

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Agronomía
Instituto de Investigaciones Agronómicas

**“Evaluación de cuatro sustancias diluyentes-dispersantes
de polen para producir semilla híbrida
en cuatro cultivares de Marigold (*Tagetes erecta* L.)
mediante polinización artificial, en condiciones de invernadero”**

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

JOSE EFRAIN SOSA LEONARDO

En el Acto de Investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En

Sistemas De Producción Agrícola

en el Grado Académico de

LICENCIADO

Guatemala, Julio de 1999



Universidad de San Carlos de Guatemala

Rector
Ing. Agr. Efraín Medina Guerra

Junta Directiva de la Facultad de Agronomía

Decano:	Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera
Vocal Primero:	Ing. Agr. Walter García Tello
Vocal Segundo:	Ing. Agr. William Escobar
Vocal Tercero:	Ing. Agr. Alejandro A. Hernández
Vocal Cuarto:	Br. Oscar Javier Guevara Pineda
Vocal Quinto:	Br. José Domingo Mendoza Cipriano
Secretario:	Ing. Agr. Edil R. Rodríguez Quezada

Guatemala, Julio de 1999

*Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala*

Señores miembros:

*De conformidad con la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala,
tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:*

*“Evaluación de cuatro sustancias diluyentes-dispersantes
de polen para producir semilla híbrida
en cuatro cultivares de Marigold (Tagetes erecta L.)
mediante polinización artificial, en condiciones de invernadero”*

*Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de
Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.*

*Esperando que la presente investigación llene los requisitos necesarios para la
aprobación, me suscribo,*

Atentamente,

Eduardo
José Efraín Sosa Leonardo

ACTO QUE DEDICO A

- A DIOS** *Por concederme la fortaleza necesaria para sobrepasar los caminos pedregosos que debí afrontar para conseguir este logro. Por la dicha de la vida, la salud y por sobre todo por ser ese amigo inseparable en los momentos difíciles.*
- A mi Madre** *Aracely Leonardo González; porque con su sudor y trabajo, me enseñó que en la vida se lucha para conseguir las metas, por sobre todo por darme mi educación básica y enseñarme a ser responsable y respetuoso del prójimo.*
- A mi Padre** *Ing. For. José Efraín Sosa Aguilar, por ser un ejemplo de profesionalismo y honestidad*
- A mi Mamá Chita** *Que con sus dulces palabras y cariño, me concedió el amor más grande que una madre puede brindar a un hijo. Gracias madrecita linda !!! por ese gran amor que profeso en nosotros. (Q.E.P.D.)*
- A mi Esposa** *Karla Elizabeth, por darme el regalo más lindo que un hombre desea: El Apoyo Incondicional.*
- A mis Abuelitos** *Esperanza Aguilar de Sosa y Efraín Sosa Ponce (Q.E.P.D.), por guiarme en los años más rebeldes de mi vida y brindarme su hogar.
Antonio Leonardo Villela (Q.E.P.D.), por compartir sus hazañas conmigo y ser un maestro de la dedicación y el trabajo.*
- A mis Hermanos** *Alex Sosa y Lisette y Fernando Navas, por su gran apoyo.*
- A mis Sobrinos** *Edgar Emilio, Andrés y José Alejandro, por sus grandes muestras de aprecio.*
- A mis Tíos** *Rosario y Leonel Leonardo; Haydee y David Farfán; Gladys y Mario Sosa; Marcos y Jaime Leonardo, por brindarme sus hogares y por esos innumerables consejos.*
- A mis Primos** *Manolo y Julio Farfán; Sulay y Jorge Luis Salazar; Priscila y Estuardo González; Marielena y Alejandro de León; Mario Roberto, Fernando, Gladys y Mónica Sosa Lepe; y Claudia, Leonel, Raquel y Jaime Leonardo. Gracias mucha por compartir todos esos momentos de felicidad.*
- A mis Amigos** *Jorge Granados, Mara Noemi Ruano, Ervin Rodriguez Meyer, Ervin Rivera, Juan Carlos Casados, Mauricio Rosales, Federico Von Quednow, Felipe Menéndez, Boris Osorio, Cesar Cordon, Cindy Cardona, Ana Silvia Martinez, José Luis Menegazzo, José Luis Castañeda, Erick Rivera, Ricardo Aguilera, Wendy Cobar, Carolina Romero y Cosme Herrera. Mil gracias, por compartir conmigo tantos momentos agradables y por concederme su confianza y amistad.*

TESIS QUE DEDICO

A mi Hija Kareen Irene

*A ti !!, porque haz sido la inspiración de mi vida. Para ti hija es
está carrera profesional, tómala como un ejemplo de tú vida.*

AGRADECIMIENTOS

A mi cuñado

Edgar Fernando Navas Gálvez, por su constante interés en apoyarme, a largo de mi formación profesional y por sobretodo en los momentos más difíciles.

A mis asesores

Ingenieros Agrónomos: Francisco Vásquez, Fredy Hernández Ola y Luis Ortiz(QEPD), por orientarme no solo educativamente, sino en aspectos fundamentales de la vida.

Al Programa Moscamed

En especial al Ing. Agr. Luis Andrade y al Ph. D. Carlos Cáceres, por la confianza que depositaron en mí para poder realizar mis estudios, así como para culminarlos.

A la Universidad de San Carlos

Alma Mater, que brinda la oportunidad al pueblo de Guatemala de cursar por sus aulas, momentos importantes para cada ciudadano y futuro profesional.

A la Facultad de Agronomía

Especialmente a todos los grupos que la conforman: docentes, auxiliares de cátedra, personal administrativo y de servicio. Porque todos juntos han facilitado nuestro aprendizaje y han hecho agradable nuestra estadía.

A la Asociación de Estudiantes de Agronomía y Al Conglomerado Estudiantil

Porque me dieron la oportunidad de poder brindarles parte de mi vida académica, liderando la bandera del estudiante con el firme propósito del progreso educativo. En especial al los compañeros del grupo VIDA, que me vieron nacer a la política: Mynor Ochaeta, Boris Avila, Guillermo Díaz, Ernesto Cedillo, Maucelio Mérida, Adolfo Chavez, Antonio Guerra, Marco Tulio Guerra y Lizardo Méndez y a los jóvenes valores de UREA: César Camey, Luis Caniz, Carlos Vásquez, Armando Menéndez y Mario López

Al Honorable Comité de Huelga de Todos los Dolores

Por aceptarme en su seno, participar en tan magnas actividades y escuchar mis arriesgadas propuestas de cambio en 1995. Suerte por siempre muchachos !!

A quienes me indujeron en la Docencia

Ingenieros Agrónomos: Anibal Martínez, Efraín Medina y Roderico Estrada, por su valiosa confianza y por permitirme realizarme en un aspecto tan difícil como lo es transmitir educación.

A la empresa Mayacrops, S. A. y su personal

Por abrirme las puertas como profesional, realizarme en el ámbito de la agricultura y realizar esta importante investigación. En especial al: Ing. Roberto Cáceres, Ramón Monzón, Carmela Masin, Cristina Letrán, Ana y Delfina López, Vilma Pelén, Marcos Gálvez, Hugo Osoy, Abraham Chonay, Belter Blanco, Alba Ambrosio, Bernabe Ovando, Julia Coli y muchos más, que me brindaron sus conocimientos y aprecio.

A mis compañeros y ex-compañeros de Moscamed

Ingenieros: Marvin Pérez, Francisco Reyes, Franz Alvarez, Erick Portillo, Manfredo Pecorelli, Daniel Escalante, Mauricio Corado, Raúl Castañeda y Lic. Edgar Toledo, Clara Luz Rubio, Edwin Baten, Edy Figueroa, Argentina de Méndez, Lucky de Godínez, Licda. Eugenia de Ortiz, Lic. Jiriam Corado. A todos gracias por su amistad y compañerismo.

INDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO

Indice de Cuadros	iii
Indice de Figuras.....	iv
Resumen.....	v
I. Introducción.....	1
II. Definición de Problema	2
IV. Marco Teórico.....	4
4.1. Marco Conceptual	4
4.1.1. Descripción del cultivo y cultivares	4
4.1.2. El Polen.....	7
4.1.3. Composición química del polen.....	8
4.1.4. Características del Pistilo	11
4.1.5. Polinización	12
4.1.6. Fecundación	13
4.1.7. Incompatibilidad de polen-estigma.....	14
4.1.8. Especificidad del polen.....	15
4.1.9. Desarrollo de Líneas utilizadas como progenitores de híbridos	17
4.1.10. Descripción de agentes dispersantes-diluyentes y su acción.....	18
4.1.11. Antecedentes Del Estudio	19
4.2. Marco Referencial	21
4.2.1. Ubicación.....	21
4.2.2. Características de la zona de vida.....	22
4.2.3. Descripción del Area de Trabajo.....	22
V. Objetivos.....	24
VI. Hipótesis.....	24
VII. Metodología	25
7.1. Pruebas Preliminares de Sustancias de Dispersión	25
7.2. Tratamientos evaluados	25
7.3. Diseño Experimental	25
7.3.1 Modelo Estadístico	26
7.4. Variables en Estudio	26
7.5. Análisis de la información.....	27

7.5.1. Análisis Estadístico.....	27
7.5.2. Análisis Económico	28
7.6. Manejo del Experimento.....	28
7.6.1. Preparación de Semilleros.....	28
7.6.2. Preparación del campo definitivo.....	29
7.6.3. Plantado.....	29
7.6.4. Selección de Plantas.....	30
7.6.5. Riego y Fertilización	30
7.6.6. Control de Plagas y Enfermedades	31
7.6.7. Producción y Manejo del Polen de Marigold.....	31
7.6.8. Producción y Manejo de Polen de <i>Portulaca Sp.</i>	31
7.6.9. Preparación y Manejo de Tratamientos	32
7.6.10. Polinización Artificial.....	33
7.6.11. Cosecha de Cabezas Florales.....	34
7.6.12. Procesamiento de Cabezas Florales	34
7.6.13. Procesamiento de la Semilla	34
VIII. Resultados y Discusión.....	35
8.1. Resultados y discusión de la variable respuesta cantidad de aquenios.....	35
8.2. Resultados y discusión de la variable respuesta peso de aquenios	39
8.3. Resultados y discusión de la variable respuesta porcentaje de emergencia.....	41
8.4. Análisis Económico	43
IX. Conclusiones	46
X. Recomendaciones	47
XI. Bibliografía.....	48
XII. Anexos.....	50

INDICE DE CUADROS

1.	Características del polen bi y trinucleado	10
2.	Incompatibilidad del polen bi y trinucleado	15
3.	Cronología de los eventos post-polinización	17
4.	Condiciones ambientales dentro de los invernaderos.....	23
5.	Cronología del cultivo de Marigold	23
6.	Descripción de factores y sus niveles en estudio	25
7.	Descripción y nomenclatura de los tratamientos	26
8.	Ingredientes contenidos en la mezcla de Peat Moss	30
9.	Condiciones óptimas para el almacenamiento de polen.....	32
10.	Resumen general de resultados de los cuatro cultivares evaluados.....	37
11.	Tasa Marginal de Retorno del Cultivar P-774-0.....	45
12.	Tasa Marginal de Retorno del Cultivar P-772-0.....	45
13A.	Croquis de campo de la distribución de tratamientos y sus repeticiones	51
14A.	Resultados de campo del cultivar P-702-1	52
15A.	Resultados de campo del cultivar P-704-0	52
16A.	Resultados de campo del cultivar P-772-0	53
17A.	Resultados de campo del cultivar P-774-0	53
18A.	Andeva de la variable cantidad de aquenios del cultivar P-702-1	54
19A.	Andeva de la variable peso de aquenios del cultivar P-702-1.....	54
20A.	Andeva de la variable porcentaje de germinación del cultivar P-702-1	54
21A.	Andeva de la variable cantidad de aquenios del cultivar P-704-0	54
22A.	Andeva de la variable peso de aquenios del cultivar P-704-0.....	54
23A.	Andeva de la variable porcentaje de germinación del cultivar P-704-0	54
24A.	Andeva de la variable cantidad de aquenios del cultivar P-772-0.....	55
25A.	Andeva de la variable peso de aquenios del cultivar P-772-0.....	55
26A.	Andeva de la variable porcentaje de germinación del cultivar P-772-0.....	55
27A.	Andeva de la variable cantidad de aquenios del cultivar P-774-0.....	55
28A.	Andeva de la variable peso de aquenios del cultivar P-774-0.....	55
29A.	Andeva de la variable porcentaje de germinación del cultivar P-774-0	55
30A.	Resultados del consumo de mezclas y cabezas cosechadas del cultivar P-702-1 ...	56
31A.	Resultados del consumo de mezclas y cabezas cosechadas del cultivar P-704-0 ...	56
32A.	Resultados del consumo de mezclas y cabezas cosechadas del cultivar P-772-0 ...	57
33A.	Resultados del consumo de mezclas y cabezas cosechadas del cultivar P-774-0 ...	57

34A. Presupuesto Parcial del cultivar P-702-1.....	58
35A. Presupuesto Parcial del cultivar P-704-0.....	58
36A. Presupuesto Parcial del cultivar P-772-0.....	59
37A. Presupuesto Parcial del cultivar P-774-0.....	59
38A. Análisis de Dominancia del cultivar P-702-1.....	60
39A. Análisis de Dominancia del cultivar P-704-0.....	60
40A. Análisis de Dominancia del cultivar P-772-0.....	60
41A. Análisis de Dominancia del cultivar P-774-0.....	60

INDICE DE FIGURAS

1. Morfología floral de Marigold (<i>Tagetes erecta</i> L.)	6
2. Eventos meióticos y mitóticos del grano de polen	9
3. Secuencia bioquímica Polen-Estigma-Pítilo.....	16
4. Mapa de acceso y ubicación de la Finca Mayacrops.....	21
5. Modelo de invernadero.....	22
6. Resultados de la variable cantidad de aquenios de los cultivares en estudio	38
7. Resultados de la variable peso de aquenios de los cultivares en estudio.....	41
8. Resultados de la variable Porcentaje de Germinación de los cultivares en estudio	43
9. Resultados del análisis Económico de los cultivares en estudio.....	44

**“Evaluación de cuatro sustancias diluyentes-dispersantes
de polen para producir semilla híbrida
en cuatro cultivares de Marigold (*Tagetes erecta* L.)
mediante polinización artificial, en condiciones de invernadero”**

*“Evaluation of four substances to disperse and dilute pollen
to produce hybrid seed, on four varieties of Marigold (*Tagetes erecta* L.),
through artificial pollination, in greenhouse conditions.”*

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la posibilidad de producir semilla híbrida de Marigold (*Tagetes erecta* L.) mediante el uso de sustancias comerciales hechas a base de subproductos agropecuarios o inertes, fueron evaluadas cuatro sustancias y tres concentraciones, cuya finalidad era diluir y dispersar homogéneamente el polen en una mezcla, que posteriormente sería utilizada para formar híbridos mediante polinización artificial.

El estudio consistió en coleccionar polen de los progenitores masculinos y en un pequeño laboratorio se prepararon las mezclas polinizadoras para cada cultivar. Estas mezclas fueron conducidas posteriormente al área de invernaderos previamente identificados por cultivar, donde fueron aplicadas de manera uniforme y circular, sobre los estigmas receptivos de los progenitores femeninos (plantas androésteriles), esta actividad fue constante durante dos meses hasta cumplir con el ciclo productivo de los cultivares en estudio. La aplicación se realizó con brochas hechas a base de cáñamo. Los estigmas, al ser fecundados con los granos de polen viables, produjeron después de 22 días, achenios (semillas híbridas F1) con características comerciales deseadas de ambos progenitores.

Los subproductos o sustancias utilizadas fueron: gelatina, leche y harina de arroz; asimismo se utilizó un agente natural el cual fue el polen de *Portulaca oleraceae* producido y coleccionado al igual que el polen de los progenitores masculinos. Las concentraciones utilizadas en las mezclas fueron de 25%, 50% y 75% para cada una de las sustancias en estudio y todos los tratamientos (interacción sustancia – concentración) fueron comparados contra el uso del polen puro de cada cultivar (testigos absolutos). La investigación se llevó

a cabo durante los meses de marzo a junio de 1998, en la finca de la empresa Mayacrops, S.A. , situada en el municipio de Villa Canales del departamento de Guatemala.

El estudio estableció que es factible producir semilla híbrida (aquenios) de *T. erecta*, en sus diversos cultivares, mediante el uso de sustancias diluyentes como gelatina y leche, sin disminuir los rendimientos establecidos al utilizar los métodos tradicionales como los son: el uso del polen puro o diluciones con polen de *Portulaca* sp.

En base a lo anterior, existieron tratamientos que fueron más consistentes y homogéneos estadísticamente a lo largo de la investigación en todos los cultivares para las variables en estudio cantidad y peso de aquenios y porcentaje de germinación, siendo estos gelatina al 50% y 75%, Leche al 50%, *Portulaca* 50% y el Testigo. Sin embargo en cada cultivar existió un tratamiento con mejores resultados, siendo estos los siguientes: para el cultivar P-702-1 Discovery Orange la interacción *Portulaca* 50%, para el P-704-0 Discovery Yellow la interacción Gelatina 50%, en el caso del cultivar P-772-0 Discovery Orange All Season el adecuado fue el Polen Puro (Testigo) y finalmente para el cultivar P-774-0 Discovery Yellow All Season fue Gelatina 75%.

Los tratamientos con mayores beneficios económicos fueron los tratamientos en los cuales se utilizó gelatina, sin embargo la interacción de Gelatina al 75% obtuvo la mayor tasa marginal de retorno (TMR) con porcentajes del 36.5 al 60%. , seguidos de los tratamientos donde se utilizó leche.

En base a los análisis estadísticos y económicos realizados, se recomienda la utilización de gelatina como sustancia diluyente y dispersante de polen, para preparar las mezclas de polinización en concentraciones del 50 al 75% y así producir semilla híbrida sin disminuir los rendimientos y su calidad.

I. INTRODUCCION

En Mayacrops Villa Canales se dió inicio a la producción de semilla híbrida de diversas especies desde 1983. Actualmente el cultivo de Marigold es el más importante para tales fines. Sin embargo cabe resaltar que para haber logrado los índices de producción actuales se han ido creando una serie de técnicas propias, con la ayuda de las experiencias del personal de campo, profesionales y del Departamento de Investigación y Desarrollo fundado en 1995.

Esto ha permitido superar problemas tanto de manejo agronómico, como del manejo del polen que se utiliza en la polinización artificial, destacándose dentro de ellas: Los métodos de homogeneización de las mezclas de polen, el tiempo óptimo de almacenaje del mismo, las condiciones ambientales adecuadas para efectuar la polinización artificial así como los instrumentos para realizar dicha tarea, las mejores horas de succión de polen y con que frecuencia, identificación y eliminación oportuna de las plantas hermafroditas (pérdidas x selección, disminuyen la pureza de la semilla), así como un programa real para el control de plagas y enfermedades que atacan el cultivo tanto en época seca como en la lluviosa.

Estos avances permitieron determinar también que el polen de Portulaca oleraceae (Verdolaga) es el mejor agente diluyente - dispersante natural para todos los cultivares de Marigold utilizados anteriormente (Inca, Antigua, etc.). En la actualidad se trabaja con nuevos cultivares de Tagetes y no se conoce su productividad, pero se sabe que su costo de producción es alto y que su manejo es igualmente complejo como en las producciones anteriores.

Lo más complejo de este sistema productivo, es tener que sincronizar la producción de polen con la polinización, cuando los progenitores femeninos requieren diez veces la cantidad de polen que se produce.

Por esa razón, el polen de Tagetes erecta ha tenido que diluirse con otro agente como polen de Portulaca oleraceae, para proveer las cantidades elevadas de mezcla de polinización. Aún cuando el polen de Portulaca oleraceae tiene un costo menor que el polen de Tagetes erecta este aún sigue siendo elevado, debido al manejo agronómico que requieren estas plantas como cultivo. Es por ello que el presente estudio se baso en la necesidad de encontrar un agente sustituto, que no solo mantuviera los índices actuales de producción de semilla híbrida de Marigold (Tagetes erecta L.), sino también disminuyera los costos de producción.

II. DEFINICION DEL PROBLEMA

La producción de semilla híbrida de Marigold (*Tagetes erecta*) tiene sus bases en tres aspectos importantes: a) Buena producción de polen por parte de los progenitores masculinos, quienes son responsables de dar carácter a los híbridos obtenidos mediante polinización artificial, b) Personal calificado para realizar la polinización artificial y c) Dar el manejo adecuado post-cosecha al polen tanto en almacenamiento y mezclado, como en su distribución y vida útil. Actualmente esta producción se encuentra limitada por diferentes factores, siendo el principal de ellos la producción y el manejo del polen, ya que para poder polinizar artificialmente un progenitor femenino (productor de semilla híbrida) se necesitan de tres a cuatro individuos productores de polen (progenitores masculinos), eso hace evidente que los cultivos necesiten de una sincronización entre las plantas productoras de polen con las de polinización artificial y por otro lado la ocupación de grandes áreas, aumentando con ello considerablemente los costos.

A este problema se le encontró como alternativa, la utilización de otro polen que sirviera como diluyente y que a la vez ocupando menor área obtenía mayores rendimientos, fue así como se inició el empleo de *Portulaca oleraceae*. Sin embargo, el problema persistió debido a que *Portulaca oleraceae* no solo no aumento la producción de semilla híbrida, sino al tratarse de un cultivo aumentó las posibilidades de riesgo, por traer implícitas plagas y enfermedades que afectaron tanto su producción como la de Marigold (*Tagetes erecta*), al servir de hospedero alterno a estas.

Tay en 1995, inició estudios en relación a encontrar un sustituto ideal para *Portulaca* como agente dispersante – diluyente, encontrando aspectos interesantes como que la edad del polen limita la producción, que el tamaño de la partícula dispersante y la interrelación agente-polen son fundamentales en la viabilidad del mismo, sin embargo el agente idóneo no fue encontrado. Con esta base, la presente investigación, luego de algunos análisis previos con varios posibles agentes, trata de dar solución a esta problemática conduciendo el experimento al campo.

La utilización de un agente dispersante-diluyente de polen, permitirá entonces disminuir el riesgo de poseer un cultivo de hospederos alternos de Marigold (*Tagetes erecta* L.), cuidados en el manejo post-cosecha de polen, menor inflación en la producción al disminuir los costos y la utilización de un grano de polen de menor edad que permita mayor incidencia en la fecundación pues no se necesitará tener grandes áreas con progenitores masculinos, sino únicamente las necesarias para tener un abastecimiento idóneo de polen.

La producción de semilla híbrida del cultivo de Marigold (*Tagetes erecta* L.) es bastante compleja; por lo que al realizar estudios con miras a solucionar los problemas anteriormente expuestos podrían no solo incrementar la producción, sino encontrar algunas sustancias naturales que den respuesta en esta misma actividad a otras especies, en las cuales se este produciendo semilla híbrida.

IV. MARCO TEORICO

4.1 MARCO CONCEPTUAL

4.1.1 DESCRIPCION DEL CULTIVO Y CULTIVARES

a. Clasificación:

División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliatae
Sub-clase:	Asterodae
Orden:	Asterales
Familia:	Compositae
Género:	<u>Tagetes</u>
Especies:	<u>Tagetes erecta</u> L. <u>Tagetes patula</u> L.

Nombres comunes: Marigold, flor de muerto, Caléndula, Clavel de muerto, Clavellina, Clavelón, Copete, Copetuda, Pastora, Ruda, Rojo, Amarilla, Rueda de arado, Grand oeillet D'inde, Chus, Cempoalxochitl, Sanpuel, Sin paul, Tutz, X-puhuk, Zempanichill (2,18).

b. Origen y Distribución:

La planta silvestre se da naturalmente a través del área tropical y subtropical de México, Centroamérica, Sur América y las Indias del Este. Se emplea en jardines alrededor de todo el mundo (2,5,18).

c. Descripción

La planta es anual, con hábito natural silvestre como maleza y con tallos herbáceos. Sus hojas sub-divididas en segmentos son aromáticas e imparapinadas, con foliolos lanceolados y bordes aserrados de 2 a 3 cms de largo, en un número de 9-13 foliolos por hoja, con 20-25 hojas por planta. Las flores son de color amarillo, anaranjado o rojizo, de olor penetrante. Tiene hojas alternadas, sésiles y pubescentes de 5-15 cm. de largo, con cabezas florales grandes. Las semillas son negras, de 7 a 8 mm. de largo, con lígulas amarillas, ápice rojo-anaranjado, vilano compuesto de 2 escamas lineares de 6-10 mm. de largo y 2 escamas anchas de 2-3 mm. de largo (2,5,18).

d. Morfología Floral

Las flores de las compuestas están agrupadas en cabezuelas o capítulos compactas que simulan flores individuales. Lo que parece ser una sola flor, en realidad es una "flor compuesta". Las compuestas tienen un ovario bicarpelar, con una sola semilla y con una corola simpétala situada

encima del ovario. Los estambres están fijados al tubo de la corola y se encuentran unidos entre sí por sus anteras. El cáliz, cuando presente, se presenta altamente modificado, estando formado por escamas, pelos y cerdas tiesas. Más de la mitad de los miembros de la familia tienen más de dos tipos de flores en cada cabezuela, siendo las flores centrales relativamente pequeñas y por lo general perfectas, mientras que las flores marginales son femeninas (sin estambres) o neutras (sin partes reproductoras) y tienen una corola agrandada, petaloidea, en forma de cinta. En el caso de los progenitores femeninos para la producción de híbridos, son antroestériles y poseen únicamente flores gineceo. (6,18)

e. Usos:

Adicionalmente al uso decorativo, la planta silvestre se emplea medicinalmente en la cura de cólicos y dolores estomacales. Las raíces producen compuestos tiofénicos que actúan como nematocidas naturales. La esencia del aceite de la planta se emplea comercialmente en condimentos y bebidas suaves (5).

f. Descripción de Cultivares

Los cultivares que se utilizaron en la evaluación, son híbridos que pertenecen a la serie Discovery de la especie africana *Tagetes erecta*, obtenidos mediante poliploidia. Todos ellos híbridos F1, cuyas características generales son: porte bastante enano y compacto, su floración es uniforme, temprana y con formación doble. Existen de dos colores (amarillo y naranja) y por lo que su producción en macetas es sumamente fácil. Las características específicas por cultivares se presentan a continuación:

Discovery Orange P-702-1: Los híbridos resultantes son de color anaranjado, de porte bajo, pero de formación compacta y sus progenitores están identificados con los materiales D154 femenino y D182 masculino. Para ser producidos los progenitores femeninos se inician a polinizar 10 semanas después de plantados y los masculinos inician su floración a las mismas 10 semanas, la extracción del polen inicia una o dos semana después. La relación de producción debe ser de 3 masculinos por 1 femenino. Los progenitores femeninos tienen una segregación de plantas no deseadas (plantas hermafroditas) del 50%, por tal motivo las flores con pétalos deben removerse. La planta femenina tiene un ancho de 25cm y su altura es aproximada de 25-30 cms. En el caso de los progenitores masculinos, poseen un ancho de 30cm y alturas aproximadas de 30cms. Este híbrido tiene que ser producido en el campo confiando en la polinización por viento. En esta situación se pueden obtener 0.5 gr de semilla híbrida por progenitor femenino. Su producción en invernadero podría mejorarse fácilmente, produciendo más de 1 gr. por planta. En cuanto a los progenitores masculinos, la producción de polen es ligeramente menor que la de la cultivar P-704.

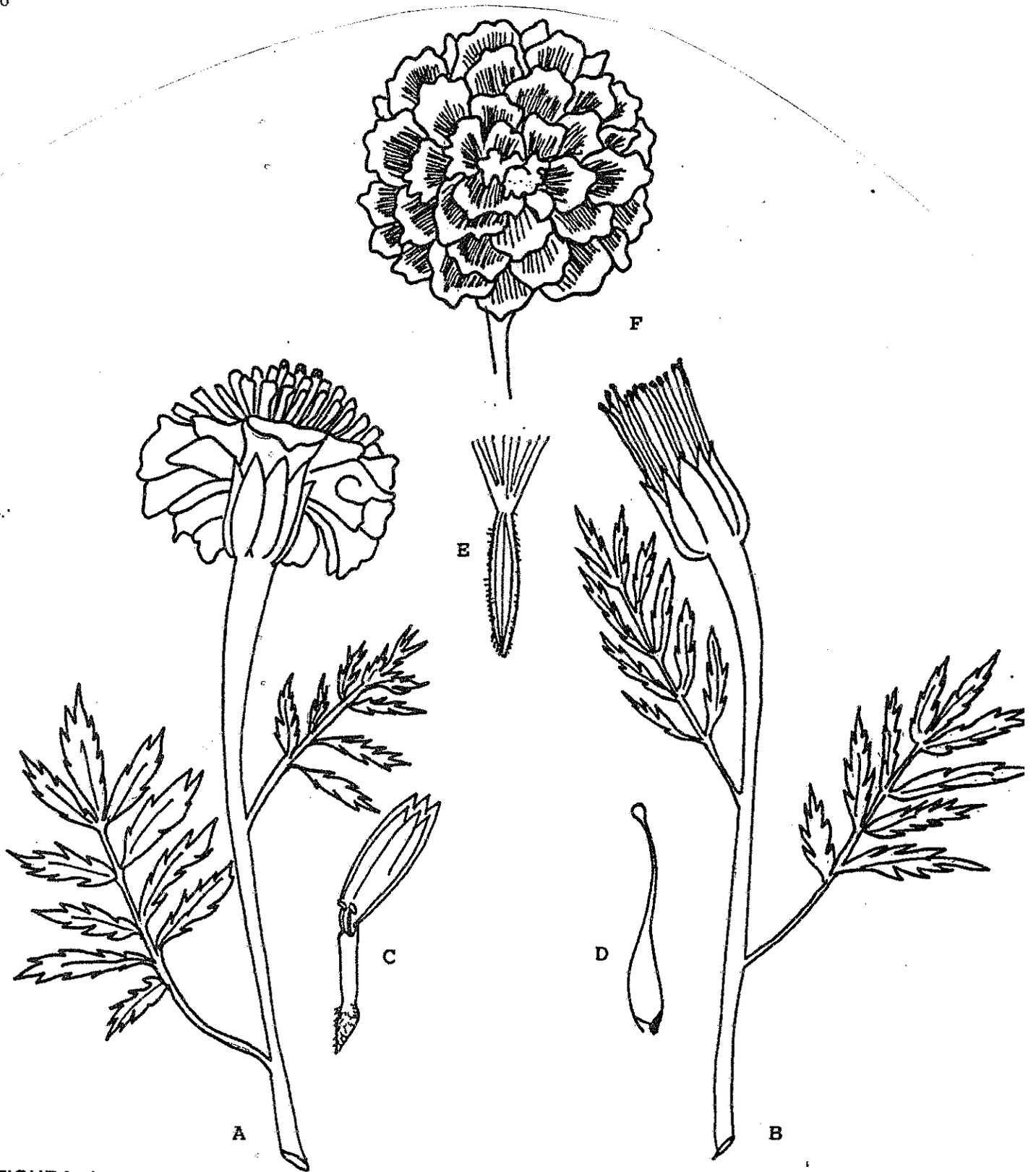


FIGURA 1

Descripción morfológica de la inflorescencia de Marigold (*Tagetes erecta* L.) (a) Cabezuela progenitor masculino (b) Cabezuela progenitor femenino (c) ligula (d) gineceo capitado (e) achenio (f) Híbrido F1. Fuente: Elaborado por el autor de tesis de grado

Discovery Yellow P-704-0: De color amarillo y formación compacta, sus progenitores poseen la siguiente codificación: parental femenino D154 y el masculino D49. Este híbrido al ser producido en el campo, obtiene por la polinización del viento, rendimientos de 0.73 gr de semilla híbrida por progenitor femenino. Su producción en invernadero podría mejorarse fácilmente, produciendo más de 1 gr de semilla por planta. La planta productora de polen (progenitor masculino) es buena productora, y es extremadamente sensible a los días con fotoperíodos largos. La planta femenina tiene un ancho de 25cm y su altura es aproximada de 25-30 cms. En el caso de los progenitores masculinos, poseen un ancho de 30cm y alturas aproximadas de 30cms.

Discovery Orange All Season P-772-0: Formado por el cruce de los siguientes materiales D154 progenitor femenino y D211 progenitor masculino; su color es anaranjado y sus descendientes son compactos. Difícil de producir en el campo. La flores productoras de polen (progenitor masculino) son de producción temprana, pues inician dos semanas previas a los progenitores femeninos (8 semanas después de la siembra) y no es buena productora de polen, aunque podría semejar a la D206. Las plantas femeninas tienen un altura de 25-30cm y ancho de 25cm, para el caso de las plantas masculinas son de 30cm de alto y de 25-30 de ancho. Esta variedad se caracteriza por no necesitar dosis altas de fertilizante.

Discovery Yellow All Season P-774-0: El color de este cultivar es amarillo y sus descendientes de porte bajo, parentales están identificados con los siguientes códigos D154 femenino y D206 masculinos. Su producción en el campo es difícil, sus características de producción y floración son similares a las del cultivar P-702-1. Las plantas femeninas tienen un altura de 25-30cm y ancho de 25cm, para el caso de las plantas masculinas son de 30cm de alto y de 25-30 de ancho.

4.1.2 EI POLEN

Un gránulo de polen es un organismo reproductor masculino, estos se forman dentro de los sacos de polen contenidos en las anteras, el grano de polen de Tagetes se clasifica por su forma como equinulado (15). La función del polen es fusionarse con un óvulo (femenino) para formar una semilla, en el caso de plantas angiospermas como Marigold, y producir descendientes con las características combinadas de los progenitores (24).

Todo gránulo de polen debe poseer dos células espermáticas en el momento de fusionarse con el óvulo, pero no todo gránulo de polen posee desde el inicio las dos células espermáticas. Cuando el gránulo de polen posee desde el inicio la célula vegetativa más dos células espermáticas se le clasifica como trinucleado (3n); ej. Compositae, entre ellas Marigold. Cuando el gránulo de polen

posee inicialmente una sola célula espermática más una vegetativa, se le clasifica como polen binucleado ($2n$). En un polen binucleado, la formación de la segunda célula espermática ocurre por mitosis de la primera célula, post-polinización (Figura 2) (3,7).

El entendimiento sobre la diferencia entre un polen binucleado y uno trinucleado es de vital importancia en la preservación de su viabilidad, y por tanto, en la producción de semilla híbrida de Marigold. (3,7) El Cuadro No.1 muestra comparativamente las diferencias entre ambos tipo de polen.

4.1.3 COMPOSICION QUIMICA DEL POLEN

La composición química del polen no está aún totalmente conocida, pero se han hallado las siguientes fracciones: Aceites esenciales, resina, materia colorante amarilla, grasa, taninos, xantofilas, alfa-tertienil, lactosas, alcaloides cuaternarios y no cuaternarios, polisacáridos, leucoantocianinas, saponinas, glicósidos y esteroides, pigmentos no polares, tiofenos, alfa y beta carretones, luteína, aurotaxantina, alfa-criptoxantina, kampferol, kampferol-7-o-ramnosa, 6-hidroxikampferol-7-0-glucósido (15).

a. *Minerales*

El polen puro contiene aproximadamente del 20 al 50% de agua y alrededor de un 4% es la fracción mineral constituida por potasio, sodio, fósforo, magnesio y azufre, principalmente. Las proporciones varían, habiéndose hallado que el polen de las gimnospermas contiene menos potasio y fósforo que el de las angiospermas. Otros elementos, como aluminio, cobre, sílice, manganeso, titanio, se han hallado en microcantidades. El boro, cuyas cantidades en la planta son muy variables, influye favorablemente en la germinación del polen *in vitro*, por lo que se utiliza para incrementar la producción frutal (15).

b. *Carbohidratos y paredes celulares*

Un 5% aproximadamente del peso del polen seco está constituido por polisacáridos, entre los que se distinguen:

- Azúcares de bajo peso molecular, como fructosa, glucosa, sacarosa, rafinosa, ramnosa. Asociada a una proteína alergénica del polen de la compuesta *Ambrosia* se ha hallado una pentosa.
- Almidón en cantidades variables de 1.4 a 12%, siendo más abundante en las plantas anemófilas, en las que parece tener el mismo papel de reserva que en todo el reino vegetal.

Su concentración parece tener una dependencia ecológica, pues, por ejemplo, las plantas de lugares fríos lo tienen en más elevada concentración.

- Calosa, sustancia constituyente de las paredes no sólo de la célula madre del polen, sino también del polen maduro, ya que en el polen de *Pinus*, por ejemplo, ocupa una banda situada entre la intina y la exina de la esporopolenina.
- Pectina y hemicelulosas, que se localizan en el polen maduro, en la intina.
- Celulosa en microfibrillas que constituyen la intina y parte de la exina.
- Esporopolenina, fracción resistente a la acetólisis, que sólo se disuelve calentando el polen a 97°C en monoetanolamina. Varía del 20 al 40% del peso total de polen y parece ser un polímero oxidativo de carotenos y ésteres carotenoides.
- Lignina o un material parecido a la lignina, que a su vez muestra analogías con la esporopolenina.
- Carotenoides, que son tal vez los precursores de la esporopolenina, como dedujo Southworth (1971), estudiando la biosíntesis de la exina en anteras en desarrollo, mediante marcadores radiactivos (15).

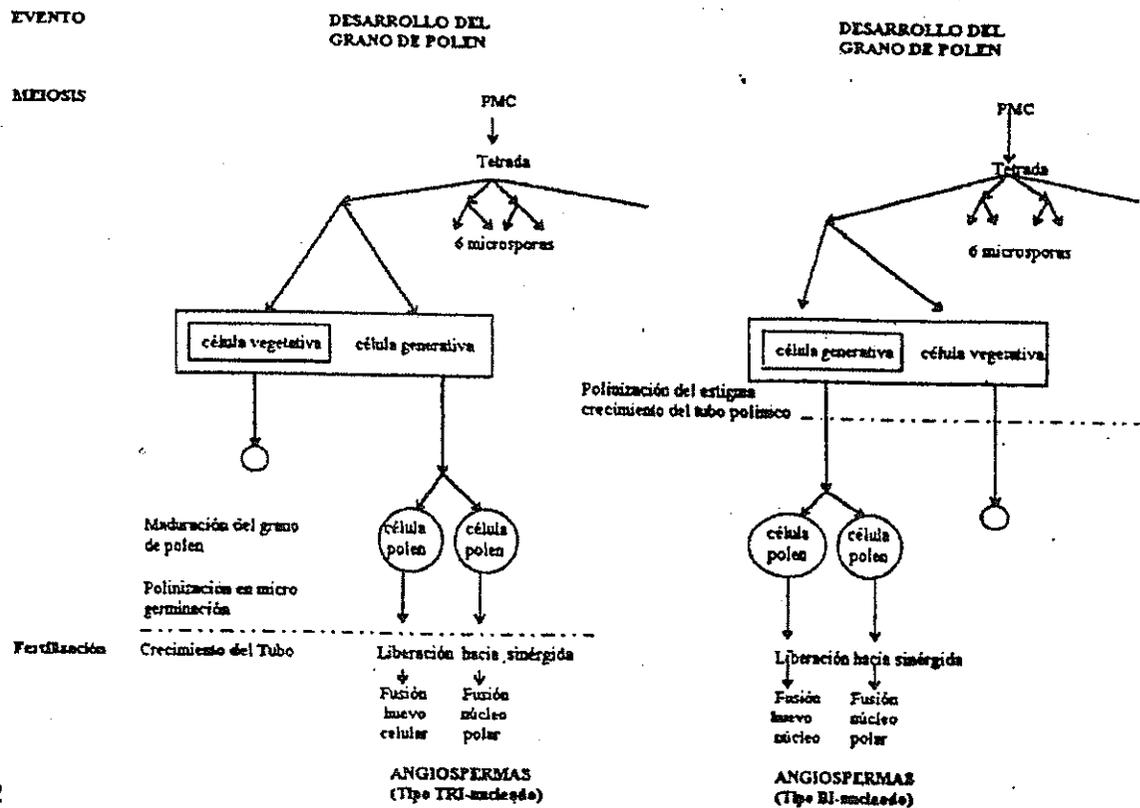


Figura 2
Eventos meióticos y mitóticos durante el desarrollo de un gránulo de polen bi y trinucleado según Stanley y Linskens, 1974 (19).

Cuadro 1

Comparación de las principales características de polen bi y tri nucleado según Bergamini, 1982 (3).

CARACTERÍSTICAS	POLEN BINUCLEADO	POLEN TRINUCLEADO
Germiación <i>in vitro</i>	Germiña fácilmente	Difícilmente logra germinar
Almacenamiento	Tolera almacenamiento prolongado	Pierde viabilidad rápidamente después de su desinencia en la antera
Polinizaciones incompatibles	Inhibición a nivel de estilo	Inhibición en la superficie del estigma
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 el polen binucleado). En promedio, las compositae pierden su viabilidad en 3 hrs. a temperatura ambiente.
Hidrodinámica	Pierden lentamente su humedad y requieren pocos nutrientes para su desarrollo.	Pierden rápidamente su humedad y requieren biomoléculas específicas para su desarrollo
Desarrollo de calosa dentro del tubo polínico	Se forma hasta después de la división mitótica de la primera célula espermática	Se forma inmediatamente durante el desarrollo del tubo polínico

c. *Ácidos orgánicos, lípidos y esteroides*

Se han hallado los siguientes ácidos orgánicos, aunque escasamente representados en cantidad: ácido fórmico, acético, valérico, oleico, linoleico, palmítico, mirístico. El ácido ascórbico, sin embargo, es más abundante (en un gramo de polen hay unos 50mg de vitamina C), lo que parece ser la causa del poder anti - infeccioso del polen (15).

- Lípidos. Los extractos etéreos del polen varían del 1 a 2% del peso seco. Los ácidos grasos se recuperan de la porción saponificada del extracto lípido son: ácido linoleico, mirístico, esteárico, palmítico, oleico, láurico y araquidónico, entre los insaturados, más fosfolípidos, como cefalina y lecitina.
- Terpenos, como farnesol, geraniol, linalol y β -ionona.
- Esteroides, como colesterol, stigmasterol y la hormona humana β -estradiol. Los esteroides exógenos parecen ser requeridos para su desarrollo por muchos insectos, como las abejas (15).

d. *Aminoácidos y proteínas*

Todos los aminoácidos esenciales se hallan libres en el polen y en cantidades mayores que en otras cualquier parte de la planta. Representan el 6% del total del peso del polen seco. Entre ellos abundan más la prolina, que alcanza el 1.65% del peso seco y parece tener una función metabólica relacionada con el tubo polínico (15).

La fracción proteica del polen (18-28% del peso del polen seco) está compuesta por globulinas, albúminas, prolaminas, glutelinas, más las proteínas unidas a grupos no proteicos, como las nu-

cleoproteínas, fosfoproteínas, lipo y glucoproteínas. Entre el valor nutritivo de un polen para la abeja y su contenido en proteínas, parece ser que no hay correlación, sino un factor cualitativo (15).

También se hallan presentes en el polen ácidos nucleicos (DNA y RNA), así como enzimas relacionadas con el crecimiento del tubo a través del ovario y con el desarrollo de las paredes del polen. Entre las vitaminas se hallan la C, E y el complejo B, que es muy abundante, por lo que el polen del maíz se ha utilizado en la polineuritis de la rata (15).

Otros compuestos químicos hallados en el polen son los pigmentos carotenoides y flavonoides, así como hormonas reguladores del crecimiento, como el ácido indol acético, que favorece la formación del fruto a partir del ovario después de la polinización (15).

4.1.4 CARACTERISTICAS DEL PISTILO

Existen dos tipos de estigma, el tipo húmedo y tipo seco que no presenta exudación

- a. Tipo húmedo: este se presenta en Tagetes y se caracteriza por exudaciones en la superficie receptiva, (12).
- b. Tipo Seco: No presenta exudación. El estigma esta libre de secreciones y generalmente están cubiertos por un cutícula gruesa y continua. La cutícula puede presentar una película proteica hidratada. La cutícula presenta discontinuidades donde la película sale en la superficie de la papila. Realmente el estigma seco no es tan seco como se pensaba. La película viene a ser análoga a la exudación del estigma húmedo. Tanto el exudado como la película de los estigmas son útiles durante la interacción polen-estigma (12).

El estilo puede ser de dos formas:

- a. Acanalado(abiertos). El estilo está compuesto por un canal y una capa de células glandulares comúnmente estas células se vuelven multinucleadas a poliploides (12).
- b. Sólidos (cerrados): No hay un canal pero está atravesado por una corteza de tejido de transición (12).

4.1.5. LA POLINIZACIÓN

El grano de polen o microgametofito en reposo de los espermatófitos (antófitos o fanerógamas) se origina en el saco polínico o microsporangio, como consecuencia de la meiosis de las células madres del polen desarrolladas a partir del arquesporio. Los cuatro granos de polen formados tras la división reductora (meiósporas) son originariamente unicelulares y provistos de una cubierta recia o esporodermis que pronto, por divisiones sucesivas y características de cada grupo taxonómicos de gran rango, se hace pluricelular en su interior. Los sacos polínicos que contienen el polen en los espermatófitos más modernos como los coniferofitinos y magnoliofitinos (angiospermas), se hallan localizados en un órgano foliáceo especial, el estambre o microsporófilo, cuyo conjunto en una flor recibe el nombre de androceo (4,15).

En el caso más completo, en las angiospermas, un estambre está constituido por dos partes: el filamento y la antera. La antera presenta dos cavidades llamadas tecas, cada una de las cuales encierra generalmente dos sacos polínicos. Una antera joven en sección transversal presenta de fuera adentro, rodeando al arquesporio o células madres del polen: la epidermis o exotecio, el endotecio o estrato intermedio, que se desintegrará en la madurez, y el tapete. Este último, uni o pluristrato, es el tejido que rodea a las células madres del polen y desempeña una doble función: de nutrición gracias a su contenido en materias grasas, y de intervención en la génesis de la cubierta del grano de polen (4,15).

Cuando la capa celular fibrosa que envuelve los granos de polen en la antera produce la deiscencia y se rasga, el polen sale al exterior, entonces dichos granos son transportados hasta el gineceo o conjunto de los órganos femeninos de la flor, mediante un proceso que se conoce como polinización. Durante dicho traslado el polen está sujeto a una serie de condiciones adversas, por lo que la naturaleza lo ha dotado de una cubierta resistente que los preserva de sus posible destrucción. Esta membrana protectora se conoce con el nombre de esporodermis y está formada a su vez por dos paredes, la más externa recibe el nombre de exina y la interna intina (4,15).

Existen varios tipos de polinización, dependiendo de diversos factores, entre ellos se cita a aquellas plantas cuyo nombre es anemófilas cuya polinización o transporte del polen se efectúa por medio del viento. Cuando el vector encargado del transporte del polen desde la flor masculina a la femenina son los animales, la polinización se denomina zoidiófila. Si el animal es un insecto, en cuyo caso el medio de transporte principal son sus pelos, recibe el nombre de entomófila. Otro tipo de polinización, la hidrogamia, es una adaptación de la planta a que el vehículo portador del polen sea el agua. Por último, existen casos especiales en los que el vehículo portador del polen

son animales voladores, como murciélagos y pájaros en cuyo caso la polinización se llama ornitó-gama y si el polinizador es un gusano el mecanismo recibe el nombre de malacofilia (4,15).

4.1.6. FECUNDACION

El crecimiento de un tubo polínico a través del estigma continúa hasta que llega al saco embrionario donde encuentra la oófera (generalmente entra al óvulo por el micrópilo). Los núcleos espermáticos junto con la mayor parte del citoplasma del tubo polínico se quedan en el extremo del tubo. Tan pronto como éste entra al saco embrionario se rompe en su extremo, quizás por medio de enzimas ahí secretadas o bien como resultado de un estímulo de autólisis o autodisrupción proveniente del saco embrionario. Los núcleos espermáticos entran al saco embrionario y ocurre la doble fertilización: un núcleo espermático se une con la oófera para formar el cigote y el otro se une con dos (ocasionalmente cuatro) núcleos polares para formar el núcleo del endosperma triploide o pentaploide (4).

Las consecuencias de la doble fertilización son muy importantes. Primero hay dos (o tres contando el tejido esporofítico del óvulo y ovario) líneas celulares diferentes que se desarrollan simultáneamente, y se difieren en su constitución genética. No se sabe, pero es probable, si estas diferencias posibilitan el muy complejo sistema de señales que se necesita para programar correctamente la secuencia de eventos de crecimiento y desarrollo del embrión. El endospermo y probablemente también el ovario son fuentes ricas de hormonas de todas clases conocidas que regulan y controlan el desarrollo del embrión antes que se torne independiente de las influencias externas (4).

La segunda secuencia de la doble fertilización, también relacionada con las diferencias genéticas del embrión y el endospermo, es que muchos híbridos no producen semillas viables. Aunque esto puede deberse a una incompatibilidad que impida la fertilización, a menudo se debe a que el endospermo falla al desarrollarse o a una incompatibilidad entre endospermo y embrión que impide el desarrollo normal de éste. En el último caso, a veces lo puede extraer y cultivar artificialmente para que no se pierda el resultado de la cruce aunque no pueda tener lugar el desarrollo normal de la semilla (4).

En algunas plantas (incluso ciertas especies de *Rosaceae* y varias compuestas como el diente de león) aunque ocurra polinización no hay fertilización. En estas plantas la célula madre de las megasporas no sufre división reduccional y el embrión se desarrolla, sin meiosis ni fertilización, directamente del tejido de la generación esporofítica previa. Este es un ejemplo de apomixis, reproducción sin unión de gametos. En algunas plantas apomícticas tanto el endospermo como el

embrión se desarrollan directamente sin necesidad de fertilización. No obstante, la polinización es necesaria frecuentemente. Es evidente que este acto libera de alguna manera un estímulo que induce el inicio del desarrollo del embrión y del endospermo. Las consecuencias de la apomixis son muy importantes en genética porque toda progenie de una planta apomíctica es genéticamente idéntica a la progenitor femenino. Se ha sugerido recientemente que la apomixis es mucho más común en las plantas de lo que se había sospechado; es muy difícil detectarla en las que requieren polinización (4).

4.1.7 INCOMPATIBILIDAD DEL GRANO DE POLEN-ESTIGMA

Es curioso el hecho de que el polen de muchas especies germine y crezca fácilmente en un medio químico dado sin extracto de partes florales u otros componentes esenciales, y sin embargo, la especificidad del polen sea frecuentemente muy precisa. Algunas especies de polen germinan en el estilo de otras especies, pero la mayoría no lo hace. Más aún, muchas especies de plantas son autoincompatibles: es decir, el polen de una flor no germina o crece en el estigma de la misma flor. Esto impide la autopolinización y asegura la fertilización cruzada y las ventajas resultantes de la recombinación genética. La autoincompatibilidad puede resultar por diferencias en el tiempo de desarrollo del polen y del estigma, de modo que las condiciones (nutricionales u hormonales) en el estigma no sean las correctas para la germinación cuando el polen cae en dicha flor (4).

La incompatibilidad sin embargo se debe a eventos post-polinización en diferentes niveles. La incompatibilidad se da entre especies (interespecíficas) y en las misma especie (intraespecífica). La interespecífica previene la fertilización entre gametos de distintas especies, mientras que la intraespecífica previene la fertilización entre gametos de la misma especie (12).

Hay dos tipos de incompatibilidad específica:

- a. Heteromórfico: se da en distintos organismos de una misma especie que producen 2 o 3 tipos de flores diferenciándolas por el largo de estambres y estigma. Cada planta produce un tipo de flor. Los gametos de polen de la misma planta u otra planta teniendo la misma flor serán no funcionales (12).
- b. Homomorfismo: todos los individuos de la especie producen un tipo de flor, ésta incompatibilidad está gobernada por alelos múltiples llamados alelos "S". El tubo polínico que tiene el alelo "S" es inhibido por el estilo que posee el mismo alelo. La mayoría de taxa tiene múltiples alelos en un mismo loci. Por ejemplo una gramínea tienen múltiples alelos en dos loci independientes ("S" y "Z") (12).

La reacción de incompatibilidad en el polen es controlada por el alelo "S" presente en el polen (gametofítico) o en el esporofito de los padres (esporofito). Hay incompatibilidad gametofítica en Solanaceae, Leguminosae y Gramineae e incompatibilidad esporofítica en Asteraceae y Convolvulaceae. La citología del polen (bi o trinucleado) determina la zona de inhibición y la genética (12).

Cuadro 2 Incompatibilidad del polen bi y trinucleado (12).

Citología	Tipo de Incompatibilidad	Lugar de Inhibición
Binucleado	Gametofítica	Estilo
Trinucleado	Esporofítica	Estigma

Existen excepciones tal es el caso de las Gramíneas que son del tipo trinucleado y tienen incompatibilidad gametofítica. En el caso particular de Tagetes, la incompatibilidad presente es esporofítica intraespecífica (12).

Helson, Hamson & Shivanna analizaron la morfología del pistilo y observaron que el tipo de incompatibilidad esporofítica está asociada con tasa que presentan el estigma "SECO". Mientras que el gametofítico puede estar relacionado con los dos tipos de estigmas (12,17).

Estudios citológicos de post-polinización seguidas por una incompatibilidad interespecíficas son muy raros; estos eventos pueden ocurrir a cualquier nivel dependiendo de la limitación y aislamiento reproductivo que tengan los padres (evolutivo). Por ejemplo *Gladiolus* sp. se polinizó con polen de *Crocismis* sp. (que son de la familia). El polen se hidrató y germinó pero no creció el tubo polínico en la papila. Esta misma planta se polinizó con polen de *Gloriosa* sp. (que es una familia distinta) y no dejó que se hidratará el polen (12,17).

4.1.8 ESPECIFICIDAD DEL GRANO DE POLEN

A. Proteínas de la pared del polen: Las proteínas de la exina están involucradas en el tipo de incompatibilidad esporofítica y las proteínas de la intina del polen en la incompatibilidad gametofítica. Cuando el polen es compatible con el estigma, este inicia una serie de reacciones de rechazo. En plantas con incompatibilidad esporofítica el polen incompatible deja de crecer o produce un tubo polínico pequeño que lo más erosiona la cutícula de la papila pero no sigue creciendo debido a la formación de callo en el estigma. Este callo se desarrolla entre 3-6 horas luego de la polinización. Otros métodos utilizados para evadir el tubo polínico son la segregación de una capa de agarosa la cual deja aislado el polen del estigma (12).

En plantas con incompatibilidad gametofítica forma el callo en el poro germinativo. Cuando el polen libera la exina no se inicia la reacción de rechazo, la liberación de la intina hace el reconocimiento. Luego de algunos minutos de la polinización se da la aceptación o el rechazo del polen por el estigma (en menos de 10 minutos)(12).

B. Proteínas de la superficie del estigma: Muchos investigadores atribuyen a las proteínas de la superficie del estigma la región de aceptación o rechazo a plantas con estigma seco. Los granos de polen con una enzima digestiva (pronasa) digiere la proteínas de la superficie del estigma, estimula el crecimiento del tubo polínico del polen e inhibe el crecimiento de otros tubos polínicos (12).

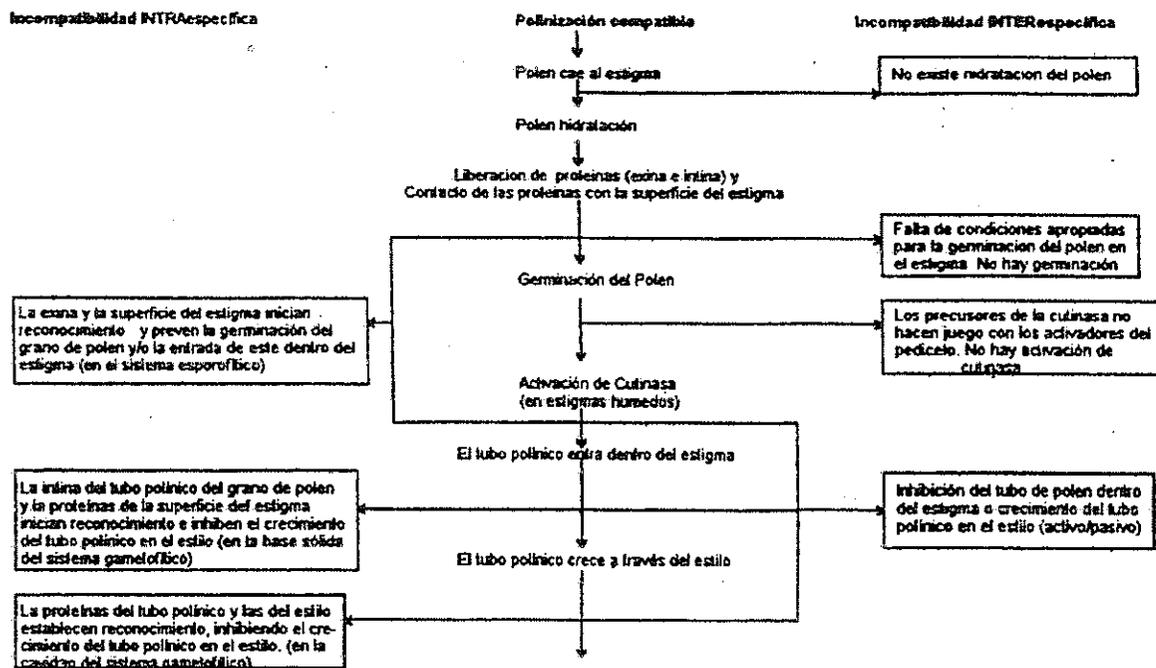


Figura 3. Probable secuencia bioquímica involucrada en la interacción Polen-Estigma-Pistilo, según Shivanna, 1982 (17).

Cuadro 3 Cronología de los eventos precedentes a la fertilización en *Plumbago zeylanica* basados en tasas máximas de crecimiento seguidas de una polinización artificial según Russell, 1983 (7,8).

Eventos post-polinización	Tiempo (horas:minutos)
Polinización (el polen es depositado sobre el estigma)	0:00
Inicia el crecimiento del tubo polínico; penetración del estigma	0:05 - 0:15
Crecimiento rápido del tubo polínico en el estilo superior	0:15 - 4:30
Crecimiento lento del tubo polínico en el estilo inferior	4:30 - 8:10
Llegada del tubo polínico al óvulo; penetración del micrópilo	8:15 - 8:20
Penetración del nucelo y aparato filiforme; entrada y descarga del tubo polínico dentro del saco embrionario	8:25
Fusión de gametos	8:30
Migración del núcleo masculino; inicia la fusión nuclear; fertilización	8:35 a 8:40

4.1.9. DESARROLLO DE LINEAS UTILIZADAS COMO PROGENITORES DE HIBRIDOS

Se conoce como híbrido al resultado de un cruzamiento entre especies diferentes. En genética, un cruzamiento entre individuos difiere en uno o más genes. (1,6) En general, la metodología de mejoramiento que se emplea en la formación de líneas progenitoras de híbridos es: introducción, hibridación, selección y retrocruzamiento. Comúnmente se usa la selección en poblaciones híbridas como metodología (Pedigree), para combinar características deseables de 2 o más materiales. Entre las técnicas de cruzamiento que se emplean están: a) a mano – mediante un pincel (b) Agua caliente 47-48°C por 10 min. A temperaturas más bajas el polen puede conservar su viabilidad. (c) Bolsas plásticas para prevenir autofecundaciones. (9)

El propósito u objetivo de desarrollar progenitores de híbridos, es el de mejorarlos en su habilidad para resistir enfermedades e insectos, o en algunos casos, el de combinar otro tipo de características en un solo tipo de plantas, al mismo tiempo se está manteniendo un alto nivel de aptitud combinatoria, para el caso de *Tagetes* estas características deseadas son el color, tamaño y floración con mayor abundancia. Un progenitor, en la mayoría de programas de hibridación y selección, es una línea élite con alta aptitud combinatoria. (1,9)

La mayoría de los híbridos son el resultado de una cruce simple El esquema seguido en la producción de semilla híbrida de Tagetes, utilizando esterilidad citoplásmica, es el siguiente:

a) Mantenimiento y Producción de Líneas Androestériles:

Una línea androésteril "A" (en este caso los progenitores femeninos) se produce en un campo aislado y es polinizada por la línea "B". La línea "B" es idéntica a la línea "A", excepto que es androfértil (progenitor masculino). (9)

b) Lote de Cruzamiento para producir Semilla de la cruce simple

La línea androésteril "A" se siembra en un segundo lote aislado y es polinizada por la línea "R". La línea "R" es androfértil y posee genes restauradores de la fertilidad. La semilla de la cruce simple A x R constituye la semilla híbrida de Tagetes. (9)

Los híbridos F1 de Tagetes sp. formados de diferentes razas muestran un alto vigor híbrido y con frecuencia son más vigorosos que cualquiera de sus progenitores. Muchos de los híbridos formados con fines comerciales han sido cruces entre razas diploides con triploides, por ejemplo: La especie "africana" (Tagetes erecta) es diploide con $2n=24$ al ser cruzada con la especie "francesa" (Tagetes patula) tetraploide, con $2n=48$, el híbrido formado es triploide con $2n=36$, para este caso no se presenta vigor híbrido, cuando menos con respecto al tamaño de las flores. (6)

4.1.10. DESCRIPCIÓN DE AGENTES DISPERSANTES-DILUYENTES Y SU ACCIÓN

Se describe como un agente dispersante de polinización, aquel cuya función es diseminar los granos de polen de Tagetes, permitiendo una distribución más uniforme, mediante la homogenización de una mezcla. Juega el papel de diluyente, porque causa abundancia en una mezcla de polinización, debido a que en una mezcla, existen tantos granos de polen como granos del agente, en el grado de relación deseado. Para tal situación, la dilución se da en proporciones, por ejemplo una proporción 2:1, significa que por dos partes de polen existe una parte de agente diluyente, esto nos permite conocer la concentración de cada elemento en la mezcla.

Para el caso de estos agentes utilizados en polinización, se debe tomar en cuenta ciertas características físicas que permitan la viabilidad de los granos del polen, entre ellas se encuentran: porcentaje de humedad, forma, tamaño, adhesividad, elasticidad, etc. y algunos componentes químicos que permitan crear un ambiente nutricional, enzimático, hormonal, humectante (grasas), etc. favorables para el desarrollo del tubo polínico.

4.1.11. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

En un estudio realizado en el cultivar Antigua Yellow 1318-1A se evaluaron tres distintas sustancias de dispersión (caolín, maizena y polen de Portulaca oleraceae sp.) y cinco dosis de concentración polen:agente (1:4-20%, 1:2-33%, 1:1-50%, 2:1-66% y 3:1-75%; porcentajes de polen). Se evaluaron también los efectos de la homogenización de la mezcla y la edad del polen de Marigold (Tagetes erecta) (21).

Los resultados mostraron que utilizando Portulaca oleraceae se produjeron 50 semillas híbridas/flor, maizena 30 semillas/flor y caolín ninguna semilla, teniendo los dos primeros pesos promedios similares. En esta oportunidad se dedujo que la humedad del sustancia de dilución podría ser un factor determinante en el porcentaje de rendimiento, ya que Portulaca oleraceae poseía un 40% de humedad, maizena 8% y caolín 0% y también el tamaño de partícula, ya que este hacía variar la homogenización o podría obstruir los estigmas debido al tamaño (21).

En cuanto a la dosis el incremento de las partes de polen, aumentaron proporcionalmente la producción de semillas, al igual que el polen fresco (días de almacenamiento), determinándose que el polen ideal era el de 2-8 días y que las dosis 1:4 (20% polen puro) utilizando Portulaca oleraceae era la más aceptable, bajo esas condiciones de manejo. Sin embargo cualquier otra posibilidad de dilución podría ser aceptada siempre y cuando se realizará un análisis de costo/beneficio (21).

En otros estudios en la misma épocas se evaluó la fertilización foliar y diferentes métodos de hidratación de estigmas, se comprobó que no existieron diferencias en la producción, sino al contrario efectos colaterales como aumento en la incidencia de enfermedades (Alternaria); además que el uso de pepsina (enzima que destruye proteínas) hizo notar que en el proceso de polinización de Marigold no existen proteínas involucradas, ya que no existieron diferencias en la producción de semillas al utilizar polen de Marigold o de Portulaca oleraceae (21).

Con el fin de encontrar una alternativa a la polinización artificial manual se evaluaron dos métodos: el primero tradicional que consistió en la utilización de brocha de cáñamo (tocando los estigmas de la progenitor femenino) y en segundo utilizando saleros (sin tocar los estigmas), de ello se obtuvo que el uso de máquinas o procedimientos que no toquen el estigma durante la polinización reducen la producción de semilla híbrida (21).

Durante la época lluviosa utilizándose el cultivar Inca Yellow 1307-1B se condujo un experimento para determinar el efecto de la hora de polinización, las fumigaciones contra las plagas y enfermedades del cultivo, sustancias de dispersión y varias concentraciones, la adición de extracto de estigmas pre-polinización como mecanismo promotor de fertilización polínica y el lavado con hexano del polen de Portulaca oleraceae (para eliminar las grasas de dicho polen) con el fin de profundizar sobre el modo de acción de este diluyente (22).

La respuesta a estas experimentaciones permitieron conocer que la producción de semilla puede duplicarse sin la polinización se realizaba en las horas de mayor calor 35°C y humedades relativas bajas menores de 60%, que correspondieron entre las 12 a 16 horas durante el verano. Por su parte el control de plagas y enfermedades solo denoto ineficiencias y si mostró un efecto fitotóxico en las plantas disminuyendo el número de semillas/flor (22).

Las sustancias de dilución evaluados (maizena, harina maiz y leche) produjeron el mismo peso total de semillas/banca que Portulaca oleraceae cuando el ensayo se encontró atacado por plagas y enfermedades, sin embargo el factor dilución resulto significativo cuando se sitúo en una relación 1:2 produciendo tres veces más semilla que diluciones como la 1:4 (22).

La aspersión de estigmas con extracto de estigmas disminuyó a la mitad la producción de semilla híbrida y afirmo la teoría que dichas aplicaciones foliares causan un mayor daño por hongos (22). En cuanto al uso de hexano en el polen de Portulaca oleraceae no afecto la producción de semillas para este agente diluyente y reforzó la teoría que su efecto, es a nivel físico, ya que permite una mejor homogenización de mezclas de polen (22).

Tay 1996 (23), concluyó en que la humedad del polen durante su almacenamiento es el principal factor que determina su viabilidad, ya que la producción de semilla disminuye en 80% si el polen es almacenado sin utilizar sílica gel. Asimismo describe que la humedad óptima que debe tener el polen para ser almacenado debe ser entre 3.0 y 4.8% de humedad (el polen de Marigold posee una humedad total del 12%) y que tanto la deshidratación excesiva del polen (<2% humedad) como el exceso de humedad (>7%) disminuyen su viabilidad entre 35 y 50%. Además recomienda que las temperaturas de almacenamiento deben ser menores de 5°C, ya que las células son muy susceptibles a ruptura, arriesgando perder hasta un 90% de la producción si no se le hace al polen una deshidratación adecuada.

Tay 1996 (23), menciona que el tiempo de almacenamiento es otro factor determinante sobre la producción de semilla, debido a que los mejores rendimientos se obtienen empleando polen del mismo día, pero idealmente puede utilizarse polen de 0-2 días. Luego de 8 días de almacenado el polen los rendimientos caen drásticamente hasta menos del 20% del potencial, cuando el polen es recién succionado.

4.2. MARCO REFERENCIAL

4.2.1. UBICACIÓN:

La Finca El Zapote, jurisdicción Villa Canales, donde se sitúa la empresa Mayacrops; tiene acceso por la ruta asfaltada que conduce de la cabecera municipal al relleno en Amatitlán a 3.5 km. y se encuentra en la cuenca del Río Villalobos entre las coordenadas 90°33.34' latitud norte y 14°27.37' longitud oeste.

Cuenta con una extensión de 39.59 ha. que equivalen a 56.65 manzanas, en ellas un 70% se destina a la producción de Marigold y el 30% restante a esquejes, follajes y ornamentales.

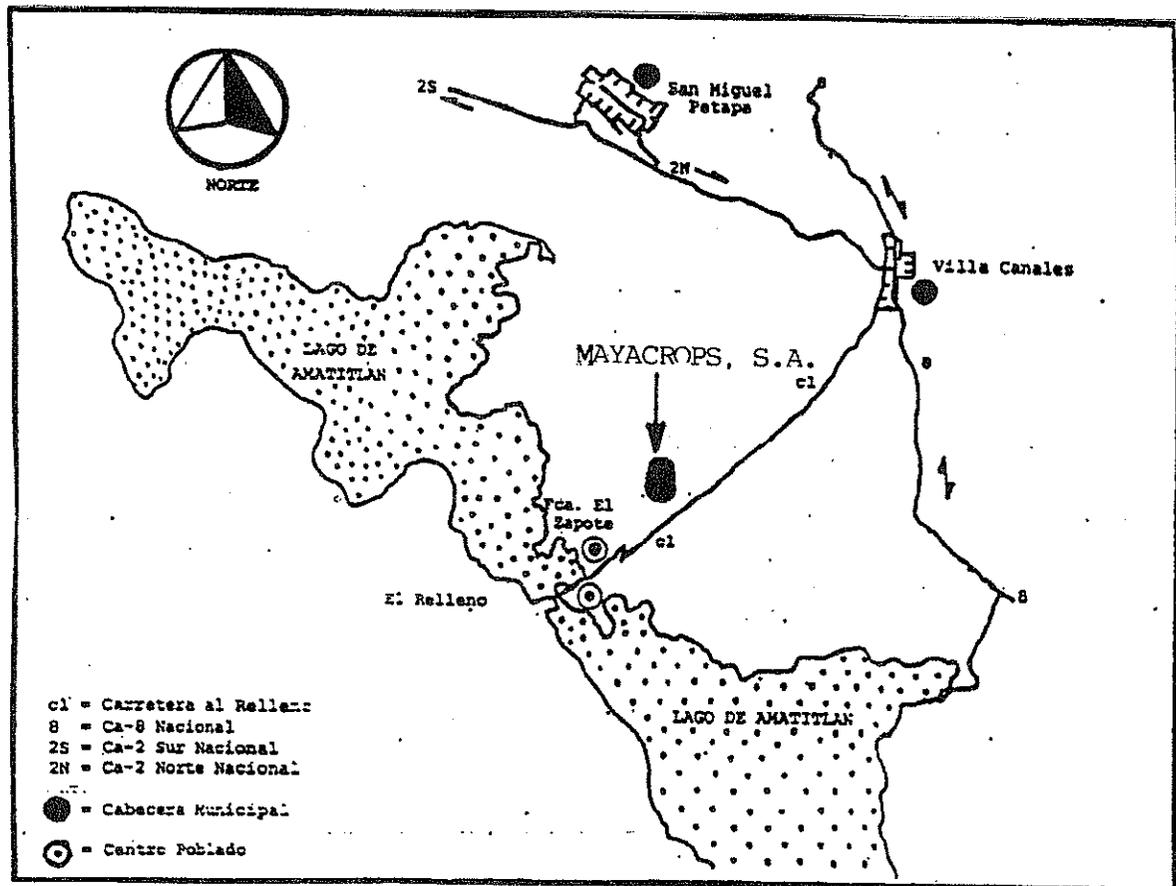


Figura 4

Mapa de Acceso y ubicación de la Finca Mayacrops, Villa Canales, Guatemala.

4.2.2. CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE VIDA

El área se encuentra dentro del bosque húmedo subtropical, cuyas particularidades muestran una elevación de 1300 msnm, con una inclinación del terreno de $14^{\circ}30'$, la precipitación media anual es de 162.19 mm/mes y una evapotranspiración media anual de 125 mm. (16)

4.2.3 DESCRIPCION DEL AREA DE TRABAJO

La plantación donde se encuentran los progenitores femeninos productoras de semilla híbrida (mediante polinización artificial), se sitúa en invernaderos fabricados de plásticos en el techo y las paredes de sarán anti mosca blanca (0.32 x 0.50mm), estos invernaderos poseen 60m de largo x 25m de ancho; con alturas laterales que van desde 1.8 a 3.2m y en el centro se alcanzan los 6.2m. En este tipo de construcción pueden existir hasta 80 bancas de 12m de largo x 1m de ancho (Figura 5).

Las condiciones ambientales y los requerimientos óptimos del cultivo, se presentan en el cuadro 4.

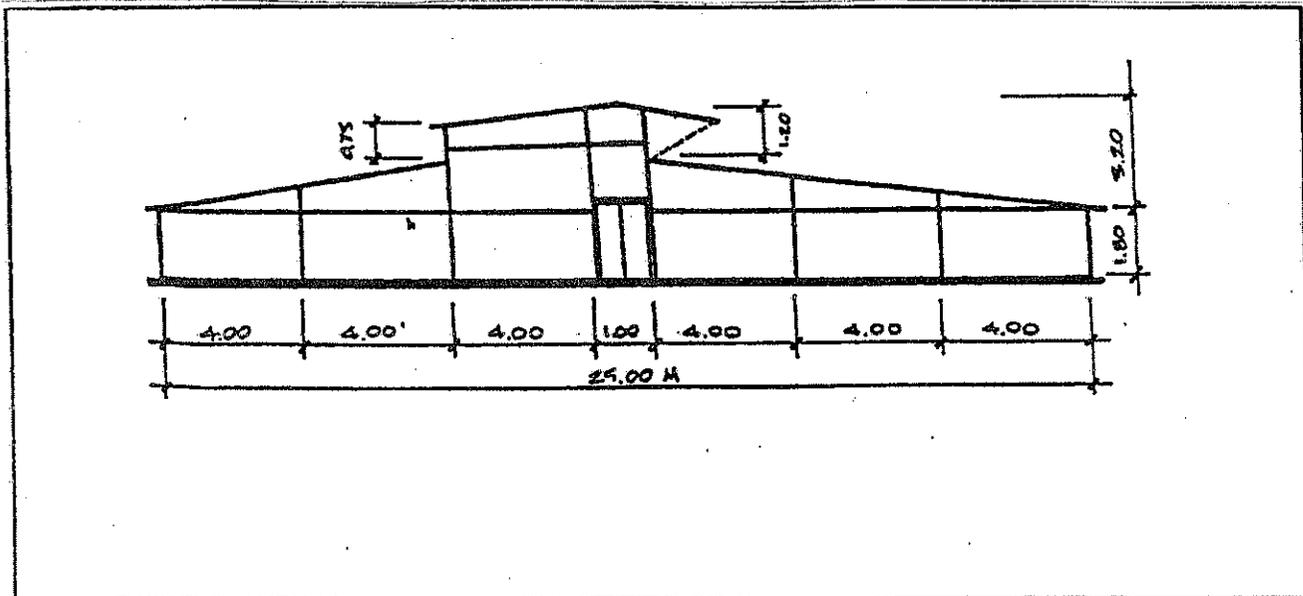


Figura 5

Modelo de Invernaderos utilizados para la siembra de plantas madres productoras de semilla híbrida (24).

Cuadro 4.

Condiciones Ambientales dentro de los invernaderos de producción de progenitor femenino(24).

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	INTERVALOS DENTRO DEL INVERNADERO	OPTIMO DENTRO DEL INVERNADERO
Temperatura	20 - 45 °C	35 - 42 °C
Humedad Relativa	50 - 80%	70 - 75%
Intensidad de Luz	1000-2000 f.c.**	1100 - 1400 f.c.

** f.c. = pies candelas

Cuadro 5 Cronología Global del Cultivo de Marigold (*Tagetes erecta*) (24).

PLANTA	EPOCA	DURACION SEMILLERO (DIAS)	DURACION FASE VEGETATIVA (SEMANAS)	Duración fase REPRODUCTIVA (SEMANAS)	COSECHA (DIAS)
PROGENITOR MASCULINO	Verano	21-30	4	16	5-7 días/flor
	Invierno	25-30	5	16	5-7 días/flor
PROGENITOR FEMENINO	Verano	10-12	5-6	14-16	8 días/ después de la última floración
	Invierno	12	6-7	14-16	15 días después de la última floración

V. OBJETIVOS:

5.1 GENERAL:

Evaluar el efecto de diversas sustancias diluyentes – dispersantes y sus concentraciones en la producción de semilla híbrida de Marigold (*Tagetes erecta* L.), así como sus costos en los cultivares F1: P772-0 Discovery Orange all Season, P702-1 Discovery Orange, P704-0 Discovery Yellow y P7740 Discovery Yellow All Season, bajo condiciones de invernadero.

5.2 ESPECÍFICOS:

- A. Determinar el agente de dispersión que producirá mayor rendimiento de semilla híbrida de Marigold (*Tagetes erecta* L.), en las cultivares a evaluar.
- B. Determinar la concentración del agente de dispersión más adecuada para la producción de semilla híbrida de Marigold (*Tagetes erecta* L.) en las cultivares a evaluar.
- C. Determinar el tratamiento que a más bajo costo produce mayor cantidad de semilla híbrida viable de Marigold (*Tagetes erecta* L.) en las cultivares a evaluar.

VI. HIPOTESIS DE TRABAJO:

- A. La utilización de algún agente de dispersante - diluyente de polen tendrá efecto significativo en la producción de semilla híbrida de Marigold (*Tagetes erecta* L.).
- B. alguna de las concentraciones diluyentes - del polen tendrá efecto significativo en la producción de semilla híbrida de Marigold (*Tagetes erecta* L.)
- C. La interacción del agente y su concentración tendrán algún efecto significativo en la producción de semilla híbrida de Marigold (*Tagetes erecta* L.)

VII. METODOLOGIA

7.1 PRUEBAS PRELIMINARES DE SUSTANCIAS DE DISPERSION

Se prepararon pruebas tipo ensayo con diversos materiales que podrían utilizarse como sustancias de dispersión (gelatina, leche, harina de arroz, polen de *Portulaca oleraceae*, bienestarina, harina soya, incaparina, maizena) evaluando en el microscopio su homogenización, tamaño de partícula y la viabilidad (vida útil) del polen cada 12 horas durante un período de cinco días. En este período se aprendió a preparar las mezclas y a observar el comportamiento del polen con cada agente y en cada concentración. De estas pruebas se eligieron a los agentes a evaluar como gelatina y harina de arroz, los cuales mostraron que no causaban ningún daño al grano de polen durante el tiempo que duraron las observaciones, tanto en condiciones normales como en almacenamiento a 7°C.

7.2 TRATAMIENTOS EVALUADOS

Dentro de los tratamientos se incluyeron 3 sustancias o agentes y tres concentraciones (Cuadro 6), las cuales fueron comparadas contra un testigo de campo que fue el polen de *Portulaca* y un testigo absoluto que es la utilización de polen puro de *Tagetes*. Los tratamientos se describen a continuación en el cuadro 7

Cuadro 6 Descripción de los agentes de dispersión y concentraciones, utilizadas para producir semilla híbrida de Marigold (*Tagetes erecta* L.)

DESCRIPCION	NIVELES			
	1	2	3	4
A: Concentración de los agentes en la mezcla con polen de (<i>Tagetes erecta</i>).	25%	50%	75%	0%
B: Agentes de dispersión utilizadas en la mezcla de polinización artificial.	Leche en Polvo	Gelatina	Harina de Arroz	<i>Portulaca oleraceae</i> sp.

7.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño que se utilizó fue el completamente al azar en arreglo bifactorial con tres repeticiones, el cual serviría para evaluar por separado cada cultivar (Series Discovery F1: 702-1,704, 772 y 774), pues cada uno de ellos presenta características diferentes. Las parcelas fueron de 0.3m ancho x 1.0m largo y el número de plantas que se establecieron por parcela fue de 12, como se aprecia en el Cuadro No. 14 "A".

Cuadro 7 Descripción y nomenclatura de tratamientos

Cuadro 7 Descripción y nomenclatura de tratamientos

NUMERO DE TRATAMIENTO	NOMENCLATURA POR TRATAMIENTO	DESCRIPCION DE TRATAMIENTOS
1	A1B1	<u>Tagetes</u> 75% : Leche 25%
2	A1B2	<u>Tagetes</u> 50% : Leche 50%
3	A1B3	<u>Tagetes</u> 25% : Leche 75%
4	A3B1	<u>Tagetes</u> 75% : Gelatina 25%
5	A2B2	<u>Tagetes</u> 50% : Gelatina 50%
6	A2B3	<u>Tagetes</u> 25% : Gelatina 75%
7	A3B1	<u>Tagetes</u> 75% : Harina de Arroz 25%
8	A3B2	<u>Tagetes</u> 50% : Harina de Arroz 50%
9	A3B3	<u>Tagetes</u> 25% : Harina de Arroz 75%
10	A4B1	<u>Tagetes</u> 75% : <u>Portulaca</u> sp. 25%
11	A4B2	<u>Tagetes</u> 50% : <u>Portulaca</u> sp. 50%
12	A4B3	<u>Tagetes</u> 25% : <u>Portulaca</u> sp. 75%
13	TES	Polen Puro de <u>Tagetes erecta</u>

7.3.1 MODELO ESTADÍSTICO

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk} \quad (20)$$

de donde:

- Y_{ijk} = Resultado de las variables en estudio de la ijk -ésima unidad experimental.
 μ = Media general de las variables en estudio de Marigold
 α_i = Efecto de la i -ésima sustancia dispersante – diluyente
 β_j = Efecto de la j -ésima concentración de la sustancia dispersante-diluyente.
 $(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i ésimo nivel de la sustancia dispersante con la j ésima concentración de la sustancia
 ϵ_{ijk} = Error experimental asociado al ij -ésima unidad experimental.

7.4 VARIABLES EN ESTUDIO

Para la evaluación de resultados se tomaron un total de sesenta cabezas florales por cada unidad experimental, esto significa que por tratamiento fueron 180 cabezuelas y un total de 2,340 cabezuelas por cultivar, esto a lo largo de cuatro meses que duro el cultivo, en el cual se producen un total de 18 cabezuelas en promedio por planta, por lo que se muestreo un 30% de cada unidad experimental.

Las variables de respuesta planteadas para la presente investigación se describen de la siguiente forma:

Peso de Aqueños: Se cálculo el peso en gramos del total de aqueños obtenidos de las 60 cabezas florales para cada tratamiento y repetición.

Cantidad de Aqueños: Se contaron el total de aqueños clasificados luego del soplado y selección de cada unidad experimental para cada tratamiento y repetición.

Porcentaje de Germinación:

Se colocaron 100 aqueños por caja petri y se contaron el total de aqueños germinados a los 8 días, para cada repetición y tratamiento.

7.5. ANALISIS DE LA INFORMACION

7.5.1 ANALISIS ESTADISTICO

Para la evaluación de resultados se procedió primero a realizar un análisis de varianza para cada una de las variables en estudio por cultivar, comparando el grupo factorial con el testigo absoluto mediante contrastes ortogonales, esto con la finalidad de conocer si existía diferencia o no, entre el testigo y los tratamientos evaluados.

Posteriormente al encontrarse que existió significancia entre ellos y para verificar cual era el factor influyente, se evaluó por separado el grupo factorial, notándose nuevamente diferencias significativas en las variables en estudio, tanto entre las concentraciones como con los agentes y en la interacción de ambos.

Por lo que finalmente, para dilucidar cual o cuales eran las mejores interacciones (sustancia - concentración), se realizó un análisis de varianza del diseño completamente al azar de las variables en estudio (peso de aqueños, cantidad de aqueños y porcentaje de germinación, este último transformado por la fórmula de arcoseno), encontrándose diferencia significativa entre todos los tratamientos en todas las variables y en todos los cultivares. Al comprobar esta situación se procedió a elegir el o los mejores tratamientos por medio de la prueba de medias de Tukey. Es importante recordar que cada cultivar se evaluó por separado, debido a que la intención no era comparar los cultivares, sino los resultados de los agentes y su concentración en cada uno de ellos, para verificar posteriormente que tratamientos eran los que presentaban más estabilidad o consistencia.

7.5.2 ANÁLISIS ECONÓMICO:

Para poder derivar recomendaciones a partir de los datos experimentales, se utilizó un análisis de dominancia en base a un presupuesto parcial. A los tratamientos no dominados se les calculó la tasa marginal de retorno, los pasos a seguir fueron los siguientes:

I. Calculo de los Beneficios netos promedios para cada tratamiento

a) Estimación de los Beneficios para cada tratamiento

- Se calculó el rendimientos promedio
- Se estimó el precio de campo de los sustancias naturales y el precio de venta de los sustancias no producidas por la finca.
- Se multiplicó el precio de campo por el rendimiento promedio ajustado para cada producto y se sumó para obtener el beneficio bruto de campo para cada tratamiento (25).

a) Se estimaron los costos variables para cada Tratamiento

- Se identificaron los insumos variables, o sea aquellos factores que son afectados por la elección del tratamiento, para este caso en particular eran los agentes de dispersión.
- Se Estimó el precio de campo de cada insumo. Normalmente este fue el precio al menudeo más los costos de transporte de los insumos comprados.
- Se multiplicaron el precio de campo de cada insumo por la cantidad y se sumó los insumos para obtener el costo variable de cada tratamiento.
- Se restaron los costos variables del beneficio bruto de campo promedio para obtener el beneficio neto para cada tratamiento (25).

II. Se escogió el tratamiento a recomendar usando análisis marginal

- a. Se organizaron los tratamientos de retribuciones netas altas a baja, y calcularon las tasas de retorno a cada incremento en capital. Se gráfico la curva de retribuciones netas ya que están involucrados varios tratamientos.
- b. Se Seleccionó como recomendación el tratamiento que ofreció el mayor beneficio neto y una tasa marginal de retorno de por lo menos 40 por ciento al último incremento de capital (25).

7.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO

7.6.1 PREPARACIÓN DE SEMILLEROS

- a) Sustrato del Semillero: Los semilleros fueron preparados con una mezcla de suelo conocida como Peat Muss Promix PGX ®, en bandejas plásticas, ver composición en el cuadro 8.

Este suelo fue desinfectado en un horno de vapor de agua, durante 1 hr. a 80°C .

- b) La Siembra: La siembra se realizó en bandejas con capacidad para 288 posturas (9x32). En cada postura fue colocada una semilla, utilizándose por cultivar un total de 1440 semillas, equivalentes a 5 bandejas para el caso de progenitor femenino y 15 bandejas equivalentes a 4320 semillas para las plantas productoras de polen. El suelo se mantuvo a una temperatura de 23-27°C para que germinará la semilla, regandose diariamente sin saturar el suelo.

El semillero se fertilizó por medio de un sistema de fertiriego por microaspersión utilizándose en la solución, nitrato de potasio a razón de 1 gr/lt. del primero al quinto día y los días posteriores a este con un fertilizante completo (Nutrex 20-20-20 +EM) a razón de 1 gr/lt. Se le adiciono nitrato de calcio a 1 g/lt cada quinto día, durante los 30 días que duró el semillero.

Durante este período se controlaron las plagas más importantes que se tienen en la finca como lo es: la mosca blanca, minador de la hoja y Trips, así como aspersiones preventivas contra *Alternaria* sp. y *Fusarium* sp. con diversos productos, efectuando rotación de los mismos, esta actividad se acompañó de trampas amarillas y azules, que contenían pegapatas para la captura de los insectos antes mencionados .

7.6.2 PREPARACIÓN DEL SUELO EN CAMPO DEFINITIVO

Esta tarea se inició simultanea a la preparación de semilleros. Al suelo se le aplicó materia orgánica para luego ser incorporada por medio de subsolado y arado, el pH se corrigió con cal dolomítica. Los tablones fueron de 1m de ancho x 12m de largo, separadas por calles de 0.3m y con una altura de 0.3m. Fueron desinfectadas con bromuro de metilo, quedando protegidos con plástico durante 72 horas, esta labor se llevó a cabo utilizando un sistema de mangueras y la dosis empleada fue de 1lb/10 m², previa aplicación de riego una semana antes. Posteriormente se ventiló el suelo durante 2 días antes de la siembra.

7.6.3 PLANTADO

Las plantas fueron sembradas en cada tablón a 10cm entre planta y 10 cm. entre surco, de manera que quedaran 1000 plantas por banca para progenitor femenino y 500 plantas para progenitor masculino. Posteriormente a la siembra se realizó un riego y una aplicación de Captan (2 g/lt), para desinfectar áreas dañadas mecánicamente en la planta, ocasionadas durante el trasplante.

Cuadro 8 Ingredientes que contiene una mezcla de Peat Moss.

INGREDIENTES
<ul style="list-style-type: none"> • Vermiculita de grano fino • Cal Dolomítica (su función ajustar el pH). • Piedra caliza molida (su función ajustar el pH). • Sustancias para conservar la humedad • PH 5.5 • Turba de musgo fangoso del Canadá de grano fino (60-70% del vol.)

7.6.4 SELECCION DE PLANTAS

Las plantas productoras de semilla se seleccionan para eliminar características no deseadas, como mayor altura al promedio, formación irregular de la inflorescencia, según cada cultivar tanto en el caso del progenitor masculino como en el femenino. Las plantas que se eliminaron especialmente en caso del progenitor femenino fueron las que presentaron hermafroditismo (flores en las que se encuentran estigmas y estambres) las cuales fueron detectadas porque poseen pétalos, polen y estigma de color verde, esta actividad dio inicio a los 18 días después de realizado el trasplante. De esta forma, quedó aproximadamente un 50% de las plantas iniciales .

7.6.5 RIEGO Y FERTILIZACIÓN EN EL CAMPO DEFINITIVO

Para regar las plantas se utilizó un sistema de fertiriego por goteo, con una descarga de 1.8 a 2.5 lt/hora, teniendo una frecuencia diaria de 1hr. El riego requirió que las bancas estuvieran bien niveladas para que no existieran pérdidas del sistema o se hicieran charcos que pudieran fomentar la proliferación de enfermedades .

En cuanto a la fertilización esta se realizó utilizando diversos productos como: Nitrato de potasio 0.14 g/lt, nitrato de calcio 0.63 g/lt, urea 1.1 g/lt, sulfato de amonio 0.52g/lt, sulfato de magnesio 0.52 g/lt y un fertilizante completo como Nutrex en dosis de 1 a 2 gr/lt, según la fenología y exigencia del cultivar, se aplicándose de acuerdo a un programa mensual. En el caso particular del Nutrex su aplicación fue constante a lo largo del período que duró la plantación y la frecuencia fue de dos aplicaciones al iniciar y durante la floración semanales dividiendo la dosis. La fertilización incluyó aplicaciones foliares basadas en metalosato de Boro y Zinc a razón de 0.6 y 0.85 cc/lt respectivamente durante la floración . (24)

7.6.6 CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Como se menciona anteriormente las principales plagas del cultivo son cuatro: mosca blanca, trips (*Frankiniella* sp.), larvas de lepidópteros y minador de la hoja (*Liryomiza* sp.); además en cuanto a hongos se tienen problemas con *Alternaria* sp., *Botritis* y *Fusarium* sp., para ello se aplicaron productos de tipo biológico como Javelin y VPN y químicos como Evisect, Vertimec, Baytroid, Marshall, Lannate, Ambusch, etc. en concentraciones desde 0.5 a 2 gr./lt, siempre con su respectiva rotación para evitar resistencia, en el caso de los insecticidas. En cuanto a los hongos se utilizó Rovral, Captan, Banrot, Octave, Daconil y Cycosin, así como Benomyl a razón de 0.75 a 1.75 g/lt. en la misma forma que los insecticidas. (24)

Todas estas prácticas de control químico se realizaron de acuerdo a muestreos poblacionales y al monitoreo, así de la misma forma los hongos, además se realizó un control integrado utilizando la eliminación de plantas y residuos, saneamiento y colocando trampas.

7.6.7 PRODUCCION Y MANEJO DEL POLEN DE MARIGOLD

El polen fue succionado mediante un sistema de vacío disponible en mangueras dentro de los invernaderos de producción, este vacío es producido por una bomba central, que genera una presión de 6 pulgHg, de manera que en la manguera de succión existe una presión de 1-3 pulgHg y su óptimo es 2 pulgHg., ya que en el caso de que fuese mayor causaría daño a los estambres y anteras. El polen quedará recolectado en una bolsa de papel filtro previamente identificada con su cultivar, día de colecta y número de invernadero, la cual fué colocada en la punta de la manguera junto con una pipeta. (24)

Las horas de succión del polen, fueron de las 10 a 12 hrs idealmente y cada 30 min. se guardó el polen recolectado en hieleras para evitar su muerte; las hieleras contenían hielo seco y silica gel con la finalidad de mantenerlo fresco y evitar el exceso de humedad respectivamente. Diariamente una banca de polen de Marigold produjo 0.5-0.75 g. Posteriormente a la recolección de polen, este se almacenó en refrigeradores bien identificado en condiciones óptimas de viabilidad según cuadro 9, para evitar factores limitantes y elongar su tiempo de vida (24)

7.6.8 PRODUCCION Y MANEJO DE POLEN DE PORTULACA OLERACEAE

El polen de *Portulaca oleraceae* es la sustancia, ensayada hasta el momento, más efectiva para dispersar el polen de Marigold, sin afectar su viabilidad. En general, la mayoría de procedimientos

establecidos en lo que respecta a succión de polen de Marigold se aplican al polen de Portulaca oleraceae, por lo que a continuación se detallaran aquellos procedimientos específicos para el cultivo .

Cuadro 9 Condiciones óptimas para el almacenamiento de polen de Marigold, según Tay, 1996 (24)

CONDICIÓN	INTERVALO	OPTIMO
Tiempo	0-8 días	Llevar directo al campo
Humedad	4.8% (p/p)	3 - 4.8 % (p/p)
Temperatura	-5 a 5°C	0°C

En cuanto a la preparación de semilleros, estos se prepararon en bandejas plásticas llenadas con una mezcla de tierra:arena:peat moss (rel 1:1:1 v/v), requiriendo 0.33 g de semilla por tablón (1m x 12m x 0.3m). La plántula duro en semillero de 30 a 35 días en época seca. (24)

La siembra se realizó en invernaderos pequeños completamente abiertos (sin paredes laterales) de 25m largo x 5m ancho y 1.62. m alto, en tablonces de 24m largo x 1 ancho. La densidad de siembra que se utilizó fue de 500 plantas/tablón, sembrando 2 plantitas por postura. Antes de plantarse se colocó la plántula en recipientes con agua y fungicida con lo cual se evitó la deshidratación de la planta y adicionalmente, se protegió contra la posible infección de hongos con Captan.

Con respecto al pinchado, este consistió en la eliminación del primer botón floral que produjo la planta, con el objetivo de que la planta no se elongará y produjera mayor floración. Esto se realizó a los 8 días del plantado .

En cuanto al riego y fertilización fue similar a las plantas productoras de polen de Marigold y tuvo una frecuencia de 2 a 4 días dependiendo de cuanto se secará el suelo .

7.6.9 PREPARACIÓN Y MANEJO DE TRATAMIENTOS

La preparación de los tratamientos se llevó a cabo diariamente por las mañanas en la bodega de polen, utilizando equipo esterilizado, contemplando una o dos horas antes de ser aplicados. Se alternaron las polinizaciones para cada cultivar, tratando de efectuar de 3 aplicaciones por semana.

Se prepararon diariamente 2 gr de mezcla para ello, se peso tanto el polen de Tagetes erecta como los agentes de dispersión de acuerdo a las concentraciones evaluadas durante un período de un minuto, por medio del agitador vortex. Inmediatamente después se guardó cada preparación en sobres especiales de papel blanco, identificándolos con los siguientes datos: Código del Tratamiento, Fecha de preparación, cultivar, peso del polen y peso del agente, peso total de la mezcla y la fecha de succión del polen de Tagetes erecta, así como el número del invernadero donde se estaría trabajando.

Los sobres con las diferentes mezclas (tratamientos), fueron introducidos en recipientes plásticos tipo azucarera, conteniendo sílica gel (material desecante que sirve para mantener poca humedad) y posteriormente fueron transportado de la bodega de polen al sitio de polinización en hieleras de duroport que contenía una barra de hielo seco para mantener la mezcla fresca, así como el polen dentro de su respectivo sobre dentro de un envase plástico.

7.6.10 POLINIZACIÓN ARTIFICIAL:

Se realizó en los días programados de acuerdo al número de flores listas para ser polinizadas (flores con estigmas receptivos), en un horario de 10:30 a 14 horas. Esta polinización se llevó a cabo utilizando una brocha de cañamo (hilos de cañamo introducidos ordenadamente dentro de una pajilla), que era untada con la mezcla preparada anteriormente y que permitió aplicar a la flor la mezcla que contenía el polen de Tagetes erecta así como el agente, al frotarlo de forma circular sobre los estigmas, este proceso se repitió hasta un máximo de tres veces (días diferentes) o sea hasta que la flor mostró que había sido fecundada en su mayoría de estigmas (se torna de color oscuro).

Aspectos importantes a tomar en cuenta en esta labor son: que por ser los estigmas de la inflorescencia son muy frágiles y sensibles, por tanto la aplicación manual debe ser con movimientos dóciles y no bruscos, porque de lo contrario estos pueden quebrarse o deshidratarse, impidiendo posteriormente el crecimiento del tubo polínico y así el ovario no será fecundado, disminuyendo la producción de aquenios (semillas).

Otro motivo de cuidado, es aplicar uniformemente la mezcla de polinización sobre la inflorescencia, para aumentar la probabilidad de que los granos de polen aplicados, queden apropiadamente ubicados sobre los estigmas y se haga efectiva la fecundación. El motivo en que el estigma es receptivo está determinado por la concentración y contenido de sustancias tales como las gibberelinas y citocininas, además el contenido de agua y nutrientes es otro factor determinante para una buena germinación del grano de polen.

7.6.11. COSECHA DE CABEZAS FLORALES

Este paso, inició cuando las flores se secaron y su coloración se había tomado oscura (entre café y negro). Las cabezas se cortaron con la mano y se colocaron en bolsas de popelina previamente identificadas con los mismos datos que los sobres de las mezclas y fueron transportadas a la bodega de semillas.

7.6.12 PROCESAMIENTO DE LAS CABEZAS FLORALES:

Una vez se encontraron en la bodega de semillas, se pusieron a secar en un horno eléctrico que se encuentra de 35 a 50 grados centígrados hasta que la humedad de la semilla descendió a 30% p/p. Completado el secado se colocaron en un cuarto frío y seco (15°C y 35% HR máxima) hasta reunir todos los lotes de cada tratamiento y repetición (19).

Cuando se dió por finalizada la cosecha y también el secado, del total de cabezuelas florales se tomaron aleatoriamente 60 de ellas, a las cuales le fueron cortados los estigmas que para entonces estaban secos con tijeras de podar especiales, posteriormente se desmenuzó para coleccionar los aquenios, eliminando así todas las demás partes de la cabezuela.

7.2.13 PROCESAMIENTO DE LOS AQUENIOS

Con los aquenios, el siguiente paso fue su limpieza final por soplado, dentro de cilindros de poliuretano, adaptados para retener en la parte superior los aquenios con poco peso o con problemas de falta de embrión, además de la basura restante. Al final de este proceso, si aún había quedado basura, se limpió manualmente .

VIII RESULTADOS Y DISCUSION

8.1 RESULTADOS Y DISCUSION DE LA VARIABLE RESPUESTA CANTIDAD DE AQUENIOS

La cantidad de aquenios se determinó después de su proceso post-cosecha, cuando estos ya habían sido cortados, clasificados por resoplado y sometidos al tratamiento de desinfección. En el Cuadro 14 "A", se presentan los datos de campo obtenidos del cultivar P-702-1 Discovery Orange a los cuales se les practicó el respectivo análisis de varianza el cual mostró diferencias significativas entre los tratamientos ($\alpha = 0.05$).

De acuerdo con la prueba de Tukey (Cuadro 10) puede apreciarse que el mejor tratamiento en este cultivar fue Portulaca al 50% con una media de 957.33 aquenios, sin embargo estadísticamente es similar a los tratamientos leche 50%, gelatina 75% y al testigo. Lo anterior demuestra que se pueden obtener similares rendimientos al dispersar el polen con otros agentes y no solo con Portulaca ó utilizando el polen puro. Según lo reportado por Tay (21), el testigo (polen puro), debería ser el mejor tratamiento y que de acuerdo a la concentración de este en las mezclas de polinización, así sería el ordenamiento de los tratamientos, sin embargo esta teoría se refuta, debido a que no coincide con el ordenamiento expuesto, ya que este debería haber sido polen puro, concentraciones al 25%, seguidas de la 50% y 75% de los agentes, por otra parte Tay (21) expresa que la mezcla con polen de Portulaca es muy similar en cuanto a rendimientos con respecto al polen puro, lo cual en este cultivar puede ratificarse. En la figura 6 se muestran los resultados de forma gráfica, lo que permite visualizar que los tratamientos con leche son similares en las tres concentraciones, además la sustancia harina de arroz muestra los rendimientos más bajos en este cultivar para todos los niveles de concentración y lo más relevante es el comportamiento de gelatina lo cual muestra que conforme se diluye el polen puro, mayores son los rendimientos, esto último sería lo más deseable.

En referencia al cultivar P-704-0 Discovery Yellow, el rendimiento en cantidad de aquenios muestra, luego de efectuado el análisis de varianza (Cuadro No. 21 "A"), donde existió diferencia significativa entre los tratamientos en estudio y la respectiva prueba de medias de Tukey (Cuadro.10), que el mejor tratamiento en este cultivar fue el de gelatina 50% con una media de 887 aquenios, teniendo similares resultados estadísticamente con los tratamientos leche 25% (773 aquenios) y 50% (716.67 aquenios)

En la figura 6 se reafirma la teoría que la concentración muchas veces no es un factor preponderante en la polinización artificial, por lo que nuevamente el testigo (100% de polen) no es el mejor tratamiento para el cultivar P-704-0, así mismo se aprecia que los tratamientos al 25% ocupan puestos no relevantes en la producción de achenios. Además también en esta variedad al igual que en la P-702-1, se observa como la estabilidad entre el agente y el polen mejoran los rendimientos en cuanto al peso y cantidad de achenios, esto haciendo referencia a los tratamientos con concentraciones del 50% de cada una de las partes.

En la misma figura 6 y en referencia a lo expuesto por Tay (21) en cuanto a que a mayor cantidad de polen en las mezclas mayor es el rendimiento, puede apreciarse en el comportamiento de los tratamientos con leche y harina de arroz en el cultivar P-704-0, donde los tratamientos decaen conforme se diluye la concentración de polen, sin embargo en gelatina y Portulaca se da de forma inversa, lo que hace suponer que el comportamiento depende en si de la sustancia diluyente.

Para el Cultivar P-772-0 Discovery Orange All Season, los mejores tratamientos fueron el testigo con 762 achenios, Portulaca 25% con 743.67 achenios y Portulaca al 75% con 735.33, los cuales estadísticamente fueron similares entre sí al igual que los tratamientos Portulaca 50%, harina arroz 25% y leche 25%. En la figura 6 se muestra que en este cultivar los tratamientos con Portulaca fueron bastante consistentes y junto al testigo fueron los mejores en rendimiento, en cuanto al comportamiento de leche se aprecia como conforme se diluye el polen puro la producción baja, no así en gelatina donde al igual que los otros cultivares estudiados conforme se diluye se aumenta la producción, para el caso de harina de arroz a excepción del tratamiento al 25%, los demás tratamientos muestran rendimientos deficientes.

En base a los resultados de campo del cultivar P-774-0 Discovery Yellow All Season (Cuadro 17 "A"), se realizó el análisis de varianza (Cuadro 27 "A"), el cual mostró diferencias significativas entre los tratamientos ($\alpha = 0.05$), por tal motivo se realizó la prueba de medias de Tukey (Cuadro 10) reportando al tratamiento Gelatina 75% como el mejor tratamiento con 1341 achenios producidos y con similares rendimientos estadísticos, los tratamientos gelatina 25% y gelatina 50%. En la figura 6 se aprecia que en este cultivar los tratamientos con gelatina fueron superiores a los otros, por su parte los tratamientos con leche no mostraron diferencias entre si, otro aspecto importante es en cuanto a Portulaca al 50% y el testigo, los cuales fueron muy similares en la producción de achenios

Cuadro 10 Resumen general de resultados de las variables estudiadas en los cuatro cultivares evaluados de *Tagetes erecta* L.

Cultivar	TRATAMIENTO		Peso de Aquenios (grs)		Cantidad Aquenios		% Germinacion	
	DESCRIPCION	CODIGO	Promedio	Tukey	Promedio	Tukey	Promedio	Tukey
P-702-1	ANDEVA		Cuadro 19 "A" ***		Cuadro 18 "A" ***		Cuadro 20 "A" ***	
	<i>Portulaca</i> 50%	A4B2	1.95	a	957	a	84	c
	Gelatina 75%	A2B3	1.77	b	806	c	86	c
	Leche 75%	A1B3	1.63	b	699	e	90	c
	Testigo	TES	1.60	b	859	b	92	b
	Gelatina 50%	A2B2	1.58	b	635	e	90	c
	Leche 25%	A1B1	1.44	c	671	e	70	d
	Leche 50%	A1B2	1.34	c	759	d	84	c
	<i>Portulaca</i> 75%	A4B3	1.24	d	570	e	86	c
	Gelatina 25%	A2B1	1.23	d	535	e	94	b
	<i>Portulaca</i> 25%	A4B1	1.18	d	628	e	92	b
Harina Arroz 25%	A3B1	0.88	e	185	f	78	d	
Harina Arroz 50%	A3B2	0.64	e	189	f	86	c	
Harina Arroz 75%	A3B3	0.42	e	119	f	98	a	
P-704-0	ANDEVA		Cuadro 22 "A" ***		Cuadro 21 "A" ***		Cuadro 23 "A" ***	
	Gelatina 50%	A2B2	1.86	a	887	a	86	d
	Leche 25%	A1B1	1.64	b	773	b	84	d
	Leche 50%	A1B2	1.60	b	717	c	80	d
	<i>Portulaca</i> 50%	A4B2	1.48	b	620	d	94	a
	Harina Arroz 25%	A3B1	1.48	b	529	e	82	d
	<i>Portulaca</i> 75%	A4B3	1.45	c	569	e	86	d
	Leche 75%	A1B3	1.43	c	627	d	86	d
	Testigo	TES	1.42	c	620	d	92	b
	<i>Portulaca</i> 25%	A4B1	1.01	d	434	f	80	d
	Gelatina 75%	A2B3	0.83	d	400	f	78	d
	Harina Arroz 50%	A3B2	0.73	d	304	g	78	d
	Gelatina 25%	A2B1	0.70	d	299	g	90	c
Harina Arroz 75%	A3B3	0.44	d	184	g	86	d	
P-712-0	ANDEVA		Cuadro 25 "A" ***		Cuadro 24 "A" ****		Cuadro 26 "A" ***	
	Testigo	TES	1.93	a	762	a	98	a
	Leche 25%	A1B1	1.81	b	716	b	90	b
	<i>Portulaca</i> 25%	A4B1	1.70	c	744	a	84	b
	<i>Portulaca</i> 50%	A4B2	1.66	c	650	d	90	b
	<i>Portulaca</i> 75%	A4B3	1.62	c	735	a	90	b
	Harina Arroz 25%	A3B1	1.62	c	671	c	88	b
	Leche 50%	A1B2	1.55	c	560	e	86	b
	Gelatina 75%	A2B3	1.22	d	546	e	94	b
	Gelatina 25%	A2B1	1.13	d	476	f	94	b
	Gelatina 50%	A2B2	1.12	d	490	e	98	a
	Leche 75%	A1B3	0.91	e	302	g	92	b
	Harina Arroz 75%	A3B3	0.91	e	317	g	90	b
	Harina Arroz 50%	A3B2	0.42	e	175	g	86	b
P-714-0	ANDEVA		Cuadro 28 "A" ***		Cuadro 27 "A" ***		Cuadro 29 "A" ***	
	Gelatina 75%	A2B3	3.18	a	1341	a	90	b
	Testigo	TES	2.77	a	1108	b	88	b
	Gelatina 25%	A2B1	2.76	a	1175	b	100	a
	<i>Portulaca</i> 50%	A4B2	2.71	a	1115	b	94	b
	Gelatina 50%	A2B2	2.56	a	1172	b	94	b
	Leche 50%	A1B2	1.73	b	730	c	88	b
	<i>Portulaca</i> 75%	A4B3	1.72	b	751	c	98	a
	<i>Portulaca</i> 25%	A4B1	1.70	b	749	c	94	b
	Leche 25%	A1B1	1.67	b	734	c	94	b
	Leche 75%	A1B3	1.52	b	698	c	82	b
	Harina Arroz 50%	A3B2	1.29	b	594	c	96	b
	Harina Arroz 25%	A3B1	1.19	b	471	d	88	b
Harina Arroz 75%	A3B3	0.17	c	72	e	82	b	

*** Alta diferencia significativa

En resumen la variable cantidad de aquenios, muestra que la mayoría de los tratamientos con leche y *Portulaca* son homogéneos en sus rendimientos y parecidos al testigo, lo cual enfatiza que da igual diluir al 75% que al 25%. Por su parte los tratamientos con gelatina mostraron que con diluciones de 50 a 75% se obtienen mayores rendimientos con respecto a las otras sustancias en estudio como se observa en la figura 6. En el caso de harina de arroz no se logran los rendimientos deseados y se encuentran muy por debajo del testigo.

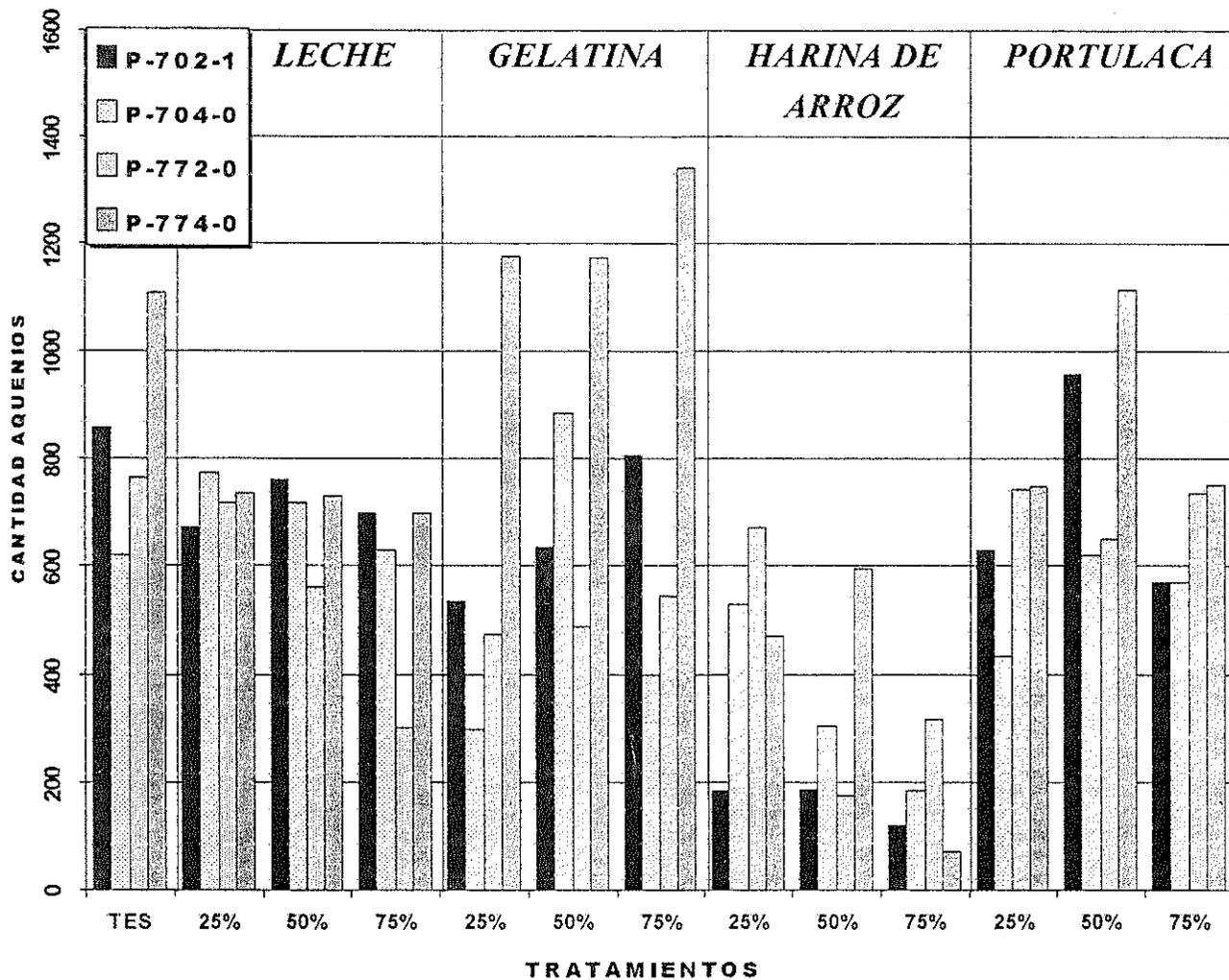


FIGURA 6

Resultados del Promedio de la variable respuesta cantidad de aquenios de los cultivares en estudio de Marigold (*Tagetes erecta*)

8.2 RESULTADOS Y DISCUSION DE LA VARIABLE RESPUESTA PESO DE AQUENIOS

El peso de aquenios se determinó luego de pesar el total de aquenios producidos por cultivar y después de su proceso post-cosecha. En el Cuadro 14 "A", se presentan los datos de campo obtenidos del cultivar P-702-1 Discovery Orange a los cuales se les práctico el respectivo análisis de varianza (Cuadro 19 "A"), el cual mostró diferencias significativas entre los tratamientos ($\alpha = 0.05$).

De acuerdo con la prueba de Tukey (Cuadro 10) puede apreciarse que el mejor tratamiento en este cultivar fue Portulaca al 50% con una media de 1.953 gramos, sin embargo estadísticamente es similar a los tratamientos leche 25% y 75%, gelatina 50% y 75% y al testigo. Lo anterior demuestra que el peso de la semilla guarda mayor estabilidad en comparación con la cantidad de aquenios producidos, al utilizar las diferentes sustancias en estudio, esto favorece en parte al productor el cual vende en base al peso. En la figura 7 se muestran los resultados de forma gráfica, lo que permite visualizar que los tratamientos con leche muestran un incremento en peso al diluir el polen al 75% con leche, mientras la sustancia harina de arroz muestra los rendimientos más bajos en este cultivar conforme se diluye el polen puro y lo más relevante es el comportamiento de gelatina lo cual muestra que conforme se diluye el polen puro, mayores son los rendimientos en peso, esto último sería lo más deseable. En el caso de Portulaca en este cultivar se nota un incremento notorio en los tratamientos del 50% y como se analizará en los otros cultivares este aspecto es repetitivo, lo que sin duda muestra que este tratamiento es óptimo para esta sustancia.

En referencia al cultivar P-704-0 Discovery Yellow, el rendimiento en gramos muestra, luego de efectuado el análisis de varianza (Cuadro 22 "A"), donde existió diferencia significativa entre los tratamientos en estudio y la respectiva prueba de medias de Tukey (Cuadro 10), que el mejor tratamiento en este cultivar fue el de gelatina 50% con una media de 1.86 gramos.

En la figura 7 se observa que aunque el mejor tratamiento fue gelatina 50% no existe una relación con las otras concentraciones de la misma sustancia, sin embargo esto se ha notado constantemente a lo largo del estudio y existe la hipótesis de que la interacción concentración sustancia favorece a que exista un tratamiento específico para cada cultivar. En esta variedad al igual que en la P-702-1, se observa que la estabilidad entre el agente y el polen mejoran los rendimientos en cuanto al peso y cantidad de aquenios, esto en referencia a los tratamientos al 50% de cada una de las partes. Importante notar, que al contrario de la variable cantidad de aquenios se nota que los tratamientos en concentraciones del 25%, hacen ganar a la aquenios en peso.

Para el Cultivar P-772-0 Discovery Orange All Season, el mejor tratamiento fue el testigo con peso de 1.93 gramos. En este cultivar, al igual que en los anteriores, los tratamientos con harina de arroz muestran rendimientos pobres, al igual que los de gelatina, siendo superados por los de Portulaca y leche. En la figura 7 se muestra que en este cultivar los tratamientos con Portulaca fueron bastante consistentes y junto al testigo fueron los mejores en cuanto al peso en gramos, en lo referente al comportamiento de leche se aprecia como conforme se diluye el polen puro la producción baja, no así en gelatina donde al igual que los otros cultivares estudiados conforme se diluye se aumenta el rendimiento, para el caso de harina de arroz a excepción del tratamiento al 25%, los demás tratamientos muestran rendimientos bastante bajos.

En base a los resultados de campo del cultivar P-774-0 Discovery Yellow All Season (Cuadro 17 "A"), se realizó el análisis de varianza (Cuadro 28 "A"), el cual mostró diferencias significativas entre los tratamientos ($\alpha = 0.05$), por tal motivo se realizó la prueba de medias de Tukey (Cuadro 10) reportando a los tratamientos Gelatina 75% con 3.177 grs., testigo con 2.767 grs., gelatina 25% con 2.763 grs., Portulaca 50% con 2.707 grs y gelatina 50% con 2.557 grs, como los mejores tratamientos en cuanto al rendimiento en peso. En la figura 7 se aprecia que en este cultivar los tratamientos con gelatina fueron claramente superiores a los otros, por su parte los tratamientos con leche no mostraron diferencias entre si, otro aspecto importante es en cuanto a Portulaca al 50% y el testigo, los cuales fueron muy parecidos; este tratamiento nuevamente al igual que en los otros cultivares muestra excelentes condiciones en rendimientos en cuanto a peso.

En resumen la variable peso en gramos de aquenios cosechados, muestra que el tratamiento Portulaca 50% en la mayoría de los cultivares lleva ventaja sobre los demás tratamientos y posee similitud con el testigo, Por su parte la mayoría de tratamientos con concentraciones del 25% superaron en todos los cultivares a las otras concentraciones. Por su parte el testigo fue ampliamente el dominante en todos los cultivares, lo que demuestra que el hecho de utilizar una sustancia como diluyente- dispersante de polen afecta el peso de la semilla, ratificándose esta teoría con lo descrito anteriormente sobre los tratamientos al 25% aventajaron. Sin embargo se noto en esta variable también que fueron tratamientos específicos los que dominaron a cada cultivar y los más regulares entre ellos fueron gelatina 50% y 75%, leche 25% y Portulaca 50%.

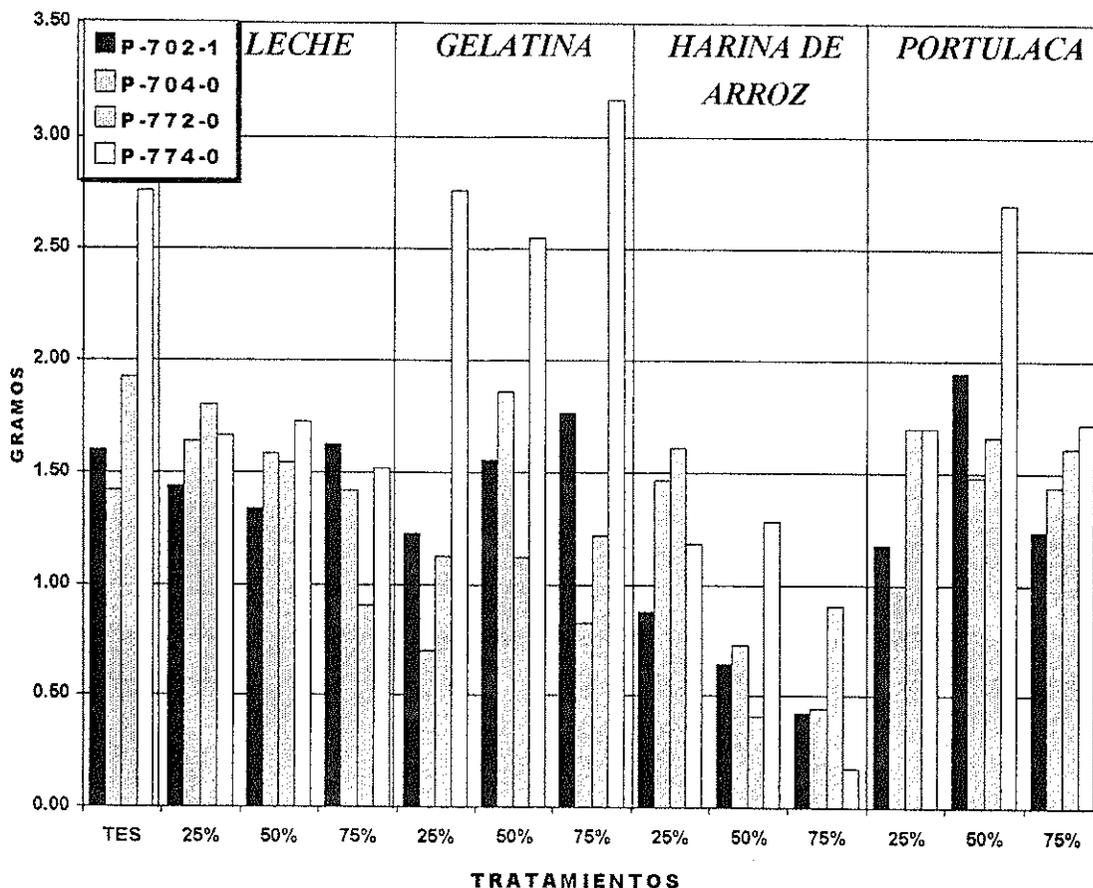


FIGURA 7

Resultados del Promedio de la variable peso en gramos de los cultivares en estudio de Marigold (*Tagetes erecta*)

8.3 RESULTADOS Y DISCUSION DE LA VARIABLE PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

La variable porcentaje de germinación fue incluida en la investigación para determinar si la dilución del polen con otros agentes tenía algún efecto sobre este parámetro. Por lo que al realizar en análisis de varianza para el cultivar P-702-1 se encontró diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 20 "A"), por consiguiente se realizó la prueba de Tukey (Cuadro 10), denotándose que el mejor tratamiento fue Harina Arroz 75%, como también se observa en la figura 8. Sin embargo, a través de la investigación se pudo comprobar que la dilución no es un factor que limite esta variable (ver otros cultivares cuadro 10), como tampoco lo es el agente.

En lo referente al cultivar P-704-0 Discovery Yellow, su porcentaje de germinación al realizar el análisis de varianza (Cuadro 23 "A") indica que existieron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($\alpha = 0.05$). En el cuadro 10 de la prueba de Tukey se observa que Portulaca 50% y el testigo son los mejores según se expone el resultado del análisis de medias, pudiendo observarse que los mejores tratamientos fueron aquellos que estuvieron por encima del 86% de germinación, límite que de acuerdo a los estándares de calidad internacionales para semillas, da por bueno un lote para su exportación. Dentro de los mejores tratamientos puede apreciarse que casi todos los tratamientos con el 75% de concentración del agente se ubican dentro de este grupo a excepción de Gelatina al 75%, de igual forma como se presentaron en el resultado de la variedad P-702-1, esto hace suponer que el uso de un agente en altas proporciones, no afecta esta variable. (Figura 8)

El cultivar P-772-0, tiene como respuesta que su porcentaje de germinación es bastante similar entre todos los tratamientos (Cuadro 10) y como en anteriores oportunidades, son los tratamientos con porcentajes menores o iguales al 86% los que denotan poca calidad del aquenio al no llenar los parámetros de exportación y calidad, debido a su poca germinación. Para este cultivar el mejor tratamientos fue el testigo junto a gelatina 50%

Si se analiza la figura 8, quizá lo más importante de apreciar, es como el agente gelatina supera a los otros en esta variable en estudio, leche posee similares valores a harina de arroz y Portulaca en segundo lugar al igual que gelatina se mantiene más estable, nuevamente este es un factor importante para determinar cada vez más los elementos de juicio para elegir el mejor tratamiento.

El porcentaje de germinación para el cultivar P-774-0, muestra que también existió diferencias significativas (Cuadro 29 "A") y deja apreciar nuevamente que los tratamientos con porcentajes menores del 86% son aquellos que marcan la diferencia (Cuadro 10) y en la figura 8 se aprecia que conforme se aumenta la dilución del polen, disminuye el % de germinación; por lo que el mejor tratamiento fue el de gelatina 25%

En resumen en esta variable, lo más importante de resaltar fue que el testigo y los tratamientos diluidos a 25% obtuvieron las mejores germinaciones. Por su parte este parámetro sirvió para enmarcar que todo lote que no alcance el 86% de germinación, rara vez será aceptada como óptima su semilla

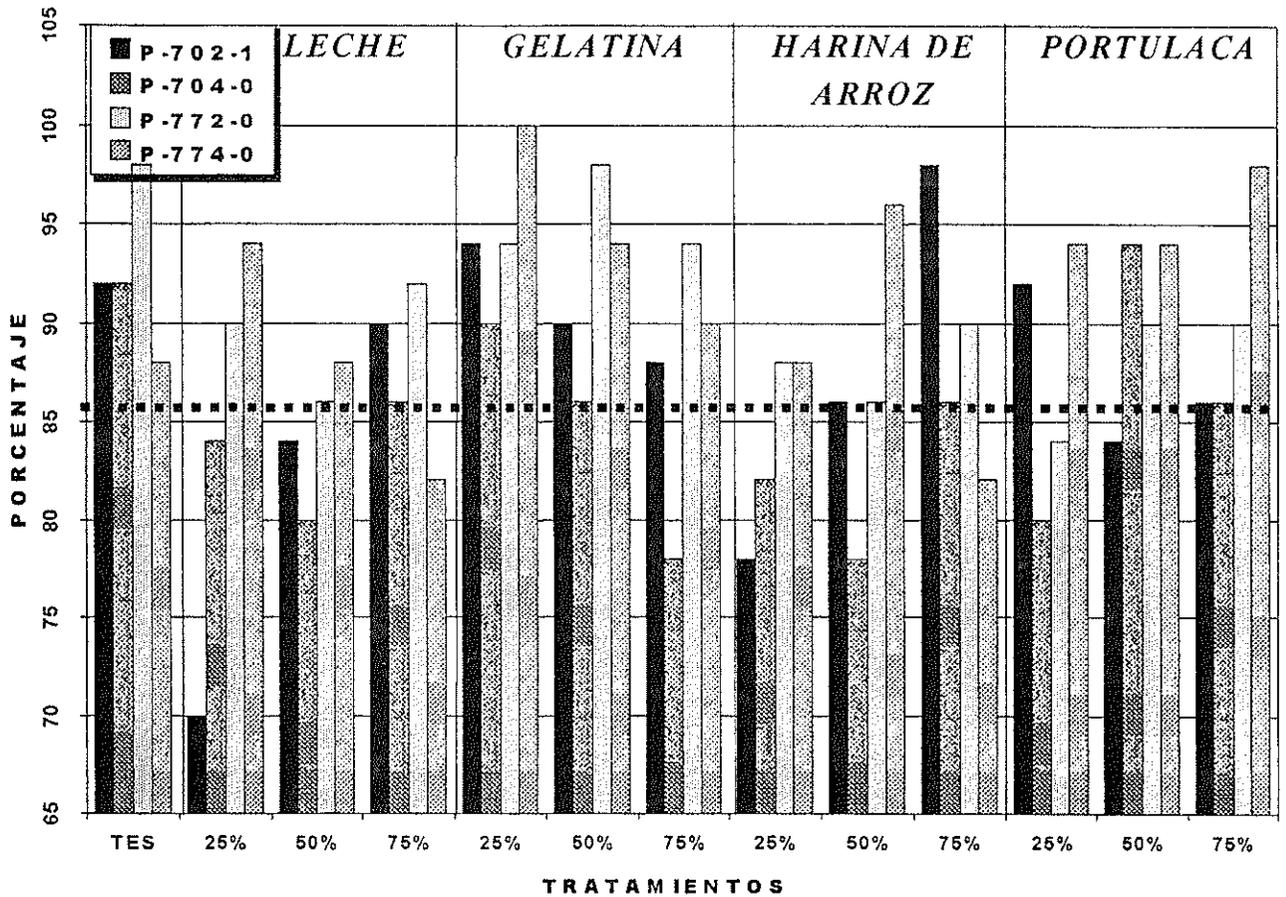


FIGURA 8

Resultados del Promedio de la variable porcentaje de germinación del los cultivares en estudio de Marigold (*Tagetes erecta*)

8.4. RESULTADOS Y DISCUSION DEL ANALISIS ECONOMICO

El análisis económico se ha utilizado en esta oportunidad como un instrumento importante en la defición de cual sería el mejor tratamiento, para ello se realizó un conteo inicial de la cantidad de mezcla de polinización utilizada, se calcularon las cantidades de polen de *Tagetes* y agentes diluyentes (costos variables) y se sumaron el total de cabezuelas polinizadas cosechadas, por cultivar (Cuadros 30 "A" al 33 "A"). A cada cultivar le fueron establecidos sus presupuestos parcial (Cuadros 34 "A" al 37 "A") y su posterior análisis de dominancia (Cuadros 38 "A" – 41"A"), donde se estableció lo siguiente:

El cultivar P-702-1 Discovery Orange mostró un solo tratamiento No Dominado (Cuadro 38 "A"), que fue gelatina 75%, quien en su análisis estadístico es similar al mejor tratamiento que fue Portulaca 50%, por consiguiente se considera a este primero como el mejor y en el caso del Cultivar P-704-0 Discovery Yellow, donde también existió un solo tratamiento No Dominado que fue Leche 75% (Cuadro 39"A"), el cual estadísticamente no fue el mejor o similar al mejor en su cultivar.

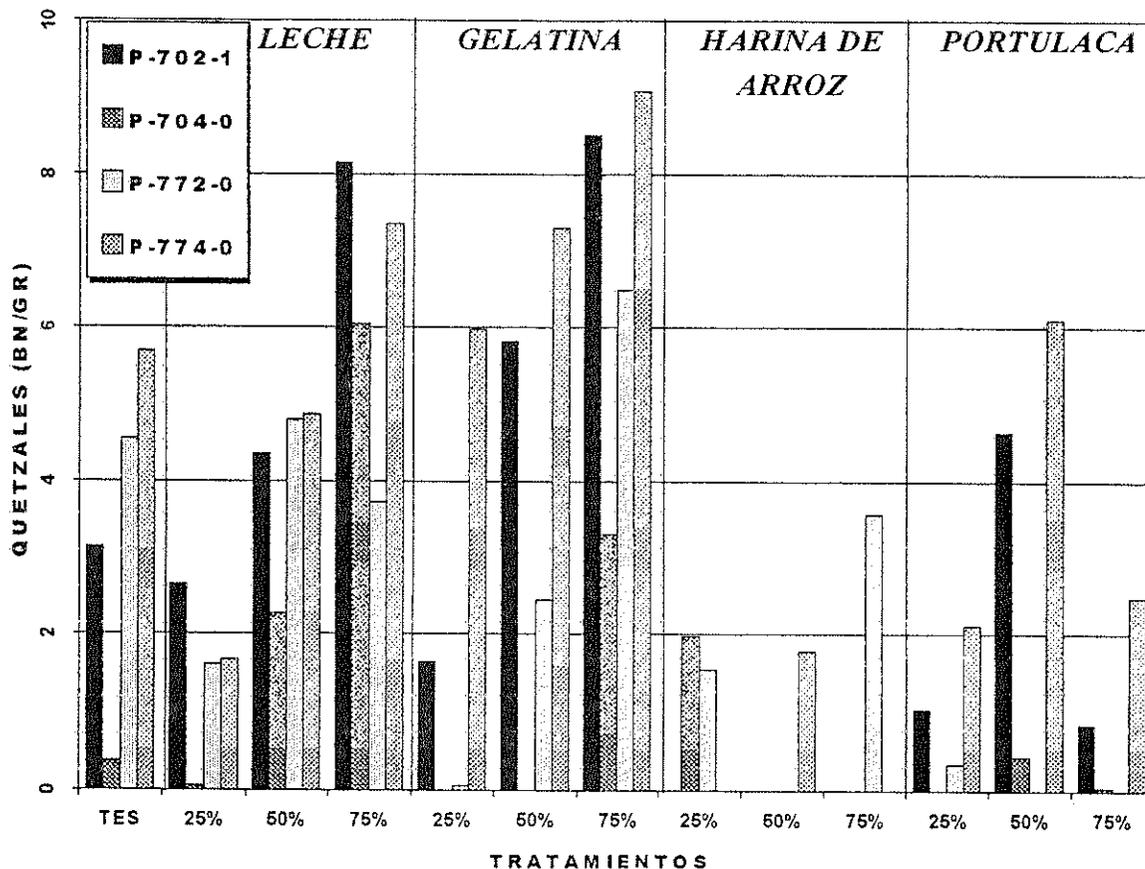


FIGURA 9

Resultados del análisis económico del los cultivares en estudio de Marigold (Tagetes erecta)

En el caso del cultivar P-774-0, se extrajeron dos tratamientos No Dominados (Cuadro 4 1"A"), por lo que se procedió a realizar el análisis de tasa marginal de retorno (Cuadro 11), donde se obtuvo una TRM igual 36.51% a favor de Gelatina al 75% sobre el testigo. Por lo que de acuerdo con las reglas de la TRM, no es rentable el cambio del Testigo al Tratamiento Gelatina 75%, ya que este alcanza un valor mayor del 100% aplicable a una nueva tecnología. Pero desde el punto

de vista rentable gelatina 75% si supera al testigo, ya que se logra una diferencia de este sobre el testigo de un 330.8%, por lo que le permite que si sea viable su adquisición.

Cuadro 11

Tasa Marginal de Retorno, para tratamientos seleccionados del análisis de dominancia del cultivar de *Tagetes erecta* P-774-0 Discovery Yellow All Season.

TRATAMIENTO	CVT	BN	Incremento Marginal		TRM
			CVT	BN	
Testigo	189.80	197.01	157.72	57.59	36.51%
Gelatina 75%	32.08	139.42			

Otro cultivar al que se le cálculo la Tasa Marginal de Retorno, fue el P-772-0 Discovery Orange All Season, debido a que nuevamente el Testigo y Gelatina 75% mostraron no dominancia (Cuadro Anexo 40 "A"). En este caso, se repitió nuevamente una TMR a favor de la Gelatina, alcanzando en esta un porcentaje de 50.28. Por lo que, se repitió el procedimiento de calcular la rentabilidad, demostrando gelatina ser más rentable que el testigo en un 69.09%, aceptandose que es más favorable utilizar la gelatina al 75%.

Cuadro 12

Tasa Marginal de Retorno, para tratamientos seleccionados del análisis de dominancia del cultivar de *Tagetes erecta* P-772-0 Discovery Orange All Season.

TRATAMIENTO	CVT	BN	Incremento Marginal		TRM
			CVT	BN	
Testigo	113.86	78.01	90.09	45.30	50.28%
Gelatina 75%	23.77	32.71			

En resumen es importante recalcar que productos como la leche, harina de arroz y gelatina, no necesitan de un manejo agrónomico y están en disponibilidad en el mercado local, asimismo se disminuyen los riegos por problemas de plagas y enfermedades, a los cuales cultivos como la *Portulaca* sp. es susceptible y que de acuerdo a la severidad de este los costos variables aumentan o disminuyen.

Otro aspecto importante es el costo, pues si se comparan los precios de un gramo de *Portulaca* o polen puro el cual oscila entre Q7.00 a Q 9.00 y lo comparamos con la leche cuyo valor esta en 0.04 ctvs o gelatina que posee un precio de mercado local de 0.03 ctvs aproximadamente. Esto en conclusión marca la diferencia del uso de cada sustancia diluyente y además permite incentivar la producción y manejar los costos de producción.

IX. CONCLUSIONES

- a. La respuesta de los diversos agentes evaluados en los cuatro cultivares producidos, permite establecer que es factible producir achenios de *Tagetes erecta*, mediante el uso de otros agentes diluyentes, tal es el caso de Gelatina y Leche, evitándose con ello la siembra de una mayor área de progenitores masculinos (productores de polen) y del cultivo de *Portulaca oleraceae*
- b. Estadísticamente según los análisis obtenidos del comportamiento de las variables cantidad de achenio y peso, existe un tratamiento con el que se obtienen los mejores resultados para cada cultivar. Así para el cultivar P-702-1 Discovery Orange la interacción *Portulaca* 50%, para el P-704-0 Discovery Yellow la interacción Gelatina 50%, en el caso del cultivar P-772-0 Discovery Orange All Season el adecuado fue el Polen Puro (Testigo) y finalmente para el cultivar P-774-0 Discovery Yellow All Season sería Gelatina al 75%.
- c. La variable peso de achenios mostró que para la mayoría de cultivares el tratamiento *Portulaca* 50%, aventaja a los demás y posee similitud con el testigo. Asimismo, la mayoría de tratamientos en concentraciones del 25% superaron en todos los cultivares a las otras concentraciones, lo mismo para la variable porcentaje de germinación, lo que demuestra que el hecho de utilizar una sustancia como diluyente- dispersante de polen afecta el peso de la semilla y por consiguiente su poder germinativo. Sin embargo, la mayoría de tratamientos en estudio, cumplen con el porcentaje mínimo exportable de germinación(86%), establecidos internacionalmente para esta semilla
- d. El análisis económico muestra que el tratamiento más adecuado para la diluir el polen de *Tagetes erecta* y poder polinizar artificialmente es Gelatina 75%, debido a que se presentó en la mayoría de cultivares de *Tagetes erecta* evaluados.

X. RECOMENDACIÓN

- a. En base a las conclusiones, el factor preponderante para la utilización de un agente es la base económica, por lo que se recomienda utilizar la gelatina como agente diluyente y dispersante para producir semilla híbrida. Además se recomienda utilizar diluciones de gelatina entre el rango del 50% al 75% , ya que de lo contrario se pueden tener problemas en cuanto a los rendimiento y calidad de los aquenios

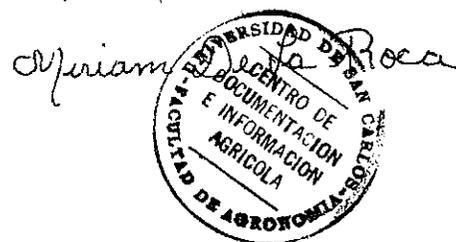
- b. Para el caso de la gelatina se recomienda tamizarla a 100 mesh, debido a que se tomo en cuenta lo expuesto por Tay (24) en lo referente al tamaño de partícula del agente, asimismo es de considerar que el polen de Tagetes utilizado durante este proceso investigativo era no mayor de 5 días, por lo que se recomienda evaluar otras edades de polen almacenado.

XI. BIBLIOGRAFIA

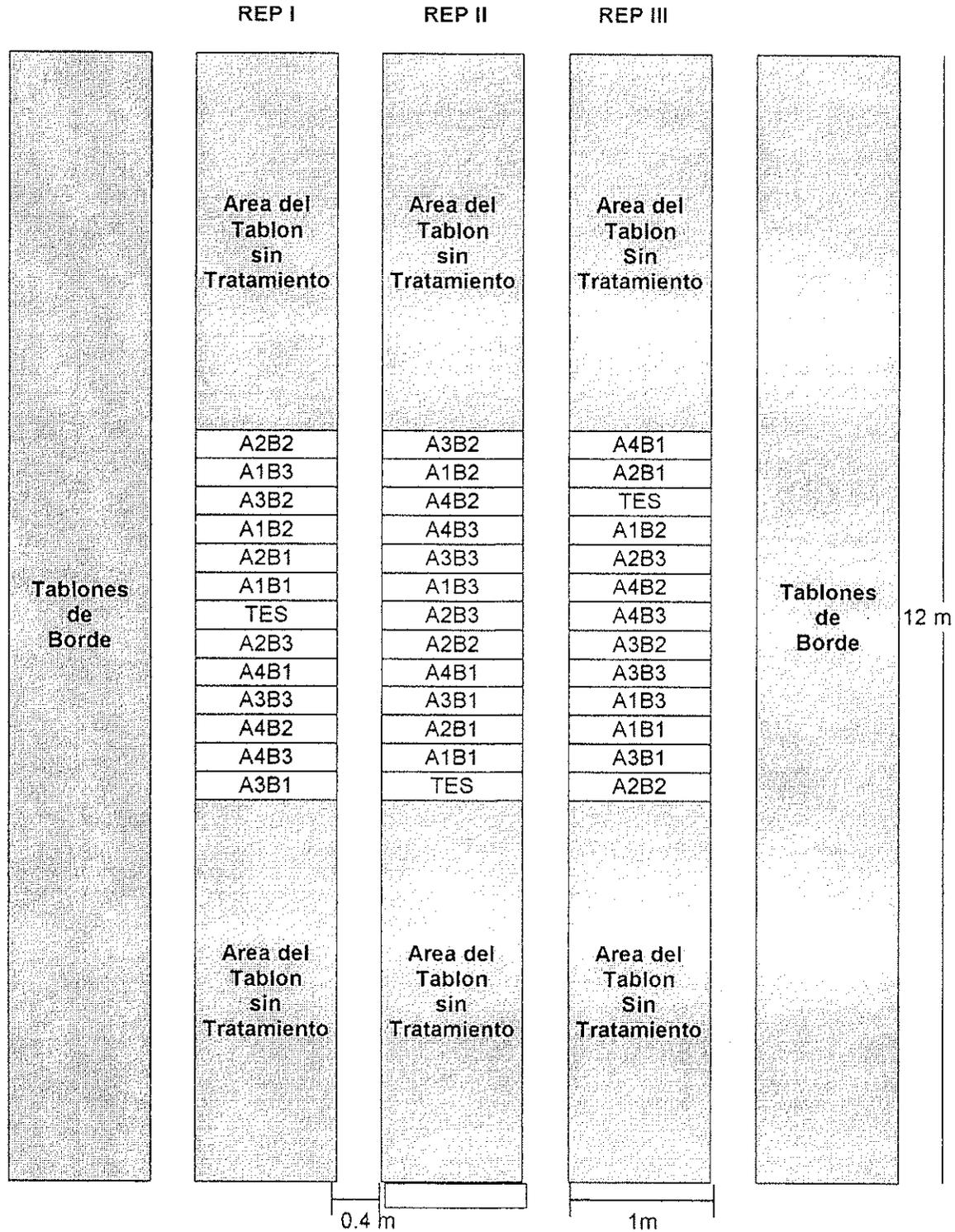
1. ALLARD, R. W. 1978. Principios de la mejora genética de las plantas. 3 ed. España, Omega. p. 276-292
2. BAILEY, L.H. 1949. Manual of cultivated plants. New York, E.E.U.U., MacMillan. p. 972-973, 1012-1013.
3. BERGAMINI, G.; MULCAHY, D.L. 1982. A comparison of pollen tube growth in bi and trinucleate pollen. *In: Biology and implication for plant breeding*. Lake Garda, Italia. p. 128.
4. BIDWELL R., G.S. 1979. Fisiología vegetal. México, AGT Editor. p. 442-443.
5. CÁCERES, A.; SAMAYOA, B. 1979. Tamizaje de la actividad antibacteriana de plantas usadas en Guatemala para el tratamiento de afecciones gastrointestinales. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. p.215
6. CRONQUIST, A. 1982. Botánica básica. 4 ed. México, Continental . p. 505, 523-525.
7. DUMAS, D., et. al. 1984. Emerging physiological concepts in fertilization. What's new in plant physiology. (E.E.U.U.) 15:17-20
8. DUMAS, D.; KNOX, R.B.; CLARKE, A. 1985. Pollination and cellular recognition. outlook on agriculture. (E.E.U.U.) 14(2): 68-77
9. FUENTES, V.J. 1983. Híbrido de sorgo de grano rojo ICTA-450. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas . p. 2-11.
10. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1978 Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala, Tipografía Nacional. v. 4
11. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. 1988. Atlas climatológico de la República de Guatemala. p. 30
12. JOHRI, B.M. 1982. Experimental embryology of vascular plants. New York, E.E. U.U., Berlin Heidelberg Inc. 273 p.
13. MC GREGOR, S.E. 1981. Insect pollination of cultivated crop plants. Arizona, E.E.U.U., Apiculturist retired, Agricultural Research Service, Western Region. p. 15-24.
14. MULCAHY, D.; BERGAMINI M, G. 1987. The effects of pollen competition. American Scientist, (E.E.U.U.) 75:44-50.

15. SAENZ DE R., C. 1978. Polen y esporas. Madrid, España, H.Blume Ediciones. p. 15-19, 45-48.
16. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1989. Clasificación del reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. Pedro Tirano Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. p. 297-327.
17. SHIVANNA K., R. 1982. Pollen-pistil interaction and control of fertilization. In: Experimental embryology of vascular plants. New York, E.E.U.U., Springer-Verlag. 273 p.
18. STANLEY, P.C. 1946. Flora de Guatemala. Chicago, E.E.U.U., Natural history museum. v. 24, pt. 12, p. 379-383
19. STANLEY, R.G.; LINSKENS, H.F. 1974. Pollen biology. New York, E.E.U.U., Biochemistry & Manangement, Springer Verlag. p. 307.
20. STEEL, R.G.D. 1989. Bioestadística: Principios y procedimientos. Trad. Ricardo Martínez B. México, Graw Hill. 622 p.
21. TAY, K. 1995. Producción de semilla híbrida de Marigold. Primer informe parcial. Guatemala, Mayacrops, S.A. 34 p.
22. ----- 1995. Producción de semilla híbrida de Marigold. Segundo informe parcial. Guatemala, Mayacrops, S.A. 56 p.
23. ----- 1995. Producción de semilla híbrida de Marigold. Tercer informe parcial. Guatemala, Mayacrops, S.A. 55 p.
24. ----- 1996. Manual de producción de semilla híbrida de Marigold. Guatemala, Mayacrops, S.A. 100 p.
25. WINKELMAN D., et. al. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México, Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo. Folleto de Información No. 27. 56 p.

Vo. Bº



ANEXO



Cuadro No.13A

Distribución de los tratamientos y sus repeticiones

Cuadro No. 14A Datos de campo de la variables evaluadas en *Tagetes erecta* P-702-1 Disco-very Orange

TRATAMIENTO		CANTIDAD DE AQUENIOS			PORCENTAJE GERMINACION		PESO DE AQUENIOS EN GRAMOS			PROMEDIO		
DESCRIPCION	CODIGO	I	II	III	I	II	I	II	III	Cant.	Germi	Peso
Testigo	TES	912	830	835	88	96	1.80	1.50	1.50	859	92	1.60
Leche 25%	A1B1	712	671	630	70	70	1.70	1.41	1.20	671	70	1.44
Leche 50%	A1B2	690	828	759	84	84	1.20	1.48	1.34	759	84	1.34
Leche 75%	A1B3	656	673	769	88	92	1.50	1.68	1.70	699	90	1.63
Gelatina 25%	A2B1	519	535	550	92	96	1.31	1.04	1.35	535	94	1.23
Gelatina 50%	A2B2	658	635	611	92	88	1.70	1.31	1.66	635	90	1.56
Gelatina 75%	A2B3	888	806	723	92	84	1.85	1.81	1.64	806	88	1.77
Harina Arroz 25%	A3B1	240	195	120	76	80	1.00	0.90	0.75	185	78	0.88
Harina Arroz 50%	A3B2	218	160	190	84	88	0.98	0.40	0.55	189	86	0.64
Harina Arroz 75%	A3B3	120	102	135	96	100	0.32	0.25	0.70	119	98	0.42
Portulaca 25%	A4B1	655	628	601	92	92	1.33	1.04	1.18	628	92	1.18
Portulaca 50%	A4B2	750	1123	999	80	88	1.68	1.83	2.35	957	84	1.95
Portulaca 75%	A4B3	570	595	545	88	84	1.11	1.40	1.22	570	86	1.24

Cuadro No. 15A Datos de campo de la variables evaluadas en *Tagetes erecta* P-704-0 Discovery Yellow

TRATAMIENTO		CANTIDAD DE AQUENIOS			PORCENTAJE GERMINACION		PESO DE AQUENIOS EN GRAMOS			PROMEDIOS		
DESCRIPCION	CODIGO	I	II	III	I	II	I	II	III	Cant.	Germi	Peso
Testigo	TES	688	588	585	92	92	1.83	1.25	1.18	620	92	1.42
Leche 25%	A1B1	838	708	773	84	84	1.83	1.50	1.59	773	84	1.64
Leche 50%	A1B2	717	720	713	80	80	1.71	1.75	1.33	717	80	1.60
Leche 75%	A1B3	744	613	525	84	88	1.66	1.37	1.25	627	86	1.43
Gelatina 25%	A2B1	205	393	299	88	92	0.43	0.83	0.85	299	90	0.70
Gelatina 50%	A2B2	898	813	950	84	88	2.23	1.80	1.55	887	86	1.86
Gelatina 75%	A2B3	400	330	470	76	80	0.82	0.68	1.00	400	78	0.83
Harina Arroz 25%	A3B1	645	438	505	80	84	1.58	1.70	1.15	529	82	1.48
Harina Arroz 50%	A3B2	304	338	270	76	80	0.71	0.80	0.68	304	78	0.73
Harina Arroz 75%	A3B3	158	210	184	88	84	0.40	0.48	0.44	184	86	0.44
Portulaca 25%	A4B1	390	478	434	80	80	0.85	1.15	1.02	434	80	1.01
Portulaca 50%	A4B2	595	620	645	96	92	1.40	1.44	1.60	620	94	1.48
Portulaca 75%	A4B3	569	620	518	84	88	1.38	1.63	1.33	569	86	1.45

Cuadro No.16A Datos de campo de la variables evaluadas en *Tagetes erecta* P-772-0 Discovery Orange All Season

TRATAMIENTO		CANTIDAD DE AQUENIOS			PORCENTAJE GERMINACION		PESO DE AQUENIOS EN GRAMOS			PROMEDIOS		
DESCRIPCION	CODIGO	I	II	II	I	II	I	II	II	Cant.	Germi	Peso
Testigo	TES	832	692	762	100	96	2.27	1.76	1.76	762	98	1.93
Leche 25%	A1B1	675	757	716	88	92	1.65	1.89	1.89	716	90	1.81
Leche 50%	A1B2	560	593	528	84	88	1.62	1.81	1.23	560	86	1.55
Leche 75%	A1B3	428	302	177	92	92	1.25	0.80	0.68	302	92	0.91
Gelatina 25%	A2B1	504	451	472	96	92	1.08	1.08	1.24	476	94	1.13
Gelatina 50%	A2B2	561	420	490	96	100	1.29	0.87	1.21	490	98	1.12
Gelatina 75%	A2B3	513	607	517	92	96	1.12	1.40	1.15	546	94	1.22
Harina Arroz 25%	A3B1	637	671	705	88	88	1.65	1.43	1.77	671	88	1.62
Harina Arroz 50%	A3B2	175	153	197	84	88	0.40	0.36	0.49	175	86	0.42
Harina Arroz 75%	A3B3	289	317	345	92	88	0.72	1.13	0.88	317	90	0.91
Portulaca 25%	A4B1	775	712	744	80	88	1.77	1.55	1.79	744	84	1.70
Portulaca 50%	A4B2	592	650	709	92	88	1.76	1.55	1.67	650	90	1.66
Portulaca 75%	A4B3	780	691	735	88	92	1.84	1.31	1.70	735	90	1.62

Cuadro No. 17A Datos de campo de la variables evaluadas en *Tagetes erecta* P-774-0 Discovery Yellow All Season

TRATAMIENTO		CANTIDAD DE AQUENIOS			PORCENTAJE GERMINACION		PESO DE AQUENIOS EN GRAMOS			PROMEDIOS		
DESCRIPCION	CODIGO	I	II	II	I	II	I	II	II	Cant.	Germi	Peso
Testigo	TES	1108	1095	1121	84	92	2.97	2.70	2.63	1108	88	2.77
Leche 25%	A1B1	734	807	662	92	96	1.62	1.82	1.58	734	94	1.67
Leche 50%	A1B2	652	800	739	88	88	1.76	1.75	1.69	730	88	1.73
Leche 75%	A1B3	796	698	600	80	84	1.70	1.60	1.27	698	82	1.52
Gelatina 25%	A2B1	1176	1326	1023	100	100	2.66	3.13	2.50	1175	100	2.76
Gelatina 50%	A2B2	1245	1143	1127	88	100	2.75	2.14	2.78	1172	94	2.56
Gelatina 75%	A2B3	1420	1263	1340	88	92	3.45	2.81	3.27	1341	90	3.18
Harina Arroz 25%	A3B1	484	471	458	84	92	1.34	0.99	1.24	471	88	1.19
Harina Arroz 50%	A3B2	512	675	594	96	96	1.22	1.52	1.13	594	96	1.29
Harina Arroz 75%	A3B3	86	72	57	80	84	0.21	0.18	0.13	72	82	0.17
Portulaca 25%	A4B1	647	850	749	92	96	1.61	2.03	1.47	749	94	1.70
Portulaca 50%	A4B2	1110	1101	1134	92	96	2.54	2.80	2.78	1115	94	2.71
Portulaca 75%	A4B3	751	734	768	100	96	1.65	1.74	1.78	751	98	1.72

Cuadro No. 18A Resumen del análisis de varianza para la variable cantidad de aquenios del cultivar de *T. erecta* P-702-1 Discovery Orange

Fuente	DF	SC	CM	F	Pr > F
Tratamientos	12	2561773.692	213481.141	44.69	0.0001
Error	26	124188.000	4776.462		
Total	38	2685961.692			
R-Cuadrada		C.V.	Raiz MSE		Media
0.953764		11.80314	69.11195		585.538462

Cuadro No. 19A Resumen del análisis de varianza para la variable peso en gramos de los aquenios del cultivar de *Tagetes erecta* P-702-1 Discovery Orange

Fuente	DF	SC	CM	F	Pr > F
Tratamientos	12	6.96634359	0.58052863	13.90	0.0001
Error	26	1.08573333	0.04175897		
Total	38	8.05207692			
R-Cuadrado		C.V.	Raiz MSE		Media
0.865161		15.72855	0.204350		1.29923077

Cuadro No. 20A Resumen del análisis de varianza para la variable % de germinación de los aquenios del cultivar de *Tagetes erecta* P-702-1 Discovery Orange

Fuente	DF	SC	CM	F	Pr > F
Tratamientos	12	1257.846	104.82	8.96	0.0002
Error	13	152.000	11.69		
Total	25	1409.846			
R-Cuadrado		C.V.	Raiz MSE		Media
0.892187		3.926875	3.4194		87.0769

Cuadro No. 21A Resumen del análisis de varianza para la variable cantidad de aquenios del cultivar de *Tagetes erecta* P-704-0 Discovery Yellow

Fuente	DF	SC	CM	F	Pr > F
Tratamientos	12	1495348.00	124612.33	28.68	0.0001
Error	26	112974.67	4345.18		
Total	38	1608322.67			
R-Cuadrada		C.V.	Raiz MSE		Media
0.93		12.31	65.92		535.67

Cuadro No. 22A Resumen del análisis de varianza para la variable peso en gramos de los aquenios del cultivar de *Tagetes erecta* P-704-0 Discovery Yellow

Fuente	DF	SC	CM	F	Pr > F
Tratamientos	12	6.91	0.575	12.40	0.0001
Error	26	1.21	0.046		
Total	38	8.16			
R-Cuadrado		C.V.	Raiz MSE		Media
0.85		17.44	0.21		1.23

Cuadro No. 23A Resumen del análisis de varianza para la variable % de germinación de los aquenios del cultivar de *Tagetes erecta* P-704-0 Discovery Yellow

Fuente	DF	SC	CM	F	Pr > F
Tratamientos	12	632.62	52.72	9.52	0.0001
Error	13	72.000	5.54		
Total	25	704.62			
R-Cuadrado		C.V.	Raiz MSE		Media
0.897817		2.776236	2.353394		84.769

Cuadro No. 24A Resumen del análisis de varianza para la variable cantidad de achenios del cultivar de *Tagetes erecta* P-772-0 Discovery Orange All Season

Fuente	DF	SC	CM	F	Pr>F
Tratamientos	12	1303574.103	108631.175	34.69	0.0001
Error	26	81429.333	3131.897		
Total	38	1385003.436			
R-Cuadrada		C.V.	Raiz MSE		Media
0.941206		10.18275	55.96336		549.589744

Cuadro No. 25A Resumen del análisis de varianza para la variable peso en gramos de los achenios del cultivar de *Tagetes erecta* P-772-0 Discovery Orange All Season

Fuente	DF	SC	CM	F	Pr>F
Tratamientos	12	6.97482564	0.58123547	13.82	0.0001
Error	26	1.09333333	0.04205128		
Total	38	8.06815897			
R-Cuadrado		C.V.	Raiz MSE		Media
0.864488		15.14104	0.205064		1.35435897

Cuadro No. 26A Resumen del análisis de varianza para la variable % de germinación de los achenios del cultivar de *Tagetes erecta* P-772-0 Discovery Orange All Season

Fuente	DF	SC	CM	F	Pr>F
Tratamientos	12	456.6153846	38.0512821	4.42	0.0062
Error	13	112.000	8.6153846		
Total	25	568.6153846			
R-Cuadrado		C.V.	Raiz MSE		Media
0.803030		3.233692	2.935198		90.7692308

Cuadro No. 27A Resumen del análisis de varianza para la variable cantidad de achenios del cultivar de *Tagetes erecta* P-774-0 Discovery Yellow All Season

Fuente	DF	SC	CM	F	Pr>F
Tratamientos	12	4392180.359	366015.030	66.38	0.0001
Error	26	143358.000	5513.769		
Total	38	4535538.359			
R-Cuadrada		C.V.	Raiz MSE		Media
0.968392		9.013744	74.25476		823.794872

Cuadro No. 28A Resumen del análisis de varianza para la variable peso en gramos de los achenios del cultivar de *Tagetes erecta* P-774-0 Discovery Yellow All Season

Fuente	DF	SC	CM	F	Pr>F
Tratamientos	12	25.05217436	2.08768120	42.84	0.0001
Error	26	1.2671333	0.04873590		
Total	38	26.31930769			
R-Cuadrado		C.V.	Raiz MSE		Media
0.951855		11.48882	0.220762		1.92153846

Cuadro No. 29A Resumen del análisis de varianza para la variable % de germinación de los achenios del cultivar de *Tagetes erecta* P-774-0 Discovery Yellow All Season

Fuente	DF	SC	CM	F	Pr>F
Tratamientos	12	758.1538462	63.1794872	4.28	0.0072
Error	13	192.000	14.7692308		
Total	25	950.1538462			
R-Cuadrado		C.V.	Raiz MSE		Media
0.797927		4.205386	3.843076		91.3846154

Cuadro No. 30A Peso en gramos de las sustancias utilizadas en la mezcla para la polinización y cantidad de cabezuelas cosechadas en cada uno de los tratamientos del cultivar de *T. erecta* P-702-1

TRATAMIENTO	gr/mezcla sobrante	Gramos consumidos de			Cabezuelas cosechadas por Tratamiento			
		Mezcla	polen	Agente	I	II	III	Total
Testigo	3.26	18.74	18.74	0.00	323	268	234	825
Leche 25%	8.02	9.98	7.49	2.50	130	102	114	346
Leche 50%	7.38	10.62	5.31	5.31	141	100	89	330
Leche 75%	6.43	11.57	2.89	8.68	107	119	111	337
Gelatina 25%	8.91	9.09	6.82	2.27	130	136	62	328
Gelatina 50%	7.61	10.39	5.20	5.20	115	110	128	353
Gelatina 75%	7.04	10.96	2.74	8.22	138	95	98	331
Harina Arroz 25%	9.00	9.00	6.75	2.25	134	87	102	323
Harina Arroz 50%	6.18	11.82	5.91	5.91	113	149	94	356
Harina Arroz 75%	4.37	13.63	3.41	10.22	142	151	105	398
Portulaca 25%	9.07	8.93	6.70	2.23	138	151	127	416
Portulaca 50%	8.67	9.33	4.67	4.67	103	145	156	404
Portulaca 75%	9.15	8.85	2.21	6.64	107	136	134	377

Cuadro No. 31A Peso en gramos de las sustancias utilizadas en la mezcla para la polinización y cantidad de cabezuelas cosechadas en cada uno de los tratamientos del cultivar de *T. erecta* P-704-0

TRATAMIENTO	Gr/mezcla Sobrante	Gramos consumidos de			Cabezuelas cosechadas por repetición			
		mezcla	polen	Agente	I	II	III	Total
Testigo	9.17	6.33	6.33	0.00	56	76	101	233
Leche 25%	7.41	5.59	4.19	1.40	48	50	32	130
Leche 50%	6.39	6.61	3.31	3.31	42	40	50	132
Leche 75%	4.37	8.63	2.16	6.47	40	48	81	169
Gelatina 25%	7.96	5.04	3.78	1.26	24	46	56	126
Gelatina 50%	7.78	5.22	2.61	2.61	41	42	41	124
Gelatina 75%	6.91	6.09	1.52	4.57	33	61	38	132
Harina Arroz 25%	6.52	6.48	4.86	1.62	79	71	52	202
Harina Arroz 50%	6.71	6.29	3.15	3.15	58	48	34	140
Harina Arroz 75%	6.09	6.91	1.73	5.18	40	63	48	151
Portulaca 25%	8.90	4.10	3.08	1.03	49	42	40	131
Portulaca 50%	8.74	4.26	2.13	2.13	44	56	48	148
Portulaca 75%	9.11	3.89	0.97	2.92	38	39	55	132

Cuadro No. 32A Peso en gramos de las sustancias utilizadas en la mezcla para la polinización y cantidad de cabezuelas cosechadas en cada uno de los tratamientos del cultivar de *T. erecta* P-772-0

TRATAMIENTO	gr/mezcla sobrante	Gramos consumidos de			Cabezuelas cosechadas por repetición			
		mezcla	polen	Agente	I	II	III	Total
Testigo	3.90	12.10	12.10	0.00	97	178	259	534
Leche 25%	6.90	9.10	6.83	2.28	66	59	98	223
Leche 50%	8.88	7.12	3.56	3.56	62	59	83	204
Leche 75%	5.50	10.50	2.63	7.88	65	81	76	222
Gelatina 25%	8.77	7.23	5.42	1.81	66	83	94	243
Gelatina 50%	9.57	6.43	3.22	3.22	61	62	63	186
Gelatina 75%	5.96	10.04	2.51	7.53	76	88	84	248
Harina Arroz 25%	8.03	7.97	5.98	1.99	67	66	84	217
Harina Arroz 50%	6.31	9.69	4.85	4.85	74	59	80	213
Harina Arroz 75%	5.27	10.73	2.68	8.05	74	77	69	220
Portulaca 25%	8.28	7.72	5.79	1.93	49	97	88	234
Portulaca 50%	7.25	8.75	4.38	4.38	87	62	106	255
Portulaca 75%	7.80	8.20	2.05	6.15	68	97	67	232

Cuadro No. 33A Peso en gramos de las sustancias utilizadas en la mezcla para la polinización y cantidad de cabezuelas cosechadas en cada uno de los tratamientos del cultivar de *T. erecta* P-774-0

TRATAMIENTO	gr/mezcla sobrante	Gramos consumidos de			Cabezuelas cosechadas por repetición			
		mezcla	polen	Agente	I	II	III	Total
Testigo	0.83	20.17	20.17	0.00	222	294	235	751
Leche 25%	8.76	11.74	8.81	2.94	144	89	80	313
Leche 50%	6.34	14.16	7.08	7.08	150	120	97	367
Leche 75%	5.12	15.38	3.85	11.54	160	126	91	377
Gelatina 25%	9.56	10.94	8.21	2.74	127	93	102	322
Gelatina 50%	8.12	12.38	6.19	6.19	125	106	123	354
Gelatina 75%	6.95	13.55	3.39	10.16	75	93	122	290
Harina Arroz 25%	8.25	12.25	9.19	3.06	116	104	136	356
Harina Arroz 50%	5.85	14.65	7.33	7.33	121	120	101	342
Harina Arroz 75%	5.19	15.31	3.83	11.48	121	112	109	342
Portulaca 25%	9.88	10.62	7.97	2.66	143	138	104	385
Portulaca 50%	10.52	9.98	4.99	4.99	158	158	85	401
Portulaca 75%	10.89	9.61	2.40	7.21	129	91	131	351

Cuadro No. 34A Presupuesto parcial de los tratamientos estudiados para el cultivar de *Tagetes erecta* P-702-1

TRATAMIENTO	Costo Total en Q.		C.V.T	REND. GRAMOS	P.V.	BENEFICIO		
	Polen	Agentes				BRUTO	NETO	NETO/GR
Gelatina 75%	25.78	0.16	25.95	9.75	11.17	108.86	82.92	8.51
Leche 75%	27.22	0.35	27.57	9.14	11.17	102.05	74.49	8.15
Gelatina 50%	48.88	0.10	48.99	9.16	11.17	102.30	53.31	5.82
Portulaca 50%	43.90	41.99	85.88	13.15	11.17	146.91	61.03	4.64
Leche 50%	49.97	0.21	50.18	7.37	11.17	82.32	32.14	4.36
Testigo	176.34	0.00	176.34	22.00	11.17	245.74	69.40	3.15
Leche 25%	70.43	0.10	70.53	8.28	11.17	92.54	22.01	2.66
Gelatina 25%	64.15	0.05	64.20	6.74	11.17	75.31	11.11	1.65
Portulaca 25%	63.02	20.09	83.12	8.20	11.17	91.64	8.53	1.04
Portulaca 75%	20.82	59.74	80.56	7.81	11.17	87.26	6.71	0.86
Harina Arroz 75%	32.06	0.12	32.19	2.81	11.17	31.37	-0.82	-0.29
Harina Arroz 25%	63.52	0.03	63.54	4.76	11.17	53.12	-10.43	-2.19
Harina Arroz 50%	55.61	0.07	55.68	3.82	11.17	42.64	-13.05	-3.42

Cuadro No. 35A Presupuesto parcial de los tratamientos estudiados para el cultivar de *Tagetes erecta* P-704-0

TRATAMIENTO	Costo Total en Q.		C.V.T	REND. GRAMOS	P.V.	BENEFICIO		
	Polen	Agentes				BRUTO	NETO	NETO/GR
Leche 75%	20.30	0.26	20.56	4.02	11.17	44.89	24.33	6.05
Gelatina 50%	24.56	0.05	24.61	3.84	11.17	42.94	18.33	4.77
Gelatina 75%	14.33	0.09	14.42	1.83	11.17	20.48	6.06	3.31
Leche 50%	31.10	0.13	31.23	3.51	11.17	39.24	8.00	2.28
Harina Arroz 25%	45.73	0.02	45.75	4.97	11.17	55.53	9.78	1.97
Portulaca 50%	20.04	19.17	39.21	3.65	11.17	40.78	1.56	0.43
Testigo	59.57	0.00	59.57	5.51	11.17	61.60	2.03	0.37
Leche 25%	39.45	0.06	39.51	3.55	11.17	39.69	0.18	0.05
Portulaca 75%	9.15	26.26	35.41	3.18	11.17	35.55	0.14	0.04
Harina Arroz 75%	16.26	0.06	16.32	1.11	11.17	12.37	-3.95	-3.57
Portulaca 25%	28.94	9.23	38.16	2.20	11.17	24.55	-13.61	-6.19
Harina Arroz 50%	29.59	0.04	29.63	1.70	11.17	19.03	-10.61	-6.23
Gelatina 25%	35.57	0.03	35.60	1.48	11.17	16.50	-19.10	-12.93

Cuadro No. 36A Presupuesto parcial de los tratamientos estudiados para el cultivar de *Tagetes erecta* P-772-0

TRATAMIENTO	Costo Total en Q.		C.V.T	REND. GRAMOS	P.V.	BENEFICIO		
	Polen	Agentes				BRUTO	NETO	NETO/GR
Gelatina 75%	23.62	0.15	23.77	5.06	11.17	56.48	32.71	6.47
Leche 50%	33.50	0.14	33.64	5.28	11.17	58.99	25.35	4.80
Testigo	113.86	0.00	113.86	17.18	11.17	191.87	78.01	4.54
Leche 75%	24.70	0.32	25.02	3.37	11.17	37.61	12.59	3.74
Harina Arroz 75%	25.24	0.10	25.34	3.34	11.17	37.27	11.93	3.58
Gelatina 50%	30.25	0.06	30.32	3.48	11.17	38.90	8.58	2.46
Leche 25%	64.22	0.09	64.31	6.73	11.17	75.14	10.83	1.61
Harina Arroz 25%	56.25	0.02	56.27	5.85	11.17	65.31	9.04	1.55
Portulaca 25%	54.48	17.37	71.85	6.64	11.17	74.20	2.35	0.35
Gelatina 25%	51.03	0.04	51.06	4.59	11.17	51.27	0.21	0.05
Portulaca 50%	41.17	39.38	80.54	7.06	11.17	78.80	-1.74	-0.25
Portulaca 75%	19.29	55.35	74.64	6.25	11.17	69.82	-4.82	-0.77
Harina Arroz 50%	45.59	0.06	45.65	1.48	11.17	16.52	-29.13	-19.69

Cuadro No. 37A Presupuesto parcial de los tratamientos estudiados para el cultivar de *Tagetes erecta* P-774-0

TRATAMIENTO	Costo Total en Q.		C.V.T	REND. GRAMOS	P.V.	BENEFICIO		
	Polen	Agentes				BRUTO	NETO	NETO/GR
Gelatina 75%	31.88	0.20	32.08	15.35	11.17	171.50	139.42	9.08
Leche 75%	36.18	0.46	36.64	9.57	11.17	106.91	70.27	7.34
Gelatina 50%	58.25	0.12	58.37	15.08	11.17	168.49	110.12	7.30
Portulaca 50%	46.96	44.91	91.87	18.09	11.17	202.06	110.19	6.09
Gelatina 25%	77.21	0.05	77.26	14.83	11.17	165.65	88.39	5.96
Testigo	189.80	0.00	189.80	34.63	11.17	386.81	197.01	5.69
Leche 50%	66.62	0.28	66.91	10.60	11.17	118.43	51.52	4.86
Portulaca 75%	22.61	64.87	87.48	10.08	11.17	112.61	25.14	2.49
Portulaca 25%	74.95	23.90	98.85	10.93	11.17	122.08	23.24	2.13
Harina Arroz 50%	68.93	0.09	69.02	7.35	11.17	82.13	13.12	1.78
Leche 25%	82.86	0.12	82.97	8.73	11.17	97.51	14.53	1.66
Harina Arroz 25%	86.45	0.04	86.49	7.06	11.17	78.87	-7.62	-1.08
Harina Arroz 75%	36.02	0.14	36.15	0.99	11.17	11.04	-25.12	-25.42

Cuadro No. 38A

Análisis de dominancia para los diferentes tratamientos estudiados del cultivar de *Tagetes erecta* P-702-1

TRATAMIENTO	BN	CVT	
Gelatina 75%	82.92	25.95	ND
Leche 75%	74.49	27.57	D
Harina Arroz 75%	-0.82	32.19	D
Gelatina 50%	53.31	48.99	D
Leche 50%	32.14	50.18	D
Harina Arroz 50%	-13.05	55.68	D
Harina Arroz 25%	-10.43	63.54	D
Gelatina 25%	11.11	64.20	D
Leche 25%	22.01	70.53	D
Portulaca 75%	6.71	80.56	D
Portulaca 25%	8.53	83.12	D
Portulaca 50%	61.03	85.88	D
Testigo	69.40	176.34	D

Cuadro No. 39A

Análisis de dominancia para los diferentes tratamientos estudiados del cultivar de *Tagetes erecta* P-704-0

TRATAMIENTO	BN	CVT	
Gelatina 75%	6.06	14.42	D
Harina Arroz 75%	-3.95	16.32	D
Leche 75%	24.33	20.56	ND
Gelatina 50%	18.33	24.61	D
Harina Arroz 50%	-10.61	29.63	D
Leche 50%	8.00	31.23	D
Portulaca 75%	0.14	35.41	D
Gelatina 25%	-19.10	35.60	D
Portulaca 25%	-13.61	38.16	D
Portulaca 50%	1.56	39.21	D
Leche 25%	0.18	39.51	D
Harina Arroz 25%	9.78	45.75	D
Testigo	2.03	59.57	D

Cuadro No. 40A

Análisis de dominancia para los diferentes tratamientos estudiados del cultivar de *Tagetes erecta* P-772-0

TRATAMIENTO	BN	CVT	
Gelatina 75%	32.71	23.77	ND
Leche 75%	12.59	25.02	D
Harina Arroz 75%	11.93	25.34	D
Gelatina 50%	8.58	30.32	D
Leche 50%	25.35	33.64	D
Harina Arroz 50%	-29.13	45.65	D
Gelatina 25%	0.21	51.06	D
Harina Arroz 25%	9.04	56.27	D
Leche 25%	10.83	64.31	D
Portulaca 25%	2.35	71.85	D
Portulaca 75%	-4.82	74.64	D
Portulaca 50%	-1.74	80.54	D
Testigo	78.01	113.86	ND

Cuadro No. 41A

Análisis de dominancia para los diferentes tratamientos estudiados del cultivar de *Tagetes erecta* P-774-0

TRATAMIENTO	BN	CVT	
Gelatina 75%	139.42	32.08	ND
Harina Arroz 75%	-25.12	36.15	D
Leche 75%	70.27	36.64	D
Gelatina 50%	110.12	58.37	D
Leche 50%	51.52	66.91	D
Harina Arroz 50%	13.12	69.02	D
Gelatina 25%	88.39	77.26	D
Leche 25%	14.53	82.97	D
Harina Arroz 25%	-7.62	86.49	D
Portulaca 75%	25.14	87.48	D
Portulaca 50%	110.19	91.87	D
Portulaca 25%	23.24	98.85	D
Testigo	197.01	189.80	ND



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE CUATRO SUSTANCIAS DILUYENTES-DISPERSANTES DE POLEN PARA PRODUCIR SEMILLA HIBRIDA EN CUATRO CULTIVARES DE MARIGOLD (Tagetes erecta), MEDIANTE POLINIZACION ARTIFICIAL, EN CONDICIONES DE INVERNADERO"

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JOSE EFRAIN SOSA LEONARDO

CARNET No: 9216837

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Francisco J. Vásquez Vásquez
Inga. Agr. Myrna E. Herrera Sosa
Ing. Agr. Eduardo Pretzanzin T.
Ing. Agr. Fernando Rodríguez B.

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

Ing. Agr. Francisco Javier Vásquez Vásquez
ASESOR

Ing. Agr. M.Sc. Alvaro Hernández Dávila
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS



I M P R I M A S E

Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera
DECANO



Control Académico
Archivo
AH/prr.