

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISION DE AGRONOMÍA



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

Por:

JUAN JOSÉ HERNÁNDEZ RÍOS

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para  
Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Producción.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.  
**Octubre de 2003**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
**“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

TÉCNICAS DE CRUZAMIENTO Y POLINIZACIÓN EN CHILE  
JALAPEÑO (*CAPSICUM ANUUM L.*)

**Por:**

JUAN JOSE HERNÁNDEZ RIOS

Que somete a consideración del Honorable Jurado Examinador  
Como requisito parcial para obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Producción

APROBADO POR:

---

DR. GASPAR MARTINEZ ZAMBRANO  
**PRESIDENTE DEL JURADO**

---

ING. MODESTO COLIN RICO.  
SINODAL

---

DR. MARIO ERNESTO VASQUEZ VADILLO  
SINODAL

---

M.C. ARNOLDO OYERVIDEZ GARCIA  
COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. OCTUBRE DE 2003**

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS**

Por haberme dado fuerza y paciencia durante el tiempo que duro mi carrera y por darme la familia que tengo ¡ GRACIAS !

### **A MI ALMA MATER**

Gracias a la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por abrirme sus puertas para que me formara como una persona provechosa.

Al Dr. Gaspar Martínez Zambrano, por brindarme su apoyo incondicional durante la realización del presente trabajo.

Al Ing. Modesto Colín Rico, por brindarnos las instalaciones necesarias para la realización del presente trabajo y por su participación en el desarrollo del mismo.

Al M. C José Roberto Augusto Dorantes González, por las asesorías brindada durante la realización del presente trabajo.

A Omar Ventura Cano y Juan Rivera Alcantar, por su cooperación en el desarrollo del trabajo de campo.

Al prof. Javier Ríos Juárez por todo lo que me enseñó en estos 5 años, por sus sabios consejos, y por ser mi amigo mas que mi entrenador.

## **DEDICATORIAS**

### **A MIS PADRES.**

José Hernández Razo.

Ma. Guadalupe Ríos Rosales.

Por su comprensión y cariño que siempre me brindaron durante mi formación como profesionista y por el apoyo incondicional que sin escatimar esfuerzos dieron todo para que yo fuera una persona de bien, con amor y cariño su hijo ¡GRACIAS!

### **A MIS HERMANOS.**

Víctor Manuel

Rosalva

Evaristo

Olga Bernardina

Luz Maria

Reina Rosa linda

Arcadio Rafael

Jesús Guadalupe

José Trinidad

Maria Guadalupe

Daniel Alejandro

Con cariño para todos ellos que siempre estuvieron presentes cuando los necesitaba y que fueron quien me inspiraban alientos para seguir adelante, quiero que sepan que la meta alcanzada también es suya ¡GRACIAS!

## **A MIS ABUELOS**

Arcadio Hernández (†)

Bernardina Razo (†)

Crisoforo Ríos

Ma. Trinidad Rosales(†)

Aunque algunos ya no están con nosotros se que donde quiera que se encuentren se sentirán orgullosos, él que aun nos acompañan gracias por sus sabios consejos para que yo sea una persona de bien.

## **A MIS TÍOS Y PRIMOS**

Gracias por el tiempo que compartimos alegrías y tristezas y por los sabios consejos que siempre me están dando, en especial a **Daniel Ríos** por ser el mejor de mis tíos y por el cariño que el siempre me ha tenido gracias por el apoyo brindado.

## **A MI NOVIA**

Erica Yazmín Morin Moncada, por darme su amor y comprensión en los momentos mas difíciles de mi carrera y por que siempre este con migo gracias.

## **A MIS COMPAÑEROS DE CUARTO.**

Carlos, Alfredo, Omar, Francisco, Marco David, Juan, José del Carmen, gracias por la paciencia que me tuvieron él tiempo que vivimos juntos.

## **A MIS COMPAÑEROS DE LA CASA.**

Diego, Juan José, Antonio, Samuel, Francisco, Rodolfo, Lupita, Carolina, Mercedes, Nadia, Aidé, Por soportarme todas las bromas que algún día les hice.

## **A MIS COMPAÑEROS DE PARRANDA**

José Gerardo, Lenin, José Antonio, Ausencio, Alejandro, Manuel, Luis Arturo, Al Chido, Edgar, Aarón, Baltasar, Antonio, Francisco, Martín, Jesús, Valente, Samuel, Candelario y a los billares el Ralo, gracias por compartir momentos de tristeza y alegría y por que de todos ustedes aprendí algo nuevo este trabajo también es de ustedes.

## **A ALGUIEN MUY ESPECIAL.**

A la señora **Juana Carolina Rocha Martines** (†) a pesar de que ya no se encuentra con nosotros se que se siente orgullosa de los logros que he obtenido y donde quiera que se encuentre siempre la recuerdo con todo cariño, gracias por todo el apoyo que me brindó que aun sin conocerme me trató como a un hijo.

## **AL EQUIPO DE BÁSQUETBOL LOS COMPÁS.**

Pedro, Blas, Eduardo, Rafael, Juan Adolfo, Arturo gracias por la confianza que algún día depositaron en mi espero no haberlos defraudado, y espero que siempre sigamos siendo amigos y que sigamos cosechando triunfos como hasta ahora.

*A todos aquellos que me faltó mencionar quiero que sepan que les dedico este trabajo y que siempre contarán con un amigo.*

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pagina
2.1 Principales Tipos de Chiles Cultivados en México	14
2.2 Propiedades nutricionales de Chile, dulces y picantes en diferentes etapas de madurez.	15
3.1 Material de chile Jalapeño utilizado y sus principales características varietales.	23
3.2 Análisis de varianza indicativo para un diseño en Bloques Completos al Azar.	26
4.1 Análisis de Varianza de dos técnicas de conservación de polen y dos técnicas de polinización para la variable Flores Caídas (FC), en chile Jalapeño.	27
4.2 Comparación del efecto de las técnicas de conservación del polen sobre la variable Frutos Caídos (FC) en Chile Jalapeño.	27
4.3 Comparación del efecto de las técnicas de manejo del polen sobre la variable Flores Caídas (FC) en Chile Jalapeño	28
4.4 Comparación de medias de flores caídas (FC) con efecto de interacción de las técnicas de conservación y manejo del polen en Chile Jalapeño.	28
4.5 Análisis de Varianza de dos técnicas de conservación de polen y dos técnicas de polinización para la variable Frutos Cosechados (FRA), en Chile Jalapeño.	27

- 4.6 Comparación del efecto de las técnicas de conservación del polen 27 sobre la variable Frutos Cosechados (FRA) en Chile Jalapeño
- 4.7 Comparación de medias de Frutos Cosechados (FRA) con efecto de 29 interacción de las técnicas de conservación y manejo del polen en Chile Jalapeño.
- 4.8 Análisis de Varianza de dos técnicas de conservación de polen y dos 30 técnicas de polinización para la variable Semillas por Fruto (SPF), en Chile Jalapeño .
- 4.9 Comparación de medias de Semillas por Fruto (SPF) con efecto de 31 interacción de las técnicas de conservación y manejo del polen en Chile Jalapeño.
- 4.10 Análisis de Varianza de dos técnicas de conservación de polen y dos 31 técnicas de polinización para la variable Semillas Totales por Fruto (ST), en Chile Jalapeño.
- 4.11 Comparación del efecto de las técnicas de conservación del polen 32 sobre la variable Semillas Totales por Fruto en Chile Jalapeño.
- 4.12 Comparación de medias de Semillas Totales por Fruto caídos (ST) 33 con efecto de interacción de las técnicas de conservación y manejo del polen en Chile Jalapeño.

## ÍNDICE

	pagina
Agradecimientos.....	i
Dedicatorias.....	ii
Indice de cuadros.....	v
Resumen.....	viii
Introducción.....	1
Objetivos .....	4
Hipótesis.....	5
Revisión de literatura.....	6
Clasificación taxonómica.....	6
Descripción botánica.....	6
Descripción del subtipo de Chile jalapeño.....	10
Requerimientos climáticos y edáficos.....	11
Usos del cultivo.....	13
Generalidades del mejoramiento genético de Chile.....	16
Factores principales que influyen en el éxito de los cruzamientos.....	17
Polinización natural.....	19
Cruzamientos intra específicos.....	20
Estructura floral.....	20
Cruzamiento.....	21
Fecundación.....	22
Viabilidad del polen.....	22
Materiales y método.....	23
Localización del sitio experimental.....	23
Material germoplasmico utilizado.....	23
Datos a evaluar.....	24
Diseño experimental y análisis de datos.....	25

Pruebas de medias .....	26
Resultados .....	27
Conclusiones.....	38
Discusión.....	35
Literatura citada.....	36

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de chile es de suma importancia en nuestro país, ya que es un producto indispensable en la alimentación del mexicano, quien lo consume como verdura fresca o procesado en salsa, polvo o encurtido, motivo por el cual se tiene una amplia distribución en todo el país, cultivándose diferentes tipos que difieren en formas, tamaños, colores y sabores muy variadas, siendo los de mayor importancia los chiles tipo Ancho, Jalapeño, Serrano, Pasilla, y en menor producción los chiles Dulces; de los cuales un gran número se utiliza con fines de exportación.

En el periodo de 1986-1987 la exportación de chile fue de 104,489 ton, correspondiendo 7,442 ton al e este tipo. En México existen básicamente 3 zonas productoras de chile Jalapeño: 1) La cuenca del Río Papaloapan (Veracruz y Oaxaca); 2) El norte del estado de Veracruz (Mpios. de Papantla, Espinal y Cazones) y 3) La región de Delicias, Chihuahua, con 3,000 has de riego aproximadamente. Otras zonas con menor producción son Jalisco, Sonora, Sinaloa y Chiapas.

Con una superficie aproximada de 152 000 has sembradas en el 2002, el área de producción de chiles en México se ha estabilizado con dos constantes: mayor productividad en el campo abierto y translación hacia una mayor superficie de sistemas protegidos (maya e invernadero). Estos cambios se deben también a factores económicos, ya que si bien las exportaciones se han incrementado notablemente en los últimos 10 años.

Existen prácticas y técnicas agrícolas con el objetivo de lograr mayores rendimientos en los cultivos, dentro de éstas técnicas se encuentra el mejoramiento genético, proceso que se lleva acabo a través

de la emasculación y polinización, utilizando diferentes líneas y/o variedades en los cruzamientos.

Uno de los problemas con que se enfrentan frecuentemente los programas de mejoramiento, es el bajo porcentaje de amarre de frutos durante la etapa de cruzamientos, así como 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.

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.
- Reventamiento o destrucción de los tubos polínicos en el estilo.
- 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 son:

- Anormalidades florales muy comunes en la obtención genética de líneas androestériles.
- Caída de botones florales por falta de agua o ataque de un insecto o enfermedad de las plantas.
- Eliminación de los granos de polen debido a un resecaimiento del estigma por efecto de altas temperaturas, acompañadas de baja humedad relativa.

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 – 29 °C; con alta humedad relativa y temperaturas más altas, los granos de polen se destruyen y el estigma se reseca perdiendo su receptibilidad.

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

Varios factores pueden estar involucrados en el origen de esta falta de eficiencia, como:

- ◆ Una corta duración de la viabilidad del polen, que puede estar afectada por las condiciones ambientales, principalmente temperatura y humedad bajo las cuales se realiza el trabajo de cruzamiento.

- ◆ El uso de técnicas inapropiadas de manejo y protección de la flor polinizada, particularmente el cubrimiento, el cual tiene como propósito 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 consumada; así como el tipo de material usado para el cubrimiento.

- ◆ Aunque los tipos o razas de Chile común (*C. annuum* L) son grupos de germoplasma muy bien definidos, con características propias de tipo de crecimiento vegetativo, tamaño, forma, pungencia y aroma de fruto. Se considera que dentro de *C. annuum* hay barreras que dificultan los cruzamientos entre poblaciones de esta misma especie (Pickersgill *et al.* 1979). Por otro lado, Ramasesha (1982) encontró que, en dos variedades de *Capsicum annuum*, un porcentaje de germinación de polen de 65.4 y 66.5 %, lo que evidentemente afecta la eficiencia del cruzamiento. 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 atrasaron en relación al inicio de la floración.

Por otra parte, Pozo y Ramírez (2002, comunicación personal) refieren que existen ciertos grados de dificultad entre las razas o tipos de chile, siendo el tipo Jalapeño el que presenta mayor dificultad, probablemente por su gran diversidad germoplásmica y su poco mejoramiento genético.

De lo anteriormente planteado se tiene que los programas de mejoramiento con frecuencia tienen baja eficiencia en los cruzamientos. Este problema se planteo para explorar un conjunto de técnicas que permita eficientar el manejo óptimo de cuándo realizar la emasculación, polinización artificial, y cuidados de la flor polinizada, que resulte en la mayor producción del progenies en chile Jalapeño, bajo los siguientes:

#### **OBJETIVOS:**

- Obtener información empírica experimental que permita diseñar una técnica de cruzamiento que mejore la eficiencia en la obtención de progenies por cruzamiento.
- Conocer si el polen es viable y mejora su eficiencia funcional después de su almacenamiento por 24 horas en refrigeración, a temperatura de  $9 \pm 1^{\circ}\text{C}$ .

## **HIPÓTESIS.**

- La conservación del polen a bajas temperaturas de  $1\pm$  °C en un refrigerador doméstico, aumenta su viabilidad y 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.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL CHILE JALAPEÑO

La clasificación taxonómica del Chile (*Capsicum annuum* L.) según Janick (1965) es la siguiente:

Reino----- Vegetal  
División-----Tracheophyta  
Subdivisión-----Pteropsida  
Clase-----Angiospermae  
Subclase-----Dicotyledonae  
Orden-----Solanáceales  
Familia-----Solanácea  
Genero-----*Capsicum*  
Especie-----*annuum*

Nombre común -----Chile

### DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El *C. annuum* es una planta anual de zonas templadas y perenne en tropicales, es muy variable, herbácea, sub arbustiva, algunas veces leñosas en base, erecta, muy ramificada, alcanza una altura de 1.0 a 1.5 m, se cultiva como anual.

Cárdenas (1980) menciona que es una planta de ciclo intermedio con floración a los 50 días después del transplante. Su maduración para el consumo en verde es de 100 a 120 días. La producción es concentrada y se obtiene regularmente en dos cortes

**Raiz.** Cuenta con un sistema radicular pivotante y profundo que puede llegar a medir de 70 hasta 120 cm. La raíz principal es fuerte y frecuentemente dañada durante el transplante, se desarrollan profundamente varias raíces laterales, extendiéndose hasta 1 m, reforzado por un número elevado de raíces adventicias.

**Tallo.** Es de crecimiento limitado y erecto con una parte que, puede variar entre 0.5 y 1.5 m; cuando los tallos adquieren una cierta edad se lignifican ligeramente.

**Hojas.** Estas son simples y varían mucho en tamaño, son lampiñas o sub-glabras, enteras, ovales o lanceoladas de 1.5 a 12 cm de largo y 0.5 a 7.5 cm de ancho, el ápice es acuminado, la base es cuneada o aguda y el pedicelo es largo y poco aparente.

**Flores.** Son generalmente solitarias, terminales, pero por la forma de ramificación parecen axilares. Los pedicelos miden más de 1.5 cm de longitud, el cáliz es ligeramente dentado, aproximadamente de 2 mm de longitud, generalmente alargado y cubriendo la base de los frutos, la corola es rotada, campanulada, dividida en 5 o 6 partes, mide de 8 a 15 mm de diámetro, blanca o verdusca, con 5 o 6 estambres insertados cerca de la base de la corola, las anteras son angulosas, dehiscentes longitudinalmente, el ovario es bilocular, pero a menudo multilocular, bajo domesticación el estilo es simple, blanco o púrpura, el estigma es capitado, su fecundación es claramente autógena, no superando el 10 % de alogamia.

**Frutos.** Los frutos son erectos con una longitud de hasta 7 cm por 2 o 3 cm de ancho y pedúnculo de 3 cm, el cuerpo del fruto es oblongo y termina con un ápice puntiagudo o chato, el color del fruto es verde y cambia a rojo oscuro o total al llegar a su madurez, presenta un grado intermedio de pungencia. Es una baya semicartilaginosa, indehiscente con gran cantidad de semillas, colgante o erecto, naciendo en los nudos de forma, tamaño, color y pungencia muy variable. El fruto inmaduro es verde o púrpura y cuando madura es de color rojo, con pericarpio acorchado en diferentes grados, dependiendo de la variedad.

**Semillas.** Estas son abundantes y miden de 3 a 5 mm de longitud y son de color amarillo pálido. Debido a la gran variación de tipos de chiles, la taxonomía del género *Capsicum* por muchos años ha sido una completa confusión, se han llegado a describir alrededor de 100 especies y variedades botánicas, aunque muchas de ellas no presentaban características diferenciales.

La apreciación del problema taxonómico del género *Capsicum* se obtiene al revisar la literatura antigua en donde se encuentra que los *capsicum* fueron descubiertos por Cristóbal Colon, en sus primeros viajes al nuevo mundo, en diversas formas. Así, algunos botánicos prelineanos describieron diferentes especies silvestres y variedades de Chile.

Hunzinger (1950) citado por García (1983), reconoce 3 secciones: tubo capsicum que contiene *C. anomalum*, la cual se cree es la única especie nativa del viejo mundo (Asia); *Pseudoanistus* que contiene *C. breviflorum*, confinada a la parte sur – oriental del Brasil, sur – meridional de Bolivia y norte de Argentina y *Capsicum*, la cual incluye 34 especies.

En estas investigaciones se utilizó una morfología general de la planta para la diferenciación de las especies.

Heiser y Smith. (1958), localizó otras especies distintas: *C. Cardenal ti* y *C. eximium* y las denominadas “*ulupicas*”, que pueden ser diferenciadas de las otras especies de Chile por su hábito único de enredadera. Mas tarde Eshbaugh (1975) demuestra con éxito que dichas especies son de progenitor silvestre de *C. pubescens*.

La producción de Chile en México se encuentra bastante diseminada y las zonas productoras se distinguen de acuerdo al tipo de Chile que producen, así por ejemplo, el Chile de los tipos ancho, mulato y pasilla se siembran en El Bajío, Aguascalientes, Zacatecas y Jalisco; el tipo Serrano en Nayarit, Veracruz, San Luis Potosí, Coahuila y Nuevo León; los dulces de exportación en Sinaloa y Baja California; el Mirasol en Aguascalientes, Nayarit y Zacatecas, y el tipo Jalapeño en Veracruz, Oaxaca y Chihuahua.

El nombre Jalapeño se deriva de la palabra Jalapa, capital del estado de Veracruz, no por que en la región se siembre este tipo de Chile, sino por que esta ciudad es el centro de la comercialización más importante de este tipo de Chile en la nación. Particularmente en el estado de Coahuila, el tipo de Chile que mas se siembra, es el Serrano (con un 90 – 95 % del área total); y en lo que respecta al Chile Jalapeño, este ocupa solo un 5 % de la superficie total de Chile sembrada en el Estado.

Cabe señalar que la mayor parte de la superficie de Chile en la parte sur y centro del estado ( Ramos Arizpe, General Cepeda y Monclava, principalmente), destinándose dicha producción principalmente al mercado nacional, básicamente a Monterrey, N. L.

Sin embargo existen productores en el estado, cuya producción de Chile Jalapeño la destinan al mercado de exportación, siendo el principal

el de E. U. A. obteniendo de esa manera, divisas para el estado y en general para el país.

## **DESCRIPCIÓN DEL SUBTIPO DE CHILE JALAPEÑO**

De acuerdo con Pozo (2002 comunicación personal), la raza de chile o tipo Jalapeño es probablemente la de mayor diversidad genética, evidenciado por su variabilidad morfológica de la planta y sus frutos.

Por las características del fruto y hábito de crecimiento se han agrupado 4 subtipos de Chile (Rosengarten 1969) citado por Cásseres (1984):

**JALAPEÑO TÍPICO:** Se le conoce también como Chile rayado, acorchado o gordo, tiene plantas compactas de aproximadamente 65 cm de altura que producen frutos cónicos, de forma cilíndrica que miden de 4 a 8 cm de largo y de 3 a 6 cm de ancho. Este Chile tiene una gran aceptación para la industria de enlatado.

**JALAPEÑO PELUDO:** Se le conoce también como candelaria o cuaresmeño, tiene una planta de porte alto, de 1.0 a 1.5 m de altura. La planta es de crecimiento tardío y de producción escalonada. Se obtiene de 5 a 6 o más cosechas bajo siembras de temporal. Este subtipo es susceptible a los excesos de humedad. El fruto es de forma alargada y cuerpo angular, mide de 6 a 9 cm de largo y de 3 a 4 cm de ancho. Otra característica del fruto es que posee un pericarpio grueso. En la zona productora de Veracruz la cosecha se realiza principalmente en los meses de mayo a junio. Los frutos de este subtipo se destinan para consumo fresco.

**JALAPEÑO ESPINALTECO:** este subtipo posee plantas de tipo intermedio, de 70 a 80 cm de altura. Es precoz y produce solamente 2 cosechas al año. Los frutos son alargados, delgados y con ápice puntiagudo, con una longitud de 6 a 9 cm y un ancho de 2.5 a 3 cm. El pericarpio es delgado (0.4 cm).

**JALAPEÑO MORITA:** llamado también bolita, tiene plantas de 70 cm de altura. Este tipo es el de menos aceptación comercial.

Los cultivares norteamericanos de Chile jalapeño tienen poca popularidad en el mercado nacional, ya que su sabor difiere al del jalapeño típico, aunque posee la característica del sabor picante.

## **REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS**

Edmon (1976), menciona que el *capsicum* se produce mejor en un clima relativamente caluroso, en el que la temporada de crecimiento es larga y donde existe poco peligro de heladas.

El chile aparentemente resiste mejor la sequía que el tomate o la berenjena, sin embargo, los mejores resultados están íntimamente ligados a una abundante cantidad de lluvias bien distribuidas.

El rango de temperatura para una mejor germinación es de 24 a 29 °C, los días a emergencia son de 8 a 10 y la temperatura ambiente para su desarrollo es en el día de 18 a 26 °C y por la noche de 15 a 18 °C, a temperaturas menores de 10 °C comienza a detenerse el crecimiento.

Valadez (1989), señala que la temperatura óptima para formarse la flor es de 18 a 27°C. A temperaturas de 32 a 35 °C en las especies de frutos pequeños, el pistilo crece mas grande que los estambres antes de que abran las anteras, provocando la polinización cruzada, también las altas temperaturas provocan la caída de flores y/o frutos. La humedad relativa óptima es entre 50 y 70 %.

Cásseres y Morato (1983), mencionan que la planta de chile soporta contenidos de 2500 hasta 6400 ppm de sal (4 a 10 mmhos) y se desarrolla en suelos desde ligeros (arenosos) hasta pesados (arcillosos), prefiriendo los limo-arenosos, profundos, ricos, bien aireados y con buen drenaje; al igual que el tomate, el chile es tolerante a ciertas condiciones de acidez y crece bien con pH de 6.8 a 5.5.

Debido a que la germinación y el crecimiento de las plántulas de Chile son mas lentas que la del tomate, la semilla de chile debe sembrarse de 8 a 10 semanas antes de la fecha en que se desea trasplantar las plántulas a su sitio definitivo en el campo.

Serrano (1978), propone que los suelos más apropiados para el jalapeño son los arenosos – limosos, ya que los suelos arcillosos no son convenientes porque pueden retener bastante la humedad y pueden provocar asfixia en las raíces.

Por otra Vilmorin (1977), menciona que la siembra de semilla en invernadero debe hacerse entre 6 y 8 semanas antes del transplante, por lo tanto, se procura sembrar un mes antes de la fecha de la última helada.

Se ha encontrado que los cultivares norteamericanos de chile Jalapeño se desarrollan mejor y producen más en climas semiáridos,

como en Delicias Chihuahua. Si se sembraran en la zona de Veracruz se verían afectadas la calidad y el rendimiento.

## **USOS DEL CULTIVO**

Casseres (1984), Menciona que el chile, como pimiento o ají, existe en gran variedad de formas, colores y sabores, es una hortaliza muy importante por su valor nutritivo y por su popularidad en la alimentación en México, Perú y en cierto grado, en muchos otros países, como es los E.U.A., donde en los últimos años este cultivo ha ido adquiriendo popularidad; aunque es bien sabido que el mercado norte americano prefiere los tipos menos picantes de chile, como es el caso del chile pimiento, o Pimiento Morron o Bell.

Después del tomate y la Papa, el Chile es la solanácea más importante como alimento y como condimento en la preparación de alimentos.

El Chile es un producto indispensable en la comida del mexicano y se encuentra en forma permanente en el mercado. Del Chile se cultivan más de 200 tipos en forma comercial y se consumen en estado verde, deshidratado, en curtidos, salsa, etc. (Cuadro 2.1)

**Cuadro 2.1** Principales tipos y superficie (ha) de chiles cultivados en México.

<b>Cultivares</b>	<b>Otoño-invierno</b>	<b>Primavera-verano</b>
Jalapeño	3,797	11,105
Habanero	98	119
Serrano	234	969
Manzano	12	8
Poblano	469	1,094
Seco	3,055	49,028
Verde	31,689	53,121
Pimiento	7,800	1,100
Totales	47,154	116,544

En estado fresco (verde) se utiliza al natural en guisos y salsa; industrialmente se utilizan los encurtidos, salsa y otra gran parte se destina para el deshidratado (chiles secos), que son la base para la preparación de diversos tipos de moles, salsas y adobos.

Un 60 % de la producción de chile jalapeño es para fines industriales, un 20 % es para el consumo en fresco y un 20% se utiliza en la elaboración del Chile “chipotle”, y para este caso es el subtipo Jalapeño típico, por su alto grado de corchosidad que le confiere gran permeabilidad y evita que la cutícula del fruto se desprenda durante el proceso de encurtido.

Morato (1983) reportó que en cuanto a su composición nutritiva en base a 100 gr de parte comestible, el chile según la variedad picante (picante o dulce) y su estado de madurez se muestra en el cuadro 2.2, en donde la fuente nutricional más importante es vitamina A, niacina y

fósforo y en menor medida de calcio, carbohidratos y fibra; y un moderado valor energético.

**Cuadro 2.2** propiedades nutricionales de Chile, dulces y picantes en diferentes etapas de madurez.

Componente	Dulce verde	Dulce Maduro (rojo)	Picante verde	Picante maduro (rojo)	Según Valadez
Agua (%)	93.40	90.70	88.00	80.30	88.80
Proteínas (g)	1.20	1.40	2.30	2.30	1.30
Grasas	0.20	0.30	0.20	0.40	
Carbohidratos (g)	4.80	7.10	9.10	15.80	9.10
Fibra (g)	1.40	1.70	1.80	2.30	
Cenizas (g)	0.40	0.50	0.60	1.20	
Calcio (mg)	9.00	13.00	10.00	16.00	10.00
Fósforo (mg)	22.00	30.00	25.00	49.00	25.00
Hierro (mg)	0.70	0.60	0.70	1.40	0.70
Sodio (mg)	13.00			25.00	
Potasio (Mg)	213.0			564.0	
Vitamina "A" (UL)	420.0	4.45	770.0	21.60	770.0
Tiamina (MG)	0.08	0.08	0.09	0.10	0.09
Riboflvina (MG)	0.08	0.08	0.06	0.20	0.06
Niacina (mg)	128.0	104.0	235.0	369.0	235.0
Valor energético (calorías)	22.00	31.00	37.00	65.00	

Pozo (1983) Señala que un campo en el cual se está iniciando la investigación, es el de la calidad nutritiva e industrial del Chile, como contenidos de capsicina, caroteno y vitamina C a fin de dar otra opción al cultivo y mantener o ganar nuevos mercados extranjeros.

## **Generalidades de mejoramiento genético en Chile.**

De acuerdo con Pozo (1983) la investigación en el cultivo del Chile en México se inicio en la Oficina de Estudios Especiales y en el Instituto Nacional de Investigaciones Ciencias Agrícolas, dependencias que formaron el INIA con su fusión, las cuales trabajaron en prácticas de cultivo, protección fitosanitaria, y realizaron las primeras colectas de los tipos ancho, mulato, pasilla y jalapeño, que fueron la base de los programas de mejoramiento genético nacionales.

Leopold y Kryedemann (1975) distinguen dos tipos morfológicos de polen en angiospermas. Un tipo binucleado con requerimientos relativamente simples para germinar y un tipo trinucleado con aparentemente mucho mas complicados requerimientos de germinación, del cual poco se conoce sobre su fisiología. El polen trinucleado presenta la última división mitotica antes que el polen es liberado por las anteras. El polen binucleado presenta la segunda mitosis varias horas después de la germinación del grano de polen, cuando este ya ha llegado al estigma

Polinización artificial o manual. Uno de los propósitos principales de la polinización manual, tanto por productores como en investigación, es como 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 *et al.*, 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 el 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 et al.,1995).

John (1986) señala que 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. Los cruzamientos pueden realizarse durante el día, siendo más recomendable hacerlo lo más temprano en la mañana o en la tarde, cuando las flores maduras están en la etapa o periodo de florecer; los instrumentos utilizados son: una botella de alcohol etílico al 95%, un par de pinzas puntiagudas, porta objetos, pincel de pelo, caja petri, etiquetas y lápiz.

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, ya 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).

### **Factores Principales que Influyen en el Éxito de los Cruzamientos.**

El proceso de fertilización floral puede fallar debido a:

- 1.- Desarmonía en el tiempo de floración de los progenitores.
- 2.- Por falta de germinación del polen sobre el estigma.

3.- Por crecimiento lento de los tubos polínicos.

4.- Por reventamiento o destrucción de los tubos polínicos en el estilo.

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

a).- Anormalidades florales, muy comunes en la obtención genética de líneas androesteriles.

b).- Caída de botones florales, por falta de agua, ataque de algún insecto, enfermedades de las plantas.

c).- Eliminación de los granos de polen debido a un resecamiento del estigma por efecto de altas temperaturas, acompañada de baja humedad relativa.

d).- Roptura 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 21-29° C; con alta humedad relativa y temperaturas más altas, los granos de polen se destruyen y el estigma se reseca perdiendo su receptividad.

En forma general los factores externos que intervienen en la polinización de las flores del Chile según (Villmorin 1977): el viento, los insectos, al agua y algunas especies de animales. Los diminutos granos de polen pueden ser transportados por el viento (plantas anemofilas) o por

insectos (plantas entomofilas). Puede considerarse a los insectos como los principales agentes polinizadores.

### **Polinización Natural**

La polinización natural es afectada por la posición relativa del estigma en relación a las anteras y puede depender de la variedad, produciéndose alternativas, como aquellas en que las flores tienen estilos mas cortos, iguales o mas largos que los filamentos (Quagliotti 1970).

Muñoz y Pinto (1966) mencionan que en *capsicum*, en las formas cultivadas, el estilo es generalmente de mayor longitud que los filamentos y el estigma sobresale a las anteras; esta situación tiende a favorecer la polinización cruzada.

Srivastava (1964) menciona que las flores con estilos largos son más fáciles de polinizar, en cambio las flores con estilo corto son más fértiles, debido a que no hay fallas en la caída del polen sobre el estigma; sin embargo, esto depende de la dirección erecta o colgante de las flores, así como la época de dehiscencia de las anteras.

Kiss (1971) también menciona que la frecuencia con la cual el estigma sobrepasa, es mayor en variedades de fruto pequeño y menos frecuente en variedades de frutos grandes.

Para Odland y Porter (1941), la planta de Chile es considerada autógena; sin embargo, trabajos sobre el porcentaje de cruzamiento natural ponen en duda esta aseveración e indican que el cruzamiento natural en Chile puede variar entre 7.6 y 38 %.

Quagliotti (1970) menciona que el viento y los insectos son los responsables de la polinización cruzada; sin embargo, considera que el factor mas importante parece ser la actividad polinizadora de los insectos.

Pozo (1981) trabajó con Chile Sarrano y encontró que el cruzamiento natural podría variar entre 21 y 54.9 %, esto dependiendo de las condiciones ambientales de la localidad por su parte. Tanksley (1984) encontró, un promedio de 42 % de cruzamiento natural y rangos de hasta 91%.

### **Cruzamientos Intra específicos**

Pickersgill *et al.*, (1979) dicen que existe una gran relación entre las formas cultivadas y las silvestres de *C. annuum*; sin embargo, en las formas silvestres se han encontrado translocaciones heterocigótas que provocan un descenso en el porcentaje de polen viable (30-50%) y con base a ésto se considera que dentro de *C. annuum* hay barreras tan marcadas que en muchas ocasiones se dificultan los cruzamientos entre poblaciones de esta misma especie. Particularmente en Chile Jalapeño, las dificultades para obtener cruza probablemente estén relacionadas con su gran diversidad germoplasmica y su bajo nivel de mejoramiento (Pozo y Ramírez, comunicación personal, 2002).

### **Estructura Floral**

Popov (1940) mencionó que la autofecundación en las variedades Búlgaras oscila de 0 hasta 75% y que el mayor porcentaje de autofecundación se presento en las variedades de frutos pequeños y el menor en la de frutos grandes.

Las flores se forman en los lugares en donde se ramifica el tallo, y de acuerdo con las características de las variedades en una ramificación se

forman de 1 hasta 45 o más. En las variedades de frutos gruesos se forma solo una flor, en las variedades de romos se forman mas flores. Las flores son hermafroditas, frecuentemente se forman con 6 sépalos, 6 pétalos y 6 estambres. El número de los órganos florales oscila de 5 a 7. El ovario es supero, frecuentemente o trilocular y el estigma usualmente se encuentra a nivel de las anteras, lo cual facilita la auto polinización.

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

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

### **Cruzamiento**

Greenleaf (1986) reporto dice que el polen maduro con las anteras indehiscentes pueden ser almacenados a -5°C y 97% de H. R. por aproximadamente 10 días.

El estigma de la flor escogida para el cruzamiento se examina cuidadosamente, primero con la carátula, y si hay contaminación con polen se descarta pinchándola. Si la flor ya estuvo expuesta a la presencia de abejas donde el polen aparece solamente distribuido sobre el estigma y la flor debe ser desechada también. Las flores polinizadas deben ser protegidas contra las abejas con una doble capa de tela cuidando engraparla alrededor de la rama, encerrando las hojas y flores. Es conveniente hacer indicaciones en etiquetas de plástico, describiendo la cruce con los datos.

## **Fecundación.**

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. 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, generalmente, por el micrópilo (Ruiz *et al.*, 1949)

## **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 1942).

### III MATERIALES Y MÉTODOS.

#### Localización del Sitio Experimental

El presente trabajo se realizó bajo condiciones de invernadero en la Universidad Autónoma Agraria Antonia Narro, con sede en la ex-Hacienda de Buenavista, en Saltillo, Coahuila, México.

#### Material Germoplásmico Utilizado

El material vegetal utilizado fueron cinco genotipos, entre variedades y líneas experimentales de Chile Jalapeño (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1 Material de Chile Jalapeño utilizado y sus principales características varietales

Línea o Variedad	Sub-Tipo De Chile	Días a floración (DS)	Días a inicio de cosecha (DS)		Características del Fruto					
			Verde	Mad.	Color		Forma	No. Lóculos	Tamaño (cm)	
					Verde	Mad.			Long.	Diám.
1. Don Pancho	Tipico	65	110	125	VE	R	5	3	6-8	3-3.5
2. Chijal 10-19	Tipico	73	115	125	VE	R	4	3	8-11	3-3.5
3. Don Benito	Rallado y tipico	65	110	125	VE	R	4	3	6-8	3
4. Chiapas Largo	tipico	70	110	130	VE	R	4	3	6-10	3-3.5
5. Chijal Eb-13	Espinalteco	52	95	125	VEO	R	4	3	5-8	3

DS = Después de la siembra. VE = Verde esmeralda; R = Rojo VEO = Verde esmeralda oscuro;

## Tratamientos

Se realizaron tres repeticiones de 100 flores polinizadas cada una, de las cuales se polinizaron:

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 evaluados:

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 del 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.**

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

### **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.

$\rho_i$  = El efecto de la repetición i.

$\alpha_j$  = El efecto del tratamiento j.

$\beta_k$  = El efecto del tratamiento k.

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

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

**Cuadro 3.2.** Análisis de varianza indicativo para un diseño en bloques completos al azar.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>
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.

**Cuadro 4.1** Análisis de Varianza de dos técnicas de conservación de polen y dos técnicas de polinización para la variable Flores Caídas (FC), en Chile Jalapeño.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>SIGNIF</b>
Repetición	2	0.064	0.032	0.926	Ns
Conservación	1	6.450	6.450	0.007	**
Polinización	1	2.440	2.440	0.053	*
CON X POL	1	5.786	5.786	0.010	**
ERROR	6	2.532	0.422		
TOTAL	11	17.275			
<b>CV %</b>	8.395				

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

El análisis de Varianza para las técnicas de conservación de polen y las técnicas de polinización para la variable frutos caídos se muestra en el Cuadro 4.1; del cual se observó que hubo diferencias estadísticamente significativas entre las técnicas de conservación del polen, técnicas de polinización; así como los efectos de interacción entre ellas, lo que se interpreta en el sentido de que las técnicas de conservación y de polinización producen un efecto diferente sobre el número de flores polinizadas que no producen fruto.

**Cuadro 4.2** Comparación del efecto de las técnicas de conservación del polen sobre Flores Caídas (FC) en Chile Jalapeño.

<b>Conservación</b>	<b>media</b>	<b>Significancia</b>
<b>No Refrigerado</b>	18.000	B
<b>Refrigerado</b>	12.667	A

Las pruebas de medias de acuerdo con lo anteriormente expuesto, revelaron que la polinización con polen conservado a bajas temperaturas redujo significativamente el número de flores caídas (Cuadro 4.2)

**Cuadro 4.3.** Comparación del efecto de las técnicas de manejo del polen sobre la variable Flores Caídas (FC) en Chile Jalapeño.

<b>Polinización</b>	<b>Media</b>	<b>Significancia</b>
<b>Pincel</b>	16.833	B
<b>porta objeto</b>	13.833	A

En cambio, al polinizar con polen sostenido en porta objeto reduce el numero de flores caídas de manera significativa (Cuadro 4.3)

**Cuadro 4.4** Comparación de medias de flores caídas (FC) con efecto de las técnicas de conservación y manejo del polen en Chile Jalapeño.

<b>Conservación</b>	<b>POLINIZACIÓN</b>	
	<b>P. con pincel</b>	<b>P. con porta objeto</b>
	→ (a) <sup>1</sup>	(a) <sup>1</sup>
<b>Fresco</b>	17.000 (a) <sup>2</sup>	19.000 (a) <sup>2</sup>
	→ (a) <sup>1</sup>	(b) <sup>1</sup>
<b>Refrigerado</b>	16.666 (a) <sup>2</sup>	8.666 (b) <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Media con la misma letra en sentido horizontal son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

<sup>2</sup> Media con la misma letra en sentido vertical son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad

En el Cuadro 4.4 se muestran los efectos conjuntos entre las técnicas de conservación y polinización; en el cual se observa que el mayor numero de flores caídas ocurre cuando se poliniza con polen fresco independientemente de la técnica de polinización; sin embargo, cuando se usa polen conservado a bajas temperaturas el numero de flores se reduce drásticamente cuando la polinización se hace con porta objeto.

Lo anterior parece indicar que la conservación de polen a bajas temperaturas, usada al siguiente día en la polinización mejora la eficiencia, probablemente, es debido a que las bajas temperaturas evitan que el polen se deteriore en sus funciones gaméticas por efecto de resecamiento y calentamiento ambiental al momento de su utilización. Es decir, el alto numero de flores caídas que se produce utilizando polen fresco probablemente se debe a que mucho del polen

colectado momentos antes de la polinización, a perdido su función gametica por efecto de las variables ambientales de humedad relativa y temperatura.

**Cuadro 4.5** Análisis de varianza de dos técnicas de conservación de polen y dos técnicas de polinización los Frutos Cosechados (FRA), en Chile Jalapeño.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>SIGNIF</b>
Repetición	2	0.352	0.176	0.743	Ns
Conservación	1	8.241	8.241	0.008	**
Polinización	1	1.950	1.950	0.112	Ns
CON X POL	1	6.991	6.991	0.012	*
ERROR	6	3.385	0.564		
TOTAL	11	20.920			
<b>CV %</b>	12.362				

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

En el Cuadro 4.5 se muestra el análisis de Varianza de la variable frutos cosechados, en el que se muestra que la conservación de polen a bajas temperaturas tubo un efecto altamente significativo sobre esta variable. En cambio las técnicas de polinización no produjeron efectos diferenciales sobre el numero de frutos cosechados pero los efectos de interacción entre las técnicas de conservación y polinización si indujeron efectos diferentes.

**Cuadro 4.6** Comparación del efecto de las técnicas de conservación del polen sobre la variable Frutos Cosechados (FRA) en Chile Jalapeño.

<b>Conservación</b>	<b>Media</b>	<b>Significancia</b>
<b>No Refrigerado</b>	7.000	B
<b>Refrigerado</b>	12.333	A

La comparación de medias de frutos cosechados, como efecto de las técnicas de conservación de polen mostraron que a bajas temperaturas mejoro sustancialmente el número de frutos cosechados (Cuadro 4.6)

**CUADRO 4.7** Comparación de medias de Frutos Cosechados (FRA) con efecto de las técnicas de conservación y manejo del polen en Chile Jalapeño.

Conservación	POLINIZACIÓN	
	P. con pincel	P. con porta objeto
	→ (a) <sup>1</sup>	(a) <sup>1</sup>
Fresco	8.000 (a) <sup>2</sup>	6.000 (a) <sup>2</sup>
	→ (a) <sup>1</sup>	(b) <sup>1</sup>
Refrigerado	8.333 (a) <sup>2</sup>	16.333 (b) <sup>2</sup>

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

\* Medias con la misma letra en sentido vertical son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad

los efectos de interacción entre las técnicas de conservación de polen y polinización mostraron que la conservación del polen a bajas temperaturas incrementa el número de frutos cosechados, independientemente de la técnica de polinización, pero cuando el tipo de polen se aplica con porta objetos el número de frutos cosechados se incrementa notablemente (cuadro 4.8)

**Cuadro 4.8** de dos técnicas de conservación de polen y dos técnicas de polinización para la Semillas por Fruto (SPF), en Chile Jalapeño. Análisis de Varianza

FV	GL	SC	CM	F	SIGNIF
Repetición.	2	5.817	2.908	0.022	*
Conservación	1	0.000	0.000	0.985	Ns
Polinización	1	1.473	1.473	0.096	Ns
CON X POL	1	2.648	2.648	0.038	*
ERROR	6	2.285	0.380		
TOTAL	11	12.225			
CV %	7.418				

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

**Cuadro 4.9** Comparación de medias de Semillas por Fruto (SPF) con efecto de interacción de las técnicas de conservación y manejo del polen en Chile Jalapeño.

Conservación	POLINIZACIÓN	
	P. con pincel	P. con porta objeto
	→ (b) <sup>1</sup>	(a) <sup>1</sup>
<b>Fresco</b>	56.588 (b) <sup>2</sup>	83.966 (a) <sup>2</sup>
	→ (a) <sup>1</sup>	(b) <sup>1</sup>
<b>Refrigerado</b>	72.164 (a) <sup>2</sup>	68.250 (b) <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Medias con la misma letra en sentido horizontal son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

<sup>2</sup> Medias con la misma letra en sentido vertical son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

El análisis de los efectos de interacción de las técnicas de conservación y polinización, sobre el número de semillas por fruto mostró efectos diferenciales totalmente cruzados; es decir, cuando se usa polen conservado a bajas temperaturas se obtuvo mayor número de semillas por fruto polinizando con pincel, en cambio si se usa polen fresco el número de semillas por fruto es todavía mayor si se poliniza con porta objeto (Cuadro 4.12)

**Cuadro 4.10** Análisis de Varianza de dos técnicas de conservación de polen y dos técnicas de polinización para la variable Semillas Totales (ST), en Chile Jalapeño.

FV	GL	SC	CM	F	SIGNIF
Repetición	2	54.420	27.210	0.256	ns
Conservación	1	147.052	147.052	0.022	*
Polinización	1	82.452	82.452	0.062	ns
CON X POL	1	46.277	46.277	0.037	*
ERROR	6	94.712	15.785		
TOTAL	11	424.916			
<b>CV %</b>	15.780				

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

Para la variable semillas totales, el análisis de varianza mostró que solamente las técnicas de conservación del polen produjeron un efecto significativamente diferente sobre esta variable (cuadro 4.13) lo cual produjo un efecto de interacción con las técnicas de polinización.

**Cuadro 4.11** Comparación del efecto de las técnicas de conservación del polen sobre la variable Semillas Totales en Chile Jalapeño.

Conservación	Media	Significancia
Refrigerado	860.5	A
Fresco	478.2	B

La comparación de medias mostró que el uso de polen conservado a bajas temperaturas mejora sustancialmente el número de semillas (Cuadro 4.14) y de manera muy significativa si es aplicado con porta objetos (Cuadro 4.16)

**cuadro 4.12** Comparación de medias de semillas totales por Fruto caídos (ST) con efecto de interacción de las técnicas de conservación y manejo del polen en Chile Jalapeño.

Conservación	POLINIZACIÓN	
	P. con brocha	P. con porta objeto
	→ (a) <sup>1</sup>	(a) <sup>1</sup>
Fresco	451.666 (a) <sup>2</sup>	504.666 (a) <sup>2</sup>
	→ (a) <sup>1</sup>	(b) <sup>1</sup>
Refrigerado	587.333 (a) <sup>2</sup>	1133.666 (b) <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Medias con la misma letra en sentido horizontal son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

<sup>2</sup> Medias con la misma letra en sentido vertical son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

## V. CONCLUSIONES

De los resultados de este trabajo y discusión se obtuvieron las siguientes conclusiones.

1. El uso de polen conservado a bajas temperaturas mejoró significativamente el número de flores caídas, frutos cosechados y número total de semillas, no así el número de semillas por fruto, el cual fue similar con el uso de polen fresco.
2. La polinización con pincel o sosteniendo el polen con porta objetos no tuvieron efectos significativamente diferentes para frutos cosechados, semillas por fruto, y número total de semillas. Pero la polinización con porta objetos redujo significativamente el número de flores caídas.
3. La mejor integración de estas técnicas resultó ser la polinización con polen conservado a bajas temperaturas aplicado con porta objetos

## LITERATURA CITADA

- Acosta R., G. F. 1992. Madurez del fruto a cosecha y tiempo de extracción en calidad de semillas de chile jalapeño. Tesis UAAAN Buenavista, Saltillo, Coah.
- Alvarez J., V. M. 1995. El cultivo de chile en Aguas calientes, Monografía UAAAN. Buenavista Saltillo, coah.
- Cárdenas Ch, I. E. y Chan C., J. L. 1987. Fecha y método de siembra y protección contra el frío en almácigos de chile jalapeño. Campo Agrícola Experimental. SLP: CIANOC-INIA-SARH, San Luis Potosí.
- Castaños C., M. 1993 Horticultura: manejo simplificado. Colección Fénix Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Casseres, E. 1984. Producción de hortalizas. Tercera edición, primera reimpresión. Editorial Ilica. San José costa rica.
- Del Angel S., R. 1997 Comportamiento fenológico del cultivo de chile serrano (*capsicum annuum* L) y su relación con las unidades de calor. Tesis de M.C., UAAAN Buenavista Saltillo, coah.
- De Santiago, J. 1996. Programa de siembra de chile. Revista productores de hortalizas. Publicaciones periódicas.
- Edmón, D. J. 1976. Principios de horticultura. Tercera edición. Editorial SECSA, México. 492. P.
- García C., R. 1983. Tipos y variedades de chile en Aguascalientes. SARH-INIA-CIANOC. Campo Agrícola Experimental Pabellón. Folleto técnico No 5, pabellón Aguas Calientes.

- Guenkov G. 1974. Fundamentos de horticultura Cubana. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba, pp. 144-146.
- Guenkov, G. 1983. Fundamentos de la horticultura cubana. Editorial Pueblo y educación. La Habana Cuba.
- Heiser, C. B. y Smith, P. G. 1958. New Species of Capsicum from South America. BRITTANIA 10.1924-1931.
- Janick, J. 1965. Horticultura científica e industrial. Editorial Acriba. Zaragoza, España.
- Kiss, A. 1971. Studies on floral structure in the tapioszele international collection of pepper varieties. Agrobotanica, 11:97-104.
- Morales, M. R. 1999. Productividad del chile jalapeño (*Capsicum annum* L.) bajo sistema de acolchado de suelos y riego por goteo . Tesis Licenciatura U.A.A.AN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Morato, B. J. V. 1983. Horticultura herbácea especial. Ediciones mundiprensa. Madrid, España.
- Muñoz F. I.; y B. Pinto C. 1966. Taxonomía y distribución geográfica de los chiles cultivados en México. Folleto miscelaneo No.15. INIA-SAG.
- Odland, M. L. Y A .M. Porter. 1941. A study of natural crossing in pepper (*Capsicum frutescens*) Am. Soc. of hort. Sci. 38:585-588.
- Pickergill, B., C. B. Heiser y J. McNEILL, 1979. Numerical taxonomic studies on variation and domestication in some especies of *Capsicum*. 679-700. In. Hawkes J. G, R. N. Lester and A. D. Selding (ed). The biology and taxonomy of the solanaceae. Academic pres. N. Y.
- Pozo, C. O. 1981. Determinación del porcentaje de polinización cruzada en chile serrano (*C. Annum* L.). Resúmenes del Congreso de Sociedad hortícola. Mazatlán, Sinaloa, México.

----- . 1981. Descripción y tipos de cultivares de chiles (*Capsicum* spp) en México. Folleto técnico No. 77 INIA. SARH. México.

----- . 1983. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo de chile. SARH. INIA. México. 5-18.

Productores de hortalizas, 2003. Revista del mes de agosto. Art. Importancia del chile en México.

Quagliotti, L. 1970. Obceazioni biometriche Sul fiore –dipeperone (*Capsicum annuum*). II coltivatore e giornale vinicolo italiano 1:7-15.

Ruiz O.M., Nieto R. y I. Larios R. 1949 Tratado elemental de botánica. Ed. Porrúa, México, D.F., 726 P.

Salgado, V. J. 1986. Evaluación de cinco cultivares de chile pimiento morron bajo sistema de acolchado plástico. Tesis licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Serrano, C. Z. 1978. Tomate, pimiento y berenjena en invernadero. Colección agrícola practica No. 27. Publicaciones de extensión agrícola, Madrid España.

Srivastava, V., 1964. Estudios on fruit set in chillies ( *Capsicum frutescen* L.) I. As influenced by application of plant regulators. Science and culture, 30(4): 210.

SARH-INIA. 1982. Ciclos de cultivo. Diagrama de las principales especies vegetales con las cuales se efectuan investigaciones agrícolas en México

Tanksley S. D. 1984. High rate of cross-pollination in chille papper. Hort science 19(4): 580-582

Valadez, L. A. 1989. Producción de hortalizas. Primera edición. Editorial limusa, México.

Villmorin, P. F. 1977. El cultivo del pimiento dulce tipo bell. Editorial Diana, México.