

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**Técnicas de Polinización y Cruzamiento en Chile Serrano
(*Capsicum annum* L).**

Por:

ISIDRO ANDRADE FLORES

TESIS

**Presentada Como Requisito Parcial
para Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN.

Buenavista Saltillo Coahuila, México.

Octubre del 2003

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA

Realizado por:

ISIDRO ANDRADE FLORES

**Que somete a consideración del H. Jurado Examinador
Como requisito Parcial para Obtener el Título de.**

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN.

Aprobado por:

**Dr. Gaspar Martínez Zambrano
Presidente del Jurado**

**Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo.
Sinodal**

**Ing. Modesto Colín Rico
Sinodal**

**M. C. Arnoldo Oyervides García
Coordinador de la División de Agronomía**

Buenavista Saltillo Coahuila, México.

Octubre 2003

AGRADECIMIENTOS.

A LA VIRGEN DE GUADALUPE Y A DIOS. Por brindarme licencia, iluminación, por haberme dado salud, paciencia y sabiduría para lograr uno de mis objetivos que es la culminación de mi carrera profesional, que más adelante me servirá para el sustento y el bienestar de mi familia y la sociedad.

A MI ALMA MATER. Por haberme dado la oportunidad de formarme en cada una de sus aulas donde adquirí conocimientos para ser de mi un profesionalista.

AL Dr. GASPAR MARTÍNEZ ZAMBRANO. Por haberme dado la oportunidad de desarrollar el trabajo de investigación y sobre todo por su amistad, confianza y apoyo desinteresado que me dio durante su asesoramiento.

AI Dr. MARIO ERNESTO VAZQUEZ BADILLO. Por su valiosa colaboración y asesoramiento que me brindo durante mi tesis.

AL Ing. MODESTO COLÍN RICO. Por su valiosa contribución en la revisiones de la investigación y por su apoyo incondicionalmente que siempre me ofreció.

AL M.C. JOSÉ ROBERTO AUGUSTO DORANTES G. Por su amistad, confianza y el asesoramiento que me dio durante la elaboración del trabajo.

AI M.C. IVAN Por su amista, confianza y consejos que me dio

DEDICATORIA.

A MIS PADRES: Alicia Flores Martínez e Isidro Andrade León. Con amor y respecto por sus esfuerzos y sacrificios realizados durante mis estudios; y por guiarme en el camino del éxito, por haber depositado en mí su confianza, por su inmenso cariño y comprensión que me han dada a cada momento de mi existencia, a quienes admiro y respeto, gracias por darme la vida ya que a ustedes les debo todo cuanto soy.

A MIS HERMANOS (AS). Juana, Angélica (+), Guadalupe, Álvaro, Alicia, José Manuel y Violeta. Por su cariño y amor, por haberme apoyado durante mis estudios físicamente, económicamente, por sus consejos y críticas que me hacían durante mis estudios.

A MIS TIOS (AS). Federico Flores, Gonzalo, Rosario, Jesús Guadalupe, Lola, Chepe, Rosa María, Yolanda y toda su familia de cada uno de ellos ya que de un modo u otro contribuyeron aconsejándome para terminar mi carrera y cumplir con uno de mis objetivos.

A MI ABUELITA. María Piedad (+) por su cariño y consejos que me dio.

A MIS CUÑADAS Y (OS) Danney, Liliana, Y Sobre todo a mis compadres Serafín y Adán que siempre me aconsejaron y me apoyaron incondicionalmente.

A MI NOVIA MÓNICA Con amor y cariño a quien tanto me alentó y me motivó para que pudiera terminar mis estudios.

ANA ALICIA. Con sincero cariño por los consejos incondicionalmente que me dio durante mis estudios.

A MIS SOBRINOS. Con todo cariño para ellos.

A MIS AMIGOS. Eduardo, Humberto, Héctor, Gabriel, Guillermo, Lalo, Lemus y Juan Carlos. Por su gran amistad y apoyo durante mis estudios.

A TODAS AQUELLAS PERSONAS. Que de una u otra manera han contribuido en el desarrollo de mis estudios y en la presentación de mi tesis.

A TODOS MIS COMPAÑEROS DE GENERACIÓN. XCV.

MIL GRACIAS. A todos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
RESUMEN.....	vi
INDICE DE CONTENIDO.....	xi
ÍNDICE DE CUADROS.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Planteamiento del Problema.....	2
Justificación.....	3
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	4
II. REVISIÓN DE LITARATURA.....	5
Mejoramamiento Genético del Chile en México.....	5
Clasificación Taxonómica.....	6
Estadísticas de Producción en el Ámbito Nacional.....	6
Importancia Nutricional.....	7
Composición Química del Capsicum spp.....	7
Requerimientos Climáticos Lumínicos Edáficos.....	8
Métodos Utilizados en Cruzamiento.....	11
Estructura Floral.....	11
Cruzamiento.....	12
Botón Apto para Emascular.....	12
Polinización.....	13
Polinización Artificial o Manual.....	13
Fecundación.....	14
Cruzamientos Intraespecíficos.....	15
Cruzamientos Interespecíficos.....	16
Técnicas de Autofecundación y de Cruzamiento.....	17
Aspectos Generales de Manejo del Polen en los Cruzamientos.....	18
Viabilidad del Polen.....	18

Longevidad del Polen.....	19
Factores Principales que Influyen en el Éxito de los Cruzamientos.....	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
Ubicación del sitio Experimental.....	22
Clima.....	22
Material Vegetativo.....	23
Tampiqueño 74.....	23
Paraíso.....	24
Chiser 16 – 31.....	24
Gigante Ébano.....	25
Chiser P8 – 60.....	25
Parámetros a Evaluar.....	27
Diseño Experimental y Análisis de datos.....	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
Experimento 1.....	30
Experimento 2.....	31
V. CONCLUSIONES.....	44
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

2.1	Producción Anual de Chiles (ton / ha) en los Principales Estados de México	7
2.2	Composición química del Capsicum spp	8
3.1	Análisis de varianza indicativo para un diseño en bloques completos al azar	28
4.1	Efectos de las técnicas de conservación del polen, de polinización y de protección de la flor polinizada, sobre la caída de flor y frutos cosechados en chile Serrano	31
4.2	Análisis de Varianza y Significancia entre las técnicas de conservación polen y las formas de polinización en la manifestación de la variable Flores Caídas (FC), en chile serrano	32
4.3	Comparación del efecto de las técnicas de conservación del polen sobre la variable flores caídas (FC) en chile serrano	32
4.4	Comparación del efecto de las técnicas de manejo del polen sobre la variable Flores Caídas (FC) en chile serrano	34
4.5	Comparación de medias de flores caídas (FC) con efecto de interacción de las técnicas de conservación y manejo del polen en chile serrano	34
4.6	Análisis de Varianza de dos técnicas de conservación de polen y dos técnicas de polinización para la variable frutos amarrados(FRA), en chile Serrano	35
4.7	Comparación del efecto de las técnicas de conservación del polen sobre la variable frutos amarrados (FRA) en chile serrano	36
4.8	Comparación del efecto de las técnicas de manejo del polen sobre la variable frutos amarrados (FRA) en chile serrano	37
4.9	Comparación de medias de frutos amarrados (FRA) con efecto de interacción de las técnicas de conservación y manejo del polen en chile serrano	37

- 4.10 Análisis de Varianza de dos técnicas de conservación de polen y dos técnicas de polinización para la variable Semillas por Fruto (SPF), en chile serrano 38
- 4.11 Análisis de Varianza de dos técnicas de conservación de polen y dos técnicas de polinización para la variable Semillas por Fruto (SPF), en chile serrano 38
- 4.12 Comparación del efecto de las técnicas de conservación del polen sobre la variable Semillas por Fruto (SPF) en chile serrano 39
- 4.13 Comparación del efecto de las técnicas de manejo del polen sobre la variable Semillas por Fruto (SPF) en chile Serrano 40
- 4.14 Análisis de varianza de dos técnicas de conservación de polen y dos técnicas polinización para la variable Semillas Totales por Fruto (ST) en chile serrano 41
- 4.15 Comparación de efecto de las técnicas de conservación del polen sobre la variable semillas totales por fruto en chile serrano 42
- 4.16 Comparación de efecto de las técnicas de manejo del polen sobre la variable semillas totales por fruto (ST) en chile serrano 42
- 4.17 Comparación de medias de Semillas Totales por Fruto (ST) con efecto de interacción de las técnicas de conservación y manejo del polen en chile serrano. 43

I. INTRODUCCIÓN

El género *Capsicum* incluye 25 especies y tiene su centro de origen en las regiones tropicales y subtropicales de América, probablemente en el área de Bolivia, donde se han encontrado semillas de formas ancestrales de más de 7,000 años, y desde donde se habría diseminado a toda América. El Chile (*Capsicum annum* L.) se usa como alimento en la dieta diaria de la población desde tiempos precolombinos, que al igual que el Maíz, el Fríjol y la Calabaza fueron la base de la alimentación de las diferentes culturas que poblaron Mesoamérica.

El cultivo de Chile ha alcanzado el máximo incremento en la última década. Actualmente se estima que en México se cultivan anualmente 83 000 has, distribuidas por su importancia en Sinaloa, sur de Tamaulipas, San Luis Potosí, parte central de Veracruz, Aguascalientes, Guanajuato y Nayarit.

México produce 25 millones de toneladas anuales de frutas y hortalizas de clima templado, subtropical y tropical, equivalentes al 2% de la producción mundial de dichos productos, además de que se utilizan cerca de 7,000 ha para la producción de plantas ornamentales.

Entre los principales productos hortícolas se encuentran el tomate, la papa, los chiles, los melones y las sandías, siendo la superficie cultivada de chiles de 73,164 ha, con una producción de 847,503 toneladas, para 1996 – 1997. México estimó unas 82,987 has, con una producción de 979,884 toneladas de las cuales, el chile serrano ocupa el primer lugar, seguido del chile bell o morrón, jalapeño y ancho entre otras variedades (De Santiago, 1996).

El chile serrano ocupa un lugar importante entre las hortalizas del mundo; conocido como chile verde, es un producto muy apetitoso ya que aporta un balance adecuado de vitaminas y minerales, por lo tanto es de mayor consumo popular en todas sus transformaciones ya sea en fresco, seco o procesado en salsas, elaboración de conservas y encurtidos (INIA – SARH 1984).

El cultivo cumple una función socioeconómica importante para el país, por ser un cultivo hortícola intensivo, que requiere de muchos cuidados en todas las etapas de su desarrollo.

Se usa un promedio de 120 a 150 jornales por hectárea para sus labores culturales durante su ciclo, principalmente en la cosecha, lo cual beneficia a los trabajadores agrícolas de las regiones productoras, así como a los transportistas.

Planteamiento del problema.

Uno de los problemas con que se enfrentan frecuentemente los programas de mejoramiento es el bajo porcentaje de amarre durante los cruzamientos, por lo anterior es debido a la mala polinización y la falta de información sobre la especie a utilizar, y la capacitación sobre técnicas apropiadas para realizar la polinización y los métodos de cruzamiento, ya que todo esto es de vital importancia para el fitomejorador, pues de ellas depende el éxito en la polinización controlada.

Todos los chiles picantes que se consumen en México son originarios de este país, con excepción de los chiles de exportación (Morrón, Anaheim, Caribe y Fresno), que se introdujeron de otros países. Los cultivares nativos que se usan en las siembras comerciales de chile picante son de bajo rendimiento y de mala calidad, debido a la mezcla de subtipos, la variación morfológica y las diversas formas de fruto, lo que demerita la aceptación comercial e industrial del

producto. Estos factores, y la susceptibilidad a las principales enfermedades y plagas, son los problemas limitantes de la producción (Pozo, 1983).

Justificación.

De lo anteriormente planteado se tiene que los programas de mejoramiento con frecuencia tienen baja eficiencia en los cruzamientos. Este problema se plantea resolver explorando un conjunto de técnicas que permita eficientar el manejo óptimo de cuando realizar la emasculación, polinización artificial, y cuidados de la flor polinizada, que resulte en la más grande producción de progenies.

Varios factores pueden estar involucrados en el origen de esta falta de eficiencia, como: Una corta duración de la viabilidad del polen, esta puede estar afectada por las condiciones ambientales, principalmente temperatura y humedad ambiental bajo las cuales se realiza el trabajo de cruzamiento. Otro es el uso de técnicas inapropiadas de manejo y protección de la flor polinizada, particularmente en el cubrimiento, el cual tiene como propósito el evitar la polinización no controlada y que el polen depositado en el estigma no sea removido por el aire o insectos, antes de que la fecundación sea consumida; así como el tipo de material usado para el cubrimiento.

Por lo anterior, se planteó realizar el presente estudio con los siguientes:

Objetivos:

- Obtener información empírica experimental sobre conservación del polen antes de la polinización, su manejo durante la polinización y el cubrimiento de la flor polinizada, que permita diseñar una técnica de cruzamiento que mejore la eficiencia en la obtención de progenies por cruzamiento.

- Conocer si la conservación del polen a bajas temperatura alarga su vida útil.

La discusión y análisis de la resultante de esta investigación se realiza bajo las siguientes:

Hipótesis.

- La conservación del polen a bajas temperaturas mantiene la viabilidad y la vida útil en cruzamientos.
- El uso de una técnica de polinización que no contempla la manipulación directa del estigma reduce los daños a la flor y mejora la eficiencia en la obtención de progenies por cruzamiento.
- El cubrimiento de la flor polinizada mejora la eficiencia de los cruzamientos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

Mejoramiento Genético de Chile en México.

La investigación en el cultivo del chile en México se inició en la Oficina de Estudios Especiales y en el Instituto de Investigación Agrícola, las dependencias que formaron hace años el INIA, las cuales trabajaron en prácticas de cultivo y protección fitosanitaria; y realizaron las primeras colectas de chile tipo ancho, Mulato, Pasilla y Jalapeño, que fueron la base del mejoramiento genético (Pozo, 1983).

Los trabajos de investigación se realizaron en varias disciplinas y una de ellas es el mejoramiento genético. El objetivo de esta disciplina es obtener cultivares mejorados, con altos rendimientos y buena calidad del fruto, en cada uno de los tipos de chiles importantes en México. Las características que se buscaron fueron: plantas precoces que tuvieran frutos en 80 días; que fueran compactas a fin de aumentar la población de plantas por hectárea; en algunos tipos se busca que la producción sea concentrada en una sola cosecha, sobre todo aquellos que se usan para el deshidratado, como Pasilla, Mirasol, Ancho, y Mulato. Es condición fundamental que los cultivares mejorados fueran estables a fin de que sirvieran para su explotación comercial en todas las áreas ecológicas en donde se siembra este tipo de chile (Pozo, 1983)

Guenko (1983) menciona que el chile (*Capsicum annum L.*) tuvo su lugar de origen en América del Sur; en Europa fue conocido hasta 1492 cuando Colón llevó consigo alguna variedad de chile.

Clasificación Taxonómica

Janick (1965) clasificó al chile de la siguiente manera:

Reino: Vegetal.

División: Tracheophyta.

Subdivisión: Pteropsidae.

Clase: Angiospermae.

Subclase: Dicotyledonae.

Orden: Solanaceales.

Familia: Solanáceae.

Genero: *Capsicum*.

Especie: *annum*.

Nombre Común: Chile

El chile es de la familia de las solanáceas es una planta perenne, pero se cultiva como si fuera anual, crece de 25 a 90 cm; y bajo condiciones de invernadero crece hasta 2 metros de altura, tiene tallos ramificados, semileñoso, con hojas oblongas lanceoladas y flores blancas, solitarias, localizadas en la inserción de las hojas que forman frutos de formas variadas de pared poco carnosas y que tienen semillas blandas aplanadas.

Estadísticas de Producción en el Ámbito Nacional.

La producción de chile verde es el indicador más dinámico que se registró en el periodo de 1990 a 1996 dentro de las hortalizas. De tal forma que la tasa de crecimiento media anual nacional se ubica en 8.37%. La producción pasó de 663, 103 toneladas a 951137 toneladas, obteniéndose la mayor producción en los meses comprendidos de Julio a Diciembre (Ciclo 0 – I).

Los Cinco Principales Estados Productores de Chile en México son:

- 1.-Sinaloa
- 2.- Chihuahua
- 3.- Guanajuato
- 4.- Sonora
- 5.- Zacatecas.

El crecimiento registrado se debe a los factores en: el incremento en superficie destinada a la producción de esta hortaliza y el incremento por el crecimiento registrado en los rendimientos que tuvieron una tasa de crecimiento anual de 4.32%. (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1 Producción Anual de Chiles (ton / ha) en los Principales Estados de México.

AÑO	SINALOA	CHIHUAHUA	GUANAJUATO	SONORA	ZACATECAS	OTROS	NACIONAL
1990	177,703	120,076	63,872	24,718	16,558	230,176	633,103
1991	170,806	210,699	61,737	31,801	42,692	243,325	761,061
1992	113,403	291,841	84,530	35,993	36,919	303,909	866,599
1993	138,341	201,639	95,654	40,019	76,156	322,114	873,923
1994	118,391	155,934	84,706	43,035	75,444	287,975	765,725
1995	165,773	310,881	74,043	42,157	41,086	283,872	917,812
1996	186,857	268,875	69,409	50,612	64,033	317,351	951,137

Claridades Agropecuarias No 56, 1998

Importancia Nutricional.

El chile juega un papel importante en la alimentación, ya que proporciona vitaminas y minerales (Cuadro 2.2). Investigaciones médicas recientes comprueban su efectividad al utilizarlo como anestésico y como estimulante de la transpiración. El consumo de esta hortaliza puede ser en verde o en seco (Castaños, 1993).

Cuadro 2.2. Composición química del Capsicum spp.

Componente	Contenido	Unidad
Agua	93.00	%
Carbohidratos	5.40	g
Proteína	1.35	g
Lípidos	Tr	g
Calcio	5.40	mg
Fósforo	21.60	mg
Fierro	1.20	mg
Potasio	194.00	mg
Sodio	10.80	mg
Vitamina A (valor)	528.00	ul
Tiamina	0.08	mg
Riboflavina	0.05	mg
Niacina	0.54	mg
Ácido ascórbico	128.00	mg
Valor energético I	27.00	cal

Fuente: Adaptado de Gebhart y Matthews, (Castaños, 1993).

Requerimientos Climáticos, Lumínicos y Edáficos.

Clima.

El cultivo de chile se adapta a las temperaturas altas, por lo que se considera un cultivo cálido. Las temperaturas ideales para la germinación oscilan entre los 25 y 35 ° C, germinando las semillas entre los ocho y nueve días. La temperatura óptima para su desarrollo es de 24 ° C, la máxima es de 32 ° C y la mínima de 10 ° C (Castaños, 1993).

Según Vilmorin (1977) requiere de una temperatura media al formarse la flor, entre 18 y 27^o C, la planta no solamente es destruida por las heladas, sino que su actividad se detiene a una temperatura de 4 a 6^o C.

Su grado térmico óptimo es alrededor de los 20^o C. Temperaturas mayores de 35^o C causan caída de flores, y a temperaturas superiores a 22^o C provocan malformaciones en los frutos; sin embargo, Serrano (1978) señala que la temperatura media óptima para la producción de chiles está comprendida entre los 18 y 22^o C. Si se desea tener cosecha abundante se deben tener temperaturas ideales para un buen crecimiento de plántula de 20 a 28^o C durante el día, y en la noche de 16 a 18^o C, siendo muy importante esta diferencia de temperaturas.

Guenko (1983) reporta que el chile serrano es una planta que requiere de más calor que el tomate. Las altas temperaturas también afectan a la fotosíntesis y la polinización no es completa. La temperatura más baja que resisten las semillas, al momento de la germinación es de 12 a 13^o C; donde la germinación a tales temperaturas es latente (20 a 25 días).

En un trabajo sobre medio ambiente, amarre y desarrollo de frutos de chile dulce se encontró que la temperatura tiene una influencia sobre el amarre, forma y tamaño de los chiles dulces y que a bajas temperaturas a lo largo del día y baja intensidad de luz, principalmente en estado temprano y de reproducción de flores, causan la caída de un alto número de flores (Acosta, 1992).

Balance de Luz.

El chile es una planta que requiere buena iluminación, se le considera como planta de día corto. A causa de la insuficiente intensidad de luz, el ciclo vegetativo se prolonga considerablemente. Es una planta muy exigente en luminosidad sobre todo en los estados de desarrollo y durante la floración.

Balance de Humedad.

La humedad relativa óptima oscila entre el 50 y 70 %. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificulta la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa pueden ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados.

El sistema de raíces situado a poca profundidad y su no muy grande poder extractivo, son las causas de las grandes exigencias de esta planta con respecto al balance de humedad del suelo.

El chile en comparación con el tomate presenta más susceptibilidad a la falta de humedad atmosférica; el exceso de humedad retrasa la maduración, reduce el contenido de sólidos y si además es acompañado con disminución de las temperaturas, también reduce la intensidad de calor.

Suelo.

Los suelos ideales para el cultivo del chile deben ser profundos, bien drenados y sueltos que permitan ser arados hasta unos 30 cm, de textura limo arenosa o arenosos, también se han reportado buenos rendimientos en suelos pesados, la fluctuación del ph favorable es de 5.5 – 7.0, es tolerante a la acidez (Castaños, 1993).

El chile ha sido clasificado como una hortaliza moderadamente tolerante a la acidez, reportándose valores de ph de 5.5 a 6.5. También está clasificado como una hortaliza medianamente tolerante a la salinidad, soportando contenidos de 2,560 a 6, 400 ppm, 48 a 10 mmho.

De la siembra a la emergencia, la planta es afectada por la temperatura del suelo, más que por la temperatura del aire después de la emergencia, sin embargo, la planta es afectada mayormente por la temperatura del aire, sobre todo cuando el meristemo apical está por encima del suelo. La falta de humedad en el suelo en forma severa puede retardar el desarrollo de los cultivos, que son capaces de suspender el desarrollo para entrar en un estado de latencia.

El exceso de agua reduce la variabilidad de la temperatura del suelo y también reduce la disponibilidad del oxígeno en el suelo para raíces, pudiendo de esta manera frenar el desarrollo de la planta o dañarla (Villalpando, *et al*, 1991).

Métodos Utilizados en Cruzamiento

Estructura Floral. Las flores son hermafroditas, frecuentemente se forman con 6 sépalos, 6 pétalos y 6 estambres. El número de órganos florales oscila de 5 a 7. El ovario es súpero, frecuentemente di o trilocular y el estigma usualmente se encuentra a nivel de las anteras, lo cual facilita la autopolinización. A altas temperaturas y, especialmente, en las variedades de fruto pequeño, el estigma crece sobre los estambres antes de que habrán las anteras (heterostilia), lo que facilita la fecundación por la polinización cruzada.

El chile es una planta de autofecundación facultativa. De acuerdo con las investigaciones de Guenkov (1974) la autofecundación en las variedades vulgares oscila de 0 hasta 75%. El mayor porcentaje de autopolinización se presenta en las variedades de frutos pequeños y el menor en los frutos grandes.

El polen tiene la mayor disponibilidad para la fecundación durante las horas de la mañana en el momento en que se habren las flores, la temperatura más favorable es alrededor de 20 ° C.

El estigma puede recibir el polen 4 a 7 días antes de la apertura de la flor, pero la mayor receptibilidad existe inmediatamente después de ésta. En condiciones naturales el polen conserva su viabilidad hasta 3 días después de la dehiscencia (Guenkov, 1974).

Cruzamiento. El estigma de la flor escogida para el cruzamiento se examina cuidadosamente para observar que no esté contaminada por polen y si lo está; la flor no estará apta para realizar el cruzamiento.

Botón Apto para Emascular. Si el polen está presente sobre el estilo, pero no sobre el estigma, o si ocurre contaminación durante la manipulación de la flor, ésta puede aún ser salvada para cruzamiento si las anteras son removidas primero con las pinzas y después se lavan el estigma y el estilo. El estigma se examina cuidadosamente otra vez, y si se muestra libre de la penetración del polen teniendo como evidencia una pretuberización o hinchazón del estigma, sí puede ser polinizada. El polen es transferido despacio hacia el estigma, desde la antera indehisciente, sacando el polen a través de la sutura lateral de la antera con la aguja o haciendo descender la antera nuevamente hacia el estigma con las pinzas.

El polen maduro con las anteras indehiscentes puede almacenarse a -5° C y 97% de H. R por aproximadamente 10 días (Greenleaf, 1986).

Comúnmente se emasculan varias flores y se preparan para la polinización, realizando los procesos con rapidez y a un mismo tiempo. Los instrumentos deben ser desinfectados entre diferentes cruzamientos y tener cuidado que los dedos no se humedezcan con el alcohol.

La polinización. Es el proceso mediante el cual entra en contacto el polen con los estigmas y que finalmente produce un fruto. Cuando el polen es depositado en el estigma, éste germina y se realiza la doble fecundación, se forma el tubo polínico con los núcleos espermáticos y viaja hacia los óvulos del ovario, el óvulo tiene un tiempo específico para ser fertilizado; si el tubo polínico no llega en el momento oportuno, el óvulo no se fertiliza y cae un poco de tiempo después de la caída de pétalos (Hartch, 1992).

Polinización Artificial o Manual. Uno de los propósitos principales de la polinización manual, tanto por productores como en investigación, es el recurso para ayudar al incremento en la cantidad de semillas presentes en el fruto y por consecuencia mayor calidad y peso de frutos. Se realiza con el propósito de tener mayor éxito en la polinización y tener gran número de semillas por fruto para el mejoramiento genético (Stone, 1995).

La polinización manual se ha utilizado para demostrar los beneficios del polen comercial y compararlo con la eficiencia de las abejas para polinizar, en este caso en manzano, y se ha encontrado que la polinización manual incrementa el porcentaje de amarre al ser comparado con otros métodos (Praagh y Hauschildt, 1994).

En algunos casos se ha observado que con la utilización de polen comercial se puede obtener hasta un 60 % de amarre (Mayer,1995). Sin embargo la polinización manual comparada con otros tipos de polinización incluyendo la presencia de colmenas ha tenido mayor porcentaje de amarre, (Praagh y Hauschildt, 1994).

La polinización debe efectuarse durante el tiempo en que el estigma es receptivo, este momento puede reconocerse por la apertura de las flores y el complejo desarrollo del estigma (John, 1986).

La polinización artificial, comparada con otros tipos de polinización, incluyendo la presencia de colmenas ha tenido mayor porcentaje de amarre, este tipo de polinización tiene mayor efecto en el amarre del fruto probablemente debido a dos factores, primero, a la intervención del hombre como medio para asegurar que el polen entre en contacto con el estigma de la flor; y segundo, a que todas las abejas que visitan la flor acarrean suficiente polen en su cuerpo, un porcentaje alto de amarre de fruto garantiza una buena cosecha con un alto rendimiento de semillas para el fitomejorador y mayor calidad del fruto (Praagh y Hauschildt, 1994).

Fecundación.

Consiste en la perfecta conjunción de los elementos fecundantes del polen con los óvulos contenidos en el ovario; tal fenómeno se realiza en dos fases bien definidas: en la primera polinización, el polen se deposita en las sustancias viscosas del estigma, en la segunda el polen llega al interior del óvulo.

Para que la fecundación se realice será preciso:

- 1.- Que los elementos masculino y femenino estén maduros cuando se reúnan.

2.- Que el polen llegue al ovario sin deterioro alguno. Así por ejemplo, si se moja no podrá ser perfecta la fecundación, dando lugar a la falta de ligazón.

La germinación del grano de polen ocurre en la siguiente forma: Una vez que el polen está sobre el estigma se rompe la exina y por uno de sus poros se escapa el protoplasma, protegido por la intina, formando el tubo polínico. En la extremidad de éste va el núcleo vegetativo y a continuación la célula generatriz, la cual pierde su membrana y divide su núcleo en dos, construyendo así los gametos masculinos, con $n = 12$ cromosomas para la especie (*Capsicum annum L*); aunque estos, en algunos casos, se forman antes de la germinación del grano de polen. El tubo polínico crece y desciende por el interior del estilo hasta alcanzar el ovario; después se dirige a uno de los óvulos al que penetra, por el micrópilo (Ruiz *et al.*, 1949). Al llegar al tubo polínico al micrópilo, atraviesa la nucela y se pone en contacto con el saco embrionario; entonces el tubo rompe la membrana y los gametos penetran el saco embrionario. El gameto inferior ($n = 12$), se fusiona con la oosfera ($n = 12$), la cual se transforma en cigoto o célula huevo con $2n = 24$ cromosomas.

El gameto superior ($n = 12$) del tubo polínico se funde con el núcleo secundario ($2n = 24$) dando lugar al llamado núcleo del endospermo ($3n = 36$); esta doble fusión constituye la fecundación, también denominada fecundación doble. En la primera fusión se forma el cigote o célula huevo, y en la segunda se forma el endospermo; sin embargo, este último poco a poco se consume por el desarrollo del embrión y en dicho proceso se forman los cotiledones. Como en el estigma pueden caer varios granos de polen y cada uno de estos emite un tubo polínico que llega hasta el ovario, pueden ser varios los óvulos que resulten fecundados (Rodríguez, 1988).

Cruzamientos Intra e Interespecíficos.

Cruzamientos Intraespecíficos. Existe una estrecha relación entre las formas cultivadas y las silvestres de *Capsicum annum L*; sin embargo, en la forma silvestre se han encontrado traslocaciones heterocigóticas que provocan un descenso en el porcentaje de polen viable (30 – 50%) con base a esto se considera que dentro de *Capsicum annum L*, hay barreras tan marcadas que en muchas ocasiones se dificultan los cruzamientos entre poblaciones de esta misma especie, (Pickersgill, 1979).

Por otro lado, Ramaseshaiah, (1982) encontraron, en dos variedades de *Capsicum annum L*, un porcentaje de germinación de polen de 65.4 y 66.5 %. También se menciona que cuando las polinizaciones se hacen al inicio de la floración se obtiene un mayor número de frutos; en esta forma Berenyi, (1971) obtuvo entre 50 y 75%, pero el porcentaje decreció en forma progresiva a medida que las polinizaciones se retrasaron en relación al inicio de la floración.

En general, cuando se trata de cruzamientos intraespecíficos como los realizados en *Capsicum annum L*, el porcentaje de frutos obtenidos varía según la técnica utilizada. Sin emasculación de 32 a 54.6%; con emasculación y sin polinización artificial de 10.5 a 15%; y con emasculación y polinización artificial de 23 a 55.6% (Ramiro, 1986).

Cruzamientos Interespecíficos. Debido a la domesticación de las plantas, se han ido desarrollando diferentes grados de aislamiento reproductivo entre especies e incluso dentro de especies; debido a esto, los porcentajes de cruzamiento artificial pueden variar según los progenitores involucrados y el medio ambiente donde se desarrollan, existiendo entonces diferentes grados de aislamiento reproductivo entre las especies del genero *Capsicum*, siendo más notable su acción a nivel cultivado (Rodríguez, 1988).

En relación con las técnicas de cruzamiento en Chile, se reportan varios métodos, pero no se menciona cuál es mejor, pues debido al éxito en los cruzamientos, dichos métodos han sido desconocidos en su mayor parte y solo se menciona el daño producido sobre los órganos florales, (Vilmorín, 1977). Dichas técnicas son las siguientes:

Para el progenitor femenino se usan flores semi-abiertas, en las que aún no ha ocurrido la dehiscencia de las anteras. Las flores se emasculan utilizando pinzas, que antes y después de usarse se desinfecta con un algodón mojado en alcohol. Previamente las flores abiertas se utilizan como progenitor masculino, cuyas anteras estén en plena dehiscencia.

Enseguida se sujeta por el pedúnculo una de muchas flores que servirán como progenitor masculino y, a manera de brocha y porta objetos se frota en el polen colectado y sobre el estigma de la flor emasculada se realiza la polinización artificial. Acto seguido se pone la etiqueta correspondiente a la flor polinizada, dicha etiqueta lleva escrito los símbolos o nombres de los progenitores empleados en la cruce, así como la fecha en que se efectuó el cruzamiento.

Técnicas de Autofecundación y de Cruzamiento.

La autofecundación y el cruzamiento son procedimientos esenciales para el mejoramiento de las plantas cultivadas. Es importante que el fitomejorador domine dichas técnicas a fin de que pueda manipular la polinización de acuerdo con sus necesidades. Los procedimientos exactos que pueda utilizar para asegurar la autofecundación o polinización cruzada de plantas específicas dependen de las especies que estén trabajando, de la estructura de sus flores, y de la forma normal de polinización. Por esta razón, es necesario que el fitomejorador se familiarice completamente con los hábitos de floración de las especies cultivadas. Si carece de este conocimiento, puede necesitar de algún

tiempo para estudiar la planta y obtenerlo antes de emprender un programa extensivo de mejoramiento (Poehlman 1986).

Aspectos Generales de Manejo del Polen en los Cruzamientos.

El estudio de la estructura floral revelará cuál es el mejor método para hacer el cruzamiento, lo mismo será muy útil el estudio de la viabilidad y longevidad del polen, así como el tiempo que dura el estigma para que continúe siendo receptivo.

Viabilidad del polen. El polen es un órgano viviente que puede morir con manejo inapropiado. El calor excesivo, baja humedad y el tiempo de almacenaje acorta el lapso de vida de cualquier polen. La muerte o baja viabilidad es inútil para la polinización en masa (Smith, 1957).

El estudio de la viabilidad del polen así como el comportamiento de cruza entre líneas es importante para obtener variedades genéticamente mejoradas y preservadas por agronomía, ya que de lo contrario es imposible obtener semillas viables para la perpetuación de sus características, su futura propagación y para ofrecer rendimientos económicos que sean excelentes alternativas para la gran mayoría de pequeños y medianos productores de Chile.

Desafortunadamente poco es conocido sobre las condiciones óptimas de almacenamiento o conservación del polen de las solanáceas; aunque el polen de algunas especies puede almacenarse congelado por años sin pérdida de la viabilidad, la literatura sugiere que el polen pierde rápidamente su viabilidad cuando se almacena en un cuarto sin temperatura apropiada. Sin investigación adicional, es conveniente coleccionar polen dentro de un periodo corto de tiempo previo a su utilización en los cruzamientos.

De acuerdo con datos reportados por Smith y Romberg, citados por Brison, (1976), el polen del nogal almacenado en bolsas de celofán a la temperatura ambiental de un cuarto, conserva su viabilidad 8 días después de que dejó de utilizarse. También reporta que la refrigeración prolonga la viabilidad del polen del pistacho unos cuantos días.

Longevidad del Polen. Como el polen es un gametofito masculino en reposo, éste conserva su aptitud germinativa durante un cierto periodo, cuya duración depende tanto de las propiedades específicas de la planta como de las condiciones de almacenamiento (Maximov, 1946). Consecuentemente, Crane (1974) y Wright (1977) mencionan que temperaturas debajo de 0 °C prolongan la viabilidad del polen del pistacho por varios meses.

Wright (1977) menciona que el polen almacenado a temperaturas de 18 a 24 ° C pierde la germinabilidad muy rápidamente, llegándose hasta cero por ciento en una semana.

Crane (1974) reporta que la refrigeración prolonga la viabilidad del polen unos cuantos días, sin embargo, dependiendo de la fuente del polen y de las condiciones ambientales de año a año, el porcentaje de la viabilidad después del almacenamiento en congelación varía de 1 a 52 meses. También existe variación en el porcentaje de germinación entre muestras duplicadas del mismo polen y además en algunos casos la germinación del polen almacenado por unos cuantos días es mejor que la del polen fresco.

Los estudios de otros investigadores con diferente polen, indican que el contenido de humedad del polen al momento de almacenaje y el porcentaje de humedad relativa en el almacenamiento, son factores que afectan la longevidad de éste (Crane, 1974).

Factores Principales que Influyen en el Éxito de los Cruzamientos.

El proceso de fertilización floral puede fallar debido a:

- Desarmonía en el tiempo de floración de los progenitores.
- Falta de germinación del polen sobre el estigma.
- Crecimiento lento de los tubos polínicos.
- Condiciones ambientales durante la colección de polen.
- Anomalías de los gametos para llevar a cabo la fertilización (cruzas no viables).

Por otra parte es necesario mencionar que las causas principales que restringen el éxito de las polinizaciones en los chiles según (Andrade, 1961) son:

1. Anormalidades florales muy comunes en la obtención genética de líneas androestériles.
2. Caída de botones florales por falta de agua o ataque de un insecto o enfermedad de las plantas.
3. Eliminación de los granos de polen debido a un resecaamiento del estigma por efecto de altas temperaturas, acompañadas de baja humedad relativa.
4. Por reventamiento de los granos de polen fuera de la antera, motivado por una absorción excesiva de agua, encontrándose que el polen germina mejor a temperaturas de 21 a 29 °C; con alta humedad relativa y temperaturas más altas, los granos de polen se destruyen y el estigma se reseca perdiendo su receptibilidad (Andrade, 1961).

En forma general los factores externos que intervienen en la polinización de las flores de Chile son: el viento, el agua, algunas especies de insectos y por último la manipulación por el hombre que es una de las que se utilizan para el mejoramiento genético de diversas especies.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del sitio experimental.

El presente trabajo se realizó en dos experimentos bajo condiciones de invernadero durante el periodo comprendido de Enero a Junio del 2003, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Aunque el trabajo se desarrolló bajo condiciones de invernadero; a continuación se describen las características de ubicación geográfica y climáticas de la localidad, ya que tienen efectos sobre la eficiencia de los cruzamientos.

La UAAAN se localiza en la ex Hacienda de Buenavista, a siete kilómetros de la ciudad de Saltillo, la cual esta ubicada en la región sur del Estado de Coahuila y geográficamente se encuentra situada a $25^{\circ} 22'$ de Latitud Norte y una Longitud Oeste de $101^{\circ} 00'$; la altitud es de 1742 msnm (Mendoza, 1983).

Clima.

La UAAAN, según la clasificación de Koppen modificada por García (1973), se ubica dentro de la clasificación del tipo BS_1KX^1 que corresponde a un clima seco, semiseco, templado, con lluvias escasas todo el año, con un porcentaje de precipitación invernal mayor de 18 % con respecto al total anual y verano cálido.

La temperatura media anual es de 17⁰ C, con una precipitación anual de 450 – 500 mm y la evaporación media anual de 1956 mm la cual es siempre mayor que la precipitación media anual (Valadez, 1996).

Material Vegetativo.

Se utilizó semilla de líneas y variedades de Chile Serrano (*Capsicum annum L.*) con un 90% de germinación, el cual ofrece un rango de adaptación de 1000 a 1800 msnm permitiendo la siembra en cualquier lugar y ciclo, es muy vigoroso, tiene excelente cobertura foliar, tienen mucho amarre del fruto, por lo tanto mayor producción y calidad.

En el primer experimento se utilizaron las variedades de Chile Serrano Gigante Ébano, Tampiqueño 74, Paraíso y las líneas experimentales Chiser 16–34 y Chiser p8-60.

En el segundo experimento se incluyeron los materiales Tampiqueño 74, Paraíso y Chiser 16-34 del experimento anterior.

Las características varietales del material utilizado se describen a continuación:

Tampiqueño 74

La planta es de color verde ceroso, debido a su poca vellosoidad en las hojas y tallos; la planta es erecta y de porte alto, los tallos son flexibles y le dan cierta resistencia al quebrado de ramas por el viento o manejo. Inicia su floración aproximadamente a los 80 días de edad, y la primera cosecha puede hacerse entre los 115 a 120 días; sus frutos son de 6 a 8 cm de largo, lisos, sin punta, de color verde brillante y de buen aspecto, que lo hace apreciado por el consumidor.

Los frutos son de buena calidad, misma que está dada por la pugencia, tamaño, forma, color y firmeza del fruto, la cual a su vez esta dada por el grosor de la cáscara, que le da mayor peso, resistencia durante el transporte y mayor duración en el mercado, sin que disminuya su calidad. Se adapta a diversas condiciones ambientales, y se siembra a nivel comercial en todas las áreas productoras de chile serrano del país (Pozo y Bujanos 1984).

Paraíso

Esta variedad es de hábito semi - determinado con una altura de 70 a 90 cm, de tallos flexibles y abundante ramificación basal con 16 a 22 ramas secundarias, las hojas son de tamaño mediano de (5.1 centímetros de largo por 3.1 centímetros de ancho) y de color verde normal, sin pubescencia, la raíz es fibrosa y abundante. Su precocidad es intermedia, inicia su floración a los 75 días después de la siembra y la primera cosecha se realiza entre los 108 días. Es de producción concentrada, ya que el 80 % de la cosecha total se da en los primeros cortes.

Los frutos son de 5 a 7 centímetros de largo y 1.7 centímetros de ancho, son firmes de pericarpio grueso y compacto, con peso promedio de 8 a 9 gramos que le confiere alto peso específico; el color a la madurez fisiológica es verde esmeralda brillante y a la madurez total se torna anaranjado.

Chiser 16 – 31

Es una planta compacta de follaje verde grisáceo, muy ramificada (Dicotómica y ascendente), hojas escasas color verde esmeralda, altura de 70 – 80 cm; su ciclo de producción puede ser precoz – intermedio, su floración empieza a los 70 días después de la siembra y la primera cosecha a los 108 días.

Los frutos son de 6 a 8 centímetros de largo y 1.6 centímetros de ancho, son firmes de pericarpio grueso y compacto, con peso promedio de 8 a 9 gramos que le confiere alto peso específico; el color a la madurez fisiológica es verde esmeralda y a la madurez total se torna amarillo.

Gigante Ebano.

La planta es de color verde ceroso, debido a su poca vellosidad en las hojas y tallos; la planta es erecta y de porte alto, los tallos son flexibles y le dan cierta resistencia al quebrado de ramas por el viento o manejo. Inicia su floración aproximadamente a los 70 días de edad, y la primera cosecha puede hacerse entre los 105 a 110 días; sus frutos son de 6 a 8 cm de largo y 2 cm de diámetro, lisos, sin punta, de color verde oscuro y de buen aspecto, que lo hace apreciado por el consumidor. El color a la madurez fisiológica es verde esmeralda y a la madurez total se torna rojo.

Chiser P8 – 60.

Es una planta compacta de follaje verde grisáceo, muy ramificada (Dicotómica y ascendente), hojas escasas color verde esmeralda, altura de 75 – 80 cm; su ciclo de producción puede ser precoz – intermedio, su floración empieza a los 67 días después de la siembra y la primera cosecha a los 100 días.

Los frutos son de 5 a 7 centímetros de largo y 1.6 centímetros de ancho, son firmes de pericarpio grueso y compacto, con peso promedio de 8 a 10 gramos que le confiere alto peso específico; el color a la madurez fisiológica es verde oscuro y a la madurez total se torna amarillo.

Estos dos materiales en el primer experimento el trabajo consistió en la aplicación de técnicas de manejo del polen antes y durante la polinización, además de técnicas de manejo de la flor polinizada:

- Manejo del Polen antes de la polinización.
 - Conservación en refrigeración por 24 horas antes de polinizar.
 - Polinizar directamente inmediatamente después de coleccionar el polen.

- Manejo del polen durante la polinización.
 - Polinizar con pincel de pelo.
 - Polinizar frotando el estigma sobre caja de petri o porta objetos conteniendo el polen.

- Manejo de la flor polinizada:
 - Sin cubrir.
 - Cubierta con papel cebolla
 - Cubierta con cinta seprex.

En el experimento el trabajo consistió en la aplicación de las técnicas de manejo del polen antes y durante la polinización del primer experimento.

Con estas técnicas se generaron seis tratamientos mediante un factorial 2^3 , para el primer experimento, así como cuatro tratamientos mediante factorial 2^2 , para el segundo experimento, los cuales se aplicaron en tres repeticiones de 100 flores, polinizadas con una mezcla de polen de los materiales participantes, como se indica:

25 Flores con pincel con polen del mismo día.

25 Flores con porta objetos con polen del mismo día.

25 Flores con pincel con polen refrigerado por 24 horas.

25 Flores con porta objetos con polen refrigerado por 24 horas.

Parámetros a evaluar:

1. Número de flores polinizadas (**NFP**).
2. Número de flores abortadas o caídas (**NFC**).
3. Número de frutos amarrados ó cosechados (**NFRA**).
4. Número promedio de semillas por fruto en todo el experimento (**NSPF**).
5. Número promedio de semillas por fruto relativo a la técnica (**NRSPF**)
6. Número de Semillas Totales (**NST**).
7. Número de Semillas Totales relativo a la técnica (**NRST**).

Se estimó la eficiencia de las técnica (tratamientos) a través de los índices siguientes:

Eficiencia en la Polinización.

$$EP = \frac{NFP - NFC}{NFP} \times 100$$

Eficiencia en la Fecundación.

$$EF = \frac{NSPF}{NFP - NFC} \times 100$$

Eficiencia el Cruzamiento.

$$EC = \frac{NFRA}{NFP} \times 100$$

Eficiencia Combinada de la Técnica de Cruzamiento.

$$ECT = \frac{EP + EF + EC}{3}$$

Eficiencia Relativa de las Técnicas.

$$ERT = \frac{EP}{EP + EF + EC}$$

Diseño experimental y análisis de datos

Los datos tomados se analizaron en un diseño experimental en bloques completos al azar (Cuadro 2.3), con el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijkl}.$$

Donde:

Y_{ijkl} = la observación del efecto del tratamiento j, más el tratamiento k en la repetición i.

ρ_i = El efecto de la repetición i.

α_j = El efecto del tratamiento j.

β_k = El efecto del tratamiento k.

$(\alpha\beta)_{jk}$ = El efecto conjunto del tratamiento j con el tratamiento k.

ε_{ijkl} = El efecto de variables no consideradas por el modelo, o error experimental.

Cuadro 3.1. Análisis de varianza indicativo para un diseño en bloques completos al azar.

FV	GL	SC
Repeticiones	r-1	$\frac{\sum_i Y_{i..}^2}{ab} - \frac{\bar{Y}_{i..}^2}{ab}$
Tratamiento A	a-1	$\frac{\sum_j Y_{.j.}^2}{br} - \frac{\bar{Y}_{.j.}^2}{br}$
Tratamiento B	b-1	$\frac{\sum_k Y_{..k}^2}{ar} - \frac{\bar{Y}_{..k}^2}{ar}$
A x B	(a-1)(b-1)	$\frac{\sum_{jk} Y_{.jk}^2}{r} - SC_A - SC_B + \frac{\bar{Y}_{.jk}^2}{r}$
Error	(a-1)(b-1)r	Por diferencia
Total	abr-1	$\sum_{ijk} Y_{ijk}^2 - \frac{\bar{Y}_{...}^2}{r}$

Pruebas de medias:

Se realizó una prueba de medias para cada variable, mediante la Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 0.05 de probabilidad.

Tanto el análisis de varianza como la prueba de medias se realizó con el programa SAS (1995).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Experimento 1

Los resultados mostraron que al usar polen refrigerado por 24 horas en un refrigerador doméstico, a temperatura promedio de 9 °C, incrementa la caída de flores polinizadas en 27.6% en comparación con el uso de polen fresco colectado inmediatamente antes de la polinización; en consecuencia, polinizar con polen fresco incrementa el número de frutos cosechados, en esa misma proporción (Cuadro 1).

Las técnicas de polinización con pincel de pelo o sosteniendo el polen en cubre objeto; así como las técnicas de protección de la flor polinizada, no tuvieron efectos estadísticamente significativos sobre la caída de frutos y, consecuentemente, sobre el número de frutos cosechados (Cuadro 4.1). Los resultados de este primer experimento, no mostraron efectos de interacción entre las técnicas evaluadas de conservación del polen, de polinización y de protección de la flor polinizada, sobre la caída de flor y fruto cosechado (Datos no mostrados).

Cuadro 4.1. Efectos de las técnicas de conservación del polen, de polinización y de protección de la flor polinizada, sobre la caída de flor y frutos cosechados en Chile Serrano.

Técnica	Flores Caídas (%)		Frutos Cosechados (%)	
Fresco	59.2	a ¹	40.8	a ¹
Refrigerado	86.8	b	13.2	b
Pincel	77.2	a	32.0	a
Porta objetos	68.8	a	22.8	a
Sin Cubrir	76.0	a	32.0	a
Con Papel	74.0	a	26.0	a
Con Cinta	69.0	a	24.0	a

¹ medias con la misma letra son estadísticamente iguales, dentro de las variantes de cada técnica, al 0.05 de probabilidad

Experimento 2.

El análisis de varianza para la variable Flores Caídas (FC), mostró que solamente las técnicas de conservación del polen refrigerado por 24 horas y uso en fresco, tuvieron un efecto estadísticamente diferente sobre esta variable (Cuadro 4.2). En cambio, las técnicas de polinización (Pincel y Porta Objetos) no tuvieron efectos estadísticamente significativos sobre el número de Flores Caídas; así como tampoco la interacción entre las técnicas de conservación y polinización, (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2. Análisis de Varianza y Significancia entre las técnicas de conservación de polen y las formas de polinización en la manifestación de la variable Flores Caídas (FC), en chile serrano.

FV	GL	S.C	CM	F	Signif.
Repetición	2	2.70819	1.35409	3.60	NS
Conservación	1	6.82776	6.82776	18.13	**
Polinización	1	0.74498	0.74498	1.98	NS
Cons. Y Polin.	1	0.35536	0.35536	0.94	NS
Error	6	2.25954	0.37659		
Total	11	12.89589			
CV. %	12.3308				

Donde: CON = Conservación; POL = Polinización.

** = Significativo al 0.01 de probabilidad. NS = no significativo.

La comparación de medias para la variable de Flores Caídas (FC), se muestra en él (Cuadro 4.3), que la refrigeración del polen por 24 horas tuvo un efecto desfavorable sobre el número promedio de flores caídas (8.2/25), en comparación con el uso de polen fresco, colectado inmediatamente antes de la polinización de la flor, cuyo promedio fue de 4.5/25.

Cuadro 4.3. Comparación del efecto de las técnicas de conservación del polen sobre la variable flores caídas (FC) en chile serrano.

Técnica	Media	Significancia ¹
Polen Fresco	4.5000	a
Polen Refrigerado	8.1667	b
DMS(0.05)	2.2213	

¹ Medias con la misma letra son iguales al 0.05 de probabilidad

Esta diferencia es importante, debido a que, si bien en la literatura se reporta que la conservación del polen a bajas temperaturas de algunas especies vegetales como nogal Smith y Roberg, citados por Brison, (1976) alarga su viabilidad y vida útil, los resultados de este trabajo señalan que en Chile no mejora su eficiencia en los cruzamientos, respecto a evitar que las flores polinizadas caigan a los pocos días de la polinización.

Por otro lado, este resultado es importante ya que indica que para tener una eficiencia mejorada en el número de flores polinizadas que no abortan, no se requiere dedicar tiempo y equipo de laboratorio adicionales necesarios para la conservación del polen a bajas temperaturas, sino simplemente polinizar con polen recién colectado inmediatamente antes de la polinización.

En el cuadro 4.4 se muestran las medias de flores caídas afectadas por las técnicas de polinización, las cuáles no tuvieron un efecto significativo entre polinizar con pincel (6.8/25) y polinizar sosteniendo el polen en porta objetos (5.8/25).

Lo anterior significa que la caída o aborción de flores a los pocos días de ser polinizada no está relacionada con las diferencias entre las técnicas de polinizar con pincel de pelo o frotando el estigma con polen sostenido en porta objetos; es decir, se esperarían los mismos resultados al polinizar aplicando el polen sobre el estigma con pincel o frotando el estigma sobre polen sostenido con un porta objetos.

Cuadro 4.4. Comparación del efecto de las técnicas de manejo del polen sobre la variable Flores Caídas (FC) en chile serrano.

Técnica	Media	Significancia ¹
Pincel	6.8333	a
Porta Objetos	5.8333	a
DMS(0.05)	2.2213	

¹ Medias con la misma letra son iguales al 0.05 de probabilidad.

El Cuadro 4.5 muestra un análisis de los efectos conjuntos o de interacción entre las técnicas de conservación y del manejo del polen, sobre la variable flores caídas y señala que, independientemente de la técnica de polinización, se obtiene mejores resultados cuando se usa en fresco, es decir colectado inmediatamente antes de realizar la polinización; sin embargo, cuando se uso polen fresco se obtuvieron mejores resultados cuando se realizó con porta objetos.

Cuadro 4.5. Comparación de medias de flores caídas (FC) con efecto de interacción de las técnicas de conservación y manejo del polen en chile serrano.

CONSERVACIÓN	POLINIZACIÓN	
	Pincel	Porta objetos
	b ¹	a ¹
Polen Fresco	5.3333 a ²	3.6666 b ²
	a ¹	a ¹
Polen Refrigerado	8.3333 b ²	8.0000 a ²
DMS(0.05)	0.9222	

¹ Medias con la misma letra en el sentido horizontal son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

² Medias con la misma letra en el sentido vertical son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

El análisis de varianza para la variable frutos amarrados (FRA), mostró que solamente las técnicas de conservación de polen (refrigerado por 24 horas y uso en fresco), tuvieron un efecto estadísticamente diferente sobre esta variable; en cambio la técnicas de polinización (Pincel y Porta Objetos) no tuvieron efectos estadísticamente significativos sobre el número promedio de frutos amarrados; así como tampoco la interacción entre las técnicas de conservación y polinización, (Cuadro 4.6).

Cuadro 4.6. Análisis de Varianza de dos técnicas de conservación de polen y dos técnicas de polinización para la variable frutos amarrados(FRA), en Chile Serrano.

FV	GL	SC	CM	F	Signif.
Repetición	2	0.8113933	0.405696	2.86	NS
Conservación	1	2.1640873	2.164087	15.26	**
Polinización	1	0.1393209	0.139320	0.98	NS
CON X POL.	1	0.0662467	0.066246	0.47	NS
Error	6	0.8509423	0.141823		
Total	11	4.0319911			
CV%	4.3534				

** = Significativo al 0.01 de probabilidad. NS = no significativo.

La comparación de medias de la variable frutos cosechados o frutos amarrados para la técnica de conservación de polen, muestra que el polen refrigerado por 24 horas a una temperatura de 9 °C, tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre el número promedio de frutos amarrados (16.8/25) diferente a la polinización con polen fresco colectado inmediatamente antes de la polinización de la flor, cuyo promedio fue de 20.5/25, (cuadro 4.7).

Cuadro 4.7. Comparación del efecto de las técnicas de conservación del polen sobre la variable frutos amarrados (FRA) en chile serrano.

Técnica	Media	Significancia ¹
Polen Fresco	20.50	a
Polen Refrigerado	16.83	b
DMS(0.05)	2.221	

¹ Medias con la misma letra son iguales al 0.05 de probabilidad

Esta diferencia es importante, debido a que los resultados de este trabajo señalan que la conservación del polen a bajas temperaturas en Chile, no mejora su eficiencia en los cruzamientos, respecto al número de frutos cosechados, al tiempo de la madurez comercial.

Por otro lado, este resultado es importante también ya que indica que para tener una eficiencia mejorada en el número de frutos amarrados que alcanzan la madurez de cosecha comercial, no se requiere dedicar tiempo y equipo de laboratorio adicionales, sino simplemente polinizar con polen recién colectado inmediatamente antes de la polinización.

En el Cuadro 4.8., se muestra las medias de frutos amarrados afectados por las técnicas de polinización las cuales no tuvieron efectos significativos estadísticamente diferentes entre ambas técnicas (Pincel: 18.17/25 y Porta Objetos: 19.7/25). Lo anterior significa que el amarre de frutos no está relacionado con las diferencias entre las técnicas de polinizar con pincel de pelo o frotando el estigma con polen sostenido en porta objetos; es decir, se esperarían los mismos resultados al polinizar aplicando el polen sobre el estigma con pincel o frotando el estigma sobre polen sostenido con un porta objetos.

Cuadro 4.8 Comparación del efecto de las técnicas de manejo del polen sobre la variable frutos amarrados (FRA) en chile serrano.

Técnica	Media	Significancia ¹
Pincel	18.17	a
Porta Objetos	19.17	a
DMS(0.05)	2.221	

¹ Medias con la misma letra son iguales al 0.05 de probabilidad.

En el cuadro 4.9, se muestra al análisis de los efectos conjuntos o de interacción entre las técnicas de polinización y conservación del polen sobre la variable Frutos Caídos, en el cual se observa que el polen fresco obtuvo mejores resultados que la técnica de conservación de (polen refrigerado), por el contrario, polinizar con porta objetos se obtienen mejores resultados, con cualquier técnica de conservación de polen, independientemente de la técnica de polinización.

Cuadro 4.9. Comparación de medias de frutos amarrados (FRA) con efecto de interacción de las técnicas de conservación y manejo del polen en chile serrano.

CONSERVACIÓN	POLINIZACIÓN	
	Pincel	Porta objetos
	b ¹	a ¹
Polen Fresco	19.6667 a ²	21.3333 a ²
	b ¹	a ¹
Polen Refrigerado	16.6667 b ²	17.0000 b ²
DMS(0.05)	0.9218	

¹ Medias con la misma letra en el sentido horizontal son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

² Medias con la misma letra en el sentido vertical son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

El análisis de varianza para la variable Semillas Por Fruto (SPF), mostró que las técnicas de conservación de polen (refrigerado por 24 horas y uso en fresco), y las técnicas de polinización (Pincel y Porta Objetos) no tuvieron efectos estadísticamente significativos sobre el número promedio de Semillas por Fruto; así como tampoco la interacción entre las técnicas de conservación y polinización, (Cuadro 4.10)

Cuadro 4.10. Análisis de Varianza de dos técnicas de conservación de polen y dos técnicas de polinización para la variable Semillas por Fruto (SPF), en Chile serrano.

FV	GL	S.C	CM	F	Signif.
Repetición	2	798.5834	399.29171	11.12	**
Conservación	1	33.0472	33.04728	0.92	NS
Polinización	1	10.8745	10.87945	0.30	NS
CON X POL.	1	186.4408	186.4408	5.19	NS
Error	6	215.4186	35.90310		
Total	11	1244.3696			
CV%	8.786408				

** = Significativo al 0.01 de probabilidad. NS = no significativo.

La comparación de medias para la variable Semillas Por Fruto (SPF), como resultado de las técnicas de conservación, muestra que no hubo diferencia significativa sobre esta variable entre polinizar con polen fresco o con polen conservado a bajas temperaturas (cuadro 4.11). Lo mismo ocurrió con las técnicas de polinización con Pincel y Porta Objetos (Cuadro 4.12); así como para la interacción entre las técnicas de conservación del polen antes de la polinización y las de manejo del polen durante la polinización (Cuadro 4.13).

Cuadro 4.11 Comparación del efecto de las técnicas de conservación del polen sobre la variable Semillas por Fruto (SPF) en chile serrano.

Técnica	Media	Significancia ¹
Polen Fresco	69.855	a
Polen Refrigerado	66.536	a
DMS(0.05)	8.4649	

¹ Medias con la misma letra son iguales al 0.05 de probabilidad.

Cuadro 4.12. Comparación del efecto de las técnicas de manejo del polen sobre la variable Semillas por Fruto (SPF) en chile Serrano.

Técnica	Media	Significancia ¹
Pincel	69.148	a
Porta Objetos	67.243	a
DMS(0.05)	8.4649	

¹ Medias con la misma letra son iguales al 0.05 de probabilidad

Lo anterior señala que el número de semillas por fruto es una variable que no es afectada por las diferencias entre las técnicas de conservación del polen antes de la polinización y las técnicas de manejo del polen durante la polinización estudiadas en este trabajo. Esto tiene especial importancia en términos de los objetivos del fitomejorador durante la fase de cruzamientos en un programa de mejoramiento de chile serrano, en tanto que abre la posibilidad de que el número de semillas por fruto sea independiente del número de frutos cosechados al tiempo de la madurez comercial.

Cuadro 4.13. Comparación de medias de Semillas por Fruto (SPF) con efecto de interacción de las técnicas de conservación y manejo del polen en Chile serrano.

CONSERVACIÓN	POLINIZACIÓN	
	Pincel	Porta objetos
	b ¹	a ¹
Polen Fresco	66.8653 b ²	72.8443 a ²
	a ¹	b ¹
Polen Refrigerado	71.4297 a ²	61.6420 b ²
DMS(0.05)	3.5127	

¹ Media con la misma letra en el sentido horizontal es estadísticamente igual al 0.05 de probabilidad.

² Media con la misma letra en el sentido vertical es estadísticamente igual al 0.05 de probabilidad.

El análisis de varianza para la variable Semillas Totales (ST), mostró que solamente las técnicas de conservación del polen refrigerado por 24 horas y uso en fresco, tuvieron un efecto estadísticamente diferentes sobre esta variable (Cuadro 4.14). En cambio las técnicas de polinización (Pincel y Porta Objetos) no tuvieron efectos estadísticamente significativos sobre el número de Semillas Totales; así como tampoco la interacción entre las técnicas de conservación y polinización.

Cuadro 4.14. Análisis de Varianza de dos técnicas de conservación de polen y dos técnicas de polinización para la variable Semillas Totales por Fruto (ST), en chile serrano.

FV	GL	S.C	CM	F	Signif.
Repetición	2	94861.5000	47430.7500	1.27	NS
Conservación	1	312018.7500	312018.7500	8.39	**
Polinización	1	7550.0833	7550.0833	0.20	NS
CON X POL.	1	108490.0833	108490.0833	2.92	NS
Error	6	223257.8333	37209.6388		
Total	11	746178.2500			
CV%	15.18583				

** = Significativo al 0.01 de probabilidad. NS = no significativo.

La comparación de medias para la variable Semilla Totales, como resultado de las técnicas de conservación de polen se muestra en el Cuadro 4.15, del cual se deduce que la conservación del polen tuvo menor efecto (1,109.0) estadísticamente significativo sobre el número de Semillas Totales, que el Polen Fresco (1,431.5). Este resultado confirma la presunción enunciada al discutir los resultados de la variable Semillas por Fruto (SPF, Cuadros 4.10 a 4.13), en el sentido de la posibilidad de que el número de semillas promedio por fruto sea una variable independiente del número de frutos cosechados. Un análisis de correlación simple mostró que efectivamente, SPF es independiente de FRA ($r = -0.108$); en cambio ST depende de FRA ($r = 0.618^*$).

Cuadro 4.15. Comparación del efecto de las técnicas de conservación del polen sobre la variable semillas totales por fruto en chile serrano.

Técnica	Media	Significancia ¹
Polen Fresco	1431.5	a
Polen Refrigerado	1109.0	b
DMS(0.05)	272.51	

¹ Medias con la misma letra son iguales al 0.05 de probabilidad.

El cuadro 4.16 muestra las medias de Semillas Totales afectadas por las técnicas de polinización, las cuáles no tuvieron un efecto significativo entre polinizar con pincel (1295), y polinizar sosteniendo el polen en porta objetos (1245). Es decir, el número de semillas totales no es afectada por las diferencias entre las técnicas de manejo del polen durante la polinización y, consecuentemente se esperarían resultados estadísticamente iguales al polinizar con pincel o frotando el estigma sobre polen sostenido en cubre objetos.

Cuadro. 4.16. Comparación del efecto de las técnicas de manejo del polen sobre la variable Semillas Totales por Fruto (ST) en chile Serrano.

Técnica	Media	Significancia ¹
Pincel	1295.3	a
Porta Objetos	1245.2	a
DMS(0.05)	272.51	

¹ Medias con la misma letra son iguales al 0.05 de probabilidad

El Cuadro 4.17 muestra un análisis de los efectos conjuntos o de interacción entre las técnicas de conservación y de manejo del polen, sobre la variable Semillas Totales, el cual muestra que independientemente de la técnica de polinización se obtiene mejores resultados si se usa en fresco, es decir,

colectado inmediatamente antes de realizar la polinización; sin embargo, cuando se usa polen fresco se obtuvieron mejores resultados cuando se realizó con Porta objetos y cuando se usó polen refrigerado, se produjeron mejores resultados al polinizar con pincel.

Cuadro 4.17. Comparación de medias de Semillas Totales por Fruto (ST) con efecto de interacción de las técnicas de conservación y manejo del polen en Chile serrano.

CONSERVACIÓN	POLINIZACIÓN	
	Pincel	Porta objetos
	b ¹	a ¹
Polen Fresco	1311.3333 a ²	1551.6666 a ²
	a ¹	b ¹
Polen Refrigerado	1179.0000 b ²	1039.0000 b ²
DMS(0.05)	113.085	

¹ Media con la misma letra en el sentido horizontal es estadísticamente igual al 0.05 de probabilidad.

² Media con la misma letra en el sentido vertical es estadísticamente igual al 0.05 de probabilidad.

V. CONCLUSIONES

De los resultados y discusión de estos trabajos se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La polinización con polen fresco, colectado inmediatamente antes de la polinización, mejoró la eficiencia en la polinización al obtener 14.8% más de flores amarradas que la polinización con polen conservado a bajas temperaturas, antes de ser usado en la polinización.
2. La polinización con polen fresco mejoró la eficiencia en el cruzamiento al obtener 14.8% más frutos cosechados, debido a que todas las flores amarradas llegaron a ser frutos cosechados.
3. La polinización con polen fresco mejoró la eficiencia en la fecundación al obtener 12.6% más de semillas totales, que la polinización realizada con polen conservado a baja temperatura.
4. Las técnicas de manejo del polen durante la polinización y las técnicas de cubrimiento de la flor polinizada estudiadas en este trabajo, no tuvieron ningún efecto sobre los índices de eficiencia basados en número de flores amarradas, frutos cosechados, semillas por fruto y semillas totales.
5. La interacción entre las técnicas de conservación del polen antes de la polinización y las de manejo del polen durante la polinización, mostraron efectos complejos, de tal manera que el polen fresco obtuvo mayor número

de frutos amarrados que la técnica de conservación de polen refrigerado, por el contrario, al polinizar con porta objetos se obtienen mejores resultados con cualquier técnica de conservación de polen. Finalmente, queda claro que se obtiene mayor número de frutos amarrados polinizando con polen fresco sostenido en porta objetos. Para el caso de semillas por fruto y semillas totales, si se usa polen fresco se obtiene mejores resultados polinizando con porta objetos; pero si se usa polen refrigerado es mejor polinizar con pincel.

BIBLIOGRAFÍA.

- Acosta R. G. 1992. Madurez del fruto a cosecha y tiempo de extracción en la calidad de semillas de chile jalapeño. (*Capsicum annum L.*) Tesis, UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila, México.
- Álvarez. V. M. 1985. El cultivo del Chile en Aguascalientes, Monografía. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila.
- Andrade, A. E, 1961. Evaluación sobre las técnicas de polinización de Chile. Tesis. Ing. Agrónomo. E. N. A., Chapingo, México.
- Berenyi, M. 1971. Some results of studies of fruit set in *Capsicum*. Zoldségtermesztési Kutató Intézet. Bulletin. Horticultural Abstracts. 1973
- Boanerges C. R. 1999. La polinización del manzano y su efecto en el amarre de fruta. Tesis de M.C. (UAAAN) Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Brisson R. F. 1976. Cultivo del Nogal Pecanero . La edición en Español. México. Editorial Cona frut. pp 79 – 99.
- Castaños C. M., 1993. Horticultura: Manejo simplificado. Colección fénix. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Ceballo R. I. 1995. Importancia del Cultivo del Chile (*Capsicum annum L*) en México. Monografía. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila.

- Crane J. C. 1975. The role of seed abortion and partenocarpy in the production of black pistachio nut. as affected by rostock. J .
- Crane J. C. H. I. Forde, and C Daniel (1974). Pollen longevity in pistachio. Calif. Agric. 28 (11): 89
- De Santiago, J. 1996. Programa de Siembra de Chiles. Revista productores de Hortalizas. Publicaciones periódicas.
- Del Ángel S. R. 1997. Comportamiento fonológico del cultivo de chile serrano (*Capsicum annum* L.) y su relación con las unidades de calor. TESIS. Buenavista Saltillo, Coahuila.
- Greenleaf, H W. 1986. Pepper Breeding. Edited by Mark J. Cbasset. Vegetable Crops Department. University of Florida. Gainesville, Florida. **AVI Publishing Company, INC.**, Westport, Conecticut.
- Guenkov, G. 1983. Fundamentos de la Horticultura Cubana. Editorial Pueblo y Educación. L. Habana – Cuba. pp. 144-146.
- Hatch, A. H. 1992. El raleo químico de árboles frutales. Memorias del V ciclo internacional sobre el cultivo del manzano. Unión Regional Agrícola de productores de manzano del estado de Coahuila. pp . 20 – 26.
- Mario, P. G y Márquez. S. 1997. Mejoramiento Genético de Hortalizas. Libro, Universidad Autónoma de Chapingo.
- Maximov, A. N (1946). Fisiología Vegetal. ACME AGENCY. SOC. RESP. LTDA. Buenos Aires pp. 396 a 400.

Mayer, D. F. 1995 Pollinating with wild bees has potential future. The good fruit grower.

Meyer, D. F., C. A. Jonase and J.D Landen. 1985. Pollinizer selection critical for adequate pollination. The good fruit grower. 36 (8): 12-14.

Poehlman, J . M 1986 Mejoramiento Genético de las Cosechas. Universidad de Missouri. Editorial Limusa México.

Pérez C. G. 1995. Sustancias Húmicas y un Complejo Hormonal en el Desarrollo y Rendimiento de Pimiento Morrón (*Capsicum annum L.*) var. Júpiter. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila. México.

Pickersgill, B., C.B Heiser And J. MCNEILL. 1979. Numerical Taxonomic studies on variation and domestication in some species of *Capsicum*. 679 – 700. In. Hawkes J.G., R. N. Lester and A. D. Selding (ed). The biology and taxonomy of the Solanaceae. Academic Press. N. Y.

Pozo, C.O. 1983. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo del Chile. SARH-INIA. México.

Pozo, C. O y Bujanos M. R. 1984. Guía para cultivar chile serrano en las Huastecas. Folleto para productores. Segunda edición, corregida y aumentada. Circular CIAGON No. 2/80. SARH – INIA – CIAGON – C. Agrícola. Exp. De las Huastecas. Tampico Tamaulipas.

- Praagh y Hauschildt, 1994. Evaluation of shoot bending, pruning and pollination for increasing fruit set and yield on young Cox trees. Hort. Abstr.
- Ramaseshaiah, B 1982. Studies on pollen viability of two chilli varieties (*Capsicum annum* L) Indian Cocoa Arecanut and epices Journal.
- Ramiro, C. A, 1986. Cruzamiento artificial en Chile (*Capsicum annum* L). Tesis de M.C. Colegio de Potgraduados, Montecillos, México.
- Robinson W. S and R. D Feel 1981. Efect of Honeybee Foranging Behoviars on Delicious Apple set. Hortsciencie. 16 (3): 326-328.
- Rodríguez M. R. 1988. Evolución del sistema reproductivo de *Capsicum annum* L. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México.
- Ruiz O. M, Nieto R. y Larios R. 1949. Tratado Elemental de Botánica. Ed. Porrúa, México.
- INIA. 1984. Comportamiento y adaptación de cultivares de chiles tipo serranos. Avances de investigación. Agrícola en Zona de riego y temporal. INIA - SARH.
- Serrano, C. Z.1978. Tomate, Pimiento y Berenjena en invernadero. Colección Agrícola Práctico No. 27. Publicación . Madrid, España.
- Smith G. A y B. H. 1957. Taxomomy of *Capsicum sinense* J., and the geographie distribution of the Cultivated Capasicum spp Bull. Of the torrey., Botanical club vol. 84 No 6.

Stone, J. L., J. D. Thomson and S. A. Dent-Acosta 1995. Assessment of pollen viability in Hand pollination experiments: A review. *Am. J. Bot.* 82 (9) 1186-1197

Valadez L. A. 1996. Producción de Hortalizas. Editorial LIMUSA. México.

Verdugo B. V. D. 2000. Estudio de la fertilización orgánica sobre el rendimiento y producción de biomasa en el cultivo del Chile Morrón (*Capsicum annum* L.) cv. California Wonder. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Villalpando, J. F., Del Real L. I, y Ruíz C.J A. 1991. Temperatura Y fonología Agroclimatología S.a. de C.V. Curso de Capacitación en Agricultura y Meteorología agrícola. Guadalajara, Jalisco.

Vilmorin, D. F. 1977. El cultivo del Pimiento Dulce Tipo Beell. Editorial Diana. México.

Wright, D. (1977). Pollen Storage and Compatibility Studies. The Pistachio assoc. Ann. Rept. P. 43 - 44.