

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE INCIDEN EN EL
ALMACENAMIENTO Y LA VIABILIDAD DEL POLEN DE MARIGOLD
(*Tagetes erecta L.*) REALIZADO EN LA EMPRESA SYNGENTA FLOWERS,
AMATITLÁN, GUATEMALA. C.A.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a woman in a red and white robe, likely the Virgin Mary, holding a child. Surrounding this central figure are various symbols: a golden dome, a lion rampant, a castle, and two golden columns. The columns are inscribed with the words 'PLUS' and 'ULTRA'. The entire seal is surrounded by a circular border containing the Latin text 'CONSPICUA CAROLINACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CETERAS ORBIS'.

POR

HEIDI MARIA LÓPEZ PÉREZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERA AGRÓNOMA

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADA

GUATEMALA, JULIO, 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. Carlos Eduardo Gálvez Barrios

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL PRIMERO	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. MSc. Oscar Rene Leiva Ruano
VOCAL CUARTO	Br. Lorena Carolina Flores Pineda
VOCAL QUINTO	P. Agr. Josué Antonio Martínez Roque
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

Guatemala, julio 2012

Guatemala, julio 2012

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación titulado:

ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE INCIDEN EN EL
ALMACENAMIENTO Y LA VIABILIDAD DEL POLEN DE MARIGOLD
(*Tagetes erecta L.*) REALIZADO EN LA EMPRESA SYNGENTA FLOWERS
.AMATITLÁN, GUATEMALA.C.A.

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

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Heidi María López Pérez

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Nuestro señor que en su infinita misericordia me ha prestado vida, fortaleza y sabiduría necesaria para culminar mis metas gracias padre por esta bendición y muchas más recibidas en mi vida

VIRGEN MARÍA

Gracias madre por ser mi luz, soporte y la esperanza de mi vida, porque con tu ejemplo he aprendido a ser mejor persona, guíame e ilumíname todos los días de mi vida.

MI MADRE

Silda Pérez por todo el amor y dedicación demostrada en el transcurso de mi vida por ser una madre ejemplo de lucha, trabajo y perseverancia, gracias por darme tu apoyo incondicional para que yo pudiera estar aquí, te amo.

MI PADRE

Rafael López que este logro sea una recompensa por todos tus esfuerzos y sacrificios para que yo pudiera graduarme, eres el mejor padre del mundo gracias por todos tus consejos y enseñanzas de mi vida.

MI ESPOSO

Ing. Felipe Robles gracias por hacerme feliz con tu compañía, por ser mi motivación, por tu apoyo incondicional, paciencia, amor y comprensión gracias por compartir este triunfo conmigo te amo.

MIS BEBES

Felipito y Mariafé son el orgullo de mi vida gracias por ser fuente de inspiración, ustedes son la luz de mis ojos y el motor que me impulsa a seguir adelante Mariafé te espero con el mismo amor que cuando nació tu hermanito ven a llenar nuestra vida de felicidad así como tu hermanito lo hizo que Dios los proteja y los bendiga siempre los amo y este triunfo es para ustedes.

MIS SOBRINOS

Dulce María, gracias por ser una niña dulce, tierna, y cariñosa espero que este triunfo sea un ejemplo a seguir, eres una niña que llena mi vida de orgullo y se que un día lo vas a lograr, a ti Brayan Antonio te esperamos con todo el amor del mundo, que Dios los bendiga y los proteja siempre.

- MIS HERMANOS Rafael de Jesús, Rafael Antonio y Cinthia Maria gracias por su apoyo y cariño que este logro sea una motivación para sus vidas, que Dios los bendiga los quiero con todo mi corazón.
- MIS ABUELOS Aidé Morales (QEPD), Jaime López (QEPD), Ovidio Pérez (QEPD), gracias por protegerme desde donde se encuentran, que Dios los tenga en su santa gloria. A mi abuelita María Pivaral gracias por todo ese amor y ser ejemplo de madre y esposa te quiero mucho que Dios te bendiga y te de fortaleza para estar más tiempo a nuestro lado.
- MIS SUEGROS Ing. Felipe Robles y Lidia de Robles gracias por el cariño, apoyo y comprensión que me han demostrado, por acogerme en su hogar como a una hija los quiero mucho que Dios los bendiga siempre.
- MIS CUÑADAS Licda. Evelyn Robles y Licda. Istar Cuellar gracias por su afecto y cariño que Dios las bendiga.
- MIS PADRINOS Tío Cesar y tía Gladis por su apoyo y cariño por apoyarnos y estar cuando más lo hemos necesitado gracias.
- MIS TIOS Y TIAS Tío Quincho, tía Martita, tío Maco, tía Sheni, tía Blanqui, tía Flory y tío William por haber sido un apoyo para mí y para mis padres en los momentos que mas los necesitamos por ese cariño demostrado durante toda mi vida gracias los quiero mucho.
- A MIS PRIMOS E HIJOS Gracias por su afecto y cariño, por compartir momentos de felicidad los quiero mucho espero que Dios derrame bendiciones en sus familias.
- MIS AMIGOS Licda. Yeimi Pérez, Licda. Nancy Alfaro, Johana Muñoz, Wendy Chávez, Ing.Karen Marroquín y Arq. Patricia Buezo, David, Lauro, Ingrid, Angelita, Warren, Miguelito, Mireya, Claudia, gracias por cada uno de los momentos compartidos, por su cariño y apoyo las quiero mucho y a mis amigos en general que compartieron conmigo a lo largo de mi carrera sin ellos no hubiera sido lo mismo.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A: DIOS	Por guiar mis pasos cada día de mi vida.
VIRGEN MARÍA	Por las bendiciones derramadas durante el transcurso de mi vida.
MIS PADRES	Por sus sabios consejos, apoyo incondicional y sus múltiples esfuerzos para que pudiera culminar la carrera, sin ustedes no hubiera sido posible los amo.
MI ESPOSO	Por su amor, paciencia y por estar a mi lado en esta etapa de mi vida te amo.
MIS HIJOS	Por estar aquí conmigo compartiendo cada día de mi vida esto es para ustedes que son el amor de mi vida, la luz de mis ojos los amo con toda mi alma.
MI SUPERVISOR	Ing. Fernando Rodríguez Bracamontes le doy gracias a Dios que me lo puso en mi camino gracias por ser mi amigo y el mejor supervisor que podría tener lo quiero mucho.
BIBLIOTECA FAUSAC.	Ing. Rolando y don Maquito de quienes recibí apoyo en el transcurso de la carrera.
FACULTAD DE AGRONOMÍA	Gracias por la formación académica brindada. Agradecimientos a cada docente que la integra.
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS	Por abrirme la puerta de esta casa de estudios que siempre la representare con orgullo y responsabilidad.
MIS CATEDRATICOS	Por enseñarnos durante el transcurso de la carrera con cariño, paciencia y dedicación ya que son personas muy preparadas y capacitadas para trasladarnos sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

- MI SUPERVISOR ASESOR Ing. Agr. Fernando Bracamonte por compartir sus conocimientos su tiempo y por la valiosa supervisión durante la elaboración del documento.
- MI ASESOR Ing. Agr. Manuel Martínez por haber sido mi asesor durante la elaboración del documento de investigación y por brindarme su confianza y apoyo durante mi EPS.
- MI CATEDRATICO Ing. Agr. Waldemar Nufio por su ayuda y confianza demostrada a lo largo de mi carrera.
- SYNGENTA FLOWERS Por permitirme la realización de mi EPS y el financiamiento de mi trabajo de investigación en especial a:
- Ing. Agr. Braulio Aguilar por haberme dado la oportunidad de realizar mi trabajo supervisado en la empresa Syngenta Flowers.
- Dr. Fredy Romero por brindarme su apoyo durante mi EPS y por compartir sus conocimientos durante la elaboración del documento.
- Ing. Agr. Ricardo Santizo por haber sido un apoyo en el aprendizaje de manejo de polen en el área de producción.
- Supervisora de producción Lesbia roldan por su amistad y el apoyo brindado durante el EPS y a los trabajadores del área de producción quienes me brindaron de su conocimiento para poder realizar este trabajo de investigación.
- UNIVERSIDAD RURAL Licda. Liduvina Alfaro por abrimme la puerta de esta casa de estudios y haber depositado su confianza en mi gracias.
- Licda. Raquel Mazariegos por la confianza y el apoyo demostrado en este tiempo.
- Licda. Gloria de Barias por el afecto y el apoyo recibido en este tiempo.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO I PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE MARIGOLD	
1.1 Presentación	02
1.2 Marco referencial	03
1.2.1 Descripción general de la empresa	03
1.2.1.6. Características generales de la empresa	05
1.2.1.7 Características de la zona de vida	05
1.2.1.8 Área de trabajo	06
1.3 Objetivos	07
1.3.1 Objetivo General	07
1.3.2 Objetivos Específicos	07
1.4 Metodología	08
1.4.1 Reconocimiento del área	08
1.4.1.4 Descripción del proceso de producción de semilla	09
1.4.1.6 Proceso	09
1.4.1.7 Manejo del polen	10
1.4.1.9 Polinización	11
1.4.2 Eventos post-polinización	12
1.4.2.1 Identificación de las principales limitantes	13
1.4.3 Resultados	14
1.4.3.1 Resumen del manejo del polen	14
1.4.4 conclusiones	16
1.4.5 Recomendaciones	16
1.4.6 Bibliografías	16
CAPÍTULO II	
EVALUACIÓN DE TIEMPO, TEMPERATURA, EMPAQUE Y SECADO EN LA VIDA UTIL DEL POLEN DE MARIGOLD <i>Tagetes erecta</i> L.	
2.1 Presentación	18
2.2 Marco teórico	19
2.2.1 Marco conceptual	19
2.2.1.1 Clasificación Botánica	19
2.2.1.2 Descripción de Marigold <i>Tagetes erecta</i>	20
2.2.1.3 Usos de la planta de Marigold	20
2.2.2 Reproducción sexual en las plantas	20
A) La generación gametofítica	20
B) La generación esporofítica	20
2.2.2.1 Órganos sexuales de la planta	20
A) Pistilo (Gineceo)	20
B) Estilo	20
C) Estigma	21
D) Estambres (androceo)	21
E) Antera	21
F) Saco polínico	22
2.2.3. Polen	22
2.2.3.1 Composición química del polen	24
2.2.3.2 Minerales	24
2.2.3.3 Carbohidratos y paredes celulares	24
2.2.3.4 Ácidos orgánicos, lípidos y esteroides	25

CONTENIDO	PÁGINA
2.2.3.5 Aminoácidos y proteínas	25
2.2.3.6 Grado de madurez del polen	26
2.2.3.7 Incompatibilidad del grano de polen al estigma	26
2.2.3.8 Viabilidad del polen	26
2.2.4 Importancia de almacenamiento del polen	27
2.2.4.1 Porque almacenar y cuál es el objetivo	27
2.2.4.2 Como lograr un almacenamiento adecuado	28
2.2.5 Factores ambientales que afectan el almacenamiento	28
2.2.5.1 Factores físicos	28
A) Humedad relativa del aire	28
B) Temperatura	29
2.2.5.2 Factores químicos	30
2.2.5.3 Factores bióticos	30
A) Características genéticas de la especie	30
B) Longevidad del polen	30
2.2.6 Polinización	30
2.2.6.1 Eventos post- polinización	31
2.2.6.2 Fecundación	31
2.2.6.3 La fertilidad	32
2.2.6.4 Historia pre cosecha del cultivo	33
2.2.3 Marco referencial	34
2.2.3.1 Características de Marigold	35
2.2.4 Objetivos	36
2.2.4.1 Objetivos generales	36
2.4.1.1 Objetivos específicos	36
2.2.5 Hipótesis	36
2.2.6 Metodología	37
2.2.6.1 Proceso de almacenamiento del polen	37
2.2.6.1 Factores de estudio	38
A) Tiempo	38
B) Temperatura	38
C) Tipos de empaque	38
D) Humedad de polen	38
2.2.7 Tratamientos	39
2.2.8 Variable de respuesta	40
2.2.9 Diseño experimental	40
2.2.9.1 Modelo estadístico	40
2.2.9.1.1 Unidad experimental	41
2.2.10 Manejo Agronómico	41
2.2.10.1 Labores previas de almacenamiento	43
2.2.11 Resultados y discusión	44
A) Análisis de varianza de la variedad 1307-3A	44
B) Análisis de varianza de la variedad 1319-3	47
2.2.11.1 Promedios de los factores de almacenamiento	49
2.2.12 Conclusiones	52
2.2.13 Recomendaciones	52
2.2.14 Bibliografías	53
2.2.15 Anexos	55

CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO III	
PROYECTOS PROFESIONALES REALIZADOS EN SYNGENTA FLOWERS.	
3.1. Presentación de informe de proyectos profesionales	57
3.2 EVALUACIÓN DE TIEMPO DE SECADO DEL POLEN DE MARIGOLD PARA SU ALMACENAMIENTO	
3.2.1 presentación	59
3.2.3.1 Objetivos generales	59
3.2.3.2 Objetivos específicos	59
3.2.3 Hipótesis	59
3.2.4 Antecedentes	60
3.2.5 Metodología	60
3.2.5.1 Factores de estudio	60
3.2.5.2 Tratamientos	61
3.2.5.3 Variable de respuesta	61
3.2.5.4 Análisis de la información	61
3.2.5.5 Manejo del experimento	62
3.2.5.6 Diseño experimental	62
3.2.5.7 Unidad experimental	63
3.2.5.8 Puntos a considerar	63
3.3.13 Resultados y discusión	64
A) Análisis de varianza para la variable porcentaje de humedad respecto a las horas de secado variedad 1307-3A.	64
B) Análisis de varianza para la variable porcentaje de humedad respecto a las horas de secado variedad 1318-1A.	67
C) Análisis de varianza para la variable porcentaje de humedad respecto a las horas de secado variedad 1319-3.	69
D) Análisis de varianza de la combinación de las variables Horas de secado vrs las variedades 1307-3A, 1318-1A, y 1319- 3	71
3.3 EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE SECADO DEL POLEN DE MARIGOLD EN RELACIÓN AL PORCENTAJE DE SILICA PARA SU ALMACENAMIENTO	
3.3.1 Presentación	75
3.3.2.1 Objetivos generales	75
3.3.2.2 Objetivos específicos	75
3.3.3 Hipótesis	75
3.3.4 Antecedentes	75
3.3.4.1 Metodología	76
3.3.4.2 Factores de estudio	76
3.3.4.3 Tratamientos	76
3.3.4.4 Variables de respuesta	77
3.3.4.5 Manejo del experimento	77

CONTENIDO	PÁGINA
3.3.4.6 Diseño Experimental	78
3.3.4.7 Unidad experimental	78
3.3.4.8 Punto a considerar	78
3.3.4.9 Análisis de la información	78
3.3.5 Resultados y su discusión	79
A) Análisis de varianza para la variable porcentaje de humedad respecto a los porcentajes de silica relación polen de la variedad 1307-3A.	79
3.3.6 Conclusiones	81
3.3.7 Recomendaciones	81
ÍNDICE DE FIGURAS	
1-1 Invernadero planta madre	9
1-2 Invernadero planta polen	9
1-3 Planta polen	10
1-4 Succión planta polen	10
1-5 Hermético y sobre identificado	11
1-6 Hielera con dos cubos para enfriar en invernadero	11
1-7 Hermético almacenado en bodega de polen	11
1-8 Planta madre polinizado	12
1-9 Cosecha de inflorescencia	12
1-10 Semilla recolectada y cortada	13
1-11 Conteo de semilla	13
1-12 Diagrama de Pareto	15
2-2. Microgametogénesis	22
2-3 Polen trinucleado	23
2-4 Polen binucleado	23
2-5 Gametofito masculino	23
2-6 Germinación del grano de polen.	32
2-7 Temperatura 7°C	34
2-8 Temperatura -5°C	34
2-9 Proceso de almacenamiento del polen de Marigold.	37
3-1 Porcentaje de humedad en relación a las horas de secado.	66
3-2 Variable semillas por inflorescencia en relación a las horas de secado.	66
3-3 Porcentaje de humedad en relación a las horas de secado.	68
3-4 Variable semillas por inflorescencia en relación a las horas de secado	86
3-5 Porcentaje de humedad en relación a las horas de secado.	70
3-6 Variable semillas por inflorescencia en relación a las horas de secado	70
3-7 Comportamiento de la reducción del porcentaje de humedad de tres horas de secado de las variedades 1307-3A, 1318-1A, y 1319-3.	73
3-8 Comportamiento del cuajado de semillas por inflorescencia en relación a las horas de secado de las variedades 1307-3A, 1318-1A, y 1319-3.	73
3-9 Resultados obtenidos del comportamiento del porcentaje de humedad en relación a los porcentajes de silica gel de la variedad 1307-3A.	80

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PÁGINA
1-1 Resumen del manejo del polen	14
2-1 Condiciones de almacenamiento del polen trinucleado.	27
2-2 Distribución de los tratamientos evaluados.	39
2-3 Comportamiento del cultivo de Marigold en época seca y en época lluviosa.	42
2-4 Fechas de siembra plantas madres de las variedades 1307-3A - 1319-3	42
2-5 Resumen del análisis de varianza para el rendimiento de número de semillas por inflorescencia de la variedad (1307-3A)	44
2-6 Resultados de la prueba de comparación de medias (tukey) para la tercera interacción de almacenamiento, días y secado de la variable semillas por inflorescencia (1307-3A)	45
2-7 Resultados de la prueba de comparación de medias (tukey) para la tercera interacción de temperatura, días y secado de la variable semillas por inflorescencia (1307-3A)	46
2-8 Resumen del análisis de varianza para el rendimiento de número de semillas por inflorescencia de la variedad (1319-3)	47
2-9 Resultados de la prueba de comparación de medias (tukey) para la cuarta interacción de almacenamiento temperatura, días y secado de la variable semillas por inflorescencia (1307-3A)	48
2-10 Índice de promedio de almacenamiento	49
2-11 Índice de promedio de temperatura.	49
2-12 índice de promedio de días de almacenamiento.	50
2-13 Índice de secado de almacenamiento del polen	51
2-14 Resumen del arreglo de los tratamientos y las combinaciones para las variedades (1307-3-A y 1319-3)	55
3-1 Distribución de los tratamientos evaluados.	61
3-2 Resumen del cuadro de distribución de los tratamientos en relación a la humedad del polen con la cantidad de semillas por inflorescencia de tres variedades en estudio	64
3-3 Análisis de varianza para la variable porcentaje de humedad en relación a las horas de secado de la variedad 1307-3A.	65

CONTENIDO	PÁGINA
3-4 Resultados de la prueba de comparación de medias(tukey) para la variable porcentaje de humedad en relación a las horas de secado de la variedad 1307-3A.	65
3-5 Análisis de varianza para la variable porcentaje de humedad en relación a las horas de secado de la variedad 1318-1A.	67
3-6 Resultados de la prueba de comparación de medias (tukey) para la variable porcentaje de humedad en relación a las horas de secado de la variedad 1318-1A.	67
3-7 Análisis de varianza para la variable porcentaje de humedad en relación a las horas de secado de la variedad 1319-3.	69
3-8 Resultados de la prueba de comparación de medias (tukey) para la variable porcentaje de humedad en relación a las horas de secado de la variedad 1319-3.	69
3-9 Análisis de varianza para la variable porcentaje de humedad en relación a horas de secado, variedad y horas por variedades 1307-3A, 1318-1A, y 1319- 3.	71
3-10 Resultados de la prueba de comparación de medias (tukey) para la variable porcentaje de humedad en relación a las horas de secado de las variedades 1307-3A, 1318-1A, y 1319- 3	71
3-11 Resultados de la prueba de comparación de medias (tukey) para la variable porcentaje de humedad en relación a las variedades 1307-3A, 1318-1A, y 1319- 3	72
3-12 Resultados de la prueba de comparación de medias (tukey) para la combinación de las variables horas de secado en relación a las variedades 1307-3A, 1318-1A y 1319- 3, relacionado al porcentaje de humedad.	72
3-13 Distribución de los tratamientos evaluados.	76
3-14 Análisis de varianza para la variable porcentaje de humedad relación a los diferentes porcentajes de silica gel respecto a la cantidad del polen de la variedad 1307-3A	79
3-1 5 Resultados de la prueba de comparación de medias (tukey) para la variable porcentaje de humedad en relación a los diferentes porcentajes de silica gel respecto a la cantidad de polen de variedad 1307-3A.	79

RESUMEN

ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE INCIDEN EN EL
ALMACENAMIENTO Y LA VIABILIDAD DEL POLEN DE MARIGOLD
(*Tagetes erecta L.*) REALIZADO EN LA EMPRESA SYNGENTA FLOWERS.
AMATITLÁN, GUATEMALA, C.A.

El presente estudio es resultado del Ejercicio Profesional Supervisado de agronomía realizado en la empresa Syngenta Flowers en el período de agosto de 2009 a mayo de 2010 en el municipio de Amatitlán. Se presenta un informe de cada actividad realizada en la empresa, empezando con un diagnóstico por medio de este obtuvimos información de las principales limitantes en el almacenamiento del polen.

En la diagnóstico se encontraron problemas relacionados con el tiempo de almacenamiento de polen de Marigold *Tagetes erecta L.*, dando origen a la investigación y proyectos profesionales evaluándose el efecto de las condiciones de almacenamiento de temperatura, empaque y secado en base al tiempo para poder prolongar la vida útil del polen y los resultados nos muestran que si se controlar las condiciones de almacenamiento podemos alargar su vida útil hasta 90 días.

Los proyectos profesionales se relacionan con el estudio de tiempo y método de deshidratación del polen que es uno de los factores más importantes para almacenar el polen a bajas temperaturas, se hicieron diferentes pruebas de secado para llevar el polen a una humedad de 4 por ciento con sus respectivas pruebas de germinación.

De las pruebas que se evaluaron de 3 horas fueron las que dieron mejores resultados en la variedad 1307-3A con porcentajes de 3 por ciento y las variedades 1318-1A y 1319-3 con porcentajes de humedad por debajo de 5 por ciento y en las pruebas de porcentajes de sílica fueron de 40 a 100 por ciento los porcentajes indicados para deshidratar el polen con resultados de 3 a 4 por ciento de humedad lo ideal para almacenar a bajas temperaturas.



1.1 PRESENTACIÓN

El presente diagnóstico se realizó en agosto del año 2009 en las instalaciones de la empresa "Syngenta Flowers C.A. que se dedica al cultivo de flores para la producción de semilla híbrida, para exportación, es una empresa que se preocupa por la calidad de sus productos y por la satisfacción de las demandas de sus clientes alrededor del mundo.

El objetivo es determinar la situación actual del manejo agronómico de las especies con polen trinucleado y la de mayor prioridad en el contexto de la empresa.

Para la formación del diagnóstico se realizó la primera fase que fue un acercamiento con el personal de la empresa seguidamente un reconocimiento en el área de producción y una descripción del área de mayor problema para luego identificar un consenso con los directivos para identificar cuáles eran las limitantes en el manejo de la producción del cultivo con mayor demanda de exportación.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Descripción general de la empresa:

1.2.1.1 Misión de Syngenta Flowers

Ser y sentirnos un ejemplo de producción y exportación de productos en la agricultura no tradicional de Guatemala y el mundo entero.

1.2.1.2 Visión de Syngenta Flowers

Producir la mejor calidad de semilla y esquejes de plantas ornamentales para satisfacer las demandas permanentemente cambiantes de nuestros clientes interesados en forma profunda en la formación, superación y proyección social de nuestro capital humano, así como la conservación, mantenimiento y fortalecimiento de nuestro ambiente.

1.2.1.3 Departamentos y áreas de la empresa

1.2.1.4 La empresa está organizada en departamentos siendo estos

1. Departamento de producción.

Dividido en:

Campo A

Campo B

2. Control de calidad y exportaciones

3. Departamento de operaciones

4. Departamento de cultivo

5. Área de fitomejoramiento y test

6. Departamento de planificación

7. Departamento de investigación y desarrollo

Laboratorio de cultivo de tejidos

Laboratorio de fitopatología

Laboratorio de suelos

8. Departamento administrativo

9. Departamento de recursos humanos

Cafetería

Jardín infantil

Clínicas médicas

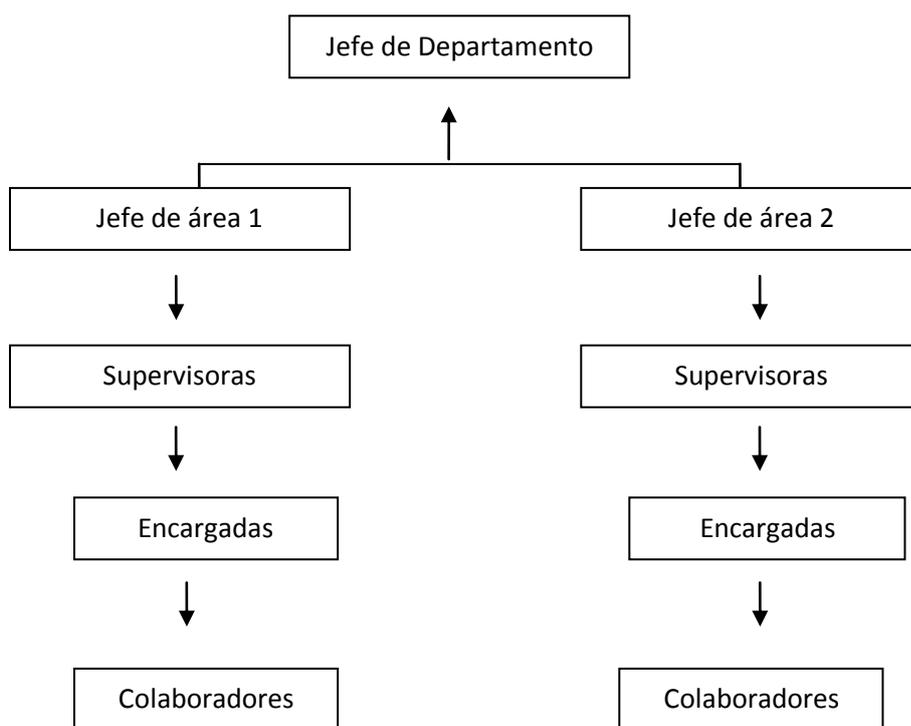
10. Departamento de personal

11. Departamento de compras y suministros

12. Departamento de contabilidad

13. Departamento informática

1.2.1.5 Organigrama de producción



1.2.1.6 Características principales de la empresa Syngenta Flowers S.A.

La Empresa fue fundada en nuestro país en el año 1966, se localiza en el cantón Ingenio, del municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala, a una distancia de 28.5 Kilómetros de la ciudad capital, teniendo acceso por la carretera CA-9 al pacífico, está ubicada geográficamente en las coordenadas, latitud Norte 14° 28'12", longitud Oeste 90° 37'45".

Su elevación sobre el nivel del mar es de 1,218 metros. La zona se caracteriza por una temperatura media de 22°C, con una precipitación media anual de 729.7 mm.

La empresa tiene como actividad principal la producción de semillas de ornamentales para exportación, cuenta con 14 hectáreas de área techada y 31.5 área de área total, actualmente laboran en ella 635 personas en las diferentes áreas.

1.2.1.7 Características de la zona de vida

Su elevación sobre el nivel del mar es de 1,218 metros. La zona se caracteriza por una temperatura media de 22°C, con una precipitación media anual de 729.7 mm.

Se encuentra ubicada en los suelos cauque caracterizados por ser suelos de la planicie central desarrollados sobre material volcánico a mediana altitud presentando un declive de 0 a 5 % y un drenaje através del suelo lento con capacidad de abastecimiento de humedad muy alto, con fertilidad natural alta y sin capas que limitan la penetración de raíces.

1.2.1.8 Área de trabajo

Cuenta con 96 invernaderos los cuales 33 son de cultivo de Marigold.

Los invernadero donde se encuentran las progenitoras femeninas que son los productores de semilla híbrida se sitúa en invernaderos plásticos de 60 metros de largo x 25 metros de ancho y las alturas laterales que van desde 2 a 5 de alto y la central hasta 6 metros fabricados de plástico pigmentado en el techo y paredes de sarán anti trips estos invernaderos poseen un total de 80 bancas de 12m de largo por 1 metro de ancho que son invernaderos (estándar).

Las condiciones ambientales dentro de los invernaderos de producción de progenitor femenino es controlada con termómetros para llevar registros de temperaturas que andan de 20 a 45 ° C y lo ideal que sería de 35 a 42 ° C este control es muy importante ya que llevan control a la hora de polinizar ya que algunas variedades son muy susceptible a altas temperaturas y puede quemarse el estigma al polinizarse a temperaturas de 45°C.

La humedad relativa anda de 50 a 99% y las condiciones ideales para los invernaderos de planta madre es de 70 a 75 %.

La intensidad lumínica en invernaderos de plantas madres es de 1500 – 2000.

La época cronológica del cultivo de planta polen de mejor producción es de enero a abril y la época de mejor producción de planta madre es de agosto a octubre.

Producción: Se cultiva en climas de 18 a 25 °C, con alta humedad relativa y luminosidad, se propaga por semillas y transplante, el período vegetativo es de hasta 120 días, la primera se realiza los 60 días del transplante 60% de las siembras se realiza entre octubre - febrero y la cosecha entre enero - mayo.

1.3 OBJETIVO

1.3.1 Objetivo General

- 1.3.1.1 Realizar un diagnóstico general de la empresa “Syngenta Flowers S.A” y descripción de la la situación actual del área de producción.

1.3.2 Objetivos Específicos

- 1.3.2.1 Conocer las principales actividades que se realizan en el área de producción.
- 1.3.2.2 Conocer las principales especies que se trabajan en el área de producción.
- 1.3.2.3 Identificar el tema de investigación y los servicios que se prestarán en la empresa en el área de producción.

1.4 METODOLOGÍA

Para la elaboración del presente diagnóstico en términos generales se realizaron los siguientes pasos:

1.4.1 Reconocimiento del área

Para ello se realizaron recorridos por las distintas instalaciones de la empresa con el fin de identificar los problemas existentes así como la función y el personal vinculado a las mismas.

- Entrevistas orales a informantes claves
- Información secundaria
- Acceso a los laboratorios
- Acceso a área de producción campo B
- Inmersión al área de trabajo (inducción)/3 semanas
- Fotos

1.4.1.2 Reconocimiento del problema

Con la ayuda del personal de la empresa se procedió a conocer visualmente el principal problema que se produce en la empresa que está ligado al área de producción que es el manejo de polen de Marigold en cuanto a su almacenamiento.

1.4.1.3 Reconocimiento de las especies producidas en Syngenta Flowers

Registrando particularidades en su manejo en las principales especies desde la siembra hasta la cosecha de semillas.

Marigold, Geranio, zinnia, gazanea, eustomas (lisiantus enanos, tulipanes grandes) clavellinas, vincas, dragón, petunia, clavel, cleome, rudbekia, osteos, dalia, nicotian, pentas, platicodon, salvia, calibracoa.

1.4.1.4 Descripción del proceso de producción de semilla híbrida para flores de Marigold *Tagetes erecta*L.

1.4.1.5 Infraestructura necesaria

- Cuotas de producción por la empresa propietaria de del material genético.
- Invernaderos para plantas madres, invernaderos para plantas polen, los de plantas polen pueden ser mas rústicos.
- Sistema de succión (bombas y tuberías).
- Sistemas adecuados de fertirrigación.
- Banco de polen, bodega de semillas (hornos, descoladoras, mesas de gravedad catadoras).

1.4.1.6 Proceso

Durante el proceso de producción de semilla para flores de Marigold para la obtención de semillas de excelente calidad la producción de semilla debe realizarse en invernaderos, este proceso consiste en sembrar las plantas polen y las plantas madres por separado se utiliza una relación de 3 por 1 igual a 3 bancas de plantas polen por una banca de planta madre. La planta polen es la que sirve para fecundar las flores de la plantas madre.

Invernaderos de cultivo de Marigold



Figura 1-1. Invernadero planta madre



Figura1- 2. Invernadero planta polen

Las plantas polen se siembran en bancas de que no posean más de un metro de ancho en el momento que comienza a florecer se hace en las mañanas una selección de plantas que no son del tipo y deben eliminarse del invernadero.

La cosecha del polen se realiza por medio de pipetas a las que se le coloca papel filtro para atrapar polen estas pipetas van conectadas a una tubería de succión.



Figura 1-3. Planta polen



Figura1- 4. Succión planta polen

1.4.1.7 Manejo del polen

El polen se cosecha en horas y días calurosos mediante un sistema de bomba que succiona al vacío que genera una presión de 5 plg Hg. El polen es colectado en papel filtro la cual es colocada en la manguera de succión, debidamente identificadas a los 30 minutos de cosecha se va colectando en polen posteriormente se guarda en sobres debidamente identificados que deben almacenarse en recipientes con silica colocados en hieleras con suficientes hielos. Cuando termina el día se llevan a un banco de polen donde se almacenan en refrigeradores de 5 a 10 °C.



Figura 1-5.
Hermético y
sobre identificado



Figura1- 6.
Hielera con 2 cubos para
enfriar en invernadero



Figura 1-7.
Hermético almacenado
en bodega de polen

Las plantas madres provienen de semillas que han sido seleccionadas genéticamente para ocasionarles androesterilidad (no producen polen) por lo que únicamente producen flores con órganos femeninos (pistilos), en el momento en que Las flores tienen estigma receptivo se procede a realizar la polinización entonces el polen del banco es llevado a los invernaderos en recipientes con silica colocados en hieleras con suficientes hielos y se procede a la polinización que es realizada por brochas fabricadas de pajillas plásticas las que se les coloca cáñamo y lana al igual que en las plantas polen deben eliminarse todas las plantas que no son del tipo en especial las fértiles.

1.4.1.9 Polinización

Polinización es el proceso de transferencia del polen desde los estambres hasta el estigma o parte receptiva del estigma de las flores en las angiospermas donde germinan y fecundan los óvulos de la flor haciendo posible la producción y semilla de los frutos (Dumas; Knox; Clarke, 1985).

La polinización se confunde a menudo con la fecundación aunque son dos procesos distintos el primero es casi siempre condición necesaria del segundo las plantas auto gamas que son las que se auto fecundan lo pueden hacer sin partición de ninguna clase de polen (Dumas; Knox; Clarke, 1985).

1.4.2 Eventos post- polinización

El polen es depositado sobre el estigma; de los cinco a los quince minutos inicia el crecimiento del tubo polínico; penetración del estigma a las cuatro horas con treinta minutos ya hay un crecimiento rápido del tubo polínico en el estilo superior; a las ocho horas con diez minutos hay un crecimiento lento del tubo polínico en el estilo inferior; de las ocho horas con quince minutos a las ocho horas con veinte minutos es la llegada del tubo polínico al ovulo; penetración del micrópilo; a las ocho con veinticinco minutos la penetración del núcleo y aparato filiforme; entrada y descarga del tubo polínico dentro del saco embrionario; a las ocho treinta la fusión de gametos y a los cinco minutos más tarde inicia la fusión nuclear (Dumas; Knox; Clarke, 1985).

Si el proceso de polinización ha sido realizado adecuadamente ocurrirá la fecundación y después del tiempo adecuado, según la variedad se obtendrá la semilla.



Figura1-8. Planta madre polinizada Figura1-9. Cosecha de inflorescencia

Esta debe ser llevada a la bodega de procesamiento donde se siguen algunos pasos de preparación para el embarque, ejemplo secamiento, descolado, selección de peso específico, selección a mano para eliminación de semilla de otro color o forma adecuada y empaques.



Figura 1-10. Semilla recolectada y contada Figura 1-11. Conteo de semilla

La empresa debe realizar una prueba de pureza sembrando una muestra de semilla producida para tener la certeza de que la semilla producida es de excelente calidad.

1.4.2.1 Identificación de las principales limitantes

El polen del cultivo de Marigold es de tipo trinucleado el cual su período de viabilidad es muy corto por este motivo no se ha podido almacenar por no más de veintiuno días, tiempo después la viabilidad del mismo se viene abajo por ser un cultivo importante en cuanto al área de producción se trata de encontrar un tipo de almacenamiento que en condiciones optimas de temperatura se pueda lograr el mayor tiempo de viabilidad en almacenado.

1.4.3 RESULTADOS

Siguiendo el análisis de Pareto se encontraron las fallas que se muestran en el cuadro 1-1 y figura 1-12.

Cuadro no 1-1. Resumen del manejo del polen.

Manejo del polen	frecuencia
Cosecha del polen de 8 a 12:00 y 1:00 a 4:00	0
Recolecta del polen a cada 30 minutos	0
Control de polen en sobres debidamente identificados	0
Traslado de polen a cada 4 horas a bodega	0
Control de temperatura en refrigerador en bodega	0
Control de porcentajes de sílica en bodega	0
Pedidos de polen para polinización	0
Se pesa y se mezcla en relación 1:1	0
Traslado de polen a los invernaderos para polinización	0
Control de % sílica en invernadero a 40 %	33.3333333
Control de temperatura en invernadero en hielera	100
Control de humedad en refrigerador en bodega	100
Control de temperatura en hielera	100
Control de humedad en hielera	100
Control de temperatura en invernadero	100
Control de humedad en invernadero	100
Control de tiempo de polinización en invernadero	100

De las principales fallas se presentaron las causas que dan origen a estas fallas:

Control de la temperatura de la hielera en el invernadero

Posibles causas

- Son hieleras que no controlan la temperatura y no hay suficientes termómetros.
- Solución es adquirir suficientes termómetros para el control de la temperatura.

Control de temperatura en el refrigerador en bodega

- No poseen suficiente equipo para llevar el control de la temperatura del polen en el refrigerador.
- Solución es adquirir que tengan termómetros integrados para un mejor control.

Control de humedad en refrigerador

- Son refrigeradores que no poseen control de humedad.
- Solución adquirir refrigeradores con control de humedad integrado.

Control de temperatura en invernadero

- No hay equipo fijo que mantenga control de temperatura dentro del invernadero.
- Comprar termómetros para tener fijos en el invernadero.

Control de humedad en invernadero

- Falta de equipo.
- Adquirir equipo para controlar la humedad en el invernadero.

Control de tiempo de polinización

- No hay control del tiempo de polinización en cuanto a la cantidad de polen recibida por cada colaboradora.
- Tener cronómetros para medir el tiempo a la hora de la polinización para no tener el polen por más de 30 minutos.

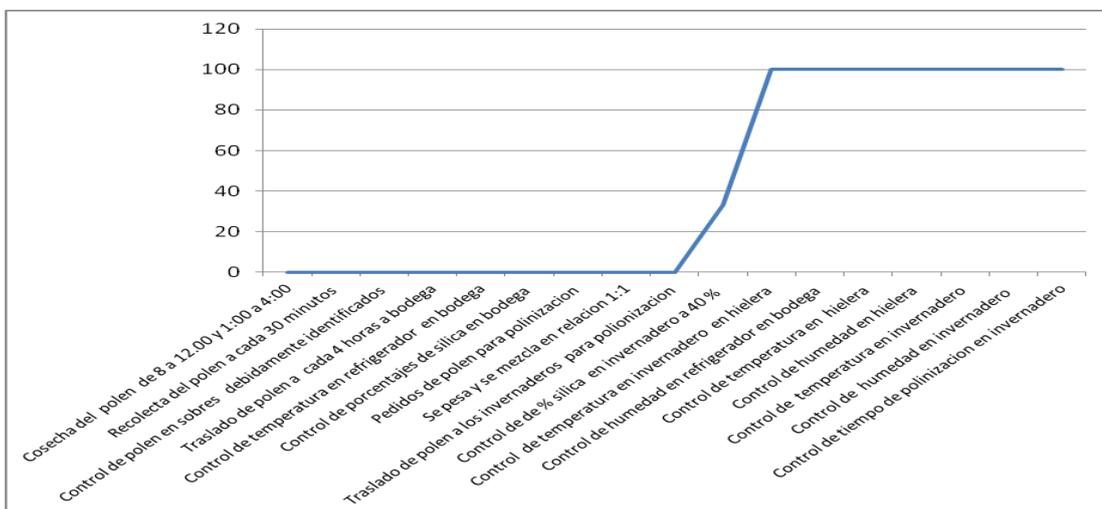


Figura 1-12. Grafica de diagrama de Pareto de las posibles causas de la pérdida de la viabilidad del polen de Marigold

1.4.4 CONCLUSIONES

- 1.4.4.1 Se realizó un diagnóstico general de la empresa donde se describió la situación actual del área de producción y se encontró que el 80% de producción está en el cultivo de Marigold para exportación.
- 1.4.4.2 Se conocieron las principales actividades que se realizan en la empresa las cuales son la producción de semillas de exportación de Marigold, Geranio, zinnia, gazanea, eustomas (lisiantus enanos, tulipanes grandes) clavellinas, vincas, dragón, petunia, clavel, cleome, rudbekia, osteos, dalia, nicotian, pentas, platicodon, salvia, calibracoa.
- 1.4.4.3 Se identificó el tema de investigación y los servicios que se prestarán tanto para la empresa como en el área de producción encontrándose con la principal limitante en la producción de Marigold que se basa en un periodo muy corto de vida útil del polen y se necesita alargar la vida útil del polen con diferentes métodos de almacenamiento para ayudar la empresa a cumplir cuotas de producción en las mejores épocas del año a reducir costos y espacio.

1.4.5 RECOMENDACIONES

- 1.4.5.1 Se recomienda evaluar diferentes métodos de empaque a diferentes temperaturas para almacenar y prolongar la vida útil del polen.
- 1.4.5.2 Para lograr almacenamiento a largo plazo con viabilidad aceptable, el polen puede ser congelado o secado al vacío / congelamiento a los -20°C de la misma manera que almacenamiento a mediano plazo.

1.4.6 BIBLIOGRAFÍAS

1. Dumas, D; Knox, RB; Clarke, A. 1985. Pollination and cellular recognition. Outlook on Agriculture 14:68-78.



g. Bo. *Polando Ramos*



2.1 PRESENTACIÓN

El presente estudio constituye un precedente para futuras investigaciones en la floricultura nacional. El trabajo fue realizado en la empresa “Syngenta Flowers S.A. La cual se dedica al cultivo de flores ornamentales para la producción de semilla híbrida para exportación. Es una empresa que se preocupa por la calidad de sus productos y por la satisfacción de las demandas de sus clientes alrededor del mundo dentro de las flores.

El cultivo de Marigold se encuentra entre uno de los cultivos con mayor demanda de exportación y ocupa el 80% en espacio de producción en la empresa.

El objetivo de la investigación fue desarrollar una metodología para mejorar las técnicas de almacenamiento de polen a manera que su viabilidad se pueda mantener por un periodo de almacenamiento prolongado.

Por ser un cultivo importante en cuanto al área y volúmenes de producción, se quiere desarrollar una metodología que permita almacenar el polen por períodos de tiempo prolongados, lo cual permita reducir costos de producción a través de la producción de polen en la mejor época y utilizarlo en cualquier momento en el que se tenga disponibilidad de plantas madres para la producción de semilla híbrida.

El polen del cultivo de Marigold es de tipo trinucleado, por lo cual su período de viabilidad es muy corto. Hasta la fecha no se ha logrado almacenar por más de veintiún días, tiempo después del cual la viabilidad del mismo se ve afectada drásticamente. En esta investigación se determinó que con un sistema de almacenamiento adecuado es posible almacenar por más de 21 días sin que afecte la viabilidad ya que se obtuvieron favorables resultados a los 90 días de almacenamiento.

2.2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1.1 Clasificación botánica y Descripción del cultivo de Marigold

Clasificación:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Sub clase:	Asterodae
Clase:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Género:	<i>Tagetes</i>
Especie:	<i>Tagetes erecta</i> L., <i>T patula</i> L.
Angiospermas.	
Planta:	Anual.

Habito Natural: Silvestre posee tallo herbáceo.

Nombre común: Marigold, Flor de Muerto, Cempoalxochitl, Clavel de Muerto, Clavelon, Clavel, sin paul, san puel, caléndula, rueda de arado, Tutz, Zenpasuchil, copete, copetuda, Grand oeillet D^oInde, chus, x-puhuk, (Cáseres, A. Samayoa, B. 1979).

2.2.1.2 Descripción de Marigold (*Tagetes erecta*)

Hojas

Alternas, divididas, imparipinada, sésiles y pubescentes de 5 a 15 cm de largo con foliolos lanceolados y bordes acerrados de dos a tres milímetros de largo de 9 a 13 foliolos por hoja y de 20 a 25 hojas por planta, aromáticas (Loarca Morales, 2000)

Morfología Floral

Flor compuesta (con ovario bica pelar una semilla corola simpétala situada encima del ovario, cabeza floral grande. colores anaranjadas, amarillas y doradas (Loarca Morales, 2000).

Estambres

Están fijados al tubo de la corola se unen por sus anteras (Loarca Morales, 2000).

Cáliz

Cuando está presente está altamente modificado (escamas, pelos y cerdas tiesas) (Loarca Morales, 2000).

Semillas:

Son negras de 7 a 8 mm de largo con lígulas amarillas, ápice rojo-anaranjado, vilano compuesto de dos escamas lineares de 6 a 10 mm de largo y 2 escamas anchas de 2 a 3 mm de largo (Loarca Morales, 2000).

Requerimientos Edafoclimaticos

El cultivo de Marigold crece bien en altitudes entre los 900 a los 1300 metros sobre el nivel del mar, a temperaturas de 20 a 45 °C y humedades relativas entre 50 y 80 % crece bien en suelos franco arenoso con un pH de 6 a 7 sales no mayor de 2 y un alto porcentaje de materia orgánica (Tay, K. 1996).

2.2.1.3 Usos de la planta de Marigold

Adicionalmente su uso es decorativo, la planta silvestre se usa medicinalmente en la cura natural de cólicos y dolores estomacales. Las raíces producen compuestos tiofenicos que actúan como nematocidas naturales. La esencia del aceite de la planta se emplea comercialmente en condimentos y bebidas suaves (Cáseres, A, Samayoa, B 1979).

2.2.2 Reproducción sexual de las plantas

La meiosis y la fertilización en las plantas, la dividen en dos generaciones.

- A) La generación gametofítica: Forma los gametos gracias a mecanismos como la meiosis (Sinnott, E, Dunn, L, Dobzhansky, T. 1961).
- B) La generación esporofítica: El esporofito es la planta misma y es diploide, quien mediante mitosis sucesiva construye una nueva planta (Sinnott, E, Dunn, L, Dobzhansky, T. 1961).

2.2.2.1 Órganos sexuales de la planta

A) Gineceo

Los carpelos, son un conjunto de hojas modificadas o diferenciadas para la reproducción de la planta. En las angiospermas inicialmente los carpelos se encuentran separados, luego, sus bordes se sueldan entre si, para formar un órgano hueco llamado el pistilo. En las plantas inferiores como las coníferas (ejemplo, pino, ciprés, abeto, etc.), los bordes de los carpelos permanecen sin soldarse, por lo que se llama a estas plantas gimnospermas (Sinnott, E, Dunn, L, Dobzhansky, T. 1961).

El ovario, parte inferior ensanchada y hueca con una o varias cavidades (locus) y en sus paredes se hallan un tejido especial conocido como placenta que sostiene a los óvulos (Sinnott, E, Dunn, L, Dobzhansky, T. 1961).

B) Estilo

Tubo que está por encima del ovario.

- a) Acanalado. El estilo está compuesto por un canal y una capa de células glandulares comúnmente estas células se vuelven multinucleadas a poliploides (Johri, BM. 1982).
- b) Sólidos Cerrados. No hay un canal pero este está atravesado por una corteza de tejido de transición (Johri, BM. 1982).

C) Estigma

Parte superior del estilo, Captura y retiene el polen, lleva sustancias azucaradas y agua necesarios para la germinación del polen. Existen dos clases de estigma: El tipo húmedo o el tipo seco que no presenta exudación (Sinnott, E, Dunn, L, Dobzhansky, T. 1961).

- a) Tipo húmedo se presenta en Marigold y se caracteriza por exudaciones en la superficie receptiva (Sinnott, E, Dunn, L, Dobzhansky, T. 1961).
- b) Tipo Seco no presenta exudaciones, el estigma está libre de secreciones y generalmente está cubierta de una cutícula gruesa y continua (Johri, BM. 1982).

D) Estambres (androceo)

Se derivan de las hojas embrionarias y por la diferenciación celular se convierte en estambres. Cada estambre está formando por un eje delgado y fino llamado filamento, unido por una porción inferior al receptáculo floral, mientras que el extremo superior lleva un cuerpo abultado, generalmente amarillo, llamado antera (Sinnott, E, Dunn, L, Dobzhansky, T. 1961).

E) Antera

Dividida en dos porciones llamadas tecas, las separa un tabique conocido como conectivo. La teca lleva en el interior una capa de células especiales que constituyen al saco polínico o microsporangio (dos por cada teca) (Sinnott, E, Dunn, L, Dobzhansky, T. 1961).

F) Saco polínico

Es el lugar donde se forman los granos de polen. Las células de este saco se transforman en las células esporógenas primarias productoras de otras células, las células madres. Cada célula madre, sufre la meiosis total, resultando 4 microsporas o granos de polen inmaduro (Sinnott, E, Dunn, L, Dobzhansky, T. 1961).

2.2.3 Polen

Los microsporas maduran quedando como microspora o granos de polen maduros (gametofito masculino) en el proceso sufre una división y forman dos células desiguales. Un núcleo generativo (célula generativa) ó (gametogénica), y un núcleo vegetativo (célula vegetativa o célula del tubo polínico) que es la que llena todo el grano, rodeados por una capa de citoplasma especial, por eso también algunos autores los consideran como células. Poseen dos envolturas: la íntima, capa interna, la exina, la capa exterior con figuras y prolongaciones propias de cada polen. Se aclara que el grano de polen no es el gameto sexual masculino de la planta (Sinnott, E, Dunn, L, Dobzhansky, T. 1961 y Tiezzi *et al.* 1988).

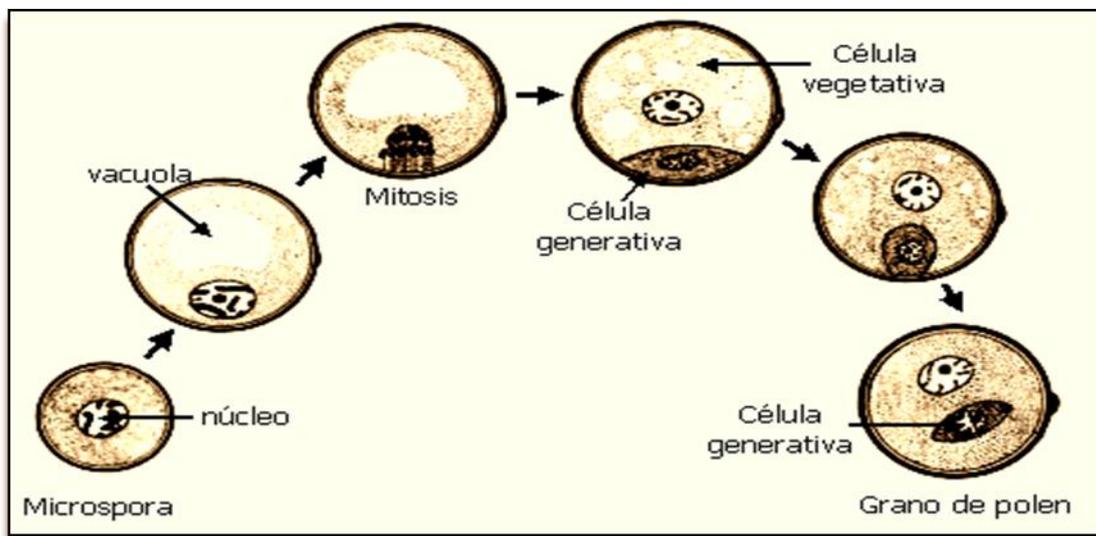


Figura 2-2. Microgametogénesis (Tiezzi *et al.* 1988).

La célula generativa sufre una división y produce 2 células: los gametos masculinos, (son desnudos, no forman pared celular). La división se produce dentro del saco polínico o recién después que el grano de polen germina, dentro del tubo polínico. Cuando se libera el grano de polen puede ser bicelular (célula vegetativa más célula

generativa) o tricelular (célula vegetativa más dos gametos), condición característica de familias avanzadas como las gramíneas (Tiezzi *et al.* 1988).

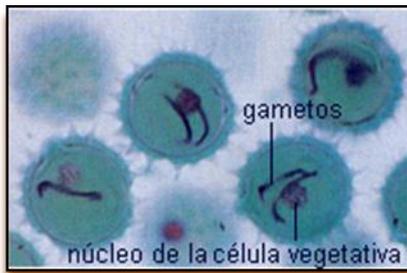


Figura 2- 3. polen trinucleado (Tiezzi *et al.* 1988).

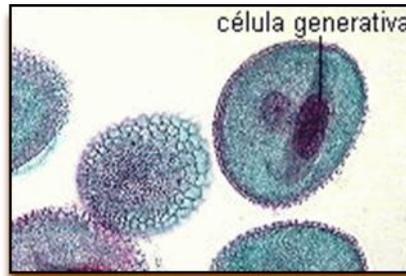


Figura 2- 4. Polen binucleado (Tiezzi *et al.* 1988).

El gametofito masculino es el grano de polen maduro que está formado por microtúbulos conectados por medio de proyecciones laterales que se asemejan cilios o flagelos. La estructura facilita el cambio de forma de los gametos durante su desplazamiento a lo largo del tubo polínico (Tiezzi *et al.* 1988).

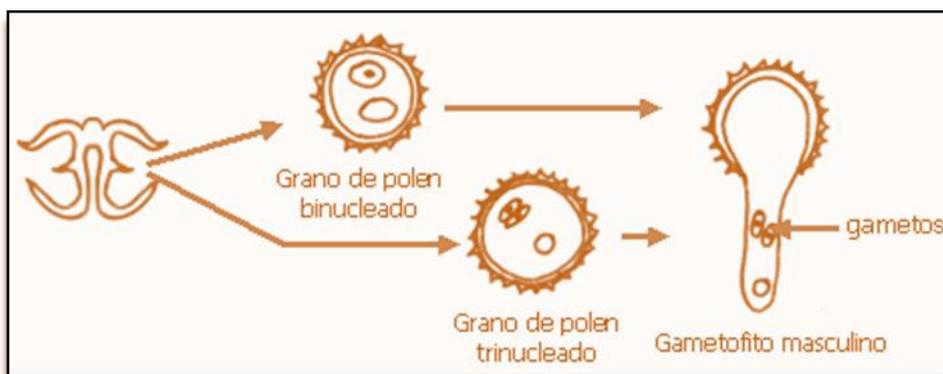


Figura 2- 5. Gametofito masculino (Tiezzi *et al.* 1988).

Marigold por tener un polen de tipo trinucleado en condiciones de almacenamiento pierde viabilidad rápidamente después de su dehiscencia en la antera. El polen binucleado tolera almacenamiento prolongado (Bergamini, Mulcahy. 1982).

En el polen binucleado la tasa de respiración es lenta y hay especies que gradualmente pierden su viabilidad a lo largo de una semana, en temperatura ambiente la humedad se pierde lentamente y se requieren pocos nutrientes para su desarrollo, en el caso de polen trinucleado la tasa respiratoria y su actividad metabólica es rápida ya que se tiene un estimado 3 horas a temperatura ambiente, la humedad se pierde rápidamente y se requieren biomoléculas específicas para su desarrollo (Bergamini, Mulcahy. 1982).

2.2.3.1 Estructura y composición química del polen

Se han encontrado aceites esenciales, resina materia colorante amarilla, grasa, taninos, xantofilas, alfa tertienil, lactosa, alcaloides, cuaternarios y no cuaternarios, polizacaridos, leucoantocianinas, saponinas, glicosidos, y esterolepigmentos no polarestiofenos alfa y beta carotenos, leuteina, aurotaxantina, campferol-7-0 ramnosa 6 hidroxikampferol-7-0 glucósido. (Sáenz De R, C. 1978).

2.2.3.2 Minerales

El polen tiene aproximadamente de un 20 % a un 50 % de agua y un 4% de minerales que está constituido por Potasio, Fosforo, Sodio, Magnesio y Azufre (Sáenz De R, C. 1978).

Las proporciones varían, habiéndose hallado que el polen de las gimnospermas contiene menos Potasio y Fosforo que el de las angiospermas. Elementos como Aluminio, Cobre, Sílice, Manganeso, Titanio, se han encontrado en micro cantidades (Sáenz De R, C. 1978).

2.2.3.3 Carbohidratos y paredes celulares

Un 5 por ciento de polen seco está constituido por polisacáridos como las azucares de peso molecular como la fructuosa, sacarosa, glucosa, rafinosa, ramnosa asociadas a una proteína y almidón en cantidades variables de 1.4 a 12 % siendo más abundantes en las plantas anemófilas, en las que parece tener el mismo papel de reserva que en todo el reino vegetal (Sosa, E. 1988).

La esporopolenina es una fracción resistente a la acetolicis, que se disuelve calentando el polen a 97° centígrados la monoetanolanina varía del 20 al 40% del peso total del polen y parece ser un polímero oxidativo de carotenos y esterres carotenoides y la lignina, que a su vez muestra analogías con la esporopolenina y carotenoides que son tal vez los precursores de la esporopolenina (Sosa, E. 1988).

2.2.3.4 Ácidos orgánicos, lípidos y esteroides

Se han hallado los siguientes ácidos orgánicos aunque escasamente representados en cantidades ácido fórmico, valérico, oleico, linoleico, palmítico, mirístico. El ácido ascórbico, sin embargo, es más abundante (en un gramo de polen hay unos 50 mg de vitamina c), lo que parece ser la causa del poder anti-infeccioso del polen (Sáenz De R, C. 1978).

Lípidos: Los extractos etéreos del polen varían del 1 al 2% del peso seco. Los ácidos grasos se recuperan de la porción saponificada del extracto lípido son: ácido linoleico, mirístico, esteárico, palmítico, oleico, laurico, araquidónico, entre los insaturados, más fosfolípidos, como cefalina, lecitina, terpenos, como farnesol, geraniol, linalol y β -iona (Sáenz De R, C. 1978).

Esteroides: como colesterol, estigmasterol y la hormona humana β -estradiol. Los esteroides exógenos parecen ser requeridos por su desarrollo por muchos insectos como las abejas (Sáenz De R, C. 1978).

2.2.3.5 Aminoácidos y proteínas

Todos los aminoácidos esenciales se hallan libres en el polen y en cantidades mayores que en otra cualquier parte de la planta representan el 6% del total del peso del polen seco y parece tener una función metabólica relacionada con el tubo polínico (Sáenz De R, C. 1978).

La fracción proteica del polen (18-28) está compuesta por globulinas albuminas, prolaminas, glutelinas, y proteínas unidas a grupos no proteicos, como las nucleoproteínas, fosfoproteínas, lipo y glucoproteínas (Sáenz De R, C. 1978).

También se halla presentes en el polen ácidos nucleídos (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 (Sáenz De R, C. 1978).

Otros compuestos químicos hallados en el polen son los pigmentos carotenoides y flavonoides, así como hormonas reguladoras de crecimiento como el ácido indolacético, que favorece la formación del fruto a partir del ovario después de la polinización (Sáenz De R, C. 1978).

2.2.3.6 Grado de madurez del polen

Los granos de polen maduro se dividen en dos grupos: El de tipo binucleados y trinucleado. Los granos de polen maduros de la mayoría de las especies tienen dos núcleos (Johri, BM. 1982).

2.2.3.7 Incompatibilidad del grano de polen al estigma

Tagetes tiene incompatibilidad esporofítica que se asocia con la tasa que presenta el estigma seco, mientras que el gametofítico puede estar relacionado con los dos tipos de estigma (tipo húmedo y tipo seco) (Johri, BM. 1982).

Las proteínas de la exina están involucradas con incompatibilidad esporofítica, y las proteínas de la intina con incompatibilidad gametofítica. El polen incompatible deja de crecer o produce un tubo polínico pequeño que erosiona la cutícula de la papila, pero no sigue creciendo debido a la formación del callo en el estigma. La incompatibilidad gametofítica forma ese callo en el poro germinativo (Johri, BM. 1982).

2.2.3.8 Viabilidad del polen

Un grano de polen puede ser viable en el sentido de estar vivo, manteniendo semipermeabilidad y el metabolismo de la membrana, pero puede haber perdido la capacidad de germinación, o la capacidad de fertilizar un óvulo (Santos, et al, 2011).

Estudios de conservación de polen durante muchos años han descrito la longevidad de polen bajo diversas condiciones de almacenamiento. Estos han sido resumidos en una serie de comentarios. Muchos informes son meras observaciones hechas después de almacenar el polen en qué condiciones se puede considerar lógico y no explorar longevidad máxima o factores que afectan a la longevidad (Santos, et al, 2011).

2.2.4 Importancia de almacenamiento de polen

Tanto las semillas como el polen son seres vivos, en consecuencia respiran y utilizan el oxígeno del aire, producen bióxido de carbono, agua y energía que se traduce en calor, pero a un nivel metabólico tan mínimo que diera la impresión de estar sin vida. Esto les permite que se puedan almacenar en grandes volúmenes y durante largos períodos sin mayores consecuencias de deterioro, siempre que las condiciones ambientales sean favorables a su conservación. Sobre todo, en el caso de las semillas, por cuanto su principal función es perpetuar la especie y por ello es condición que estén vivas y mantengan esa viabilidad en el polen para que haya semillas y así poder perpetuar determinada especie (Cerovich M., Miranda F.2004)

Los problemas asociados en la viabilidad del polen es de importancia para los productores de semillas, agricultores, agrónomos y horticultores; pero mantener esa viabilidad durante el almacenamiento por periodos relativamente largos, son de relevante importancia para los mejoradores, a quienes no sólo les disminuirán los costos si no también los riesgos en cuanto a producción de híbridos (Cerovich M., Miranda F.2004).

Cuadro 2-1. Condiciones de almacenamiento del polen tinucleado

Condición	Intervalo	Ideal
Tiempo	0 a 8 días	
Humedad polen	3 - 4.8 %	3 .5 %
Temperatura	5 a -5 °C	Ambiente

2.2.4.1 Porque almacenar

Por las grandes cantidades de polen requeridas por las plantas progenitoras femenina por ello se necesita almacenar el polen succionado por la planta masculina por mayor tiempo sin que pierda su viabilidad (Sosa, E. 1988).

2.2.4.2 Como lograr un almacenamiento adecuado

Para que un programa de almacenamiento sea exitoso, deberá ser cuidadosamente planificado y tener un concepto claro del propósito del almacenamiento, de los factores que determinan la calidad del polen y los procesos que en él ocurren después de su cosecha. También hay que considerar los datos climáticos en los que va a ser almacenado controlando los factores ambientales que las rodean (físicos químicos y bióticos) (Cerovich M., Miranda F.2004).

2.5 Factores Ambientales (físicos, químicos y bióticos) que afectan el almacenamiento

2.5.1 Factores físicos

Los factores físicos más importantes a considerar durante el almacenamiento son la humedad relativa y la temperatura de almacenamiento que la rodean, ya que estos dos son los que inciden principalmente sobre su contenido de humedad (Cerovich M., Miranda F.2004).

A) Humedad relativa del aire

El polen es higroscópico absorben o liberan humedad, dependiendo del ambiente donde se les coloque y su contenido de humedad final se estabiliza cuando estas se exponen a un ambiente específico por un período de tiempo determinado, lo cual se conoce como "humedad de equilibrio". Esto depende del tipo de polen, de la temperatura y la humedad relativa del aire circundante (Cerovich M., Miranda F.2004). La capacidad de la germinación irregular de algunas muestras de polen, procedentes de diferentes colecciones, se ha estudiado mediante la exposición de plantas de flores a diferentes condiciones climáticas. La alta humedad relativa y la temperatura a la dehiscencia puede causar una rápida disminución de la vitalidad de polen (Cerovich M., Miranda F.2004).

Por lo tanto, la viabilidad es más fácil de medir y la longevidad se puede prolongar considerablemente por la desecación y la reducción de la temperatura de almacenamiento (Digonett-Kerhoas et al. 1989).

Al reducirse la humedad relativa la respiración es muy restringida, pero la longevidad de el polen trinucleado aumenta considerablemente. La exposición breve a la baja humedad relativa disminuye la capacidad para respirar (Levi et al, 1978).

La viabilidad puede ser prorrogada por un corto período de tiempo, colocando el polen en un recipiente seco que se almacena en alta humedad en un refrigerador (Levi et al, 1978).

B) Temperatura

El contenido de humedad del polen también se incrementa cuando aumenta la temperatura siempre y cuando la humedad relativa permanezca estable. Pero cuando la temperatura del aire se calienta, el polen disminuirá su humedad de equilibrio. No obstante, hay que señalar que la temperatura y la humedad relativa actúan en forma independiente, por lo tanto si una aumenta hay que disminuir la otra. (Levi et al, 1978). Se conoce que las altas temperaturas provocan ejerción estigmática que se asocia al cuajado del fruto por dificultad del polen para alcanzar el estigma. (Smith 1932) el resultado de una ejerción se agrava cuando se une altas temperaturas a una baja iluminación (Santos et al, 2011).

El almacenamiento de polen por debajo de menos cinco grados centígrados sin una deshidratación adecuada podría provocar la ruptura de membranas celulares y puede matar el polen al cristalizar el agua que hay en su interior (Santos, et al, 2011).

La deshidratación parcial del polen y su almacenamiento bajo condiciones refrigeradas se dice que reducen el metabolismo de la célula y prolongan su viabilidad hasta el momento de la polinización (Sosa, E. 1988).

En el invernadero la cantidad de polen producido también se reduce con bajas temperaturas y en algunos casos los cultivos que menos reducen la cantidad de polen son los que mejor nos dan número de semillas por flor (Santos et al, 2011).

2.2.5.2 Factores químicos

Entre los factores químicos, el oxígeno y bióxido de carbono influyen fuertemente sobre el polen almacenado, lo que está relacionado con la longevidad del polen, el volumen y los procesos de respiración (Cerovich M., Miranda F.2004)

2.2.5.3 Factores bióticos

Finalmente, los factores bióticos como microorganismos, pueden causar serios problemas cuando se encuentran asociados al polen, llegando inclusive a ocasionar serios problemas al valor agrícola, la presencia de hongos, bacterias en su almacenamiento están muy vinculados con la humedad relativa y la temperatura del almacenamiento. Por lo tanto, para un buen almacenamiento es imprescindible mantener bajo el contenido de humedad del polen (Cerovich M., Miranda F.2004)

Además de los factores previamente señalados, también se debe considerar otros que de alguna manera inciden sobre el almacenamiento del polen, como son:

- A) Características genéticas de la especie a ser almacenada bajo iguales condiciones de almacenamiento (Cerovich M., Miranda F.2004).
- B) La longevidad del polen varía entre especies (Cerovich M., Miranda F.2004).

2.2.6 Polinización

Polinización es el proceso de transferencia del polen desde los estambres hasta el estigma o parte receptiva del estigma de las flores en las angiospermas donde germinan y fecundan los óvulos de la flor haciendo posible la producción de semilla (Dumas, Knox, Clarke, 1985).

La polinización se confunde a menudo con la fecundación aunque son dos procesos distintos el primero es casi siempre condición necesaria del segundo, las plantas autógamas que son las que se auto fecundan lo pueden hacer sin participación de ninguna clase de polen (Dumas, Knox, Clarke, 1985)

2.2.6.1 Eventos post- polinización

El polen es depositado sobre el estigma de marigold de los cinco a los quince minutos inicia el crecimiento del tubo polínico; penetración del estigma a las cuatro horas con treinta minutos ya hay un crecimiento rápido del tubo polínico en el estilo superior; a las ocho horas con diez minutos hay un crecimiento lento del tubo polínico en el estilo inferior; de las ocho horas con quince minutos a las ocho horas con veinte minutos es la llegada del tubo polínico al ovulo; penetración del micrópilo; a las ocho con veinticinco minutos la penetración del núcleo y aparato filiforme; entrada y descarga del tubo polínico dentro del saco embrionario; a las ocho treinta la fusión de gametos y a los cinco minutos más tarde inicia la fusión nuclear (Dumas, Knox, Clarke, 1985).

2.2.6.2 Fecundación

Da inicio con la germinación del grano de polen sobre el estigma, desarrollando el tubo polínico. El tubo parece empujar a los lados la capa de intina que hay en la abertura, la intina se ve continua con la pared del tubo. El tubo crece sobre el tejido transmisor, sobre las células, entre ellas o en las paredes mismas. Las paredes o las laminillas medias son disueltas por enzimas pectinasas producidas en el extremo del tubo) (Sinnott, Dunn, Dobzhansky, 1961).

El tubo polínico crece por alargamiento, esencialmente por un proceso de síntesis de pared celular en la extremidad, llevado a cabo por dictiosomas que aportan su contenido (sustancias pécticas y hemicelulosas) para constituir la pared celular, mientras su membrana alarga el plasmalema, el tubo polínico hace contacto con el saco embrionario en el aparato filiar de la sinérgida, lo atraviesa, y luego se forma un poro en el extremo del tubo para que pueda descargar su contenido en el citoplasma de la sinérgida (El citoplasma, los gametos y el núcleo de la célula vegetativa), esta recibe los gametos y parte de su citoplasma, el núcleo vegetativo del tubo se desorganiza, uno de los gametos penetra en la ovocélula, y se fusiona con ella para constituir la célula huevo o cigoto (UNNE 2011).

El otro penetra en la célula del medio y se fusiona con el núcleo secundario formado por la fusión de los dos núcleos polares, constituyendo el núcleo primario del endosperma, generalmente triploide es la función del pro núcleo masculino en el pro núcleo femenino de la planta se realiza después de la dehiscencia de la antera (que ocurre después de la maduración del polen y consiste en la ruptura de la antera, dejando caer dicho polen), siguiendo el transporte del polen al estigma de la flor; la polinización es realizada artificial con una brocha de cáñamo y lana, el polen en el estigma se embebe de agua y de sustancias azucaradas, como consecuencia de esto, se "hincha" o aumenta de volumen y luego aparece en la superficie del grano de polen un tubo pequeño que va creciendo y desciende por el interior del estilo hasta el interior del ovario; es la germinación del grano de polen (UNNE 2011).

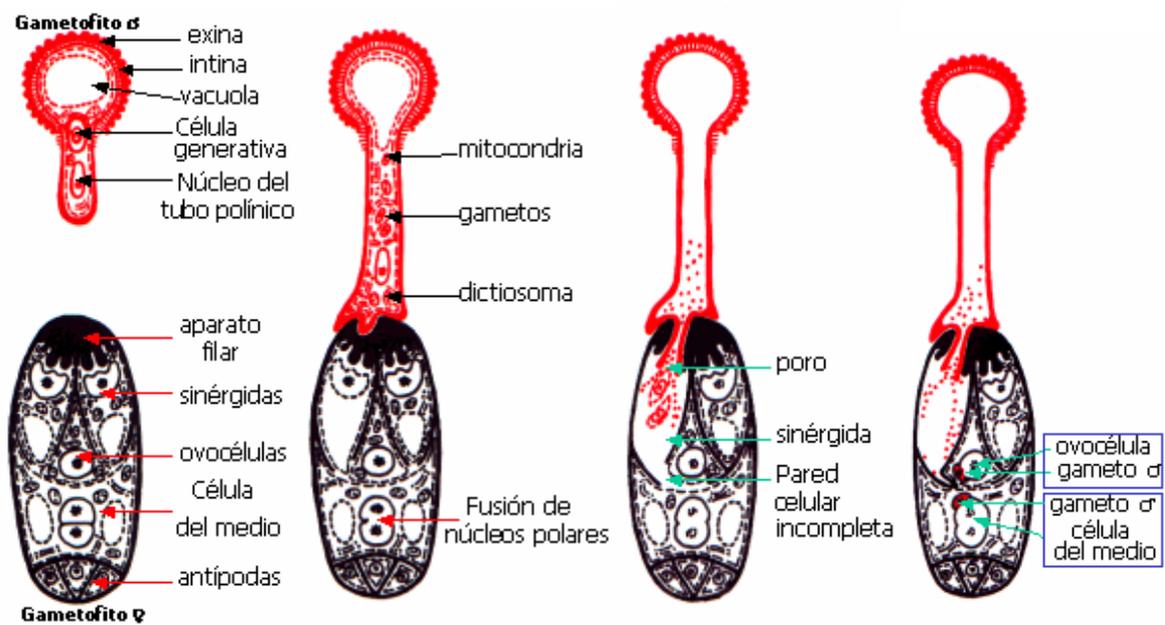


Figura 2-6. Germinación del grano de polen (Sinnott, Dunn, Dobzhansky, 1961).

2.2.6.3 Fertilidad

La fertilidad se reduce cuando se exponen las flores de Marigold a temperaturas de 40 ° C por lo que el polen ya no es viable si se mantiene por 3 horas bajo estas condiciones de temperaturas y se encuentran deficiencia en el desarrollo de cuajamiento de semilla (UNNE 2011).

El polen trinucleado en general, difieren en el grado de su desarrollo mitocondrial en dehiscencia de las anteras y en la velocidad de su logro de la máxima capacidad fosforilativa durante la germinación in vitro, a juzgar por cicloheximida inhibe completamente tanto la síntesis de proteínas y la aparición del tubo y el crecimiento de la respiración lenta especies de polen binucleados (UNNE 2011).

Algunas familias contienen géneros con el polen bicelular y otros géneros con el polen tricelular. La mayoría de los géneros sólo contienen un único tipo, pero algunas raras excepciones se producen. Incompatibilidad Sporofítica se asocia con el estado tricelular, pero las gramíneas son una excepción notable, que el polen y la incompatibilidad tricelular gametofítica (UNNE 2011).

2.6.4 Historia pre cosecha del cultivo

Antes de la cosecha, el polen está expuesto a una serie de factores que pueden mermar su calidad, y ningún almacenamiento por muy bueno que sea, puede mejorarla (Cerovich M., Miranda F.2004).

Por ello, para garantizar un buen almacenamiento es recomendable guardar siempre el polen, con baja incidencia de daños mecánicos o por patógenos y que no hayan sido sometidas a excesivo estrés de temperatura y humedad durante su cosecha (Cerovich M., Miranda F.2004)

2.3 MARCO REFERENCIAL

La empresa “Syngenta Flowers S.A” fue fundada en nuestro país en el año 1966, se localiza en el cantón Ingenio, del municipio de Amartillan, departamento de Guatemala. La empresa está una distancia de 28.5 Kilómetros de la ciudad capital, teniendo acceso por la carretera CA-9 al pacifico. Está ubicada geográficamente en las coordenadas, Latitud Norte 14° 28´12”, y Longitud Oeste 90° 37´45”.

La misma tiene como actividad principal la producción de semillas de ornamentales para exportar, cuenta con 31.4 hectáreas de las cuales 14 son de área techada, actualmente laboran en ella 635 personas en las diferentes áreas.

Su elevación sobre el nivel del mar es de 1,218 metros. La zona se caracteriza por una temperatura media de 22°C, con una precipitación media anual de 729.7 mm.

Las condiciones de temperatura en el procedimiento de almacenamiento del polen fueron medidos con termómetros watch dog.

Condiciones de almacenamiento del polen

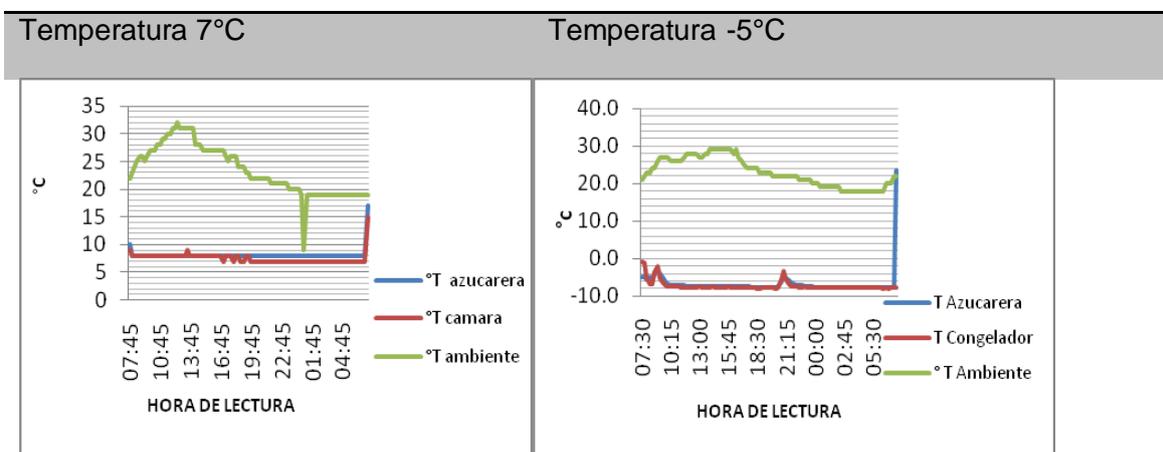


Figura 2-7.

Figura 2- 8.

Condiciones de temperatura en el almacenamiento del polen la grafica verde representa la temperatura ambiente en la bodega del polen, la grafica roja representa la temperatura dentro del refrigerador(7°C) y del congelador(-5°C) y la grafica azul representa la temperatura en que está guardado el polen dentro de la azucarera que se encuentra con silica gel a 40% en sobre de papel bond.

Características de Marigold

Actualmente en la empresa se trabaja con tres variedades que son las que actualmente se encuentran en producción (Goldsmith Seeds, US. 1996).

- A) Antigua (hibrido enano de Marigold Africana) se caracteriza por tallos cortos de 10 a 12 pulgadas y cabezas florales de 3 pulgadas. Se ramifica en la base asegurando un producto de alta calidad para la primavera. Esta variedad es adecuada para macetas de jardín y decoración de jardines con borde bajo (Goldsmith Seeds, US. 1996).

- B) Inca (hibrido de Marigold africana) posee cabezas florales dobles de 4 a 5 pulgadas con colores brillantes aun en climas extremadamente cálidos presenta una altura de 12 a 14 pulgadas (Goldsmith Seeds, US. 1996).

- C) Perfección: (hibrido de Marigold africana) posee cabezas florales perfectamente redondeadas con una estructura de pétalo que le confiera alta tolerancia climático (Goldsmith Seeds, US. 1996).

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 General

2.4.1.1 Evaluar el efecto de las condiciones de almacenamiento en la viabilidad del polen de *Tagetes erecta*.

2.4.2 Especifico

2.4.3 Evaluar el método de empaque al vacío y en sobre de papel en el almacenamiento del polen de Marigold.

2.4.4 Evaluar el secado en horno y gel del polen para prolongar la viabilidad.

2.4.5 Evaluar las temperaturas de 7°C Y -5°C de el almacenamiento del polen de Marigold.

2.4.6 Evaluar la viabilidad del polen Marigold a los 30 60 y 90 días de almacenamiento.

2.5. HIPÓTESIS

2.5.1 Regulando el tipo de secado del polen y las condiciones de almacenamiento, Temperatura y empaque puede prolongarse la viabilidad del polen de Marigold.

2.5.2 Por lo menos un método de almacenamiento tendrá efecto significativo en la viabilidad y prolongación de la vida útil del polen de Marigold.

2.5.3 Alguna de las temperaturas de almacenamiento dará un mejor resultado en la viabilidad y prolongación en la vida útil del polen de Marigold.

2.6. METODOLOGÍA

2.6.1 PROCESO DE ALMACENAMIENTO DE POLEN DE MARIGOLD

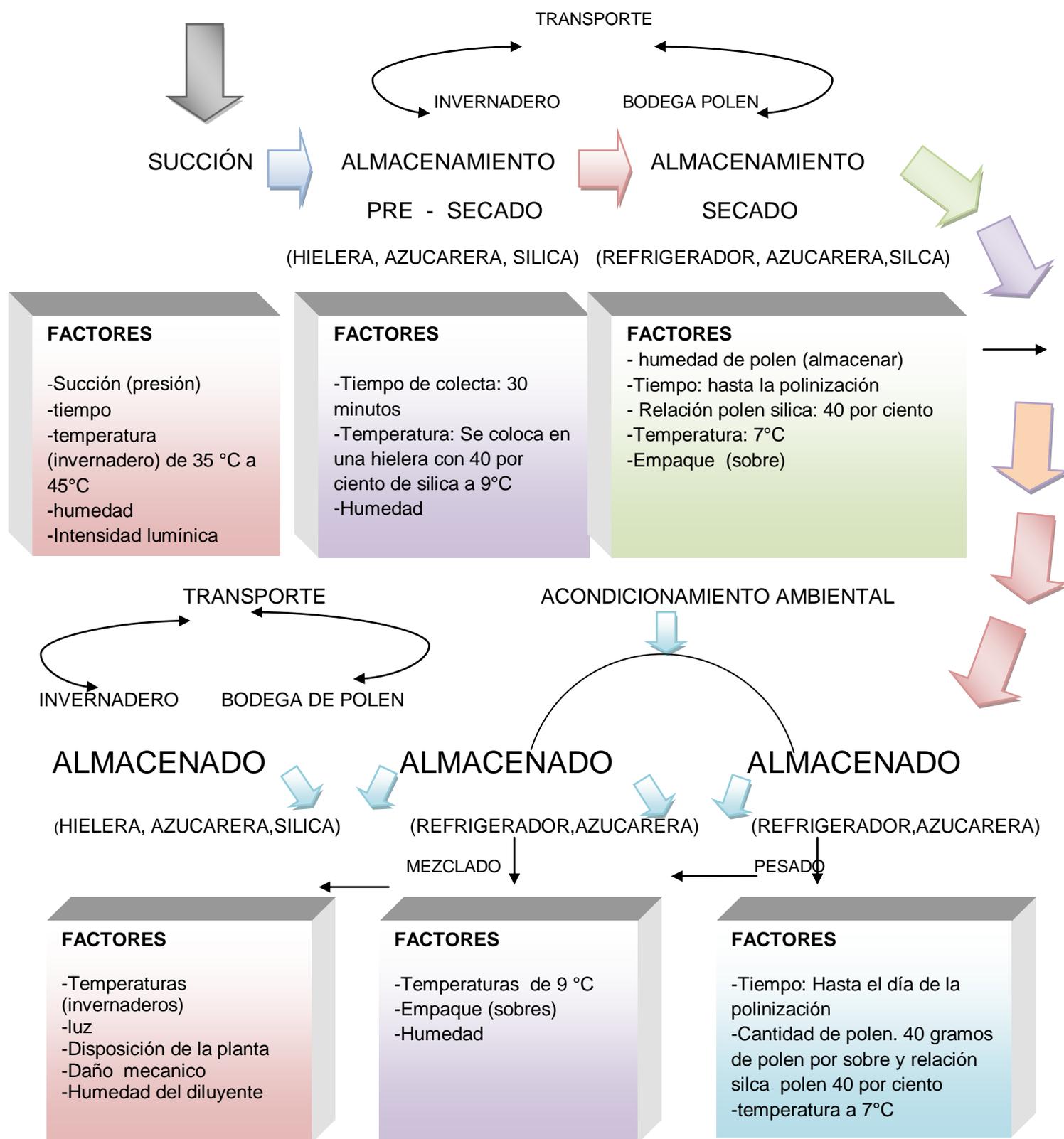


Figura 2-9. Proceso de almacenamiento del polen de Marigold.

2.6.2 Factores de estudio

Dentro de los factores que influyen en la viabilidad y vida útil del polen se estudiaron.

A) Tiempo: Días transcurridos de la obtención del polen mediante succión por medio de pipetas hasta su utilización a los

- a) 30 días
- b) 60 días
- c) 90 días.

B) Temperatura: De almacenamiento de polen de Marigold

- a) 7°C Se empacaron al vacío y en sobre tradicional se almacenaron a 7°C hasta el día de la polinización.
- b) -5°C Se empacaron al vacío y en sobre tradicional se almacenaron 24 horas a 7°C y posteriormente a -5°C hasta 24 horas antes de la polinización se pasaron a 7°C para que el polen no sufriera cambios drásticos de temperatura y se estabilizara.

C) Empaque para el Almacenamiento del polen

- a) Empaque al vacío: Es el proceso por el cual primero se extrae el aire de bolsas plásticas especiales donde se encuentran 3 gramos de polen luego se almacena en refrigeración.
- b) Empaque sobre: El proceso consiste en almacenar 3 gramos de polen en sobres de papel bond acompañados de 40 por ciento de sílica gel para bajarle la humedad y mantenerla.

D) Humedad : Se le bajó el porcentaje de humedad al polen en

- a) Sobre con 40 por ciento de sílica gel (en relación a la cantidad de polen almacenado) en un recipiente hermético a temperatura de 7°C con el fin de llevar el polen a una humedad a menos de 5 % por ciento y empacarlo en sobre o al vacío.
- b) hornos de secado a 28 °C para llevar el polen a una humedad menor de 5 por ciento y empacarlo al vacío o en sobre

Testigo: Se sembró 1 banca de polen cada 3 meses para poder tener polen del día.

2.7 TRATAMIENTOS

Los tratamientos se obtienen de la combinación de los factores de estudio el factor A constituido por la temperatura de almacenado el factor B por el método de almacenado, el factor C por el tiempo de secado y D será el tiempo de almacenamiento.

Factor D se constituye por días (0,30, 60 y 90) y el factor A por temperaturas (7 °C) y (-5 °C) y el factor C que será constituido por 3 horas de secado y o horas de secado en horno de convección a 28 °C, y el factor B que será el método de almacenado (sobre y al vacío).

Cuadro 2-2. Distribución de los tratamientos evaluados.

TRATAMIENTOS	TIPO DE ALMACENAMIENTO	TEMPERATURA	PROCESO DE SECADO DEL POLEN	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DIAS
1	VACIO	7°C	40% SILICA	30
2	VACIO	-5°C	40% SILICA	30
3	VACIO	7°C	HORNO 28°C	30
4	VACIO	-5°C	HORNO 28°C	30
5	SOBRE	7°C	40% SILICA	30
6	SOBRE	-5°C	40% SILICA	30
7	SOBRE	7°C	HORNO 28°C	30
8	SOBRE	-5°C	HORNO 28°C	30
9	SOBRE	7°C	40% SILICA	0
10	VACIO	7°C	40% SILICA	60
11	VACIO	-5°C	40% SILICA	60
12	VACIO	7°C	HORNO 28°C	60
13	VACIO	-5°C	HORNO 28°C	60
14	SOBRE	7°C	40% SILICA	60
15	SOBRE	-5°C	40% SILICA	60
16	SOBRE	7°C	HORNO 28°C	60
17	SOBRE	-5°C	HORNO 28°C	60
18	SOBRE	7°C	40% SILICA	0
19	VACIO	7°C	40% SILICA	90
20	VACIO	-5°C	40% SILICA	90
21	VACIO	7°C	HORNO 28°C	90
22	VACIO	-5°C	HORNO 28°C	90
23	SOBRE	7°C	40% SILICA	90
24	SOBRE	-5°C	40% SILICA	90
25	SOBRE	7°C	HORNO 28°C	90
26	SOBRE	-5°C	HORNO 28°C	90
27	SOBRE	7°C	40% SILICA	0

2.8 Variable de respuesta

La viabilidad del polen se estudio de acuerdo a su capacidad de fecundación y producir semilla mediante la variable número de semillas por inflorescencia.

Peso:(Semillas en gramos) se peso en bodega posteriormente se contaron cuantas semillas habían por gramo para sacar la cantidad de número de semilla por inflorescencia por lo cual se tomaron 25 inflorescencias al azar por unidad experimental (75 por tratamiento).

Viabilidad: en cuanto al porcentaje de germinación de semillas por cabeza en campo.

2.9 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el cumplimiento de los objetivos específicos 1, 2, 3, y 4 se planteo un diseño de bloques con un arreglo tetra factorial.

2.9.1 Modelo Estadístico:

$$\hat{Y}_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_k + \theta_l + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\epsilon)_{ik} + (\alpha\theta)_{il} + (\beta\epsilon)_{jk} + (\beta\theta)_{jl} + (\epsilon\theta)_{kl} + (\alpha\beta\epsilon)_{ijk} + (\alpha\beta\theta)_{ijl} + (\beta\epsilon\theta)_{jkl} + (\alpha\beta\epsilon\theta)_{ijkl} + \sum_{ijkl} \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

\hat{Y}_{ijk} = Resultado de las variables en estudio de la ijk -esima unidad experimental.

μ = Media general de las variables en estudio de almacenamiento de *Marigold*.

α_i = Efecto de la i -esima temperatura de almacenamiento de *Marigold*.

β_j = Efecto de la j -esima empaque al vacio en almacenamiento de *Marigold*.

ϵ_k = Efecto de la k -esima tiempo de almacenado en *Marigold*.

θ_l = Efecto de la l -esima tipo de secado de almacenamiento de *Marigold*

$\alpha\beta\epsilon\theta_{ijkl}$ = Efecto de la interacción del i -esimo nivel de temperatura con la j -esima de empaque al vacio y la l -esima de tipo de secado en relación a la k -esima en tiempo de almacenado del polen de *Marigold*.

\sum_{ijkl} = Error experimental asociado a la $ijkl$ -esima unidad experimental.

2.9.1.1 Unidad experimental

Se trabajo con 2 variedades de Marigold:

1. INCAS I 1307- 3A (2 bancas) por siembra
2. INCAS II 1319-3 (2 bancas) por siembra

2 bancas tienen 6 tramos = 400 bolsas = 800 plantas =1,600 cabezas

9 Tratamientos x 25 cabezas = 225 cabezas x cada 2 tramos = Repetición 1
1 tratamiento

9 Tratamientos x 25 cabezas = 225 cabezas x cada 2 tramos = Repetición 2
1 tratamiento

9 Tratamientos x 25 cabezas = 225 cabezas x cada 2 tramos = Repetición 3
1 tratamiento

75 cabezas x 9 tratamientos = 675 cabezas por 2 bancas.

Unidad de muestreo: 25 inflorescencias seleccionadas al azar.

2.10 MANEJO AGRONÓMICO

El proceso de producción de semilla para flores de Marigold consiste en sembrar las plantas que producen polen y las plantas madres por separado. Se utiliza una relación de 3 por 1 (3 bancas de plantas polen por una banca de planta madre). La planta polen es la que sirve para fecundar las flores de la plantas madre.

Las plantas que producen polen se siembran en bancas de que no posean más de 1 metro de ancho en el momento que comienza a florecer durante las mañanas se seleccionan las plantas que no son de la variedad y se eliminan.

La cosecha del polen se realiza por medio de pipetas estas van conectadas a una tubería de succión a las cuales se le coloca papel filtro para atrapar polen, la cosecha del polen se realiza en horas y días calurosos a los 30 minutos se va colectando el polen posteriormente se guarda en sobres debidamente identificados que deben almacenarse en recipientes con silica colocados en hieleras con suficientes hielos. Cuando termina el día se llevan a un banco de polen donde se almacenan.

Las plantas madres provienen de semillas que han sido seleccionadas genéticamente para ocasionarles androesterilidad (no producen polen) por lo que únicamente producen flores con órganos femeninos (pistilos), en el momento en que las flores tienen estigma receptivo se procede a realizar la polinización, entonces el polen es llevado a los invernaderos en recipientes con silica colocados en hieleras con suficientes hielos y se procede a la polinización que es realizada con brochas fabricadas de pajillas plásticas con cáñamo y lana. Se realizaron 3 siembras de planta madre. En relación al tiempo de almacenado para 30,60 y 90 días.

Cuadro2-3.Comportamiento del cultivo de Marigold en época seca y en época lluviosa.

Planta	Época	Duración de Semillero	Inicio de Producción de Polen	Cosecha de Polen	Cosecha de Semilla	Botado
Marigold		Días	Cosecha	Cosecha	Parado 116 días	parado
Progenitor masculino	Verano	10 a 14	45 días	55 días	-----	120
	invierno	14	45 días	60 días		días
			Polinizado	Polinizado	Parado 100 días	Parado
Progenitor femenino	Verano	10 a 14	45- 50 días	40 días	18-21 días después de polinizar.	125 días
	invierno	14	45- 50 días	40 días		

La fecha de siembra de las plantas polen fue de un mes antes que la siembras de plantas madres para tener el polen almacenado y poder trabajar con las plantas madres.

Las fechas de siembra de plantas madres varía según su polinización

Cuadro 2- 4. Fechas de siembra plantas madres de las variedades 1307-3A - 1319-3.

No. Polinización	Fecha de Siembra Planta madre	Día de la polinización	Día de la cosecha	Cantidad de polen	Polen diluido	Porcentaje de Humedad
1	30 /11/ 2009	15/01/2010	6/02/2010	7.5 g		1g
2	30 /12/ 2009	15/02/2010	7/03/2010	60 g	120g	5g
3	29 /01/ 2010	17/03/2010	9/04/2010	60 g	120g	5g
4	1 /02 / 2010	16/04/2010	4/05/2010	60 g	120g	5g

Como se puede observar en el cuadro 2-4 la planta madre se plantó cada mes, se polinizó a los 45 días de estar sembrada por 2 semanas 2 veces por semana y se cosechó a los 20 días. Se utilizó 7.5 g de polen puro para el testigo y 60 gramos de polen puro y se diluyó el día de la polinización con mezcla wgs a relación 1:1 para la aplicación se utilizaron de 1 a 5 gramos de polen puro para ver porcentajes de humedad.

10.1 Labores previas de almacenamiento

El polen fue recolectado con fin de almacenarlo por un periodo de tres meses. El cual pasó por un proceso antes de ser almacenado. Se realizó un proceso de secado para llevar el polen a humedad cercana a 4 por ciento ya sea con silica al 40 por ciento o en horno a 28°C.

Para provocar el vacío, se usó una empacadora de verduras doméstica en bolsas plásticas especiales y luego de ser empacado el polen, se almacenó en refrigeración según el tratamiento que correspondió.

En el almacenamiento de empaque sobre se cambiaba el 40 por ciento de silica cada semana en temperaturas de 7°C y cada mes en temperaturas de -5 °C.

Para las pruebas que estuvieron a 7°C se empacaron al vacío y en sobre tradicional se almacenaron a esas temperaturas hasta el día de la polinización.

Para las pruebas que estuvieron a -5°C se empacaron al vacío y en sobre tradicional se almacenaron 24 horas a 7°C y posteriormente a -5°C hasta 24 horas antes de la polinización se pasaron a 7°C para que el polen no sufriera cambios drásticos de temperatura y se estabilizara.

El polen se almacenó puro en empaque al vacío y empaque tradicional conteniendo 3 gr gramos cada una hasta los 90 días.

De cada tratamiento fueron extraídas del refrigerador, fueron mezcladas con relación 1:1 wgs y posterior utilizadas para polinizar 75 cabezas de plantas madres (25 por cada repetición).

Análisis de la información: A las variables de estudio se realizó un análisis de varianza en las que se mostraron diferencia significativa se realizó las pruebas de tukey.

2.11 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2-5 se presentan los resultados de los análisis de varianza para la variedad 1307-3A se le practicó su respectivo análisis de varianza el cual mostró diferencias significativas entre los tratamientos en el factor de estudio del rendimiento de semillas por inflorescencia, realizándose la prueba de Tukey (cuadro 6)

Como se puede observar en el cuadro 2-5 no hubo diferencia significativa en cuanto al tipo de almacenamiento, puede almacenarse en sobre o al vacío sin afectar la viabilidad del polen. La deshidratación parcial del polen tampoco fue significativa puede realizarse un secado a 28°C o con silica gel a 40 por ciento ya que en contenidos de humedad menores no se puede detectar la respiración y no debe existir agua libre para transporte intracelular ya que si el polen es activo fisiológicamente bajo cualquier método de almacenamiento la viabilidad disminuye fisiológicamente conforme va pasando los días de almacenamiento, hay que tomar en cuenta que si sometemos el polen a bajas temperaturas sin una deshidratación adecuada previa antes de el almacenamiento según (Levi et al, 1978) podría provocar ruptura de membrana celulares reduciendo la viabilidad al cristalizar el agua que hay en su interior.

Cuadro 2-5. Cuadro de resumen del análisis de varianza efectuado para el rendimiento de número de semillas por cabeza de la variedad 1307-3A. (CV 22.73)

Variedad 1307-3 ^a variable, semillas por cabeza	Valores de probabilidad
F.V (Fuentes de variación.)	Vp
Almacenamiento	0.9819
Temperatura	0.0179
Días	0.0001
Secado	0.3987
Almacenamiento x temperatura	0.0001
Almacenamiento x días	0.0001
Temperatura x días	0.0004
Temperatura x secada	0.0228
Almacenamiento x días x secado	0.0309
Temperatura x días x secado	0.0309

De acuerdo al criterio de tukey (cuadro 2-6) el mayor numero de semillas por inflorescencia se observa en la interacción de (sobre, 30 días y 40%silica), (vacio 30 días y 40% silica) (vacio 30 días secado a 28°C),(sobre, 90 días y 40% silica) y (sobre 90 días y 28°C) esto nos indica que estadísticamente son iguales y que se logro mantener la viabilidad del polen hasta los 90 días con una diferencia mínima en el porcentaje germinación de semillas por inflorescencias entre 90 y 30 días. Se observa que a 30 días hay un mejor porcentaje de germinación ya que según Bergamini, Mulcahy el polen de marigold por ser un polen de tipo trinucleado en condiciones de almacenamiento pierde su viabilidad rápidamente después de su dehiscencia en la antera en un aproximado de 3 horas , al someterlo a procesos de deshidratación y bajas temperaturas hay especies que gradualmente pierden su viabilidad a lo largo de 3 semanas hasta 90 días logrando detener su actividad metabólica , y almacenar por un período prolongado.

Cuadro 2-6.resultados obtenidos por la prueba de comparación de medias de acuerdo al criterio de tukey para tercera interacción almacenamiento, días y secado para la variable semillas por cabeza de la variedad 1307-3A.

Almacenamiento	Días	secado	Medias	
vacio	60	silica	77.17	A
vacio	60	horno	81.50	A
vacio	90	horno	90.17	A
Sobre	30	horno	91.50	A
vacio	90	silica	92.33	A
sobre	60	silica	96.83	A B
sobre	60	horno	109.33	A B
sobre	90	horno	116.6	A B C
sobre	90	silica	122.83	A B C
sobre	30	silica	145.33	B C D
vacio	30	silica	164.00	C D
vacio	30	horno	178.17	D

A continuación se presenta la prueba de comparación de medias de acuerdo al criterio de tukey (cuadro 2-7) en este cuadro se observa que el mejor tratamiento es de (40 por ciento de silica a una temperatura de 7 ° C y con un máximo de 30 días de almacenamiento) con un promedio de 182 semillas por inflorescencia para que esté en su punto óptimo de almacenamiento alcanzando los mayores porcentajes de germinación, también se observa que el polen es viable a los 90 días a una temperatura de menos 5 con una previa deshidratación de 40 % con silica gel, con un promedio de 131 semillas por inflorescencia el cual es estadísticamente igual que el almacenado por 30 días ya que el porcentaje de diferencia es mínimo entre ellos. Al evaluar estas temperaturas, la deshidratación y los días de almacenamiento pudimos observar que el contenido de humedad del polen se incrementa cuando aumentamos la temperatura siempre y cuando la humedad permanezca estable. Hay que señalar que según Digonett-Kerhoas la temperatura y la humedad relativa actúan de forma independiente por lo tanto si aumenta una hay que disminuir la otra, teniendo en cuenta que el polen es higroscópico absorbe o libera humedad dependiendo el ambiente donde se le coloque y su contenido de humedad final se estabiliza cuando se expone a un ambiente específico por un periodo de tiempo determinado esto va a depender del tipo de polen, temperatura y humedad relativa del aire circundante.

Cuadro 2-7. Presentación de resultados de la prueba de comparación de medias de acuerdo al criterio de tukey para tercera interacción temperatura, días y secado para la variable semillas por inflorescencia de la variedad 1307-3A

temperatura	Días	secado	Medias	
7°C	60	horno	80.17	A
7°C	60	silica	82.33	A B
7°C	90	silica	83.33	A B
7°C	90	horno	83.50	A B
-5 °C	60	silica	91.67	A B
-5 °C	60	horno	110.67	A B C
-5 °C	90	horno	123.33	A B C
7°C	30	horno	126.00	A B C
-5 °C	30	silica	126.67	A B C
-5 °C	90	silica	131.83	B C D
-5 °C	30	horno	143.67	C D
7 °C	30	silica	182.67	D

En el cuadro 2-8 se presentan el análisis de varianza para la variedad 1319-3 el cual mostro que en todas las fuentes de variación se observa estadísticamente con diferencia significativa en la variable de el rendimiento de semillas por inflorescencia. Por lo que hubo necesidad de realizar para la cuarta interacción una prueba de media (tukey)

Cuadro 2-8. Cuadro de resumen del análisis de varianza efectuado para el rendimiento de número de semillas por inflorescencia de la variedad 1319 – 3 (CV 15.85).

Variedad 1319- 3 variable, semillas por cabeza	Valores de probabilidad
F.V (Fuentes de variación.)	Vp
Almacenamiento	0.0005
Temperatura	0.0010
Días	0.0119
Secado	0.0005
Almacenamiento x días	0.0001
Almacenamiento x secado	0.0016
Temperatura x días	0.0001
Almacenamiento x temperatura	0.0001
Almacenamiento x temperatura x días x secado	0.0100

En el cuadro 2-9. Se presenta la prueba de comparación de medias de acuerdo al criterio de tukey en este cuadro se observa un grupo alto de tratamientos estadísticamente iguales observándose ninguna tendencia de error de un factor lo que nos indica que esta variedad es más tolerable a las condiciones de almacenamiento. Siendo una variedad con menos porcentaje de germinación pero el porcentaje más alto fue al vacío a menos 5 en secado y a 90 días lo que es buen inicio para preservar polen por más de 30 días.

Se puede observar que casi en todas las combinaciones dieron resultados similares solo que la variedad se comporto con baja viabilidad desde los primeros días de almacenamiento en comparación con la variedad 1307-3A.

Cuadro 2-9. Prueba de comparación múltiple de medias de acuerdo al criterio de tukey para la cuarta interacción almacenamiento, temperatura, días y secado para la variable semillas por cabeza de la variedad 1319 – 3

Almacena miento	Temperatura	Días	Secado	Medias	
vacio	7°C	90	silica	14.33	A
vacio	7°C	90	horno	29	A B
vacio	-5 °C	30	silica	44.67	A B C
vacio	-5 °C	90	silica	54.67	B C D
Sobre	7°C	30	silica	54.67	B C D
vacio	7°C	60	horno	56.67	B C D E
sobre	-5 °C	30	horno	61.33	C D E
vacio	-5 °C	60	silica	61.67	C D E
Sobre	-5 °C	60	silica	62.67	C D E
vacio	-5 °C	60	horno	64	C D E
sobre	7°C	90	silica	65	C D E
sobre	7°C	60	silica	65.33	C D E
sobre	7°C	30	horno	68.33	C D E
sobre	7°C	30	horno	68.33	C D E
vacio	7°C	30	silica	71.67	C D E
vacio	7°C	90	horno	72.33	C D E
sobre	7°C	90	horno	72.67	C D E
sobre	-5 °C	60	horno	72.67	C D E
sobre	-5 °C	60	horno	74	C D E
sobre	-5 °C	30	silica	77.67	C D E
vacio	-5 °C	60	horno	78.67	D E
sobre	-5 °C	90	silica	80	D E
vacio	7°C	60	horno	80	D E
Vacio	-5 °C	90	horno	87.33	E

2.11.1 Promedio de los factores de almacenamiento del polen

En el cuadro 2-10 se puede observar los promedios para cualquier método va a dar buenos resultados siempre y cuando se utilicen métodos de deshidratación antes de almacenar el polen.

Cuadro 2-10. Índice de promedio de almacenamiento

Almacenamiento	Variable	Mínimo	Máximo
sobre	Semillas por cabeza	63	217
Sobre	Semillas por gramo	349	444
vacio	Semillas por cabeza	15	224
vacio	Semillas por gramo	304	434

El cuadro 2-11 se observa que la temperatura que da mejores resultados es a menos 5 con un mínimo de semillas por cabeza de 63 y un máximo de 224 infiriendo se puede trabajar con temperaturas de menos cinco con una deshidratación adecuada, ya que la humedad del polen se incrementa cuando aumenta la temperatura.

Cuadro 11. Índice de promedio de temperatura

Temperatura	Variable	Mínimo	Máximo
Ambiente	Semillas por cabeza	98	168
Ambiente	Semillas por gramo	375	436
Menos 5	Semillas por cabeza	63	224
Menos 5	Semillas por gramo	349	444
Siete	Semillas por cabeza	15	217
Siete	Semillas por gramo	304	430

En el cuadro 2-12 se observa que para mantener la viabilidad del polen en rangos aceptables es con un tiempo menor que 30 días a partir de los 60 hasta los 90 días el polen en menor cantidad sigue viable, hay que recordar que según Bergamini, Mulcahy el polen de Marigold por ser un polen de tipo trinucleado al someterlo a procesos de deshidratación y bajas temperaturas hay especies que gradualmente pierden su viabilidad a lo largo de 3 semana hasta 90 días logrando detener su actividad metabólica , y almacenar por un periodo prolongado.

Cuadro 2-12. índice de promedio de días de almacenamiento

Días	Variable	Mínimo	Máximo
30	Semillas por cabeza	74	224
30	Semillas por gramo	341	406
60	Semillas por cabeza	31	148
60	Semillas por gramo	304	430
90	Semillas por cabeza	15	168
90	Semillas por gramo	364	444

En el cuadro 2-13. se puede observar que el mejor método para secar el polen es a 40 por ciento con silica gel sin embargo no hay diferencia entre secar con horno ya que los resultados de la deshidratación fueron similares, en el caso de sin secado si hubo diferencia, ya que al permanecer el polen a temperatura ambiente por ser un polen de tipo trinucleado va perdiendo su humedad en un periodo de 3 horas se reseca hasta morir y si se somete a temperaturas bajas la humedad del polen aumenta y se cristaliza el agua que hay en su interior.

Cuadro 2-13. Índice de secado de almacenamiento del polen

Secado	Variable	Mínimo	Máximo
Horno 28°C	Semillas por cabeza	15	213
Horno 28°C	Semillas por gramo	341	444
40 % Silica	Semillas por cabeza	46	224
40 % Silica	Semillas por gramo	304	434
Sin secar	Semillas por cabeza	98	168
Sin secar	Semillas por gramo	375	436

2.12 CONCLUSIONES

- 2.12.1 El efecto de las condiciones de almacenamiento es muy variable en la viabilidad del polen de *Tagetes erecta*.
- 2.12.2 En relación al empaque sobre de papel y empaque al vacío cualquier método da buenos resultados siempre y cuando se utilicen métodos de deshidratación antes de almacenar el polen.
- 2.12.3 Al evaluar las temperaturas y la deshidratación parcial del polen llegamos a la conclusión que nos dio mejores resultados la temperatura menos 5 °C ya que hubo un máximo de 224 semillas por inflorescencia.
- 2.12.4 Al evaluar la viabilidad del polen Marigold a los 30 60 y 90 días llegamos a la conclusión que el mejor tiempo para mantener la máxima viabilidad del polen al máximo es de 30 días de estos hasta los 90 días hay una disminución de porcentaje de viabilidad en cuanto al porcentaje máximo de semillas por inflorescencia.
- 2.12.5 Regulando el tipo de secado, temperatura y empaque de almacenamiento se puede lograr prolongar el almacenamiento del polen por más de 21 días hasta un periodo de 90 días

2.13 RECOMENDACIONES

- 12.2 Trabajar el polen a temperaturas de menos cinco siempre y cuando se deshidrate el polen antes del almacenamiento.
- 12.3 Trabajar el polen por un periodo de 30 días para que no se vea afectada la viabilidad del polen.

2.14 BIBLIOGRAFÍAS

1. Bergamini, G; Mulcahy, DL. 1982. A comparison of pollen tube growth in bi and trinucleate pollen. *In* Biology and implication for plant breeding. Lake Garda, Italia. 128 p.
2. Cáseres, A; Samayoa, B. 1979. Tamizaje de la actividad antibacteriana de plantas usadas en Guatemala para el tratamiento de afecciones gastrointestinales. Tesis Quim. Biol. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 215 p.
3. Cornillon, P; Maisonneube, B. 1985. Effet de basses temperatures appliquées aux parties aérienne ou racinaire de la tomate sur l'absorption d'éléments minéraux et la fertilité pollinique. *Agronomie* 5:33-38.
4. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 16-17.
5. Dumas, D; Knox, RB; Clarke, A. 1985. Pollination and cellular recognition. *Outlook on Agriculture* 14:68-78.
6. Goldsmith Seeds, US. 1996. Seed catalog 1996-1997. California, US. 28 p.
7. _____. 1998. The hybrid story from Goldsmith Seeds (en línea). California, US. 4 p. Consultado 20 ago 2009. Disponible en www.goldsmithseeds.com/faxback/seeds/hybrids.htm
8. Johri, BM. 1982. Experimental embryology of vascular plants. New York, US, Berlin Heidelberg. 273 p.
9. Loarca Morales, JJ. 2000. Evaluación de 9 horarios de polinización artificial y dos sustancias dispersantes para la producción de semilla híbrida de dos cultivares de marigold (*Tagetes erecta* L.), en Villa Canales, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 76 p.
10. Monografías.com. 2010. Reproducción y genética (en línea). Argentina. Consultado 20 ago 2009. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos/reproduccion/reproduccion.shtml>
11. Sáenz De R, C. 1978. Polen y esporas. Madrid, España, Blume. p. 15-19, 45-48.
12. Santos, GA; Batugal, PA; Othman, A; Baudouin, L; Labouisse, JP. 2011. Manual sobre técnicas estandarizadas para la investigación del mejoramiento del cocotero (en línea). Costa de Marfil, IPGRI. 94 p. Consultado 20 feb 2010. Disponible en http://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/biodiversity/publications/pdfs/832_Manual_sobre_t%C3%A9cnicas_estandarizadas_para_la_investigacion_del_mejoramiento_del_cocotero.pdf?cache=1323625382

13. Sinnott, Edmund W; Dunn, L.C., Dobzhansky, Theodosius. 1961. Principios de genética. España, Omega. 581 p.
14. Sosa, E. 1988. Evaluación de cuatro sustancias diluyentes –dispersantes de polen para producir semilla híbrida en cuatro cultivares de marigold (*Tagetes erecta*), mediante polinización artificial, en condiciones de invernadero. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 63 p.
15. Tay, K. 1996. Guía para la producción de semilla híbrida de Marigold finca Mayacrops, S.A., Villa Canales, Guatemala. Guatemala, s.e. 99 p.
16. Tiezzi *et al.* 1988. Microgametogenesis en angiospermas: grano de *polen* binucleado, granos de *polen trinucleados*, imágenes de Raven (en línea). Argentina, Biología. Consultado 20 ago 2009. Disponible en <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema22/tema22-8microgameto.htm>
17. UNNE (Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Biología, AR). 2011. Morfología de plantas vasculares: fecundación y embriogénesis: angiospermae (en línea). Argentina. Consultado 20 ago 2009. Disponible en <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema24/24-3angiosp.htm>
18. Vázquez, FJ. 1999. Aspectos biológicos relacionados con la floración, polinización, fecundación, y formación de frutos y semillas en los vegetales. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 59 p.



Yo. Bco. Rolando Ramos

2.14. Anexo.

Cuadro 2-14. Resumen del arreglo de los tratamientos y las combinaciones para las variedades (1307-3-A y 1319-3).

MARIGOLD											
METODO	EMPAQUE VACIO.	AL	R 1	R 2	R 3	TOTAL	POLEN (Almacenado)	% DE ° H	POLEN (R1)	POLEN (R1)(R2)(R3)	POLEN DILUIDO (1:1)
FECHA SIEMBRA	0 hrs secado 40 % silica										
30 NOVIEMBRE	T1=T (7°C)		25C	25C	25C	75C	3 g	0.5 g	2.5 g	7.5 g	15 g
	T2= T(-5°C)		25C	25C	25C	75C	3 g	0.5 g	2.5 g	7.5 g	15 g
	X hrs secado % °H = 4										
	T3=T (7°C)		25C	25C	25C	75C	3 g	0.5 g	2.5 g	7.5 g	15 g
	T4= T(-5°C)		25C	25C	25C	75C	3 g	0.5 g	2.5 g	7.5 g	15 g
30, 60 y 90 DIAS	EMPAQUE SOBRE		R 1	R 2	R 3	TOTAL	POLEN (Almacenado)	% DE ° H TINCION	POLEN (R1)	POLEN (R1)(R2)(R3)	POLEN DILUIDO
	0 hrs secado Silica 40%										
	T5 = T (7°C)		25C	25C	25C	75C	3 g	0.5 g	2.5 g	7.5 g	15 g
	T6 = T(-5°C)		25C	25C	25C	75C	3 g	0.5 g	2.5 g	7.5 g	15 g
	X hrs secado % °H = 4										
I POLINIZACION 30 DE ENERO	T7 = T (7°C)		25C	25C	25C	75C	3 g	0.5 g	2.5 g	7.5 g	15 g
	T8 = T(-5°C)		25C	25C	25C	75C	3 g	0.5 g	2.5 g	7.5 g	15 g
600							4.0g		60. g		120 g

Resumen de las fechas de siembra con sus factores de estudio, Tiempo, Temperatura, tipo de secado y días de almacenamiento con sus respectivas repeticiones y número de cabezas a polinizar cantidad de gramos a utilizarse por polinización.



CAPITULO III

PROYECTOS PROFESIONALES REALIZADOS EN SYNGENTA FLOWERS,
AMATITLÁN, GUATEMALA, C.A

3.1 PRESENTACIÓN DE PROYECTOS PROFESIONALES

El cultivo de Marigold se encuentra entre uno de los cultivos con mayor demanda de exportación y ocupa el 80% en espacio de producción en la finca esta es parte de un conjunto de investigaciones con el fin último de desarrollar una metodología para mejorar las técnicas de almacenamiento de polen a manera que la viabilidad del polen se pueda mantener por un periodo de almacenamiento prolongado.

La presente tiene como objetivo conocer el porcentaje de humedad en el cual debe ser almacenado el polen de Marigold.



3.2 EVALUACIÓN DE TIEMPO DE SECADO DEL POLEN DE
MARIGOLD PARA SU ALMACENAMIENTO.

3.2.1 PRESENTACIÓN

Antecedentes de pruebas de secado indican que la longevidad del polen aumenta con la desecación y almacenamiento a temperaturas bajas. El polen trinucleado es sensible a la desecación especialmente si pasa más de 8 horas.

La metodología que mejor se acoplo al tiempo de secado fue de 3 horas de secado alcanzando una humedad de 3.05 % en la variedad de 1307-3A que es lo que requeríamos para almacenar el polen a bajas temperaturas y en las variedades 1318-1A y 1319-3 se alcanzo una humedad de 4.95 % a 5.21 % lo que es alto comparado con la variedad anterior ya que poseían la misma humedad inicial pero no la misma humedad final así que llegamos a la conclusión que estas variedades necesitan más tiempo de secado para llegar al porcentaje de humedad menores que 4% para poder almacenar a temperaturas menores sin afectar la viabilidad del polen.

3.2.2 OBJETIVOS

3.2.3.1 General

3.2.3.1.2 Desarrollar un método de secado para llegar a la humedad que requiere el polen de Marigold para su almacenamiento sin afectar su viabilidad.

3.2.3.2 Especifico

3.2.3.2.1 Evaluar el tiempo de secado en al horno a 28 °C desde 0, 1, 2 y 3 horas de secado del polen de Marigold para su almacenamiento.

3.2.3 HIPÓTESIS

3.2.3.1 Las horas de secado en horno con temperatura de 28° C influyen en la viabilidad del polen de marigold y por ende en el periodo de almacenamiento.

3.2.4 ANTECEDENTES

Actualmente la empresa produce semillas en las que se realizó la prueba de secado a 0.1, 2 y 3 horas en horno a una temperatura de 28 °C.

D) Antigua (hibrido enano de Marigold Africana) se caracteriza por tallos cortos de 10 a 12 pulgadas y cabezas florales de 3 pulgadas. Se ramifica en la base asegurando un producto de alta calidad para la primavera. Esta variedad es adecuada para macetas de jardín y decoración de jardines con borde bajo (Goldsmith Seeds, US. 1996).

E) Inca (hibrido de Marigold africana) posee cabezas florales dobles de 4 a 5 pulgadas con colores brillantes aun en climas extremadamente cálidos presenta una altura de 12 a 14 pulgadas (Goldsmith Seeds, US. 1996).

F) Perfección: (hibrido de Marigold africana) posee cabezas florales perfectamente redondeadas con una estructura de pétalo que le confiera alta tolerancia climático (Goldsmith Seeds, US. 1996).

3.2.5 METODOLOGÍA

3.2.5.1 Factores en Estudio

A) Porcentaje de humedad del polen en relación a diferentes horas de secado

Se empaco el polen de las tres variedades en sobres de papel bond y se seco en el horno a 28°C con el fin de encontrar un porcentaje ideal que mantenga el polen a una humedad e 3 a 4 por ciento.

Graficas de porcentaje de humedad de polen- en relación a las (0, 1, 2, y 3) horas de secado en el horno de convección a 28°C.

B) Cuajamiento de semillas por inflorescencia en relación a las horas de secado.

Control: polen del día.

3.2.5.2 TRATAMIENTOS

Cuadro 3-1. Distribución de los tratamientos evaluados.

tratamiento	variedad	Tiempo de secado horas
1	1318 -1 A	0
2	1318 -1 A	1
3	1318 -1 A	2
4	1318 -1 A	3
1	1319 -3	0
2	1319 -3	1
3	1319-3	2
4	1319-3	3
1	1307-3A	0
2	1307-3A	1
3	1307-3A	2
4	1307-3A	3

3.2.5.3 Variable de respuesta

Numero de semillas por inflorescencia respecto al tiempo de secado.

A) Porcentaje de humedad

Peso final del polen.

B) Variable derivada

Pérdida de peso del polen (peso inicial del polen - peso final del polen)

3.2.5.4 Análisis de la información:

Análisis de varianza, pruebas de medias y graficas

3.2.5.5 MANEJO DEL EXPERIMENTO:

Este proceso consistió en secar el polen a temperatura de 28°C en el horno de convección por un periodo de (0, 1, 2 y 3 horas)

Se prepararon 8 sobres conteniendo 2 gramos de polen de las 3 variedades de (1318-3, 1319-3 y 1307-3A) Marigold y se les tomo el peso inicial en una balanza analítica antes del secado y el peso del polen después del secado para sacarles el porcentaje de humedad perdido por hora, seguidamente fue llevado a invernadero se polinizaran aproximadamente 50 cabezas por repetición.

Para medir el porcentaje de humedad se utilizó un horno de convección a una temperatura de 65°C para ello se pesaron 2 gramos de polen secados a 1,2 y 3 horas el cual se dividió en tres cacerolas tomándoles el peso inicial del polen en una balanza analítica y posterior se sometió al horno por 72 horas y se peso de nuevo para obtener la humedad final

Se evaluó de 0, 1,2 y 3 horas de secado para comprobar que se puede secar sin perder la viabilidad.

3.2.5.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

Completamente al azar con el modelo estadístico

$$\hat{Y}_{ij} = \mu + T_i + \sum_{ij}$$

- ⊙ \hat{Y}_{ij} =Resultado de las variables en estudio de la *ijk*-esima unidad experimental.
- ⊙ μ = Media general de las variables en estudio de secado del polen.
- ⊙ T_i =Efecto de la *i*- esima tratamiento en el tiempo de secado del polen de *Marigold*
- ⊙ \sum_{ij} =Error experimental asociado a la *ijk*-esima unidad experimental.

3.2.5.7 Unidad experimental

Para evaluar el cuajamiento se polinizan 50 por cada hora de secado en el horno a 28°C las cabezas polinizadas serán gaseadas y se hará conteo de semillas por cada cabeza, por lo que la unidad experimental será cada cabeza polinizada.

3.2.5.8 Puntos a considerar

Se trata de llegar a una humedad óptima para el almacenamiento del polen que se estima que es del 4 por ciento ya que se han reportado problemas de cuajamiento de los encargados de plantación cuando el polen anda menos del 3 por ciento de humedad o mayores de 8 por ciento de humedad.

Este polen es de naturaleza sensible a la deshidratación por eso se trata la manera de ser lo más cuidadosos en la deshidratación y posterior a ella para que el polen se pueda preservar por mucho más tiempo.

3.2.5.9 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se puede observar en el cuadro 3-2 la variedad 1307-3A es la que posee menores porcentajes de humedad y mayores porcentajes de semillas por inflorescencia en la variedad 1318-1A observamos un mayor número de semillas por inflorescencia al estar con menos porcentajes de humedad y la 1319 -3 es la variedad que posee el mayor porcentaje de humedad y menor porcentaje de semillas por inflorescencia se puede observar que las tres variedades se comportan de diferente manera en relación al porcentaje de humedad y porcentajes de semillas por inflorescencia.

Cuadro 3-2 Resumen del cuadro de la distribución de los tratamientos en relación a la humedad del polen con la cantidad de semillas por inflorescencia de las tres variedades en estudio.

tratamiento	variedad	Tiempo de secado horas	Humedad de polen variable	Variable semillas por cabeza
1	1318 -1 A	0	6.04	121
2	1318 -1 A	1	5.55	131
3	1318 -1 A	2	5.39	164
4	1318 -1 A	3	4.87	145
1	1319 -3	0	7.09	71
2	1319 -3	1	6.67	74
3	1319-3	2	6.40	56
4	1319-3	3	5.84	77
1	1307-3A	0	7.40	191
2	1307-3A	1	5.47	124
3	1307-3A	2	4.65	162
4	1307-3A	3	2.55	150

En el cuadro 3-3 se presentan los resultados de los análisis de varianza para la variedad 1307-3A, el cual mostró que no hay diferencias significativas entre los tratamientos en el factor de estudio de porcentaje de humedad realizándose la prueba de Tukey.

Cuadro 3-3. Cuadro de resumen del análisis de varianza efectuado para el porcentaje de humedad respecto a horas de secado de la variedad 1307-3A. (CV 6.68)

Variedad 1307-3A porcentaje de humedad	Valores de probabilidad
F.V (Fuentes de variación.)	Vp
Horas de secado en relación con el porcentaje de humedad del polen.	0.0001

De acuerdo al criterio de tukey (cuadro3-4) el mejor tiempo de secado para alcanzar la humedad optima es de 3 horas con un porcentaje ideal de 3.05% para la variedad 1307-3A

Cuadro 3-4. Resultados obtenidos por la prueba de comparación de medias de acuerdo al criterio de tukey para la variable de horas de secado en relación a la humedad del polen de la variedad 1307-3A

Horas de secado	Medias	n	
3	3.05	3	A
2	4.79	3	B
1	5.99	3	C
0	7.23	3	D

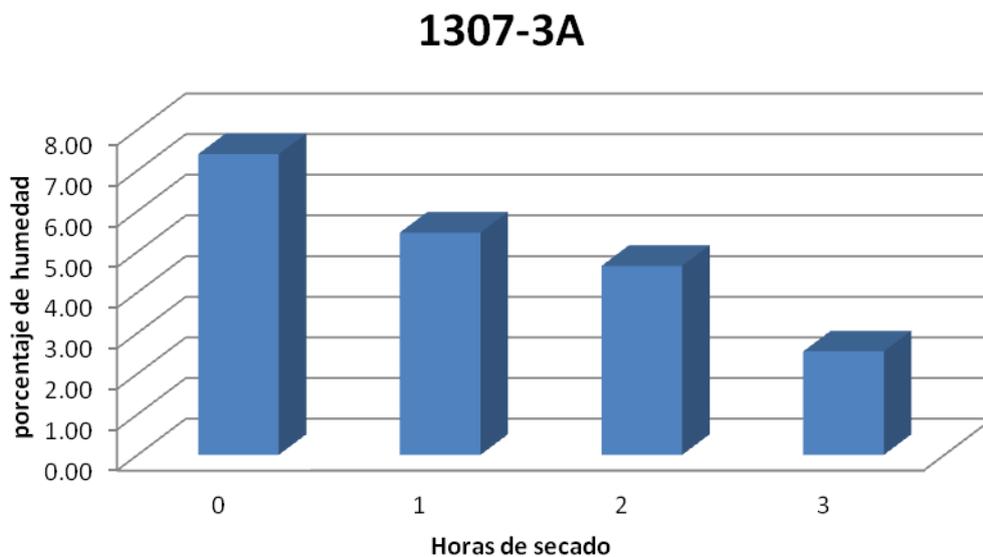


Figura 3-1. Grafica de porcentaje de humedad en relación a las horas de secado.

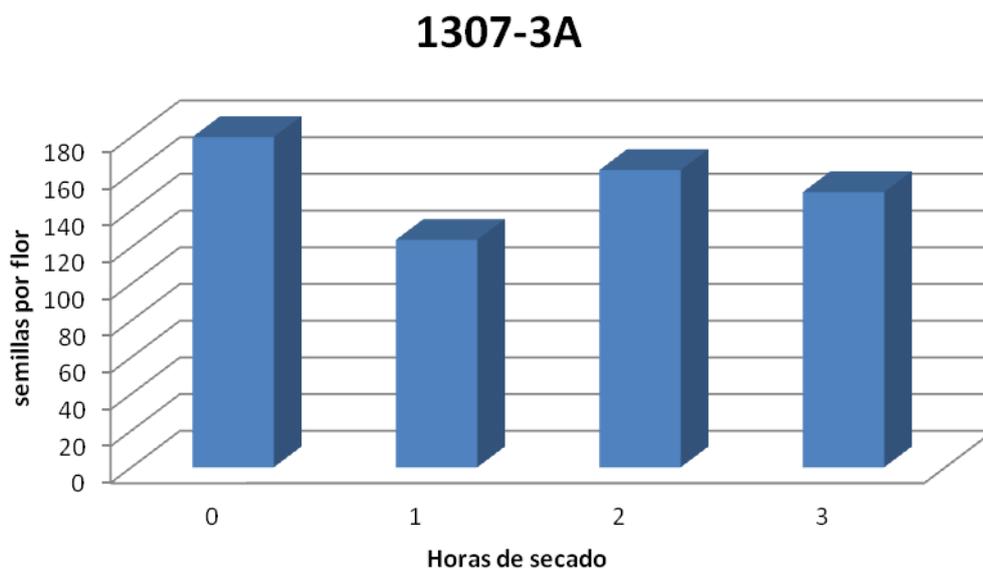


Figura 3-2. Grafica de la variable semillas por inflorescencia respecto a las horas de secado.

En el cuadro 3-5 se presentan los resultados de los análisis de varianza para la variedad 1318-1A, el cual mostró que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos en el factor de estudio de porcentaje de humedad realizándose la prueba de Tukey

Cuadro 3-5. Cuadro de resumen del análisis de varianza efectuado para el porcentaje de humedad en relación a las horas de secado de la variedad 1318-1A. (CV 7.99)

Variedad 1318-1A, porcentaje de humedad	Valores de probabilidad
F.V (Fuentes de variación.)	Vp
Horas de secado en relación con el porcentaje de humedad del polen.	0.0136

De acuerdo al criterio de tukey (cuadro 3- 6) nos indica que estadísticamente 1, 2,3, son iguales pero el que posee menor porcentaje de humedad es a 3 horas de secado con un promedio de 4.95 % para la variedad 1318 -1A.

Cuadro 3- 6. Resultados obtenidos por la prueba de comparación de medias de acuerdo al criterio de tukey para la variable de horas de secado en relación a la humedad del polen de la variedad 1318-1A

Horas de secado	Medias	n	
3	4.95	3	A
2	5.71	3	A B
1	5.92	3	A B
0	6.65	3	B

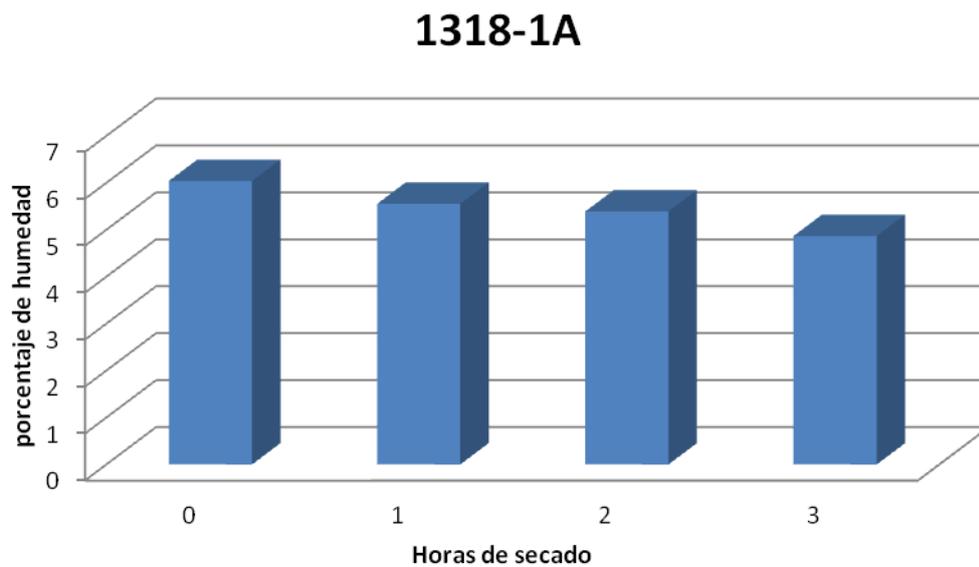


Figura 3-3. Grafica de porcentaje de humedad en relación a las horas de secado.

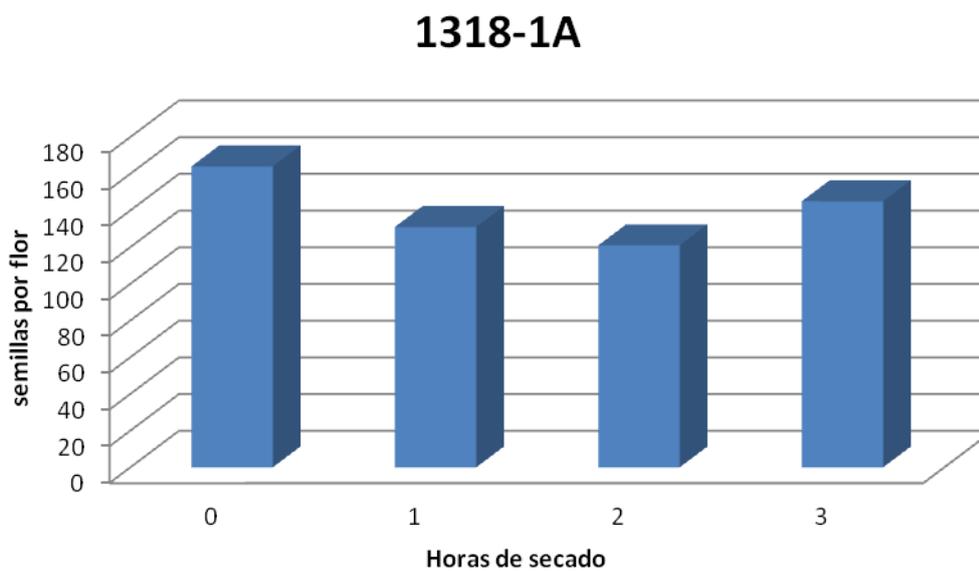


Figura 3-4. Grafica de la variable semillas por inflorescencia respecto a las horas de secado.

En el cuadro 3-7 se presentan los resultados de los análisis de varianza para la variedad 1319-3 el cual mostró que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos en el factor de estudio de porcentaje de humedad realizándose la prueba de Tukey

Cuadro 3-7. Cuadro de resumen del análisis de varianza efectuado para el porcentaje de humedad respecto a horas de secado de la variedad 1319-3. (CV 13.03)

Variedad 1319-3, porcentaje de humedad	Valores de probabilidad
F.V (Fuentes de variación.)	Vp
Horas de secado en relación con el porcentaje de humedad del polen.	0.1404

De acuerdo al criterio de tukey (cuadro 3-8) estadísticamente 0,1, 2 y 3 son iguales pero el mejor promedio en tiempo de secado es de 3 horas con un porcentaje de 5.21 por ciento para la variedad 1319-3.

Cuadro 3-8. Resultados obtenidos por la prueba de comparación de medias de acuerdo al criterio de tukey para la variable de horas de secado en relación a la humedad del polen de la variedad 1319-3 .

Horas de secado	Medias	n	
3	5.21	3	A
2	5.90	3	A
1	6.16	3	A
0	6.93	3	A

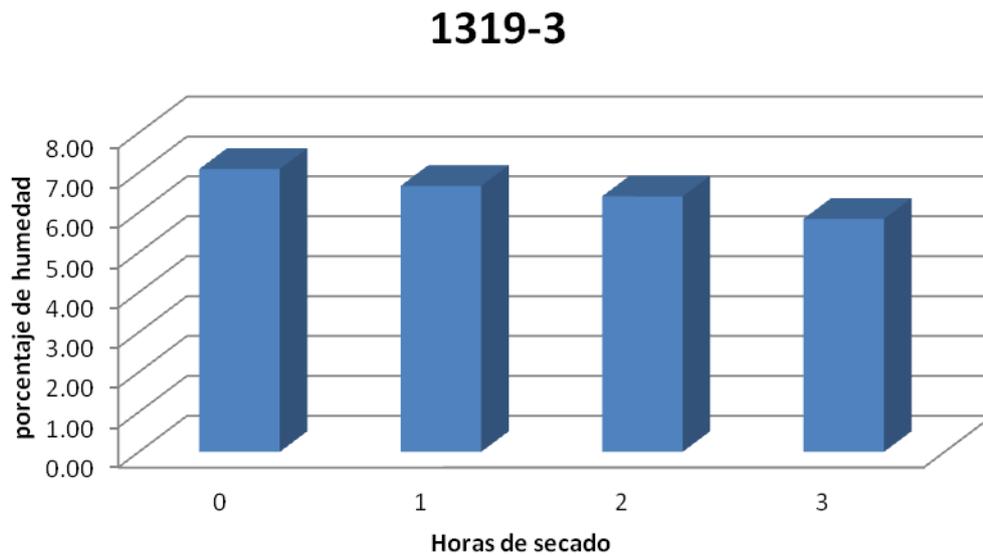


Figura 3-5. Grafica de porcentaje de humedad en relación a las horas de secado.

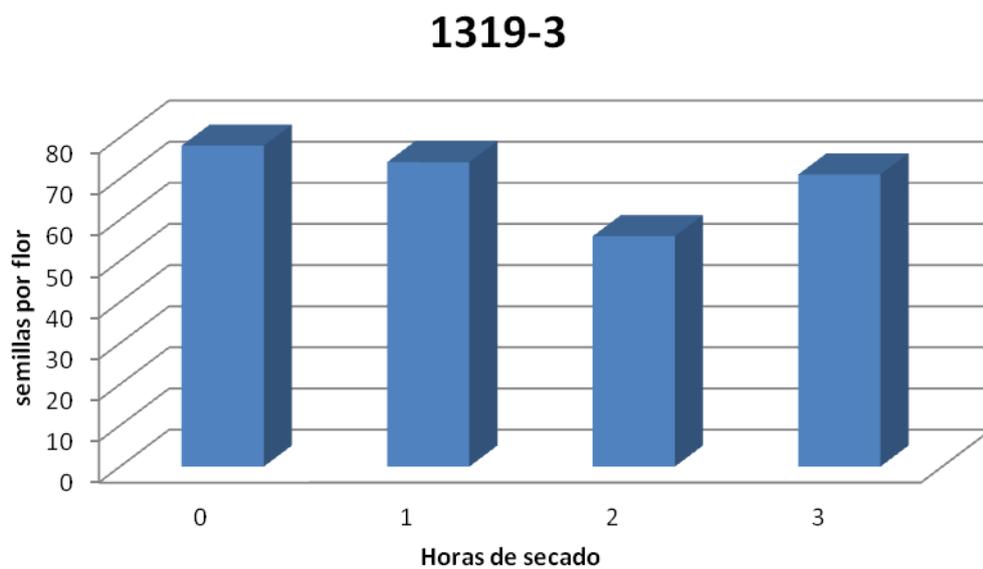


Figura 3- 6. Grafica de la variable semillas por inflorescencia respecto a las horas de secado

En el cuadro 3-9 se presentan los resultados de los análisis de varianza para las variedades 1307-3A, 1318-1A, y 1319- 3, se les practicó su respectivo análisis de varianza el cual mostró diferencias significativas entre los tratamientos en el factor de estudio de porcentaje de humedad realizándose la prueba de Tukey

Cuadro 3-9. Cuadro de resumen del análisis de varianza efectuado para el porcentaje de humedad en relación a horas de secado, variedad y horas por variedad (1307-3A, 1318-1A, y 1319- 3.) (CV 9.91).

Variedad 1307-3A, 1318-1A, y 1319- 3, porcentaje de humedad en relación a horas de secado, variedad y horas por variedad.	Valores de probabilidad
F.V (Fuentes de variación.)	Vp
Horas de secado	0.0001
Variedad	0.0075
Horas por variedad	0.0089

De acuerdo al criterio de tukey (cuadro 3-10) el mejor tiempo de secado para alcanzar la humedad optima es de 3 horas con un porcentaje de 4.40 por ciento para las variedades 1307-3A, 1318-1A, y 1319- 3

Cuadro 3-10. Resultados obtenidos por la prueba de comparación de medias de acuerdo al criterio de tukey para la variable de horas de secado en relación a la humedad del polen para las variedades 1307-3A, 1318-1A, y 1319- 3,

Horas de secado	Medias	n	
3	4.40	9	A
2	5.47	9	B
1	6.02	9	B
0	6.94	9	C

De acuerdo al criterio de tukey (cuadro 3-11) hay diferencias respecto al porcentaje de humedad que posee cada variedad teniendo un porcentaje de humedad menor la variedad 1307-3A,

Cuadro 3-11. Resultados obtenidos por la prueba de comparación de medias de acuerdo al criterio de tukey para las variedades 1307-3A, 1318-1A, y 1319-3.

Variedad	Medias	n	
1307-3A	5.27	12	A
1318-1A	5.81	12	A B
1319- 3	6.05	12	B

De acuerdo al criterio de tukey (cuadro 3-12) el mejor tiempo de secado para alcanzar la humedad optima es de 3 horas con un porcentaje de 3.05 % para las variedades 1307-3A, para la variedad 1307-3A ,1318-1A, son los mismos porcentajes de humedad a dos y a 3 horas y 1319- 3, que es la variedad con mas alto porcentaje de humedad.

Cuadro 3-12. Resultados obtenidos por la prueba de comparación de medias de acuerdo al criterio de tukey para la combinación de las variables horas de secado en relación a las variedades 1307-3A, 1318-1A, y 1319- 3, respecto al porcentaje de humedad.

Horas de secado	Variedad	Medias	n	
3	1307-3A	3.05	3	A
2	1307-3A	4.79	3	B
3	1318-1A	4.95	3	B
3	1319- 3	5.21	3	B C

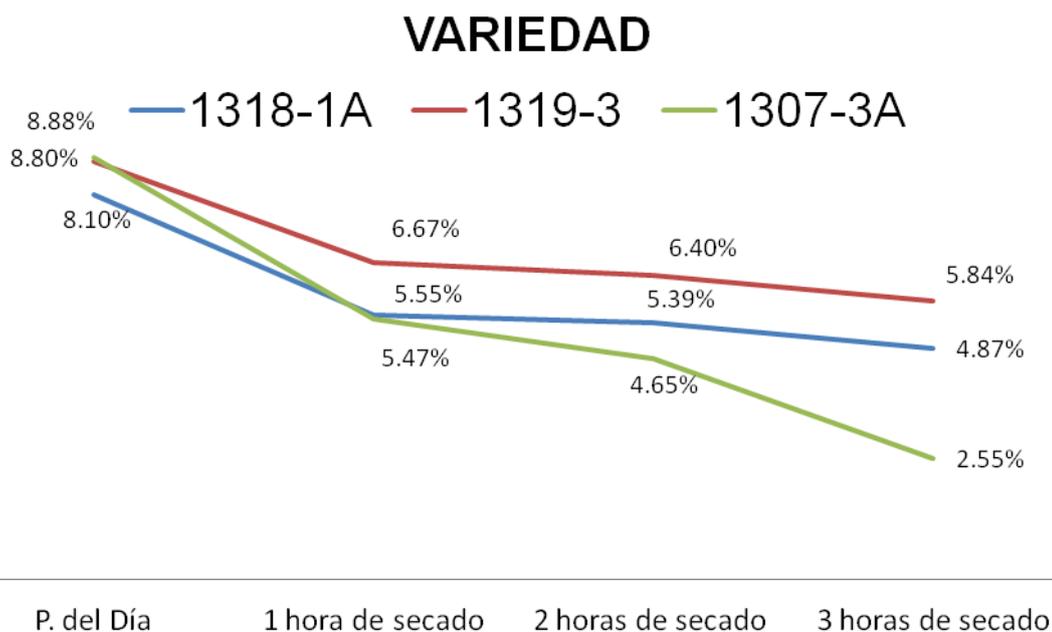


Figura 3-7. Grafica de comportamiento de la reducción del porcentaje de humedad durante 3 horas de secado de las variedades 1307-3A, 1318-1A, y 1319- 3.

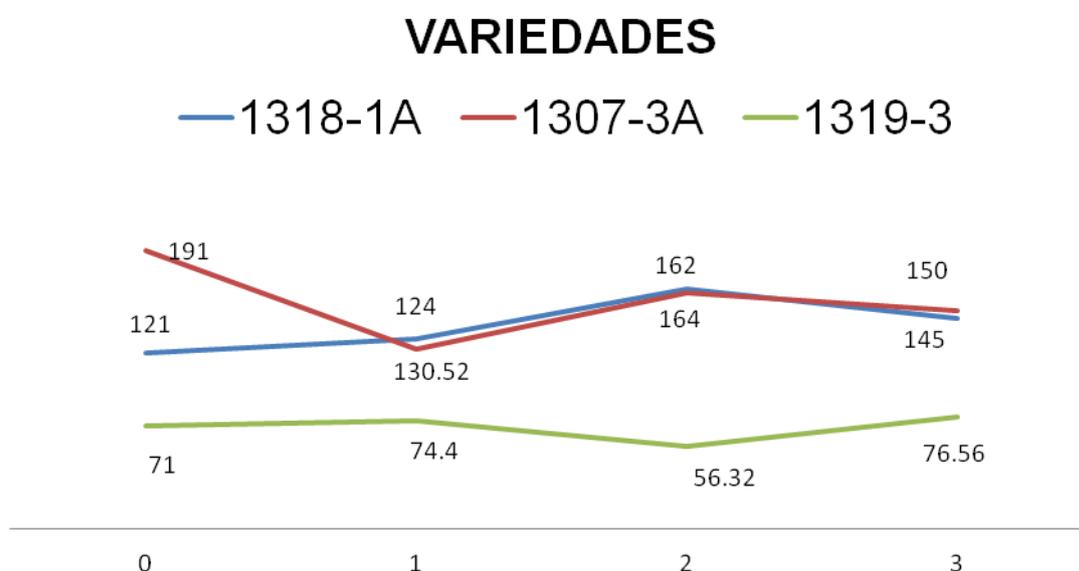


Figura 3-8. Grafica de comportamiento del cuajado de semillas por inflorescencia en relación a las horas de secado de las variedades 1307-3A, 1318-1A, y 1319- 3.

3.3 EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE SECADO DEL POLEN DE MARIGOLD EN RELACIÓN AL PORCENTAJE DE SILICA PARA SU ALMACENAMIENTO.



3.3.1 PRESENTACIÓN

La presente tiene como objetivo conocer el porcentaje de relación silica gel capaz de deshidratar el polen sin bajar la humedad a menos de 3% ni subirla mayor de 8% para almacenar el polen de Marigold

Antecedentes de pruebas de secado indican que se han probado métodos de deshidratación de polen con porcentajes de silica mayores de 100 % en relación al polen y pierde toda la humedad hasta morir.

La metodología que mejor se acoplo al porcentaje de secado fue de 40 a 100 por ciento de silica gel en relación al polen ya que los requerimientos de polen para ser almacenado a bajas temperaturas según Tay es de 3 a 4 por ciento de humedad y se logro tener humedades de de 3.98 a 3.38 siendo un porcentaje optimo para almacenar a temperaturas bajo cero se realizó en la variedad 1307-3A.

3.3.2 OBJETIVOS

3.3.2.1 General

3.3.2.1.2 Desarrollar un método de secado para llegar a la humedad que requiere el polen de Marigold para su almacenamiento sin afectar su viabilidad.

3.3.2.2 Especifico

3.3.2.1 Evaluar los porcentajes de silica gel para la deshidratación del polen de Marigold para su almacenamiento.

3.3.3 HIPÓTESIS

3.3.3.1 Los porcentajes de silica gel influyen en la viabilidad del polen de Marigold y por ende en el período de almacenamiento.

3.3.4 ANTECEDENTES

El polen fresco tiene un alto porcentaje de agua, alrededor de un 9% por lo que es necesario rebajar este porcentaje a aproximadamente un 3 % mediante el secado, si no se corre el riesgo de que pueda enmohecerse y fermentar.

3.3.4.1 METODOLOGÍA

3.3.4.2 Factor de estudio

A) Porcentaje de humedad del polen en relación a diferentes porcentajes de silica gel.

Se empaca el polen en sobres de papel bond en un recipiente hermético rodeados con los diferentes porcentaje de silica gel (0 %20%, 40%, 60%, 80%, 100%) en relación a la cantidad de polen almacenado a temperatura de 7°C con el fin de encontrar un porcentaje ideal que mantenga el polen a una humedad e 3 a 4 por ciento.

B) Variación del porcentaje de humedad respecto al tiempo:

Se tomara a cada 2 horas el porcentaje de humedad en relación a los diferentes porcentajes de silica para ver en qué tiempo la humedad del polen se estabiliza.

3.3.4.3 TRATAMIENTOS

Cuadro 3-13.Distribución de los tratamientos evaluados

Variedad	T I	T II	T III	T IV	T V	T VI
1307-3A						
Porcentaje de silica Con relación al polen	0%	20%	40%	60%	80%	100%
Horario 8:00 am	9.88	5.69	4.14	3.94	4.43	3.37
10.00 am	6.93	5.86	4.28	4.01	3.54	3.34
12:00pm	5.82	5.12	3.87	3.14	3.44	3.91
2.00 pm	6.60	4.87	3.80	4.07	3.21	2.90
4.00 pm	7.04	4.42	3.59	3.77	3.46	3.40

3.3.4.4 Variable de respuesta

Porcentajes de humedad: Consistió en secar el polen con diferentes porcentajes de sílica (0 % 20%, 40%, 60%, 80%, 100%) a temperatura de 7°C luego fue trasladado a laboratorio y se somete a un proceso de secado durante 72 horas en el horno de convección a 65 °C donde se les tomo el peso inicial y peso final a tres repeticiones para sacar el porcentaje de humedad final.

3.3.4.5 MANEJO DEL EXPERIMENTO

- 1) Se preparan 5 sobres de papel bond con 20 gramos de polen haciendo un total de 100 gramos para almacenar en un recipiente hermético rodeados con 20% de sílica, almacenado a temperatura de 7°C.
- 2) Se preparan 5 sobres de papel bond con 20 gramos de polen haciendo un total de 100 gramos para almacenar en un recipiente hermético rodeados con 40 % de sílica, almacenado a temperatura de 7°C.
- 3) Se preparan 5 sobres de papel bond con 20 gramos de polen haciendo un total de 100 gramos para almacenar en un recipiente hermético rodeados con 60 % de sílica, almacenado a temperatura de 7°C.
- 4) Se preparan 5 sobres de papel bond con 20 gramos de polen haciendo un total de 100 gramos para almacenar en un recipiente hermético rodeados con 80 % de sílica, almacenado a temperatura de 7°C.
- 5) Se preparan 5 sobres de papel bond con 20 gramos de polen haciendo un total de 100 gramos para almacenar en un recipiente hermético rodeados con 100 % de sílica, almacenado a temperatura de 7°C.

Para medir el porcentaje de humedad se utilizo un horno de convección a una temperatura de 65°C para ello se pesaron 2 gramos de polen almacenados a diferentes porcentajes de sílica (0 %20%, 40%, 60%, 80%, 100%) el cual se dividió en tres cacerolas tomándoles el peso inicial del polen en una balanza y posterior se sometió al horno por 72 horas y se peso de nuevo para obtener la humedad final.

Para sacar la variación del porcentaje de humedad respecto al tiempo se tomo a cada 2 horas el porcentaje de humedad en relación a los diferentes porcentajes de sílica (0 %20%, 40%, 60%, 80%, 100%) para ver en qué tiempo la humedad del polen se estabilizo.

3.3.4.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

Completamente al azar con el modelo estadístico.

$$\hat{Y}_{ij} = \mu + T_i + \sum_{ij}$$

- ⊙ \hat{Y}_{ij} = Resultado de las variables en estudio de la ijk -ésima unidad experimental.
- ⊙ μ = Media general de las variables en estudio de secado del polen.
- ⊙ T_i = Efecto de la i -ésima en los porcentajes de silica para la deshidratación del polen de Marigold.
- ⊙ \sum_{ij} = Error experimental asociado a la ijk -ésima unidad experimental.

3.3.4.7 Unidad experimental

Porcentaje de humedad del polen.

Variable auxiliar

Peso inicial del polen.

Variable derivada

Pérdida de peso del polen (peso inicial del polen - peso final del polen).

3.3.4.8 Punto a considerar

Según Tay 1996 concluyo 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 por ciento si el polen es almacenado sin utilizar silica gel. Asimismo describe que la humedad optima 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 (menor que 2 por ciento de humedad) como el exceso de humedad (mayor que 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 las rupturas. Según literatura para deshidratar polen trinucleado se ha usado silica hasta un 100%.

3.3.4.9 Análisis de la información: Análisis de varianza, pruebas de medias.

3.3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 3-14 se presentan los resultados de los análisis de varianza para la variedad 1307-3A, se le practicó su respectivo análisis de varianza el cual mostró diferencias significativas entre los tratamientos en el factor de estudio de porcentaje de humedad realizándose la prueba de Tukey (cuadro 13)

Cuadro 3-14. Cuadro de resumen del análisis de varianza efectuado para el porcentaje de humedad en relación a los diferentes porcentajes de silica gel respecto a la cantidad de polen almacenado de la variedad 1307-3A (CV 16.38)

Variedad 1307-3 ^a porcentaje de humedad	Valores de probabilidad
F.V (Fuentes de variación.)	Vp
Porcentaje de silica gel en relación con el polen,	0.0001

De acuerdo al criterio de tukey (cuadro 3-15) el mejor porcentaje con la relación silica gel es de 40 a 100 % ya que según Tay la humedad optima del polen trinucleado esta entre 3.0 y 4.8 % (menor que 3%) como el exceso de humedad (mayor que 5 %) disminuyen su viabilidad entre 35 y 50% y corre el riesgo que haya fermentación

Cuadro 3-15. Resultados obtenidos por la prueba de comparación de medias de acuerdo al criterio de tukey para el porcentaje de humedad en relación a los diferentes porcentajes de silica gel respecto a la cantidad de polen almacenado de la variedad 1307-3A.

Porcentaje de humedad	Medias	n	
100%	3.38	5	A
80%	3.62	5	A
60%	3.79	5	A B
40%	3.94	5	A B
20%	5.19	5	B
0%	7.25	5	C

La humedad del polen se pierde gradualmente de acuerdo a la relación silica gel perdiendo humedad hasta un 3 por ciento hasta que se estabiliza.

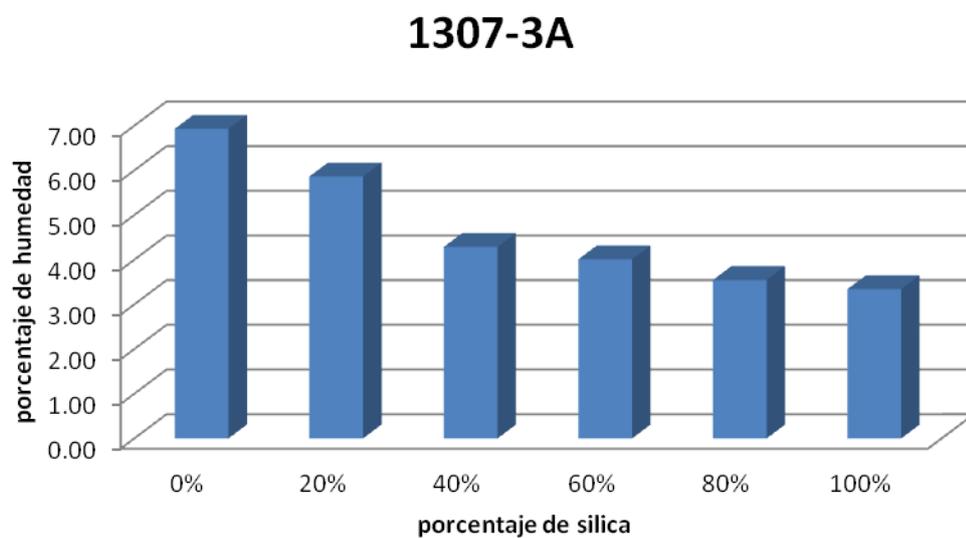


Figura 3-9. Grafica de los resultados obtenidos del comportamiento del porcentaje de humedad en relación a los porcentajes de silica gel de la variedad 1307-3A.

3.3.6 CONCLUSIONES

- 3.3.6.1 Determinamos que no hay diferencia significativa entre los métodos de deshidratación del polen ya sea en horas de secado como con porcentajes de silica siempre y cuando se utilicen las horas adecuadas y los porcentajes indicados.
- 3.3.6.2 Determinamos que la mejor metodología en horas de secado fue de 3 horas ya que obtuvimos porcentajes de humedad menores que 4 por ciento en la variedad 1307-3A pero hay diferencia significativa para las variedades 1318-1A y 1319-3 ya que los porcentajes de humedad son mayores que 4 por ciento.
- 3.3.6.3 Determinamos que la mejor metodología para los porcentajes de silica gel con relación al polen almacenado son de 40%,60%, 80% y 100% ya que mantienen la humedad por debajo de 4 por ciento que es el porcentaje adecuado que requiere el polen para su almacenamiento.

3.3.7 RECOMENDACIONES

- 3.3.7.1 Recomendamos los dos métodos para el secado ya sea a 3 horas de secado en el horno de convección a 28°C o de 40%,60%, 80% y 100% de silica gel en relación del polen almacenado ya que pudimos observar que no afecta en el cuajamiento de semillas.
- 3.3.7.2 Recomendamos la metodología de tres horas de secado para la variedad 1307-3A y para las 1318-1A y 1319-3 recomendamos evaluar de una a dos horas más de secado para llegar a un porcentaje de humedad menor que 4 por ciento y realizar su respectiva prueba de campo.
- 3.3.7.3 Recomendamos usar porcentajes mayores de 40% para deshidratar el polen de Marigold ya que se observo que mantienen la humedad debajo de 4 por ciento que es lo que se requiere para un buen almacenamiento.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 35/2012

LA TESIS TITULADA: "EVALUACIÓN DE TIEMPO, TEMPERATURA, EMPAQUE DE ALMACENAMIENTO Y TIPO DE SECADO EN LA VIDA UTIL DEL POLEN DE MARIGOLD (*Tagetes erecta* L.) AMATITLAN, GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: HEIDI MARÍA LÓPEZ PÉREZ

CARNE: 200310570

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Inga. Agra. Mirna Herrera
Ing. Agr. Manuel Martínez
Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.


MSc. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
A S E S O R


Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte
SUPERVISOR-ASESOR


MSc. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
DIRECTOR DEL IIA



AHD/nm
c.c. Archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
AREA INTEGRADA



Guatemala, 18 de mayo de 2012

Ref. SAIEPSA: Trabajo de Graduación 158-12

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE INCIDEN EN EL ALMACENAMIENTO Y LA VIABILIDAD DEL POLEN DE MARIGOLD (*Tagetes erecta* L.) REALIZADO EN LA EMPRESA SYNGENTA FLOWERS, AMATITLÁN, GUATEMALA, C.A.

ESTUDIANTE:

HEIDI MARIA LÓPEZ PÉREZ

No.CARNÉ

200310570

Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

“EVALUACIÓN DE TIEMPO, TEMPERATURA, EMPAQUE DE ALMACENAMIENTO Y TIPO DE SECADO EN LA VIDA UTIL DEL POLEN DE MARIGOLD (*Tagetes erecta* L.) AMATITLÁN, GUATEMALA, C.A.”

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES:

Ing.Agr. Mirna Herrera

Ing.Agr. Manuel Martínez

Ing.Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte

Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.



“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing.Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte
Docente – Asesor de EPS



Ing.Agr. Pedro Peláez Reyes
Coordinador Area Integrada - EPS

c.c. Control Académico, Estudiante, Archivo,
PPR/azu.

No. 42.2012

Trabajo de Graduación: "ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE INCIDEN EN EL ALMACENAMIENTO Y LA VIABILIDAD DEL POLEN DE MARIGOLD (*Tagetes erecta* L.) REALIZADO EN LA EMPRESA SYNGENTA FLOWERS, AMATITLÁN, GUATEMALA, C.A."

Estudiante: Heidi María López Pérez

Carné: 200310570

"IMPRIMASE"



Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
DECANO

