

CALIDAD DE SEMILLA DE CHILE (*Copiscum annuum* L.)

BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE

ALMACENAMIENTO

CARLOS PUENTE PEREZ

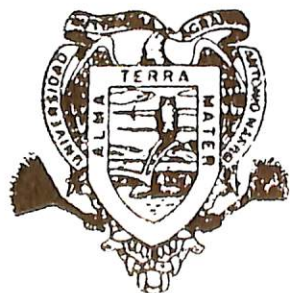
T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS



Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

JUNIO DE 1991

00183

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular  
de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar  
al grado de

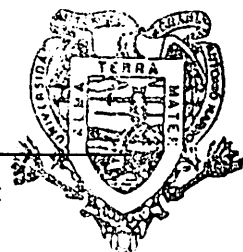
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS

COMITE PARTICULAR

Asesor principal: *Leticia A. Bustamante*  
M.S. Leticia A. Bustamante García

Asesor: *Alejandro Moreno Nuñez*  
M.C. Alejandro Moreno Nuñez

Asesor: *Alfredo Sánchez López*  
M.C. Alfredo Sánchez López



BIBLIOTECA  
ECIDIO G. REBONATO  
BANCO DE TESIS  
U.A.A.A.N.

*José Manuel Fernández Brondo*  
Dr. José Manuel Fernández Brondo  
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Junio de 1991

## AGRADECIMIENTOS

### A NUESTRO PADRE CELESTIAL

Por su amor y su confianza en mí

Agradezco la oportunidad y expreso mi reconocimiento a las Instituciones que hicieron posible la realización de mis estudios de Maestría.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES  
Y AGROPECUARIAS

A la M.S. Leticia A. Bustamante García, por su ayuda tan valiosa en mi desarrollo profesional.

A los M.C. Alejandro Moreno N., Octavio Pozo C. y Alfredo Sánchez L., por su asesoría y facilidades brindadas en mi capacitación y elaboración de la tesis.

A la Empresa "Tierra Fértil de las Huastecas", por el apoyo recibido en la elaboración de este trabajo.

Además, doy gracias a mis compañeros y a todas aquellas personas que me brindaron su apoyo incondicional durante mis estudios.

DEDICATORIA

A MI QUIERIDA ESPOSA, ELSA

Por su amor

A MI HIJA, DIANA EDITH

Por la felicidad que da a mi vida

A MIS PADRES:

Sr. Agustín Puente Rangel

Sra. Juventina Pérez de Puente

Con respeto y agradecimiento

A MIS HERMANOS

Con cariño y amor

A MIS AMIGOS

Con cariño

.

## COMPENDIO

Calidad de Semilla de Chile (*Capsicum annuum* L.) Bajo  
Diferentes Condiciones de Almacenamiento.

POR

CARLOS PUENTE PEREZ

MAESTRIA

TECNOLOGIA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNIO 1991

M.S. Leticia A. Bustamante García - Asesor -

Palabras claves: Calidad, semilla, chile, almacenamiento.

El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar la calidad de la semilla de los tipos de chile jalapeño y serrano, bajo diferentes condiciones ambientales y tipos de envase durante 10 y ocho meses de almacenamiento respectivamente.

Los resultados demostraron que la germinación y el vigor de los dos tipos de semilla, disminuyó gradualmente, aunque no con la misma intensidad en los tres ambientes y cuatro envases.

La suma de la humedad relativa y la temperatura, en grados Fahrenheit, igual a 135 del ambiente controlado (Cuarto frío) fue propicia para conservar la germinación de la semilla de chile jalapeño y serrano, hasta los 10 y ocho meses de almacenamiento respectivamente.

Aún en ambientes adversos, la semilla de los dos tipos de chile en envases de vidrio, se conservó satisfactoriamente hasta finalizar el tiempo de almacenamiento en cada caso.

Finalmente, los hongos de almacén no fueron determinantes en la disminución de la germinación de la semilla de chile jalapeño y serrano.

ABSTRACT

Seed Quality of Jalapeño and Serrano Hot Pepper (*Capsicum annuum* L.) as Affected by Different Storage Conditions.

BY

CARLOS PUENTE PEREZ

MASTER OF SCIENCE

SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNE 1991.

M.S. Leticia A. Bustamante García - Advisor -

Key words: Quality, seed, pepper, storage.

A study was carried out in order to determine the effect of three storage conditions and four types of containers upon the seed quality of "Jalapeño" and "Serrano" pepper.

Seed vigour and germination capacity decreased steadily in both kinds of pepper under all the conditions but at a different rate.

Seed germination was maintained up to 10 months for "Jalapeño" and eight months for "Serrano" under the good conditions whose sum of relative humidity and temperature was 135.

The glass containers maintained well the seed quality for both kinds of pepper, even in the adverse conditions.

Finally the microorganisms in storage were not determinant upon seed germination.



## INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS. . . . .	ix
INDICE DE FIGURAS. . . . .	xii
1. INTRODUCCION. . . . .	1
2. REVISION DE LITERATURA. . . . .	5
- Importancia de la Humedad Relativa y la Temperatura en el Almacena- miento de semillas. . . . .	5
- Tipos de Envase para la Conserva- cion de semillas. . . . .	9
- Pérdida de Calidad Fisiológica de la Semilla por Hongos de Almacen. . . . .	12
3. MATERIALES Y METODOS. . . . .	15
- Localización del Sitio Experimental . . . . .	15
- Material Experimental. . . . .	15
- Preparación del Material Experimental . . . . .	16
- Tratamientos. . . . .	17
- Evaluación de Variables de Calidad. . . . .	19
- Análisis Estadístico. . . . .	22
4. RESULTADOS. . . . .	24
5. DISCUSION. . . . .	73
6. CONCLUSIONES. . . . .	84
7. RESUMEN. . . . .	87
8. LITERATURA CITADA. . . . .	89
APENDICE A. . . . .	92
APENDICE B. . . . .	96

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
2.1	Contenido de humedad en equilibrio de la semilla de chile a diferente humedad relativa a 25°C (Tomado de Agrawal, 1987). . . . .	6
2.2	Humedad relativa mínima requerida para para el crecimiento de varios hongos de almacén (Tomado de Christensen, 1972; 1973). . . . .	12
2.3	Diferentes temperaturas requeridas para el crecimiento de hongos de almacén en granos (Tomado de Christensen, 1972). . . . .	13
3.1	Composición química de los dos tipos de semilla de chile. . . . .	16
3.2	Evaluación del porcentaje de emergencia de semilla de chile jalapeño y serrano, bajo invernadero y campo. . . . .	21
4.1	Cuadrados medios de la germinación de semilla de chile jalapeño, durante 10 meses de almacenamiento en 3 ambientes y 4 tipos de envase. . . . .	34
4.2	Comparación de medias de germinación (%) de semilla de chile jalapeño, almacenada durante 10 meses en 3 ambientes y 4 tipos de envase. . . . .	34
4.3	Comparación de medias de germinación (%) de la semilla de chile jalapeño, almacenada durante 10 meses en 3 ambientes y 4 tipos de envase. . . . .	35
4.4	Comparación de medias de germinación (%) de la semilla de chile jalapeño, almacenada durante 10 meses en 3 ambientes y 4 tipos de envase. . . . .	36
4.5	Cuadrados medios de la germinación de la semilla de chile serrano, durante 8 meses de almacenamiento en 3 ambientes y 4 tipos de envase. . . . .	42
4.6	Comparación de medias de germinación (%) de semilla de chile serrano, almacenada	

Cuadro	Página
durante 8 meses en 3 ambientes y 4 tipos de envase. . . . .	42
4.7 Comparación de medias de germinación (%) de la semilla de chile serrano, almacenada durante 8 meses en 3 ambientes y 4 tipos de envase. . . . .	43
4.8 Comparación de medias de germinación (%) de la semilla de chile serrano, almacenada durante 8 meses en 3 ambientes y 4 tipos de envase. . . . .	45
4.9 Cuadrados medios del peso seco de plántulas de chile jalapeño, durante 10 meses de almacenamiento de la semilla en 3 ambientes y 4 tipos de envase. . . . .	50
4.10 Comparación de medias de peso seco de plántulas (mg/pl) de chile jalapeño, durante 10 meses de almacenamiento de la semilla en 3 ambientes y 4 tipos de envase. . . . .	50
4.11 Cuadrados medios del peso seco de plántulas de chile serrano, durante 8 meses de almacenamiento de la semilla en 3 ambientes y 4 tipos de envase. . . . .	54
4.12 Comparación de medias de peso seco de plántulas (mg/pl) de chile serrano, durante 8 meses de almacenamiento de la semilla en 3 ambientes y 4 tipos de envase. . . . .	54
4.13 Cuadrados medios de emergencia de semilla de chile jalapeño, durante 10 meses de almacenamiento en 3 ambientes y 4 tipos de envase. . . . .	57
4.14 Comparación de medias de emergencia (%) de la semilla de chile jalapeño, almacenada durante 10 meses en 3 ambientes y 4 tipos de envase. . . . .	58
4.15 Cuadrados medios de emergencia de semilla de chile serrano, almacenada durante 8 meses en 3 ambientes y 4 tipos de envase. . . . .	63

Cuadro		Página
4.16	Comparación de medias de emergencia (%) de la semilla de chile serrano, almacenada durante 8 meses en 3 ambientes y 4 tipos de envase. . . . .	64
4.17	Contenido de humedad, germinación y micoflora de semilla de chile jalapeño, almacenada por 10 meses en 3 ambientes y 4 tipos de envase. . . . .	70
4.18	Contenido de humedad, germinación y micoflora de semilla de chile serrano, almacenada por 8 meses en 3 ambientes y 4 tipos de envase. . . . .	70
4.19	Coefficientes de correlación para germinación respecto a peso seco de plantulas y emergencia de semilla de chile jalapeño, durante 10 meses de almacenamiento. . . . .	71
4.20	Coefficientes de correlación para germinación respecto a peso seco de plantulas y emergencia de semilla de chile serrano, durante 8 meses de almacenamiento. . . . .	72
A.1	Cuadrados medios del contenido de humedad de semilla de chile jalapeño, durante 10 meses de almacenamiento en 3 ambientes y 4 tipos de envase. . . . .	93
A.2	Cuadrados medios del contenido de humedad de la semilla de chile serrano, durante 8 meses de almacenamiento en 3 ambientes y 4 tipos de envase. . . . .	94
A.3	Calidad de semilla de chile serrano, despues de 8 meses de almacenamiento en 3 ambientes y 3 tipos de envase. . . . .	95

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
4.1	Distribución de las medias de humedad relativa y la temperatura en el ambiente natural (bodega) de Altamira, Tamps. 1990. . . . .	26
4.2	Distribución de las medias de humedad relativa y la temperatura en la cámara de almacenamiento (Laboratorio del CCDTS) 1989/1990. . . . .	26
4.3	Comportamiento del contenido de humedad de semilla de chile jalapeño en ambiente natural, durante 10 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase. . . . .	28
4.4	Comportamiento del contenido de humedad de semilla de chile jalapeño en ambiente de cuarto frío, durante 10 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase. . . . .	28
4.5	Comportamiento del contenido de humedad de semilla de chile jalapeño en ambiente de cámara, durante 10 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase. . . . .	29
4.6	Comportamiento del contenido de humedad de semilla de chile serrano en ambiente natural, durante 8 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase. . . . .	31
4.7	Comportamiento del contenido de humedad de semilla de chile serrano en ambiente del cuarto frío, durante 8 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase. . . . .	31
4.8	Comportamiento del contenido de humedad de semilla de chile serrano en ambiente de cámara, durante 8 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase. . . . .	32
4.9	Comportamiento de la germinación (%) de semilla de chile jalapeño en ambiente natural, durante 10 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase. . . . .	39
4.10	Comportamiento de la germinación (%) de semilla de chile jalapeño en ambiente	

Figura		Página
	del cuarto frío, durante 10 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase. . .	39
4.11	Comportamiento de la germinación (%) de semilla de chile jalapeño en ambiente de cámara, durante 10 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase. . . . .	41
4.12	Comportamiento de la germinación (%) de semilla de chile serrano en ambiente natural, durante 8 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase. . . . .	47
4.13	Comportamiento de la germinación (%) de semilla de chile serrano en ambiente del cuarto frío, durante 8 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase. . .	47
4.14	Comportamiento de la germinación (%) de semilla de chile serrano en ambiente de cámara, durante 8 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase. . . . .	48
4.15	Respuesta del peso seco de plántulas (mg/pl) de semilla de chile jalapeño almacenada en 4 tipos de envase bajo 3 ambientes, durante 4 meses. . . . .	52
4.16	Respuesta del peso seco de plántulas (mg/pl) de semilla de chile jalapeño almacenada en 4 tipos de envase bajo 3 ambientes, durante 10 meses. . . . .	52
4.17	Respuesta del peso seco de plántulas (mg/pl) de semilla de chile serrano almacenada en 4 tipos de envase bajo 3 ambientes, durante 4 meses. . . . .	56
4.18	Respuesta del peso seco de plántulas (mg/pl) de semilla de chile serrano almacenada en 4 tipos de envase bajo 3 ambientes, durante 8 meses. . . . .	56
4.19	Comportamiento de emergencia (%) de semilla de chile jalapeño en ambiente natural, durante 10 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase. . . . .	61
4.20	Comportamiento de emergencia (%) de semilla de chile jalapeño en ambiente del cuarto frío, durante 10 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase. . . . .	61

Figura		Página
4.21	Comportamiento de emergencia (%) de semilla de chile jalapeño en ambiente de cámara, durante 10 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase. . . . .	63
4.22	Comportamiento de emergencia (%) de semilla de chile serrano en ambiente natural, durante 8 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase. . . . .	66
4.23	Comportamiento de emergencia (%) de semilla de chile serrano en ambiente del cuarto frío, durante 8 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase. . . . .	66
4.24	Comportamiento de emergencia (%) de semilla de chile serrano en ambiente de cámara, durante 8 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase. . . . .	68

## 1. INTRODUCCION

En México, los principales tipos de chile que se cultivan son el serrano y el jalapeño, con una superficie anual de 12,000 y 20,000 hectáreas respectivamente.

Para su producción comercial, los diversos tipos de chile se cultivan en México por regiones especializadas, siendo una de las principales zonas productoras de chile serrano la del Sur de Tamaulipas, con un clima cálido subhúmedo. Así mismo, destaca la zona del trópico húmedo en la producción de chile jalapeño, que comprende una buena parte del Estado de Veracruz y porciones territoriales de Campeche, Oaxaca y Quintana Roo con alrededor de 12,000 ha.

Dada la importancia de estos tipos de chile en nuestro país, se han dedicado esfuerzos en investigación, tanto para la obtención de variedades mejoradas como en la generación del paquete tecnológico en cada una de las zonas productoras. Sin embargo, puede decirse que en aspectos de tecnología de semillas la investigación es muy incipiente.

En el trópico húmedo y subhúmedo, uno de los problemas que afectan la calidad fisiológica de la semilla de chile serrano y jalapeño es la mala conservación de ésta



2

en almacenamiento natural en las zonas productoras y en sus diferentes niveles de producción como son los pequeños productores, investigadores y productores de semilla certificada, quienes almacenan su semilla en envases de bolsa de papel, sacos de polipropileno, bolsas de polietileno y frascos de vidrio, y únicamente la semilla certificada de serrano es envasada en latas selladas.

Dadas las condiciones de esta región en humedad relativa y temperaturas altas, los tipos de envase utilizados, y el desconocimiento exacto tanto de los contenidos de humedad al inicio de su almacenamiento como de la influencia de los hongos de almacén, la germinación y vigor pueden verse afectados.

Por otro lado, el agricultor que usa semilla certificada, con frecuencia tiene remanentes que deja en latas abiertas, lo que ocasiona la pérdida de calidad de la semilla.

Así mismo, la mala conservación obliga a los pequeños productores de semilla a realizar mezclas de lotes de diferente calidad para proveer los volúmenes necesarios.

De acuerdo a lo anterior, se hace necesario un estudio para estas regiones, que permita tener información respecto a la calidad de la semilla que se maneja, en relación a sus condiciones de almacenamiento, esto permitirá

3

dar recomendaciones para mantener recursos genéticos y semilla comercial de buena calidad de estos tipos de chile.

Planteándose los siguientes objetivos para el presente trabajo.

1. Determinar la calidad de la semilla de chile jalapeño y serrano, bajo diferentes condiciones ambientales de almacenamiento.
2. Determinar el tipo de envase adecuado para la conservación de semilla de chile serrano y jalapeño en tres ambientes de almacenamiento.
3. Conocer el efecto de los hongos de almacén sobre la calidad de la semilla de los dos tipos de chile, bajo las condiciones de almacenamiento evaluadas.

Planteándose las siguientes hipótesis:

- a. La calidad de los dos tipos de semilla presenta un comportamiento diferente bajo distintos ambientes de almacenamiento.
- b. El tipo de envase influye en la conservación de la calidad de la semilla de los dos tipos de chile, bajo diferentes ambientes.

c. La calidad fisiológica de la semilla de los <sup>4</sup>  
dos tipos de chile en almacenamiento es  
afectada por los hongos de almacén.

## 2. REVISION DE LITERATURA

El almacenamiento y conservación de las semillas es una etapa en el proceso de producción de éstas, que requiere atención y técnicas especializadas para conservar la calidad de la semilla desde la cosecha hasta la siembra y evitar que el proceso de deterioro sea demasiado rápido, ya que éste es irreversible e inexorable. Siendo las condiciones adversas, principalmente de humedad relativa y temperatura las que inciden en la velocidad de dicho proceso. Por consiguiente, para poder almacenar y conservar adecuadamente la semilla es necesario conocer su calidad inicial y la importancia de los factores físicos y el tipo de envase más adecuado, así como entre otros la influencia de los hongos de almacén en el deterioro de la semilla (Carvalho e Nakagawa, 1983).

### Importancia de la Humedad Relativa y la Temperatura en el Almacenamiento de Semillas.

Una vez que la semilla es almacenada, los principales factores que inciden en la pérdida de su calidad son en orden de prioridad la humedad relativa, de la cual depende el contenido de humedad de la semilla, y la temperatura ambiental (Delouche et. al., 1973).

Según Delouche (1978) el deterioro de la semilla aumenta en proporción al contenido de humedad de la misma, de tal manera que establece el precepto de que con una disminución del uno por ciento en el contenido de humedad, casi se duplica el potencial de almacenamiento de la semilla.

Así mismo, Harrington (1973) señala que las semillas ganan o pierden humedad rápidamente dependiendo del medio ambiente alrededor de ellas, y alcanzan un contenido de humedad en equilibrio con la humedad relativa del aire. Por lo que, en semilla de chile (Capsicum sp.) se muestra en el Cuadro 2.1 lo siguiente:

Cuadro 2.1 Contenido de humedad en equilibrio de la semilla de chile a diferente humedad relativa a 25°C.  
(Tomado de Agrawal, 1987).

Humedad Relativa (%)	Contenido de Humedad en Equilibrio (Base Humeda %)
10	2.8
20	4.5
30	6.0
45	7.8
60	9.2
75	11.0
80	12.0

Respecto a la importancia de la temperatura, según Delouche (1978) al incrementarse la temperatura dentro de límites normales, aumenta la actividad metabólica de las semillas, los insectos y los hongos; aunque se agravan más en contenidos de humedad altos.

Por otro lado, al estudiar el efecto de la temperatura en la calidad fisiológica de la semilla, Doijode (1988) almacenó semilla de chile bell "Arka Mohini" en sobres laminados con un contenido de humedad de 6.5 por ciento, bajo temperaturas de  $-18^{\circ}\text{C}$ ,  $5^{\circ}\text{C}$  y temperatura ambiente. Después de cinco años de almacenamiento, encontró más del 96 por ciento de germinación en semillas almacenadas a temperaturas bajas y en cambio las semillas bajo temperatura ambiente la germinación disminuyó hasta cero por ciento. En relación al parámetro peso seco, reporta el valor más alto de 2.4 mg. por plántula del tratamiento de más baja temperatura, seguido por un valor de 2.03 mg por plántula a  $5^{\circ}\text{C}$  y 0.1 mg por plántula a temperatura ambiente.

Los efectos combinados de la humedad relativa y la temperatura de acuerdo con Harrington (1973) en muchas áreas del mundo se tienen períodos de fluctuaciones de temperatura que coinciden con temporadas de alta humedad relativa, los cuales ocasionan un rápido deterioro de la semilla en un tiempo relativamente corto de almacenamiento natural. Al respecto Delouche (1978) indica que ambos factores se refuerzan uno al otro en varias formas, de tal manera que en semillas a contenidos de humedad altos, se produce calor ocasionado por la actividad metabólica de las semillas y de microorganismos asociados que aumenta la temperatura de la masa de semillas; este incremento de temperatura acelera la actividad metabólica y esta aumenta la temperatura, continuando así hasta dañar las semillas completamente .

Expresandose el daño en las semillas de acuerdo con Harman y Stasz (1986) en áreas muertas en la superficie de la semilla, daño al sistema de membranas en mitocondria y plasmalema, reducción de la actividad de algunas enzimas y daño a los ácidos nucleicos.

En relación al almacenamiento de la semilla de chile en climas tropicales o subtropicales, es casi nula la información que se tiene de investigaciones; sin embargo bajo condiciones climáticas generalmente frescas y secas, se conoce alguna información, al respecto James et al. (1961) almacenaron 18 lotes de semilla de chile durante 17 años bajo condiciones ambientales secas y frías y encontrando un promedio de germinación de 55 por ciento, con un rango de 23 a 82 por ciento.

Por otro lado, Thakur et al. (1988) al evaluar la respuesta de tres variedades de chile dulce respecto a su capacidad de almacenamiento, envasaron la semilla en bolsas de papel encerado con un contenido de humedad entre seis y siete por ciento y las sometieron bajo una humedad relativa que varió entre 45 y 76 por ciento y una temperatura que fluctuó de 2 a 26°C. Estos autores señalan que el porcentaje de germinación disminuyó a los tres primeros años de 92 a 80.5, de 88.5 a 70.5 y de 90.5 a 74.5 por ciento para California Wonder, Russian Yellow y Vinedale respectivamente; así mismo, indican una disminución de la germinación al quinto año, hasta 29, 42.5 y 35 por ciento en

el mismo orden.

Como una recomendación general para almacenar semillas de hortalizas, la FAO (1983) considera para un almacenamiento prolongado y satisfactorio, el almacenar la semilla en una cámara con temperatura y humedad relativa que no superen los 10°C y 50 por ciento respectivamente, no debiendo exceder para un año de almacenamiento de 25°C y 50 por ciento, en términos muy generales. Así mismo Bass (1967) señala que para un almacenamiento seguro de las semillas de uno a tres años, la sumatoria de la humedad relativa y la temperatura, en grados Fahrenheit debe ser igual a 120, siempre y cuando la temperatura contribuya con no más de la mitad del total.

#### Tipos de Envase para la Conservación de Semillas

Debido a que las semillas son susceptibles al deterioro a través del almacenamiento, la función más importante de un envase es proteger a la semilla contra los riesgos o daños mecánicos y físicos durante el almacenamiento, transporte y distribución; así mismo, de los factores climáticos (Harrington, 1973).

En el manejo de semilla procesada, los envases pueden ser de yute, algodón, papel, plástico, metal y varias combinaciones de esos materiales; cada material tiene sus características para un tipo particular de envase o uso



(Justice y Bass, 1978).

Según Harrington (1963) señala que los envases para almacenamiento de semillas hortícolas se clasifican de más resistentes a menos resistentes, considerando los mejores las latas selladas, frascos de vidrio y bolsas de aluminio, y en último lugar los sacos de tela, papel y polipropileno, que muestran no resistencia a la penetración de humedad y se consideran los envases más deficientes. De esta manera, Bass (1979) considera que la humedad relativa dentro de los envases impermeables es determinada principalmente por el contenido de humedad de la semilla y cualquier cambio es limitado por el poco efecto de la temperatura. Así mismo menciona que la semilla envasada en recipientes que no son completamente impermeables al vapor de humedad, ganan o pierden humedad con el tiempo; siendo la dirección, tasa y cantidad de humedad, controlada por la temperatura y la humedad relativa del almacén, tasa de transmisión de vapor de humedad del envase, contenido de humedad en equilibrio de la semilla y el volumen de aire libre dentro del envase. Finalmente, indica que por contener menos semillas por unidad de área, las semillas en recipientes pequeños ganan o pierden humedad más rápido que estando en envases grandes del mismo material y bajo la misma humedad relativa y temperatura, de esta manera, concluye que es esencial el uso de material impermeable para envases pequeños.

Por otro lado, Justice y Bass (1978) citan un contenido de humedad de cinco por ciento para almacenar semilla de chile en envases sellados por tres años. Además Harrington (1973) considera muy crítico envasar semilla con altos contenidos de humedad en recipientes impermeables a la humedad, ya que ésta se incrementa por la respiración de la semilla y microorganismos hasta alcanzar un deterioro total.

Respecto al efecto del tipo de envases sobre la germinación de la semilla de chile, Popovska et al. (1981) almacenaron semilla de chile (Capsicum annuum L.) en envases de sacos de tela, frascos de vidrio, cajas de polietileno, bolsas de plástico y latas de lámina con un contenido de humedad inicial de 8.02 por ciento, bajo condiciones de un rango de humedad relativa entre 45.7 y 85.79 por ciento y temperaturas que fluctuaron de 10.7 a 23.8°C. Los resultados obtenidos muestran que a los tres años de almacenamiento la germinación disminuyó gradualmente y no con la misma intensidad en los diferentes envases, ya que en sacos de tela se obtuvo la más alta germinación total de 87.3 por ciento, seguida 84.5 en frascos de vidrio, y 78.3, 76 y 68.4 por ciento en los envases de nylon, polietileno y latas de lámina respectivamente.

Así mismo, Fischer (1982) al almacenar semilla de chile en cinco diferentes envases con tres contenidos de humedad bajo tres temperaturas: Ambiente, 5 a 10°C y 20°C, encontró a los siete años una germinación de 96

por ciento, cuando la semilla se envasó en frasco de vidrio o bolsa de plástico a una temperatura de 5 a 10°C y un contenido de humedad entre 8 y 10 por ciento.

Pérdida de la Calidad Fisiológica en la Semilla  
por Hongos de Almacén.

Los hongos de almacén son principalmente especies del género *Aspergillus* y algunos *Penicillium*, los cuales durante su desarrollo en semillas almacenadas causan diferentes tipos de daño, siendo el principal la pérdida de la calidad fisiológica de la semilla (Christensen, 1973; Moreno, 1988).

De acuerdo con Christensen (1972) el crecimiento de los hongos de almacén se ve favorecido por la humedad y la temperatura. Por lo tanto, se citan los niveles de esos factores en relación al crecimiento de algunos hongos (Cuadros 2.2 y 2.3).

Cuadro 2.2 Humedad relativa mínima requerida para el crecimiento de varios hongos de almacén (tomado de Christensen, 1972; 1973).

Especies de Hongos	Humedad Relativa Mínima %
<u><i>Aspergillus halophilicus</i></u>	65
<u><i>A. restrictus</i></u>	70
<u><i>A. repens</i>, <i>A. glaucus</i></u>	73
<u><i>A. candidus</i>, <i>A. ochraceus</i></u>	80
<u><i>A. flavus</i></u>	85
<u><i>Penicillium</i>, varias especies</u>	85 - 95

Cuadro 2.3 Diferentes temperaturas requeridas para el crecimiento de hongos de almacén en granos. (tomado de Christensen, 1972).

Hongos	Temperatura para el Crecimiento (°C)		
	Minima	Optima	Maxima
<u>Aspergillus restrictus</u>	5-10	30-35	40-45
<u>A. glaucus</u>	0- 5	30-35	40-45
<u>A. candidus</u>	10-15	45-50	50-55
<u>A. flavus</u>	10-15	40-45	45-50
<u>Penicillium</u>	-5- 0	20-25	35-40

En relación al efecto de los hongos de almacén sobre la semilla de chile, según Kulik (1973) almacenó la semilla de chile California Wonder en condiciones de humedad relativa de 85 por ciento y un rango de temperatura de 22 a 25°C. Después de 30 días de almacenamiento observó en semilla inoculada un porcentaje de invasión de Aspergillus amstelodami de 18 por ciento y de A. flavus de 24 por ciento. Concluyendo que la reducción de la germinación no fué significativamente influenciada por dichos patógenos.

De acuerdo a Moreno (1977) en semillas oleaginosas como girasol, soya y cebolla, los hongos de almacén no son determinantes en el decremento de la germinación, pues cuando los hongos se desarrollan en forma significativa, la viabilidad ya ha sido previamente perdida por la acción de los propios procesos metabólicos de estas semillas durante el tiempo de almacenamiento.

Por otro lado, se ha demostrado que algunos compuestos capsaicinoides, que dan la pungencia o picor

al fruto del chile, inhiben en cierto grado el crecimiento de algunos hongos de campo (Ward et. al., 1973). Sin embargo, no se reportan sus efectos en el control de hongos de almacén, siendo el grado de pungencia en los frutos de chile jalapeño y serrano de 2,500 a 5,000 y de 20,000 Unidades Scoville, respectivamente (Villalon, 1986).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### Localización del Sitio Experimental

El presente trabajo de investigación se realizó por un lado en las instalaciones de la Empresa de Semillas "Tierra Fértil de las Huastecas" que produce la semilla certificada, Las Lolas, situada en el sur del Estado de Tamaulipas, donde se ubicó el ambiente natural y un ambiente controlado. Así mismo, otro ambiente controlado se estableció en el Laboratorio de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN), ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, donde igualmente se realizaron los ensayos de calidad.

#### Material Experimental

Se evaluó semilla de dos tipos de chile: Serrano, variedad "Tampiqueño 74" y jalapeño, variedad criolla "Espinalteco". En chile serrano un lote de semilla de 1 kg., fué cosechado en septiembre de 1989 en la región sur de Tamaulipas. Mientras que la semilla de jalapeño se cosechó un lote de 2 kg. en julio del mismo año y la misma región.

## Preparación del Material Experimental

El lote de semillas de chile jalapeño recibió una limpieza a través de una máquina de aire-zarandas, el cual se redujo hasta 1.8 kg. Debido al alto contenido de humedad (8.5 por ciento) en ambos tipos de semilla, se procedió a realizar un secado en un silo de 16 cm de diámetro y 22 cm de altura, con aplicación de aire y calor por medio de una secadora de 1500 watts. Los contenidos de humedad hasta donde se bajó la semilla fueron: 6.1 y 4.9 por ciento para jalapeño y serrano respectivamente. Enseguida la semilla fue tratada químicamente con un fungicida. Posteriormente la semilla de cada tipo de chile fue envasada en los diferentes tipos de envase, para luego colocarlos en los ambientes: natural(colocados en caja abierta), cuarto frío y en cámara.

Por otro lado se realizaron análisis bromatológico y contenido de almidón en ambos tipos de semilla (Cuadro 3.1) al finalizar el experimento, haciendose en semilla del envase frasco de vidrio.

Cuadro 3.1 Composición química de los dos tipos de semilla de chile.

Componente	Tipo de Semilla	
	Jalapeño	Serrano
	(%)	
Grasas	17.34	19.92
Proteínas	19.43	18.88
Fibra cruda	28.19	29.06
Carbohidratos	9.82	9.0
Almidón	25.48	26.91
Cenizas	3.09	2.58

## Tratamientos

Cada tipo de semilla de chile se estudió como un experimento independiente, por lo que en el caso de la semilla de jalapeño se almacenó del 15 de diciembre de 1989 al 15 de octubre de 1990 (diez meses) y en serrano comprendió del 15 de febrero al 15 de octubre de 1990 (ocho meses).

Los factores en estudio fueron dos, con tres y cuatro niveles.

Factor A, ambientes de almacenamiento, la humedad relativa y la temperatura se midieron con psicrómetro no ventilado y termómetro de ambiente respectivamente, cuyos niveles fueron:

A<sub>1</sub>. Ambiente natural de la región del sur de Tamaulipas, para lo que se usó una bodega de la compañía de semillas "Tierra Fértil de las Huastecas" en Altamira, Tamps., cuyas condiciones fluctuaron en el período de almacenamiento entre 68 y 88 por ciento de humedad relativa, y en un rango de temperatura de 25 y 32°C.

A<sub>2</sub>. Ambiente controlado, que fue el cuarto frío de almacenamiento de semillas de la misma



compañía, con una humedad relativa de 18  
75  
por ciento y temperatura de 16°C.

A<sub>3</sub>. Ambiente controlado, para el que se acondicionó una cámara con una humedad relativa de 82 ± 6 por ciento, que se logró colocando una solución saturada de NaCl la que se mantuvo según se fuera consumiendo. Así mismo se tuvo una temperatura de 25 ± 2°C, establecido en el Laboratorio de Semillas del CCDTS.

Factor B, tipos de envase:

- B<sub>1</sub>. Latas de lámina con tapa de papel aluminio
- B<sub>2</sub>. Frascos de vidrio
- B<sub>3</sub>. Bolsas de papel con polietileno
- B<sub>4</sub>. Sacos de polipropileno

De acuerdo a lo anterior, se evaluaron 12 tratamientos con tres repeticiones, siendo un total de 36 unidades experimentales con 50 y 24 g de semilla por unidad para jalapeño y serrano respectivamente.

Además se estudiaron tres tratamientos extras en semilla de chile serrano, para evaluar como testigos a las latas de lámina selladas en los tres ambientes después de ocho meses de almacenamiento.

## Evaluación de Variables de Calidad

Cada dos meses se realizaron los muestreos de semilla en los diferentes ambientes y tipos de envase para evaluar las siguientes variables de calidad.

### Contenido de Humedad

Se determinó antes y durante el almacenamiento, mediante el método de secado en estufa, recomendado por la ISTA (1985) en una muestra de 2 g de semilla por unidad experimental, que se colocó en la estufa a  $104 \pm 1^\circ\text{C}$  por 17 horas. El cálculo del contenido de humedad de la semilla se realizó en base húmeda, mediante la fórmula siguiente:

$$\text{C.H.(\%)} = \frac{\text{Peso de semilla húmeda} - \text{Peso de semilla seca}}{\text{Peso de semilla húmeda}} \cdot 100$$

### Capacidad de Germinación

Se determinó antes y durante el tiempo de almacenamiento (cada dos meses) mediante la prueba de germinación estándar, siguiendo el método de toallas húmedas enrolladas con repeticiones de 100 semillas (ISTA, 1985) por unidad experimental, las que se colocaron a  $25^\circ\text{C}$  por 14 y 12 días para jalapeño y serrano respectivamente; evaluando a estos días como conteo final plántulas normales.

### Peso Seco de Plántulas

Para determinar el vigor de la semilla se realizó la evaluación de peso seco de plántulas, el que además de evaluarse en calidad inicial, se cuantificó a los 4 y 10 meses en semilla de jalapeño y en semilla de serrano a los cuatro y ocho meses de almacenamiento. Para ello se tomaron las plántulas normales de cada una de las repeticiones utilizadas en la germinación estándar después de 14 y 12 días de la siembra de jalapeño y serrano respectivamente, y en cajas petri se colocaron dentro de una estufa a 80°C durante 24 horas, tiempo después del cual fueron pesadas, obteniéndose su peso total en gramos, el cual posteriormente se dividió entre el número de plántulas normales correspondientes multiplicándose luego por 1000, para obtener el peso en miligramos por plántula (Moreno, 1984) que se consideró como la modalidad A. Además se utilizó otra modalidad (B) de este parámetro, dividiendo el peso seco total en gramos entre las 100 semillas puestas en germinación estándar y luego se multiplicó por 1000 para obtener el peso en miligramos.

### Emergencia

Se evaluó en calidad inicial y a los intervalos de almacenamiento establecidos, con repeticiones de 100 semillas por unidad experimental al azar en campo, y en invernadero para controlar el efecto de la temperatura y

humedad del suelo; la evaluación de la emergencia de plántulas normales se realizó a los 18 y 16 días para jalapeño y serrano respectivamente (Cuadro 3.2).

Cuadro 3.2 Evaluación del porcentaje de emergencia de semilla de chile jalapeño y serrano, bajo invernadero y campo.

Tipo de Semilla	Condición	Meses de Almacenamiento					
		0	2	4	6	8	10
Jalapeño	Invernadero	x <sup>1</sup>	x <sup>1</sup>			x <sup>2</sup>	x <sup>2</sup>
	Campo			x	x		
Serrano	Invernadero	x <sup>1</sup>			x <sup>2</sup>	x <sup>2</sup>	
	Campo		x	x			

<sup>1</sup>Para controlar el efecto de la temperatura

<sup>2</sup>Para controlar el efecto del exceso de humedad en el suelo

### Micoflora

En el último muestreo se determinó e identificó los hongos presentes en las semillas, éstas fueron desinfectadas superficialmente con una solución de hipoclorito de sodio al dos por ciento durante dos minutos. Se sembraron en cajas petri 10 semillas por repetición en un medio Czapek-agar con adición de cloruro de sodio al 7.5 por ciento; la temperatura de incubación fue de 26 a 28°C durante cuatro y nueve días para jalapeño y serrano respectivamente. Al cabo de este tiempo se procedió a contar el número de semillas atacadas por hongos, así como a la identificación de los mismos.

## Análisis Estadístico

Los resultados de cada intervalo de muestreo, así como de cada tipo de chile se analizaron en forma independiente, en un diseño factorial de  $3 \times 4$  completamente al azar, para evaluar los efectos de condiciones ambientales, tipo de envase y sus interacciones; bajo el modelo matemático siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad \text{Donde:}$$

$\mu$  = Media general

$\alpha_i$  = Efecto del ambiente  $i$

$\beta_j$  = Efecto del envase  $j$

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción ambiente  $i$  por envase  $j$ .

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental

Los datos referentes a los porcentajes de germinación estándar y emergencia fueron transformados a unidades angulares mediante el Arco Seno  $\sqrt{\frac{x + 1}{100}}$ .

El uno fue incluido para evitar los ceros, ya que por no tener varianza afectarían la sensibilidad del análisis estadístico.

Posteriormente se realizaron las comparaciones de medias y su clasificación mediante la prueba de Duncan al

0.05 de probabilidad.

Además se efectuaron análisis de correlación general entre germinación, respecto a peso seco (mg/pl) y a emergencia.

## 4. RESULTADOS

El experimento de chile jalapeño comprendió del 15 de diciembre de 1989 al 15 de octubre de 1990 (10 meses de almacenamiento); y en chile serrano se desarrolló del 15 de febrero al 15 de octubre de 1990 (ocho meses de almacenamiento).

La presentación de los resultados, se hará por variable de calidad, presentando los resultados en cada uno de los dos experimentos y abordando estos para cada ambiente.

### Condiciones Ambientales

#### Ambiente Natural (Bodega)

En la bodega que se utilizó para este estudio, las condiciones de humedad relativa y temperatura que prevalecieron durante el período de almacenamiento se presentan en la Figura 4.1. Las condiciones que prevalecieron en ese tiempo fueron adversas generalmente, aunque, la temporada donde se combinaron los dos factores se presentó a partir de julio, ya que la humedad relativa y la temperatura alcanzó valores alrededor de 80 por ciento y

30°C respectivamente.

### Ambiente Controlado (Cuarto Frío)

Al medir en cada muestreo la humedad relativa y la temperatura de este ambiente, se encontraron promedios de 75 por ciento y 16°C respectivamente.

### Ambiente Controlado (Cámara)

En la Figura 4.2 se indica las fluctuaciones de humedad relativa y temperatura dentro de la cámara, se puede observar que a partir de agosto se tuvieron temperaturas entre 23 y 25°C y una humedad relativa promedio de 76 por ciento.

### Contenido de Humedad

### Experimento: Chile Jalapeño

#### Ambiente Natural (Bodega)

En la Figura 4.3 se indica cómo el envase de vidrio presentó una resistencia satisfactoria al paso de vapor de agua, manteniendo la humedad de la semilla alrededor del seis por ciento a través de los muestreos durante el almacenamiento. Sin embargo, al tratar de manejar las latas de lámina como envases impermeables después del primer



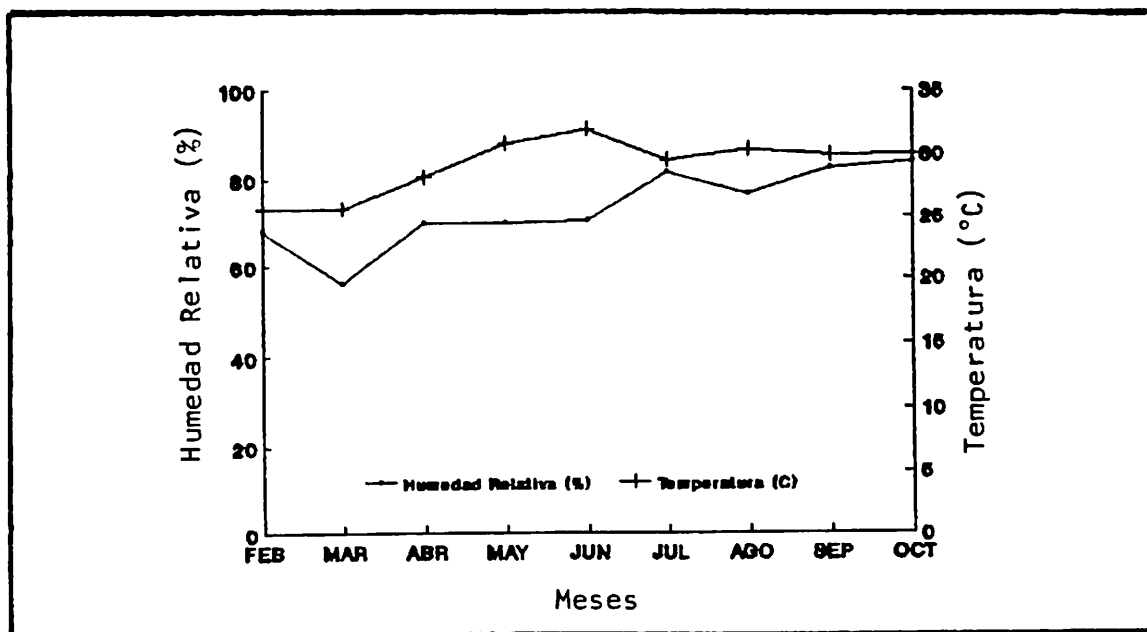


Figura 4.1. Distribución de las medias de humedad relativa y la temperatura en el ambiente natural (bodega) de Altamira, Tamps. 1990.

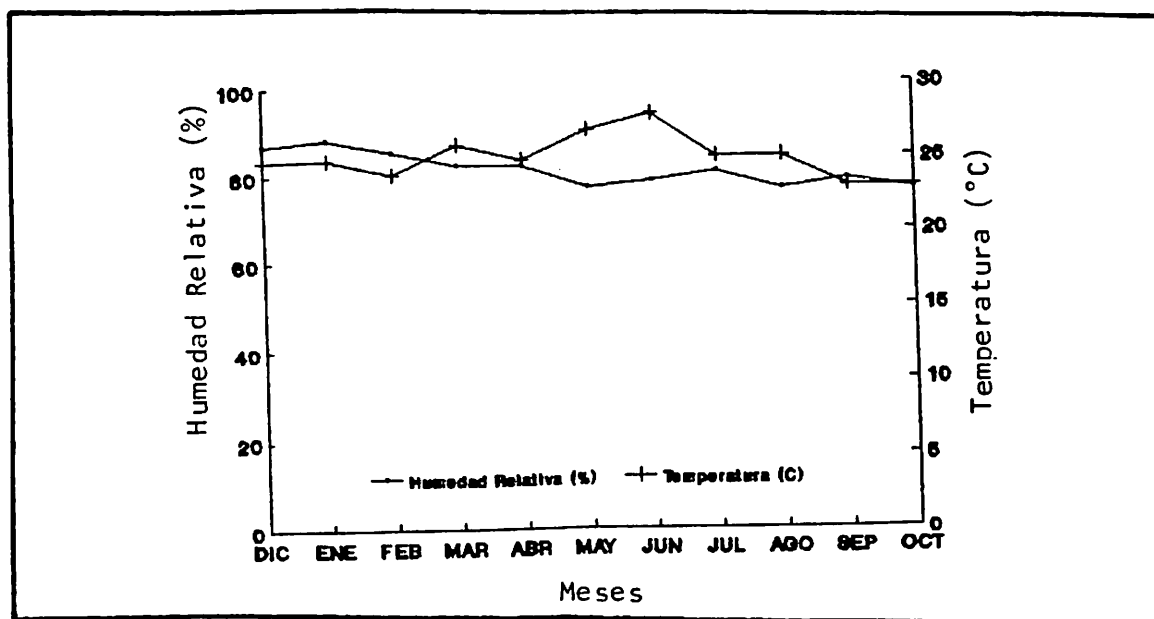


Figura 4.2. Distribución de las medias de humedad relativa y la temperatura en la cámara de almacenamiento (Laboratorio del CCDTS) 1989/1990.

muestreo, resultó un incremento del dos por ciento en la humedad de la semilla hasta los ocho meses, alcanzando a los 10 meses un contenido de humedad del 15 por ciento en la semilla. En relación a los envases de bolsa de papel con polietileno y sacos de polipropileno, el contenido de humedad de la semilla aumentó rápidamente, alcanzando valores de 8.5 y 9.5 por ciento respectivamente a los dos meses, manteniendo esta humedad en equilibrio con la humedad relativa hasta el 15 de junio. Aunque en el envase de papel con polietileno a los ocho y 10 meses la humedad de la semilla alcanzó un equilibrio de 10.3 y 11.5 por ciento respectivamente, y por otro lado en el envase de sacos de polipropileno alcanzó la semilla un contenido de humedad en equilibrio de 15.4 y 28.3 por ciento respectivamente.

#### Ambiente Controlado (Cuarto Frío)

Se muestra en la Figura 4.4 la diferencia en la resistencia de los envases al paso de humedad bajo este ambiente, se puede observar un incremento gradual en la humedad de la semilla envasada en latas de lámina, llegando hasta 8.78 por ciento al finalizar el tiempo de almacenamiento. Así como también en el envase de papel con polietileno, se observa una tendencia del contenido de humedad a equilibrarse a los seis meses con la humedad relativa que prevaleció (75 por ciento). Además se alcanzó en dos meses un contenido de humedad de 11 por ciento en la semilla colocada en sacos de polipropileno y posteriormente

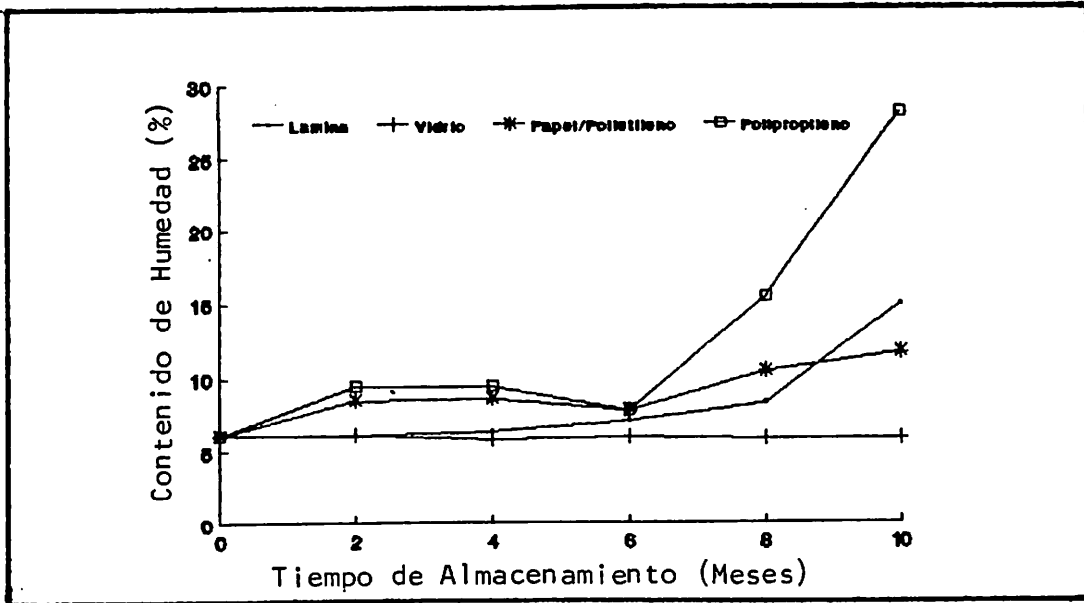


Figura 4.3. Comportamiento del contenido de humedad de semilla de chile jalapeño en ambiente natural, durante 10-meses de almacenamiento en 4 tipos de envase.

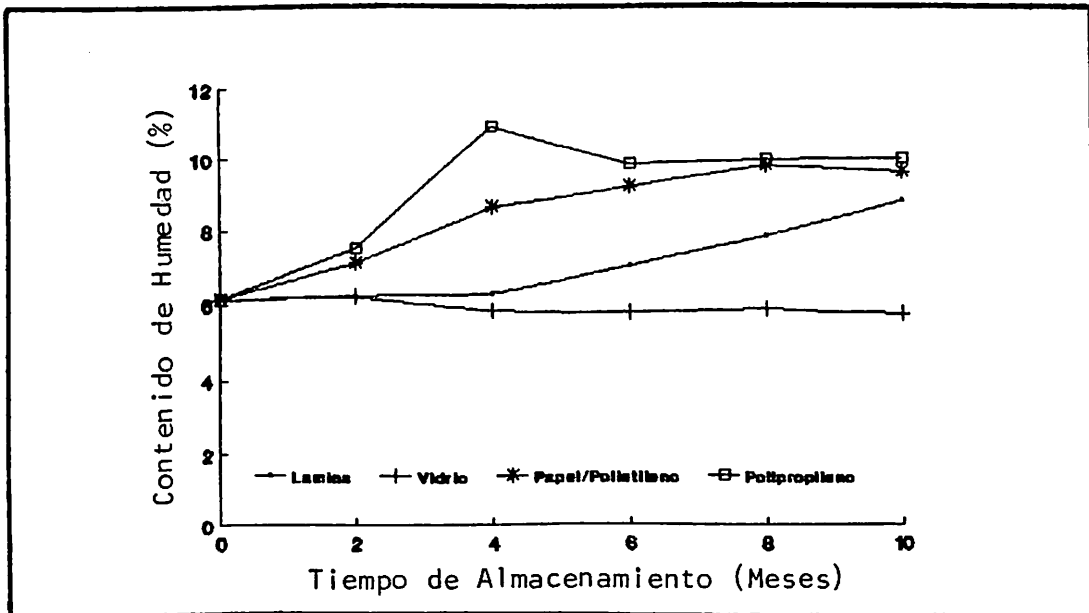


Figura 4.4. Comportamiento del contenido de humedad de semilla de chile jalapeño en ambiente de cuarto frío, durante 10 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase.

se equilibró la humedad a 10 por ciento.

#### Ambiente Controlado (Cámara)

La resistencia de los envases al paso de vapor de humedad bajo estas condiciones ambientales, se indica para semilla de jalapeño en la Figura 4.5, donde se muestra para el envase de lámina una humedad de la semilla de 7.5 por ciento a los cuatro meses, llegando a los 10 meses a un equilibrio de 8.6 por ciento, mientras que la humedad de la semilla en envase de vidrio se mantuvo alrededor del seis por ciento durante el almacenamiento. Por lo contrario, la humedad de la semilla envasada en bolsa de papel con polietileno aumentó rápidamente, alcanzando un valor de 13.1 por ciento a los cuatro meses, siendo posteriormente menor

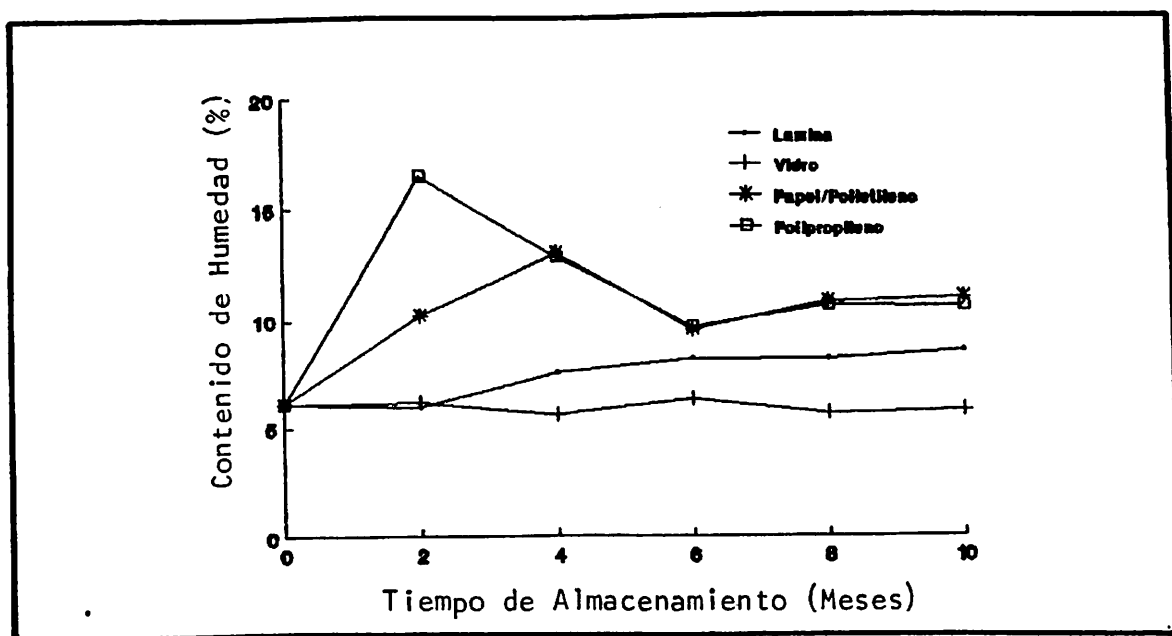


Figura 4.5. Comportamiento del contenido de humedad de semilla de chile jalapeño en ambiente de cámara, durante 10 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase.

al alcanzar un equilibrio de 10.9 por ciento al término de 10 meses de almacenamiento. Así mismo, la semilla en sacos de polipropileno alcanzó una humedad de 16.5 por ciento a los dos meses, disminuyendo hasta 10.6 por ciento en los ocho meses posteriores.

### Experimento: Chile Serrano

#### Ambiente Natural (Bodega)

Al igual que en la semilla de chile jalapeño, el envase de vidrio no permitió que la semilla de chile serrano ganara humedad durante el tiempo de almacenamiento, ya que se mantuvo en cinco por ciento. Además la respuesta de la humedad de la semilla en los otros envases bajo este ambiente, difirió del anterior experimento, ya que a los ocho meses la humedad máxima alcanzada en la semilla envasada en latas de lámina fue cercana a 10 por ciento, así como de 11.1 por ciento en bolsas de papel con polietileno y en sacos de polipropileno de 17.8 por ciento (Figura 4.6).

#### Ambiente Controlado (Cuarto Frío)

Bajo este ambiente, los envases con cierto grado de permeabilidad como son latas de lámina, bolsas de papel con polietileno y sacos de polipropileno alcanzaron un contenido de humedad en equilibrio de la semilla entre nueve y 10.1 por ciento, lográndose en latas de lámina una humedad de la

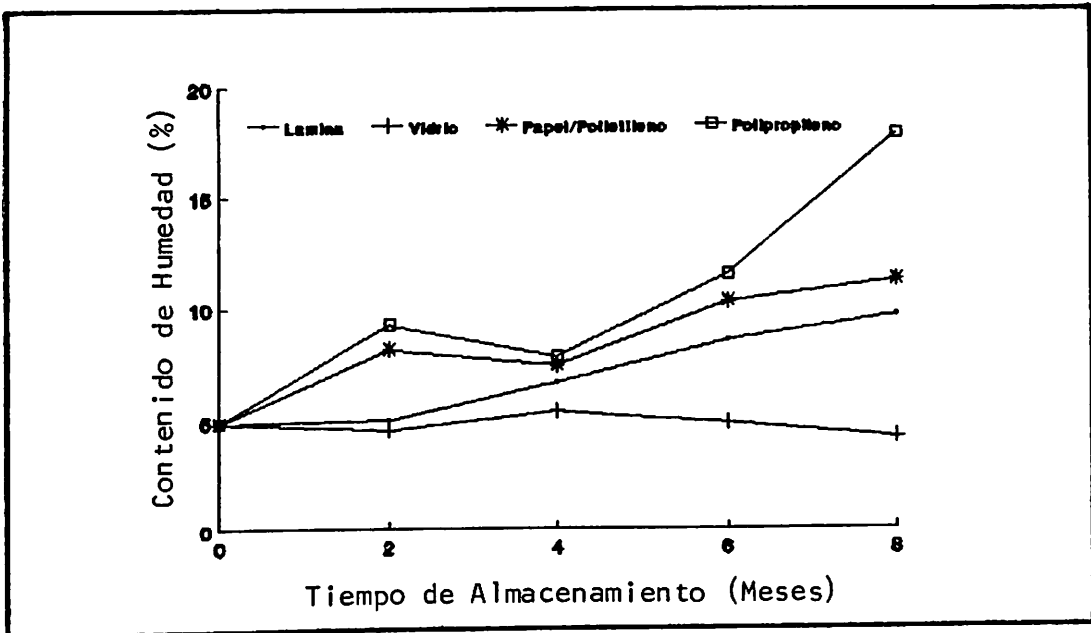
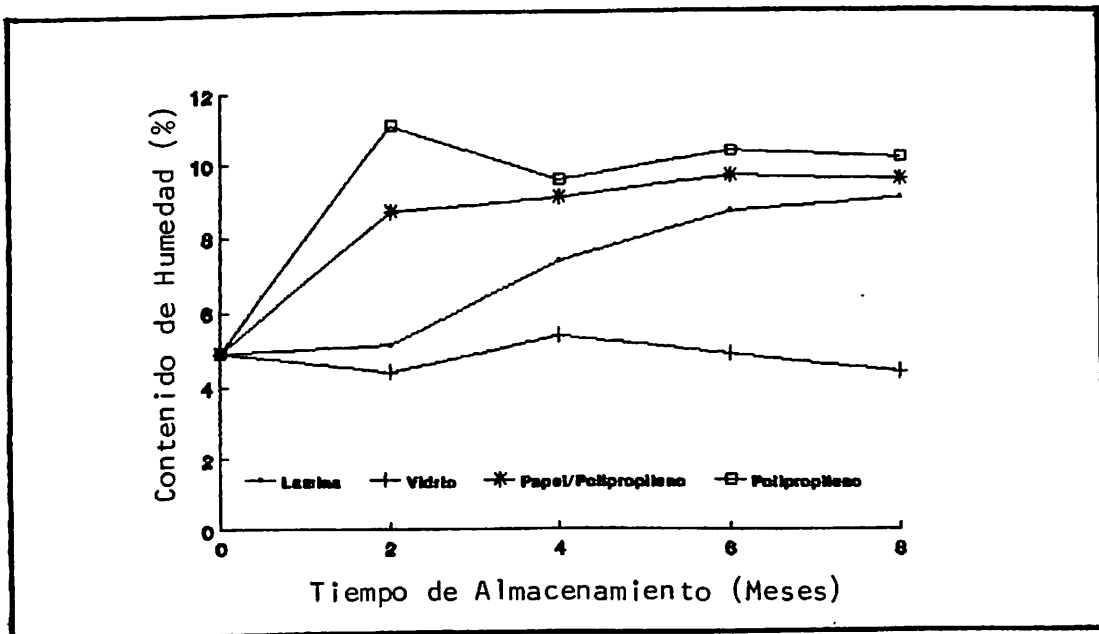


Figura 4.6. Comportamiento del contenido de humedad de semilla de chile serrano en ambiente natural, durante 8 - meses de almacenamiento en 4 tiempos de envase.



Figuras 4.7. Comportamiento del contenido de humedad de semilla de chile serrano en ambiente del cuarto frío, durante 8 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase.

semilla de 9.02 por ciento a los ocho meses; mientras que a los dos meses, la semilla en bolsas de papel con polietileno y sacos de polipropileno alcanzó una humedad de 8.65 y 11.05 por ciento respectivamente, aunque posteriormente la humedad de la semilla se equilibró alrededor del 10 por ciento en ambos tipos de envase (Figura 4.7).

#### Ambiente Controlado (Cámara)

Al igual que en las anteriores condiciones ambientales de almacenamiento, la humedad de la semilla en envase de vidrio se mantuvo alrededor de 4.9 por ciento (Figura 4.8). Así mismo en el envase de lámina, se alcanzó una humedad cercana al 10 por ciento a los ocho meses de

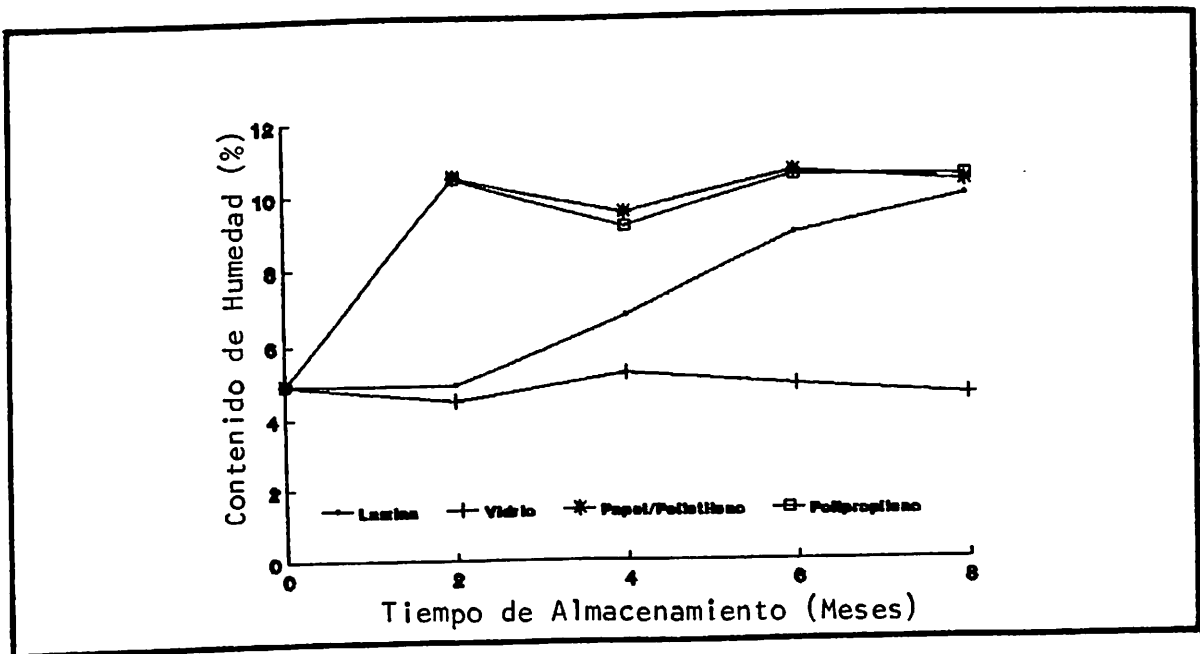


Figura 4.8. Comportamiento del contenido de humedad de semilla de chile serrano en ambiente de cámara, durante 8 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase.

almacenamiento, mientras que para los envases bolsa de papel con polietileno y sacos de polipropileno se alcanzaron humedades de 10.46 y 10.48 por ciento respectivamente a los dos meses de almacenamiento, manteniéndose ese equilibrio hasta los ocho meses.

### Capacidad de Germinación

#### Experimento: Chile Jalapeño

En el Cuadro 4.1 se indican los cuadrados medios de los factores en estudio de los resultados de germinación transformados por arco seno, para cada muestreo, estos resultados muestran diferencias altamente significativas ( $\alpha = 0.01$ ) entre ambientes de almacenamiento, entre tipos de envase y en la interacción ambiente por envase.

El Cuadro 4.2 muestra la comparación de medias de ambientes, donde se observa que hasta los cuatro meses de almacenamiento, el promedio de germinación de la semilla, tanto del ambiente natural como del controlado en el cuarto frío fue estadísticamente igual ( $\alpha = 0.05$ ); siendo superiores y diferentes al ambiente controlado de la cámara. Sin embargo, a partir de los seis meses se encontró una caída significativa de la germinación de la semilla almacenada en el ambiente natural con respecto al ambiente del cuarto frío. Además resultaron a los 10 meses de almacenamiento, porcentajes de germinación de la semilla



Cuadro 4.1 Cuadrados medios de la germinación de semilla de chile jalapeño, durante 10 meses de almacenamiento en 3 ambientes y 4 tipos de envase.

F.V.	G.L.	MESES DE ALMACENAMIENTO				
		2	4	6	8	10
A	2	153.7**	1275.5**	1921.4**	1060.6**	2805.6**
B	3	120.5**	576.0**	947.4**	1391.6**	2053.5**
AB	6	75.9**	434.5**	599.7**	461.4**	464.0**
Error	24	3.9	4.6	7.4	50.8	11.1
C.V. (%)		3.67	4.29	5.74	19.82	9.01

\*\* Significativo al 0.01

Cuadro 4.2 Comparación de medias de germinación (%) de semilla de chile jalapeño, almacenada durante 10 meses en 3 ambientes y 4 tipos de envase.

AMBIENTES	0	MESES DE ALMACENAMIENTO				
		2	4	6	8	10
Natural (Bodega)	70	68.4a*	67.5a	62.3b	37.0b	22.8b
Controlado (Cuarto frío) (H.R. 75%; T. 16°C)	70	66.4a	68.2a	68.3a	67.2a	65.6a
Controlado (Camara) (H.R. 82±6%; T. 25°C)	70	58.2b	47.3b	28.4c	30.4c	21.2b

\* Medias en columna con la misma letra, son estadísticamente iguales (Duncan al 0.05)

iguales ( $\alpha = 0.05$ ) en el ambiente natural y cámara.

En relación al tipo de envase, en el Cuadro 4.3 se señala que de acuerdo a Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) los promedios de germinación de la semilla para envases de lámina y vidrio fueron iguales hasta los seis meses (15 de junio), aunque, para los siguientes cuatro meses en el envase de lámina, la germinación cayó significativamente respecto al envase de vidrio. Así mismo, se observa que para los dos y 10 meses de almacenamiento, la germinación de la semilla en envase de papel con polietileno resultó superior a la germinación encontrada en sacos de polipropileno, siendo la germinación igual en ambos envases para los muestreos intermedios.

Cuadro 4.3 Comparación de medias de germinación (%) de la semilla de chile jalapeño, almacenada durante 10 meses en 3 ambientes y 4 tipos de envase.

ENVASES	MESES DE ALMACENAMIENTO					
	0	2	4	6	8	10
Lámina	70	69.2a*	69.1a	67.0a	56.0b	51.0b
Vidrio	70	69.5a	69.2a	69.0a	67.6a	63.5a
Papel con polietileno	70	64.6b	46.4b	36.2b	23.5c	19.5c
Polipropileno	70	56.5c	45.4b	39.2b	18.3c	2.7d

\* Medias en columna con la misma letra, son estadísticamente iguales (Duncan al 0.05).

Al analizar en forma combinada los ambientes y envases para cada muestreo, en el Cuadro 4.4 de acuerdo a la Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) se presentan los resultados de los 12 tratamientos.

Cuadro 4.4 Comparación de medias de germinación (%) de la semilla de chile jalapeño, almacenada durante 10 meses en 3 ambientes y 4 tipos de envase.

FABRICANTES	ENVASES	MESES DE ALMACENAMIENTO							
		0	2	4	6	8	10		
Natural (Bodega)	Lámina	70	70.0 a*	69.8 a	69.1 a	45.2 b	37.5 c		
	Vidrio		69.5 a	70.5 a	69.0 a	68.0 a	61.2 a		
	Papel/poliet.		70.5 a	69.8 a	58.0 bc	27.2 c	10.6 d		
	Polipropileno		67.0 a	59.5 b	52.4 c	7.8 d	0.0 e		
Controlado (Cuarto Frío) (H.P. 75%; T. 16°C)	Lámina	70	68.8 a	69.4 a	67.7 a	68.0 a	66.8 a		
	Vidrio		68.8 a	60.3 a	69.0 a	69.0 a	68.6 a		
	Papel/poliet.		62.2 a	66.5 a	69.4 a	67.0 a	65.0 a		
	Polipropileno		66.0 a	69.0 a	67.7 a	65.0 a	62.0 a		
Controlado (Cámara) (H.P. 82.6%; T. 25 ± 2°C)	Lámina	70	69.0 a	69.0 a	64.5 ab	55.0 ab	48.5 b		
	Vidrio		70.5 a	69.6 a	69.0 a	65.0 a	60.2 a		
	Papel/poliet.		56.5 b	8.5 c	0.0 e	0.0 de	0.2 e		
	Polipropileno		36.0 c	11.9 c	5.7 d	0.7 de	0.5 e		

Medias en columna con la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan al 0.05).  
La significancia estadística está establecida para cada muestreo.

A los dos meses de almacenamiento, la germinación de la semilla en los cuatro tipos de envase bajo los ambientes natural y del cuarto frío, así como los envases de lámina y vidrio en el ambiente de la cámara, resultó superior a la de los envases de papel con polietileno y polipropileno bajo el ambiente de la cámara, pues la germinación disminuyó en ellos hasta 56.5 y 36.0 por ciento respectivamente, siendo diferentes estadísticamente.

En el mismo Cuadro se observa, después de cuatro meses, una caída significativa de la germinación en la semilla envasada en sacos de polipropileno bajo el ambiente natural, además un decremento drástico e igual germinación en la semilla almacenada en envases de papel con polietileno y polipropileno en ambiente de la cámara.

A los seis meses de almacenamiento, la Prueba de Duncan mostró que en los envases de lámina y vidrio bajo los tres ambientes, así como los otros envases bajo el ambiente del cuarto frío, tuvieron el promedio más alto de germinación con valores arriba de 64.5 por ciento; seguidos por la germinación encontrada en los envases de papel con polietileno y polipropileno bajo el ambiente natural con 58.0 y 52.4 por ciento respectivamente. Además en el ambiente de la cámara, la germinación en los anteriores envases, cayó hasta 0 y 5.7 por ciento.

Para los ocho meses de almacenamiento, el comportamiento de los tratamientos fue similar al anterior muestreo, aunque para éste muestreo la semilla envasada en latas de lámina bajo condiciones naturales resultó con una disminución significativa de la germinación (45.2 por ciento), pero igual ( $\alpha = 0.05$ ) a la germinación de la semilla en el mismo tipo de envase bajo el ambiente de la cámara. Además resultó una drástica disminución de este parámetro en la semilla almacenada en sacos de polipropileno bajo condiciones naturales (Cuadro 4.4).

Después de 10 meses de almacenamiento, se observa también en el Cuadro 4.4 que los mejores tratamientos de almacenamiento fueron aquellos que tuvieron un porcentaje de germinación mayor de 60.2, seguidos por los envases de lámina bajo condiciones de la cámara y del ambiente natural con 48.5 y 37.5 por ciento respectivamente. Finalmente la germinación encontrada en bolsas de papel con polietileno en ambiente natural fue de 10.6 por ciento.

#### Conservación de la Calidad de la Semilla

En condiciones del ambiente natural (Figura 4.9), la calidad inicial de la semilla en términos de la germinación, se conservó hasta los ocho meses en envases de vidrio, disminuyendo sólo nueve por ciento en los dos meses posteriores. En lata de lámina se logró mantener la calidad inicial (70 por ciento) hasta los seis meses y en bolsas de

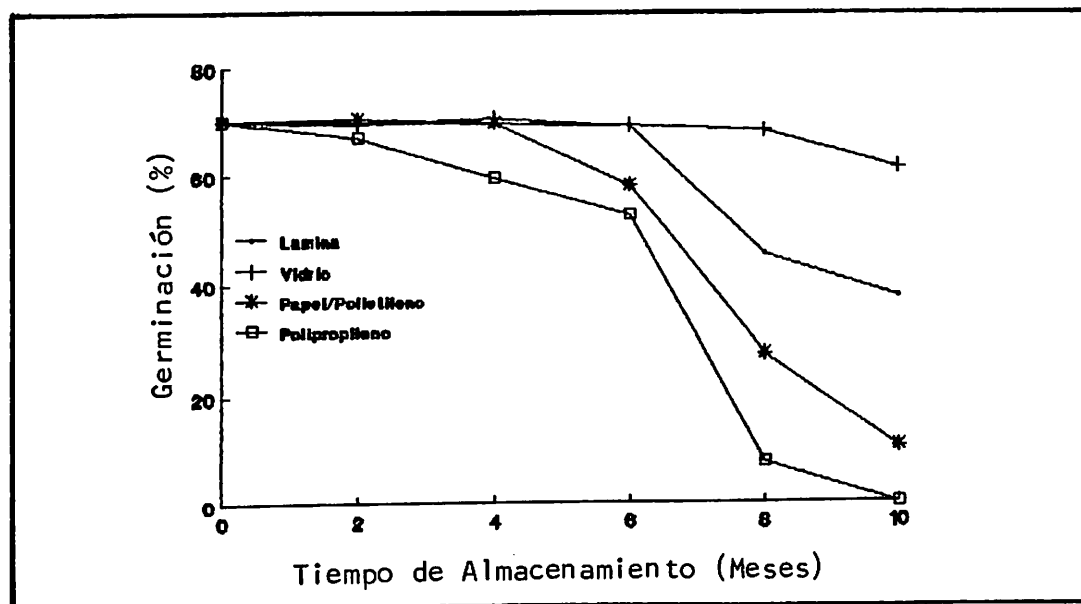


Figura 4.9. Comportamiento de la germinación (%) de semilla de chile jalapeño en ambiente natural, durante 10 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase.

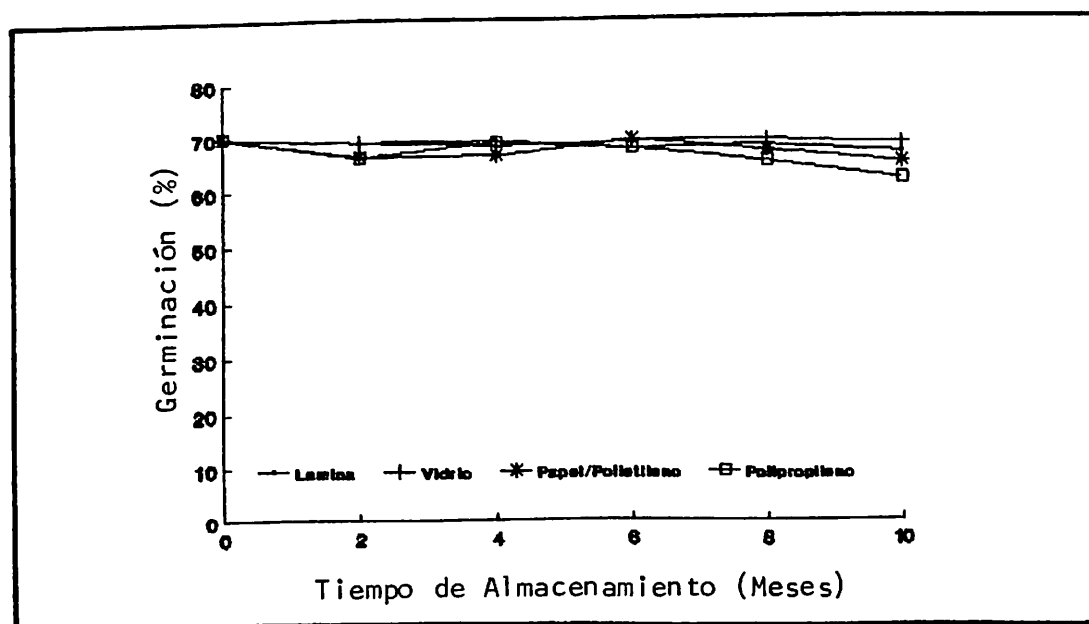


Figura 4.10. Comportamiento de la germinación (%) de semilla de chile jalapeño en ambiente del cuarto frío, durante 10 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase.

papel con polietileno hasta los cuatro meses. En cambio la calidad de la semilla envasada en sacos de polipropileno, disminuyó gradualmente desde el inicio, y al igual que los dos anteriores envases, el deterioro de la calidad de la semilla cayó drásticamente a los ocho meses, habiendo bajado a los 10 meses de almacenamiento, hasta cero de germinación.

Bajo condiciones del cuarto frío (Figura 4.10), los cuatro tipos de envase conservaron la semilla con elevados porcentajes de germinación hasta los 10 meses, no obstante, la semilla en sacos de polipropileno mostró un decremento de ocho por ciento en la germinación a ese mismo tiempo.

En relación a la conservación de la calidad de la semilla bajo la cámara (Figura 4.11), en envase de vidrio se encontró una germinación de la semilla de 60 por ciento a los 10 meses; para el envase de lámina, a partir de los seis meses inició el decremento de la germinación hasta llegar a 48.5 por ciento en el último muestreo. Por otro lado, en los envases de papel con polietileno y sacos de polipropileno, la germinación disminuyó considerablemente a los dos meses, sin embargo, se agudizó la caída de la germinación en los siguientes dos meses, encontrándose valores de germinación de 8.5 y 11.9 por ciento respectivamente.

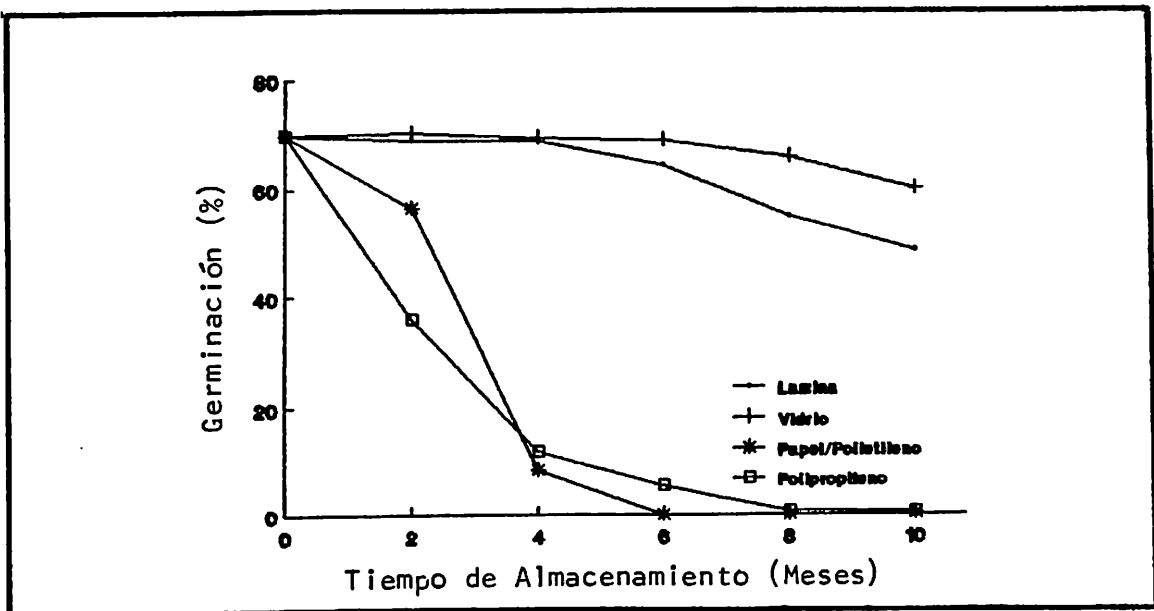


Figura 4.11. Comportamiento de la germinación (%) de semilla de chile jalapeño en ambiente de cámara, durante 10 - meses de almacenamiento en 4 tipos de envase.

#### Experimento: Chile Serrano

En el Cuadro 4.5 se muestran los cuadrados medios de los resultados de germinación de la semilla de chile serrano, a los diferentes períodos de almacenamiento, donde se observan diferencias altamente significativas ( $\alpha = 0.01$ ) entre ambientes, envases y su interacción.

Al comparar las medias para estas diferencias, en el Cuadro 4.6 se observa que la germinación de la semilla almacenada en los ambientes de cuarto frío y natural fue superior ( $\alpha = 0.05$ ) a la del ambiente de la cámara, hasta los cuatro meses de almacenamiento; ya que a los seis y ocho meses, la germinación de la semilla fue igual en los ambientes natural y de cámara, así como inferior a la



Cuadro 4.5 Cuadrados medios de la germinación de semilla de chile serrano, durante 8 meses de almacenamiento en 3 ambientes y 4 tipos de envase. <sup>42</sup>

F. V.	G. L.	MESES DE ALMACENAMIENTO			
		2	4	6	8
A	2	76.3**	1538.7**	1843.8**	3015.1**
B	3	196.1**	1027.8**	3206.9**	3356.8**
AB	6	79.2**	473.4**	657.8**	751.8**
Error	24	10.4	18.7	20.5	11.9
C. V. (%)		4.94	7.04	8.44	6.97

\*\* Significativo al 0.01

Cuadro 4.6 Comparación de medias de germinación (%) de semilla de chile serrano, almacenada durante 8 meses en 3 ambientes y 4 tipos de envase.

AMBIENTES	0	MESES DE ALMACENAMIENTO			
		2	4	6	8
Natural (Bodega)	89	83.1a*	83.2a	52.5b	39.3b
Controlado (Cuarto frío) (H. R. 75%; T. 16°C)	89	84.3a	87.0a	85.0a	85.0a
Controlado (Cámara) (H. R. 82±6%; T. 25°C)	89	77.8b	55.4b	51.0b	43.2b

\* Medias en columna con la misma letra, son estadísticamente iguales (Duncan al 0.05)

germinación de la semilla obtenida en el ambiente de cuarto frío.

Respecto al tipo de envase en general, hasta los cuatro meses de almacenamiento la Prueba de Duncan indicó que la germinación de la semilla envasada tanto en latas de lámina como en frasco de vidrio fue superior ( $\alpha = 0.05$ ) a la de los otros envases y que entre estos, no hubo diferencias significativas. Además a los seis y ocho meses de almacenamiento, el mejor envase fue el de vidrio donde la semilla mostró 89.2 y 86.5 por ciento de germinación, seguido por el envase de lámina con 83.6 y 78.2 por ciento, así como por los envases de papel con polietileno y sacos de polipropileno en orden decreciente (Cuadro 4.7).

Cuadro 4.7 Comparación de medias de germinación (%) de la semilla de chile serrano, almacenada durante 8 meses en 3 ambientes y 4 tipos de envase.

ENVASES	MESES DE ALMACENAMIENTO				
	0	2	4	6	8
Lámina	89	86.2a*	88.0a	83.6b	78.2b
Vidrio	89	87.4a	88.8a	89.2a	86.5a
Papel con polietileno	89	77.5b	61.5b	47.8c	33.5c
Polipropileno	89	75.0b	61.9b	27.0d	24.6d

\* Medias en columna con la misma letra, son estadísticamente iguales (Duncan al 0.05).

En el Cuadro 4.8 se presentan los resultados de germinación de la semilla para los 12 tratamientos evaluados durante ocho meses de almacenamiento.

Después de dos meses, la Prueba de Duncan mostró que la calidad de la semilla (germinación) se deterioró significativamente en los envases de papel con polietileno y sacos de polipropileno en los tres ambientes, pero con diferente grado, ya que bajo el ambiente de la cámara disminuyó la germinación hasta 67.1 y 60.2 por ciento respectivamente.

A los cuatro meses de almacenamiento, se observa que los mejores tratamientos fueron los envases de lámina y vidrio en los tres ambientes, así como los envases de papel con polietileno y sacos de polipropileno en el ambiente del cuarto frío, seguidos por estos últimos envases bajo el ambiente natural con 75.2 y 77.6 por ciento de germinación (Cuadro 4.8).

Después de seis meses de almacenamiento, la Prueba de Duncan mostró que la germinación de la semilla en envases de vidrio bajo los tres ambientes se mantuvo en su calidad inicial (89 por ciento), resultando entre los mejores tratamientos para conservar. En tanto que los más bajos valores de germinación de la semilla se obtuvieron en los sacos de polipropileno tanto en ambiente natural como bajo el de cámara con 6.4 y 7.2 por ciento respectivamente (Cuadro 4.8).

A los ocho meses de almacenamiento, la Prueba de Duncan indicó que la germinación de la semilla de los

Cuadro 4.8 Comparación de medias de germinación (%) de la semilla de chile serrano, almacenada durante 8 meses en 3 ambientes y 4 tipos de envase.

AMBIENTES	ENVASES	MESES DE ALMACENAMIENTO				
		0	2	4	8	
Natural (Bodega)	Lámina	89	85.0 ab*	87.1 ab	77.7 c	62.6 b
	Vidrio		85.2 ab	89.3 a	89.0 ab	86.0 a
	Papel/poliet.		80.8 b	75.2 c	37.5 d	18.4 c
	Polipropileno		81.5 b	77.6 bc	6.4 f	1.8 e
Controlado (Cuarto Frío) (H.P. 75%; T. 16°C)	Lámina	89	85.0 ab	89.4 a	84.8 abc	85.7 a
	Vidrio		87.0 ab	89.0 a	89.0 ab	88.0 a
	Papel/poliet.		83.4 ab	85.3 abc	86.6 abc	84.4 a
	Polipropileno		81.2 b	85.1 abc	78.9 bc	81.0 a
Controlado (Cámara) (H.P. 87.6%; T. 25 ± 2°C)	Lámina	89	89.0 a	85.7 abc	87.5 abc	83.6 a
	Vidrio		89.3 a	89.3 a	89.5 a	85.7 a
	Papel/poliet.		67.1 c	20.0 d	17.0 e	5.3 de
	Polipropileno		60.2 c	19.0 d	7.2 f	7.3 d

\* Medias en columna con la misma letra son estadísticamente iguales. (Duncan al 0.05).  
La significancia estadística está establecida para cada muestreo.

tratamientos: Frasco de vidrio en ambiente natural, los cuatro envases en cuarto frío, y lámina y vidrio bajo la cámara resultaron iguales entre sí y superiores ( $\alpha = 0.05$ ) a los envases de lámina, papel con polietileno y sacos de polipropileno bajo el ambiente natural, donde se lograron porcentajes de germinación de 62.6, 18.4 y 1.8 por ciento respectivamente (Cuadro 4.8).

### Conservación de Calidad de la Semilla

Bajo el ambiente natural (Figura 4.12), el envase de vidrio conservó la calidad inicial hasta finalizar el tiempo de almacenamiento. En cambio en las latas de lámina, se logró una germinación cercana a 80 por ciento hasta los seis meses. Por otro lado, en los envases de papel con polietileno y sacos de polipropileno se obtuvieron porcentajes de germinación adecuados (cerca a 80 por ciento) hasta los cuatro meses; sin embargo, la semilla en sacos de polipropileno prácticamente bajó cerca de cero de germinación a los ocho meses de almacenamiento.

En el ambiente controlado de cuarto frío (Figura 4.13), se mantuvieron porcentajes de germinación altos (arriba de 80 por ciento) en los cuatro envases, a los ocho meses de almacenamiento; sin embargo, puede apreciarse que los valores más bajos de germinación, correspondieron a la semilla en envases permeables.

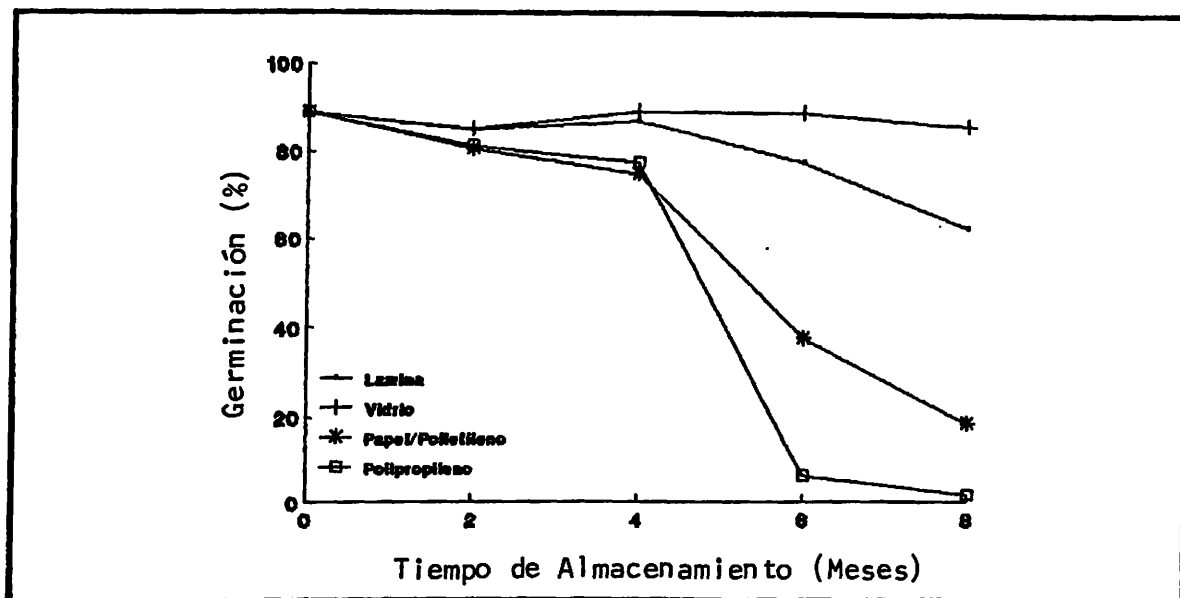


Figura 4.12. Comportamiento de la germinación (%) de semilla de chile serrano en ambiente natural, durante 8 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase.

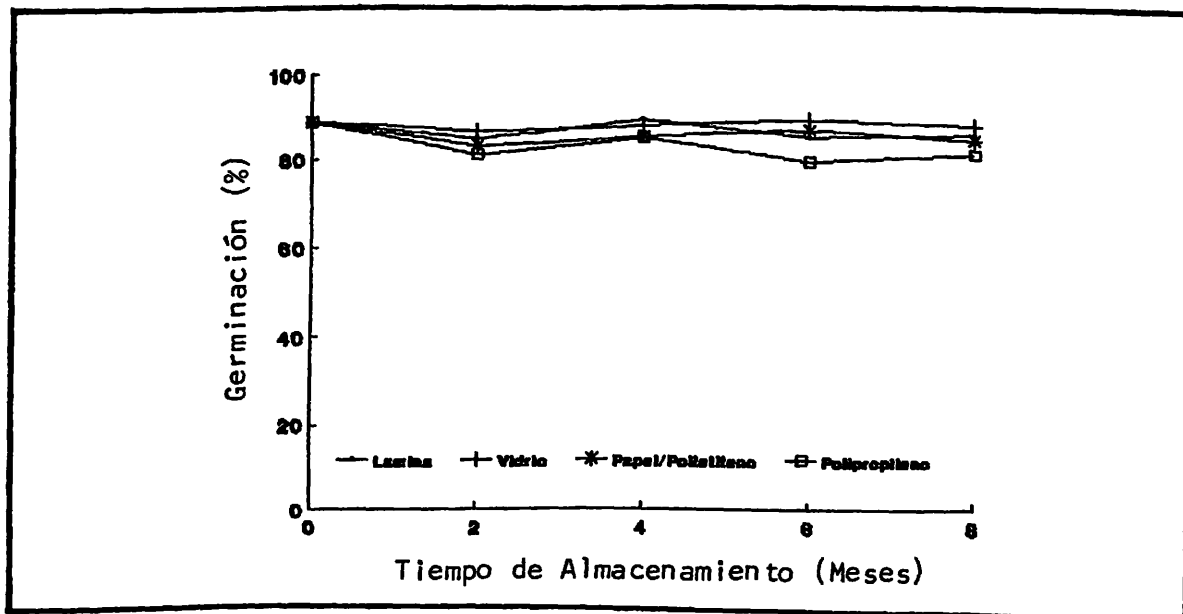


Figura 4.13. Comportamiento de la germinación (%) de semilla de chile serrano en ambiente del cuarto frío, durante 8 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase.

Por otro lado, bajo el ambiente de la cámara se observa en la Figura 4.14 una gran diferencia en la conservación de la semilla entre envases de vidrio y lámina, y la semilla dentro de bolsa de papel con polietileno y sacos de polipropileno, ya que en los primeros resultaron porcentajes de germinación altos (arriba de 80 por ciento), al terminar el tiempo de almacenamiento, y en los otros envases se tuvo una germinación aproximada a 10 por ciento.

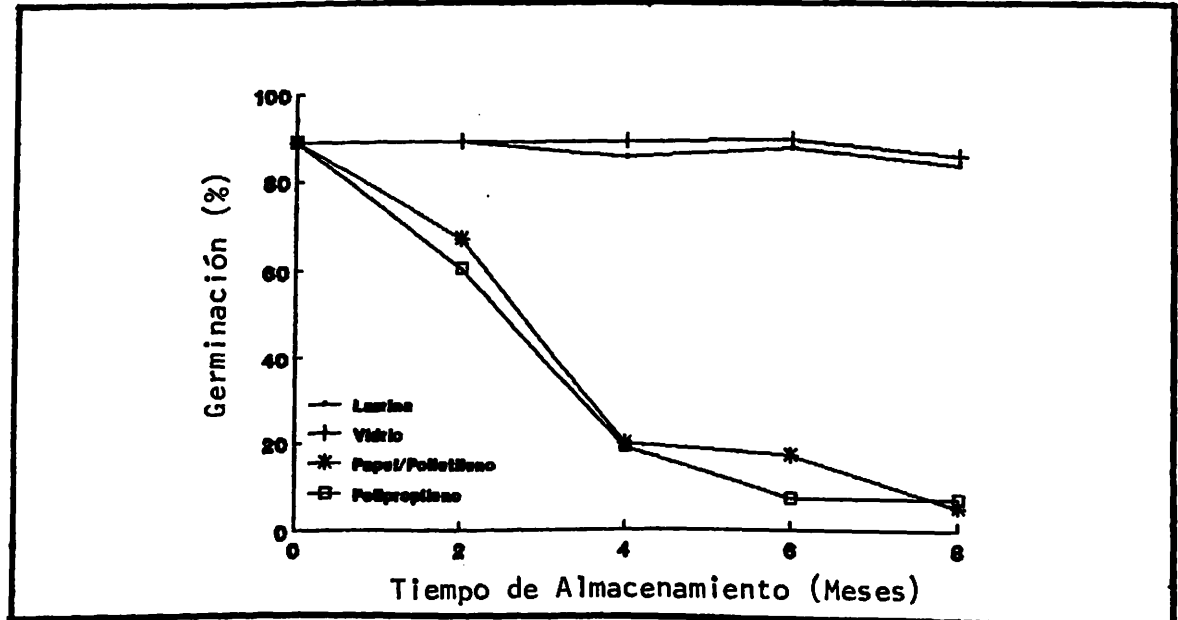


Figura 4.14. Comportamiento de la germinación (%) de semilla de chile serrano en ambiente de cámara, durante 8 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase.

Experimento: Chile Jalapeño

Los cuadrados medios de ésta variable para ambas modalidades, se presentan en el Cuadro 4.9, donde se observa en la modalidad A una alta significancia de los factores y su interacción, únicamente en el muestreo realizado a los 10 meses, siendo su coeficiente de variación de 30.25 por ciento.

Por otro lado en la modalidad B, resultó una alta significancia ( $\alpha = 0.01$ ) entre ambientes, envases y su interacción a los cuatro y 10 meses de almacenamiento, siendo los coeficientes de variación más bajos que los de la modalidad A.

En base a lo anterior, únicamente se aplicó la Prueba de Rango Múltiple de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) a los resultados de peso seco en la modalidad B.

Dado que la respuesta de este índice de vigor en los diferentes ambientes y envases por separado fue igual a la encontrada para la variable germinación, se analizaron los dos factores en combinación, como se muestra en el Cuadro 4.10.



Cuadro 4.9 Cuadrados medios del peso seco de plántulas de chiled jalapeño, durante 10 meses de almacenamiento de la semilla en 3 ambientes y 4 tipos de envase.

F.V.	G.L.	MESES DE ALMACENAMIENTO			
		4		10	
		MODALIDADES			
		A	B	A	B
A	2	0.16	5.07**	4.70**	7.97**
B	3	0.19	2.36**	8.18**	5.28**
AB	6	0.23	1.73**	3.80**	0.97**
Error	24	0.221	0.038	0.793	0.041
C.V. (%)		12.68	8.55	30.25	13.72

\*\* Significativo al 0.01

Cuadro 4.10 Comparación de medias de peso seco de plántulas (mg/pl) de chile jalapeño, durante 10 meses de almacenamiento de la semilla en 3 ambientes y 4 tipos de envase.

AMBIENTES	ENVASES	MESES DE ALMACENAMIENTO		
		0	4	10
Natural (Bodega)	Lámina	2.77	2.97a*	1.37c
	Vidrio		2.70ab	2.27a
	Papel/poliet.		2.86ab	0.40d
	Polipropileno		2.26c	0.00e
Controlado (Cuarto frío) (H.R. 75%; T. 16°C)	Lámina	2.77	2.79ab	2.43a
	Vidrio		2.49bc	2.62a
	Papel/poliet.		2.64ab	2.38a
	Polipropileno		2.65ab	2.27a
Controlado (Camara) (H.R. 82±6%; T. 25°C)	Lámina	2.77	2.73ab	1.77b
	Vidrio		2.71ab	2.25a
	Papel/poliet.		0.30d	0.01e
	Polipropileno		0.44d	0.03e

\* Medias en columna con la misma letra, son estadísticamente iguales (Duncan al 0.05)

Después de cuatro meses de almacenamiento, la semilla colocada bajo condiciones de envase de lámina en ambiente natural, se encontró con el más alto peso seco por plántula de 2.97 mg, en tanto que los valores más bajos los mostró la semilla envasada en papel con polietileno y sacos de polipropileno bajo condiciones ambientales de la cámara con 0.30 y 0.44 mg respectivamente. Además el peso seco por plántula determinado en la semilla envasada en este último envase bajo el ambiente natural fue inferior ( $\alpha = 0.05$ ) al resto de los tratamientos, con un valor de 2.26 mg (Cuadro 4.10).

Así mismo, en la Figura 4.15 se observa que a los cuatro meses la semilla envasada en latas de lámina conservó un buen vigor en los tres ambientes, así como una ligera disminución del vigor en la semilla almacenada en frasco de vidrio bajo las condiciones del cuarto frío. También se observa una drástica caída de este atributo de calidad en la semilla almacenada tanto en bolsas de papel con polietileno como en sacos de polipropileno bajo el ambiente de la cámara.

A los 10 meses de almacenamiento, los tratamientos formados por los envases de vidrio en los tres ambientes y los envases de lámina, papel con polietileno y sacos de polipropileno bajo el ambiente del cuarto frío, resultaron superiores ( $\alpha = 0.05$ ) a los tratamientos de envases de lámina bajo cámara (1.77 mg) y ambiente natural (1.37 mg), y

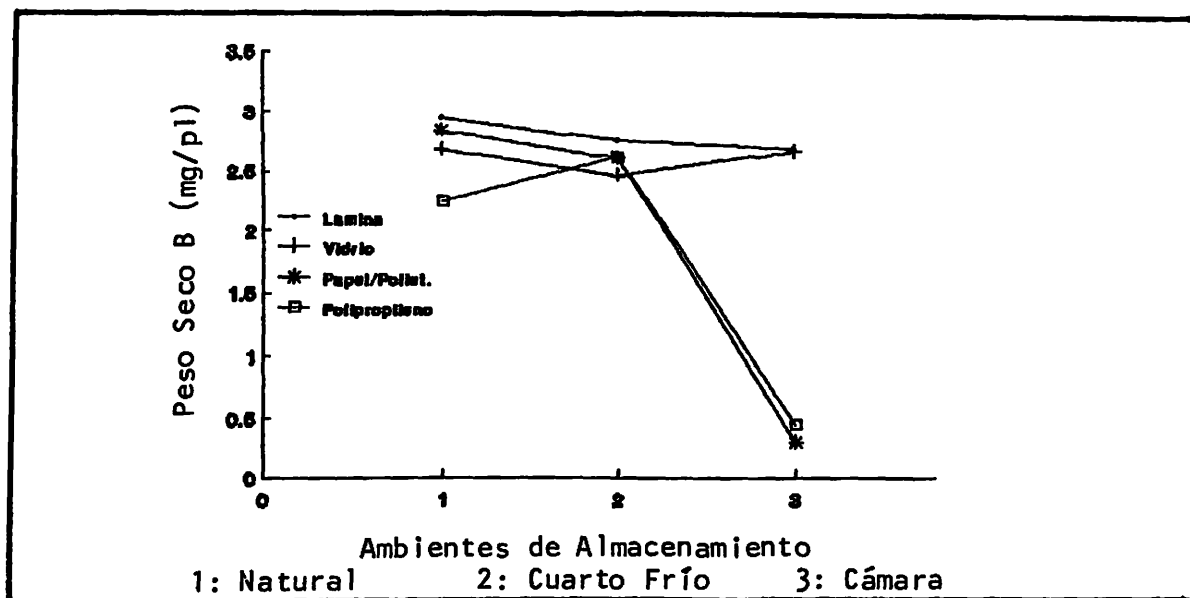


Figura 4.15. Respuesta del peso seco de plántulas (mg/pl) de semilla de chile jalapeño almacenada en 4 tipos de envase bajo 3 ambientes, durante 4 meses.

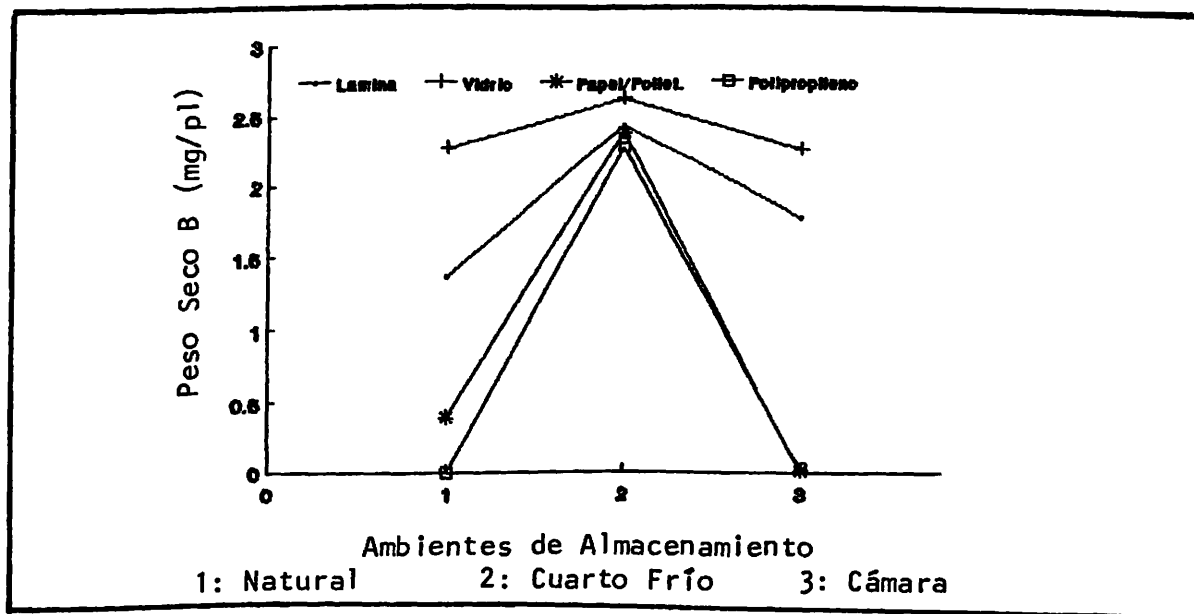


Figura 4.16. Respuesta del peso seco de plántulas (mg/pl) de semilla de chile jalapeño almacenada en 4 tipos de envase bajo 3 ambientes, durante 10 meses.

envases de papel con polietileno en este último ambiente con 0.40 mg (Cuadro 4.10).

Además en la Figura 4.16 se observa a los 10 meses, como este atributo de calidad se mantiene en la semilla almacenada en frasco de vidrio bajo los tres ambientes, mientras que en la semilla envasada en lata de lámina el más alto valor de peso seco (2.43 mg) se obtuvo en el ambiente del cuarto frío. Se observa también como este índice de vigor, es influenciado por el ambiente de almacenamiento, sobre todo cuando la semilla se envasó en bolsas de papel con polietileno y sacos de polipropileno, ya que el peso seco por plántula disminuyó considerablemente en ambiente natural. Así como también cayó totalmente este índice de vigor, al someterse la semilla en esos envases bajo el ambiente de la cámara.

#### Experimento Chile Serrano

De acuerdo a los cuadrados medios de las dos modalidades para este índice de vigor, no se encontró significancia para ningún factor en la modalidad de peso seco total entre plántulas normales (A). En cambio la modalidad B resultó en general con una alta significancia ( $\alpha = 0.01$ ) entre ambientes, entre envases y su interacción, para los dos muestreos donde se evaluó; no obstante, se obtuvieron valores de coeficiente de variación de 22.65 y 24.47 por ciento respectivamente (Cuadro 4.11).

Cuadro 4.11 Cuadrados medios del peso seco de plántulas de chile serrano, durante 8 meses de almacenamiento de la semilla en 3 ambientes y 4 tipos de envase.

F.V.	G.L.	MESES DE ALMACENAMIENTO			
		4		8	
		MODALIDADES			
		A	B	A	B
A	2	0.17	2.35**	0.05	3.49**
B	3	0.61	1.40**	0.11	3.03**
AB	6	0.42	0.55*	0.47	0.89**
Error	24	0.415	0.163	0.361	0.110
C.V. (%)		25.52	22.65	26.42	24.47

\* Significativo al 0.05

\*\* Significativo al 0.01

Cuadro 4.12 Comparación de medias de peso seco de plántulas (mg/pl) de chile serrano, durante 8 meses de almacenamiento de la semilla en 3 ambientes y 4 tipos de envase.

AMBIENTES	ENVASES	MESES DE ALMACENAMIENTO		
		0	4	8
Natural (Bodega)	Lámina	2.30	2.13ab*	1.56a
	Vidrio		2.32a	2.06a
	Papel/poliet.		1.38bc	0.47b
	Polipropileno		1.96ab	0.05b
Controlado (Cuarto frío) (H.R. 75%; T. 16°C)	Lámina	2.30	2.12ab	1.81a
	Vidrio		2.12ab	2.09a
	Papel/poliet.		2.13ab	2.08a
	Polipropileno		2.12 ab	1.96a
Controlado (Cámara) (H.R. 82±6%; T. 25°C)	Lámina	2.30	1.64ab	1.46a
	Vidrio		2.27a	2.05a
	Papel/poliet.		0.50d	0.15b
	Polipropileno		0.73cd	0.60b

\* Medias en columna con la misma letra, son estadísticamente iguales (Duncan al 0.05)

Al comparar las medias de peso seco de la modalidad B para los 12 tratamientos a los cuatro meses, se observa que los más altos valores se lograron en los envases de vidrio, tanto en el ambiente natural como en la cámara y por el contrario, los valores más bajos de peso seco se encontraron en los envases de papel con polietileno y sacos de polipropileno con 0.50 y 0.73 mg por plántula respectivamente (Cuadro 4.12). Así mismo, se observa en la Figura 4.17 como los cuatro envases casi se comportaron igual bajo el ambiente del cuarto frío, en tanto que en los otros ambientes, la calidad de la semilla en términos de peso seco varió considerablemente, en especial bajo la cámara.

A los ocho meses de almacenamiento, se observa que los tratamientos donde se almacenó la semilla en envases de papel con polietileno y sacos de polipropileno, tanto en ambiente natural como en la cámara, permitieron un peso seco muy bajo e iguales entre sí. En cambio el resto de los tratamientos fueron superiores a los anteriores e iguales entre sí ( $\alpha = 0.05$ ) con valores entre 1.46 y 2.09 mg por plántula (Cuadro 4.12). Por otro lado, la Figura 4.18 indica la superioridad del envase de vidrio en los tres ambientes, seguido por el envase de lámina. Además se observa como la semilla en los mismos tipos de envase de papel con polietileno y sacos de polipropileno su calidad en términos de este índice de vigor estuvo en función del ambiente de almacenamiento.

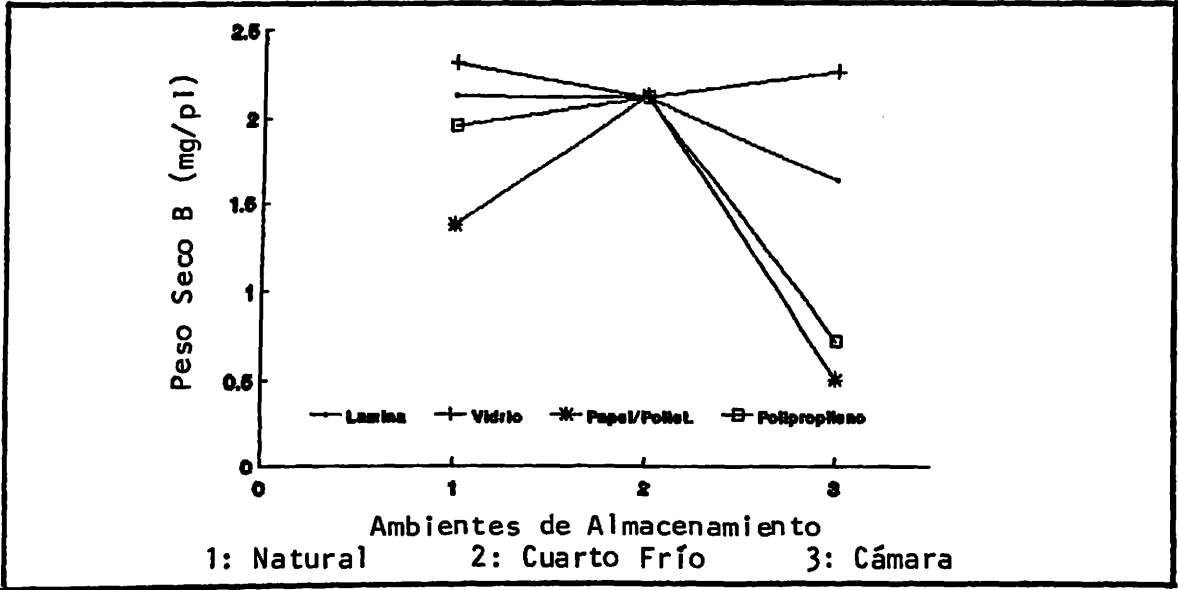


Figura 4.17. Respuesta del peso seco de plántulas (mg/pl) de semilla de chile serrano almacenada en 4 tipos de envase bajo 3 ambientes, durante 4 meses.

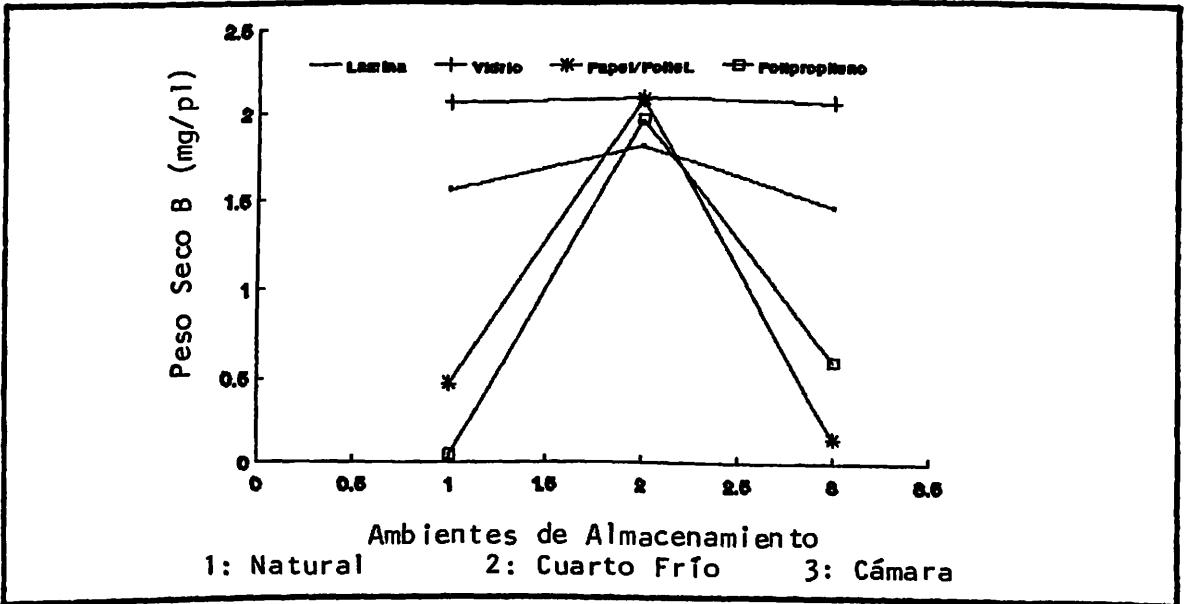


Figura 4.18. Respuesta del peso seco de plántulas (mg/pl) de semilla de chile serrano almacenada en 4 tipos de envase bajo 3 ambientes, durante 8 meses.

## Emergencia (%)

Experimento: Chile Jalapeño

Los cuadrados medios para porcentaje de emergencia (Cuadro 4.13) indican una respuesta altamente significativa ( $\alpha = 0.01$ ) de la semilla a los factores en estudio y su interacción. Además resultó en el último muestreo un coeficiente de variación de 22.39 por ciento.

Cuadro 4.13 Cuadrados medios de emergencia de semilla de chile jalapeño, durante 10 meses de almacenamiento en 3 ambientes y 4 tipos de envase.

F.V.	G.L.	MESES DE ALMACENAMIENTO				
		2	4	6	8	10
A	2	138.4**	1315.7**	1341.9**	606.7*	1756.4*
B	3	243.5**	774.1**	961.9**	1406.6*	2114.1*
AB	6	100.2**	390.7**	416.5**	269.3*	271.9*
Error	24	5.012	11.958	14.236	14.412	41.629
C.V. (%)		4.69	7.98	9.22	12.76	22.39

\* Significativo al 0.05

\*\* Significativo al 0.01

En el Cuadro 4.14 se muestra la comparación de medias de los tratamientos para cada muestreo, en éste se observa que después de dos meses, el mejor envase fue el de vidrio en los tres ambientes, con emergencias mayores de 62.8 por ciento. Por el contrario, resultó con el valor más bajo de emergencia, la semilla envasada en sacos de polipropileno bajo las condiciones ambientales de la cámara con 19.7 por ciento (Cuadro 4.14).



Cuadro 4.14 Comparación de medias de emergencia (%) de la semilla de chile jalapeño, almacenada durante 10 meses en diferentes condiciones.

AMBIENTES	MESES DE ALMACENAMIENTO						
	0	2	4	6	8	10	
Natural (Bodega)	Lámina	64.5	59.0 ab*	58.5 ab	57.6 ab	39.8 c	11.4 c
	Vidrio		64.0 a	65.4 a	61.0 a	55.0 ab	50.0 ab
	Papel/poliet.		51.0 c	49.5 bc	44.6 cd	16.0 d	0.2 d
	Polipropileno		52.6 bc	44.6 c	39.8 d	2.0 e	0.0 d
Controlado (Cuarto Frío) (H.P. 75%; T. 16°C)	Lámina	64.5	55.5 bc	56.0 ab	53.6 abc	55.4 ab	56.0 a
	Vidrio		62.8 a	62.3 a	60.0 a	58.5 a	52.4 ab
	Papel/poliet.		58.4 abc	58.7 ab	58.5 ab	49.4 b	38.9 ab
	Polipropileno		54.2 bc	57.8 ab	45.0 cd	38.3 c	31.9 b
Controlado (Cámara) (H.R. 92-6%; T. 25 ± 2°C)	Lámina	64.5	54.8 bc	54.8 abc	47.0 bcd	39.0 c	33.5 b
	Vidrio		63.0 a	62.0 a	63.0 a	59.4 a	57.9 a
	Papel/poliet.		52.5 bc	4.8 d	0.0 e	0.0 e	0.0 d
	Polipropileno		19.7 d	2.5 d	3.8 e	0.2 e	0.0 d

\* Medias en columna con la misma letra son estadísticamente iguales. (Duncan al 0.05).  
La significancia estadística está establecida para cada muestreo.

A los cuatro meses, la respuesta de la semilla a los tratamientos (Cuadro 4.14), en términos generales fue similar a la ocurrida en el anterior muestreo, pues resultó un decremento drástico en esta variable al almacenar la semilla en envases de papel con polietileno y sacos de polipropileno bajo el ambiente de la cámara con 4.8 y 2.5 por ciento respectivamente.

Después de seis meses de almacenamiento, la calidad de la semilla en porcentaje de emergencia se conservó adecuadamente, al mantenerse en frasco de vidrio tanto en condiciones favorables como desfavorables de ambiente (Cuadro 4.14). Se obtuvo también una disminución de la emergencia en la semilla almacenada en envase de lámina bajo el ambiente de la cámara en el que bajó hasta 47.8 por ciento, seguida la disminución de este parámetro por la semilla envasada en sacos de polipropileno en el cuarto frío con 45 por ciento, así como por los envases de papel con polietileno y sacos de polipropileno bajo el ambiente natural con 44.6 y 39.8 por ciento respectivamente. Así mismo en este muestreo, la semilla almacenada en bolsas de papel con polietileno en ambiente de cámara bajó hasta cero por ciento de emergencia.

A los ocho meses, el mejor envase siguió siendo el frasco de vidrio bajo los tres ambientes, con porcentajes de emergencia mayores de 55 por ciento. Además se encontró que los promedios de emergencia de la semilla envasada en latas

de lámina tanto en condiciones del ambiente natural como de la cámara fueron estadísticamente iguales a la semilla colocada en sacos de polipropileno bajo el ambiente del cuarto frío; así como superiores ( $\alpha = 0.05$ ) a las medias de emergencia de la semilla envasada en bolsas de papel con polietileno y sacos de polipropileno de 16.0 y 2.0 por ciento respectivamente (Cuadro 4.14).

Después de 10 meses de almacenamiento, aunque con porcentajes de emergencia menores que los anteriores muestreos, el envase de vidrio sobresalió significativamente en los tres ambientes (Cuadro 4.14).

#### Conservación de Calidad de la Semilla

El porcentaje de emergencia de la semilla de chile jalapeño bajo el ambiente natural, se comportó de manera diferente en los cuatro envases (Figura 4.19); en frasco de vidrio, disminuyó un 15 por ciento la calidad inicial (65 por ciento) a los 10 meses de almacenamiento. Para la semilla en lata de lámina, el porcentaje de emergencia cayó drásticamente después de los seis meses, hasta alcanzar 11.4 por ciento a los 10 meses. Así mismo, el decremento de la emergencia de la semilla en los envases de papel con polietileno y sacos de polipropileno, se agudizó después de los seis meses, hasta caer totalmente al finalizar el tiempo de almacenamiento.

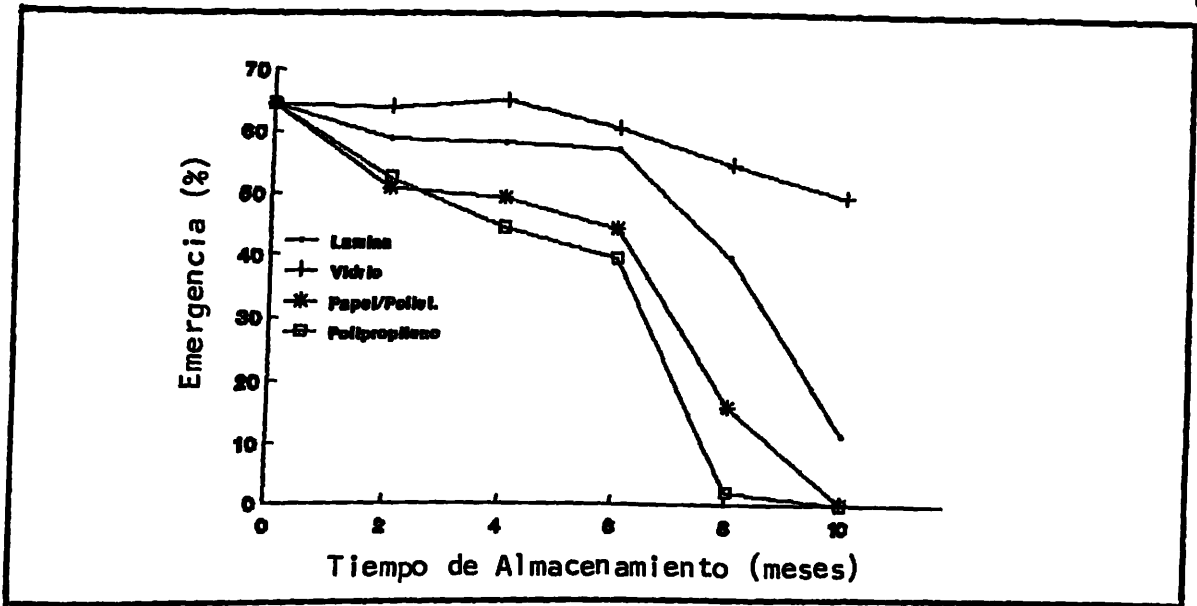


Figura 4.19. Comportamiento de emergencia (%) de semilla de chile jalapeño en ambiente natural, durante 10 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase.

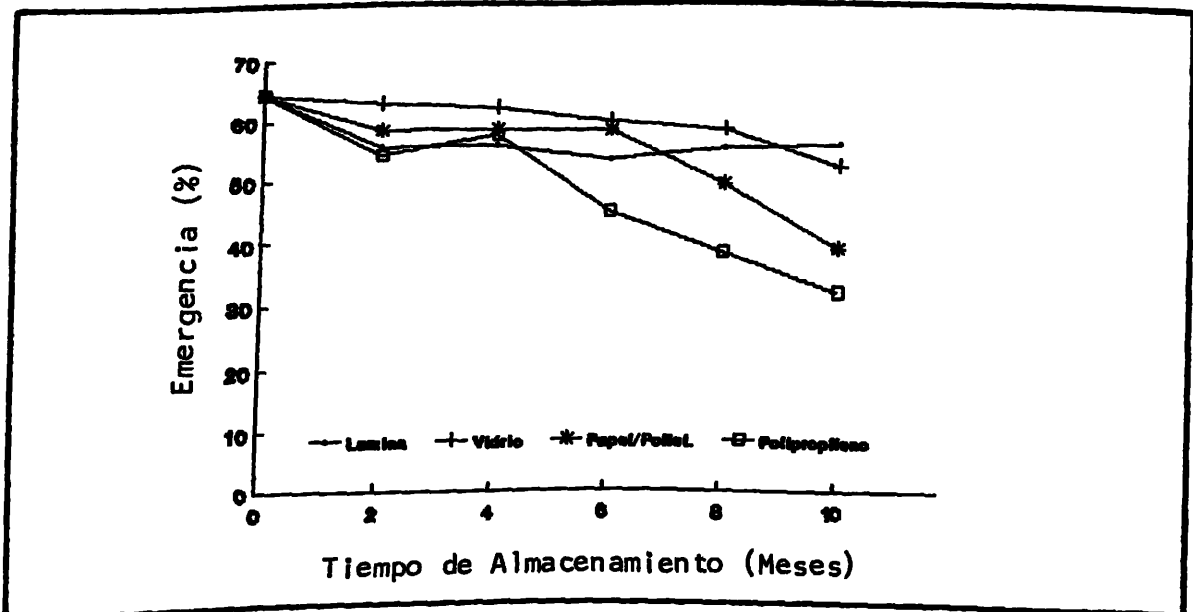


Figura 4.20. Comportamiento de emergencia (%) de semilla de chile jalapeño en ambiente del cuarto frío, durante 10 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase.

En el ambiente del cuarto frío (Figura 4.20), se tuvieron porcentajes de emergencia alrededor de 60 por ciento en los cuatro envases hasta los cuatro meses. Sin embargo a los 10 meses de almacenamiento, los envases de vidrio y lámina resultaron con porcentajes de emergencia similares, y los envases de papel con polietileno y sacos de polipropileno tuvieron un decremento de la calidad en la semilla hasta 38.9 y 31.9 por ciento respectivamente.

Bajo el ambiente de la cámara, en frasco de vidrio se conservó una calidad de la semilla alrededor de 60 por ciento de emergencia hasta los 10 meses. En cambio para lata de lámina, el decremento de la emergencia llegó hasta 33.5 por ciento, en ese mismo tiempo. Por otro lado, en los envases la emergencia casi cayó totalmente a los cuatro meses (Figura 4.21).

#### Experimento: Chile Serrano

En el Cuadro 4.15 se presentan los cuadrados medios del porcentaje de emergencia para los cuatro muestreos, donde se observan diferencias altamente significativas ( $\alpha = 0.01$ ) entre los ambientes, entre envases y su interacción. Siendo el más alto coeficiente de variación de 16.26 por ciento para el muestreo realizado a los seis meses de almacenamiento.

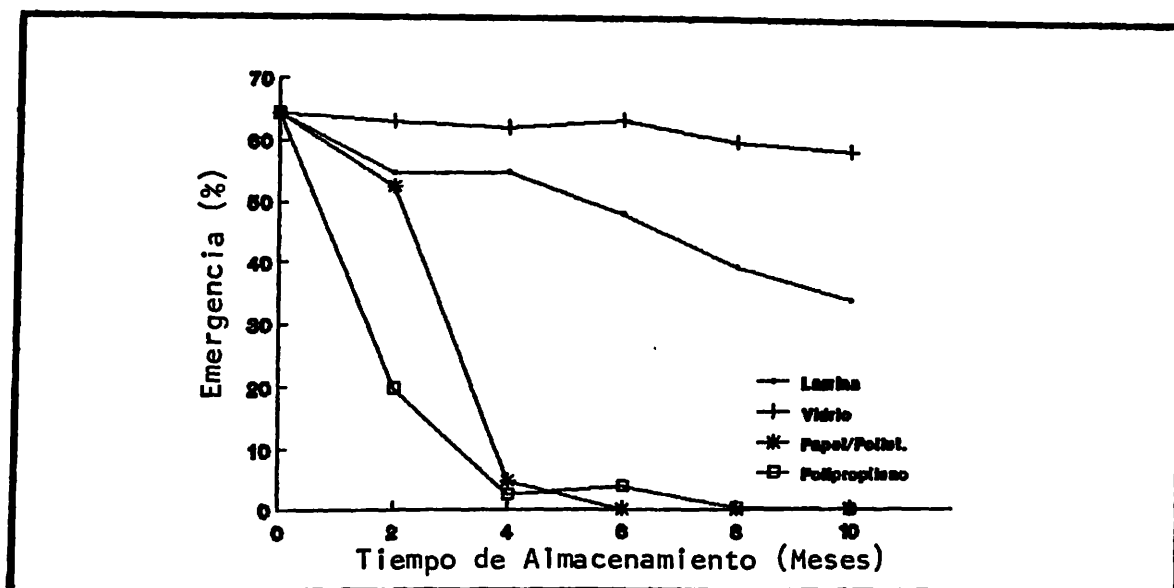


Figura 4.21. Comportamiento de emergencia (%) de semilla de chile jalapeño en ambiente de cámara, durante 10 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase.

Cuadro 4.15 Cuadrados medios de emergencia de semilla de chile serrano, almacenada durante 8 meses en 3 ambientes y 4 tipos de envase.

F.V.	G.L.	MESES DE ALMACENAMIENTO			
		2	4	6	8
A	2	108.7**	1448.4**	1384.7**	2618.8**
B	3	400.6**	980.7**	2351.6**	1834.8**
AB	6	136.0**	386.5**	403.0**	347.8**
Error	24	15.36	36.27	38.15	14.98
C.V. (%)		6.34	11.24	16.26	12.12

\*\* Significativo al 0.01

A los dos meses de almacenamiento, la Prueba de Duncan mostró que con el uso de los envases de lámina y vidrio en los ambientes natural y cámara, así como el envase de vidrio bajo el ambiente del cuarto frío, proporcionaron un buen porcentaje de emergencia, como se observa en el Cuadro 4.16 con valores mayores de 83.9 por ciento.

Cuadro 4.16 Comparación de medias de emergencia (%) de la semilla de chile serrano, almacenada durante 0 meses en 3 ambientes y 4 tipos de envase.

AMBITOS	ENVASES					8
	0	2	4	6	8	
Natural (Bodega)	Lámina	86	83.9 ab*	84.0 a	53.7 ab	20.0 d
	Vidrio		84.1 ab	82.1 a	70.3 a	49.0 bc
	Papel/poliet.		78.1 bc	63.0 bc	10.0 c	0.7 e
	Polipropileno		76.0 bc	55.8 c	3.6 c	0.7 e
Controlado (Cuarto Frío) (H.P. 75%; T. 16°C)	Lámina	86	75.1 bc	73.8 abc	55.9 ab	56.0 ab
	Vidrio		85.0 ab	77.0 ab	67.4 ab	62.0 a
	Papel/poliet.		75.2 bc	77.5 ab	58.0 ab	52.0 abc
	Polipropileno		73.0 c	73.8 abc	50.0 b	53.0 ab
Controlado (Cámara) (H.P. 82.6%; T. 25±2°C)	Lámina	86	87.8 a	74.2 ab	51.4 ab	40.2 c
	Vidrio		80.3 a	74.6 ab	63.9 ab	55.8 ab
	Papel/poliet.		58.5 d	12.2 d	1.5 c	0.0 e
	Polipropileno		45.5 e	12.8 d	1.7 c	0.3 e

Medias en columna con la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan al 0.05). La significancia estadística está establecida para cada muestreo.

Después de cuatro meses de almacenamiento, la Prueba de Rango Múltiple indicó. (Cuadro 4.16) en el ambiente natural que los porcentajes de emergencia en los envases de lámina y vidrio fueron iguales y superiores ( $\alpha = 0.05$ ) a los otros dos envases que resultaron con porcentajes de 63.0 y 55.8 por ciento para papel con polietileno y sacos de polipropileno respectivamente. Para el ambiente del cuarto frío, los cuatro envases resultaron iguales entre sí, con valores mayores de 73.8 por ciento, además fueron iguales a los mejores envases del ambiente anterior. Respecto al ambiente de la cámara, la respuesta de los envases fue similar a lo ocurrido en ambiente natural, aunque, en este último ambiente resultaron los envases de papel con polietileno y sacos de polipropileno con porcentajes de emergencia muy bajos, siendo de 12.2 y 12.8 respectivamente.

A los seis meses de almacenamiento, la Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) mostró (Cuadro 4.16) que en ambiente natural, el porcentaje de emergencia de la semilla en frasco de vidrio fue igual al encontrado en semilla envasada en lata de lámina, siendo diferentes y superiores ( $\alpha = 0.05$ ) a los otros envases. En ambiente del cuarto frío, el porcentaje de emergencia fue igual ( $\alpha = 0.05$ ) en los cuatro envases. No obstante, bajo el ambiente de la cámara, resultaron los envases con una respuesta similar a la ocurrida en ambiente natural.



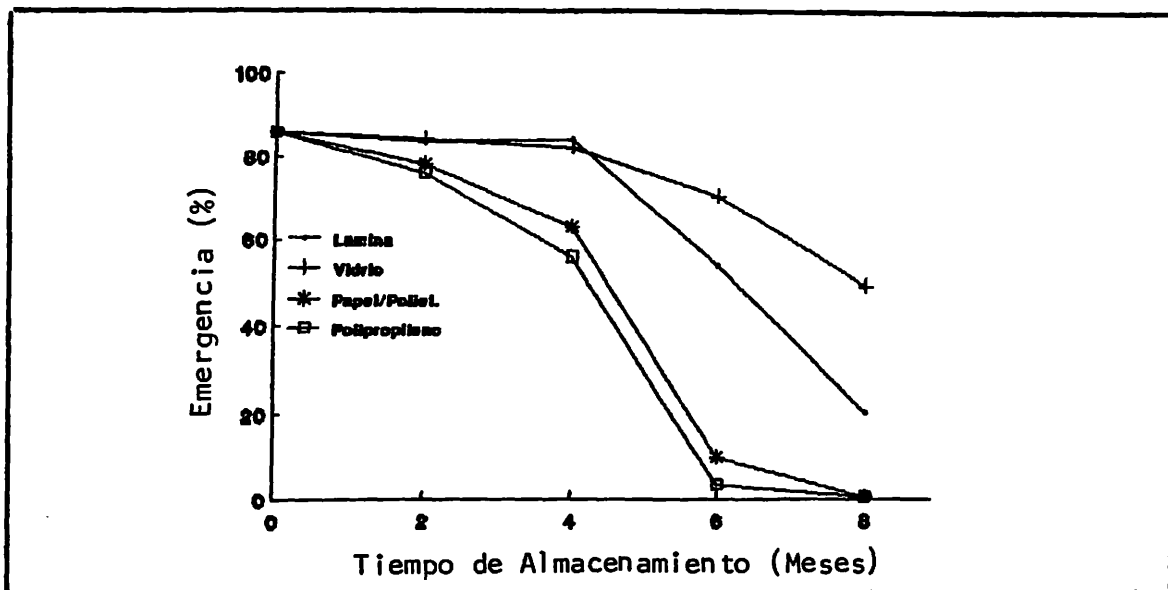


Figura 4.22. Comportamiento de emergencia (%) de semilla de chile serrano en ambiente natural, durante 8 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase.

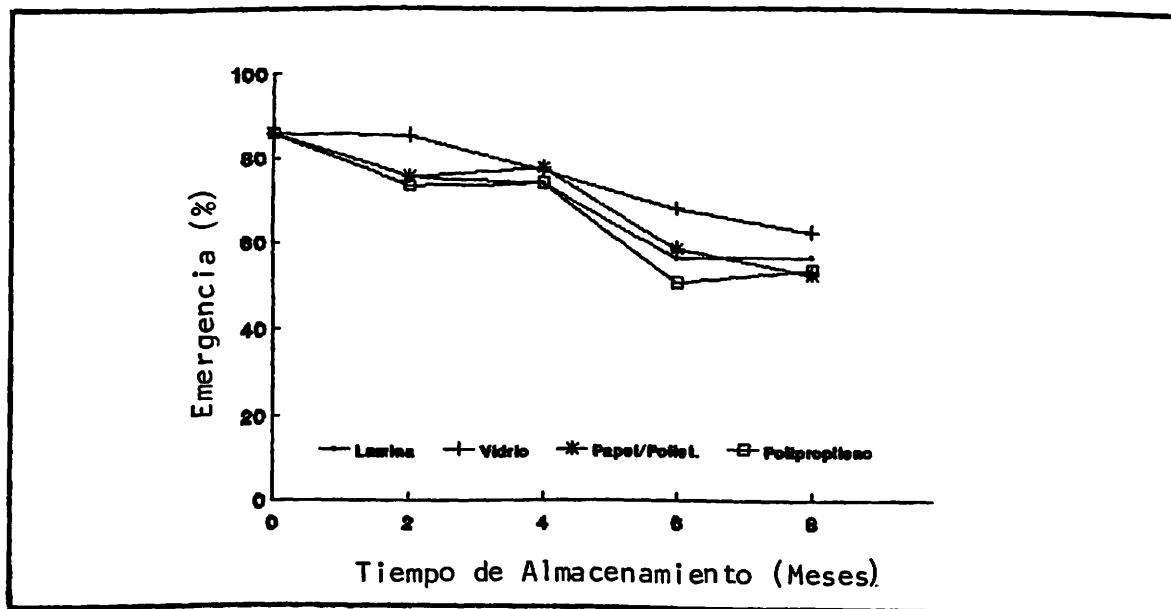


Figura 4.23. Comportamiento de emergencia (%) de semilla de chile serrano en ambiente del cuarto frío, durante 8 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase.

Después de ocho meses de almacenamiento, la Prueba de Medias indicó (Cuadro 4.16) que los más altos porcentajes de emergencia se lograron en la semilla almacenada en los cuatro envases del cuarto frío, así como en la semilla del frasco de vidrio del ambiente en cámara con porcentajes mayores de 52 por ciento. Seguidos por los tratamientos conformados por envase de vidrio en ambiente natural (49 por ciento) y lata de lámina en cámara con 40.2 por ciento. Así como por el porcentaje de emergencia de la semilla envasada en lata de lámina bajo ambiente natural con 20 por ciento y por los envases de papel con polietileno y sacos de polipropileno, tanto bajo ambiente natural como en cámara, donde alcanzaron casi el cero de emergencia.

#### Conservación de la Calidad de la Semilla

Bajo el ambiente natural, porcentajes de emergencia arriba de 80 por ciento se encontraron en la semilla en latas de lámina y frascos de vidrio hasta los cuatro meses. Para los otros envases, únicamente se logró conservar un porcentaje de emergencia cercano a 80 por ciento a los dos meses de almacenamiento (Figura 4.22).

En el cuarto frío, los cuatro envases presentaron una calidad de la semilla alrededor de 75 por ciento de emergencia, hasta los cuatro meses (Figura 4.23).

Por otro lado, en la cámara se retuvo una alta calidad de la semilla (88 por ciento de emergencia) en los envases de lámina y vidrio a los dos meses. En cambio para ese mismo tiempo de almacenamiento, la calidad de la semilla fue baja en los otros envases (Figura 4.24).

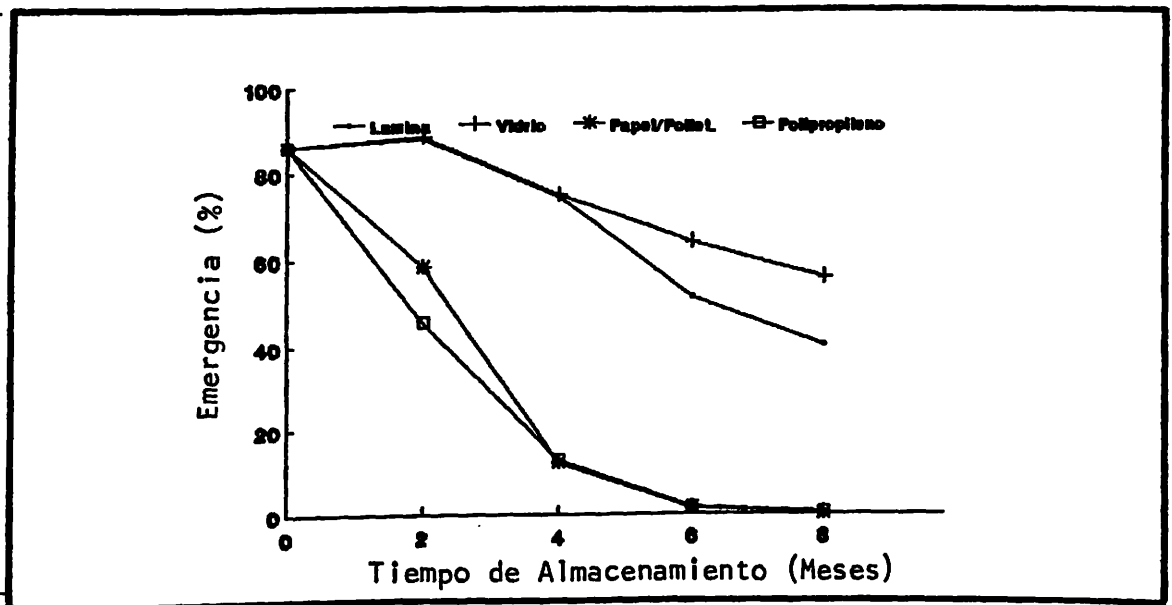


Figura 4.24. Comportamiento de emergencia (%) de semilla de chile serrano en ambiente de cámara, durante 8 meses de almacenamiento en 4 tipos de envase.

## Micoflora

### Experimento: Chile Jalapeño

Los resultados de micoflora en la semilla de chile jalapeño almacenada por 10 meses, se muestran en el Cuadro 4.17, donde se aprecia que el desarrollo de Aspergillus spp. fue en un 100 por ciento para la semilla

envasada, en sacos de polipropileno, tanto bajo el ambiente natural como en la cámara; encontrándose en la semilla envasada en latas de lámina bajo el ambiente natural un 73 por ciento, seguido por la semilla en bolsas de papel con polietileno en ambiente de la cámara con un 33.3 por ciento de invasión por hongos. El resto de los tratamientos presentó una invasión muy baja.

#### Experimento: Chile Serrano

En el Cuadro 4.18 se indican los resultados del porcentaje de invasión de hongos en la semilla de chile serrano bajo diferentes condiciones de almacenamiento, encontrándose a los ocho meses muy bajos porcentajes de semilla invadida por Aspergillus spp. en los cuatro envases bajo los tres ambientes.

Cuadro 4.17 Contenido de humedad, germinación y micoflora de semilla de chile jalapeño, almacenada por 10 meses en 3 ambientes y 4 tipos de envase.

AMBIENTES	ENVASES	C.H. (%)	GERMINAC. (%)	INFECCION POR HONGOS* (%)
Natural (Bodega)	Lámina	14.86	37.5	73.3
	Vidrio	5.82	61.2	6.6
	Papel/poliet.	11.55	10.6	3.3
	Polipropileno	28.29	0.0	100.0
Controlado (Cuarto frío) (H.R. 75%; T. 16°C)	Lámina	8.78	66.8	6.6
	Vidrio	5.76	68.6	3.3
	Papel/poliet.	9.58	65.0	3.3
	Polipropileno	9.96	62.0	3.3
Controlado (Cámara) (H.R. 82±6%; T. 25°C)	Lámina	8.59	48.5	3.3
	Vidrio	5.78	60.2	3.3
	Papel/poliet.	10.99	0.2	33.3
	Polipropileno	10.61	0.5	100.0

\* Los principales grupos que se identificaron son:  
Aspergillus ochraceus, A. flavus, A. clavatus y A. niger.

Cuadro 4.18 Contenido de humedad, germinación y micoflora de semilla de chile serrano, almacenada por 8 meses en 3 ambientes y 4 tipos de envase.

AMBIENTES	ENVASES	C.H. (%)	GERMINAC. (%)	INFECCION POR HONGOS* (%)
Natural (Bodega)	Lámina	9.62	62.6	0.0
	Vidrio	4.22	86.0	3.3
	Papel/poliet.	11.16	18.4	0.0
	Polipropileno	17.86	1.8	3.3
Controlado (Cuarto Frío) (H.R. 75%; T. 16°C)	Lámina	9.02	85.7	0.0
	Vidrio	4.39	88.0	6.6
	Papel/poliet.	9.51	84.4	3.3
	Polipropileno	10.10	81.0	0.0
Controlado (Cámara) (H.R. 82±6%; T. 25°C)	Lámina	9.92	83.6	0.0
	Vidrio	4.56	85.7	3.3
	Papel/poliet.	10.46	5.3	3.3
	Polipropileno	10.31	7.3	3.3

\* Aspergillus ochraceus.

## Coeficientes de Correlación General

Experimento: Chile Jalapeño

Los coeficientes de correlación entre la capacidad de germinación y peso seco de plántulas como índice de vigor, así como con emergencia se presentan en el Cuadro 4.19, donde se observa una alta correlación entre la germinación y las otras dos variables de calidad en los muestreos donde se realizó su determinación.

Cuadro 4.19 Coeficientes de correlación para germinación respecto a peso seco de plantulas y emergencia de semilla de chile jalapeño, durante 10 meses de almacenamiento.

VARIABLE	GERMINACION (%)	ECUACION
	2 MESES	
Peso seco (mg/pl)	0.86**	$Y = -7.85 + 1.02(x)^1$
Emergencia (%)		
	4 MESES	
Peso seco (mg/pl)	0.98**	$Y = -0.85 + 0.063(x)$
Emergencia (%)	0.97**	$Y = -7.5 + 1.01(x)$
	6 MESES	
Peso seco (mg/pl)	0.96**	$Y = 0.30 + 0.858(x)$
Emergencia (%)		
	8 MESES	
Peso seco (mg/pl)	0.96**	$Y = 0.47 + 0.81(x)$
Emergencia (%)		
	10 MESES	
Peso seco (mg/pl)	0.99**	$Y = -0.4 + 0.051(x)$
Emergencia (%)	0.91**	$Y = -2.19 + 0.83(x)$

<sup>1</sup> x = Germinación (%).

\*\* Significativo al 0.01.

Experimento: Chile Serrano

Al igual que en el experimento anterior, el porcentaje de germinación de la semilla correlacionó significativamente con peso seco de plántulas y emergencia en campo e invernadero, solamente que la semilla de Chile serrano se almacenó hasta los ocho meses (Cuadro 4.20).

Cuadro 4.20 Coeficientes de correlación para germinación respecto a peso seco de plántulas y emergencia de semilla de Chile serrano, durante 8 meses de almacenamiento.

VARIABLE	GERMINACION (%)	ECUACION
	2 MESES	
Peso seco (mg/pl)		
Emergencia (%)	0.94**	$Y = -19.8 + 1.24(x)^1$
	4 MESES	
Peso seco (mg/pl)	0.82**	$Y = -0.31 + 0.034(x)$
Emergencia (%)	0.95**	$Y = -3.54 + 0.92(x)$
	6 MESES	
Peso seco (mg/pl)		
Emergencia (%)	0.95**	$Y = -6.16 + 0.82(x)$
	8 MESES	
Peso seco (mg/pl)	0.92**	$Y = -0.19 + 0.031(x)$
Emergencia (%)	0.96**	$Y = -6.08 + 0.76(x)$

<sup>1</sup> x = Germinación (%).

\*\* Significativo al 0.01.

## 5. DISCUSION

Debido a la similitud de los resultados de las variables de calidad en ambos experimentos, se hace la discusión en forma general, o sea por variable de calidad y comparando los dos estudios.

### Contenido de Humedad

El comportamiento del contenido de humedad de los dos tipos de semilla de chile, bajo las condiciones de almacenamiento evaluadas en este estudio, concuerda con lo mencionado por Harrington (1973) en el sentido de que las semillas ganan o pierden humedad rápidamente, dependiendo del medio ambiente alrededor de ellas y alcanzan un contenido de humedad en equilibrio con la humedad relativa del aire. Dependiendo esto del tipo de recipiente en que se encuentren.

De acuerdo a las condiciones del ambiente natural de almacenamiento (Figura 4.1), la humedad relativa hasta junio fluctuó alrededor del 70 por ciento y considerando el valor aproximado de 10 por ciento en la humedad de la semilla de chile jalapeño y serrano en sacos de polipropileno, su relación coincide en términos generales con lo que indica



Agrawal (1987) para semilla de chile a temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$ . Sin embargo, no concuerdan los valores de contenido de humedad en equilibrio de ambos tipos de semilla en ese envase, para el muestreo en el mes de octubre; probablemente debido a los efectos combinados de la humedad relativa y temperatura (Harrington, 1973), así como al calor ocasionado por la actividad metabólica de las semillas y de microorganismos asociados, que aumentan la temperatura de la masa de semillas (Delouche, 1978; Carvalho e Nakagawa, 1983). Además en humedades relativas arriba de 80 por ciento del ambiente natural, el contenido de humedad de la semilla de chile jalapeño (27.6 por ciento) fue más alto que el de las semillas de serrano (17.8 por ciento) en envases de polipropileno. La diferencia en la capacidad para absorber la humedad, no dependió mucho de la composición química de la semilla, puesto que los porcentajes de grasa, proteína y fibra cruda fueron muy similares en los dos tipos de semilla (Cuadro 3.1). No obstante, es posible que sea debido a la cantidad de semilla que se envasó por unidad experimental, dado que para semilla de jalapeño fue 50 gramos, mientras que en semilla de serrano fue 24 gramos; así como también pudiera influir el tamaño de la semilla, siendo que la de chile jalapeño tiene mayor área de exposición.

Bajo el ambiente del cuarto frío con promedios de humedad relativa de 75 por ciento y temperatura de  $16^{\circ}\text{C}$ , los dos tipos de semilla en sacos de polipropileno resultaron con humedad en equilibrio alrededor del 10 por ciento, en la

75  
mayoría de los muestreos. Lo cual no concuerda con la relación que reporta Agrawal (1987) para una humedad relativa del 75 por ciento; posiblemente la temperatura de 16°C influyó en parte para que no se alcanzara el contenido de humedad de 11 por ciento. Además es importante señalar que bajo una humedad relativa de 75 por ciento en el cuarto frío, un lote de semilla de chile jalapeño o serrano que se secó hasta seis o cinco por ciento de humedad, puede alcanzar un contenido de humedad de 10 a 11 por ciento en dos meses; esto indica por otro lado, que al envasar el lote de semilla de chile con esa humedad en latas de lámina (453 grs), se incrementa más la humedad por la respiración de la semilla y microorganismos, ocasionando en un corto tiempo un deterioro total de la calidad de la semilla; lo anterior sugiere la necesidad de disminuir la humedad relativa de este ambiente o tan pronto se seque la semilla, deberá colocarse en los envases sellados con un contenido de humedad no mayor de seis por ciento (Harrington, 1973; Justice y Bass, 1978 y Carvalho e Nakagawua, 1983).

Por otro lado, en el ambiente con promedios de humedad relativa de  $82 \pm 6$  por ciento y temperatura de 25°C, los resultados de contenido de humedad de la semilla de chile jalapeño y serrano en los envases de papel con polietileno y sacos de polipropileno, en términos generales coinciden con la relación que menciona Agrawal (1987).

En relación a la permeabilidad de los envases, la respuesta del contenido de humedad de la semilla de chile jalapeño y serrano a los envases de lámina y papel con polietileno, no coincidió con la clasificación que hace de ellos Harrington (1963), debido quizá a que la tapa utilizada después del primer muestreo en la lata de lámina permitió la entrada de humedad, y en el otro envase, la bolsa de plástico proporcionó cierto grado de impermeabilidad. Así mismo, la dirección, tasa y cantidad de humedad de la semilla en estos envases, estuvieron posiblemente controlados por la temperatura y la humedad relativa del ambiente de almacenamiento, tasa de transmisión de vapor de humedad del envase, contenido de humedad en equilibrio de la semilla y el volumen de aire libre dentro del envase (Bass, 1979).

Por otro lado, el comportamiento de la humedad de la semilla de chile serrano en latas de lámina selladas (Cuadro A.3), sugiere una buena eficiencia de este envase para conservar la humedad inicial de la semilla.

Además el comportamiento diferente de la humedad de la semilla en el envase permeable respecto a los semipermeables, indica como el punto de equilibrio con la humedad relativa se logra a diferente tiempo de almacenamiento, lo cual pone de manifiesto la importancia del tipo de envase para proteger la semilla, entre otros, contra los factores climáticos (Harrington, 1973).

## Capacidad de Germinación

Analizando los resultados de los tres ambientes, se tiene que la disminución de la calidad de la semilla de chile jalapeño encontrada en el ambiente natural para el mes de junio (muestreo a los seis meses), tal vez sea debido principalmente al deterioro acumulado durante los seis meses. En cambio la drástica caída de la germinación de los dos tipos de semilla de chile, tanto a los dos meses en la cámara como para agosto en ambiente natural, parece ser producto de los efectos combinados de las altas humedades relativas y temperaturas que prevalecieron (Delouche et al., 1973; Harrington, 1973). La anterior respuesta coincide con lo encontrado por Doijode (1988) para semilla de chile bell, en que la más baja calidad (cero de germinación) se obtuvo al ser almacenada la semilla en ambiente natural o adverso.

Respecto a la respuesta de la germinación de la semilla de chile jalapeño y serrano al tipo de envase en general, es semejante a los resultados obtenidos por Popovska et al. (1981) en el hecho de que la germinación disminuyó gradualmente y no con la misma intensidad en los diferentes envases.

Por los resultados obtenidos en los 12 tratamientos de almacenamiento para los dos tipos de semilla, se puede decir que su pérdida de germinación se debió principalmente

al efecto del ambiente y tipo de envase. Así, tenemos por ejemplo que a los 10 meses para semilla de chile jalapeño (Cuadro 4.4), no hubo diferencia en su germinación (arriba de 62 por ciento) entre envases bajo el ambiente del cuarto frío, lo que sugiere la importancia del ambiente, ya que en condiciones naturales y bajo la cámara la germinación estuvo en función del tipo de envase.

Además la conservación de la calidad de cada tipo de semilla de chile fue afectada por las condiciones ambientales, tipo de envase y tiempo de almacenamiento. Sin embargo, los resultados de germinación al finalizar el tiempo de almacenamiento en el envase de polipropileno bajo el ambiente natural no concuerdan con lo indicado por Popovska et al. (1981). Puesto que ellos encontraron la más alta germinación de la semilla de chile en sacos de tela a los tres años; tal vez esto se debió a que fueron ambientes con climas muy diferentes.

Por otro lado, el ligero descenso de la germinación (nueve por ciento) en semilla de jalapeño envasada en frasco de vidrio bajo los ambientes natural y en cámara, posiblemente sea a consecuencia de su baja calidad inicial (70 por ciento) principalmente. Puesto que la semilla de chile serrano con 89 por ciento de germinación en calidad inicial, bajo similares condiciones de almacenamiento no disminuyó su germinación, siendo el tiempo de almacenamiento de diciembre a febrero (dos meses), la

diferencia entre los dos estudios (Carvalho e Nakagawa, 1983).

Así mismo, las condiciones de humedad relativa más la temperatura, en grados Fahrenheit, cuya suma fue 135 en el ambiente del cuarto frío, proporcionó un almacenamiento satisfactorio, en términos de germinación de la semilla de chile jalapeño y serrano bajo los envases permeables a los 10 y ocho meses respectivamente. Lo cual difiere ligeramente con la recomendación general de que esta suma sea de no más de 126 (FAO, 1983).

Debido a la longevidad de la semilla de chile (James et al. 1961). Es necesario prolongar estos estudios para cuantificar los efectos del tiempo de almacenamiento y la temperatura (arriba de 25°C) en la semilla en envases impermeables, ya que en los trabajos realizados por James et al. (1961) y Thakur et al. (1988) se demuestra claramente el efecto del tiempo de almacenamiento, así como la temperatura a los cinco años en chile bell (Doijode, 1988).

#### Peso Seco de Plántulas

La falta de significancia de los factores en estudio para la modalidad A, en términos generales sugiere que el peso seco total entre plántulas normales no logra detectar una tendencia definida del vigor de la semilla de chile por

efecto de los tratamientos de almacenamiento (Cuadros 4.9 y 4.11).

Sin embargo, la modalidad (B) donde se manejó el peso seco total entre el número de semillas puestas en la prueba de germinación estándar, fue sensible para indicar que el vigor de los dos tipos de semilla de Chile es afectado severamente por las condiciones adversas de almacenamiento, lo cual concuerda en parte con lo que reporta Doijode (1988) donde el peso seco disminuyó al cabo de cinco años hasta 0.1 mg por plántula bajo condiciones naturales o adversas.

#### Emergencia

Los relativamente altos coeficientes de variación (12.12 - 22.39 por ciento) presentados en los dos experimentos para los últimos dos muestreos (Cuadros 4.13 y 4.15), pudieran explicarse por los altos y bajos valores de emergencia que se tuvieron de los tratamientos.

No obstante, que el porcentaje de emergencia de los dos tipos de semilla de Chile siguió un comportamiento muy similar al parámetro germinación ( $r^2 \geq 0.86$ ), en los mejores tratamientos disminuyó considerablemente la emergencia en los últimos cuatro meses; posiblemente se debió por un lado al tipo de suelo que impuso una fuerte barrera a la emergencia de las plántulas, y por otro lado, también esa

81  
falta de capacidad de las plántulas para emerger se debió a una disminución del vigor de la semilla. Por lo que es justificable para un almacenamiento que asegure un alto vigor de la semilla hasta tres años, realizar un ajuste en la humedad relativa y/o temperatura del ambiente, de tal forma que cuando la semilla de chile sea colocada en envases permeables, la sumatoria de los factores climáticos sea igual a 120, siempre y cuando la temperatura en grados Fahrenheit contribuya con no más de la mitad del total (Bass, 1967); sin embargo, cuando la semilla de chile se envase a bajos contenidos de humedad en recipientes impermeables (frascos de vidrio, latas selladas), la temperatura no deberá exceder los 15°C.

#### Micoflora

El porcentaje de invasión por hongos de almacén en la semilla de chile jalapeño, aumentó conforme se incrementó su contenido de humedad; sin embargo, a pesar de que algunos tratamientos presentaron bajos porcentajes de invasión por hongos de almacén, las semillas tuvieron los mismos porcentajes de germinación (cerca del cero por ciento) que las semillas que presentaron altos porcentajes de invasión por hongos (Cuadro 4.17). Lo cual sugiere que la pérdida de la germinación no se debe a la acción de los hongos sino a procesos fisiológicos de la semilla que se aceleran con la humedad y la temperatura del almacenamiento (Moreno, 1977; y Kulik, 1973). Además en semilla de chile serrano se



corroborara más claramente lo anterior, pues en aquellos tratamientos con altos contenidos de humedad y bajo porcentaje de invasión por hongos en la semilla, casi se perdió totalmente la germinación (Cuadro 4.18).

Así mismo, en la semilla de chile jalapeño envasada en bolsas de papel con polietileno, por su humedad que alcanzó y dada la temperatura en los ambientes natural y en cámara, se esperarían porcentajes de invasión por hongos mayores de 3.3 y 33.33 por ciento respectivamente (Christensen, 1972 y 1973). Posiblemente esa respuesta sea debido a que el papel y el polietileno actuaron como barrera para el desarrollo óptimo de las esporas del patógeno.

No obstante, que en los envases permeables bajo el cuarto frío se alcanzaron contenidos de humedad en la semilla de chile jalapeño aptos para el crecimiento de los hongos de almacén (Cuadro 4.17), la temperatura de 16°C no permitió una expresión óptima de estos patógenos (Christensen, 1972).

Por otro lado, en semilla de chile serrano (Cuadro 4.18), tanto en tratamientos con altos contenidos de humedad en la semilla como en aquellos con baja humedad, la invasión por hongos de almacén fue muy baja (3.3 - 6.6 por ciento), pensándose en la posibilidad de que el alto contenido de capsaicinoides (pungencia) del fruto de chile serrano, inhibió el desarrollo de hongos, ya que la variedad

Tampiqueño 74 tiene 20,000 Unidades Scoville que lo sitúan en una escala de 6.7 (Villalon, 1986), lo cual pudiera inhibir el crecimiento de los hongos de almacén, como lo hace en hongos de campo (Ward et al. 1973).

## 6. CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis y discusión de los resultados obtenidos, se derivaron las siguientes conclusiones:

1. El comportamiento de los envases estudiados de acuerdo a su permeabilidad fue: Impermeable el frasco de vidrio, semipermeable la bolsa de papel con polietileno, y permeable el saco de polipropileno. La lata de lámina con tapa de papel aluminio colocada al perforar las latas en el primer muestreo, no se comportó como envase impermeable por la remoción de la tapa en cada muestreo .
2. Debido a los altos contenidos de humedad (10 por ciento) de los dos tipos de semilla de chile alcanzados en el cuarto frío, la humedad relativa de éste no es apta para la conservación de la calidad de la semilla de chile en envases permeables.
3. La germinación y el vigor de la semilla de chile jalapeño y serrano, disminuyó

gradualmente aunque no con la misma intensidad en los tres ambientes y cuatro envases.

4. Las condiciones de humedad relativa y la temperatura, en grados Fahrenheit, cuya sumatoria fue igual a 135 en el cuarto frío permitieron conservar en envases permeables la germinación de la semilla de chile jalapeño, hasta los 10 meses de almacenamiento y en semilla de serrano a los ocho meses.
5. Las condiciones de humedad relativa y temperatura que prevalecieron de febrero a junio en el ambiente natural (Bodega) afectaron ligeramente el vigor y la germinación de la semilla de chile jalapeño y serrano en los envases permeables.
6. Aun en ambientes adversos, los frascos de vidrio fueron adecuados para conservar la calidad de la semilla de chile, hasta los 10 meses de almacenamiento para semilla de jalapeño y a los ocho meses para semilla de serrano.
7. El tiempo de almacenamiento contribuyó en la disminución del vigor y la germinación de los

dos tipos de semilla de chile.

8. La pérdida de la calidad fisiológica de la semilla de chile jalapeño y serrano, no se debió a la acción de los hongos de almacén sino a procesos metabólicos de la semilla que se aceleraron de acuerdo a las condiciones en que se almacenó.

## 7. RESUMEN

Debido a los problemas de almacenamiento de semilla de chile en el trópico húmedo y subhúmedo, se llevaron a cabo dos experimentos, con el objetivo de evaluar el efecto de las condiciones de almacenamiento sobre la calidad de la semilla de chile jalapeño var. Espinalteco y serrano var. Tampiqueño 74; se estudiaron tres ambientes: Natural (Bodega en Altamira, Tamps.), controlado en cuarto frío (75 por ciento de humedad relativa y 16°C de temperatura) y controlado en cámara (82 ± 6 por ciento de humedad relativa y 25 ± 2°C de temperatura). En cada ambiente se evaluaron los envases siguientes: Lata de lámina con tapa, frasco de vidrio, bolsa de papel con polietileno y sacos de polipropileno. La semilla de chile jalapeño fue almacenada durante 10 meses, mientras que la de serrano por ocho meses. Las variables utilizadas para evaluar la calidad de la semilla fueron el contenido de humedad, capacidad de germinación, peso seco de plántulas, emergencia en invernadero y campo, así como la cuantificación de micoflora al final del almacenamiento.

La permeabilidad al paso de vapor de humedad de los envases en los tres ambientes fue: Impermeable el frasco de vidrio, semipermeables la lata de lámina con tapa y bolsa de papel con polietileno, y permeable el saco de polipropileno.

La germinación y el vigor de la semilla de chile jalapeño y serrano, disminuyó gradualmente aunque no con la misma intensidad en los tres ambientes y cuatro envases.

Las condiciones de humedad relativa y temperatura en grados Fahrenheit, del cuarto frío y cuya sumatoria fue igual a 135, fue propicia para conservar la germinación de la semilla de chile jalapeño que disminuyó de 70 a 62 por ciento, y en serrano de 89 a 81 por ciento, hasta los 10 y ocho meses de almacenamiento respectivamente.

Aún en ambientes adversos, la semilla de los dos tipos de chile en envases de vidrio, se conservó satisfactoriamente hasta finalizar el tiempo de almacenamiento evaluado en cada caso.

Además, el tiempo de almacenamiento contribuyó en el decremento del vigor y la germinación de los dos tipos de semilla de chile.

Finalmente, los hongos de almacén no fueron determinantes en la disminución de la germinación de la semilla de chile jalapeño y serrano.

## 8. LITERATURA CITADA

- Agrawal, P.K. 1987. Seed storage and packaging. In: Agrawal, P.K. and Dadlani, M. (Ed.). Techniques in seed science and technology. South Asian Publishers. New Delhi, India. p. 149-159.
- Bass, L:N. 1967. Controlled atmosphere and seed storage. Seed Sci. Tech. 1: 463-492. The Netherlands.
- \_\_\_\_\_ . 1979. Physiological and other aspects of seed preservation. In: Irwin Rubenstein, Ronald L. Phillips, Charles E. Green and B.G. Gengenbach (Ed.). The Plant Seed: Development, Preservation and Germination. Academic Press. New York. U.S.A. p. 145-170.
- Carvalho, N.M. de e J. Nakagawa. 1983. Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção. Zed. Campinas, Fundação Cargill. Brasil. 429 p.
- Christensen, C.M. 1972. Micoflora and Seed Deterioration. In: Roberts, E.H. (Ed.). Viability of Seeds. Syracuse University Press. Chapman and Holl. Ltd. U.S.A. p. 59-93.
- \_\_\_\_\_ . 1973. Loss of viability in storage: micoflora. Seed Sci. and Tech. 1: 547-562. The Netherlands.
- Delouche, J.C., R.K. Matthes, G.M. Dougherty and A. H. Boyd. 1973. Storage of seed in subtropical and tropical regions. Seed Sci. Tech. 1: 661-700. The Netherlands.
- Delouche, J.C. 1978. Preceptos para el almacenamiento de la semilla. En: Boyd, A.H. y R. Echandi. (Comp.). Seminario Internacional sobre Tecnología de Semillas para Centroamérica, Panama y El Caribe. Univ. Edo. Miss. San Jose, Costa Rica. p. 218-255.
- Doijode, S.D. 1988. Studies on biochemical changes on deterioration in bell pepper seeds. Capsicum Newsletter. Institute of Plant Breeding and Seed Production. 7: 60-69. Italy.
- Fisher, I. 1982. Studies on storage conditions affecting the germinating capacity of capsicum seed. Hort. Abst. 2976. 52(5): 282. U.S.A.



- Food Agricultural Organization (FAO). 1983. Guía para la tecnología de las semillas de hortalizas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación. Italia. 94 p.
- Harman, G.E. and T.E. Stasz. 1986. Influence of Seed Quality on Soil Microbes and Seed Rots. In: S.H. West (Ed.). Physiological-Pathological Interactions Affecting Seed Deterioration. CSSA Special Publication Num. 12. Wisconsin, U.S.A. p. 11-37.
- Harrington, J.F. 1963. The value of moisture-resistant containers in vegetable seed packing. Calif. Agr. Exp. Stat. Bull. 792. 23 p. U.S.A.
- \_\_\_\_\_ . 1972. Seed storage and longevity. In: Kozlowski, T.T. Seed Biology. Academic Press. New York. p. 145-217.
- \_\_\_\_\_ . 1973. Biochemical basis of seed longevity. Seed Sci. Tech. 1: 453-461. The Netherlands.
- International Seed Testing Association. 1985. International Rules for Seed Testing. Seed Sci. Tech. 13(12): 520 p. The Netherlands.
- James, E., L.N. Bass and D.C. Clark. 1961. Longevity of vegetable seeds stored 15 to 30 years at Cheyenne, Wyoming. Amer. Soc. Hort. Sci. 84: 527-534. U.S.A.
- Justice, O.L. and L.N. Bass. 1978. Principles and practices of seed storage. Agr. Handbook No. 506. USDA. Washington, D.C. U.S.A. p. 7-26.
- Kulik, M.M. 1973. Susceptibility of stored vegetable seeds to rapid invasion by *Aspergillus amstelodami* and *A. flavus* and effect on germinability. Seed Sci. Tech. 1: 799-803. The Netherlands.
- Moreno, M.E. 1977. Los hongos y la calidad de los granos y semillas. Bol. Soc. Mex. Mic. 11: 127-135. Mexico.
- \_\_\_\_\_ . 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 383 p.
- \_\_\_\_\_ . 1988. Manual para la identificación de hongos en granos y sus derivados. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 109 p.
- Popovska, H.P., L.T. Mladenovski and M. Mihajlovski. 1981. The influence of packing over germination of papper and tomato seeds. Acta Hort. 111: 281-285. U.S.A.

- Thakur, P.C., S. Joshi, T.S. Verma and K.S. Kapoor. 1988. Effect of storage period of germination of sweet papper seeds. Capsicum Newsletter. Institute of Plant Breeding and Seed Production. 7: 58-59. Italy.
- Villalon, B. 1986. 'Hidalgo' Serrano Pepper. Hort. Sci. 21(3): 540-541. U.S.A.
- Ward, E.W., C.H. Unwin and A. Stoessl. 1973. Postinfectional inhibitors from plants. VII. Tolerance of capsidiol by fungal pathogens of pepper fruit Can. J. Bot. 51: 2327-2332. Canada.

## A P E N D I C E   A

Cuadrados Medios de Contenido de Humedad y  
Calidad de Semilla de Chile Serrano

Cuadro A.1 Cuadrados medios del contenido de humedad de semilla de chile jalapeño, durante 10 meses de almacenamiento en 3 ambientes y 4 tipos de envase.

F.V.	G.L.	MESES DE ALMACENAMIENTO							
		2	4	6	8	10			
Ambientes (A)	2	20.540**	16.799**	4.940**	8.381**	163.339**			
Envases (B)	3	51.538**	59.360**	17.612**	64.659**	165.670**			
(A x B)	6	15.249**	4.510**	0.949**	6.253**	67.579**			
Error	24	0.161	0.259	0.066	0.786	1.938			
P.V. (2)		4.99	6.04	3.25	9.81	12.938			

\*\*

Significativo al 0.01

Cuadro A.2 Cuadrados medios del contenido de humedad de la semilla de chile serrano, durante 8 meses de almacenamiento en 3 ambientes y 4 tipos de envase.

F.V.	G.L.	MESES DE ALMACENAMIENTO			
		2	4	6	8
Ambientes (A)	2	1.980**	3.080**	0.632**	19.929**
Envases (B)	3	74.856**	24.573**	62.563**	111.834**
(A x B)	6	1.676**	0.952**	0.411**	13.824**
Error	24	0.095	0.156	0.097	0.099
D.V. (%)		4.03	5.29	3.62	3.39

\*\*

Significativo al 0.01

Cuadro A.3 Calidad de semilla de chile serrano, después de 8 meses de almacenamiento en 3 ambientes y en 3 tipos de envase.

AMBIENTES	ENVASES	C.H. (%)	GERMINACION (%)	PIESO SECO (mg/pl)	EMERGENCIA (%)
Natural (Bodega)	Lámina	9.61	62.6	1.56	20.0
	Lámina sellado*	4.98	85.0	1.95	62.0
	Vidrio	4.22	86.0	2.06	49.0
Controlado (Cuarto Frío) (H.P. 75%; T. 16 C)	Lámina	9.02	85.7	1.81	56.0
	Lámina sellado	5.25	87.0	2.10	56.3
	Vidrio	4.39	88.0	2.09	62.0
Controlado (Cámara) (H.P. 82 6%; T. 25 C)	Lámina	9.92	83.6	1.46	40.2
	Lámina sellado	4.98	82.0	1.99	54.0
	Vidrio	4.56	85.7	2.05	55.8

\* Tratamientos extras.

**A P E N D I C E    B**

**Los Compuestos Capsaicinoides para el Control de  
Hongos de Almacén**

## Los Compuestos Capsaicinoides para el Control de Hongos de Almacén en Semillas

De acuerdo a la invasión por hongos de almacén obtenida en semilla de chile serrano y a la necesidad de controlar estos patógenos en otro tipo de semillas (amilaseas), especialmente en climas tropicales y subtropicales, es importante considerar los compuestos capsaicinoides en el control de hongos de almacén para un almacenamiento seguro de ese tipo de semillas.

Lo anterior podría lograrse tratando ese tipo de semillas con un material pulverizado a base de capsaiscinoides, obtenido de frutos secos de chile de alta pungencia.