

**ELABORACIÓN DE MÉTODO DE POLINIZACIÓN ARTIFICIAL PARA LA
PRODUCCIÓN DE SEMILLA HÍBRIDA DE *Tagetes erecta* L. , VARIEDAD
ANTIGUA YELLOW.**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Biología

**ELABORACIÓN DE MÉTODO DE POLINIZACIÓN ARTIFICIAL PARA LA
PRODUCCIÓN DE SEMILLA HÍBRIDA DE *Tagetes erecta* L. , VARIEDAD
ANTIGUA YELLOW.**

CLAUDIA CAROLINA QUINTEROS FLORES

Trabajo de graduación presentado para optar al grado
académico de Licenciada en Biología

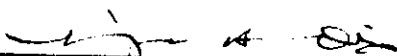
Guatemala

1998

BIBLIOTECA

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Vo. Bo. :

(f) 

Dra. Margaret Dix
Asesora

Tribunal:

(f)


Lic. Karla Tay de Pérez

(f)


Dra. Elfride Pribik Nawratil de Pöll

(f)


Dra. Margaret Dix

Fecha de aprobación :

27 de julio de 1998

Por medio de estas líneas deseo dar gracias a las personas que me han apoyado durante toda mi carrera.

A mis papás, César y Alina; hermanas, Alina y Gabriela. Muchas gracias por la ayuda y confianza que me han demostrado, por creer en mí y en mis decisiones.

A Rodolfo Ortiz, por su ayuda e interés dado durante este tiempo. Su apoyo incondicional fue de gran importancia.

Quisiera agradecer a Lic. Karla Tay de Pérez y Lic. Ronaldo Pérez, por toda su ayuda y tiempo durante la realización de este estudio. A Mayacrops de Guatemala por permitirme realizar este trabajo dentro de su finca. A Linda Barcos y Rosario Carballo, por enseñarme y ayudarme en la producción de Flor de muerto. Y a todo el personal de la Finca El Zapote que colaboraron en el proyecto.

Deseo agradecer a Dra. Margaret Dix, directora del Depto. de Biología, por su ayuda en la corrección y elaboración de este trabajo. A la Dra. Elfride de Pöll por su ayuda al corregir y colaborar con muestras de la planta silvestre.

CONTENIDO

	Páginas
RESUMEN	XIV
I. ANTECEDENTES	
A. Características botánicas y taxonómicas de <i>T. erecta</i>	1
1. Clasificación y descripción	1
2. Origen y usos	2
B. Variedades de <i>T. erecta</i>	2
1. Origen	2
2. Variedad Antigua Yellow	3
C. Polen de <i>T. erecta</i>	4
1. Generalidades	4
2. Factores que afectan su almacenamiento	5
3. Almacenamiento de polen de <i>T. erecta</i>	7
D. Mezclas de polen <i>T. erecta</i> y <i>Portulaca</i> sp.	7
1. Origen de las mezclas	7
2. Polen de <i>Portulaca</i> sp.	8

E.	Principales afecciones y enfermedades del cultivo	9
1.	Insectos que atacan al cultivo	9
a.	Thrips	9
b.	Mosca Blanca	10
c.	Minador	10
d.	Gusanos	10
2.	Hongos que atacan el cultivo	10
a.	<i>Alternaria</i> sp	10
b.	<i>Botrytis</i> sp.	11
c.	<i>Pythium</i> sp.	11
II.	OBJETIVOS	
A.	Objetivo general	13
B.	Objetivos específicos	13
III.	METODOLOGIA	15
IV.	RESULTADOS	23
A.	Cultivo	23
1.	Comportamiento de la producción de polen de <i>T. erecta</i>	23
2.	Comportamiento del consumo de polen de <i>T. erecta</i>	24
B.	Producción de semilla híbrida	27
1.	Producción total	27
2.	Número de semillas por cabeza cosechadas	28
3.	Gramos de semilla híbrida cosechada	30

C.	Análisis económico de la producción de semilla híbrida	31
1.	Análisis económico a nivel de dosis	32
2.	Análisis económico a nivel de frecuencia	33
V.	DISCUSIÓN	35
VI.	CONCLUSIONES	39
VII.	LITERATURA CITADA	41
	APÉNDICES	
A.	Tablas y cuadros utilizados dentro de metodología	43
B.	Guía de producción de <i>T. erecta</i>	51
C.	Tablas y figuras obtenidas de los resultados	61
D.	Análisis estadísticos aplicados a los resultados	67
E.	Glosario	73

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla		Página
1.1	Tabla comparativa entre polen binucleado y trinucleado	6
1.2	Condiciones óptimas para el almacenamiento de polen de <i>T. erecta</i>	7
3.1	Plan de polinización para bancas de la 25 a la 40 en el invernadero 50 de Investigación. Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops, S.A.	18
4.1	Producción de polen de <i>T. erecta</i> durante el período de marzo a abril de 1997. Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops, S.A.	23
Figuras		
1.1	Planta silvestre de <u>Tagetes erecta</u> L.	2
1.2	Planta de <i>T. erecta</i> variedad Antigua Yellow	4
3.1	Diagrama de vista frontal de invernadero 50 de investigación. Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops S.A.	15
3.2	Pipeta de succión utilizada para coleccionar polen dentro del invernadero. Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops S.A.	16
4.1	Gramos de polen de <i>T. erecta</i> producidos a través del tiempo de producción, dado en períodos. Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops S.A.	24
4.2	Gramos de mezcla y polen de <i>T. erecta</i> totales consumidos durante el período de producción de semilla híbrida (febrero a abril 1997). Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala.	25

4.3	Gramos de polen de <i>T. erecta</i> utilizados por cada 100 cabezas florales para cada frecuencia, durante el período de polinización. Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops S.A.	26
4.4	Gramos de polen de <i>T. erecta</i> utilizados por cada 100 cabezas florales para cada dosis, durante el período de polinización. Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops S.A.	26
4.5	Número de cabezas totales cosechadas para cada fecha de colecta. Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops S.A.	27
4.6	Número promedio de semillas por cabeza en función de la dosis. Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops S.A.	28
4.7	Número de semillas promedio por cabeza en función de la frecuencia. Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops S.A.	29
4.8	Número de semillas promedio por cabeza para cada frecuencia en función de la dosis para una banca estándar. Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops S.A.	29
4.9	Gramos de semilla cosechada para cada frecuencia en función de la dosis. Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops S.A.	30
4.10	Gramos de polen de <i>T. erecta</i> utilizados para la producción de gramos de semilla en función de la dosis. Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops S.A.	31
4.11	Análisis costo/ beneficio para diferentes dosis utilizadas en la producción de semilla híbrida en un invernadero estándar. Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala.	32
4.12	Análisis costo/ beneficio para diferentes dosis utilizadas en la producción de semilla híbrida en un invernadero estándar. Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala.	33

RESUMEN

La planta *T. erecta* es más conocida en Guatemala como Flor de Muerto. La compañía Goldsmith Seeds Inc. ha creado nuevas variedades de *T. erecta* mediante la selección y manipulación genética, obteniendo plantas más atractivas y vistosas que la silvestre. El híbrido floricultural de *T. erecta* es utilizado alrededor del mundo como planta ornamental (Tay, 1995).

La producción de semilla de *T. erecta* se ve afectada principalmente por dos factores: 1. El alto costo de la producción del polen (US\$6.00/g), lo que encarece el costo de la producción de semilla híbrida. 2. El polen de esta planta es de tipo trinucleado, el cual tiene una vida útil muy corta (8 días máximo), con lo que se pierde una cantidad significativa de polen.

Se deseaba encontrar por medio de este estudio un método de polinización que, proporcionara la dosis y frecuencia ideal para polinizar; y produjera igual o mayor cantidad de semilla a un menor costo. Esto se llevó a cabo al utilizar diferentes diluciones del polen con polen de *Portulaca* sp. y variando la frecuencia de polinización de la planta. Se utilizaron tres diluciones de polen (20%, 14% y 11% p/p, equivalentes a una relación polen *T. Erecta*: polen *Portulaca* sp. de 1:4, 1:6 y 1:8 respectivamente) y tres frecuencias (dos, tres y cinco veces por semana), las cuales se aplicaron en un invernadero de 40 bancas. Cada banca tuvo una mezcla y frecuencia de polinización distinta con una repetición por cada opción.

Se encontró que una mezcla de 14% de polen de *T. erecta* aplicada a una frecuencia de 3 veces por semana produce la misma cantidad en gramos que la

dosis más concentrada (20%), pero ésta utiliza aproximadamente 36% menos de gramos de polen. Esto hace que el valor monetario de la mezcla disminuya y favorezca la rentabilidad de la producción de semilla híbrida.

I. ANTECEDENTES

A. Características botánicas y taxonómicas de *T. erecta* L.

1. Clasificación y descripción. La planta *Tagetes erecta* pertenece a la familia Compositae (Asteraceae). Los nombres comunes que toma según el área donde se encuentra son: Flor de muerto, Clavel de Muerto, Clavelina, Clavelón, Copete, Copetuda, Pastora, Ruda, Rojao, Amarilla, Rueda de Arado, Marigold, Grand Deillet Dinde, Chus, Sanpel, Cempoalxochitl, Sin Paul, Tutz, X-puhuk y Zempanichil (Cáceres y Samayoa, 1989).

Se caracteriza por ser una planta anual, con una altura de 25 cm a 1 m, glabra, ramificada; hojas pinadas, con 11 o 17 hojitas de cada rama, lanceoladas o lineal - lanceoladas, mayormente de 1-3 cm de largo, agudas o acuminada en el ápice, serradas, presenta glándulas oleaginosas; cabezas florales solitarias al final de las ramas, pedúnculos elongados, más o menos dilatados y tubular en el ápice; presenta inflorescencia de tipo cabezuela: de 5-8 flores liguladas (muy numerosas en flores cultivadas), obovadas, amarillas brillante, de 1-2 cm de largo; numerosas flores de disco, corola de 8 - 10 mm de largo, glabra; semillas negras de 7-8 mm de largo, glabra o pubescente, lígulas amarillas largas hasta de 10 mm de largo (Standley y Steyermark, 1973) (Figura 1. 1).



Figura 1.1 Planta silvestre de *Tagetes erecta* L.

2. Origen y usos. La planta en forma silvestre se da a través del área tropical y subtropical de México, Centroamérica y es naturalizada en Sudamérica y las Indias del este. Se emplea en jardines alrededor de todo el mundo. Adicionalmente al uso ornamental, la planta silvestre se emplea en medicina popular en la cura de cólicos y dolores estomacales. Las raíces producen compuestos tiofénicos que actúan como nematocidas naturales. Las esencias del aceite de la planta se emplean comercialmente en condimentos y bebidas suaves (Cáceres y Samayoa, 1989).

B. Variedades de *T. erecta*

1. Origen. La compañía Goldsmith Seeds Inc. y muchas otras compañías han creado nuevas variedades de *T. erecta* mediante la selección y manipulación genética, obteniendo plantas más atractivas y vistosas que la

silvestre (Tay, 1995a). Dentro de cada variedad se han seleccionado varias líneas que presentan características deseadas para las nuevas plantas. Estas nuevas plantas reciben el nombre de "Híbridos Floriculturales", debido a que son el producto de dos líneas genéticas distintas dentro de una misma variedad (com. dir. Tay, 1997). Actualmente se encuentran 4 variedades en producción: "Antigua", "Inca", "Perfection" y "Excel". El híbrido floricultural de *T. erecta* es utilizado como planta ornamental y es valorada por sus cabezas dobles y por su variedad de colores; amarillo, dorado y anaranjado (Tay, 1995a).

2. Variedad Antigua Yellow. Durante este proyecto se trabajó con la variedad Antigua Yellow (1318-1A), la cual es un híbrido enano de *T. erecta* africano. Esta variedad se caracteriza por tener tallos cortos de 10-12 pulgadas y cabezas florales de 3 pulgadas (Goldsmith Seeds, Inc., 1996). Ambas líneas dentro de la variedad Antigua Yellow, han sido tratadas genéticamente, encontrando así plantas productoras de semillas (plantas "madres") que presentan únicamente órganos reproductores femeninos; y plantas productoras de polen (plantas "polen") que presentan tanto órganos reproductores femeninos como masculinos (flor perfecta). La planta "madre" representa una línea distinta a la planta "polen"(Tay, 1996). (Figura 1.2)

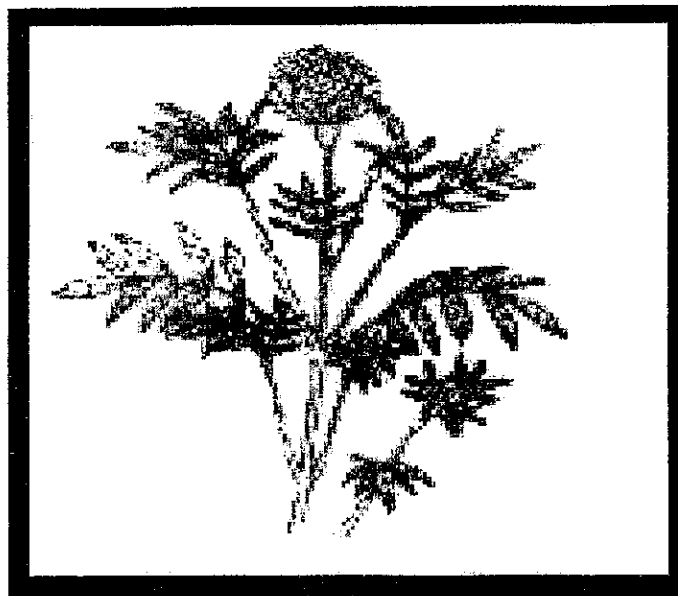


Figura 1.2 Planta de *T. erecta* variedad Antigua Yellow

C. Polen de *T. erecta*

1. Generalidades. Todo grano de polen debe poseer dos células espermáticas en el momento de fusionarse con el óvulo, pero no todo grano maduro posee desde el principio las dos células. Cuando el grano posee desde el inicio una célula vegetativa y dos células espermáticas, éste se clasifica como trinucleado; ejemplo Asteraceae, entre ellas *T. erecta* (Dumas et. al., 1982) La diferencia entre un polen binucleado y uno trinucleado es de vital importancia en la preservación de su viabilidad y, por lo tanto, en la producción de semilla híbrida (Bergamim y Mulcahy, 1983). En la tabla 1.1 se presentan las diferencias entre ambos tipos de polen.

2. Factores que afectan su almacenamiento. La capacidad de germinación del polen depende de las condiciones de almacenamiento. Los factores externos que son críticos incluyen humedad relativa, temperatura y la atmósfera que rodea al polen (Stanley y Linskens, 1974).

La humedad relativa (HR) del aire durante el almacenamiento, afecta grandemente la longevidad del polen. Se alcanza una mejor longevidad cuando los niveles de HR se encuentran entre 6 - 60 %. Al reducir el nivel de HR los procesos metabólicos son atenuados y la respiración es reducida a causa del bajo contenido de agua en el polen maduro (Stanley y Linskens, 1974).

La temperatura de almacenamiento es otro factor que se debe tomar en cuenta si se desea prolongar la viabilidad del polen. La viabilidad del polen puede prolongarse hasta 3 veces más, si se almacena a una temperatura entre 0 a -15 °C con una HR entre 10 - 50 %. Es importante que el polen se someta a una deshidratación (disminuir HR) antes de bajar la temperatura, debido a que el agua al congelarse puede causar rompimiento en la estructura del grano de polen (Stanley y Linskens, 1974).

La atmósfera que rodea al polen durante el almacenamiento puede ayudar a aumentar el tiempo de viabilidad del polen. Stanley y Linskens (1974) reportan que se da un aumento en el tiempo de viabilidad del polen al exponerlo a un alto porcentaje de dióxido de carbono (CO₂); este aumento en viabilidad puede generarse al almacenar el polen en hielo seco.

Tabla 1.1

Tabla comparativa entre polen binucleado y trinucleado

CARACTERÍSTICA	BINUCLEADO	TRINUCLEADO
1. Germinación <i>in vitro</i>	Germinación fácil	Difícilmente logra germinar
2. Almacenamiento	Tolera almacenamiento prolongado	Pierde viabilidad rápidamente después de su deiscencia en la antera
3. Polinizaciones incompatibles	Inhibición a nivel de estilo	Inhibición en la superficie del estigma
4. Tasa respiratoria y metabólica	Lenta. Hay especies que gradualmente pierden su viabilidad a lo largo de una semana, a temperatura ambiente	Rápida (3 veces mayor que en polen binucleado). En promedio, las Asteráceas pierden su viabilidad en 3 hr. a temperatura ambiente
5. Hidrodinámica	Pierde lentamente su humedad y requiere pocos nutrientes para su desarrollo.	Pierden rápidamente su humedad y requieren biomoléculas específicas para su desarrollo
6. Desarrollo de calosa ¹ dentro del tubo polínico	Se forma hasta después de la división de la primera célula espermática	Se forma inmediatamente durante el desarrollo del tubo polínico.

(Bergamini y Mulcahy, 1983)

3. Almacenamiento de polen de *T. erecta*. El polen de *T. erecta* es de tipo trinucleado, lo cual hace que su vida útil sea sumamente corta (Tay, 1996). Para prolongar la viabilidad del polen el mayor tiempo posible, éste debe ser almacenado bajo las condiciones listadas en el cuadro siguiente.

Tabla 1.2
Condiciones óptimas para el almacenamiento de polen de *T. erecta*.

Intervalo	Condición	Óptimo
0 - 8 días (max)	Tiempo	0 días
3.0 - 4.8 % (p/p) ²	Humedad	4.8 % (p/p)
-5 a 5°C	Temperatura	0°C

(Tay, 1996)

La deshidratación parcial del polen y su almacenamiento bajo condiciones refrigeradas reducen el metabolismo de la célula y prolonga su viabilidad hasta el momento de la polinización (Tay, 1996)

D. Mezcla de polen de *T. erecta* y *Portulaca sp.*

1. Origen de las mezclas. En 1995 la compañía Mayacrops S.A. con el fin de disminuir los costos de la producción de *T. erecta*, inició un estudio en el cual se utilizaron mezclas de polen de *T. erecta* con otros medios. Entre

¹ Compuesto formado únicamente por moléculas de glucosa. Este ayuda a la rigidez del tubo polínico y en algunas plantas forma paredes temporales que pueden reabsorberse fácilmente (Lehninger, 1994).
² (p/p) = gramos de agua/ gramos de polen

los medios utilizados se encontraban talco, caolín, maicena y polen de *Portulaca* sp, siendo este último el que dio mejores resultados. Este polen comparte características similares con el polen de *T. erecta* , como lo es la humedad relativa (Tay, 1996).

A partir de estos resultados se utilizó esta mezcla a una dosis 1:4, siendo el 20% (p/p) de polen de *T. erecta* y 80% (p/p) de polen de *Portulaca* sp. Los resultados obtenidos indicaron que al nivel de productividad no existía una diferencia significativa al utilizar polen puro de *T. erecta* y la mezcla. Esto hizo que el costo de la producción de semilla fuera más económico, debido a que un gramo de mezcla (1:4) daba igual número de semillas que un gramo de polen puro (Tay, 1996).

2. Polen de *Portulaca* sp. Este polen se caracteriza por estar recubierto de una proteína cerosa sobre la exina, la cual da un color anaranjado intenso a los granos. El polen de *Portulaca* sp. es más grande que el grano de *T. erecta* (4 veces el volumen)

El genero *Portulaca* sp. pertenece a la familia Portulacaceae, la cual según Heywood pertenece a un orden distinto que el de *T. erecta*, siendo estos Caryophyllales y Asterales respectivamente (Heywood, 1993). Esta distancia entre ambas favorece a la incompatibilidad interespecífica, la cual previene la fertilización entre gametos de especies lejanas (Johri, 1982). Esta incompatibilidad actúa, en Asteraceae, inhibiendo la germinación de polen y el crecimiento del tubo polínico en el estigma (Van Der Eride, 1976). De esta forma no es posible que el polen de *Portulaca* sp. pueda fecundar al óvulo de *T.*

erecta, por lo que este medio favorece a la producción de semilla. Es de gran importancia mencionar que el costo del polen de *Portulaca* sp. es dos a tres veces menor que el de *T. erecta*.

La utilización de este polen como diluyente en mezclas no sólo es favorable económicamente; sino presenta un ciclo de producción menor que el de *T. erecta* y su productividad es mayor. El que presente un ciclo menor y una productividad mayor es favorable debido a que estas plantas en un menor tiempo producen una mayor cantidad de polen disminuyendo de esa manera los costos por gramo

E. Principales afecciones y enfermedades del cultivo

El cultivo de *T. erecta* se ve afectado principalmente por insectos y hongos.

1. Insectos que atacan al cultivo.

a. Thrips (*Frankliniella* sp.), se caracteriza por raspar los estambres y estigmas de las cabezas florales causando pérdidas hasta del 30 % en el peso de la semilla y disminución en la producción de polen. Estos insectos actúan como vectores de hongos y virus. Se han utilizado productos como Furadan y Pyrenone para su control químico. En el control mecánico y etológico se han creado barreras físicas con el fin de disminuir la tasa de migración del thrips; se colocan barreras de color amarillo impregnadas con un agente pegajoso (tanglefoot) y eliminación de hospederos alternos como lo son las malezas (Tay, 1996).

b. Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) se considera plaga de importancia severa ya que son vectores de virus. Este insecto oviposita en el envés de las hojas haciendo pequeñas hendiduras. Se han utilizado productos como Azatina y Confidor como control químico; el problema es que los insectos adquieren resistencia a ellos rápidamente. El control mecánico y etológico se basa en la eliminación de hojas con oviposiciones, la utilización de sarán antiviral, utilización de trampas amarillas y erradicar malezas (Tay, 1996).

c. Minador (*Liriomyza trifolii*). la hembra oviposita en el mesófilo de la hoja. Este daño producido es aprovechado por el insecto (para su alimentación), hongos y bacterias. Se utilizan productos como el Vertimec para el control químico de larva y adulto. El control etológico y físico se da al aislar con sarán antiviral la plantación, eliminación de hojas minadas y la utilización de aspiradoras manuales para eliminar los adultos (Tay, 1996).

d. Gusanos (*Spodoptera* sp. y otros) se alimentan de las hojas, botones y cabezas florales, tanto en las plantas productoras de polen como planta "madre"; haciendo daños parciales o totales a miles de flores. La principal medida de control es el desgusanado manual y la reparación rápida de daños en los invernaderos (Tay, 1996).

2. Hongos que atacan al cultivo.

a. *Alternaria* sp. es uno de los problemas más serios de la plantación. Este hongo causa la pudrición del tallo principal, la cual es de color café. Este hongo puede reducir la producción hasta un 90 % en pocas

semanas. La principal medida de control es reducir las fuentes de inóculo (eliminar planta infectada) y controlar las condiciones dentro del invernadero que puedan propiciar su desarrollo (fugas de agua). La desinfección de zapatos y manos antes de entrar al invernadero es de vital importancia (Tay, 1996).

b. *Botrytis* sp. es el hongo responsable de la pudrición de botones y de la parte media interna de los estigmas y estambres de las cabezas florales. Este hongo ha causado pérdidas hasta en un 10 % en la producción de semilla, pero es menos dañino que *Alternaria* sp. Muchas de las recomendaciones dadas a *Alternaria* sp son aplicadas a este hongo. Se utilizan productos químicos como Daconil y Rovral para su control (Tay, 1996).

c. *Pythium* sp. es el hongo responsable de la pudrición de la raíz del cultivo. Se forma una zona necrótica en el tallo y la planta se dobla sobre sí misma. Para minimizar el daño causado por este hongo es necesario lastimar lo menos posible la planta a la hora del transplante y utilizar antes y después Rovral o Captan para su desinfección (Tay, 1996).

II. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Elaborar un método de polinización artificial para la producción de semilla híbrida de *T. erecta* variedad Antigua Yellow.

B. Objetivos específicos

1. Establecer mejores procedimientos para la polinización artificial de esta variedad.
2. Obtener la mezcla de polen ideal de *T. erecta* - *Portulaca* sp. que produzca igual o mayor cantidad de semilla a un menor costo.
3. Encontrar la frecuencia con que debe ser polinizada la planta con el fin de utilizar la menor cantidad de polen de *T. erecta*.

III. METODOLOGÍA

El proyecto se llevó a cabo en el invernadero 50 de la Finca El Zapote, Municipio de Villa Canales, Departamento de Guatemala; propiedad de la empresa Mayacrops S.A. de Guatemala. Este invernadero pertenece al Departamento de Investigación de dicha empresa. El invernadero es cerrado con una dimensión de 60 m de largo y 8 m de ancho; cuenta con 40 bancas iguales de 6 m de largo por 1 metro de ancho. El techo se encuentra forrado con plástico y las paredes con sarán antiviral; su altura incrementa desde 1.80 m hasta 2.80 m (Figura 3.1)

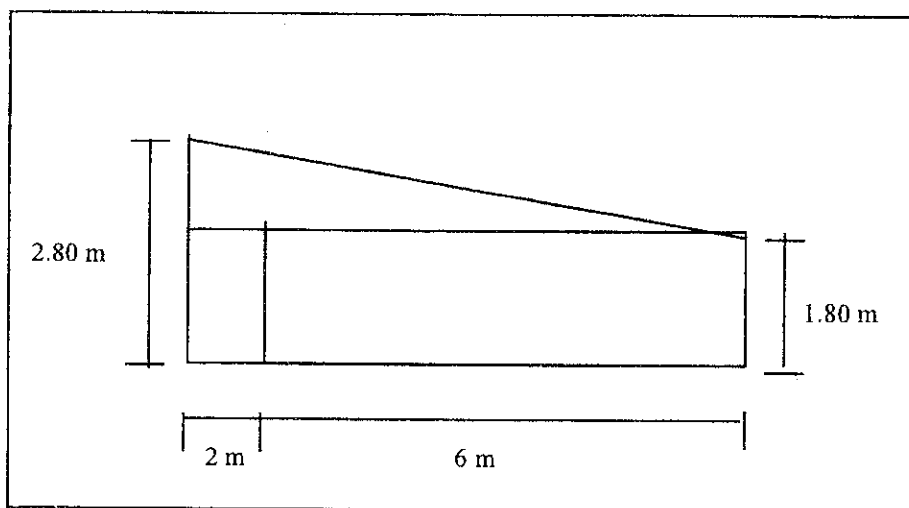


Figura 3.1 Diagrama de vista frontal del Invernadero 50 de investigación. (Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala.) Mayacrops, S.A

Se plantaron el 3/II/1997 10,080 pilones de planta "polen" en las bancas 1 a 24 y 11,430 pilones de planta "madre" en las bancas 25 a 40, con una división

física entre ambas utilizando una cortina de plástico. Durante el período de crecimiento de la planta se llevó a cabo la selección de plantas que no cumplieran con las características deseadas para los híbridos y la poda para eliminar plantas enfermas. Las plantas, tanto "polen" como "madre", extraídas se anotaron en hojas de récord (Apéndice A, Tablas A.1 y A.2). Al descontar el número de plantas eliminadas por selección y por daños del hongo *Alternaria* sp., el número total de plantas con que se trabajó descendió a 5,152 para planta "madre" y a 6,635 para planta "polen". (Apéndice C, Tabla C.1)

Al iniciarse la producción de polen éste se succionó utilizando el sistema de vacío disponible en mangueras dentro del invernadero. Cada manguera poseía al final una pipeta de succión adaptada para cubrir el área de la flor (Figura 3.2).

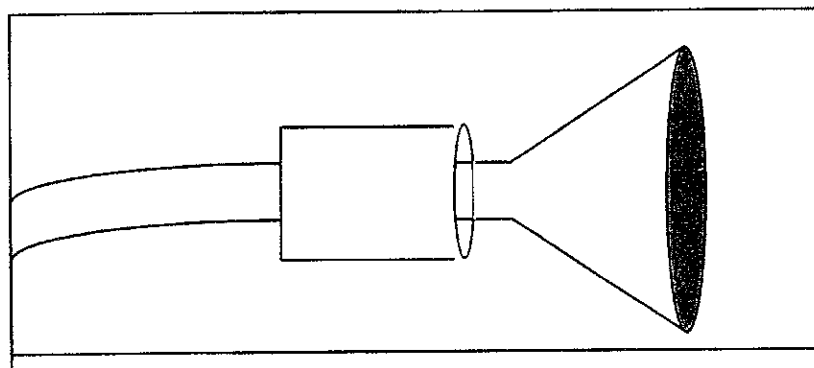


Figura 3.2 Pipeta de succión utilizada para colectar polen dentro del invernadero. (Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala). Mayacrops, S.A.

El polen se succionó durante períodos convencionales de 30 minutos todos los días, de lunes a viernes, desde las 10:00 hasta las 16:00 horas. El polen succionado de cada banca se recolectó en una bolsa de papel filtro No. 2, la

cual se encontraba entre la manguera y la pipeta. Al terminar la succión de cada banca el papel filtro conteniendo polen se sacó cuidadosamente y se limpió utilizando una pipeta que posee un pedazo de sarán anti-Thrips. El polen limpio se trasladó del papel filtro a una bolsa de papel debidamente rotulada (Apéndice A, Figura A.1). La bolsa de papel se almacenó temporalmente dentro de un frasco plástico (7cm x 11cm) con tapadera, el cual contenía sílica gel en una proporción de 0.24g de sílica gel por cada gramo de polen. Este recipiente se colocó dentro de una hielera conteniendo polietilenglicol, la temperatura de la hielera era entre 10-12°C. Al finalizar el período de succión, la hielera se llevó al laboratorio, donde el polen se pesó en una balanza analítica y se anotó el peso de polen procedente de cada banca en una hoja de ingresos (Apéndice A, Tabla A.3). El polen succionado ese día se colocó en un solo sobre (Apéndice A, Figura A.2) y se almacenó en un refrigerador a una temperatura de 0-5°C.

Se trabajó con 3 mezclas de polen, variando entre ellas su concentración de polen de *T. erecta*. Las mezclas utilizadas contenían 11%, 14% y 20% (p/p) de polen de *T. erecta* diluido con polen de *Portulaca* sp.; siendo en dosis polen *T. erecta* : polen *Portulaca*, 1:8, 1:6 y 1:4 respectivamente. Se utilizaron conjuntamente 3 frecuencias de polinización, siendo estas 2, 3 y 5 veces por semana. Para la frecuencia de 2 veces por semana se seleccionaron los días martes y viernes; para 3 veces por semana lunes, miércoles y viernes; y para 5 veces por semana los días lunes, martes, miércoles, jueves y viernes. Cada banca poseía una mezcla y frecuencia de polinización distinta con dos repeticiones; siendo las siguientes:

Dosis: Mezcla de polinización

A= 1:4

B= 1:6

C= 1:8

Frecuencia de polinización

1= 5 veces/semana

2= 3 veces/semana

3= 2 veces/semana

Opciones:

A1= 1:4 (5 v/s)

A2= 1:4 (3 v/s)

A3= 1:4 (2 v/s)

C1= 1:8 (5 v/s)

B2= 1:6 (3 v/s)

B3= 1:6 (2 v/s)

C2= 1:8 (3 v/s)

C3= 1:8 (2 v/s)

No se utilizó la opción B1= 1:6 (5 v/s) debido a la falta de bancas en el invernadero. El plan de polinización para las bancas destinadas a planta "madre", bancas de la 25 a 40, se puede observar en la tabla 3.1.

Tabla 3.1

Plan de polinización para bancas de la 25 a la 40 en el Invernadero 50.
Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops.

Banca	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25
Dosis	A1	A2	A3	B2	B3	C1	C2	C3	B3	A3	A1	C2	A2	C3	B2	C1
Frecuencia																
Repetición	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	II	II	II	II

Al comenzar el período de floración de las plantas "Madre" se inició la polinización de las mismas. Cada día se visitó el invernadero, previo a preparar las mezclas de polinización, para anotar cuánta mezcla de polen *T. erecta* - *Portulaca* sp. necesitaba cada banca a polinizar.

Las mezclas se prepararon en el laboratorio de la finca. El polen de *T. erecta* a utilizar no debía tener mas de 8 días de almacenamiento y el polen de *Portulaca* sp. se desinfectó con hexano.

Para hacer las mezclas se siguieron los siguientes pasos para cada dosis:

A) Mezclas con dosis 1:4

1. Dividir los gramos deseados de mezcla entre 5

$$\frac{\text{gramos mezcla}}{5} = \text{gramos de polen de } T. erecta$$

2. Al total de gramos deseados de mezcla se le resta la cantidad de gramos de polen de *T. erecta*

$$\text{gramos mezcla} - \text{gramos polen} = \text{gramos de polen } Portulaca \text{ sp.}$$

B) Mezclas con dosis 1:6

1. Dividir los gramos deseados de mezcla entre 7

$$\frac{\text{gramos mezcla}}{7} = \text{gramos de polen de } T. erecta$$

2. Al total de gramos deseados de mezcla se le resta la cantidad de gramos de polen de *T. erecta*

$$\text{gramos mezcla} - \text{gramos polen} = \text{gramos de polen } Portulaca \text{ sp.}$$

C) Mezclas con dosis 1:8

1. Dividir los gramos deseados de mezcla entre 9

$$\frac{\text{gramos mezcla}}{9} = \text{gramos de polen de } T. erecta$$

2. Al total de gramos deseados de mezcla se le resta la cantidad de gramos de polen de *T. erecta*

$$\text{gramos mezcla} - \text{gramos polen} = \text{gramos de polen } Portulaca \text{ sp.}$$

Las mezclas se homogenizaron durante un minuto utilizando un vórtex y se colocaron en un sobre debidamente rotulado (Apéndice A, Figura A.3) y éste dentro de un recipiente plástico (7cm x 11cm) con sílica gel (0.12 g de sílica por gramo de mezcla). Los sobres para cada banca fueron llevados al invernadero dentro de una hielera.

En el invernadero se colocó el contenido de cada sobre en un vaso de duroport y cada cabeza floral se polinizó utilizando una brocha hecha de cuerdas de cáñamo. Cada vaso se rotuló con el número de banca, lo mismo que las brochas. Al finalizar la polinización de cada banca se devolvió al sobre la mezcla sobrante en el vaso. En el laboratorio la mezcla restante se pesó, se restó del peso inicial y se reportó el consumo de mezcla para cada banca (Apéndice A, Tabla A.4).

Las cabezas que ya habían sido polinizadas y presentaban una coloración café negruzco se cortaron y se colocaron en bolsas de popelina o dacrón negro debidamente rotuladas (Apéndice A, Figura A.4); cada banca tenía su bolsa para los diferentes días de cosecha. Todos los días de cosecha se anotó en hojas de récord el número de cabezas cosechadas por banca (Apéndice A, Tabla A.5). Las bolsas obtenidas de cada fecha de cosecha se llevaron a las bancas de secamiento donde permanecieron de 7-8 días. Las cabezas ya secas se descolaron con la ayuda de tijeras podadoras. Se separaron al azar 10 cabezas de cada bolsa de fecha de cosecha para cada banca y se colocaron en bolsas de papel kraft debidamente rotuladas (igual que las bolsas de tela). La semilla obtenida de las bolsas Kraft se desgranó y contó manualmente, reportándose los conteos y peso en hoja "Toma de datos de semilla producida" (Apéndice A, Tabla A.6). El resto de cabezas que estaban en diferentes bolsas

por tener distinta fecha de cosecha, pero que pertenecían al mismo tratamiento y réplica se juntaron y se procesaron industrialmente. Las cabezas en estas bolsas se desgranaron y finalmente la semilla obtenida se limpió por medio de soplado y se reportó su peso.

Los datos obtenidos de gramos de polen de *T. erecta* consumidos y gramos de semilla cosechada por cada banca se ponderaron utilizando el número de cabezas cosechadas para cada banca. Este procedimiento consistió en multiplicar estos valores por un factor de ponderación para cada banca. El factor de ponderación se obtuvo así:

$$FP_A = \#Cab_A / CM$$

siendo, FP, el factor de ponderación para la banca A; #Cab, cosechadas en la banca A y CM, el valor de la banca que posea el menor número de cabezas cosechadas.

Estos datos se ponderaron con el fin de poder realizar una comparación entre tratamientos. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza utilizando el programa SPSS de computación. Por medio de ANOVA se determinó si existía diferencia entre las dosis (1:4, 1:6 y 1:8) y entre las frecuencias (2, 3 y 5 veces por semana) a un nivel de significancia del 95%.

El manejo agronómico aplicado al invernadero fue homogéneo para todas las bancas. Se realizó un programa de fertilización, fumigación y control cultural que se puede observar en el apéndice C, tabla C.3

IV. RESULTADOS

A. Cultivo

1. Comportamiento de la producción de polen de *T. erecta*. Las plantas iniciaron a producir polen durante la primera semana del mes de febrero. Se observó que durante el período del 3 al 7 de marzo se obtuvo la mayor producción de polen. (Tabla 4.1) Este punto máximo se alcanzó aproximadamente a la mitad del período de la producción (Figura 4.1).

Tabla 4.1

Producción de polen de *T. erecta* durante el período de marzo a abril de 1997. Inv.50 Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops.

Período	g. producidos por 12 bancas estándar ¹
3/II AL 7/II	16.01
10/II AL 14/II	23.80
17/II AL 21/II	48.18
24/II AL 28/II	55.68
3/III AL 7/III	60.04
10/III AL 14/III	47.91
17/III AL 21/III	41.67
24/III AL 29/III	24.60
31/III AL 3/IV	15.36
TOTAL	333.25

³ Una banca estándar posee un área de 12 m²

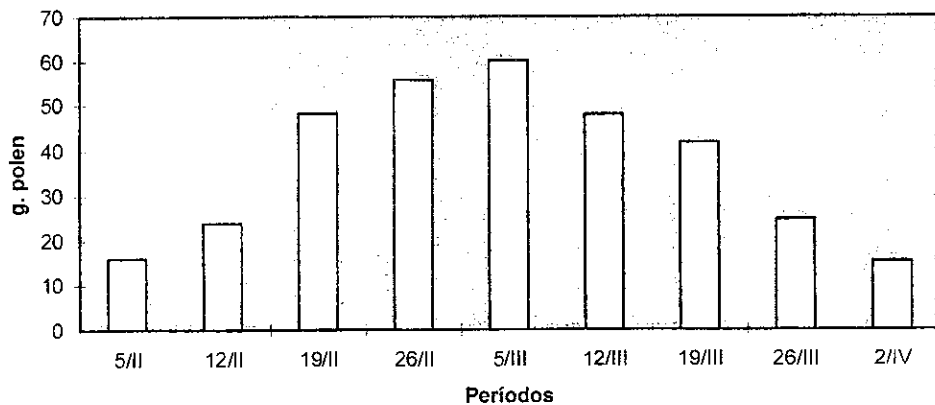


Figura 4.1 Gramos de polen de *T. erecta* producidos a través del tiempo, dado en periodos. Inv.50 Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops.

2. Comportamiento del consumo de polen de *T. erecta*. Durante la producción de semilla híbrida se consumió un total 945.36 g de mezcla. De estos gramos de mezcla, 141.77g eran de polen de *T. erecta*. El período más fuerte de consumo se dió del 24 al 28 de febrero con 188.05g de mezcla y 31.28g de polen. (Figura 4.2) Este comportamiento de consumo es para todos los tratamientos dentro del invernadero.

La utilización de mezclas para la polinización reduce grandemente la utilización de polen de *T. erecta* , aproximadamente un 85%.

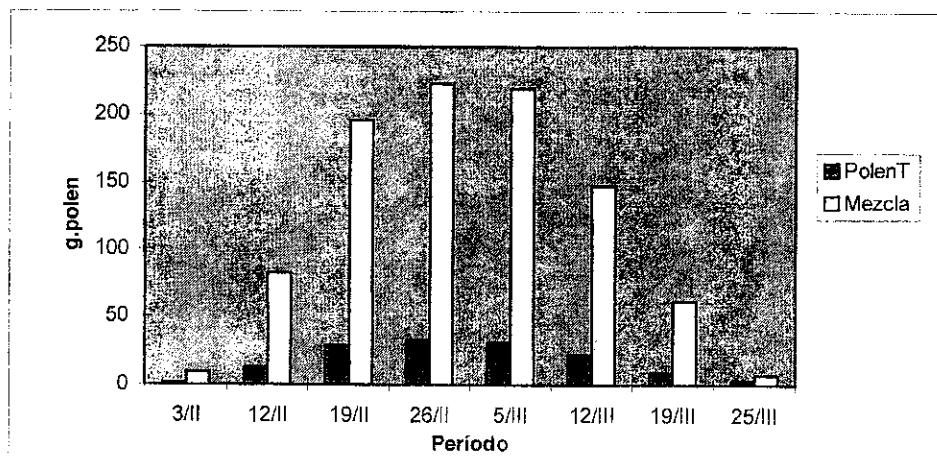


Figura 4.2 Gramos de mezcla y polen de *T. erecta* totales consumidos durante el periodo de producción de semilla híbrida. Inv.50 Fca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. (2/1997)

Se calcularon los gramos de polen de *T. erecta* utilizados por 100 cabezas florales y se obtuvo que al ir incrementando la frecuencia de polinización, la cantidad de polen de *T. erecta* que se utiliza en las mezclas tiende a aumentar. (Figura 4.3) Al aplicarle el análisis estadístico de una vía, se demostró que dicho aumento no es significativo ($P=2.7905$, $gl=2$, $p=0.10$) y que se considera que todas las frecuencias consumen la misma cantidad de polen. (Apéndice D, Tabla D.1)

Lo contrario sucede al calcular los gramos de polen de *T. erecta* por cada 100 cabezas florales para las diferentes dosis. Existe una reducción de gramos de polen al ir diluyendo las mezclas. (Figura 4.4) Esta reducción es estadísticamente significativa ($F=9.0165$, $gl=2$, $p=0.004$) para las dosis 1:6 y 1:8 respecto 1:4. Esta diferencia es confirmada por el Análisis de Tukey (Apéndice D, Tabla D.2)

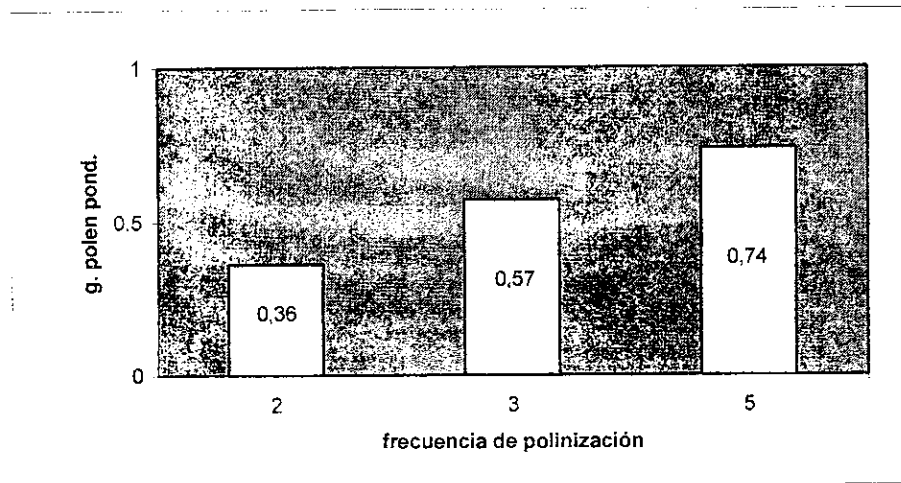


Figura 4.3 Gramos de polen de *T. erecta* ponderados utilizados por cada 100 cabezas florales para cada frecuencia de polinización, durante el período de polinización. Inv.50 Fca. El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops S.A.

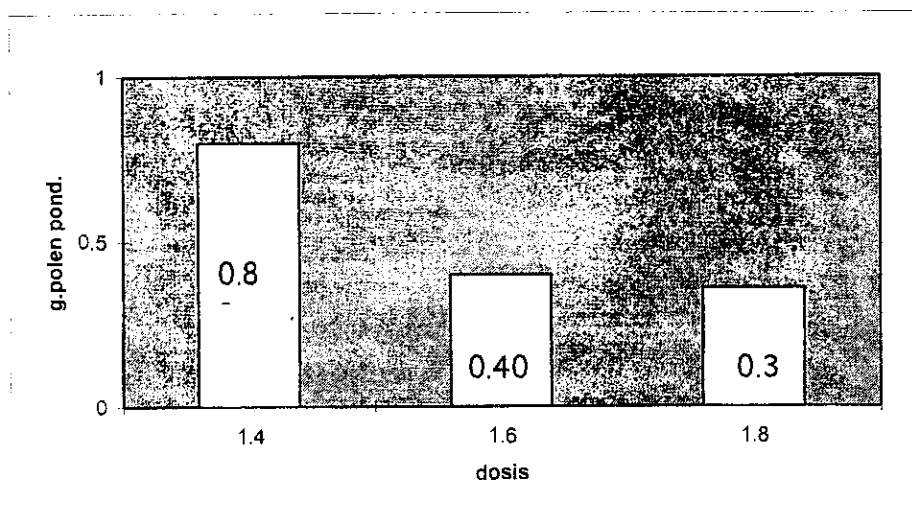


Figura 4.4 Gramos de polen de *T. erecta* ponderado utilizados por cada 100 cabezas florales para cada dosis, durante el período de polinización. Inv. 50 Fca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops S.A.

B. Producción de semilla híbrida

1. Producción total. El corte de cabezas florales se inició la última semana del mes de febrero (25/II/1997) y dilató aproximadamente dos meses, obteniendo así 13 fechas de cosecha. Se obtuvo un total de 3,568 cabezas florales entre todas las bancas, dando así un total de 238,668 semillas (equivalentes a 3.75 kg.). (Apéndice C. Tabla C.4) El punto máximo de cosecha se alcanzó el 14/III/1997, obteniendo así 3,304 cabezas. En la Figura 4.5 se puede observar el comportamiento de la cosecha de cabezas para todos los tratamientos.

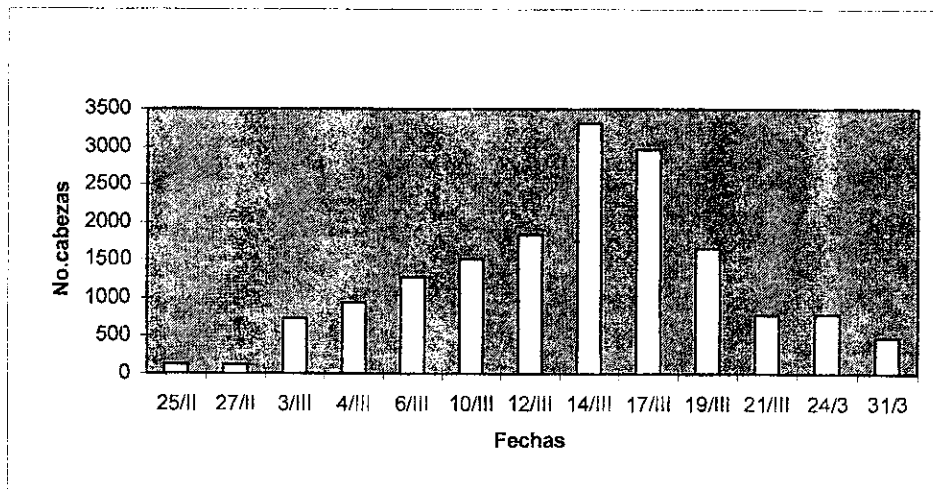


Figura 4.5 Número de cabezas totales cosechadas para cada fecha de colecta. Inv. 50. Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops.

2. Número promedio de semillas por cabeza floral cosechada. Con la dosis 1:4 aplicada 5 veces por semana se obtuvo 80.5 semillas por cabeza, siendo éste el valor más grande entre los tratamientos. El número de semillas por cabeza tiende a disminuir conforme va diluyéndose más la mezcla (Figura 4.6), pero esta diferencia no es significativa al aplicarle el análisis de varianza de una vía ($F=2.578$, $gl=2$, $p=0.079$) (Apéndice D, Tabla D.3).

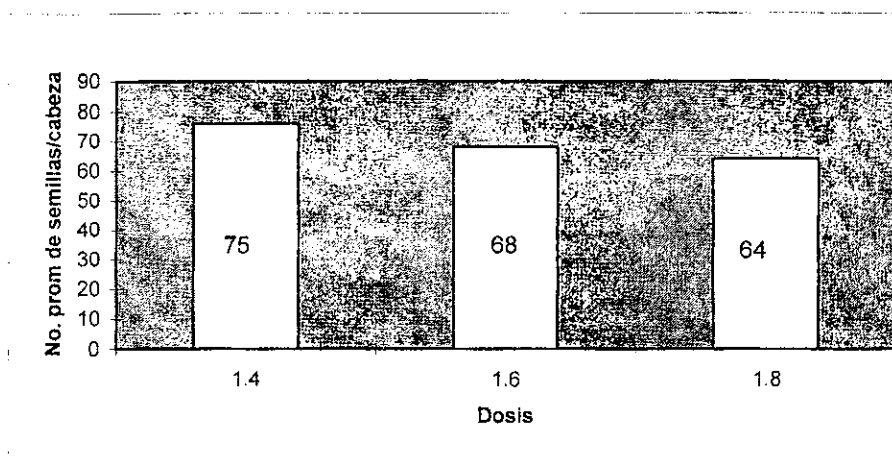


Figura 4.6 Número promedio de semillas por cabeza en función de la dosis Inv.50 Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops.

Se puede observar que al utilizar frecuencias altas de polinización se obtiene la misma cantidad de semillas por cabeza no importando la dosis aplicada (figura 4.7). El utilizar frecuencias altas como lo son 3 y 5 veces por semana, según el análisis de varianza de una vía, hacen una diferencia significativa en el número de semillas por cabeza, comparado contra la frecuencia de 2 veces/sem ($F=3.452$, $gl=2$, $p=0.034$). Esta diferencia no es detectada al aplicarle un análisis de rangos de Tukey a un nivel de 95% de confiabilidad. (Apéndice D. Tabla D.4) (Figura 4.8)

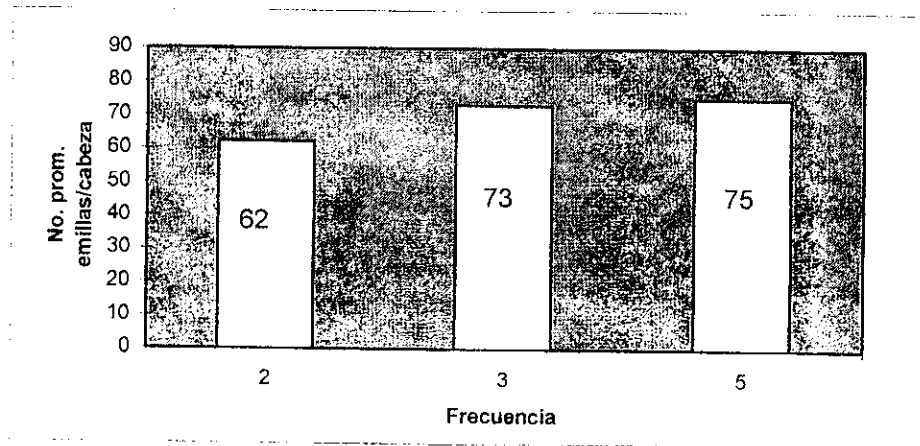


Figura 4.7 Número de semillas promedio por cabeza en función de la frecuencia. Inv.50 Fca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops.

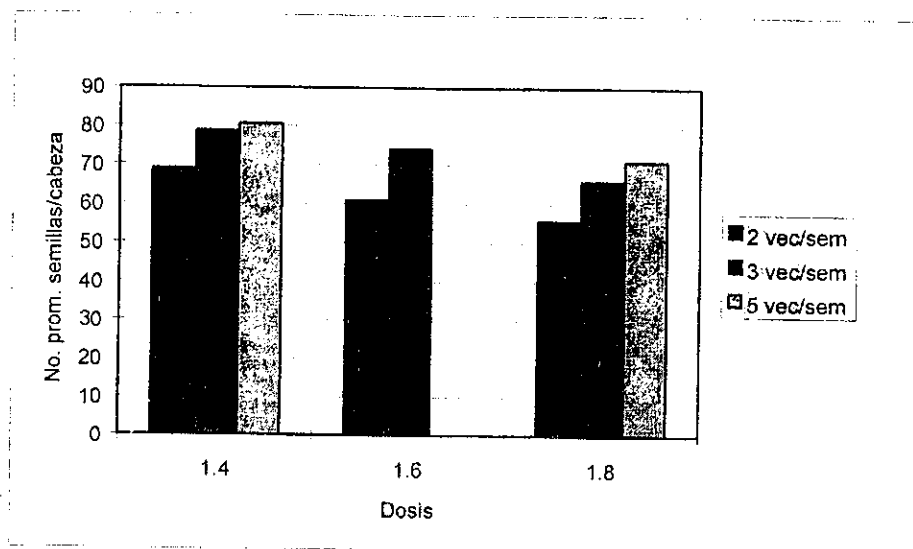


Figura 4.8 Número de semillas promedio por cabeza para cada frecuencia en función de la dosis para una banca estándar. Inv.50 Finca el Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops (2/1997)

3. Gramos de semilla híbrida cosechada. Se observó que para la frecuencia más baja (2 veces/semana) al ir disminuyendo la dosis de la mezcla, van disminuyendo los gramos de semilla producidos. En la otra mano, se observó que para las frecuencia 3 y 5 veces/semana no hay diferencia al utilizar dosis más diluidas como 1:6 o 1:8. (Figura 4.9)

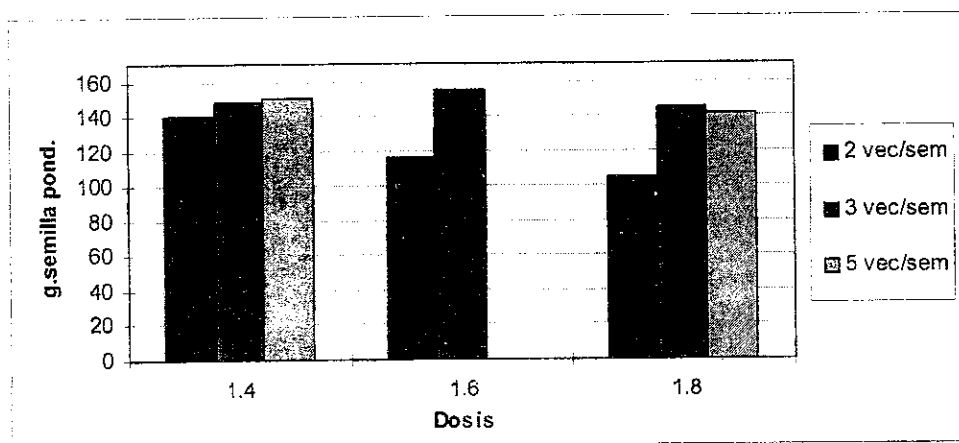


Figura 4.9 Gramos de semilla cosechada para cada frecuencia en función de la dosis. Inv.50 Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala Mayacrops.

Se encontró que al comparar los gramos de semilla producidos, utilizando un análisis de varianza de una vía ($F= 0.861$, $gl=2$, $p=0.45$), no existe una diferencia significativa al utilizar distintas dosis (Apéndice D, Tabla D.5). El mismo análisis de varianza se aplicó para frecuencia e indicó que sí existe una diferencia significativa ($F=5.074$, $gl=2$, $p=0.024$), especialmente si se usan dosis diluidas (apéndice D, Tabla D.6). El análisis de Tukey indica que hay una diferencia significativa entre las frecuencias 2 y 3 veces/semana

Se compararon los gramos de semilla híbrida producidos con los gramos de polen de *T. erecta* consumidos para cada dosis. (Figura 4.10) Se obtuvo que la dosis 1:6 produce la misma cantidad de semilla híbrida que la dosis 1:4 pero utiliza menor cantidad de polen.

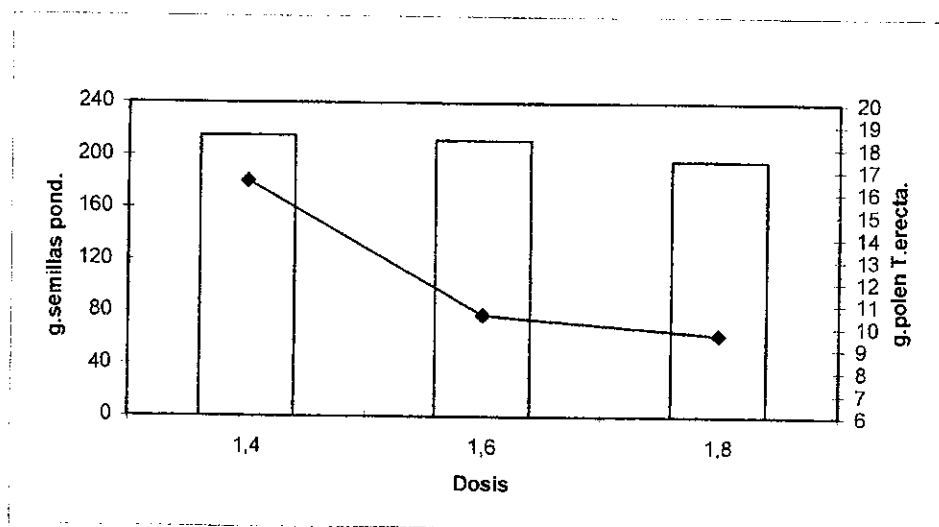


Figura 4.10 Gramos de polen de *T. erecta* utilizados para la producción de gramos de semilla en función de la dosis.
Inv.50 Fca. El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops.

C. Análisis Económico de la producción de semilla híbrida

Los datos obtenidos de este estudio se utilizaron como base para hacer un análisis económico de producción. Estos datos se transformaron para ser aplicados a un invernadero estándar. Así, es posible evaluar en la práctica, el método de polinización artificial más adecuado. (Apéndice C, Tablas C.5a, C.5b, C.5c y C.5d)

1. Análisis económico a nivel de dosis. El análisis estadístico aplicado indica que todas las dosis producen la misma cantidad de semilla y que la dosis 1:8 utiliza la menor cantidad de polen puro de *T. erecta*. Al realizar un análisis de costo/ beneficio, se puede observar que el precio de venta de la semilla producida en los tratamientos tiende a ser igual para las dosis 1:4 y 1:6. Sin embargo, los costos de mezcla para la dosis 1:6 y 1:8 son más bajos y muy parecidos entre sí. Esto indica que con la dosis 1:6 se obtiene el mayor beneficio. (Figura 4.11)

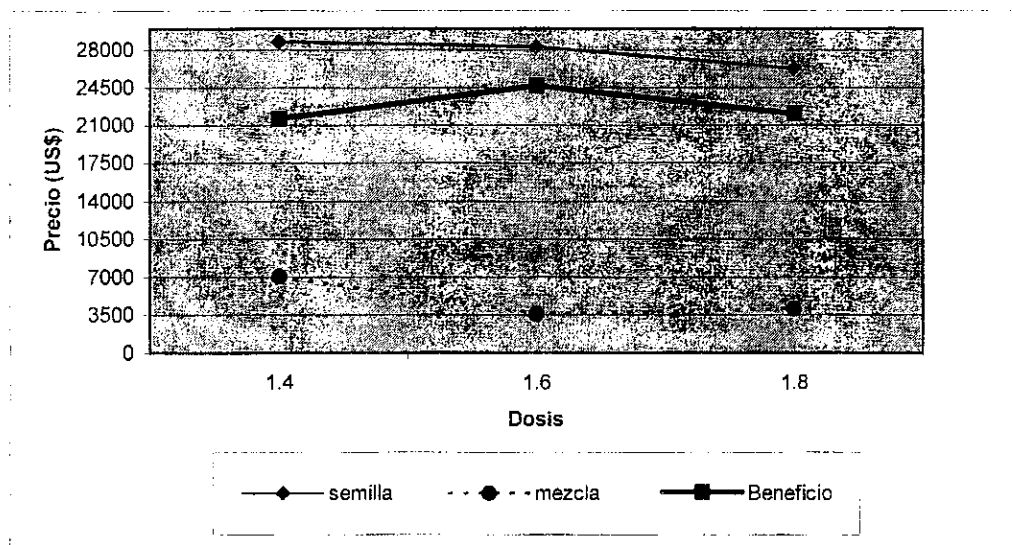


Figura 4.11 Análisis costo / beneficio para diferentes dosis utilizadas en la producción de semilla híbrida en un invernadero estándar. Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala.

Las ganancias aquí reportadas no incluyen los gastos hechos por manejo agronómico, salario de personal, mantenimiento de invernadero, etc.

2. Análisis económico a nivel de frecuencia. Los resultados obtenidos del análisis estadístico indican que las frecuencias de 3 y 5 veces/semana producen igual cantidad de gramos de semilla entre sí y más que la de 2 veces/semana.

Al realizar el análisis de costo/beneficio en función de la frecuencia, fue necesario incluir el costo de los salarios de personal. Este valor cambiará según la frecuencia de polinización, ya que a mayor frecuencia de polinización mayor será el costo de mano de obra, aún cuando los otros costos fijos permanezcan constantes. (Figura 4.12)

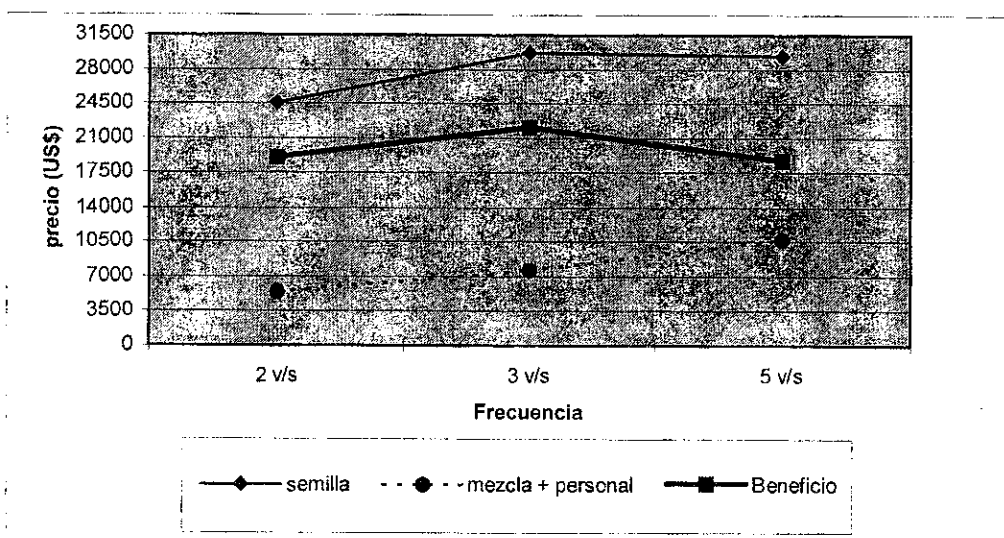


Figura 4.12 Análisis costo / beneficio para las diferentes frecuencias utilizadas en la producción de semilla híbrida en un invernadero estándar. Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops.

Al igual que en el análisis estadístico, se determinó que económicamente las frecuencias de 3 y 5 veces/ semana presentan igual venta por producción de

semilla, mayor que la frecuencia de 2 veces/ semana. Debido a que el costo de salarios de personal aumenta conforme se aumenta la frecuencia de polinización, la frecuencia de 3 veces/semana obtiene el mayor beneficio monetario. Las ganancias aquí reportadas no incluyen los gastos hechos por manejo agronómico, mantenimiento de invernadero, etc.

V. DISCUSIÓN

La utilización de mezclas para la polinización ayuda a disminuir el consumo de polen de *T. erecta*. Durante todo el período de polinización se consumió 945.36g de mezcla y únicamente 141.77g de polen de *T. erecta*. Si se aplicara polen puro para polinizar sería necesario aumentar el número de plantas "polen" sembradas para cada planta "madre", aproximadamente 3 plantas "polen" por 1 planta "madre". Esto elevaría aún más el costo de polen, ya que se requeriría de un mayor manejo agronómico, número de invernaderos, personal, etc. Las mezclas permiten que la siembra de plantas "madre" y "polen" sea de uno a uno, en relación con individuos, ya que la separación de siembra de planta "polen" es 3 veces el de planta "madre" y, de hecho, actualmente se maneja una relación de espacio de 3 plantas "polen" a 1 planta "madre".

Al observar y comparar las curvas de producción y consumo de polen es posible, durante períodos bajos de producción o alta demanda de polen, diluir más la mezcla de 1:6 a 1:8 para que alcance el polen. Esta dilución no altera la producción debido a que las dosis 1:6 y 1:8 producen igual cantidad de gramos de semilla híbrida a frecuencias altas. Utilizar mezclas más diluidas en estos casos hace que ese poco de polen con que se cuenta, se utilice para una mayor cantidad de bancas.

El consumo de polen de *T. erecta* por 100 cabezas florales, según el análisis de varianza, es menor(52%) para las dosis 1:6 y 1:8 respecto de la 1:4. Este nos revela que todas las frecuencias consumen igual cantidad de polen. Este análisis nos indica que, no importando la frecuencia de polinización, las dosis diluidas, como 1:6 y 1:8, utilizaran una menor cantidad de polen de *T.*

erecta. Sin embargo, en términos aplicados, dicho consumo de polen, sí tiene significado económico a nivel de producción. En un invernadero se cosecha un total de 480,000 cabezas: A este nivel, polinizar con una frecuencia de 2 veces/semana implica un consumo de 1,728 g vrs polinizar 5 veces/semana que consumirá 3,552g de polen. La diferencia en costo es del doble al polinizar 5 veces/semana.

Los gramos de semilla producidos por cabeza en función de la dosis, son los mismos según el análisis estadístico. La cantidad de gramos se ve afectado únicamente por la frecuencia de polinización, siendo las altas las favorecidas. Esto nos indica que al polinizar con una dosis baja y una frecuencia alta obtendremos la misma cantidad de semilla, que si utilizamos mezclas más concentradas a menor frecuencia. El emplear mezclas diluidas disminuye la utilización de polen de *T. erecta*, disminuyendo así el costo de producción de la semilla híbrida.

El hecho de que se forme igual cantidad de semilla dentro de las frecuencias de 3 y 5 veces/ semana, sugiere que los estigmas de las flores pueden llegar a permanecer receptivos hasta 48 h desde su aparición. La producción de igual cantidad de semilla para todas las dosis empleadas, se puede explicar de dos formas. La primera, en todas las dosis utilizadas (1:4, 1:6 y 1:8) la cantidad de gránulos de polen de *T. erecta* aplicados sobre la cabeza floral es mayor o igual que el número de estigmas receptivos. Todo esto es cierto si el polen que está en la mezcla tiene un alto porcentaje de viabilidad. La segunda, ambas líneas genéticas, tanto de la planta "madre" como "polen", son muy cercanas o parecidas genéticamente. Esta cercanía favorece la compatibilidad entre polen y estigma, lo cual permite una alta probabilidad de formar semilla.

Se puede observar claramente al comparar los gramos de semilla producidos y los gramos consumidos de polen de *T. erecta* en función de la dosis, que todas las dosis producen la misma cantidad en gramos de semilla pero la dosis 1:4 consume mucho más (48%) gramos de polen que las dosis 1:6 y 1:8.

El análisis económico demuestra que la dosis 1:6 presenta la mayor ganancia para la producción de semilla híbrida. Esto se debe a que consume una menor cantidad de polen de *T. erecta* y produce la misma cantidad de gramos de semilla que la dosis más concentrada. Así mismo se realizó el análisis económico a las distintas frecuencias; este indicó que la frecuencia 3 veces/semana es la ideal para trabajar, debido a que produce la misma cantidad de semillas que la frecuencia más grande, pero utiliza menos mano de obra.

A partir de estos resultados es posible establecer un método de polinización artificial para la producción de semilla híbrida de *T. erecta*, el cual consiste en polinizar con mezclas a una dosis 1:6 y una frecuencia de 3 veces/semana. Este método produce la misma cantidad de gramos de semilla híbrida que la dosis 1:4, que comúnmente se emplea en la finca, pero utiliza menos (52%) gramos de polen. Esto hace que el valor monetario de la mezcla disminuya (32%) y favorezca a la producción de semilla híbrida.

No se encontró literatura sobre estudios o trabajos similares a éste, utilizando otros cultivos.

VI. CONCLUSIONES

La utilización de mezclas para la polinización ayuda a disminuir el consumo de polen de *T. erecta*. El polen de *Portulaca* sp. sirve únicamente de vehículo para transportar el polen de *T. erecta*. Las mezclas permiten que la siembra de plantas "madre" y "polen" sea de uno a uno, haciendo que los costos de producción de polen disminuyan. Se recomienda que al haber una alta demanda o baja producción de polen de *T. erecta* las mezclas se hagan a una dosis de 1:8, esto no alterará la cantidad de semilla híbrida producida.

El consumo de polen de *T. erecta* por 100 cabezas florales es menor para dosis diluidas, como 1:6 y 1:8, no importando la frecuencia de polinización. Sin embargo, en términos aplicados, dicho consumo de polen, sí tiene significado económico a nivel de producción.

Las mezclas diluidas (1:6 y 1:8) a frecuencias altas (3 y 5 veces/semana) presentan un mayor número de semillas por cabeza. La dosis de polinización empleada no altera el consumo de polen, debido a que el consumo es igual para todas. La cantidad de gramos consumidos se ve afectado únicamente por la frecuencia de polinización, siendo las altas las favorecidas.

Las dosis 1:4 y 1:6 producen la misma cantidad en gramos de semilla pero la dosis 1:4 consume mucho más gramos de polen. La dosis 1:6 traerá beneficios económicos a la producción de semilla híbrida, ya que el costo de la mezcla disminuirá considerablemente.

Según el análisis económico aplicado a dosis y frecuencia, la dosis 1:6 a una frecuencia de 3 veces/semana es la opción ideal para producir la misma

cantidad de semilla híbrida a un costo menor. Esto se debe a que consume una menor cantidad de polen de *T. erecta* y produce la misma cantidad de gramos de semilla.

A partir de estos resultados es posible establecer un método de polinización artificial para la producción de semilla híbrida de *T. erecta*, el cual consiste en polinizar con mezclas a una dosis 1:6 y una frecuencia de 3 veces/ semana. Este método produce la misma cantidad de gramos de semilla híbrida que la dosis 1:4, que comúnmente se emplea en la finca, pero utiliza menos gramos de polen. Este método hace que el costo monetario de la mezcla disminuya y la producción de semilla híbrida incremente.

VII. LITERATURA CITADA

- Bailey, L.H. 1951. *Manual of Cultivated Plants*. Mc-Millan Pub, Inc., New York. 1116pp.
- Bergamini, G. y D.L. Mulcahy. 1983. A comparison of pollen tube growth in bi- and trinucleate pollen. En *Symposium on Pollen: Biology and Implication for Plant Breeding*. Biomedical 32 (7): 29-33.
- Caceres, A. y B. Samayoa. 1989. Tamizaje de la actividad antibacteriana de plantas usadas en Guatemala para el tratamiento de afecciones gastrointestinales. Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 138pp.
- Dumas, D., A. Clarke y B. Knox. 1995. Pollination and cellular recognition. *Outlook on Agriculture* 14(2): 68-77.
- Goldsmith Seeds, Inc. 1996. *Seed Catalog 1996-1997*. Goldsmith Seed, Inc., California.
- Heywood, V.H. 1993. *Flowering Plants of the World*. Oxford University Press, New York. 335pp.
- Hunter, F., R. Murphy, S. Larry y R.L Donahue. 1981. *Fertilizers and Soil Amendments*. Prentice-Hall Inc., New Jersey. 557pp.
- Johri, B.M. 1982 *Experimental Embryology of Vascular Plants*. Springer - Verlag, New York. 273pp.
- Lehninger, A.L. 1994. *Bioquímica*. 2da. ed. Ediciones Omega, S.A., Barcelona. 1117pp.
- Nash, D. y L. Williams. 1976. *Flora of Guatemala*. Fieldiana (Botany). Vol.24. (parte XII): 380-386.
- Netafim. 1995. Riego por goteo Typhoon 25. Kibutz Hatzerim, Israel.

- Stanley, R. y H. Linskens. 1974. Pollen Biology, Biochemistry and Management. Springer-Verlag Inc., New York. 307pp.
- Tay, K. 1995a. Producción de Semilla Híbrida de Marigold. 1er Informe Parcial. Mayacrops S.A., Guatemala. 34pp.
- Tay, K. 1995b. Producción de Semilla Híbrida de Marigold. 2do Informe Parcial. Mayacrops, S.A., Guatemala. 56pp.
- Tay, K. 1996. Producción de Semilla Híbrida de Marigold. Mayacrops, S.A. Guatemala. 55pp.
- Van Den Eride, H. 1976. Sexual Interaction in Plants. Academic Press, London. 186pp.

Tabla A2

Hoja de toma de datos de selección de planta "Madre"

No. Banca	Tratamiento	FECHAS												TOTAL
40	1:4 (5)													
39	1:4 (3)													
38	1:4 (2)													
37	1:6 (3)													
36	1:6 (2)													
35	1:8 (5)													
34	1:8 (3)													
33	1:8 (2)													
32	1:6 (2)													
31	1:4 (2)													
30	1:4 (5)													
29	1:8 (3)													
28	1:4 (3)													
27	1:8 (3)													
26	1:6 (3)													
25	1:8 (5)													

Tabla A3

Hoja de toma de datos para el ingreso de peso de polen producido
fecha de succión.

FECHA	BANCAS	g. POLEN	OTROS
	1 - 4		
	5 - 8		
	9 - 12		
	13 -16		
	17 - 20		
	21 -24		
TOTAL G.			

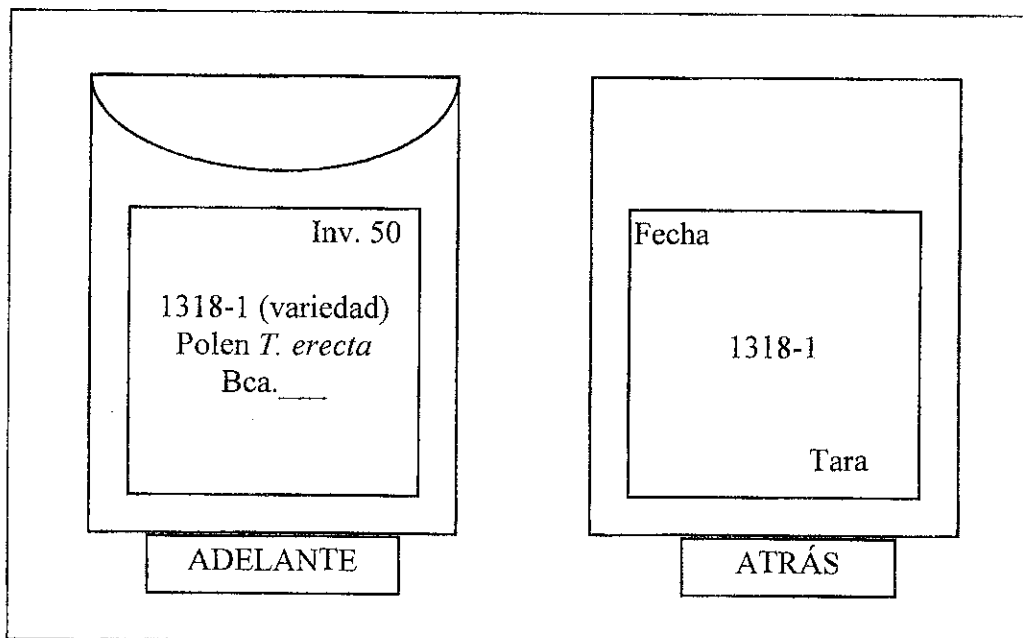


Figura A. 1 Rotulación de sobre de papel utilizado para colocar la mezcla de polen limpio para su almacenamiento temporal

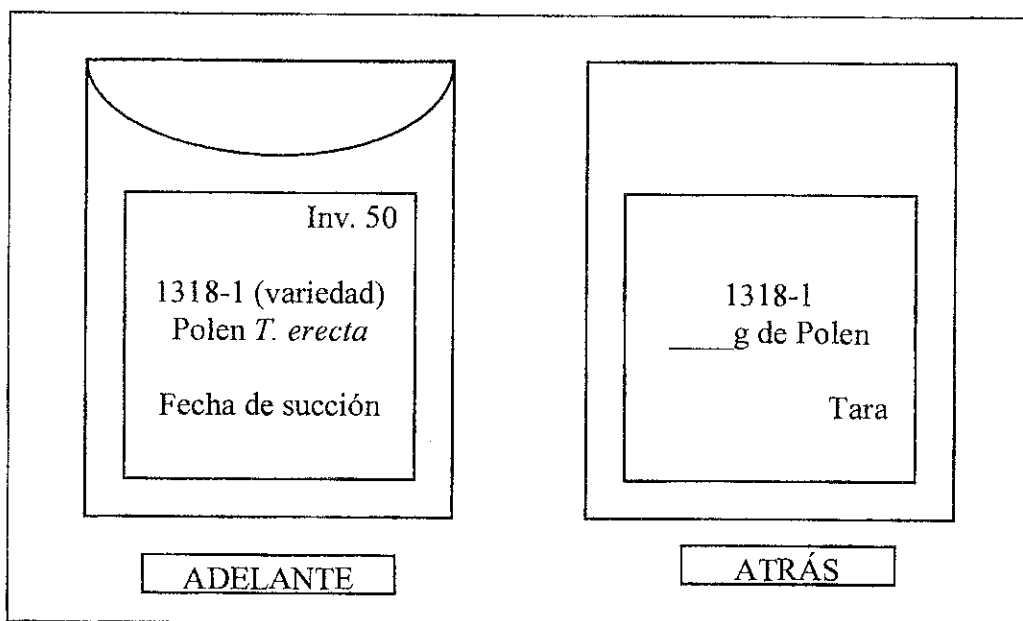


Figura A.2 Rotulación de sobre de papel utilizado para almacenamiento en refrigeradora de polen producido en una fecha de succión.

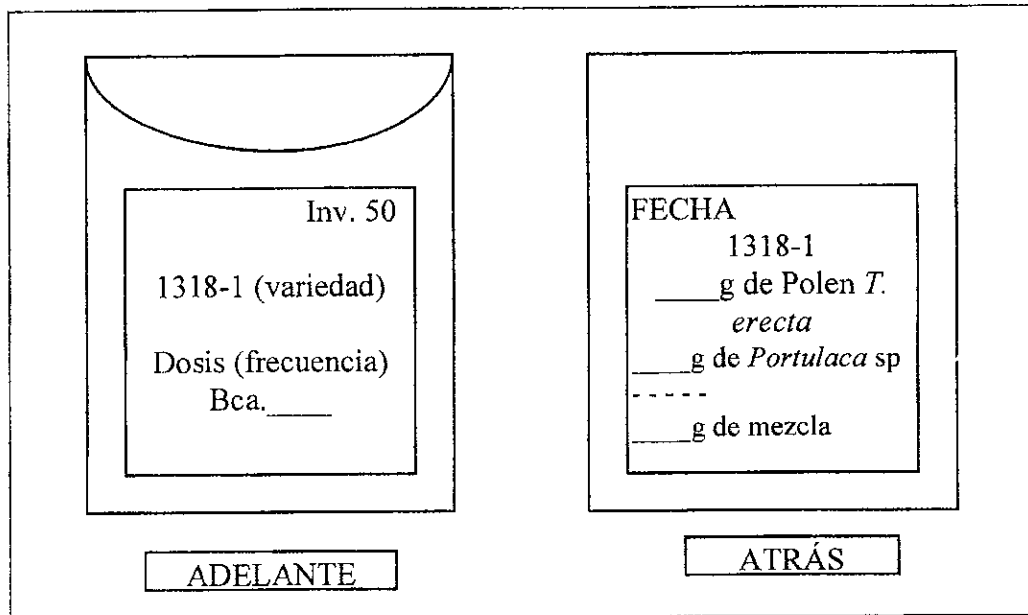


Figura A.3 Rotulación de sobre de papel utilizado para colocar la mezcla de polen para su transporte al invernadero

Tabla A.4

Hoja de toma de datos consumidos de polen para la elaboración de mezclas en el invernadero 50.

FECHA	DÍA	TRATAMIENTO	Bca. No.	REPLICA	CONSUMO
	LUNES	1:4 (5)	40	1	
		1:4 (3)	39	1	
		1:6 (3)	37	1	
		1:8 (5)	35	1	
		1:8 (3)	34	1	
		1:4 (5)	30	2	
		1:8 (3)	29	2	
		1:4 (3)	28	2	
		1:6 (3)	26	2	
		1:8 (5)	25	2	
	Martes	1:4 (5)	40	1	
		1:4 (2)	38	1	
		1:6 (2)	36	1	
		1:8 (5)	35	1	
		1:8 (2)	33	1	
		1:6 (2)	32	2	
		1:4 (2)	31	2	
		1:4 (5)	30	2	
		1:8 (2)	27	2	
		1:8 (5)	25	2	
	Miércoles	1:4 (5)	40	1	
		1:4 (3)	39	1	
		1:6 (3)	37	1	
		1:8 (5)	35	1	
		1:8 (3)	34	1	
		1:4 (5)	30	2	
		1:8 (3)	29	2	
		1:4 (3)	28	2	
		1:6 (3)	26	2	
		1:8 (5)	25	2	
	Jueves	1:4 (5)	40	1	
		1:8 (5)	35	1	
		1:4 (5)	30	2	
		1:8 (5)	25	2	
	Viernes	1:4 (5)	40	1	
		1:4 (3)	39	1	
		1:4 (2)	38	1	

a) Número de invernadero	b) variedad
c) Encargada	d) Fecha de cosecha
e) Lote de producción	

Figura A.4 Rótulo de bolsa negra de dacrón utilizada para almacenar las cabezas para su secado

Tabla A.5

Hoja de toma de datos de producción de semilla híbrida para el período de producción (II/1997).

PRODUCCIÓN DE SEMILLA INV. 50 variedad: _____
 Variedad: _____ Banc: _____ Tratamiento: _____

Fecha de corte	No. cabeza	No. semilla	Otros
	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		
TOTAL SEMILLA			

Tabla A.6

Hoja de toma de datos de ingreso de semilla proveniente
de las bolsas de papel kraft

FECHA	TRATAMIENTO	BANCA	REPLICA	No. CABEZAS	
	1:4 (5)	40	1		
	1:4 (3)	39	1		
	1:4 (2)	38	1		
	1:6 (3)	37	1		
	1:6 (2)	36	1		
	1:8 (5)	35	1		
	1:8 (3)	34	1		
	1:8 (2)	33	1		
	1:6 (2)	32	2		
	1:4 (2)	31	2		
	1:4 (5)	30	2		
	1:8 (3)	29	2		
	1:4 (3)	28	2		
	1:8 (2)	27	2		
	1:6 (3)	26	2		

Apéndice B

Guía de Producción de la planta *T. erecta*

La producción se caracteriza por 3 etapas las cuales son:

A. Preparación de Invernadero

El invernadero es cerrado con una dimensión de 8 m de ancho, 40 m de largo y 2.80 m de alto. El techo se encuentra forrado con plástico y las paredes con sarán antivírus. El sarán es una tela con una trama de 0.32 x 0.50 mm que evita el paso de organismos (insectos) vectores de virus en plantas (Tay, 1996).

El invernadero se prepara con dos semanas de anticipación al trasplante de las plantas "madre" y "polen". La preparación consta de la aplicación de una capa delgada de material orgánico que luego será incorporado al suelo con la ayuda de un arado. Se preparan las bancas de tierra, separadas 30 cm una de la otra y se pasa rastrillo para que el suelo quede suelto y uniforme. La tierra de las bancas se desinfecta con bromuro y se cubren con plástico para asegurar una esterilización efectiva. Se dejan reposar durante 48-72 horas y posteriormente se lleva a cabo la aireación de 2 a 3 días antes del trasplante (com. per. Tay, 1997). Se conecta el sistema de riego, que consiste en mangueras extendidas longitudinalmente a lo largo de las bancas, las cuales presentan agujeros distanciados a 50 cm entre sí (Netafim, 1995). Tres días antes del trasplante (al iniciarse la aireación) se inicia el riego de las bancas, de

una forma uniforme con el objeto de que tengan la humedad adecuada en el momento del trasplante (com. per. Tay, 1997).

Las plantas al ser trasplantadas se recogen de las bancas de semillero, se colocan temporalmente en bandejas de madera mientras son transportadas al invernadero. Se debe tener especial cuidado y evitar que las plantitas se deshidraten, regándolas constantemente (com. per. Tay, 1997).

En el invernadero la tierra se humedece y se marcan los espacios a ser plantados utilizando una tabla que posee clavos distanciados según la planta a transplantar (madre o polen). Las plantas de polen se plantan espaciadas 10 cm entre sí, mientras que las plantas madre se plantan espaciadas 5 cm entre sí. (Figura B.1) Cada área transplantada se "sella" utilizando una manguera que lleva adaptado un tubo cubierto con tela "Jersey", para asegurar una descarga suave de agua, que no dañe la planta y evite la deshidratación (Tay, 1996).

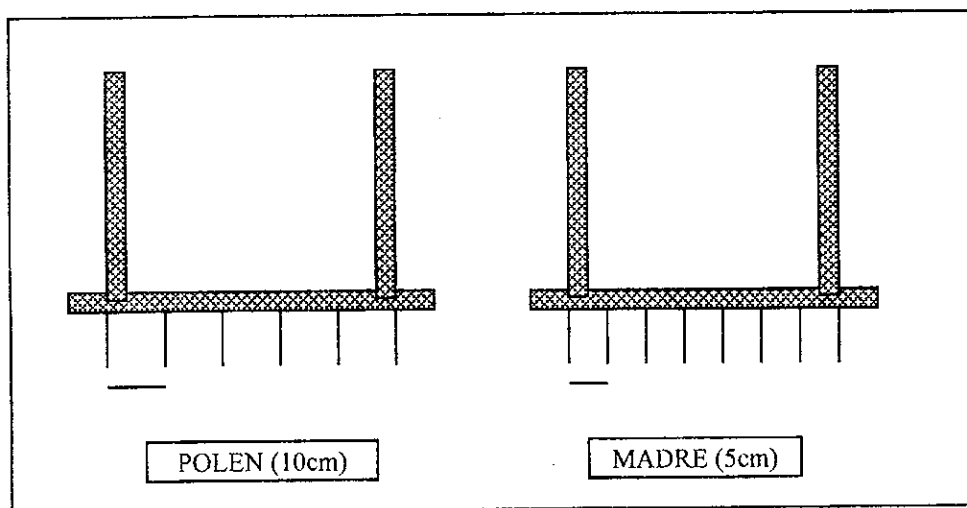


Figura B.1 Herramienta utilizada para marcar los espacios en las bancas para el trasplante de planta POLEN (izq.) y planta MADRE (der.)

Durante las semanas subsiguientes se lleva a cabo la SELECCIÓN de plantas. Esta selección consta, de la eliminación de plantas que posean características no deseadas para el híbrido. Las plantas productoras de polen deben seleccionarse por tamaño, follaje, color y forma de la cabeza. Las plantas que se deben desechar, se reconocen por las características siguientes: no tienen el mismo tamaño que el promedio, presentan cabezas gemelas, difieren en color de la cabeza y el follaje y se reconocen por estériles.

En las planta "madres" se buscan las mismas características de planta "polen" para su selección y la mayor parte de plantas que se eliminan son hermafroditas. Estas presentan anteras, pistilos y poseen pétalos, polen y estigmas de color verde. Para realizar esta actividad se emplean tijeras de podar, previamente desinfectadas con cloro. Se lleva un control que consiste en hacer un conteo de plantas eliminadas por banca (Apéndice A, Tabla A.5).

Unicamente a las plantas productoras de semilla (madre) se les coloca espaldera. La espaldera es una estructura hecha de rafia utilizada para que la planta al crecer no se rompa o doble debido al gran número de cabezas que tendrá. Esta consta en 5 hileras de rafia a lo largo de la banca distanciadas entre ellas 20cm y un enrejillado hecho con el mismo material, haciendo amarres transversalmente cada 20cm (Figura B.2).

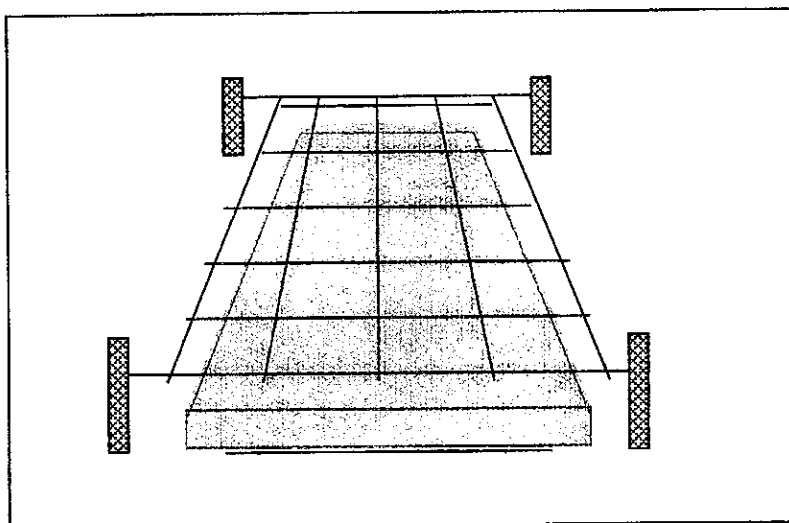


Figura B.2 Espaldera empleado en plantas productoras de semilla de Marigold

Dependiendo de la variedad a trabajar, así será el número de hileras hacia arriba la que se deberán poner; para la variedad Antigua Yellow (1318-1A), la cual se trabajará en este proyecto es necesario hacer únicamente una hilera (Tay, 1996).

La plantación se somete a un programa de fertilización, tanto de suelo como foliar, durante la segunda semana de su plantado con el fin de proveer niveles adecuados de nutrientes que ayudarán a aumentar el rendimiento de semilla (Hunter *et al.*, 1981). La poda o limpieza se hace con el fin de eliminar plantas enfermas por hongo (*Alternaria* sp. o *Botrytis* sp.), minador (*Liriomyza trifolii*), mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) y gusano (*Spodoptera* sp. o *Noctuidae* sp.); y de esta forma evitar que la enfermedad se propague por todo el invernadero. En plantas productoras de polen, constantemente se eliminan las flores que han completado su ciclo productivo (1 semana). Se lleva un récord de plantas eliminadas por limpieza o poda de plantas enfermas. (Apéndice A, Tablas A.1 y A.2) (Tay, 1996)

B. Precosecha

Este período consiste en la producción de polen, su colecta y almacenamiento, así como la polinización de las plantas productoras de semilla (madres).

Las plantas "polen" a las cuatro semanas del transplantado inicia su producción de polen. Este polen se caracteriza por ser trinucleado, lo cual hace que tenga una vida útil sumamente corta (Dumas, et al., 1985). El polen tiene una viabilidad aproximadamente de una semana si éste se almacena adecuadamente como se verá más adelante. El polen es succionado mediante un sistema de vacío disponible en mangueras dentro del invernadero. Cada manguera posee al final una pipeta de succión adaptada para cubrir el área de la flor macho (Figura B.3). El polen se succiona durante períodos convencionales de 30 minutos para evitar que permanezca expuesto a la humedad y altas temperaturas dentro del invernadero, y de esta forma evitar que pierda su viabilidad. La succión del polen se realiza todos los días desde las 10:00 hasta las 16:00 horas. Cada banca de planta "polen" se succiona por aparte para llevar el récord de cuanto polen produce. El polen succionado se recolecta en una bolsa de papel.

Al terminar la succión de una banca, el polen se limpia. Cuando el polen se succiona, el sistema no sólo succiona granos de polen sino también pedazos de flor (estigma, pétalos, etc.), insectos (Frankliniella sp., Trialeurodes vaporariorum, etc.), polvo, etc. por lo que es necesario limpiarlo, este proceso consta en succionar el polen con una manguera que tiene en la pipeta un pedazo de sarán anti-Thrips (tela que posee una trama de 0.45 x 0.50). Ya limpio el polen se traspasa a una bolsa de papel. La bolsa de papel se

almacena temporalmente dentro de un frasco plástico con tapadera, el cual contiene sílica gel. Se utiliza sílica gel para eliminar el exceso de humedad que pueda acelerar el metabolismo del polen y hacer que pierda viabilidad. Este recipiente se coloca dentro de una hielera conteniendo un refrigerante como el polietilenglicol (Tay, 1996). El polen succionado ese día es pesado y anotado su ingreso. El polen se almacena en un refrigerador con una temperatura de 0-5°C. La producción de semilla híbrida depende en gran parte de la viabilidad del polen, la cual esta determinada por tres factores de almacenamiento: a) tiempo, b) humedad y c) temperatura (Stanley and Linskens, 1974). El polen necesita ser almacenado a una temperatura de -5 a 5°C, humedad de 4.8% (p/p) y durante un tiempo de 0-8 días. La deshidratación parcial del polen y su almacenamiento bajo condiciones refrigerantes reducen el metabolismo de la célula y prolonga su viabilidad hasta el momento de la polinización (Tay, 1996).

La polinización es el proceso mediante el cual se deposita un grano de polen sobre un estigma, el cual producirá una semilla. Cuando el polen es colocado manualmente sobre el estigma, el proceso es conocido como polinización artificial. La planta madre entra en producción al abrirse las primeras cabezas florales. Los estigmas maduran desde la periferia hacia el centro de la flor. La cabeza se tarda en abrir completamente alrededor de una semana. Cada cabeza es polinizada artificialmente utilizando una brocha hecha de cuerdas de cáñamo (com. per. Tay, 1997). Se emplea una mezcla homogeneizada de polen de *T. erecta* diluido al 20% con polen de *Portulaca* sp. (dosis 1:4). Esta dilución ha resultado ser la más rentable hasta la fecha posiblemente por las características de porcentaje de humedad, forma, tamaño y otras características físicas que presenta el polen de *Portulaca* sp. (Tay, 1995b). Para la preparación de la mezcla el polen a utilizar (no más de 8 días de almacenamiento) se saca del congelador, se pesa para ser mezclado con el polen de *Portulaca* sp

(diluyente), que previamente fue desinfectado con hexano (Tay, 1995b). La mezcla es homogeneizada durante un minuto utilizando un vórtex; para asegurarse que su distribución sobre los estigmas sea uniforme, la falta de homogenización en la mezcla de polinización disminuye la producción de semillas (Tay, 1995a). La mezcla se lleva hasta el invernadero y se coloca en vasos de duroport, los cuales son utilizados por las personas para polinizar. Se utilizan este tipo de vasos para evitar que el calor de la mano de la persona que polinice acelere el metabolismo de los granos de polen.

La polinización se realiza cada dos días desde las 10:00 a las 16:00 horas (Tay, 1995b). Cada cabeza llevará cerca de 3 polinizadas (1 semana) para completarla y estar lista para ser cosechada 15 días después de la primera polinización (Tay, 1996).

C. Cosecha y postcosecha

Este proceso comprende el corte, conteo y secado de cabezas; así como el proceso de limpieza, extracción y conteo de semilla híbrida producida.

Las cabezas florales a punto de cosecharse se secan y se oscurecen; los estigmas se tornan cafés inicialmente y luego negros. Cuando las cabezas presentan estas características están listas para ser cortadas. Las cabezas cortadas durante una fecha son colocadas en una bolsa negra de popelina o dacrón y etiquetadas. Las bolsas son transportadas a la Bodega de semilla donde se colocan en bancas de secamiento o en secadores eléctricos (35-50°C) para que se terminen de secar. Las bancas de secamiento constan en hileras de bancas hechas de madera, dentro de una área cerrada con plástico. A la semana siguiente las bolsas se llevan a las máquinas procesadoras. Las

cabezas secas son colocadas en una máquina llamada "desgranadora", la cual separa todas las semillas de la cabeza floral y descola un alto porcentaje de semilla. El término descolar es el proceso en el cual se elimina el estilo, estigma y lígulas de la semilla. Posteriormente la semilla es pasada a una máquina llamada "cliper" cuya función es hacer una buena separación de semilla y basura (sépalos, tallos, estigmas vacíos, etc.). La semilla es colada manualmente empleando una zaranda de 1/16", con lo cual se logra separar la semilla sin cola de las semillas que presentan cola. Finalmente la semilla descolada se limpia por soplado, utilizando cilindros de poliestireno adaptados para retener en la parte superior la semilla vana. La semilla vana es la semilla que su apariencia es de una semilla bien formada pero no presenta un embrión dentro. Al final de este proceso si las semillas presentan basura esta se elimina manualmente, que forma parte del control de calidad rutinario de toda semilla procesada. Este proceso, llamado "Proceso Industrial" se aplica a cantidades grandes de semilla (cerca de 300 bolsas de cosecha). Para procesar pocas semillas como las que se obtendrán en este proyecto; las cabezas florales se desgrana manualmente, la semilla se descola con tijeras de podar y se limpian por medio manual y de soplado (Tay, 1996).

La semilla luego se somete al proceso de desinfección que finaliza al eliminar el exceso de agua al colocarlas dentro de una centrífuga; posteriormente se coloca en bandejas dentro del secador eléctrico (35-50°C) durante 12 horas. Finalmente la semilla se empaca dentro de bolsas de manta, se etiqueta y se embarca para su exportación. Únicamente se exportan la semilla que tiene arriba de 85% de germinación en suelo (determinado inequívocamente después de 21 días de semillero) (Tay, 1996).

Apéndice C

Tablas y figuras obtenidas de los resultados

Tabla C.1

Récord de plantas transplantadas y eliminadas durante el período de producción de semilla híbrida de *T. erecta*, en el invernadero 50 de investigación. Fca. El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops.

Planta	Plantas transplantadas	Eliminadas por selección	Eliminadas por <i>Alternaria</i> sp	TOTAL
"Madre"	11,430	5,728	550	5,152
"Polen"	10,080	2,150	1,295	6,635
TOTAL	21,510	7,878	1,845	11,787

Tabla C.2

Cronograma de las actividades realizadas dentro del Invernadero 50 de Investigación durante el período 1996-1997. Fca. El Zapote, Villa Canales, Guatemala

Fecha	Actividad
6-XII-1996	Siembra de planta "Polen"
13-XII-1996	Siembra de planta "Madre"
27-XII-1996	Desinfección de Inv. 50
3-I-1997	Trasplante de "Madre" y "Polen" a invernadero
3-II-1997	Inicio de succión de polen
10-II-1997	Inicio de la polinización de planta "Madre"
25-II-1997	Inicio de la cosecha de cabezas florales
31-III-1997	Finaliza la cosecha de cabezas florales

Tabla C.3

Programa de fertilización y fumigación del invernadero 50
durante el período de producción de semilla híbrida de *T. erecta*. (2/1997)

No.	Fecha	Actividad
1	3-Ene	-
2	4-Ene	-
3	5-Ene	-
4	6-Ene	-
5	7-Ene	-
6	8-Ene	Mc, Ni
7	9-Ene	-
8	10-Ene	-
9	11-Ene	-
10	12-Ene	-
11	13-Ene	-
12	14-Ene	-
13	15-Feb	-
14	16-Ene	-
15	17-Ene	U
16	18-Ene	-
17	19-Ene	-
18	20-Ene	-
19	21-Ene	-
20	22-Ene	-
21	23-Ene	-
22	24-Ene	Dy
23	25-Ene	-
24	26-Ene	-
25	27-Ene	-
26	28-Ene	Cy
27	29-Ene	Ur, A
28	30-Ene	-
29	31-Ene	Ur, A
30	1-Feb	-
31	2-Feb	-
32	3-Feb	CaB

No.	Fecha	Actividad
33	4-Feb	-
34	5-Feb	A,B
35	6-Feb	Cy, Fo, CaB
36	7-Feb	-
37	8-Feb	-
38	9-Feb	-
39	10-Feb	-
40	11-Feb	-
41	12-Feb	-
42	13-Feb	Cy, Fo, CaB
43	14-Feb	-
44	15-Feb	-
45	16-Feb	-
46	17-Feb	A,B
47	18-Feb	-
48	19-Feb	A,B
49	20-Feb	-
50	21-Feb	-
51	22-Feb	Py, De, Cy
52	23-Feb	-
53	24-Feb	-
54	25-Feb	-
55	26-Feb	-
56	27-Feb	-
57	28-Feb	-
58	1-Mar	-
59	2-Mar	De, Cy, Zn
60	3-Mar	-
61	4-Mar	-
62	5-Mar	-
63	6-Mar	Cy, Fo, CaB
64	7-Mar	-

No.	Fecha	Actividad
65	8-Mar	-
66	9-Mar	De, Cy, Mu, Zn
67	10-Mar	-
68	11-Mar	-
69	12-Mar	-
70	13-Mar	De, Cy, Mu, Zn
71	14-Mar	-
72	15-Mar	CA, CaB
73	16-Mar	-
74	17-Mar	NC, NP, Ur
75	18-Mar	-
76	19-Mar	-
77	20-Mar	-
78	21-Mar	NC, NP
79	22-Mar	Py, De, Mi, Cy, Mu
80	23-Mar	-
81	24-Mar	-
82	25-Mar	-
83	26-Mar	-
84	27-Mar	-
85	28-Mar	-
86	29-Mar	-
87	30-Mar	-
88	31-Mar	-
89	1-Abr	-
90	2-Abr	-
91	3-Abr	-
92	4-Abr	-
93	5-Abr	-
94	6-Abr	-
95	7-Abr	-

Continuación de tabla C.3

Clave para fumigación

Cy= **Cycosin** 1.5 cc/bca control de *Alternaria* sp.
 Py= **Pyrenone** 0.75 cc/bca control de Thrips
 De= **Dedevap** 3 cc/bca control de Thrips
 Ca= **Captan** 1.5 cc/bca control de *Alternaria* sp.
 Mi= **Mirage** 1.8 cc/bca control de *Botrytis* sp.
 Dy= **Dysiston** 12 cc/bca control de Thrips
 D= **15-0-0-8** 130 cc/bca control de *Botrytis* sp.

Clave para fertilización

Mc= **Micromins** 80 cc/bca micronutrientes
 Ni= **Nitromaz** 80 cc/bca
 U= **Uracal** 120 cc/bca
 Ur= **Urea** 100 gr/bca
 A= **12-60-0** 100 gr/bca
 B= **10-5-10** 90 cc/bca
 C= **12-3-9** 130 cc/bca
 NC= **Nitrato de Calcio** 80 gr/bca
 NP= **Nitrato de Potasio** 44 gr/bca
 CaB= **Ca y B** 4.0 cc/bca fertilizante foliar
 Fo= **Folizyme** 4.0 cc/bca fertilizante foliar
 Zn= **Zinc** 2 cc/bca fertilizante foliar
 Mu= **Múltiple** 2cc/bca fertilizante foliar

Tabla C.4

Datos sobre el número de semillas por cabeza cosechados según fecha de cosecha durante el período de producción de semilla híbrida de *T. erecta*, que comprende de febrero a marzo de 1997

Banca	Dosis	Frec.	25/II	27/II	3/III	4/III	6/III	10/III	12/III	14/III	17/III	19/III	21/III	24/II	31/III	Prom.
25	1,8	5	50,8	79,4	57,9	71,7	74,5	73,1	75,6	92,2	82,2	68,2	33,6	24,6	13,4	61,3
26	1,6	3	65,4	58,4	71,6	75	85,6	90	73,4	99,2	98,4	82,6	35,5	17,4	19,2	67,1
27	1,8	2	73,9	69,9	83,8	56,6	70,8	65,4	63,8	76,2	65,2	42,1	16,8	14,4	10,7	54,6
28	1,4	3	62,4	57,6	77,2	79,8	81,7	89,4	101,7	93,6	84,5	73,4	34,5	15,1	20,5	67,0
29	1,8	3	-	45,4	47,2	67,6	81,5	83	88,3	91,6	88,7	78,6	44,9	19,4	11,2	62,3
30	1,4	5	-	69,7	65,2	82,3	77,9	79,3	94,4	110,6	99,4	93,8	46	18,5	-	76,1
31	1,4	2	-	35,6	48,1	67,2	69,6	80,8	99,2	94,1	45,4	70,4	30,7	17,6	15,2	56,2
32	1,6	2	-	43	49,2	73,2	76,1	89,6	74,4	80,2	85,5	52,1	25,1	30,6	-	61,7
33	1,8	2	-	64,2	59,8	70,6	63,4	82,9	81,1	76,8	75,5	43	32,8	14,6	18,3	56,9
34	1,8	3	60,9	76,8	73,1	77,8	100,5	91,4	104,4	105,9	79,5	64,8	31,6	19	14,6	69,3
35	1,8	5	-	44,2	76	121,1	112,2	113,8	112,8	128,3	83,8	85,5	52,5	26,6	20,1	81,4
36	1,6	2	-	70,9	74,5	79,1	77,7	115,2	75,2	73,8	63,6	36,4	28,8	10,8	14,4	60,0
37	1,6	3	-	73,7	83	100,2	94,2	126,1	118	134,2	82,4	43,4	32,2	17,4	-	82,3
38	1,4	2	-	-	86,2	92,2	112,4	129,4	100,3	124	119,4	73,2	35,2	17,2	18,5	82,5
39	1,4	3	-	-	83,4	93,2	142,4	114,4	111	139,8	121,2	71,8	62,1	37,1	39,2	92,3
40	1,4	5	-	-	97	111,8	122,8	114,4	122,2	121,4	99,2	57,8	33,2	35,7	18,2	84,9
TOTAL			313,4	789	1133	1319	1443	1538	1496	1642	1374	1037	575,5	336	233,5	

Tabla C.5a

Comparación del costo de la semilla y mezcla de polen para cada dosis obtenidos durante la producción de semilla híbrida en el invernadero de investigación No. 50. Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops.

Dosis	1 : 4		1:6		1:8	
	gramos	precio (US\$)	gramos	precio (US\$)	gramos	Precio (US\$)
Semilla ^A	143.28	221.37	140.93	217.74	130.67	201.88
Polen <i>T. erecta</i> ^B	11.01	22.02	4.32	8.64	3.96	7.92
Polen <i>Portulaca</i> ^C	44.04	33.03	25.92	19.44	31.68	23.76
Mezcla	55.05	55.05	30.24	28.08	35.64	31.68
Ganancia		166.32		189.66		170.20

Tabla C.5b

Comparación del costo de la semilla y mezcla de polen en función de la frecuencia para un invernadero estándar de producción, en base a los datos obtenidos del invernadero de investigación No. 50. Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops.

Dosis	1 : 4		1:6		1:8	
	gramos	precio (US\$)	gramos	Precio (US\$)	gramos	precio (US\$)
semilla ^A	18,626.40	28,777.79	18,320.90	28,305.79	16,987.10	26,245.07
polen <i>T. erecta</i> ^B	1,431.30	2,862.60	561.60	1,123.2	514.80	7,1,029.60
polen <i>Portulaca</i> ^C	5,725.20	4,293.90	3,369.60	2,527.20	4,118.4	3,088.80
Mezcla	7,156.50	7,156.50	3,931.20	3,650.40	4,633.20	4,118.40
Ganancia		21,621.29		24,655.39		22,126.67

^AUS\$ 1.545/g de semilla

^BUS\$ 2.00/g de polen de *T. erecta*

^C US\$ 0.75/g de polen de *Portulaca* sp.

Tabla C.5c

Comparación del costo de la semilla y mezcla de polen para cada frecuencia obtenidos durante la producción de semilla híbrida en el invernadero de investigación No. 50. Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops.

Frecuencia	2 vec/sem		3 vec/sem		5 vec/sem	
	gramos	precio (US\$)	Gramos	Precio (US\$)	gramos	precio (US\$)
semilla ^A	15,888.60	24,547.89	148.04	228.72	146.44	226.25
polen						
<i>T. erecta</i> ^B	4.01	8.02	5.31	10.62	6.44	12.88
polen						
<i>Portulaca</i> ^C	22.49	16.87	29.98	22.48	35.36	26.52
Mezcla	26.50	24.89	35.30	33.10	41.80	39.40
Ganancia		163.94		195.62		186.85

Tabla C.5d

Comparación del costo de la semilla y mezcla de polen en función de la frecuencia para un invernadero estándar de producción, en base a los datos obtenidos del invernadero de investigación No. 50. Finca El Zapote, Villa Canales, Guatemala. Mayacrops.

Frecuencia	2 vec/sem		3 vec/sem		5 vec/sem	
	gramos	precio (US\$)	Gramos	precio (US\$)	gramos	precio (US\$)
semilla ^A	15,888.60	24,547.89	19,245.20	29,733.83	19,037.20	29,412.47
polen						
<i>T. erecta</i> ^B	521.3	1,042.60	690.30	1,380.60	837.20	1,674.4
polen						
<i>Portulaca</i> ^C	2923.70	2,192.78	3,897.40	2,923.05	4,596.80	3,447.60
Mezcla	3,445.00	3,235.38	4,589.00	4,303.65	5,434.00	5,122.00
Personal		2,240		3,360		5,600
Ganancia		19,072.51		22,070.00		18,690.47

^AUS\$ 1.545/g de semilla

^CUS\$ 0.75/g de polen de *Portulaca* sp.

^BUS\$ 2.00/g de polen de *T. erecta*

Apéndice D

Análisis Estadísticos aplicados a resultados

Tabla D.1

Análisis de varianza de una vía aplicado a los gramos de polen utilizados por cada 100 cabezas florales según la frecuencia.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado de Medias	F	Signif. de F
Explicada	360	2	0.1802	2.7905	.0981
No explicada	0.840	13	0.065		
Total	1.200	15	0.080		

Tabla D.2

Análisis estadístico de una vía aplicado a los gramos de polen utilizado por cada 100 cabezas florales en función de la dosis

Fuente de variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado de Medias	F Ratio	F Prob.
Explicada	2	.697	.349	9.0165	.0035
No explicada	13	.503	.039		
Total	15	1.200			

Análisis de Tukey
Rango para un nivel de 0.050

Media	Grupo	8 6 4
.3545	Grp 8	
.4002	Grp 6	
.8025	Grp 4	**

(*) Indica los pares de grupos que son significativamente diferentes a un nivel de 0.050 (a un intervalo de confianza de 95%).

Tabla D.3

Análisis de varianza de una vía aplicado a el número de semillas promedio por cabeza en función de la dosis

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado de Medias	F	Signif. de F
Explicada	5146.354	2	2573.177	2.578	.079
No explicada	187616.221	188	997.959		
Total	192762.576	190	1014.540		

Tabla D.4

Análisis de varianza de una vía aplicado a el número de semillas promedio por cabeza en función de la frecuencia

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado de Medias	F	Signif. de F
Explicada	6828.346	2	3414.173	3.452	.034
No explicada	185934.230	188	989.012		
Total	192762.576	190	1014.540		

Análisis de Tukey

Rango para un nivel de confianza de 0.05

⇒ Ninguno de los dos grupos es significativamente diferente a un nivel de confianza de 0.050

Tabla D.5

Análisis de varianza de una vía aplicada a los gramos de semilla ponderados para cada dosis

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado de Medias	F	Signif. de F
Explicada	785.348	2	392.674	.861	.445
No explicada	5927.429	13	455.956		
Total	6712.778	15	447.519		

Tabla D.6

Análisis de varianza (ANOVA) aplicado a gramos de semilla
ponderados en función de la frecuencia

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado de Medias	F	Signif. de F
Explicada	2942.782	2	1471.391	5.074	.024
No explicada	3769.996	13	290.000		
Total	6712.778	15	447.519		

Análisis de Tukey
Rango para un nivel de 0.050

Media	Grupo	2 5 3
120.5333	Grp 2	
146.4250	Grp 5	
149.7500	Grp 3	*

(*) Indica los pares de grupos que son significativamente diferentes a un nivel de 0.050 (a un intervalo de confianza de 95%)

Apéndice E

Glosario

Banca, de secamiento: bancas utilizadas para secar las cabezas cosechadas en el invernadero. Éstas tienen forma de camas y están hechas de madera. Están ordenadas en hileras y dentro de un área cerrada con plástico.

Banca estándar: Banca que posee un área de 13 m^2 . Esta banca es la que se utiliza en los invernaderos de la finca. El invernadero 50 de investigación presenta bancas más pequeñas (8 m^2).

Calosa: Compuesto formado únicamente por moléculas de glucosa. Este ayuda a la rigidez del tubo polínico y en algunas plantas forma paredes temporales que pueden reabsorberse fácilmente.

Descolar: proceso en el cual se elimina el estilo, estigma y lígulas de la semilla procesada utilizando tijeras (manual) o una máquina desgranadora (industrial).

Desgranar: proceso en el cual se separan las semillas de la cabeza floral.
Máquina desgranadora, aparato que desgrana y descola la semilla.

Espaldera: es una estructura hecha de rafia utilizada para que la planta "Madre" al crecer no se doble o rompa debido al gran número de cabezas que producirá.

Incompatibilidad Interspecífica, tipo de incompatibilidad que previene la fertilización entre gametos de especies lejanas. Inhibe la germinación de polen y el crecimiento de tubo polínico en el estigma.

"Madre", planta: planta productora de semilla, la cual posee únicamente órganos reproductores femeninos. Es el resultado de la alteración genética de una planta silvestre.

Manipulación genética: alteración del código genético en plantas con el fin de obtener características deseadas, como lo son: color, tamaño, forma, etc.

Mesófilo: tejidos foliares formados por células fotosintéticas localizadas entre las capas epidermales.

Poda: llamado también limpieza. Proceso en el cual se extraen de las bancas las plantas dañadas por hongo o insectos. El fin de éste es evitar que las enfermedades se propaguen por el invernadero.

“Polen”, planta: planta productora de polen, ésta presenta ambos aparatos reproductores. Esta planta es una línea genética distinta de la planta “Madre”.

Polietilenglicol: es un producto refrigerante utilizado en las hieleras que transportan polen al laboratorio y mezcla al invernadero, con el fin de mantener el polen a una temperatura baja.

Sarán: material sintético hecho de plástico. Se manufactura en forma de hoja o tela delgada y flexible. **anti-virus**, tela blanca con una trama de 0.32 x 0.50 mm que evita el paso de organismos (insectos) vectores de virus en plantas. **Anti-thrips**, tela blanca con una trama de 0.45 x 0.50 mm que se utiliza para limpiar el polen succionado.

Selección: proceso en el cual se eliminan plantas que no presentan las características deseadas para el híbrido. Las características a buscar son: tamaño, follaje, color y forma de la cabeza floral. Las plantas que se deben desechar se reconocen por las características siguientes: no tienen el mismo tamaño que el promedio, presentan cabezas gemelas, son estériles o difieren en color de cabeza y follaje.

Sellado: proceso de regar el pilón transplantado en la banca con el fin de mantener hidratado el suelo. Este proceso se realiza utilizando una manguera con un tubo cubierto con tela “Jersey”, para asegura una descarga suave de agua.

Silica gel: material granulado utilizado en la deshidratación de ambientes. Cada partícula de sílica esta formada por muchos poros, por lo que puede absorber grandes cantidades de agua. Formula SiO_2 .

Soplado: proceso en el cual se separa la semilla vana de la semilla buena por medio de su peso. Este proceso puede hacerse manual o utilizando una maquina llamada “Cliper”.

Transplante: proceso de sembrar los pilones con brotes pequeños de planta en las bancas del invernadero.

Viabilidad: capacidad de un grano de polen para crecer, desarrollarse y desempeñar su función.

Vortex: aparato utilizado para homogenizar las mezclas de polen de *T. erecta* y *Portulaca* sp.

Este documento se imprimio en los talleres Litograficos de:

IMPRIMA

Import, Printing & Machinery, S.A.

TELS. 2206418 AL 2206420

