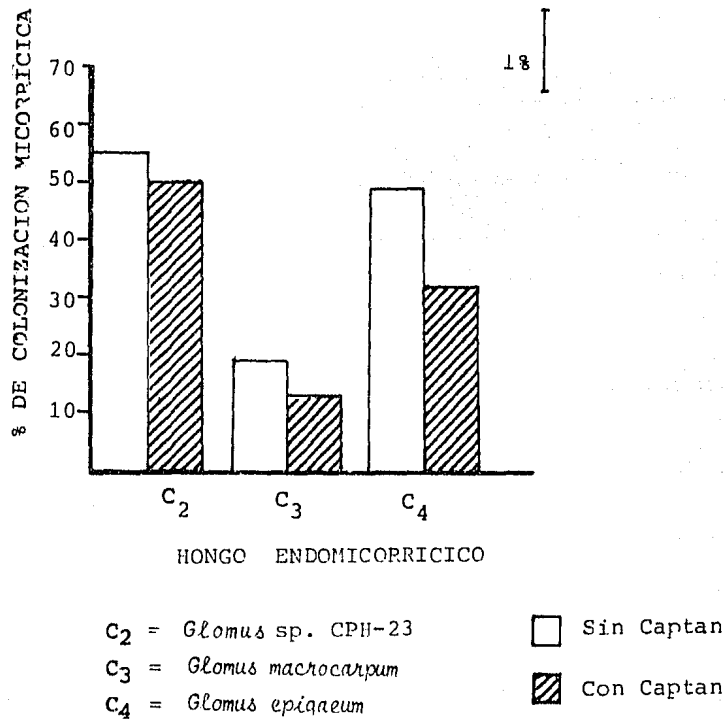


FIG. 15 EFECTO DEL USO DE CAPTAN SOBRE LA COLONIZACION ENDOMICORRIZICA EN PLANTAS MICORRIZADAS DE FRESA.

Prueba de comparación de medias DSH 1% = 15.1%

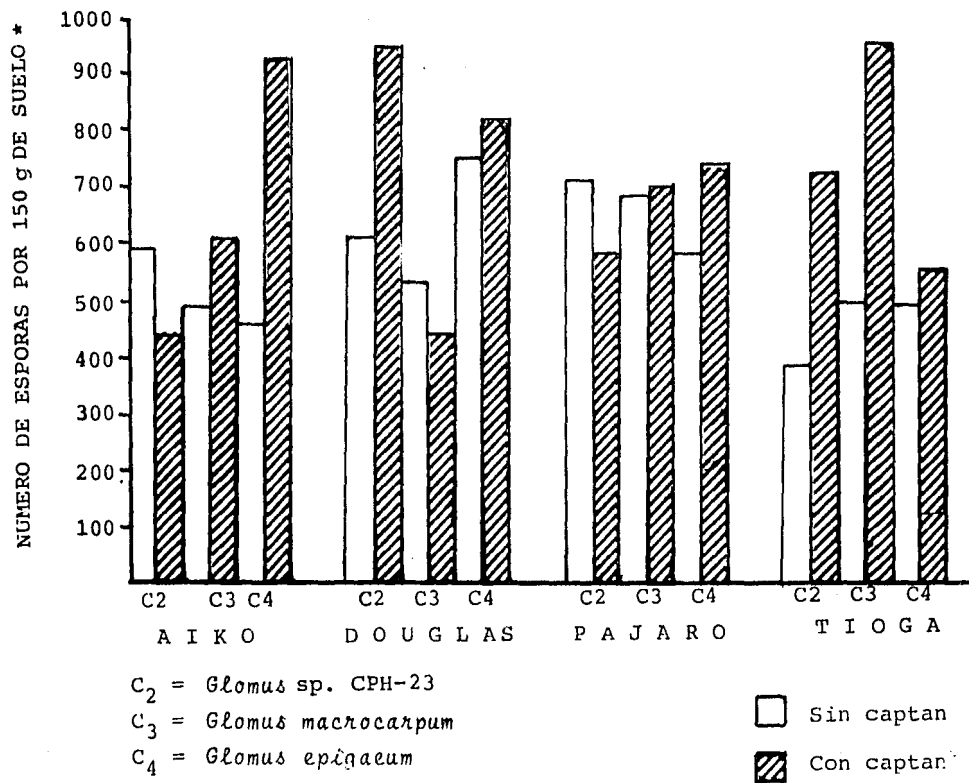


FIG. 16 EFECTO DEL CAPTAN SOBRE LA PRODUCCION DE ESPORAS EN 4 CULTIVARES DE FRESA INOCULADAS CON 3 HONGOS ENDOMICORRICICOS

\* Muestra total cuantificada proveniente de 3 repeticiones ( $\bar{x}$ )

## 2. Efecto de la endomicorriza (V-A) en la etapa de propagación vegetativa por estolones en el cultivar Tioga cultivado *in vitro*.

Los resultados se discutirán en dos etapas: la primera para observar el mejor tratamiento basándose en las respuestas observadas en plantas primarias (fase inicial) y posteriormente el efecto de la inoculación en charolas (fase final).

En la Fig. 17 observamos las respuestas obtenidas por la inoculación endomicorríca en comparación con la adición de ácido giberélico. La Fig. 17a) muestra que plantas inoculadas con *Glomus* sp. CPH-23 tuvieron un mayor incremento de altura estadísticamente significativa (Apéndice B-4) en comparación con los demás tratamientos, la Fig. 17b) muestra el mismo modelo de la producción de peso seco, también con diferencias significativas (Apéndice B-5), en la Fig. 17 c) están representados los porcentajes de colonización micorríca, en cada uno de los tratamientos.

El número de estolones primarios fue mayor en el tratamiento combinado de micorriza y ácido giberélico (Fig. 18a), pero no mostrando diferencias estadísticamente significativas (Apéndice B-6). El diámetro de estolones fue mayor en tratamientos por separado de micorriza y ácido giberélico, pero la longitud de estos fue mayor con el uso sólo de ácido giberélico, estos resultados son mostrados en las Fig. 18b y 18c) no mostrando diferencias estadísticamente significativas (Apéndice B-7 y B-8).

Algunas giberelinas y en particular el ácido giberélico provocan una inducción para mayor actividad en el compartamiento vegetativo de la fresa; elongación de tallos, incremento de crecimiento vegetativo, pero en esta fase inicial no se observaron tales erectos.

La presencia de mayor número de estolones en el tratamiento combinado de ácido giberélico y endomicorriza, nos hace pensar que existe un sinergismo entre el micobionte y la hormona reguladora de crecimiento.

Para evaluar el efecto de la inoculación en charolas (fase final) se evaluaron separadamente las respuestas en base a los parámetros de la Fig. 19.

En el cuadro 7 nos resume el número de plantas, número, longitud y diámetro de estolones formados en cada uno de los tratamientos. La altura de las plantas secundarias presentaron diferentes respuestas estadísticamente significativas entre tratamientos (Apéndice B-9), presentándose la mayor respuesta en charola no inoculada proveniente de la maceta inoculada con *Glomus* sp. CPH-23 (fase inicial) con un valor de 23.1 cm. Aparentemente la doble inoculación, en maceta (fase inicial) y en charola (fase final) provocan una menor respuesta en la altura de las plantas, obsérvese tratamientos inoculado y el tratamiento combinado de inoculación con ácido giberélico, posiblemente debido a una competencia del huésped y del hongo por los nutrientes presentes en el suelo, ya que la planta madre o primaria (en maceta) provee de la energía necesaria para el desarrollo inicial de las plantas hijas (en charolas), pero el hongo endomicorrízico en ambas fases está absorbiendo nutrientes necesarios para su desarrollo, y ya se ha comprobado que cuando los hongos endomicorrízicos se encuentran en condiciones adversas de nutrientes, sustancias tóxicas, temperatura, luz, etc. tienen un comportamiento parasitario (Chilvers, 1982)

Con lo que se refiere a número, longitud y diámetro de estolones secundarios, no se encontraron diferencias estadísticas (Apéndice B-11 y B-12), las diferencias numéricas indican que el mayor número de es-

tolones se presentó en el tratamiento de la combinación de ácido giberélico y micorriza, las máximas longitudes de estolones se presentaron en los tratamientos provenientes de macetas inoculadas. El diámetro de los estolones fue muy similar en cada uno de los tratamientos, los mínimos valores se encontraron en los tratamientos provenientes de macetas con adición de ácido giberélico.

Los parámetros terciarios no mostraron efectos diferentes estadísticamente significativos (apéndice B-13, B-14, B-15 y B-16), sin embargo se encontraron diferencias numéricas en la altura de plantas terciarias nuevamente en charolas no inoculadas provenientes de la fase inicial del tratamiento con *Glomus* sp. CPH-23 (16.6 cm) cumpliéndose el mismo patrón que en la altura de plantas secundarias, cuando existe doble inoculación (en macetas y charolas) la respuesta disminuye (12.2 cm) y corroborando a esto también en el tratamiento combinado de micorriza y ácido giberélico, dando valores de 15.8 cm en inoculación en fase inicial y 8.1 cm en doble inoculación.

Diferencias estadísticamente no significativas fueron encontrados en los parámetros cuaternarios evaluados, (Apéndice B-18, B-19 y B-20) sin embargo, en los tratamientos donde se presenta la doble inoculación se tienen efectos negativos sobre el crecimiento de la planta hija (observar cuadro 7 respuestas de charolas que provienen de tratamientos iniciales con inoculación con *Glomus* sp. CPH-23 y la combinación de ácido giberélico y micorriza.

El número de estolones cuaternarios fue mayor en charolas inoculadas con *Glomus* sp. CPH-23 provenientes del tratamiento con ácido giberélico (fase inicial), observándose un sinergismo en este caso, entre el hongo y la hormona de crecimiento (4.3) , cuando la inoculación no se realizó el número de estolones fue menor (1.0).

En las charolas sin inocular provenientes de macetas inoculadas - con *Glomus* sp. CPH-23 (fase inicial) dieron como resultado una mayor - longitud de estolones formados (36 cm) aunque sólo se formaron 2.5 estolones por maceta, esto nos indica que por el crecimiento longitudinal de los estolones se inhibió el número de estos.

En las plantas quinarias no se presentaron diferencias significativas (Apéndice B-21), pero en charolas no inoculadas provenientes de plantas inoculadas se observaron los mejores resultados. El número de estolones quinarios si mostró diferencias estadísticas (Apéndice B-22) en las charolas de plantas provenientes en su fase inicial de macetas inoculadas (micorrizadas, ácido giberélico + micorriza). En los Apéndice B-23 y B-24 se reportan los análisis de varianza del diámetro y - longitud de estolones, no siendo significativos.

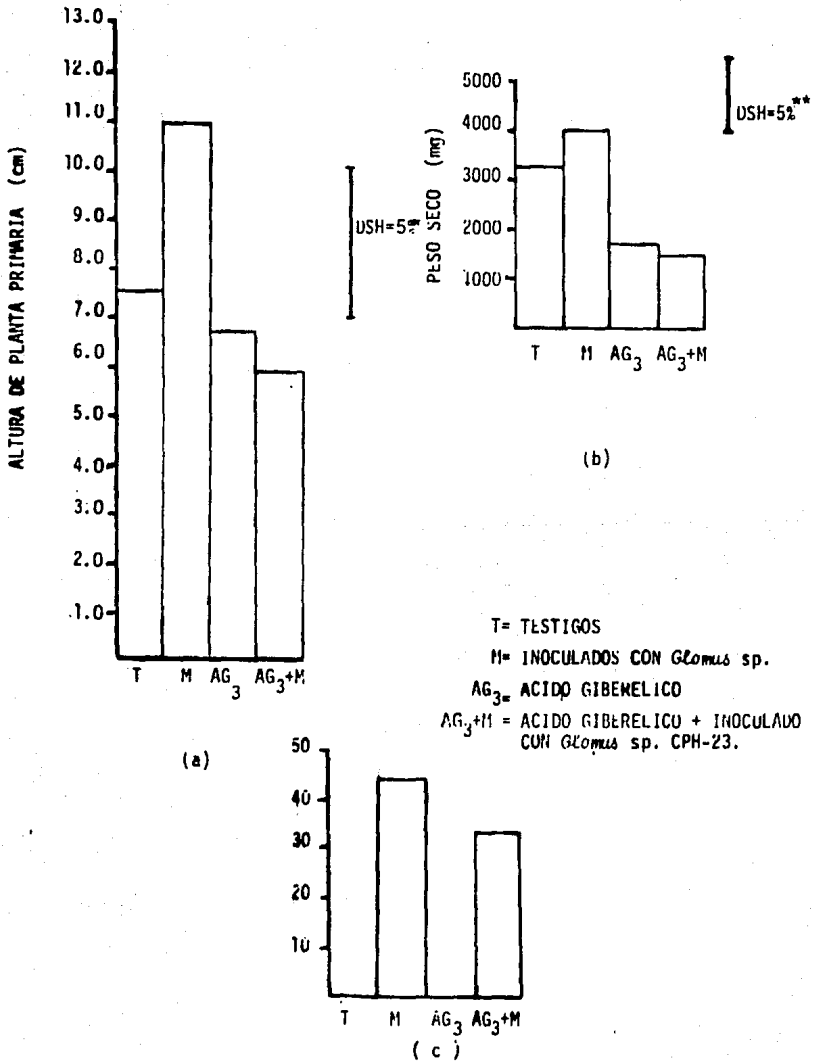
Sólo en charolas no inoculadas provenientes de macetas inoculadas presentaron plantas de 6° orden, no mostrando diferencias significativas (Apéndice B-25). Al realizar un análisis de varianza del número, longitud, diámetro de estolones totales (suma de todos) sólo éste último - mostró diferencias estadísticas, 2.1 mm para estolones provenientes de plantas inoculadas (Apéndice 26,27 y 28).

Todos estos resultados nos hacen pensar que cada una de las respuestas de estos tratamientos está muy influenciado por la presencia - de la micorriza: La inoculación sólo en la fase inicial o sólo en la - fase final tiene efectos benéficos sobre la mayor altura de la planta secundaria, terciaria, cuaternaria, quinaria y de sexto grado y también sobre la longitud de estolones. La interacción del ácido giberélico con inoculación en la fase inicial o final incrementa la respuesta a una ma yor formación de estolones.

La doble inoculación (fase inicial y final) tiene efectos negativos en algunos parámetros evaluados, sobre todo en la altura de las plantas hijas.

En el cuadro 8 está reportado la producción de peso seco y los porcentajes de colonización. No se encontraron diferencias estadísticas en la producción de peso seco (Apéndice B-29), observándose la mayor producción en charolas no inoculadas provenientes del tratamiento combinado de ácido giberélico y micorriza. Aquí también se observa el efecto negativo de la doble inoculación. Los porcentajes de colonización fueron muy similares en las charolas en cada tratamiento.

Ayitia (1981) menciona que aplicaciones quincenales de ácido giberélico (100 ppm) en el cultivar Tioga dan como resultado una mayor formación de plantas, número de estolones, comparándolos con testigos sin ácido giberélico, similares resultados se han resumido hasta este momento, pero cuando se comparan con plantas inoculadas éstos últimos sobrepasan tales efectos y se incrementan aún más con la combinación de estos dos factores (hormona de crecimiento y micorriza).

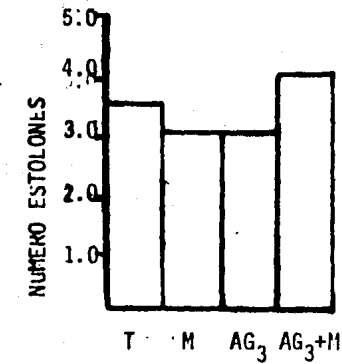


Prueba de comparación de medias DSH 5:\*= 3.07 cm  
USH 5:\*\*\*= 1576.0 mg

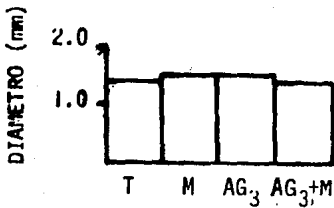
FIG. 17 EFECTO DE LA INOCULACION ENDOMICORRIZICA SOBRE LA ALTURA DE PLANTAS (a), PRODUCCION DE PESO SECO (b) y COLONIZACION ENDOMICORRIZICA (c).



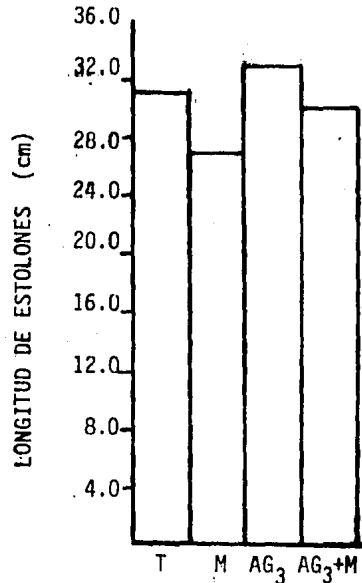
T= Testigos

M= Inoculados con *Glomus* sp. CPH-23AG<sub>3</sub>\* Acido giberélicoAG<sub>3</sub>+ M= Ac. giberélico e inoculación con *Glomus* sp. CPH-23.

(a)



(b)



(c)

FIG. 18. RESPUESTA A LA INOCULACION ENDOMICORRIZICA SOBRE EL NUMERO DE ESTOLONES (a), DIAMETRO DE ESTOLONES (b) y LONGITUD DE ESTOLONES (c) DE ORIGEN PRIMARIO.

PRIMARIA

SECUNDARIA

TERCIARIA

CUATERNARIA...

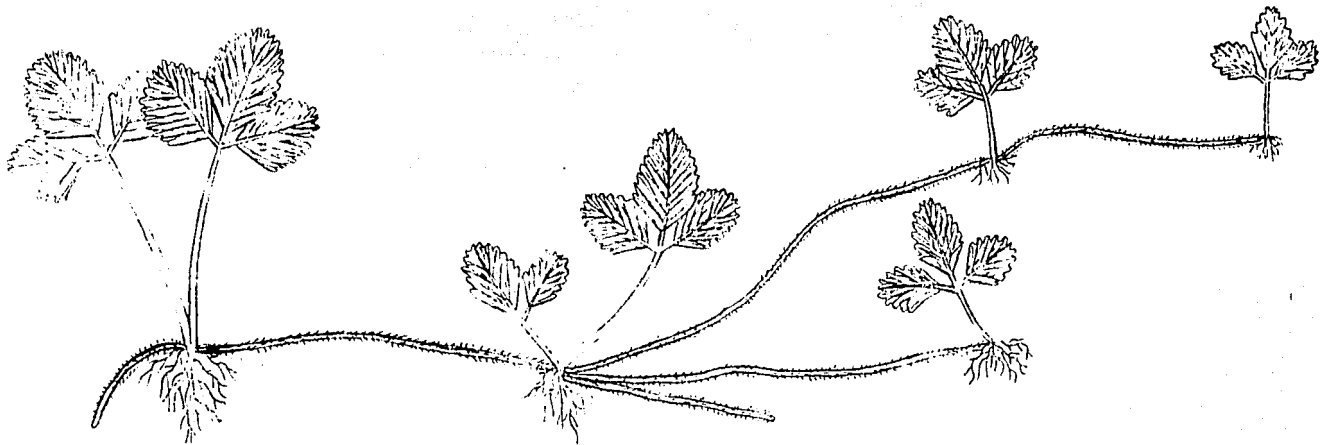


FIG. 19 CLASIFICACION DE PLANTAS Y ESTOLONES DE FRESA CUANDO SE PROPAGAN ASEXUALMENTE. SIENDO ESTOS PRIMARIOS, SECUNDARIOS, TERCARIOS, CUATERNARIOS, QUINARIOS, ETC.

CUADRO 7. EFECTO DE LA INOCULACION ENDOHIGROSCOPICA SOBRE LA FORMACION DE PLANTAS Y ESTOLONES.

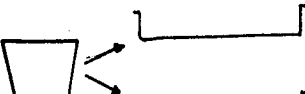

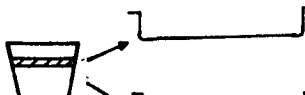

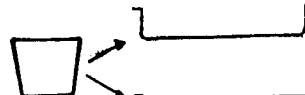
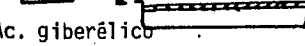
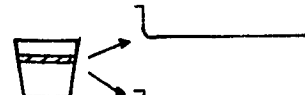
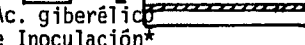
FASE FINAL	TRATAMIENTO **	SECUNDARIOS				TERCIARIAS				CUATERNARIOS				QUINARIOS				6**				T O T A L E S			
		altura planta (cm)*	Número estolones	Longitud estolones (cm)	diámetro estolones (mm)	altura planta (cm)	Número estolones	longitud estolones (cm)	diámetro estolones (mm)	altura planta (cm)	número estolones	longitud estolones (cm)	diámetro estolones (mm)	altura plantas (cm)	número estolones **	Longitud estolones (cm)	diámetro estolones (mm)	altura plantas (cm)	Número estolones	Longitud estolones (cm)	diámetro estolones (mm)***				
Testigos absolutos	No inoculado	14.9 bc	3.3	29.19	1.9	13.6	2.6	21.85	1.5	7.9	2.0	21.1	1.2	3.54	0.3 b	16.6	0.5	0.0	8.3	35.96	1.9ab				
	Inoculado	13.5 bc	5.0	35.60	1.9	11.5	3.0	36.19	1.8	4.8	0.3	10.5	0.6	4.86	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	27.04	1.8ab				
Inoculado con <i>Gloamus</i> sp. CPH-23	No inoculado	23.1 a	2.5	48.33	1.9	16.6	2.0	30.85	2.3	10.9	2.5	36.0	2.2	6.50	0.5a	19.1	1.0	6.5	4.5	32.61	1.8ab				
	Inoculado	18.8 ab	2.5	48.42	1.8	12.2	2.0	34.95	1.8	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	34.02	2.1a				
Acido giberélico	No inoculado	15.8 bc	4.6	35.70	1.8	12.0	4.3	33.30	1.5	9.6	1.0	8.9	0.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	28.19	1.3 b				
	Inoculado	17.0abc	4.0	32.08	1.4	12.8	4.0	29.36	1.4	7.9	4.3	23.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	34.12	1.6ab				
Ac. giberélico e inoculado con <i>Gloamus</i> sp.	No inoculado	18.3ab	8.2	41.72	1.6	15.8	3.0	32.00	1.6	5.8	1.5	17.1	0.7	5.45	1.0a	23.9	0.8	5.4	11.0	32.00	1.5ab				
	Inoculado	11.1 c	9.0	30.82	1.9	8.1	3.0	27.70	1.9	2.0	1.0	9.8	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	26.70	1.7ab				

Prueba de comparación de medias \* DSH S= 6.19  
 \*\* DSH S= 0.69  
 \*\*\* DSH S= 0.75

\*\*Inoculados con *Gloamus* sp. CPH-23  
 \*Estolón de sexto grado

Las cifras con letras idénticas son estadísticamente iguales.

CUADRO 8. EFECTO DE LA INOCULACION ENDOMICORRIZICA SOBRE LA PRODUCCION DE PESO SECO EN LA FASE FINAL DE PROPAGACION VEGETATIVA DEL CULTIVAR TIOGA.

	Fase final	Peso seco / charola (g)	Porcentaje de colonización por charola (%)
Testigos	 No inoculada	12.7	0.0
	 *Inoculada	13.5	37.48
Inoculadas*	 No inoculada	12.0	0.0
	 *Inoculada	12.0	38.75
Ac. giberélico	 No inoculada	14.2	0.0
	 *Inoculada	12.4	35.60
Ac. giberélico e Inoculación*	 No inoculada	17.3	0.0
	 *Inoculada	9.4	30.53

\*Inoculadas con *Glomus* sp. CPH-23

3. Determinación de la concentración óptima de dos fungicidas en la simbiosis planta de fresa micropropagada (cultivar Tioga)-endomycorriza (V-A) (*Glomus macrocarpum* y *Glomus* sp. CPH-23).

Las plantas micorrizadas se vieron afectadas en diferente grado por los niveles de fungicida empleados. En la Fig. 20 se muestra que plantas inoculadas empleando captan presentaron menores incrementos de altura que plantas testigo. Plantas inoculadas con *Glomus* sp. CPH-23 se vieron afectadas seriamente en el incremento de altura a 48 ppm y a 24 ppm en el caso de *Glomus macrocarpum*. En todas las concentraciones de captan en plantas micorrizadas y testigo, los incrementos de altura fueron mayores a todos los tratamientos con tecto. (Apéndice B-30).

Al emplear tecto las plantas micorrizadas fueron más altas siempre que los testigos, los dos hongos endomicorrícicos se comportaron muy similarmente en los diferentes niveles utilizados, excepto a 30 ppm donde *Glomus macrocarpum* tuvo mayor incremento que *Glomus* sp. CPH-23, (Fig' 21).

En la fig. 22 se muestra la comparación realizada para ambos fungicidas sin contemplar la concentración en plantas inoculadas y testigo observándose muy poca diferencia entre tratamientos en lo que se refiere al incremento de altura.

Estudios realizados con *Glomus mosseae* y *Glomus etunicatum* probados con cuatro fungicidas (SMD,  $\text{NaN}_3$  y dos de más alto grado de EDB), encontraron que la altura fue significativamente menor que la altura de plantas inoculadas sin fungicidas (Nemec, 1979), estos resultados dependen en gran medida de la susceptibilidad del hongo endomicorrícico y de la toxicidad del fungicida utilizado.

La producción de peso seco aparece en la Fig. 23, donde se demuestran que los diferentes niveles de captan afectan en forma muy variable, debido posiblemente a factores extraños difíciles de determinar. El tratamiento con *Glomus macrocarpum* dió como respuesta una mayor producción de peso seco al aumentar la concentración de captan hasta tener un máximo a 30 ppm, en cambio *Glomus* sp. CPH-23 mostró tendencias variables, alcanzando mayores valores a 48 ppm. Efectos significativos entre tratamientos fueron encontrados (Apéndice B-31).

Plantas inoculadas con *Glomus* sp. CPH-23 en ausencia de captan, presentaron una mayor producción de peso seco; este resultado es efecto directo de la inoculación, Plenchette (1981) encontró en árboles de manzana inoculados un mayor peso seco con respecto a testigos no inoculados.

En la Fig. 24 se muestra la producción de peso seco empleando teo, las plantas micorrizadas tuvieron menor producción de peso seco que los testigos en todos los niveles de fungicida, excepto en *Glomus* sp. - CPH-23. El tratamiento inoculado con *Glomus macrocarpum* fue el más afectado con éste fungicida. Estos resultados nos hace pensar que plantas inoculadas crecieron más (altura), pero con menos folíolos, porque en estos tratamientos se presentaron mayores incrementos de altura pero menor peso seco, por lo que el fungicida probablemente afectó la fisiología del cultivar Tioga impidiendo mayor crecimiento vegetativo foliar pero no interfiriendo en su crecimiento.

En el cuadro 9 están reportados los resultados encontrados al analizar la formación de estolones primarios (número, longitud y diámetro) en cada uno de los tratamientos por el uso de captan, presentándose diferencias significativas sólo en el número de estolones (Apéndice B-32,

B-33 y B-34). El mayor número de estolones se presentó a 48 ppm en plantas inoculadas con *Glomus* sp. CPH-23, tres estolones por planta con respecto al testigo de 1.25, con éste mismo hongo la longitud de los estolones siempre fue mayor en todas las concentraciones de captan, excepto a 60 ppm, todos los testigos tuvieron menor diámetro de estolones en todo el rango de concentraciones utilizadas.

En el cuadro 10 se encuentran los resultados obtenidos al utilizar el tecto sobre la formación de estolones primarios (número, longitud y diámetro). En el caso de *Glomus* sp. CPH-23 no se ve afectado por los diferentes niveles y su capacidad de formar estolones se aumenta a 30 ppm, con *Glomus macrocarpum* se observa que los bajos niveles de fungicida - inhiben a este hongo pero al ir incrementándose hasta 20 ppm se ve favorecida su acción sobre la planta, en el testigo absoluto (sin fungicida y sin inocular) se observa una inhibición a partir de 5 ppm porque el número de estolones disminuye a partir de ésta concentración.

Las plantas de fresa tienen la capacidad de formar estolones que si se enraizan darán origen a nuevas plantas, una forma de reproducción asexual, en la Fig. 19 se esquematiza la forma de clasificar éstos nuevos estolones y nuevas plantas, en base a éste esquema se analizaron - los parámetros de formación de estolones y plantas de origen secundario y terciario.

Se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas - en la altura de plantas secundarias (Apéndice B-35) observándose que el mejor tratamiento fue en plantas inoculadas con *Glomus* sp. CPH-23 con -- 48 ppm de captan (Cuadro 11) con una altura de 6.4 cm con respecto al - testigo de 1.2 cm, los efectos más drásticos por el uso de fungicida se presentaron con tecto con 30ppm tanto en plantas inoculadas con *Glomus* - *macrocarpum* (0.45 cm), con *Glomus* sp. CPH-23 (0.65 cm) y testigos (0.3cm) (cuadro 12).

La altura de plantas secundarias con el uso de tecto fue menor en comparación con captan en la mayoría de las concentraciones utilizadas.

El número, longitud y diámetro de estolones de origen secundario, no presentaron diferencias significativas (Apéndice B-36, B-37 y B-38) sin embargo con el uso de captan en la mayoría de las concentraciones hubo formación de estolones secundarios pero no en el caso del uso de tecto, que se presentaron hasta concentraciones de 10 ppm en plantas inoculadas (0.5 estolones por planta).

También el tecto tuvo efectos negativos en la longitud de estolones secundarios, siendo más pequeños al compararse cuando se utilizó captan, en plantas inoculadas la longitud y diámetro de estolones fue mayor que los estolones de plantas testigo.

En la Fig. 25 los porcentajes de colonización de plantas micorrizadas en presencia de fungicidas son presentados para ambos hongos endomycorrizicos, encontrando diferencias significativas (Apéndice B-39) Los niveles de fungicidas al irse incrementando especialmente captan, *Glomus macrocarpum* incrementa sus porcentajes de colonización pero con *Glomus* sp. CPH-23 los porcentajes fluctuaron y a partir de 36 ppm disminuyeron. Los porcentajes de colonización en presencia de tecto son menores, *Glomus* sp. CPH-23 no se ve afectado por las diferentes concentraciones pero *Glomus macrocarpum* varía muy ampliamente en cada una.

El cuadro 13 representa el número de esporas cuantificadas en cada tratamiento, en el caso de *Glomus macrocarpum* produjo un mayor número de esporas con tecto que con captan. No así en el caso de *Glomus* sp. CPH-23 donde existen tendencias a los diferentes niveles de fungicida, los mayores valores se encontraron a 6 ppm (324 esporas/100g de suelo) y los mínimos a 15 ppm (786 esporas/100g de suelo) con captan y tecto respectivamente. En la Fig. 26 se muestra que *Glomus macrocarpum* se ve



más afectado en la formación de esporas con captan que con tecto y - *Glomus* sp. CPH-23 no muestra diferencias por ambos fungicidas.

En base a estos resultados se observa que hay una estrecha relación entre el huésped y hongo, por la diferencia encontrada entre hongos y fungicidas, Menge (1982) al trabajar con captan encuentra diferentes respuestas relacionadas a estos factores, en ocasiones reduce, incrementa o no afecta a los hongos reflejado en los porcentajes de -- colonización. Neisheim (1969) en estudios realizados con captan y maíz obtuvo un menor porcentaje de colonización con este mismo fungicida - pero en trigo, cebada y cítricos no se vió afectada (Jaláli, 1975; Bertoldi, 1977 y Timmer, 1978).

El efecto de fungicidas sobre estos hongos es difícil de separar de factores totalmente extraños que afectan la cantidad y tiempo de -- reintroducción de propágulos en suelo donde hay sido erradicados. La dificultad en entender como los pesticidas afectan el complejo sistema huésped-micobionte-medio ambiente es por la poca información sobre efectos fisiológicos entre fungicidas y hongos endomicorrícicos, esta información es básica y necesaria para empezar a formular hipótesis si es - que existe inhibición del ciclo respiratorio a nivel pared celular o - un retardo en el crecimiento hifal, prevención de la germinación de la espora.

Varios experimentos demuestran que la micorriza vesículo-arbuscular tiene un rango de sensibilidad a fumigantes, las diferencias se reflejan en el crecimiento de la planta, formación de estolones, peso seco, desarrollo directo sobre el hongo endomicorrícico como es la formación de clamidosporas, desarrollo micelial y vesículas.

Los resultados dependen en gran extensión de las propiedades como toxicidad, grado de volatilización, rapidez de difusión, método y fechas de aplicación, por lo que es importante tomar en cuenta estos factores y saber que la endomicorriza es un componente necesario de la mayoría de los sistemas de plantas y esto implica la utilización razonable de pesticidas para favorecer la asociación y no se vuelva ineficiente, siendo afectado el sistema productivo.

La persistencia es sin embargo otra variable que influencia la respuesta de los hongos endomicorrizicos-formación de micorriza y crecimiento del huésped (Norris, 1981). En base a toda la información obtenida y conocida se sugiere la aplicación de fungicidas a cultivos con endomicorriza a dosis bajas.

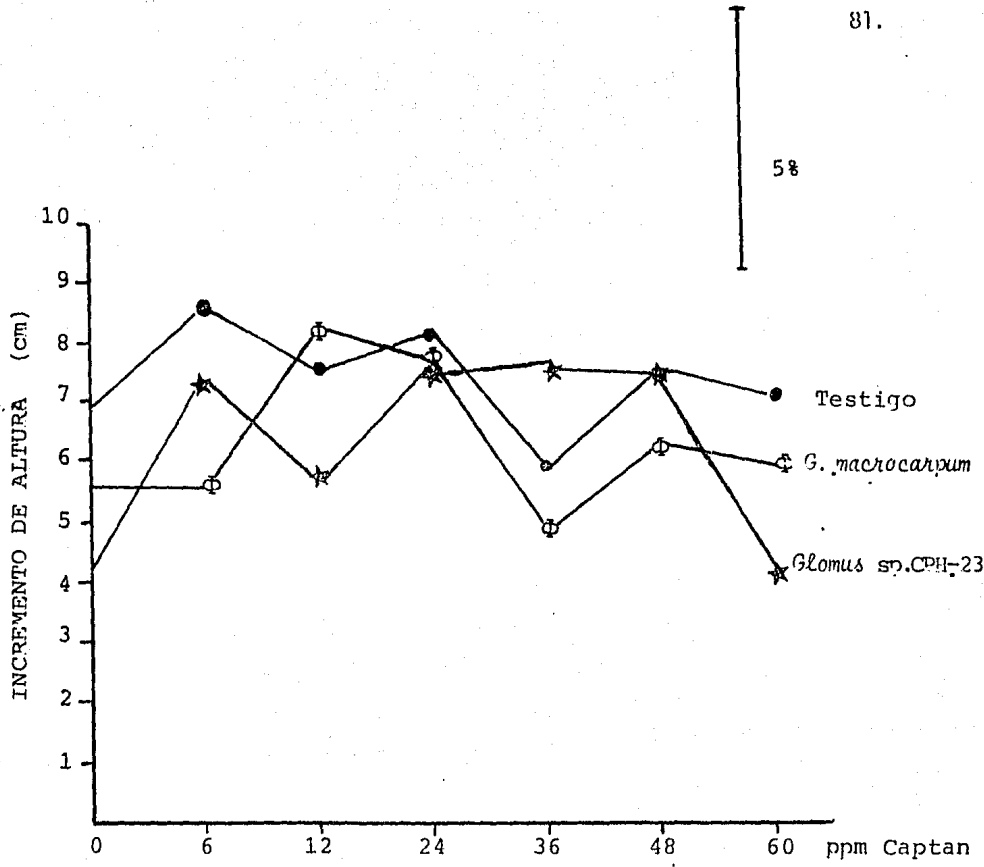


FIG. 20 EFECTO DE LA APLICACION DE CAPTAN SOBRE EL INCREMENTO DE ALTURA EN PLANTAS MICORRIZADAS.

Prueba de comparación de medias DSH 5%=4.4 cm

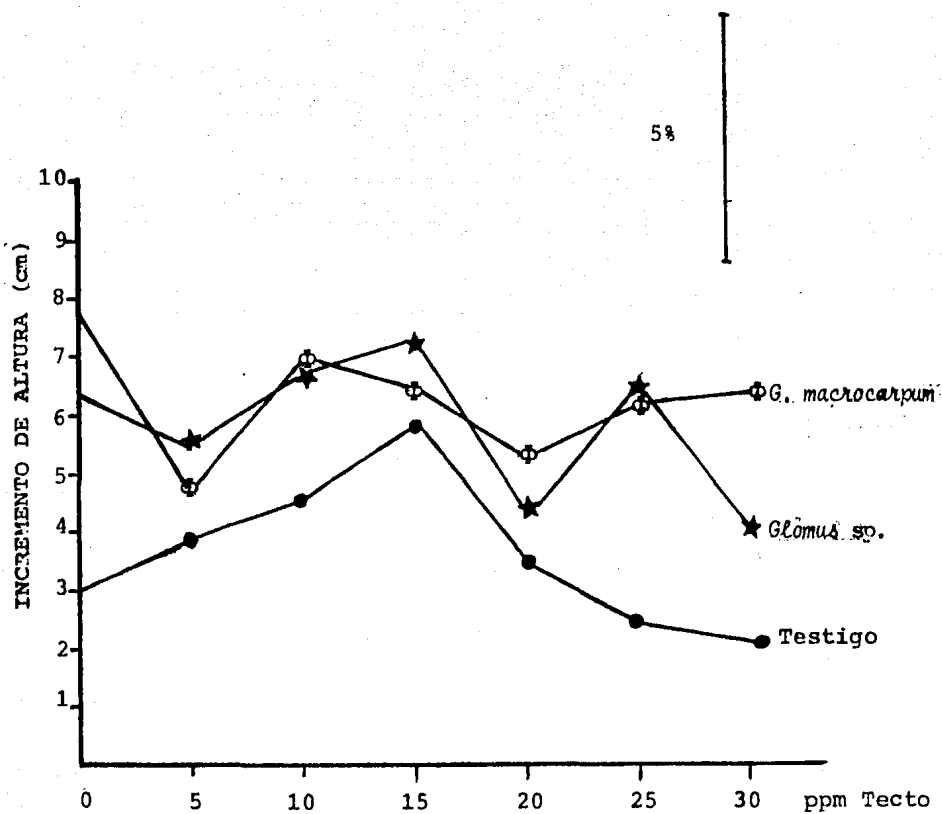


FIG. 21 EFECTO DE LA APLICACION DE TECTO SOBRE EL INCREMENTO DE ALTURA EN PLANTAS MICORRIZADAS.

Prueba de comparación de medias DSH 5%=4.4 cm

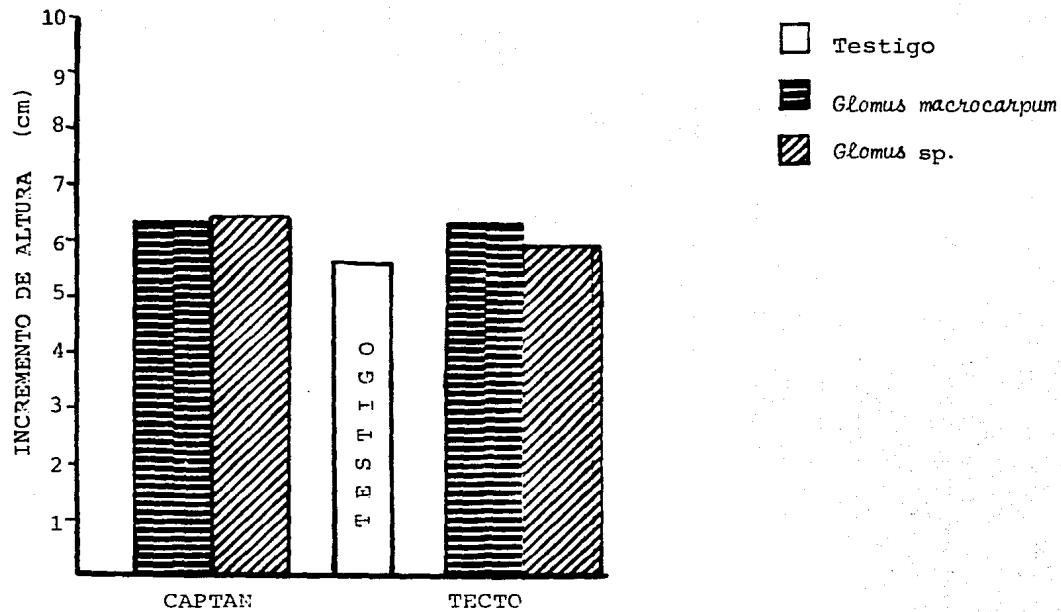


FIG. 22 RESPUESTA DE CULTIVAR TIOGA AL INCREMENTO DE ALTURA UTILIZANDO DOS FUNGICIDAS.

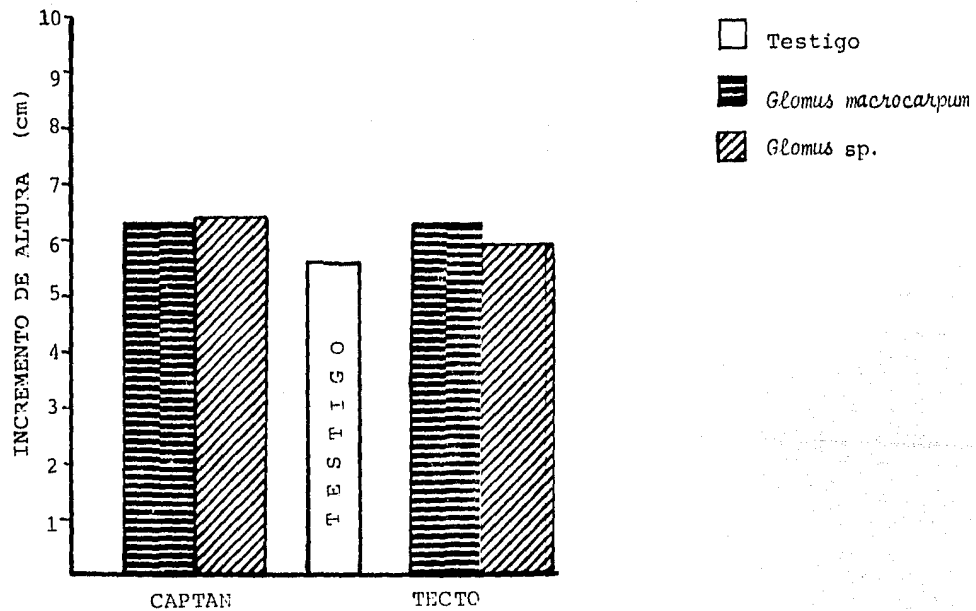


FIG. 22 RESPUESTA DE CULTIVAR TIOGA AL INCREMENTO DE ALTURA UTILIZANDO DOS FUNGICIDAS.

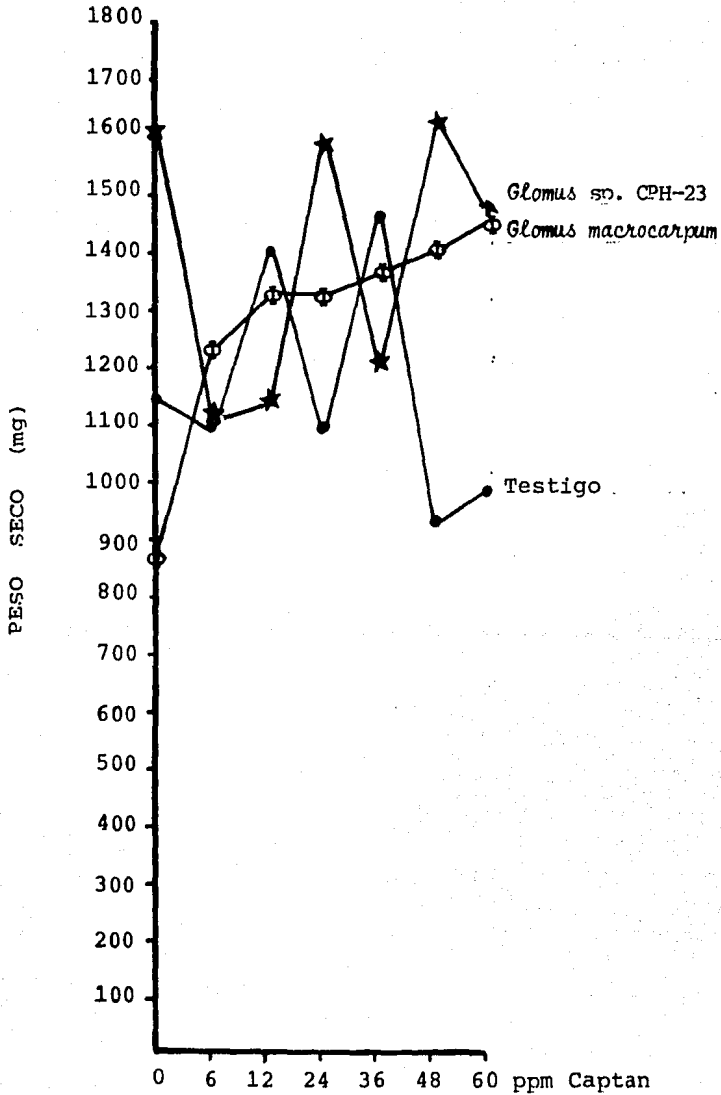


FIG. 23 PRODUCCION DE PESO SECO EN EL CULTIVAR TIIGA CON APLICACION DE CAPTAN EN PLANTAS MICORRIZADAS.

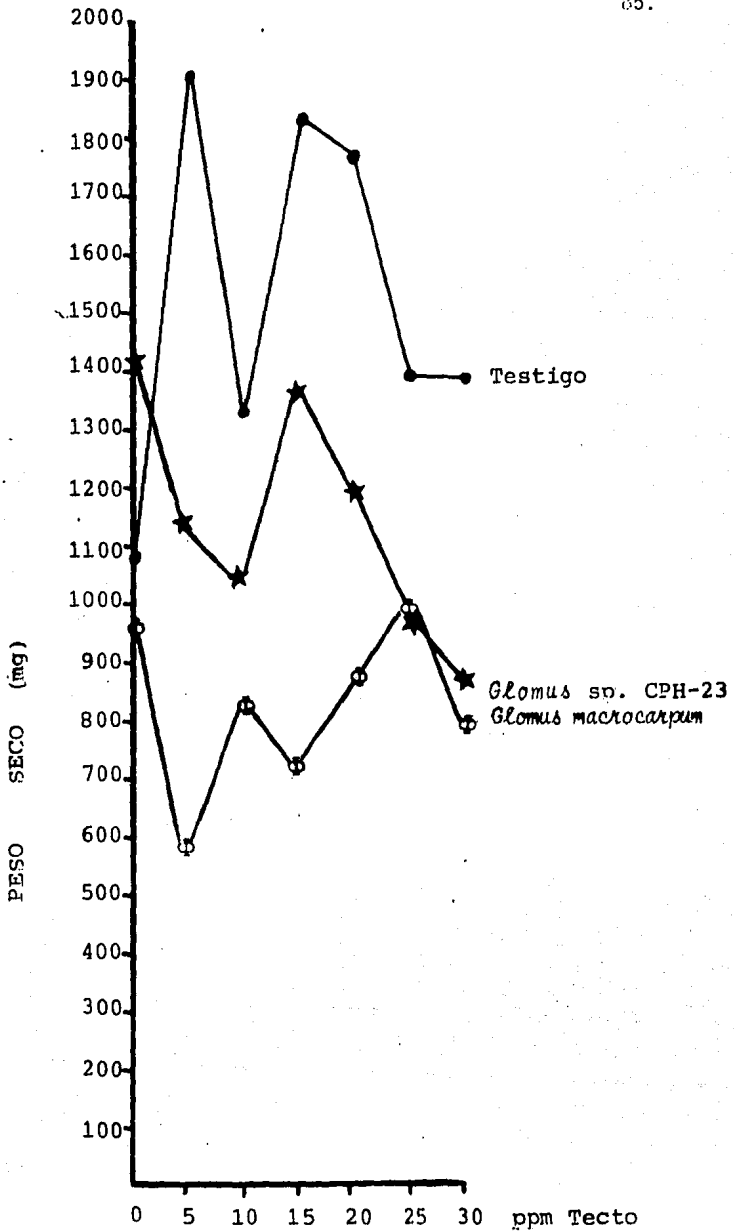


FIG. 24 PRODUCCION DE PESO SECO EN EL CULTIVAR TIIGA CON APLICACION DE TECTO EN PLANTAS MICORRIZADAS.



CUADRO 9. EFECTO DEL USO DE DIFERENTES NIVELES DE CAPTAN SOBRE LA FORMACION DE ESTOLONES PRIMARIOS.

TRATAMIENTO CAPTAN (ppm)	INOCULO	NUMERO DE ESTOLONES PRIMARIOS/PLANTA	LONGITUD DE ESTOLON PRIMARIO (cm)	DIAMETRO ESTOLON PRIMARIO (mm)
0	Testigo	1.75ab	22.5	0.9
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	2.50ab	25.8	1.6
	<i>Glomus macrocarpum</i>	1.25ab	12.6	0.5
6	Testigo	1.25ab	18.5	0.6
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	1.25ab	29.7	1.6
	<i>Glomus macrocarpum</i>	2.00ab	22.9	1.5
12	Testigo	1.00ab	21.2	1.2
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	2.00ab	33.9	1.6
	<i>Glomus macrocarpum</i>	1.75ab	27.4	1.3
24	Testigo	1.25ab	10.6	0.6
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	2.50ab	24.4	1.3
	<i>Glomus macrocarpum</i>	2.00ab	27.7	1.2
36	Testigo	2.00ab	18.4	1.2
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	1.50ab	31.0	1.6
	<i>Glomus macrocarpum</i>	2.25ab	29.7	1.4
48	Testigo	1.25ab	21.3	1.1
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	3.00a	27.7	1.4
	<i>Glomus macrocarpum</i>	2.00ab	27.7	1.4
60	Testigo	1.50ab	29.5	1.3
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	1.25ab	20.5	1.5
	<i>Glomus macrocarpum</i>	2.25ab	27.1	1.4

Prueba de comparación de medias DSH 5%=2.1

Las cifras con letras idénticas son estadísticamente iguales

CUADRO 10. EFECTO DEL USO DE DIFERENTES NIVELES DE TECTO SOBRE LA FORMACION DE ESTOLONES PRIMARIOS.

TRATAMIENTO TECTO (ppm)	INOCULO	NUMERO DE ESTOLONES PRIMARIOS/PLANTA	LONGITUD DE ESTOLON PRIMARIOS (cm)	DIAMETRO ESTOLON PRIMARIO (mm)
0	Testigo	2.50ab	21.1	1.4
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	1.50ab	25.8	1.6
	<i>Glomus macrocarpum</i>	0.75 b	24.3	1.2
5	Testigo	2.50ab	31.0	1.6
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	1.50ab	26.3	1.7
	<i>Glomus macrocarpum</i>	0.60 b	9.6	0.4
10	Testigo	1.50ab	20.2	1.1
	<i>Glomus</i> sp CPH-23	0.75 b	22.0	1.0
	<i>Glomus macrocarpum</i>	0.75 b	15.1	0.7
15	Testigo	2.00ab	22.8	1.5
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	2.00ab	21.6	1.2
	<i>Glomus macrocarpum</i>	0.50 b	9.2	0.5
20	Testigo	2.60ab	21.1	1.5
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	1.50ab	20.2	1.3
	<i>Glomus macrocarpum</i>	1.00ab	26.0	1.2
25	Testigo	2.00ab	16.6	1.4
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	1.00ab	21.6	1.5
	<i>Glomus macrocarpum</i>	1.20ab	25.6	1.1
30	Testigo	0.50 b	13.3	1.0
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	1.00ab	27.2	0.5
	<i>Glomus macrocarpum</i>	0.75 b	23.2	1.0

Prueba de comparación de medias DSH 5%= 2.1

Las cifras con letras idénticas son estadísticamente iguales.

CUADRO 11. EFECTO DEL USO DE DIFERENTES NIVELES DE CAPTAN SOBRE LA FORMACION DE PLANTAS Y ESTOLONES SECUNDARIOS.

TRATAMIENTO CAPTAN (ppm)	INOCULO	ALTURA PLANTA SECUNDARIA (cm)	NUMERO ESTOLON SECUNDARIO/PTA.	LONGITUD ESTOLON SECUNDARIO (cm)	DIAMETRO ESTOLON SECUNDARIO (mm)
0	Testigo	0.4 efg	0.0	0.0	0.0
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	2.1 cdef	1.0	5.3	0.5
	<i>Glomus macrocarpum</i>	0.5 efg	0.0	0.0	0.0
6	Testigo	1.0 cdef	0.25	5.5	2.5
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	2.0 cdef	0.75	13.4	0.6
	<i>Glomus macrocarpum</i>	1.8 bcdef	0.25	0.8	0.2
12	Testigo	0.7 efg	0.25	1.0	0.1
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	1.8 bcdef	0.50	6.3	0.5
	<i>Glomus macrocarpum</i>	1.3 bcdef	0.50	11.5	0.6
24	Testigo	1.6 bcdef	0.50	3.9	0.4
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	3.9abc	0.75	12.2	0.7
	<i>Glomus macrocarpum</i>	4.3ab*	0.50	11.0	0.7
36	Testigo	3.5abcd	0.50	14.8	0.6
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	3.8abc*	0.60	14.1	1.3
	<i>Glomus macrocarpum</i>	4.0abc	0.75	9.1	0.5
48	Testigo	2.1 bcdef	0.25	1.9	0.2
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	6.4a*	1.00	26.0	1.0
	<i>Glomus macrocarpum</i>	3.2 bcde	0.25	9.3	0.5
60	Testigo	2.2 bcdef	0.50	9.0	0.5
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	3.6abcd	0.60	6.6	0.6
	<i>Glomus macrocarpum</i>	2.8 bcdef	0.50	11.6	0.6

Prueba de comparación de medias DSH 5%=2.4

Cifras con letras idénticas son estadísticamente iguales

\* Presentaron plantas de origen terciario'

CUADRO 12. EFECTO DEL USO DE DIFERENTES NIVELES DE TECTO SOBRE LA FORMACION DE PLANTAS Y ESTOLONES SECUNDARIOS.

TRATAMIENTO TECTO (ppm).	INOCULO	ALTURA PLANTAS SECUNDARIA (cm)	NUMERO ESTOLONES SECUNDARIOS/PTA.	LONGITUD ESTOLON SECUNDARIO (cm)	DIAMETRO ESTOLON SECUNDARIO (mm)
0	Testigo	4.2ab	0.00	0.0	0.0
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	2.5 bcdef	0.50	4.9	0.5
	<i>Glomus macrocarpum</i>	0,8 def	0.25	1.5	0.2
5	Testigo	1,7 bcdef	0.0	0.0	0.0
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	3.9abc	0.50	7.7	0.7
	<i>Glomus macrocarpum</i>	0,0	0.0	0.0	0.0
10	Testigo	1,1 cdef	0.0	0.0	0.0
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	0.0	0.0	0.0	0.0
	<i>Glomus macrocarpum</i>	0.9 def	0.25	1,3	0.1
15	Testigo	0,65 efg	0.25	5.8	0.7
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	1.87 bcdef	0.0	0.0	0.0
	<i>Glomus macrocarpum</i>	0.0	0.0	0.0	0.0
20	Testigo	2.6 bcdef	0.30	7.6	0.3
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	1.1 cdef	0.0	0.0	0.0
	<i>Glomus macrocarpum</i>	0.4 efg	0.0	0.0	0.0
25	Testigo	2.5 bcdef	0.30	7.9	0.3
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	1.2 bcdef	0.0	0.0	0.0
	<i>Glomus macrocarpum</i>	0.3 efg	0.25	2.3	0.2
30	Testigo	0.3 efg	0.0	0.0	0.0
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	0.6 efg	0.0	0.0	0.0
	<i>Glomus macrocarpum</i>	0.4 efg	0.0	0.0	0.0

Prueba de comparación de medias DSH 5%=2.4  
Las cifras con letras idénticas son estadísticamente iguales.

CUADRO 13. EFECTO DEL USO DE DIFERENTES NIVELES DE FUNGICIDAS EN LA PRODUCCION DE ESPORAS ENDOMICORRICICAS EN EL SUELO.

TRATAMIENTO	INOCULO	No. DE ESPORAS/100g	
CAPTAN (ppm)	0	<i>Glomus</i> sp. CPH-23 <i>Glomus macrocarpum</i>	876 308
	6	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	324
		<i>Glomus macrocarpum</i>	580
	12	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	254
		<i>Glomus macrocarpum</i>	392
	24	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	754
		<i>Glomus macrocarpum</i>	404
	36	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	484
		<i>Glomus macrocarpum</i>	438
	48	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	818
		<i>Glomus macrocarpum</i>	378
	60	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	544
		<i>Glomus macrocarpum</i>	366
	TECTO (ppm)	0	<i>Glomus</i> sp. CPH-23 <i>Glomus macrocarpum</i>
5		<i>Glomus</i> sp. CPH-23	786
		<i>Glomus macrocarpum</i>	618
10		<i>Glomus</i> sp. CPH-23	612
		<i>Glomus macrocarpum</i>	648
15		<i>Glomus</i> sp. CPH-23	786
		<i>Glomus macrocarpum</i>	278
20		<i>Glomus</i> sp. CPH-23	498
	<i>Glomus macrocarpum</i>	538	
25	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	636	
	<i>Glomus macrocarpum</i>	620	
30	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	480	
	<i>Glomus macrocarpum</i>	500	

Muestra total cuantificada proveniente de 3 repeticiones ( $\bar{x}$ )

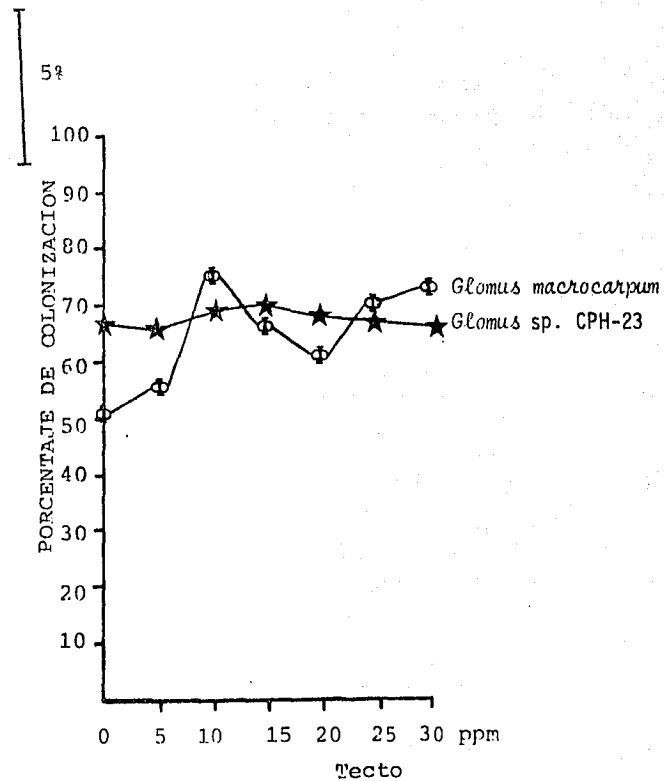
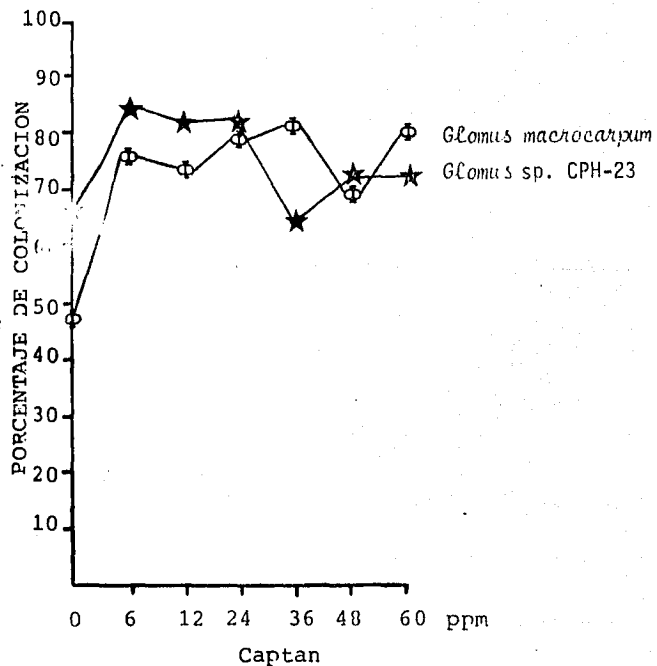


FIG. 25 EFECTO DEL USO DE DIFERENTES NIVELES DE FUNGICIDAS SOBRE LA COLONIZACION ENDOMICORRIZICA

Prueba de comparación de medias DSH 5%=12,1%

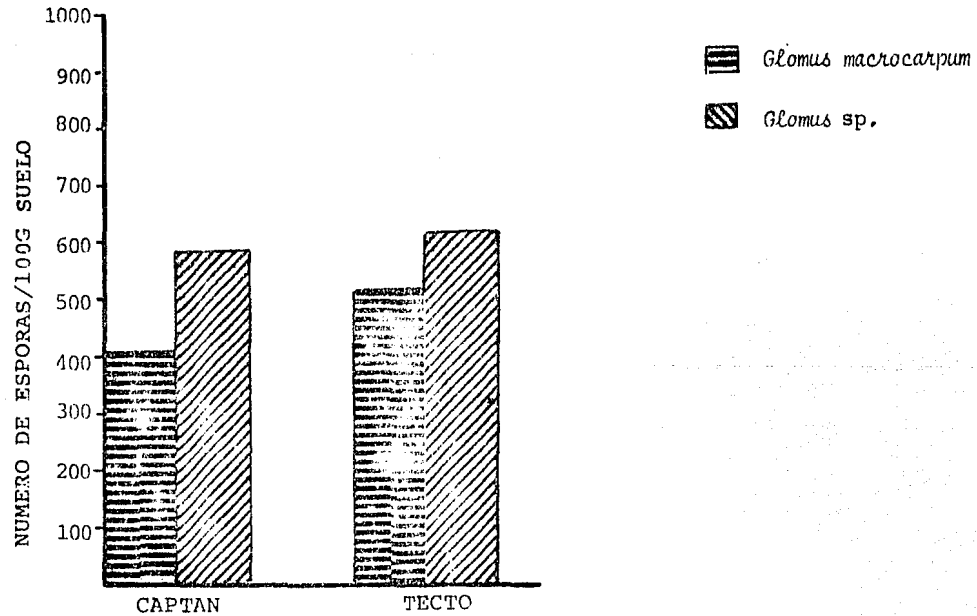


FIG.26 EFECTO DEL USO DE DOS FUNGICIDAS SOBRE EL NUMERO DE ESPORAS PRODUCIDAS POR DOS HONGOS ENDOMICORRICOS.

4.- Efecto de la endomicorriza (V-A) en la etapa de establecimiento en vivero en plantas de fresa provenientes del cultivo *in vitro*.

En la Fig. 27 están representados las etapas de diferenciación - que se usaron como parámetros para evaluar el efecto de la inoculación de cuatro cultivares a los cinco meses de establecido el experimento - bajo condiciones de vivero.

Diferentes respuestas se observaron en el número de primordios - florales con relación al cultivar y huésped. En la Fig. 28 se observa que plantas inoculadas todas presentaron el mayor número de primordios, especialmente con *Glomus epigaeum* que logró estos resultados - excepto en el cultivar Douglas. El mayor número de primordios se obtuvo en el cultivar Aiko con *Glomus epigaeum* (6.7) en relación a (4.2) del testigo, el cultivar Douglas presentó el menor número de primordios tanto en testigos como en plantas inoculadas, comparando entre cultivares. En el cultivar Tioga tratamientos inoculados con *Glomus* sp. CPH-23 y plantas testigo no presentaron primordios florales, pero si hubo inducción con *Glomus epigaeum* y *Glomus macrocarpum* (este cultivar es de diferenciación tardía, Comun. personal, Villegas) pero éstos dos hongos favorecieron una mayor captación de fósforo induciendo la diferenciación; porque este nutriente, además de nitrógeno intervienen en este proceso.

En la fig. 29 están graficados el número de flores a) y frutos - inmaduros b). El mayor número de flores se obtuvo con *Glomus epigaeum* en los cultivares Aiko y Pajaro, en el cultivar Tioga con *Glomus macrocarpum*.



Se presentaron diferentes respuestas en base a hongo endomicorrízico y huésped, en el cultivar Douglas las plantas testigo tiende a presentar más flores/planta que plantas inoculadas con *Glomus macrocarpum* y *Glomus* sp. CPH-23, pero en el cultivar Pajaro sólo sucede con *Glomus macrocarpum*, sin embargo el cultivar Tioga con este último hongo endomicorrízico presenta valores máximos cuando están inoculados con *Glomus epigaeum*, *Glomus* sp. CPH-23 y testigos, estos dos últimos no mostrando diferencias.

La variabilidad de respuesta de hongos y cultivares está estrechamente relacionada por la dependencia micorrízica de cada cultivar y los efectos fisiológicos benéficos de los hongos a su huésped (Azcón, 1981).

En la Fig. 29 b) representa el número de frutos inmaduros, en donde todas las plantas inoculadas tuvieron el menor número de frutos, con excepción del cultivar Tioga principalmente con *Glomus macrocarpum*. La presencia de la micorriza en estos tratamientos tiene algún efecto fisiológico sobre la planta que de alguna forma retrasa este proceso de formación de flor a fruto (polinización), desconociéndose este mecanismo.

Cinco y medio meses después de establecido bajo condiciones de vivero se evaluó semanalmente el rendimiento y número de frutos en cada tratamiento.

El cultivar Aiko en los tratamientos inoculados, los rendimientos tienden a ser mayores con respecto al testigo a la tercera semana de cosecha (16g del testigo, 22.4 g con *Glomus epigaeum*, 23.8 g con *Glomus macrocarpum*. En el caso de *Glomus macrocarpum* y *Glomus* sp. CPH-23 los rendimientos son mínimos al inicio de la cosecha y se incrementan

posteriormente, *Glomus epigaeum* tiene rendimientos superiores o altos desde el inicio, los testigos tienden a presentar rendimientos máximos iniciales y van disminuyendo paulatinamente. (Fig. 30).

En el cultivar Douglas representado en la Fig. 31, los tres hongos endomicorrícicos muestran tendencias semejantes al cultivar anterior, observándose mayores rendimientos en *Glomus* sp. CPH-23 (36 g/pta) a partir de la segunda semana de cosecha en base al testigo que presenta rendimientos altos al inicio y disminuyen poco a poco (15 g/pta). Plantas inoculadas con *Glomus macrocarpum* y *Glomus epigaeum* muestran rendimientos menores y es hasta la cuarta semana rebasan el rendimiento de testigos.

En la Fig. 32 están representados los rendimientos observados semanalmente con el cultivar Pajaro comportándose el testigo similarmente a los cultivares anteriores, rendimientos altos al inicio y disminución paulatina. En la primera semana de cosecha las plantas micorrizadas no producen fruto y es en la tercera semana cuando rebasan rendimientos del testigo, donde *Glomus macrocarpum* representa la mayor diferencia: 25.5 g con respecto al testigo de 13.2g, a partir de este momento los rendimientos tienden a disminuir.

En el cultivar Tioga sólo se obtuvieron frutos en los tratamientos inoculados con *Glomus macrocarpum* y *Glomus epigaeum* desde el inicio de la cosecha, y fue sólo hasta la última semana cuando *Glomus* sp. CPH-23 produjo fruto muy pequeño y los testigos durante todo el experimento no presentaron diferenciación floral, como tampoco la formación de frutos (Fig. 33). Estos hongos también con este cultivar tuvieron un comportamiento similar incrementándose y a partir de la 3a. semana disminuyeron, *Glomus macrocarpum* representó el mejor rendimiento con este cultivar.

El número de frutos no tuvo diferencias estadísticas entre tratamientos (Apéndice B-40), encontrándose los mayores valores numéricos - en el cultivar Aiko. En el cultivar Douglas frutos provenientes de - plantas inoculadas con *Glomus epigaeum* y *Glomus* sp. CPH-23 presentan el mismo número de frutos pero diferente rendimiento, los frutos producidos por éste último hongo micorrízico fueron de mayor tamaño y con *Glomus macrocarpum* fueron los más pequeños.

En el cuadro 14 muestra los diferentes rendimientos encontrados - en plantas inoculadas y testigos, la mejor simbiosis resultó ser la del cultivar Tioga asociado con *Glomus macrocarpum*, muy importante resultado porque al igual que el cultivar Douglas asociado con *Glomus* sp. CPH-23 representan los cultivares de mayor importancia comercial en México, - por su gran calidad de fruto y alta adaptabilidad a cualquier tipo de suelo. Diferencias significativas se encontraron entre tratamientos - (Apéndice B-41).

En el cuadro 15 se observa que no hubo efectos por la inoculación en el cultivar Pajaro pues la presencia de sólidos solubles totales (azúcares y ácidos en fruto, evaluando °Brix en refractómetro) es muy similar o igual estadísticamente entre plantas micorrizadas y testigo. En - el cultivar Douglas los testigos tuvieron menores valores que plantas - inoculadas, se puede pensar que en algunos cultivares la micorriza ayuda a la mayor captación de azúcares dando como resultado un mayor grado Brix, pero en otros cultivares tal vez esta captación va directamente a formar parte del metabolismo del hongo endomicorrízico.

En el cuadro 16 resume los pesos secos radicales y aéreos, número de plantas producidas por cada planta madre y los porcentajes de colonización endomicorrízica por cada tratamiento. Con *Glomus macrocarpum* se presentaron el mayor número de coronas presentes, representando una res

puesta que puede ser aprovechable, pues ciertos cultivares y especies que forman pocos o no producen estolones normalmente, su forma de propagarlas es por división de coronas de la planta madre, también se usa cuando hay escases de material vegetativo (Rodríguez, 1976).

Hay poca relación entre el porcentaje de colonización y las respuestas obtenidas, esto sugiere que la influencia de hongos endomicorrícicos no está directamente relacionado con la cantidad de material fúngico intraradical, pero posiblemente a más extensión de hifas extra matriciales unidas a la raíz (Plenchette, 1982).

En resumen a todos estos resultados se encontró que los hongos en domicorrícicos son capaces de estimular la mayor producción de fruto, sobre todo en los cultivares Douglas y Aiko que son de gran importancia en nuestro país, ya que por sus características de adaptabilidad a suelos mexicanos y su alta productividad, son los dos cultivares más utilizados comercialmente. En el cultivar Tioga al ser inoculado con *Glomus* sp. CPH-23 no presentó respuesta favorable al final de este experimento pero en la primera parte de este trabajo se observó que este hongo endomicorrícico fue un estimulador de estolones en este cultivar, y se sabe que la formación de estolones en fresa representa la base vegetativa de su reproducción, lo cual es de interés en la producción de las plantas, pero se inhibe la producción de fruto por la presencia activa de éstos.

Hace falta estudiar mucho sobre este tipo de simbiosis, empleando mayor número de hongos endomicorrícicos para realizar una buena selección de que especie puede rendir mejores resultados, aspectos bioquimicos y fisiológicos del huésped y del hongo endomicorrícico.

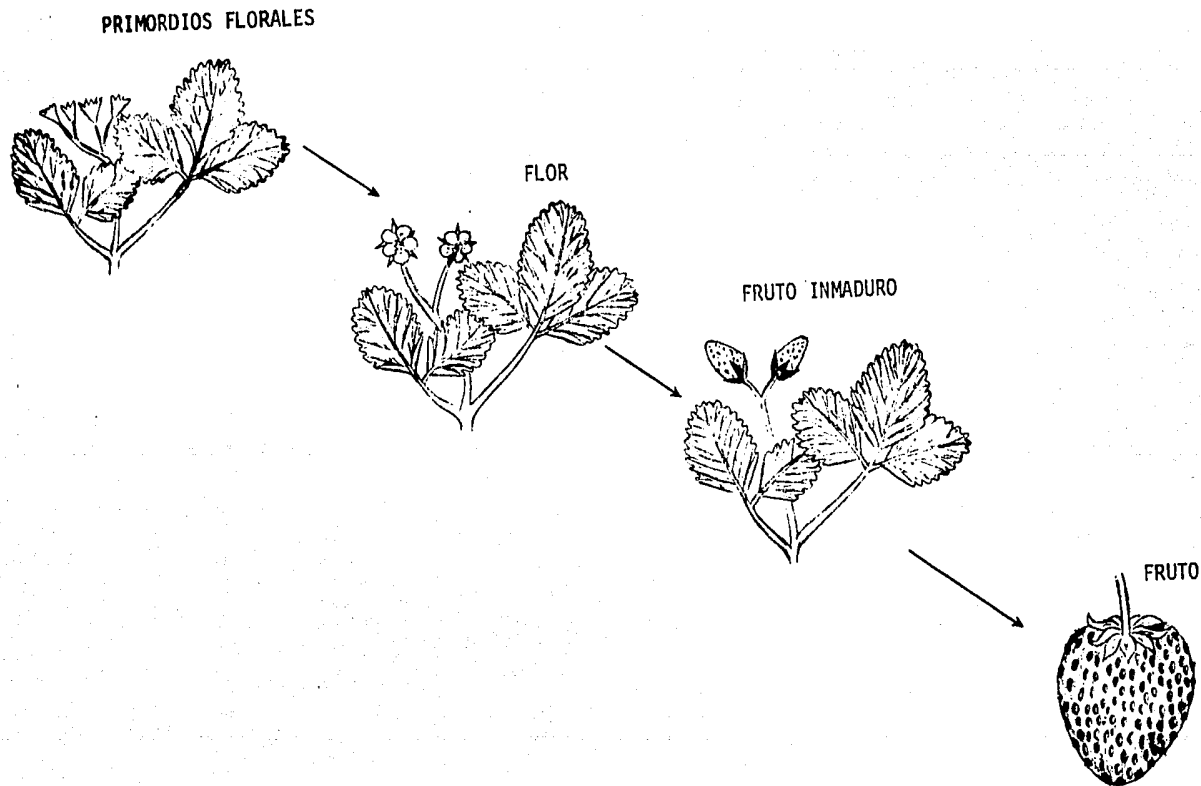
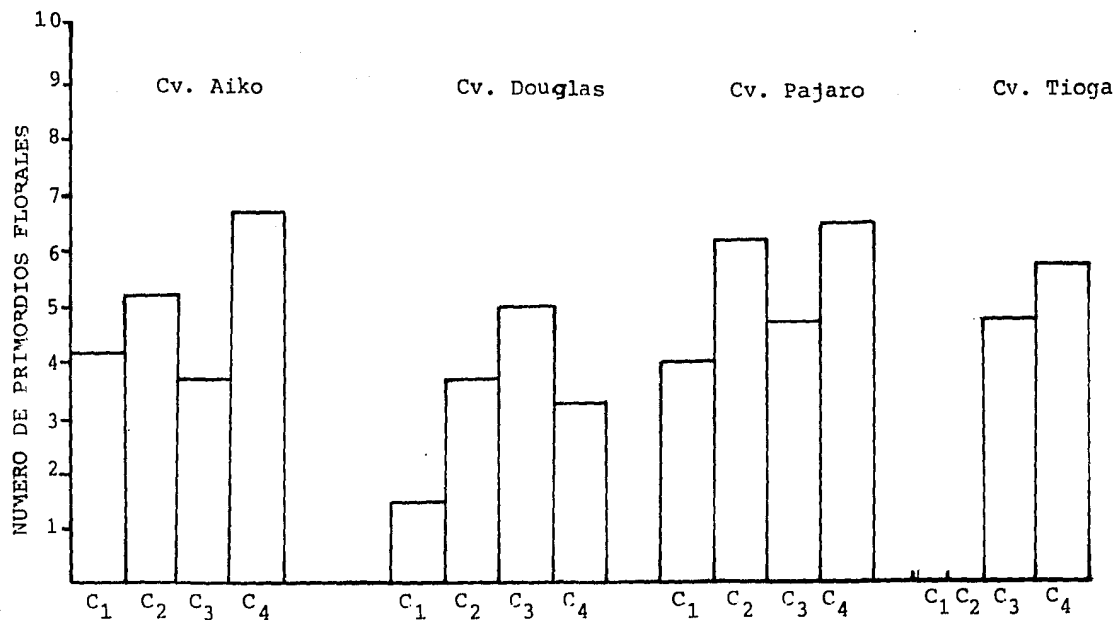


FIG. 27 ETAPAS DE DIFERENCIACION FLOR-FRUTO EN FRESA.



C<sub>1</sub> Testigo

C<sub>3</sub> *Glomus macrocarpum*

C<sub>2</sub> *Glomus* sp. CPH-23

C<sub>4</sub> *Glomus epigaeum*

FIG. 28 EFECTO DE LA INOCULACION ENDOMICORRIZICA EN LA FORMACION DE PRIMORDIOS FLORALES EN CUATRO CULTIVARES DE FRESA.

Promedio de tres repeticiones.

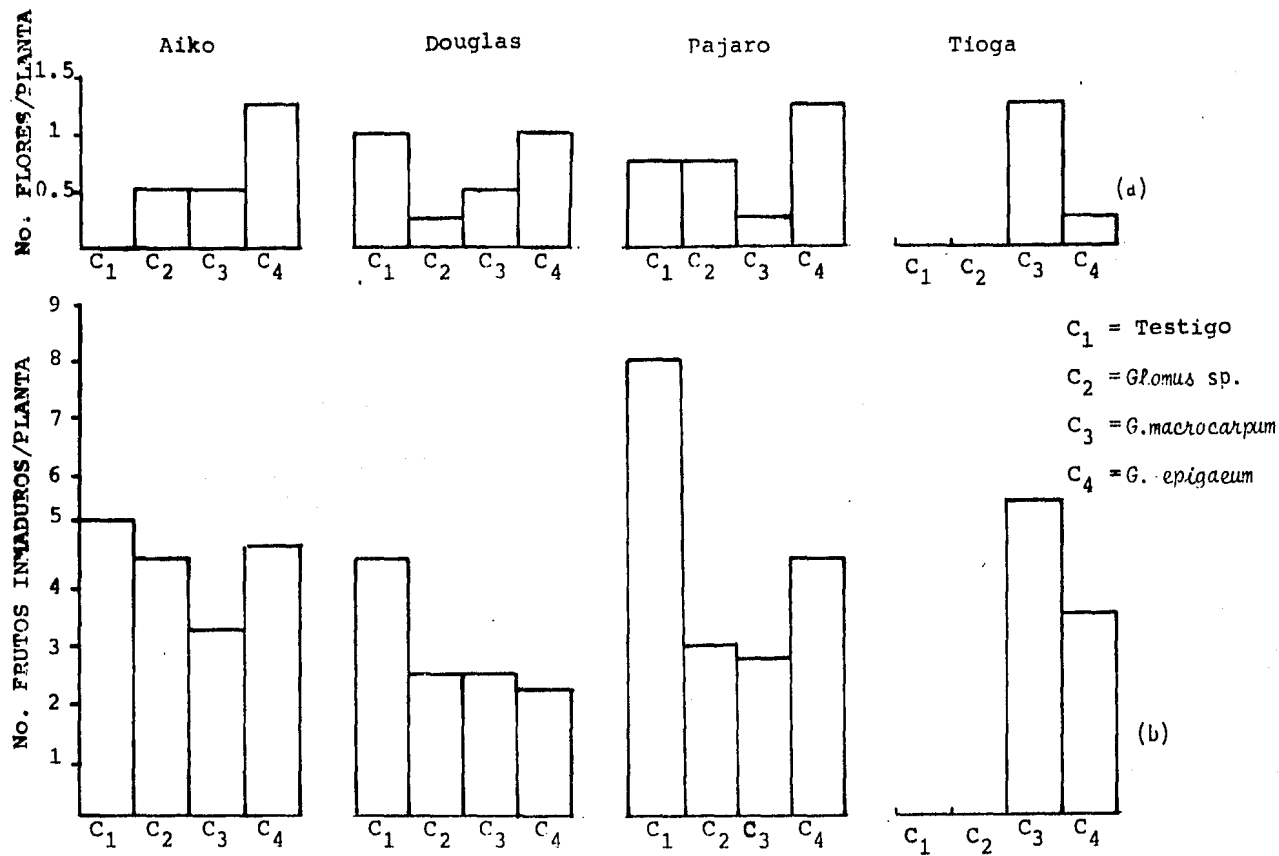


FIG. 29 EFECTO DE LA INOCULACION ENDOMICORRIZICA EN LA FORMACION DE FLORES (a) Y FRUTOS INMADUROS (b) EN CUATRO CULTIVARES.

Promedio de 3 repeticiones.

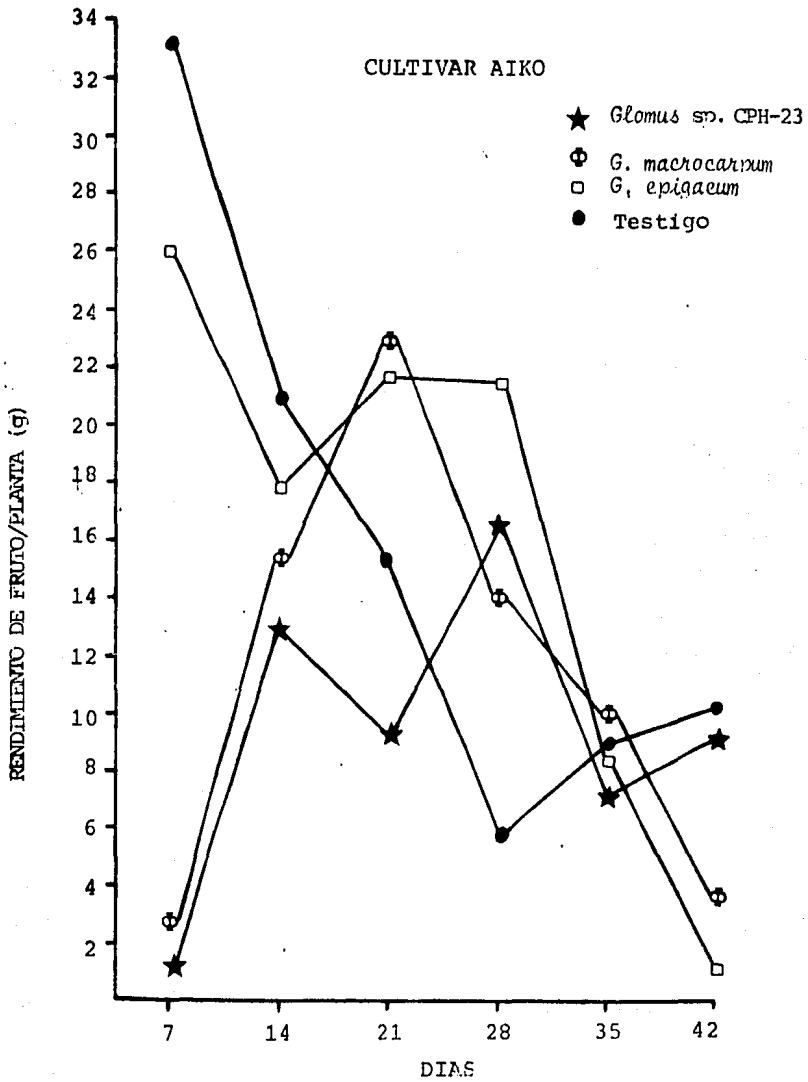


FIG.30. EFECTO DE LA INOCULACION ENDOMICORRIZICA EN EL RENDIMIENTO SEMANAL DE FRESA EN EL CULTIVAR AIKO.



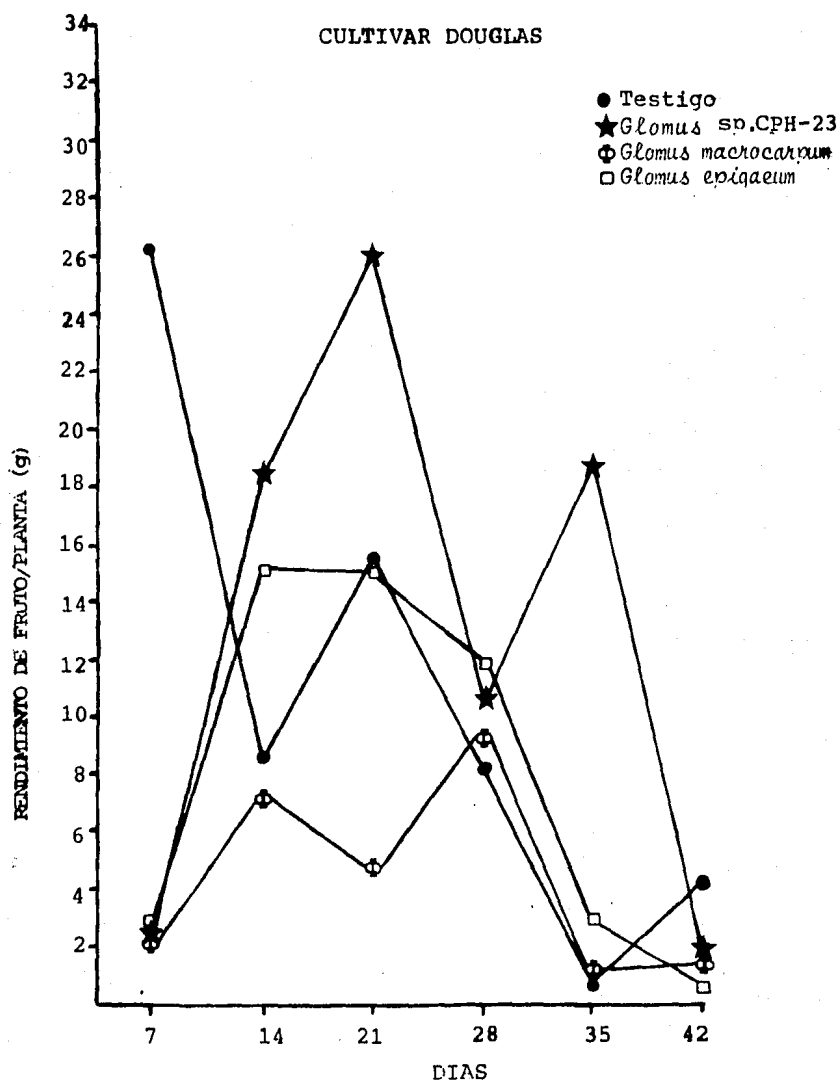


FIG. 31 EFECTO DE LA INOCULACION ENDOMICORRIZICA EN EL RENDIMIENTO SEMANAL DE FRESA, EN EL CULTIVAR DOUGLAS.

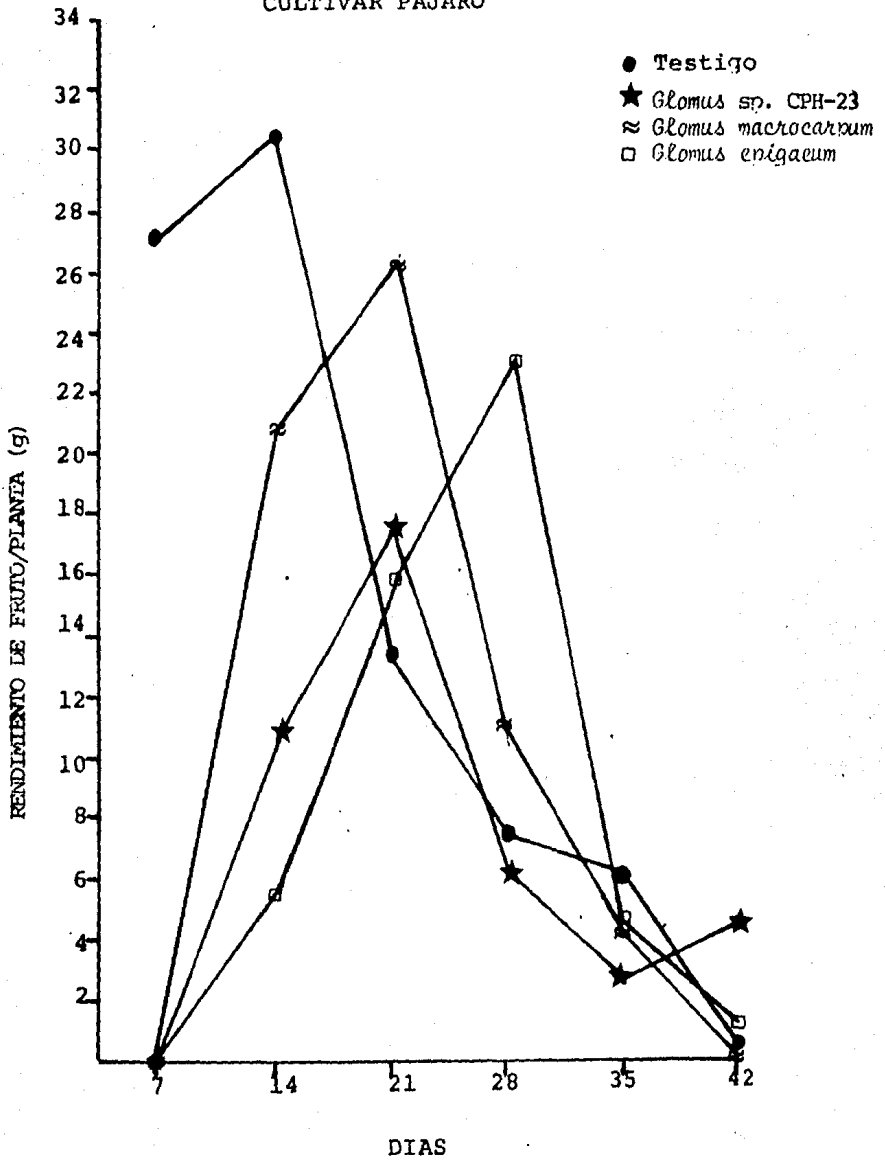
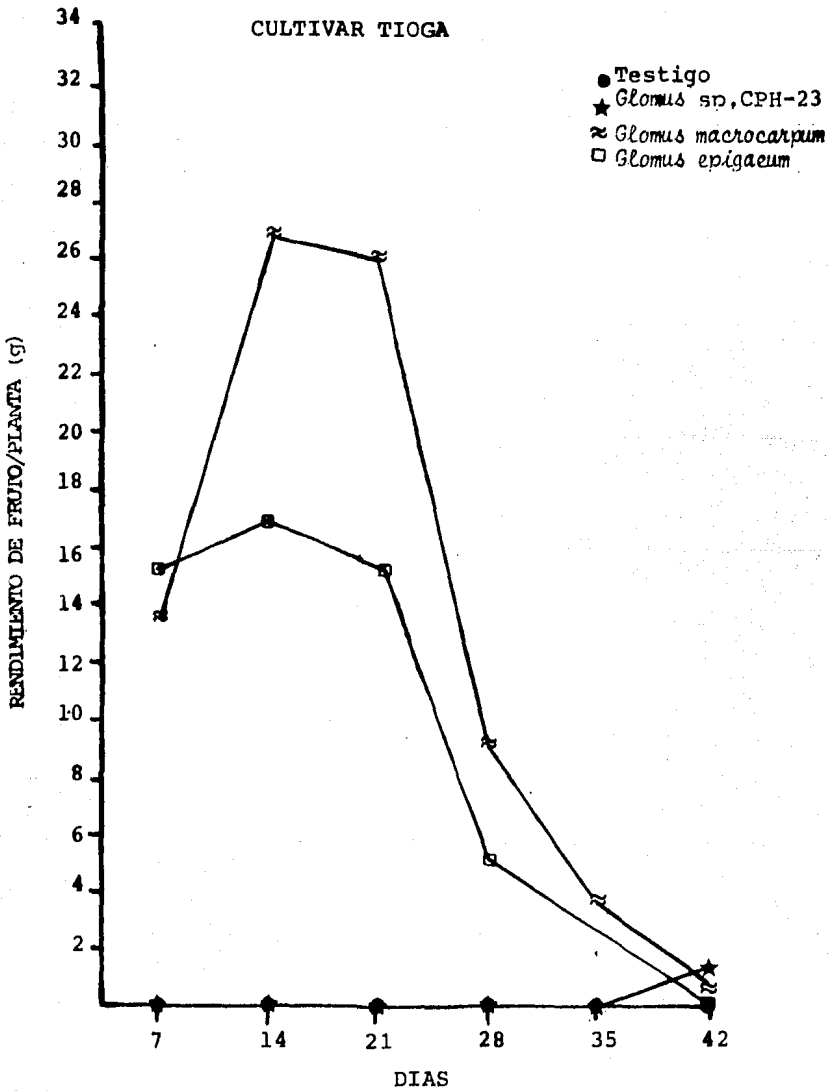


FIG. 32 EFECTO DE LA INOCULACION ENDOMICORRIZICA EN EL RENDIMIENTO SEMANAL DE FRESA, EN EL CULTIVAR - PAJARO.



**FIG. 33** EFECTO DE LA INOCULACION ENDOMICORRIZICA EN EL RENDIMIENTO SEMANAL DE FRESA EN EL CULTIVAR TIOGA.

CUADRO 14. EFECTO DE LA INOCULACION ENDOMICORRIZICA EN EL RENDIMIENTO TOTAL Y NUMERO DE FRUTOS DE CUATRO CULTIVARES DE FRESA PROVENIENTES DEL CULTIVO *in vitro*.

CULTIVAR	TRATAMIENTO	RENDIMIENTO TOTAL POR PLANTA (g) *	NUMERO DE FRUTOS TOTALES.
AIKO	Testigo	95.10a	10.25
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	71.25abc	7.75
	<i>Glomus macrocarpum</i>	67.97abc	7.25
	<i>Glomus epigaeum</i>	96.80a	8.75
DOUGLAS	Testigo	59.67abc	5.25
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	78.67ab	6.00
	<i>Glomus macrocarpum</i>	26.65 bc	5.50
	<i>Glomus epigaeum</i>	46.66abc	6.00
PAJARO	Testigo	84.95a	9.25
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	41.82abc	5.00
	<i>Glomus macrocarpum</i>	78.90ab	8.00
	<i>Glomus epigaeum</i>	55.40abc	7.75
TIOGA	Testigo	0.00	0.00
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	7.42 c	0.50
	<i>Glomus macrocarpum</i>	80.92a	9.25
	<i>Glomus epigaeum</i>	54.79abc	6.75

\* Prueba de comparación de medias DMS 5%=69.22 g

Las cifras con letras idénticas son estadísticamente iguales.

CUADRO 15. EFECTO DE LA INOCULACION ENDOMICORRIZICA SOBRE LA PRODUCCION DE SOLIDOS SOLUBLES TOTALES EN FRESA.

CULTIVAR	HONGO ENDOMICORRIZICO	SOLIDOS ° SOLUBLES TOTALES ° BRIX *
ATKO	Testigo	9.0
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	6.1
	<i>Glomus macrocarpum</i>	8.0
	<i>Glomus epigaeum</i>	7.6
DOUGLAS	Testigo	5.5
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	6.1
	<i>Glomus macrocarpum</i>	6.7
	<i>Glomus epigaeum</i>	7.2
PAJARO	Testigo	8.9
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	8.6
	<i>Glomus macrocarpum</i>	8.6
	<i>Glomus epigaeum</i>	8.6
TIOGA	Testigo	7
	<i>Glomus</i> sp. CPH-23	7
	<i>Glomus macrocarpum</i>	8.0
	<i>Glomus epigaeum</i>	9.1

\*Promedios de tres repeticiones.

CUADRO 16.

RESPUESTA A LA INOCULACION ENDOMICORRICICA DE FRESA BAJO CONDICIONES DE VIVERO.

Tratamiento	Peso Seco (g)			No. de plantas	% Colonización
	Raíz	Follaje	Total		
Testigo	9.10	18.39	27.49	4.0	0.0
<i>Glomus</i> sp. CPH-23	13.94	15.18	29.12	6.0	74.59
<i>Glomus macrocarpum</i>	9.31	13.33	22.64	3.1*	24.75
<i>Glomus epigaeum</i>	9.10	15.56	24.66	3.9	61.70

\*Mayor número de coronas, ver texto.

## CONCLUSIONES.

1. Se observaron diferencias en los parámetros evaluados en el establecimiento en invernadero entre cultivares y hongos endomicorrícicos, siendo la mejor simbiosis establecida entre el cultivar Tioga y *Glomus* sp. CPH-23.
2. *Glomus* sp. CPH-23 fue el hongo endomicorrícico que estimuló la mayor formación de estolones, importante potencial en la reproducción vegetativa de este frutal.
3. El uso de captan afecta el crecimiento de plantas y formación de estolones y a hongos endomicorrícicos. *Glomus* sp. CPH-23 es menos susceptible que *Glomus macrocarpum* basándose en datos obtenidos del porcentaje de colonización.
4. Las respuestas obtenidas en la fase inicial de propagación vegetativa están muy fuertemente influenciadas por la presencia de la micorriza.
5. La inoculación única ya sea en la fase inicial o final repercute positivamente en la altura de plantas de origen secundario hasta de sexto orden y en la longitud de estolones.
6. La interacción ácido giberélico y micorriza ya sea en la fase inicial o final influencia la formación de estolones, en un mayor número.
7. Una doble inoculación en fase inicial y final en la propagación vegetativa por estolones tiene efectos negativos sobre todo en la altura de plantas hijas.

8. El uso de fungicida tiene efectos negativos especialmente en plantas testigo, por lo que se considera necesario no utilizar concentraciones mayores de 24 ppm de captan y 10 ppm de tecto en plantas no inocuadas y de 48 ppm y 36 ppm de captan para plantas inocuadas con *Glomus* sp. CPH-23 y *Glomus macrocarpum* respectivamente, y no más de 15 ppm de tecto para ambos hongos endomicorrizicos.
9. El tecto afecta más negativamente que el captan sobre todo a plantas sin inocuar.
10. La endomicorriza incrementó los rendimientos de fruto en los cultivos Douglas y Tioga, efecto muy importante ya que son los cultivares de mayor importancia comercial en México.



## RESUMEN.

La propagación vegetativa *in vitro* es muy empleada para la producción de frutales con mejor porte. Sin embargo estas plantas suelen ser altamente susceptibles a diferentes estresses que ocurren durante su transplante a suelo. Sabiendo que la endomicorriza vesículo arbuscular juega un papel muy importante en la nutrición y sobrevivencia de algunas plantas, se estudió su influencia en el establecimiento en invernadero, en propagación vegetativa por estolones y vivero, además de observar el comportamiento en presencia de fungicidas en plantas de fresa provenientes del cultivo *in vitro*.

Bajo condiciones de invernadero, el cultivar Tioga presentó la mayor altura en plantas inoculadas con el hongo endomicorrícico *Glomus macrocarpum* (7.4 cm; con respecto a su testigo 1.8 cm) en presencia de captan, fungicida empleado como protector radical. En plantas testigo e inoculadas la presencia de este fungicida tiene efectos adversos en el crecimiento de las plantas. El hongo endomicorrícico que estimuló la formación de estolones en los cultivares Pajaro, Aiko y Tioga fue *Glomus* sp. CPH-23, en este último cultivar la longitud de estolones fue mayor, en éste caso también la presencia de captan disminuyó la longitud de estolones.

Bajo condiciones de propagación de vegetativa por estolones se observa que la inoculación en la fase inicial o final tiene efectos positivos en el cultivar Tioga como son: mayor altura de plantas tanto de origen primario como secundarias hasta de sexto grado en comparación con plantas testigo y plantas asperjadas con ácido giberélico (hormona de crecimiento que incrementa la producción de estolones). La doble inoculación (en la fase inicial y final de propagación) representa efectos adversos sobre el número de estolones, longitud y altura de plantas.

La interacción ácido giberélico y endomicorriza en el cultivar Tioga incrementó también las respuestas evaluadas en este experimento.

El uso de fungicida tiene efectos negativos, especialmente en plantas testigo, por lo que se considera necesario no utilizar concentraciones mayores de 24 ppm de captan y 10 ppm de tecto en plantas no inoculadas y de 48 ppm y 36 ppm de captan para plantas inoculadas con *Glomus* sp. CPH-23 *Glomus macrocarpum* respectivamente y no más de 15 ppm tecto para ambos hongos endomicorrícicos.

En los cultivares de mayor importancia comercial del país (Douglas y Tioga) se incrementaron los rendimientos en plantas inoculadas con *Glomus* sp. CPH-23 y *Glomus macrocarpum* respectivamente, no presentando se diferenciación ni polinización en el cultivar Tioga con *Glomus* sp. CPH-23 y testigos.

Todos estos resultados representan una gran información útil en este frutal, ya que no existe ningún dato anterior de trabajos similares en el País. Tomando en cuenta que México ocupa uno de los diez primeros lugares en la exportación comercial de la fresa, los datos generados en éste trabajo son considerados los primeros en su género y de gran relevancia.

Muchas son las investigaciones que hacen falta, como podría ser una selección de cepas endomicorrícicas, que tuvieran efectos máximos con la fresa, pues existen muchas especies y cada una se comporta diferente con un huésped en especial. También es necesario conocer bioquímicamente y fisiológicamente el comportamiento de este frutal y de los hongos endomicorrícicos cuando se establece la simbiosis, como es el comportamiento de ambos ante la presencia de fungicidas.

## APENDICE.

## APENDICE A

## A-1 MEDIO DE CULTIVO DE MURASHIGE Y SKOOG.

Sales inorgánicas:		
- Nitratos (mg/lit)	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	165
	$\text{KNO}_3$	190
- Sulfatos (mg/lit)	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	37
	$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	1.69
	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.86
	$\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.0025
-Hálogenos (mg/lit)	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	44
	KI	0.084
	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.0025
- $\text{PO}_4$ , $\text{BO}_3$ , $\text{MoO}_4$ (mg/lit)	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	17
	$\text{H}_2\text{BO}_3$	0.062
	$\text{Na}_2\text{MOO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.025
- Quelato de fierro (Fe-EDTA)	$\text{FeS}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	2.78
	Fe EDTA	7.84

## COMPUESTOS ORGANICOS (mg/lit):

Glicina	0.002
Inositol	1.000
Acido nicotínico	0.0005
Piridoxina HCl	0.0005
Tiamina HCl	0.0001
Sacarosa	30.000
Agar	8.0

Agua tridestilada desionizada aforada a 1000ml y ajustar el pH a  $5.7 \pm 0.1$ .

**A-2 AZUL TRIPANO 0.05% (p/v)**

Se pesan 0.05 g de azul tripano y se aforan a 100 ml con una solución de lactoglicerol.

**A-3 LACTOGLICEROL**

Mezclar 500 ml de ácido láctico con 500 ml de glicerol y 500 ml de agua, agitar durante 10 minutos para que realice una excelente homogenización.

## APENDICE B

B-1 ANALISIS DE VARIANZA DEL INCREMENTO DE ALTURA EN CUATRO CULTIVARES DE FRESA PROVENIENTES DEL CULTIVO *in vitro* INOCULADOS CON TRES CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRICICOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	31	330.27	10.65	7.09**
ERROR	64	96.32	1.50	
TOTAL	95	426.59		

\*\* Significancia al 1%

B-2 ANALISIS DE VARIANZA DE LA FORMACION DE ESTOLONES EN CUATRO CULTIVARES DE FRESA PROVENIENTES DEL CULTIVO *in vitro* INOCULADOS CON TRES CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRICICOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	31	4382.50	141.37	3.97**
ERROR	64	2273.65	35.52	
TOTAL	95	6656.15		

\*\* Significancia al 1%

B-3 ANALISIS DE VARIANZA DE COLONIZACION ENDOMICORRIZICA EN CUATRO -  
CULTIVARES DE FRESA PROVENIENTES DEL CULTIVO *in vitro* INOCULADOS  
CON TRES CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRIZICOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	31	52610.4	1697.11	43.47**
ERROR	62	2420.0	39.03	
TOTAL	93	55030.8		

\*\* Significancia al 1%

B-4 ANALISIS DE VARIANZA DEL INCREMENTO DE ALTURA EN EL CULTIVAR TIOGA  
PROVENIENTE DEL CULTIVO *in vitro* EN LA ETAPA INICIAL DE PROPAGACION  
VEGETATIVA POR ESTOLONES.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	3	61.21	20.40	5.93**
ERROR	16	55.11	3.44	
TOTAL	19	116.32		

\*\* Significancia al 1%

B-5 ANALISIS DE VARIANZA DE PESO SECO EN EL CULTIVAR TIOGA PROVENIENTE  
DEL CULTIVO *in vitro* EN LA ETAPA INICIAL DE PROPAGACION VEGETATIVA  
POR ESTOLONES.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	3	18980132	62670.67	7.02**
ERROR	16	14416868		
TOTAL	19	33397000		

\*\* Significancia al 1%

B-6 ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE ESTOLONES PRIMARIOS EN EL CULTIVAR TIOGA PROVENIENTE DEL CULTIVO *in vitro* EN LA FASE INICIAL DE PROPAGACION VEGETATIVA POR ESTOLONES.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	3	3.05	1.01	1.40 <sup>NS</sup>
ERROR	16	11.50	0.71	
TOTAL	19	14.55		

NS= No significativo.

B-7 ANALISIS DE VARIANZA DE LA LONGITUD DE ESTOLONES PRIMARIOS EN EL CULTIVAR TIOGA PROVENIENTE DEL CULTIVO *in vitro* EN LA FASE INICIAL DE PROPAGACION VEGETATIVA POR ESTOLONES.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	3	139.43	46.47	1.28 <sup>NS</sup>
ERROR	16	579.43	36.21	
TOTAL	19	718.86		

NS= No significativo.

B-8 ANALISIS DE VARIANZA DEL DIAMETRO DE ESTOLONES PRIMARIOS DEL CULTIVAR TIOGA PROVENIENTE DEL CULTIVO *in vitro* EN LA FASE INICIAL DE PROPAGACION VEGETATIVA POR ESTOLONES.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	3	0.04	0.013	0.2 <sup>NS</sup>
ERROR	16	1.05	0.065	
TOTAL	19	1.09		

NS= No significativo.

B-9 ANALISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA DE LA PLANTA SECUNDARIA EN LA FASE FINAL DE PROPAGACION VEGETATIVA DEL CULTIVAR TIOGA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	7	199.82	28.54	4.54*
ERROR	12	75.29	6.27	
TOTAL	19	275.12		

\* Significancia al 5%

B-10 ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE ESTOLONES SECUNDARIOS EN LA FASE FINAL DE PROPAGACION VEGETATIVA DEL CULTIVAR TIOGA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	7	37.07	5.29	0.06 <sup>NS</sup>
ERROR	16	1386.59	86.66	
TOTAL	23	1423.66		

NS= No significativo

B-11 ANALISIS DE VARIANZA DE LA LONGITUD DE ESTOLONES SECUNDARIOS EN LA FASE FINAL DE PROPAGACION VEGETATIVA DEL CULTIVAR TIOGA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	7	160.92	22.98	0.06 <sup>NS</sup>
ERROR	16	604.16	37.76	
TOTAL	23	765.08		

NS= No significativo



B-12 ANALISIS DE VARIANZA DEL DIAMETRO DE ESTOLONES SECUNDARIOS EN LA FASE FINAL DE PROPAGACION VEGETATIVA DEL CULTIVAR TIOGA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	7	59.49	8.49	0.9 <sup>NS</sup>
ERROR	12	114.51	9.54	
TOTAL	19	174.00		

NS= No significativo

B-13 ANALISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA DE LA PLANTA TERCIARIA EN LA FASE FINAL DE PROPAGACION VEGETATIVA DEL CULTIVAR TIOGA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	7	80.19	11.45	1.19 <sup>NS</sup>
ERROR	12	114.80	9.56	
TOTAL	19	194.99		

NS+ No significativo.

B-14 ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE ESTOLONES TERCIARIOS EN LA FASE FINAL DE PROPAGACION VEGETATIVA DEL CULTIVAR TIOGA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	7	12.46	1.78	0.39 <sup>NS</sup>
ERROR	12	54.34	4.52	
TOTAL	19	66.80		

NS= No significativo

B-15 ANALISIS DE VARIANZA DE LA LONGITUD DE ESTOLONES TERCIARIOS EN LA FASE FINAL DE PROPAGACION VEGETATIVA DEL CULTIVAR TIIGA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTOS	7	409.74	58.53	0.65 <sup>NS</sup>
ERROR	12	1066.58	88.88	
TOTAL	19	1476.32		

NS= No significativo

B-16 ANALISIS DE VARIANZA DEL DIAMETRO DE ESTOLONES TERCIARIOS EN LA FASE FINAL DE PROPAGACION VEGETATIVA DEL CULTIVAR TIIGA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIOS CUADRADOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTOS	7	109.53	15.64	2.4 <sup>NS</sup>
ERROR	12	425.67	35.47	
TOTAL	19	535.20		

NS= No significativo

B-17 ANALISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA DE PLANTAS CUATERNARIAS EN LA FASE FINAL DE PROPAGACION VEGETATIVA DEL CULTIVAR TIIGA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIOS CUADRADOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTOS	7	345.31	49.33	2.55 <sup>NS</sup>
ERROR	12	231.86	19.32	
TOTAL	19	577.17		

NS= No significativo

B-18 ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE ESTOLONES CUATERNARIOS EN LA FASE FINAL DE PROPAGACION VEGETATIVA DEL CULTIVAR TIOGA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	7	10.86	1.56	0.76 <sup>NS</sup>
ERROR	12	24.33	2.02	
TOTAL	19	35.2		

NS= No significativo

B-19 ANALISIS DE VARIANZA DE LA LONGITUD DE ESTOLONES CUATERNARIOS EN LA FASE FINAL DE PROPAGACION VEGETATIVA DEL CULTIVAR TIOGA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	7	1865.5	266.5	1.09 <sup>NS</sup>
ERROR	12	2908.3	242.3	
TOTAL	19	4774.83		

NS= No significativo

B-20 ANALISIS DE VARIANZA DEL DIAMETRO DE ESTOLONES CUATERNARIOS EN LA FASE FINAL DE PROPAGACION VEGETATIVA DEL CULTIVAR TIOGA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	7	654.19	93.45	1.3 <sup>NS</sup>
ERROR	12	857.01	71.41	
TOTAL	19	1511.20		

NS= no significativo

B-21 ANALISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA DE PLANTA QUINARIA EN LA FASE FINAL DE PROPAGACION VEGETATIVA DEL CULTIVAR TIOGA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	7	127.23	18.17	0.74 <sup>NS</sup>
ERROR	12	290.89	24.24	
TOTAL	19	418.12		

NS= no significativo

B-22 ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE ESTOLONES QUINARIOS EN LA FASE FINAL DE PROPAGACION VEGETATIVA DEL CULTIVAR TIOGA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	7	2.03	0.24	2.97 <sup>NS</sup>
ERROR	12	0.17	0.09	
TOTAL	19	3.20		

NS= No significativo

B-23 ANALISIS DE VARIANZA DE LA LONGITUD DE ESTOLONES QUINARIOS EN LA FASE FINAL DE PROPAGACION VEGETATIVA DEL CULTIVAR TIOGA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	7	1520.87	217.26	1.01 <sup>NS</sup>
ERROR	12	2559.39	213.28	
TOTAL	19	4080.27		

NS= No significativo

B-24 ANALISIS DE VARIANZA DEL DIAMETRO DE ESTOLONES QUINARIOS EN LA FASE FINAL DE PROPAGACION VEGETATIVA DEL CULTIVAR TIIGA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTOS	7	284.3	40.61	0.98 <sup>NS</sup>
ERROR	12	494.5	41.20	
TOTAL	19	778.8		

NS= No significativo

B-25 ANALISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA DE PLANTAS DE SEXTO GRADO EN LA FASE FINAL DE PROPAGACION VEGETATIVA DEL CULTIVAR TIIGA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	7	114.5	16.35	1.37 <sup>NS</sup>
ERROR	12	142.8	11.90	
TOTAL	19	257.32		

NS= No significativo

B-25 ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE ESTOLONES TOTALES EN LA FASE FINAL DE PROPAGACION VEGETATIVA DEL CULTIVAR TIIGA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTOS	7	140.88	20.11	1.40 <sup>NS</sup>
ERROR	12	171.67	14.30	
TOTAL	19	312.55		

NS= No significativo

B-27 ANALISIS DE VARIANZA DE LA LONGITUD DE ESTOLONES TOTALES EN LA FASE FINAL DE PROPAGACION VEGETATIVA DEL CULTIVAR TIUGA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	7	223,18	31,88	0,75 <sup>NS</sup>
ERROR	12	504,73	42,06	
TOTAL	19	727,91		

NS= No significativo

B-28 ANALISIS DE VARIANZA DEL DIAMETRO DE ESTOLONES TOTALES EN LA FASE FINAL DE PROPAGACION VEGETATIVA DEL CULTIVAR TIUGA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	7	1,37	0,19	0,75 <sup>*</sup>
ERROR	12	0,67	0,05	
TOTAL	19	2,05		

\* Significancia al 5%

B-29 ANALISIS DE VARIANZA DE PRODUCCION DE PESO SECO EN LA FASE FINAL DE PROPAGACION VEGETATIVA DEL CULTIVAR TIUGA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	7	79,88	11,41	0,14 <sup>NS</sup>
ERROR	12	957,02	79,75	
TOTAL	19	1036,90		

NS= No significativo

B-30 ANALISIS DE VARIANZA DEL INCREMENTO DE ALTURA EN EL CULTIVAR TIIGA INOCULADO CON DOS CEPAS ENDOMICORRICICAS CON EL USO DE DOS FUNGICIDAS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	41	360.10	8.78	2.73**
ERROR	109	350.25	3.21	
TOTAL	150	710.36		

\*\* Significancia al 1%

B-31 ANALISIS DE VARIANZA DE LA PRODUCCION DE PESO SECO EN EL CULTIVAR TIIGA INOCULADO CON DOS CEPAS ENDOMICORRICICAS CON EL USO DE DOS FUNGICIDAS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	41	2914963	71096.65	0.31 <sup>NS</sup>
ERROR	105	23406267	22869.21	
TOTAL	146	26421230		

NS= No significativo

B-32 ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE ESTOLONES PRIMARIOS EN EL CULTIVAR TIIGA INOCULADO CON DOS CEPAS ENDOMICORRICICAS CON EL USO DE DOS FUNGICIDAS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	41	56.83	1.38	1.98**
ERROR	106	74.00	0.70	
TOTAL	147	130.83		

\*\* Significancia al 1%

B-33 ANALISIS DE VARIANZA DE LA LONGITUD DE ESTOLONES PRIMARIOS EN EL CULTIVAR TIIGA INOCULADO CON DOS CEPAS ENDOMICORRICICAS CON EL USO DE DOS FUNGICIDAS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	41	1547.49	37.74	0.27 <sup>NS</sup>
ERROR	106	14393.11	135.78	
TOTAL	147	15940.00		

NS= No significativo

B-34 ANALISIS DE VARIANZA DEL DIAMETRO DE ESTOLONES PRIMARIOS EN EL CULTIVAR TIIGA INOCULADO CON DOS CEPAS ENDOMICORRICICAS CON EL USO DE DOS FUNGICIDAS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	41	2053.08	50.07	1.6 <sup>NS</sup>
ERROR	109	3391.09	31.11	
TOTAL	150	5495.17		

NS= No significativo

B-35 ANALISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA DE PLANTAS SECUNDARIAS EN EL CULTIVAR TIIGA INOCULADO CON DOS CEPAS ENDOMICORRICICAS CON EL USO DE DOS FUNGICIDAS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	41	741.39	18.08	17.11**
ERROR	109	115.19	1.05	
TOTAL	150	856.58		

\*\*Significancia al 1%



B-36 ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE ESTOLONES SECUNDARIOS EN EL CULTIVAR TIIGA INOCULADO CON DOS CEPAS ENDOMICORRICICAS CON EL USO DE DOS FUNGICIDAS,

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTOS	41	12.16	0.29	1.05 <sup>NS</sup>
ERROR	127	35.75	0.28	
TOTAL	168	47.91		

NS= No significativo

B-37 ANALISIS DE VARIANZA DE LA LONGITUD DE ESTOLONES SECUNDARIOS EN EL CULTIVAR TIIGA INOCULADO CON DOS CEPAS ENDOMICORRICICAS CON EL USO DE DOS FUNGICIDAS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTOS	41	4067.72	99.21	1.10 <sup>NS</sup>
ERROR	109	9745.68	89.40	
TOTAL	150	13813.41		

NS= No significativo

B-38 ANALISIS DE VARIANZA DEL DIAMETRO DE ESTOLONES SECUNDARIOS EN EL CULTIVAR TIIGA INOCULADO CON DOS CEPAS ENDOMICORRICICAS CON EL USO DE DOS FUNGICIDAS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	41	1299.85	31.70	1.14 <sup>NS</sup>
ERROR	127	3503.12	27.58	
TOTAL	168	4802.98		

NS= No significativo

B-39 ANALISIS DE VARIANZA DEL COLONIZACION ENDOMICORRIZICA EN EL CULTIVAR TIIGA INOCULADO CON DOS CEPAS ENDOMICORRIZICAS CON EL USO DE DOS FUNGICIDAS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	41	186019.11	4537.0	26.51**
ERROR	115	19678.16	171.0	
TOTAL	156	205697.27		

\*\* Significancia al 1%

B-40 ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE CUATRO CULTIVARES DE FRESA CON LA INOCULACION DE TRES CEPAS ENDOMICORRIZICAS EN EL ESTABLECIMIENTO EN VIVERO.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	15	50232.131	3348.42	2.01*
ERROR	48	79595.23	1658.23	
TOTAL	63	129827.55		

\* Significancia al 5%

B-41 ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE FRUTOS EN CUATRO CULTIVARES DE FRESA CON LA INOCULACION DE TRES CEPAS ENDOMICORRIZICAS EN EL ESTABLECIMIENTO EN VIVERO.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>CAL</sub>
TRATAMIENTO	15	428.75	28.58	1.66 <sup>NS</sup>
ERROR	48	825.00	17.18	
TOTAL	63	1253.75		

NS= No significativo

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- AZCUN, R. y OCAMPO, J.A. Factores que afectan la infección de la endomicorriza vesículo-arbuscular y dependencia de trece cultivares de trigo. *New Phytol.* 87: 677-68b. (1981)
- 2.- ARENS, M.L.; RICH, J.R. y SCHENCK, N.C. Interaction of the foliar fungicide, metalaxyl and endomycorrhiza, *Glomus etunicatum* on - "McNair 944" tobacco. 5th N. Am. Conf. Mycorrhizae, Quebec. P. 65 1981.
- 3.- AVIGDOKI-AVICOV, H.; GOLDSCHMIDT, E.F. y KEDAR, N. Involvement of endogenous gibberellins in the chilling requirements of strawberry (*Fragaria x ananassa*). *Ann. Bot.* 41: 927-936. 1977.
- 4.- AVITIA, G.E. Efectos de la hidrazida maléica sobre el desarrollo vegetativo y rendimiento de fruto en fresa (*Fragaria x ananassa* - Duch). Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo. 1981.
- 5.- BACKMAN, P.A.; CLARK, E.M. Effect of carbofuran and other pesticides on vesicular-arbuscular mycorrhizae in peanuts. *Nematropica.* 7: 13-17. 1977.
- 6.- BAILEY, J.E.; SAFIR, G.R. Effect of benomyl on soybean endomycorrhizae. *Phytopathol.* 68: 1810-1812. 1978.
- 7.- BARTSCHI, H. Influence de quelques pesticides sur l'infection endomycorrhizienne. *Colloques Inst. Natl. Rech. Agron.* 13: 259-266. 1982.
- 8.- BENSON, N.R. y COVERLEY, R.P. Response of apple seedlings to - Zinc fertilization and mycorrhizal inoculation. *Hort. Sci.* 11: 252-253. 1976.
- 9.- BERTOLDI, M. de, y GIOVANNEITI, M. y RIESS, S. Effetto dei fungicidi benomyl e captan sulle micorrize endotrofiche di *Allium cepa*. *Atti. 17th Congr. Naz. Soc. ITAL. Microbiol.* 17: 865-870. 1975.
- 10.- BERTOLDI, M. de y GIOVANNETTI, M. Effects of soil applications of benomyl and captan on the growth of onions and the occurrence of - endophytic mycorrhizas and rhizosphere microbes. *Ann. Appl. Biol.* 86: 11-1115. 1977.
- 11.- BROMME, T. y SIMMERMAN, R. *In vitro* propagation of blackberry. *Hort. Sci.* 13: 151-153. 1978.

- 12.- BOXUS, P.M. The production of strawberry plants by *in vitro* micropropagation. J. Hort. Sci. 49: 209-210. 1974.
- 13.- BELKENGREN, R.U. y MILLER, P.W. Culture of apical meristms of *Fragaria vesca* strawberry plants as a method of excluding latent a virus. Plant. Dis. Rep. 46:110 121. 1962.
- 14.- CHILVERS, M.T. y DAFT, J.F. Effect of temperature low in the development of association on the vesicular arbuscular mycorrhizae between *Glomus caledonium* and *Allium cepa*. Trans. Brit. Mycol. Soc. 97: 37-38. 1982.
- 15.- CONNOR, L.F. y MARTIN, E.C. Components of pollination of commercial strawberries in Michigan. Hort. Sci. 8: 304-306.1973.
- 16.- COOKE, K. The biology of simbiotic fungi. Whiles and Sons. London New York. pp. 185-202.1977.
- 17.- COOPER, K.M. y TINKER, P.B. Translocation and transfer of nutrients in vesicular arbuscular mycorrhizas. II. Uptake and translocation; of P, Zn, and S. New Phytol. 81:43-53.1978.
- 18.- DAFT, M.S. y EL-GIAHMI, A.A. Effect of *Glomus* infection on tree - legume. In: Endomycorrhizas, Ed. by F.E. Sanders, B. Mosse and P.B. Tinker. Academic Press. New York. pp. 581-592. 1975.
- 19.- DANIELS, B.A. y TRAPPE, J.M. Factors affecting spore germination of the vesicular arbuscular fungus *Glomus epigaeum*. Mycol. 72: - 457-471. 1980.
- 20.- DAVALOS, G.P. Guía para establecer viveros de fresa. Material didáctico de apoyo del curso de fresa. Irapuato, Gto. Diciembre 1985.
- 21.- D.G.E.A. Programa Siembra exportación de fresa para la temporada 1978-1979. SARH. DGEA. 1979.
- 22.- DIEM, H.G. y DOMMARGUES, Y.R. Ecology of VA mycorrhizae in the tropics: The semi-arid zone of Senegal. Acta Oecol. Joecol. Plant 2: 52-62. 1981.
- 23.- DOMSCH, K.H. Soil fungicides. A Rev. Phytopath. 2: 293-320.1964.
- 24.- EARLE, E. y LACHANS, K. Carnation propagation from shoot tips cultures in liquid medium. Hort. Sci. 10: 608-610. 1975.
- 25.- EDGINGTON, L.V.; KHEW, K.L. y BARRON, G.L. Fungitoxic spectrum y benzimidazole compounds. Phytopathol. 61:42-44.1971.

- 26.- EL-GIAHMI, A.A; NICOLSON, I.H. y DAFT, M.J. Effect of fungical toxicants on mycorrhizal maize. Trans. Brit. Mycol. Soc. 67:172-173. 1976.
- 27.- FERRERA-CERRATO, R. Micorriza. Exámen Predoctoral. Sección de Graduados. E.N.C.B., I.P.N. México. 1977.
- 28.- FERRERA-CERRATO, R. La semana de la Hierba. Simposium. La Sequia y su impacto en la Agricultura. La micorriza Vesículo-arbuscular en los diferentes agroecosistemas. 21 y 22 de noviembre. U.A.C.H. 1983 a.
- 29.- FERRERA-CERRATO, R. Los hongos micorrícicos en el desarrollo - agronómico. Mesas redondas. La Microbiología. 3 de Junio. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 40 Aniversario del Colegio - Nacional 1983 b.
- 30.- FERRERA-CERRATO, R. y MACEDO, A.S. La micorriza en los diferentes agroecosistemas del Plan Zacapoaxtla, Puebla. Resúmenes XIV Congreso Nacional de Microbiología. Asociación Mexicana de Microbiología. Chihuahua, Chih. 1983 c.
- 31.- FUCHIGAMI, L. y CHENG, T. Abaxial transpiration and water stress aseptically cultured plum. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106:519-522. 1981.
- 32.- FURLAN, V. y FORTIN, J.A. Formation of endomycorrhizae by *Endogone calospora* in *Allium cepa* under three temperature regimenes. - Natural. Can. 100: 467-477. 1973.
- 33.- FURLAN, V. Etude de L'influence de la temperature de la lumiere et des fertilizants N-P-K sur les etapes de L'Endomicorrhization et Croissance de L'*Allium cepa* L. These present a L'ecole Des gradues de L'universite LavalPoul L'obtention du Grade de Docteur en Sciences. 1976.
- 34.- FURLAN, V. y FORTIN, J.A. Effect of the light intensity on the formation of vesicular arbuscular endomycorrhizae with *Allium cepa* by *Gigaspora calospora*. New Phytol. 79: 335-340. 1977.
- 35.- GRAY, L.E. y GERDEMANN, J.W. Uptake of phosphorus 32 by vesicular arbuscular mycorrhizae. Plant and Soil. 30: 415-422. 1969.
- 36.- GRAY, L.E. y GERDEMANN, J.W. Uptake of sulphur 35 by vesicular arbuscular mycorrhizae. Plant and Soil. 30: 687-689. 1975.
- 37.- GERDEMANN, J.W. y NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal *Endogone* - species extracted from soil by wet sieving and decanting. Trans. Brit. Mycol. Soc. 46: 234-244. 1963.

- 38.- GERDEMANN, J.W. Vesicular arbuscular mycorrhiza and plant growth. *Ann. Rev. Phytol.* 6: 397-418. 1968.
- 39.- GERDEMANN, J.W. y TRAPPE, J.M. The Endogonaceae in the Pacific - Northwest. *Mycol. Memoir No. 5* Published by the N.Y. Botanical Garden, Bronx. 9-76. 1974.
- 40.- GERMANI, G. y diem, H.G. Influence of 1,2 dibromo-3-chloropropane fumigation on nematode population mycorrhizal infections  $N_2$  fixation and yield of field grown groundnut. *Rev. Nematol.* 3: 75-79. 1980.
- 41.- GILMORE, A.E. The influence of endotrophic mycorrhizae on the growth of peach seedlings. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 76: 35-38. 1971.
- 42.- GILPATRICK, J.D. y REYNOLDS, J.E. A simple technique for evaluating translocation of fungicides. *Plant. Dis. Rep.* 54: 223-225. 1970.
- 43.- GRANGER, R.L.; PLENCHETTE, C. y FORTIN, J.A. Effect of mycorrhizal fungi (*Glomus epigaeum*) on the growth of leaf and content minerals of two clones of apple propagated *in vitro*. *Can. J. Plant. Sci.* 63: 551-555. 1983.
- 44.- GIANINAZZI, S. L'endomycorrhization controlle en agriculture, en horticulture et en arboricultures. Problèmes et progrès. In *les - Mycorrhizes biologie et utilisation*. Ed. INRA. 231-240. 1982.
- 45.- GIOVANNETTI, M. y RIESS, S. Effects of soil applications of systemic fungicides on bulb formation in onions. *Plant and Soil.* 57: 463-465. 1980.
- 46.- GROTH, D.E. y MARTINSON, C.A. Increased endomycorrhizal infection of maize and soybeans after soil treatment with metalaxyl. *Plant. Dis.* 76: 1377-1378. 1983.
- 47.- GUIERREZ, S. Micropropagación de la fresa a partir de meristemo. Tesis profesional. Escuela de Agricultura. Universidad de Guadaluajara. 1983.
- 48.- GUZMAN-PLAZOLA, R. y FERRERA-CERRATO, R. La simbiosis *Rhizobium-Glomus* de *Leucaena leucocephala*. 6th North American Conference on Mycorrhizae. Oregon. U.S.A. 1984.
- 49.- HASEGAWA, R. *In vitro* propagation of rose. *Hort. Sci.* 14: 610-613. 1979.
- 50.- HOCHSTEIN, P.E.; COCK, E. y SISTER, H.D. The biochemical action of N-trichloromethylthiotetrahydrophthalimida. *Phytopath.* 44: 492-494. 1956.

- 51.- HOEPFNER, E.F. y KOCH, B.L. Enhancement of growth and phosphorous concentrations in apple seedlings by vesicular arbuscular mycorrhizae. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108: 207-209. 1983.
- 52.- HOLEVAS, C.D. The effect of a vesicular arbuscular mycorrhizae on the uptake of soil phosphorous by strawberry *Fragaria* sp. variedad Crambridge Favorite. J. Hort. Sci. 41: 52-64. 1966.
- 53.- HOWARD, B. Y HEATHER, D. Improved establishment of *in vitro* propagated following treatment with GA<sub>3</sub> or prior chilling. J. Hort. Sci 56: 1-7. 1981.
- 54.- HUGHES, J. y MARTIN, L.W. Mycorrhizal influence on the nutrition of strawberries. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103: 179-181. 1978.
- 55.- HUGHES, M. y CHAPLIN, J.M. Influence of mycorrhiza on the nutrition of red raspberries. Hort. Sci. 14: 521-523. 1979.
- 56.- ILOBA, C. The effect of trigluralin on the formation of ectotrophic mycorrhizae in some pines species. 1. Toxicity to mycorrhiza forming fungi. EUR. J. For. Pathol. 7: 47-51. 1977.
- 57.- JACKSON, J.E., MILLER, R.H. y FRANKLIN, R.E. The influence of vesicular arbuscular mycorrhiza on uptake of <sup>90</sup>Sr from soil by soy beans. Soil. Biochem. 5:205-212. 1973.
- 58.- JALALI, B.L. y DOMCH, K.H. Effect of systemic fungitoxicants on the development of endotropic mycorrhiza. In Endomycorrhizas. Eds. F.E. Sanders, B. Mosse, P.B. Tinker. pp. 619-626. London. Academic Press. 1975.
- 59.- JALALI, B.L. Effect of soil fungitoxicant on the development of VA-mycorrhiza and phosphate uptake in wheat. In soil Borne Plant Pathogens. Eds. B. Schippers, W. Gams. pp. 525-530. London Academic Press. 1979.
- 60.- JALALI, B.L.; THAREJA, M.L. Studies on the plant growth responses to vesicular arbuscular mycorrhiza. Haryana Univ. Dept. Plant Pathol. ICAR. rep. p. 31. 1982.
- 61.- JUAREZ, M.J. Desarrollo del cultivo en fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) en un medio de cultivo hidropónico partiendo de plantas propagadas *in vitro*. Inédito. 1984.

- 62.- KHAN, A.G. Vesicular arbuscular mycorrhizal association on growth of cereals. I. Effects on maize growth. *New Phytol.* 71: 613-619 1972.
- 63.- KHAN, A.G. The effect of vesicular arbuscular mycorrhizal association on growth cereals. II. Effect on wheat growth. *Annals. of Applied Soil.* 80: 27-36. 1975.
- 64.- KLEINSCHMIDT, D.G. y GERDEMANN, J.W. Stunting of citrus seedling in fumigated nursery soil related to the absence of endomycorrhizae. *Phytol.* 62: 1447-1453. 1972.
- 65.- KOCH, B.L. y COVEREY, R.P. Responses of apple seedling in fumigated soil to phosphorous and vesicular arbuscular mycorrhiza. - *Hort. Sci.* 17: 2-232-233. 1982.
- 66.- KULDIPSINGH, R. y DHALIWAI, G.S. Effect of storage, temperature and  $GA_3$  treatments on runner production in strawberry. *Punjab Hort. J.* 32: 87-92. 1982.
- 67.- LEWIS, D.H. 1973. Concepts in fungal nutrition and the origin of biotrophy. *Biol. Rev.* 48: 261-278. 1973.
- 68.- LINSMAIER, E.M. y SKOOG, F. Organic growth factor requirements of tobacco tissue cultures. *Physiol. Plantarum.* 18: 100-127. 1964.
- 69.- MACEDO, A.S. y FERRERA-CERRATO, R. Infección de la micorriza vesicular arbuscular (VA) en diferentes leguminosas de las localidades que forman el plan Zacapoaxtla, Pue., México. *Memorias de XIV Congreso de la Ciencia del Suelo. S.L.P. México.* 1: 509-517. 1981.
- 70.- MARTINEZ, A.J. y RIO, M.A. del. Principales enfermedades de la fresa en el Valle de Zamora, Mich. *Material Bibliográfico de apoyo del curso cultivo de la fresa. Irapuato, Gto. Diciembre.* 1985.
- 71.- MEJIA, N.M. Contribución al cultivo *in vitro* de la fresa (*Fragaria x ananassa* Duch). Tesis profesional. Chapingo, México. 1984.
- 72.- MENGE, J.A. y LAMBRIGHT, H. Utilization of mycorrhizal fungi in citrus nursery. *Proc. Int. Soc. Citriculture.* 1: 129-132. 1976.
- 73.- MENGE, J.A. y JOHNSON, E.L. Effect of heat treatment and three pesticides upon the growth and reproduction of the mycorrhizal fungus *Glomus fasciculatum*. *New Phytol.* 82: 473-480. 1979.



- 74.- MENGE, J.A. y LA RUE, J. The effect of two mycorrhizal fungi growth and nutrition of ayocado seedling grown and six fertilizer treatment J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105: 400-404. 1980.
- 75.- MENGE, J.A. Effect of soil fumigants and fungicides on vesicular - arbuscular fungi. Phytopathol. 72: 1125-1129. 1982.
- 76.- MORANDI, D.; GIANINAZZI, S. y GIANINAZZI-PEARSON, V. Interet de - l'endomycorhization dans lareprise et la croissance du Framboisier issu de multiplication végétative *in vitro*. Ann. Amélior. Plantes 29: 623-630. 1979.
- 77.- MOSSE, B. The influence of soil type and *Endogone* strain on the - growth of mycorrhizal plants in phosphate deficien soil. Rev. Ecol. Biol. Soil. 9: 529-537. 1972.
- 78.- MOSSE, B. Advances in the study of vesicular arbuscular mycorrhiza Ann. Rev. Phytopathol. 11: 171-196. 1973.
- 79.- MOSSE, B. Vesiculo arbuscular mycorrhizal infection in root organ cultures. Physiol. Plant. 5: 215-223.1975.
- 80.- MURASHIGE, T. y SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and - bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plantarum. 15: 47-496. 1962.
- 81.- MURASHIGE, T. Plant propagation through tissue cultures. Ann. Rev. Plant. Physiol. 25: 135-166. 1974.
- 82.- MULLIN, R.M. y SCHELEGE, D.E. Cold storage maintenance of strawbe rry meristem plantlets. Hort. Sci. 11: 100-101. 1976.
- 83.- NEMEC, S. y O'BANNON. Response of *Citrus aurantium* a *Glomus etunicatum* and *Glomus mosseae* after treatment soil with fumigant selected. Plant and Soil. 53: 351-359. 1979.
- 84.- NEMEC, S. Effect of 11 fungicides on endomycorrhizal development in sour orange. Can. J. Bot. 58: 522-526. 1980.
- 85.- NESHEIM, O.N. y LINN, M.B. Deleterious affect of certain fungitoxicants on the formation of mycorrhizae on corn by *Endogone fasciculata* and on corn root development. Phytopathol. 59: 297-300. - 1969.

- 86.- NORRIS, L.A. The movement persistence and rate of the phenoxy -- herbicides and tood in the forest. Res. Rev. 80: 65-135. 1981.
- 87.- UCAMPO, J.A. y HAYMAN, D.S. Effect of pesticides on mycorrhiza in field grown barley, maize and potatoes. Trans. Brit. Mycol. Soc. 74: 413-416. 1980.
- 88.- PARTRIDGE, A.D. Some effects of cyclohexamide on selected forest fungi. Plant Dis. Rep. 50: 497-499. 1966.
- 89.- PEYRONEL, F. y FASSI, M. Terminology of mycorrhizae. Mycol. 61: 410-411. 1969.
- 90.- PHILLIPS, J.M. y HAYMAN, D.S. Improved procedures for claring root and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans. Brit. Mycol. Soc. 55: - 158-160. 1970.
- 91.- PLENCHETTE, C. Growth stimulation of apple trees in unsterilized soil under field conditions by endomycorrhizal inoculation. Can. J. Bot. 59: 2003-2008. 1981.
- 92.- PLENCHETTE, C., FURLAN, V. y FORTIN, J.A. Effect of different mycorrhizal fungi on growth of five host plant on montmorillonite calcined clay. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107: 535-538. 1982.
- 93.- PONS, F. y GIANINAZZI-PEARSON, V. 1983. Studies of vesicular arbuscular mycorrhizae. In *in vitro* mycorrhizal synthesis of axenically propagated wild cherry (*Prunus avium* L) plant. Plant and Soil. 71: 185-187. 1983.
- 94.- POWELL, C. Potassium uptake by endotrophic mycorrhiza. In endomycorrhizas, Ed. Sanders, F.B. Mosse y P.B. Tinker. P. 461-468. Academic Press. 1975.
- 95.- RHODES, L. H.; LARSEN, P.O. Effect of fungicides on mycorrhizal - development of creeping bentgrass. Plant Dis. 65: 145-147. 1981.
- 96.- RODRIGUEZ, A.J. Efecto de ácido giberélico sobre la propagación vegetativa y la floración de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch). Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo. 1976.
- 97.- ROSATI, F., MARIANO, F. y SWIEROZEWSKI, CH. In vitro propagation of japonese plum (*Prunus salicina* Lindl. cultivar calita). J. - Amer. Soc. Hort. Sci. 105: 126-129. 1980.

- 98.- SAFIR, C.R. Vesicular arbuscular mycorrhiza and productivity. In the Biology of crop productivity. Academic Press. New York. p. - 231-256. 1980.
- 99.- SANDERS, F.E. y TINKER, P.B. 1973. Phosphate flow in to mycorrhizal roots. Pestic. Sci. 4: 385-395. 1973.
- 100.- SANDERS, F.E. y TINKER, P.B. Rhizosphere microorganism and plant nutrition. Soil. Sci. 119:363-368. 1975.
- 101.- SCOTT, D.H. y LAWRENCE, F.J. Strawberries. In: Advances in fruit breeding Janick. J. and Moore, J.N. Purdue Univer. USA. p-71-97. 1975.
102. SCHUEPP, H.; BODMER, M. Effect of selected fungicides on vesicular arbuscular mycorrhizal infection in field trials. 5th N. Am. Conf. Mycorrhizae, Quebec. p. 5. 1981.
- 103.- SEELING, R.A. Strawberries: In fruit and vegetables facts and pointers. United Fresh Fruit and Vegetable. Ass. USA. 1975.
- 104.- SHARP, N.R. y LARSEN, P.O. Plant cell and tissue cultures: Current applications and potential plant cell and tissue culture. 1974.
- 105.- SKIPPER, M.D. y GARRIED, F. Influence of soil pH on the soybean - endomycorrhiza symbiosis. Plant and Soil. 53: 559-563. 1979.
- 106.- SKIRVIN, R. y CHU, M. *In vitro* propagation of "Forever Youne" rose Hort. Sci. 14: 126-129. 1979.
- 107.- SMEET, L. Effect of chilling on runner formation and flower initiation in the everbearing strawberry. Sci. Hort. 17: 43-48.1982.
- 108.- SMITH, T.F. Some effects of crop protection chemicals on the distribution and abundance of vesicular arbuscular endomycorrhiza. J. Aust. Inst. Agric. Sci. 44: 82-88. 1978.
- 109.- SMITH, C.W. y SKIPPER, H.D. 1979. Comparasion of methods to extract spores of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi soil. Sci. Soc. - Am. J. 43: 722-725. 1979.
110. SUTTON, J.C. y BARRON, G.L. Population dynamics of *Endogone* spores in soil. Can. J. Bot. 50: 1909-1914. 1972.
- 111.- TAXTER, R. A. A revision of the Endogonaceae. Proc. Amer. Academic. Arts. Sci. 57: 291-351. 1922.

- 112.- TIMMER, L.W. y LEYDEN, R.E. Relationship of seedbed fertilization - and fumigation to infection of sour orange seedlings by mycorrhizal fungi and *Phytophthora parasitica*. *Phytopathol.* 20: 521-526. 1978.
113. TRAPPE, J.M. Mycorrhizal reactions to pesticides. *Ann. Rev. Phytopathol.* 22: 331-359. 1984.
- 114.- VILLALOBOS, A.V. Cultivo meristemático de *Fragaria* sp. *in vitro*. - Tesis profesional. Chapingo, México. 1982.
- 115.- VILLEGAS, M.A. Apuntes de propagación de plantas. Facultad de Estudios Superiores Coautitlán. UNAM (Inédito). 1982.
- 116.- VILLEGAS, M.A. et al. Efecto del microambiente en el establecimiento a suelo en plantas obtenidas *in vitro*. (Inédito). 1984.
- 117.- WESTWOOD, M.N. Temperature-zone pomology. W.H. Freeman and Co. San Francisco. USA. p. 66-69. 1978.
- 118.- USDA. Strawberry. In: insecto pollination of cultivated crop plant *Agricultural Handbook*. No. 486. Julio. p. 338-344. 1976.

Bibliografía citada en base a Coordinación Q.F.B. de la ENEP ZARAGOZA.