

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



VIABILIDAD DE LA SEMILLA DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense*)

SECADO BAJO DIFERENTE TEMPERATURA

P O R

ADAN ADAME GALLARDO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

VIABILIDAD DE LA SEMILLA DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense*) SECADO BAJO DIFERENTE TEMPERATURA

TESIS

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

POR

ADAN ADAME GALLARDO

REVISADO POR EL COMITÉ ASESOR



Ph.D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA
ASESOR PRINCIPAL



M.C. EDGARDO CERVANTES ÁLVAREZ
ASESOR



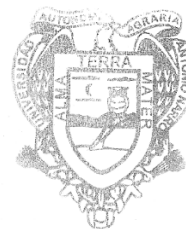
Dr. JORGE LUIS VILLALOBOS ROMERO
ASESOR



M.C. JOSE GUADALUPE GONZÁLEZ QUIRINO
ASESOR



Dr. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**TESIS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DE H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN


POR

ADAN ADAME GALLARDO

APROBADA



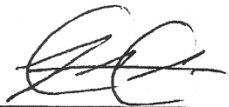
Ph.D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA
PRESIDENTE



M.C. EDGARDO CERVANTES ÁLVAREZ
VOCAL



Dr. JORGE LUIS VILLALOBOS ROMERO
VOCAL



M.C. JOSE GUADALUPE GONZÁLEZ QUIRINO
VOCAL SUPLENTE



Dr. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DE 2013

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, por permitirme terminar mis estudios y darme una carrera que tenía como meta, hoy se cumple en una Universidad como la Narro, Gracias a mi Alma Terra Mater.

A mi comité de asesores: Ph.D. Vicente De Paul Alvarez Reyna, Dr. Jorge Luis Villalobos Romero, M.C Edgardo Cervantes Alvarez, así como a todas las personas que de alguna forma permitieron que esta investigación se realizara

A mis profesores que más que catedráticos son grandes amigos que en los momentos más difíciles de mi carrera me apoyaron para continuar.

A mis compañeros que durante cuatro años y medio, compartimos momentos de alegría, de tristezas, pero que de alguna manera seguimos adelante y logramos el objetivo que teníamos propuesto.

A mis amigos: Laura Héctor Alejandro Daniel Alonso Joel y Néstor que más que amigos son como mis hermanos por su apoyo moral en toda la trayectoria de mi carrera gracias

DEDICATORIA

A **Dios**, por permitirme terminar esta etapa de mi vida.

Con todo mi amor, respeto, agradecimiento y de manera especial a:

A MIS PADRES: María Guadalupe Gallardo Ríos y Rafael Adame Rodríguez por regalarme lo más preciado de este mundo que es la vida, por su amor, paciencia, enseñanza, y sobre todo porque llegamos a una meta más, cumpliendo con el objetivo propuesto.

A MI FAMILIA: A mis hermanos Isidro (chilo), Rafael, Marielena, y Adriana así como a mis tías Lourdes y María Por su apoyo moral y sentimental que me han brindado durante el trayecto de mi carrera y que me siguen dando incondicionalmente hasta estos momentos de mi vida. Gracias a ellos que es lo más bonito y preciado del mundo, les agradezco por este apoyo tan grande que me brindaron durante toda mi formación para tener una carrera profesional que sin su ayuda creo que no hubiera sido posible.

A MI NOVIA: María del Carmen Garcilozo Zaragoza por mostrarme su apoyo a lo largo de la realización de este trabajo con mucho amor para ella

ÍNDICE

| | |
|--|------------|
| AGRADECIMIENTO | I |
| DEDICATORIA | II |
| ÍNDICE | III |
| ÍNDICE DE CUADROS | V |
| ÍNDICE DE GRAFICA | V |
| ÍNDICE DE APÉNDICE..... | V |
| RESUMEN | VI |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. OBJETIVO | 4 |
| III.HIPÓTESIS | 4 |
| IV.REVISIÓN DE LITERATURA..... | 5 |
| 4.1. Generalidades | 5 |
| 4.1.1. Origen y distribución del chile habanero..... | 5 |
| 4.2. Clasificación taxonómica | 7 |
| 4.3. Planta | 7 |
| 4.3.1. Flor | 8 |
| 4.3.2. Fruto..... | 8 |
| 4.3.3. Semilla | 10 |
| 4.3.4. Desarrollo de la Semilla..... | 10 |
| 4.3.5. Germinación y Latencia..... | 15 |
| 4.3.6. Calidad de Semilla | 17 |
| 4.3.7. Madurez del Fruto y Extracción de Semillas | 19 |
| 4.4. Pungencia..... | 22 |
| 4.5. Importancia del cultivo a nivel nacional | 25 |
| 4.5.1. Principales usos | 27 |
| V.MATERIALES Y METODOS | 29 |
| 5.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera | 29 |
| 5.2. Aspectos climatológicos de la Comarca Lagunera. | 30 |

| | |
|---|-----------|
| 5.2.1. Clima..... | 30 |
| 5.2.2. Temperatura..... | 30 |
| 5.2.3. Precipitación..... | 31 |
| 5.2.4. Humedad Relativa..... | 31 |
| 5.3. Diseño experimental..... | 32 |
| 5.4. Variables a evaluar..... | 32 |
| 5.5. Actividades..... | 32 |
| 5.5.1. Selección de chile habanero y preparación para secado..... | 32 |
| 5.5.2. Secado de fruto para extracción de semilla..... | 33 |
| 5.5.3. Preparación de semilla de chile habanero..... | 34 |
| 5.5.4. Siembra en charolas para almacigo..... | 34 |
| 5.5.5. Evaluación de la germinación de semilla de chile habanero..... | 34 |
| VI.RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 36 |
| VII.CONCLUSIÓN..... | 38 |
| VIII.BIBLIOGRAFÍA..... | 39 |
| IX.APÉNDICE..... | 51 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Calidad del fruto de chile habanero (<i>Capsicum chinense</i>) de acuerdo a tamaño y peso..... | 9 |
| Cuadro 2. Clasificación de diferentes frutos del genero <i>Capsicum</i> de acuerdo a su pungencia..... | 24 |
| Cuadro 3. Principales países productores de chile en el 2008..... | 25 |
| Cuadro 4. Fecha y tiempo de duración de secado de chile habanero (<i>Capsicum chinense</i>) en la estufa a diferente temperatura. | 33 |
| Cuadro 5. Resultado de germinación de semilla (%)..... | 35 |
| Cuadro 6. Germinación de semilla de chile habanero (<i>Capsicum chinense</i>) secada a diferente temperatura. | 36 |

ÍNDICE DE GRAFICA

| | |
|--|----|
| Grafica 1. Germinación de semilla de chile habanero secada a diferente temperatura..... | 37 |
|--|----|

ÍNDICE DE APÉNDICE

| | |
|---|----|
| Apéndice 1. Germinación de semilla de chile habanero (<i>Capsicum chinense</i>) secada a diferente temperatura. | 51 |
| Apéndice 2. Germinación de semilla de chile habanero (<i>Capsicum chinense</i>) secada a diferente temperatura. | 51 |

RESUMEN

El exceso de humedad luego de realizada la cosecha es una de las causas principales de pérdidas importantes en la producción de los semilleros. De ahí que el objetivo inmediato a la cosecha, será lograr el contenido adecuado de humedad de las semillas (Morant, Miranda y Salomón; 2004). El tiempo total que consume el secado depende del porcentaje de humedad inicial de la semilla, de la velocidad de secado y del porcentaje de humedad final deseado (Morant, Miranda y Salomón; 2004).

El objetivo de este estudio fue evaluar la viabilidad de la semilla de chile habanero (*Capsicum chinense*) secado a diferentes temperaturas.

Se seleccionaron 50 chiles para el secado de los mismos bajo diferente temperatura los cuales fueron cosechados en el campo experimental de la “Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro”, ubicada en Periférico y Carretera a Santa Fe Km.1.5; Torreón Coahuila México; Se seleccionó chile para su secado a temperatura ambiente durante un periodo de 5 días los cuales fueron la muestra a comparar con respecto a los secados en la estufa. Felisa durante un periodo de 24 horas a cada una de las temperaturas (50, 55, 60, 65, 70 y 75°C). El diseño experimental utilizado fue bloques completamente al azar con siete repeticiones, donde se evaluaron las siguientes variables Se evaluó la viabilidad de la semilla de chile habanero (*Capsicum chinense*), secado bajo diferente temperatura las cuales

fueron a temperatura ambiente, 50, 55, 60, 65, 70 y 75°C. La diferencia entre La semilla secada a medio ambiente y 50°C presentan una viabilidad o germinavilidad igual. Sin embargo el chile secado a medio ambiente fue diferente a 55, 60, 65, 70 y 75°C. En la temperatura ambiente no se presenta el comportamiento con efecto en la viabilidad de la semilla de chile secada a diferente temperatura, a medida que aumenta la temperatura la germinavilidad disminuye.

Palabras Clave: viabilidad, germinación, temperatura, semilla y chile.

I. INTRODUCCIÓN

La importancia económica del chile se basa principalmente en la utilización de su fruto. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). El chile es a nivel mundial el quinto producto hortícola, por la superficie cultivada. El interés por este cultivo no se centra únicamente en su importancia económica y consumo humano; también se ha demostrado que el chile es una fuente excelente de colorantes naturales, minerales y vitaminas A, C y E.

El exceso de humedad luego de realizada la cosecha es una de las causas principales de pérdidas importantes en la producción de los semilleros. De ahí que el objetivo inmediato a la cosecha, será lograr el contenido adecuado de humedad de las semillas (Morant, Miranda y Salomón; 2004).

El tiempo total que consume el secado depende del porcentaje de humedad inicial de la semilla, de la velocidad de secado y del porcentaje de humedad final deseado (Morant, Miranda y Salomón; 2004).

EL Secado Natural: Se trata de la forma más antigua y clásica de lograr que la semilla adquiera niveles adecuados de humedad, que permitan su fácil conservación, lo que se alcanza generalmente con bastante posibilidad de éxito (Morant, Miranda y Salomón; 2004).

Sin embargo es evidente que consiste en un proceso lento, en el cual la semilla se encuentra demasiado expuesta a cambios climáticos impredecibles de humedad y temperatura (Morant, Miranda y Salomón; 2004).

Por lo tanto los semilleros donde se trabajan superficies muy amplias y con diferentes especies y variedades este método resulta poco práctico, no sólo por la mano de obra excesiva que consume sino porque no constituye un proceso que asegure que las semillas alcancen el porcentaje de humedad deseado para cada especie. (Morant, Miranda y Salomón 2004).

El secado artificial a altas temperaturas es un procedimiento para eliminar el exceso de humedad de los granos, más seguro que el secado natural, por ser menos dependiente de las condiciones climáticas; es más rápido y permite evitar algunos daños que ocurren durante el secado natural (BAKKER-ARKEMA.1987).

Como el fin primordial de la producción de semillas es mantener su poder germinativo, cuando es necesario secarlas, la temperatura máxima permisible para la mayoría de las especies es de 40°C. Por ello, la regulación de la temperatura en la secadora es muy importante, recomendándose que en la mayoría de los casos, la temperatura del aire de secado esté por debajo de los 60°C (BAKKER-ARKEMA.1987).

Estudios sobre la influencia de la temperatura en la germinación de la semilla son esenciales para entender los procesos bioquímicos y ecofisiológicos (Labouriau 1984, Ferreira y Borghetti 2004). Los efectos pueden ser evaluados a partir de los cambios causados en el porcentaje, velocidad y frecuencia relativa de la germinación en el tiempo de incubación (Labouriau y Pacheco 1978). El rango de temperatura apropiada es aquel donde ocurre el máximo de germinabilidad, registrando el más alto porcentaje de germinación en corto tiempo (Labouriau 1983).

II. OBJETIVO

Evaluar la viabilidad de la semilla de chile habanero (*Capsicum chinese*) secado a diferente temperatura.

III. HIPÓTESIS

La temperatura más adecuada para el secado de chile habanero (*Capsicum chinese*) no afecta la viabilidad de la semilla.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Generalidades

El nombre científico de la especie es *Capsicum chinense* y es de origen sudamericano. En México se siembra principalmente en la península de Yucatán, donde fue introducido probablemente desde Cuba, lo que podría explicar su nombre popular de habanero. El fruto tiene forma de un pequeño trompo redondo, que varía de 2 a 6 centímetros de largo por 2 a 4 de ancho, con una constricción en la base. Es de color verde claro en su estado tierno y de tono salmón, rojo, café, amarillo o naranja al madurar (Long-Solís, Janeth. 1998). Se considera el más picante del chile cultivado en México; se clasifica entre 200 mil y 300 mil unidades en la escala de Scoville para medir el picor del chile (Curry y colaboradores, 1999)

4.1.1. Origen y distribución del chile habanero

El chile habanero (*Capsicum Chinese*) como todos los capsicum es originario de América (Ochoa, 2005). En especial para la especie *capsicum chinese*, famosa por tener el más alto contenido de picante en el mundo. La región del amazonas es ubicada como el centro de origen (Trujillo, 2001, Gonzales et. al, 2006)

Se desconoce con exactitud el origen del chile habanero. Sin embargo se indica que es probable sea originario de América del sur, de donde fue introducido a Cuba aunque en la isla no se consume ni se siembra de ahí que fue trasladado a la península de Yucatán (Laborde, 1982). Sin embargo, indican que el centro de origen del chila habanero es Brasil (Amazonia, Ecuador y Perú). La mayor diversidad se encuentra en la región del Amazonas y su centro de origen es América del sur. Algunas variedades crecen en África y se reportan como las más picantes de todo el chile. (IBPGR, 1983).

El chile habanero (*Capsicum Chinese*) se considera domesticado en la amazonia. Ningún tipo de *C. chinense* silvestre es conocido y parece que el progenitor es el tipo silvestre de *C. frutescens*. Hasta hace poco tiempo se creía que este chile solo se producía satisfactoriamente en la península, pero se ha comprobado que se produce con buena calidad en Belice Guatemala, Honduras y Perú entre otros en donde incluso existe variabilidad genética. En la Republica Mexica se produce bien además de la Península de Yucatán, en Tabasco, Chiapas, Veracruz, Tamaulipas, y en Baja California Norte, específicamente en el Valle de San Quintín en donde la compañía peto seet produce toda la semilla de chile habanero que se vende actualmente en el mundo; también se ha reportado siembra en Morelos, Sonora, Guanajuato, Sinaloa y Jalisco.

4.2. Clasificación taxonómica

El chile habanero pertenece al género *Capsicum* cuyo significado se deriva del griego: *kapso* (picar) y *Kapsakes* (cápsula), (Nuez *et al.*, 2003). Según (Izco 2004) se clasifica de la siguiente manera.

| | |
|--------------|----------------|
| Reino | Vegetal |
| Subreino | Embriophyta |
| División | Angiospermae |
| Clase | Magnoliopsida |
| Subclase | Ranunculidae |
| Orden | Solanales |
| Familia | Solanáceae |
| Género | Capsicum |
| Especie | Chínense |
| Nombre común | Chile habanero |

4.3. Planta

Es de hábito de crecimiento determinado, se comporta como planta perenne (Soria *et al.*, 2000), su altura es variable pero en los cultivares puede oscilar entre 0.75 m y 1.20 m (Tun, 2001). Es de hábito de crecimiento erecto, densidad de ramificación inmediata, presenta escaso maco llamamiento (Trujillo, 2005).

El tallo es cilíndrico, tiene escasa pubescencia y su diámetro oscila entre 0.9 y 3.1 cm. Las hojas son de color verde oscuro, de forma tipo oval, presenta escasa pubescencia, su longitud es de 11.5 cm y ancho de 4.8 cm (Trujillo, 2001).

4.3.1. Flor

La floración se presenta entre los 80 y 100 días después del trasplante. La posición de las flores es intermedia. El color de la corola es blanco y su forma es redonda (Trujillo, 2001). Estos órganos se forman en cada ramificación y se pueden presentar racimos de hasta seis flores (Tun, 2001). Las flores son hermafroditas y frecuentemente se presentan con cinco sépalos, cinco pétalos y seis estambres. El ovario es supero, frecuentemente tri o tetra ocular y el estigma usualmente se encuentra a nivel de las anteras lo cual facilita la auto polinización (Guenkov, 1974, citado por Ramírez, 2003).

4.3.2. Fruto

Los frutos se presentan entre los 120 y 140 días después del trasplante cuya forma es tipo acampanado con tres lóculos en promedio (Trujillo, 2001), estos también son considerados una baya (López, 2003) con forma de un trompo redondo, que varía de 2 a 6 cm de largo por 2 a 4 cm de ancho, con una constricción en la base (López *et al.*, 2009).

Los frutos son de color verde en estado inmaduro, usualmente maduran en color rojo, anaranjado, amarillo e inclusive blanco. Esporádicamente se han encontrado algunos frutos de color café (Ochoa, 2001). El color del fruto del chile habanero maduro está determinado principalmente por la presencia de dos tipos de pigmentos: los carotenoides y antocianinas. La combinación en diferentes proporciones de estos dos pigmentos en el fruto, da lugar a los diferentes colores que se aprecian en las variedades cultivadas de Chile habanero (DOF, 2010). Todos los frutos de *C. chinense* tienen el mismo olor característico, independientemente del color de maduración (Ochoa, 2001).

La calidad es determinada por la apariencia del fruto, tamaño, peso unitario, firmeza y color (Soria *et al.*, 2000). En el Cuadro 1 se presentan algunas características para determinar la calidad del fruto.

Cuadro 1. Calidad del fruto de chile habanero (*Capsicum chinense*) de acuerdo a tamaño y peso.

| Categoría y tamaño de los frutos | Longitud (cm) | Ancho (cm) | Peso unitario(g) |
|---|----------------------|-------------------|-------------------------|
| Primera (grandes) | 5.5 | 3.5 | > 10 |
| Segunda (medianos) | 4.5 | 3 | 7.5-10 |
| Tercera (chicos) | 4 | 2 | 5.0- 7.5 |
| Rezaga | < 4.0 | < 2.0 | < 5.0 |

4.3.3. Semilla

La semilla presenta un color amarillo paja, superficie áspera, tamaño tipo intermedia y diámetro entre 3.5 y 4 mm. El peso de 1000 semillas varía de 6 a 8 g aproximadamente. Por fruto se pueden encontrar entre 20 y 50 semillas. Factor relacionado directamente con las condiciones ambientales en que se desarrolla el cultivo. El periodo de germinación es de 8 a 15 días (Trujillo, 2005).

4.3.4. Desarrollo de la Semilla

La formación, dispersión y germinación de la semilla son estados cruciales en el ciclo de vida de las plantas. La tolerancia a la desecación, movilidad de sustancias de reserva y habilidad para programar la germinación para el momento con las mejores condiciones ambientales son factores importantes en la sobrevivencia de muchas especies.

En la dieta humana, la semilla constituye una de las principales fuentes de alimentos (por ejemplo, cereales y legumbres). Estos cultivos a su vez dependen de la semilla y el establecimiento de nuevos cultivos cada año. Por ejemplo, en el cultivo de chile, éstas representan el principal método de reproducción (Nonogaki *et al.*, 2007).

La semilla, son estructuras complejas que consisten de tres componentes principales: el embrión que desarrolla en una planta vegetativa; endospermo que provee nutrimentos para el desarrollo del embrión durante los primeros estados de la plántula y testa que cubre al resto de los componentes para protegerlos y controlar la germinación (Bewley y Black, 2000; Blasiak *et al.*, 2006)

La formación de estas estructuras y adquisición de otras características se dividen en tres fases durante el desarrollo de la semilla: histodiferenciación, acumulación de reservas y adquisición de tolerancia a la desecación (Taiz y Zeiger, 2010). En cada uno de estos estados se incluye una serie de reacciones a nivel celular que determina el inicio y conclusión de los procesos mediante la activación o silenciamiento de miles de genes (Nonogaki *et al.*, 2007).

La diferenciación ocurre inmediatamente después de la polinización, cuando el ovulo se activa para iniciar el desarrollo de las principales estructuras de la semilla: el embrión, endospermo y cubiertas seminales. El crecimiento inicial de la semilla se debe a la división y al alargamiento celular que se completan en los primeros días de su formación (Bradford, 2004).

En la semilla de chile, el embrión proviene de un óvulo campilotropo por lo que está curvado sobre sí mismo. Consta del eje embrionario con dos cotiledones unidos al hipocotilo. La radícula dirigida hacia la región del hilio y la plúmula o epicótilo, de donde se forman las primeras hojas. Esta semilla en general tiene una forma aplastada hemidiscoidal, en donde el hilio se localiza en el lado más recto y tiene la superficie relativamente lisa sin aspecto pubescente (Nuez *et al.*, 2003).

Seguido a este crecimiento, se presenta la acumulación de reservas en órganos de almacenamiento; esto disminuye el contenido de humedad debido a que los materiales de reserva sustituyen el agua de las células (Bradford, 2004). En chile, el contenido de agua de la semilla declina en proporción con la acumulación de la materia seca, la cual resulta en un incremento de reservas pero ya sin presentarse incremento en el tamaño seminal (Blasiak *et al.*, 2006).

Las sustancias de reserva se transportan principalmente por el floema. La fuente más importante de éstas son las hojas, y en algunas plantas, los tejidos de los frutos verdes proveen cierta cantidad (Bradford, 2004). No existe conexión simplástica entre la cubierta seminal y embrión ni el endospermo; por lo tanto, los tejidos embrionarios reciben todos los nutrientes vía apoplástica (Patrick y Offler, 2001). Los compuestos específicos acumulados por la semilla varían entre especies pero se agrupan generalmente en carbohidratos, lípidos, proteínas y fitatos (Taiz y Zeiger, 2010).

En la semilla de chile es característico que el endospermo rodee al embrión y sea el principal material de reserva. Éste contiene una variedad de sustancias de reserva de las antes mencionadas; de las que, las proteínas y especialmente los carbohidratos son catalizados para liberar energía metabólica que se utiliza para el reinicio del crecimiento del embrión durante la germinación (Cochrane, 2000; Nuez *et al.*, 2003).

La deposición de estos materiales durante el desarrollo de la semilla de chile son descritos por Blasiak *et al.* (2006). Quienes observaron que a los 10 días después de antesis (dda) se depositan proteínas en las membranas de unas pequeñas vesículas en el embrión; sin embargo, los cuerpos proteicos bien conformados se observan en células del embrión hasta los 30-35 días después de antesis (dda) sugiriendo que se formaron de la fusión de las proteínas contenidas en las vesículas de los estados tempranos de embriogénesis. Mientras que los gránulos de almidón estuvieron presentes en las células de los cotiledones a partir de los 25 días después de antesis (dda) pero no en estados tardíos. Los lípidos y proteínas fueron las mayores reservas en los cotiledones a los 35 días después de antesis (dda), así como en embriones maduros.

La deshidratación de una semilla contribuye a la dispersión de ésta y permite su sobrevivencia durante largos periodos (Bradford, 2004). La tolerancia a desecación está dada por la síntesis de proteínas y azúcares específicos que se sintetizan durante las fases iniciales del desarrollo, cuando el contenido de ácido

abscísico es aún elevado, su acumulación se acelera durante la deshidratación, alcanzando el máximo en la madurez; debido a esto, las proteínas se conocen como abundantes en embriogénesis tardía (LEA por sus siglas en inglés). Éstas se caracterizan por componerse de aminoácidos hidrofílicos que las hacen solubles en agua y resistente a la desnaturalización causada por la alta temperatura. Se han encontrado evidencias de la presencia de estas proteínas en otros órganos de la planta como respuesta a estrés ambiental y a la acumulación de ácido abscísico; esto sugiere que éstas actúan en el mantenimiento de la conformación de la membrana celular durante la deshidratación (Bewley y Black, 2000; Bradford, 2004).

En semilla de chile dulce se observó la ausencia de LEA's en los estados iniciales de madurez de la semilla (40 días después de anthesis dda). Sin embargo, estas proteínas se expresaron con poca intensidad en semilla obtenida de frutos cosechados 50 días después de anthesis (dda) y almacenados 12 días. En semilla de 60 y 70 días después de anthesis (d d a) las proteínas se hicieron presentes en mayor cantidad indicando que su acumulación ocurre después del estado de maduración del fruto pues se asociaron a la etapa de madurez fisiológica, donde la semilla inicia con la adquisición de tolerancia a la desecación (Vidigal *et al.*, 2009).

El disacárido trealosa es importante en la adquisición de tolerancia a la desecación porque cuando hay estrés hídrico, la estructura del disacárido le permite reemplazar al agua en la membrana celular y así mantener su estructura. Este carbohidrato también mantiene la estructura de algunas proteínas durante la deshidratación y evita su desdoblamiento y desnaturalización. En alguna semilla la trealosa está ausente: en estos casos, la sacarosa en conjunto con algunos oligosacáridos puede realizar la función de ésta al crear un estado vídrioso en tejidos secos que disminuye la velocidad de las reacciones químicas que promueven la degradación de los componentes de la semilla (Buitink *et al.*, 2002).

4.3.5. Germinación y Latencia

La germinación de una semilla se conoce biológicamente como el momento en que el embrión reactiva su crecimiento y ocurre la protrusión radicular; mientras que, en tecnología de semillas se considera que una semilla germinó hasta que ha dado origen a una plántula completa (ISTA, 2004). Los procesos fisiológicos asociados con la germinación son similares a los que suceden durante el crecimiento normal de la planta; sin embargo, los patrones de expresión de genes durante ésta son muy característicos (Maldonado *et al.*, 2005).

Sobre la germinación de semilla de chile inciden diversos factores, destacando la necesidad de humedad y aireación, así como un rango térmico entre 20 y 30 °C donde la germinación es más rápida a esta última, mientras que a

temperatura de 35 °C o mayores ya no hay germinación y la presencia o ausencia de luz no es un factor para la germinación (Bosland y Votava, 2000; Wall *et al.*, 2002; Nuez *et al.*, 2003). Cuando una limitante para la germinación y el desarrollo de plántulas es la baja temperatura, el ácido 5- aminolevulénico ha mostrado evitar los efectos negativos de esta condición (Korkmaz y Korkmaz, 2009).

Mucha semilla presenta un efecto de latencia que inicia durante la fase intermedia de su desarrollo; ésta previene la germinación de la semilla cuando aún están en la planta madre. En muchos casos, la latencia continua por un largo periodo después de la cosecha y se requiere de condiciones específicas para eliminarla (Baskin y Baskin, 1998). El principal responsable de controlar el desarrollo de la semilla y la latencia es el ácido abscísico (ABA) (Koorneef *et al.*, 2002) ya que a nivel molecular estimula la expresión de muchos genes asociados con el desarrollo de la semilla (Bewley y Black, 2000). En muchos casos, el contenido de ABA es máximo cuando la semilla tiene el mayor crecimiento, después declina hasta alcanzar bajos niveles en la madurez y así permitir la germinación (Kermode, 1995).

La semilla de chile presenta un comportamiento ortodoxo manteniéndose viable por periodos de 5 a 8 años con contenidos de humedad entre 4 y 6 % y temperatura ambiental de -10 °C. Generalmente los cultivares de *C. annuum* no presentan fenómenos de latencia en la semilla (Nuez *et al.*, 2003; Bonilla *et al.*, 2004). Sin embargo, se ha observado que semilla cosechada en estado inmaduro

pueden presentar este problema. Además, se ha reportado la presencia de latencia en semilla de especies silvestres de *C. annuum* (Randle y Honma, 1981; Bosland y Votava, 2000). Sin embargo, se recomienda extraer la semilla después de permanecer algunos días dentro del fruto para remover la latencia (Randle y Honma, 1981). Tratamientos con nitrato de potasio (2 g L^{-1}) y ácido giberélico (100-1000 ppm) son efectivos para eliminar esta condición (ISTA, 2004).

4.3.6. Calidad de Semilla

La calidad de la semilla es un factor que define fuertemente el éxito o la falla de un cultivo, particularmente cuando éste se enfrenta a ambientes de producción estresantes (Bewley y Black, 2000). Por lo tanto, el reto de la producción de semilla es ofrecer semilla de calidad.

Una semilla se puede ver afectada por un sin número de factores genéticos, fisiológicos y citológicos, así como patológicos y mecánicos (Bradford, 2004); de este modo, hablar de calidad de semilla implica un conjunto de atributos que contribuyen al establecimiento de la planta en campo, en donde los factores genéticos, sanitarios, físicos y fisiológicos se definen como más importantes (Hernández, 2011).

La calidad genética es importante porque a través de ésta se garantiza que la semilla genere plántulas con características deseadas; en Chile, la calidad genética garantiza el mantenimiento del rendimiento, pungencia, forma del fruto, tamaño y color (Wall, *et al.*, 2002). Esta calidad se obtiene mediante el Fito mejoramiento, a través de la introducción, cruzamiento y selección de material genético sobresaliente (Hernández, 2011); por lo tanto, está determinada por el genotipo de la variedad o el híbrido.

La sanidad es uno de los principales factores responsables de la expresión de la calidad (Bringel *et al.*, 2001). Se considera que una semilla libre de organismos que constituyan factores de riesgo a la producción, tales como hongos, bacterias, y virus, posee calidad fitosanitaria (Hernández, 2011).

Las características de la semilla como el contenido de humedad, peso por volumen y pureza de éstas, son considerados factores de calidad física. Adicionalmente, las características de color, tamaño, peso y daños visibles por hongos e insectos son cualidades importantes para determinar este tipo de calidad (Hernández, 2011). Es importante tener en cuenta no sólo los daños visibles, sino también los efectos latentes causados especialmente por aplastamientos, que resultan ser más serios que las quebraduras, ya que favorecen la entrada de patógenos y por ende decrecimiento también de la calidad fitosanitaria (Vieira *et al.*, 1994).

La calidad de la semilla, en términos de viabilidad y vigor, se conoce como fisiológica y se establece durante el periodo de desarrollo del cultivo.

La viabilidad se refiere al porcentaje de semilla en un lote que es capaz de germinar y formar una planta normal en condiciones óptimas, pero, no es suficiente para propósitos de agricultura que una semilla complete la germinación; además, debe poseer la habilidad para germinar bajo un amplio rango de condiciones muchas veces adversas en campo, a esto se le conoce como vigor (Bradford, 2004).

El vigor de la semilla depende de la constitución genética de la planta madre y del ambiente que la rodea. Semilla vigorosa produce plantas fuertes, uniformes y saludables que tienen un mejor desarrollo en su establecimiento y adicionalmente exhiben relativamente una mayor longevidad (Doijode, 2001).

4.3.7. Madurez del Fruto y Extracción de Semillas

En muchas especies vegetales, la semilla varía en su capacidad germinativa entre poblaciones e individuos. Algunas de estas variaciones pueden ser de origen genético, pero en la mayoría se conoce que se deben a modificaciones del ambiente (Fenner, 2000).

Factores como la posición de la inflorescencia en la planta madre o la posición de la semilla en el fruto pueden influenciar la morfología, el potencial de germinación y el vigor de las semillas. En Chile, aunque la mayoría de las semillas se sitúa en la región de la placenta central se han reportado diferencias en la viabilidad en función de su posición dentro del fruto, pues se dice que la semilla de la porción basal tiene mayor potencial de viabilidad y vigor que aquellas de la parte media del fruto (Doijode, 2001; Nuez *et al.*, 2003).

Sin embargo, más que la posición dentro del fruto, la más alta calidad de semilla se ha asociado en muchas especies con la máxima acumulación de materia seca, etapa denominada madurez fisiológica. Ésta marca el fin del transporte vía el floema hacia la semilla y el desarrollo de cambios en los tejidos de unión con la planta madre; en este punto se obtiene la máxima viabilidad y vigor. No obstante, en muchas especies, la calidad de semilla continúa en incremento después de esta máxima acumulación (Bradford, 2004).

Los efectos de la madurez de la semilla en la calidad son particularmente evidentes; en general la habilidad del embrión para germinar si se remueve prematuramente se desarrolla relativamente temprano, incluso previo a la acumulación del máximo peso de materia seca, pero en este momento las semillas podrían no sobrevivir la deshidratación pues la tolerancia a la desecación se desarrolla subsecuentemente mientras el vigor incrementa paulatinamente; incluso, los últimos 10 días del desarrollo de la semilla previos a la deshidratación tienen

importante influencia en la subsecuente calidad y vigor (Demir y Ellis, 1992; Sanhewe y Ellis, 1996).

La madurez fisiológica de la semilla de chile se ha asociado con la maduración del fruto (Sayed y Essam, 1952). El aspecto más visible de este proceso en la mayoría de las variedades es el cambio de color del fruto de verde a rojo o a otros colores como amarillo, chocolate-marrón o naranja (Nuez *et al*, 2003), que generalmente ocurre 80-90 días después del trasplante, dependiendo del cultivar (Salunkhe, 2003).

Frutos cosechados tempranamente dan semilla de baja calidad, con baja viabilidad y vigor; mientras que los frutos cosechados en su color indicador de madurez proveen mayor viabilidad de la semilla (Sayed y Essam, 1952). Semilla que se ha cosechado en las primeras etapas de su formación aún no han alcanzado el desarrollo morfológico y fisiológico que les permita una germinación óptima. La pobre geminación de semilla inmadura ha sido atribuida a bajos niveles de nutrientes, enzimas y hormonas indispensables para que dicho proceso se lleve a cabo correctamente (Kermode, 1995). Algunos trabajos que han reportado esta asociación entre la madurez del fruto de chile y la de la semilla son los de Edwards y Sundstrom (1987); Valdés *et al.* (1992); Sánchez *et al.* (1993) y Cavero *et al.* (1995).

El tiempo de maduración poscosecha tiene un efecto significativo en la calidad. La semilla de chile completa su madurez fisiológica una vez que los frutos cosechados pasaron por un periodo de reposo que varía de una a seis semanas según el tipo de chile (Randle y Honma 1981). Las semillas de chile extraídas de frutos maduros en color verde no germinan, pero que después de un periodo de 14 días de almacenamiento se obtiene germinación (Sánchez *et al.* 1993).

La semilla que está completamente madura tiene un mejor comportamiento durante el almacenamiento. La semilla de chile cosechada en el estado de madurez muestra más alta germinación y alto vigor en plántulas y puede ser almacenada por más tiempo bajo condiciones controladas (Doijode, 2001).

4.4. Pungencia

El consumo de chile se debe principalmente a su sabor picante o pungencia (Vázquez *et al.*, 2007). El típico sabor picante del fruto de chile del género *Capsicum* se debe a la presencia de un grupo de sustancias de naturaleza alcaloide conocidos como capsaicinoides (López, 2003) que se sintetizan y acumulan en el tejido placentario (Vázquez *et al.*, 2007). La placenta de la semilla es el sitio donde se encuentra la mayor concentración de capsaicina, y representa un 2.5% de la materia seca (Nuez y Acosta, 1996). A los pocos días que ha iniciado el desarrollo del fruto, algunas células de la placenta se vuelven

glandulares, secretando la capsaicina la cual alcanza su mayor concentración cuando el fruto cambia de color (López, 2003). El contenido medio de capsaicina del fruto es de 0.6%, el de las semillas del 0.7% y el del pericarpio del 0.03%. La síntesis de capsaicina es mayor a temperatura elevada (30 °C) que a temperatura de 21 – 24 °C (Nuez y Acosta, 1996). La capsaicina está controlado por un gen dominante (Trujillo, 2001).

Los capsaicinoides son amidas formadas por la unión de la vainillilamina con un ácido graso (Vázquez *et al.*, 2007). La estructura química de los capsaicinoides es muy similar. Varían solamente en el largo de la cadena hidrocarbonada y por la presencia o ausencia de un doble enlace en dicha cadena. La principal característica que comparten estas moléculas es una estructura aromática (un anillo bencénico de seis carbonos) llamado grupo vanilil. Así los capsaicinoides son parte de una familia de compuestos químicos llamados vaniloides (López, 2003).

Se conocen alrededor de 20 compuestos de capsaicinoides (Vázquez *et al.*, 2007). Los principales capsaicinoides son: nornorcapsaicina, norcapsaicina, capsaicina, homocapsaicina, nornordihidrocapsaicina, norhidrocapsaicina, dihidricapsaicina y homodihidrocapsaicina (Manirakiza *et al.*, 2003, citado por Moran *et al.*, 2008). De todos los capsaicinoides dos son los típicamente responsables de hasta el 90% del total presente en los frutos (López, 2003) y estos son: la capsaicina

[(E)-N-(4-hidroxibenzoil)-8-metil-6- nonenamida] y su análogo 6,7-dihidro, la dihidrocapsaicina (Vázquez *et al.*, 2007).

El picor o pungencia de extractos de fruto son expresados en unidades Scoville. Estas unidades se determinan por medio de la prueba organoléptica de Scoville, que consiste en utilizar un panel de personas que prueban diluciones de una muestra hasta que no es posible detectar el sabor picante (Ochoa, 2001).

El chile habanero es una variedad mexicana considerada la más picosa del mundo debido a su mayor contenido de capsaicinoides, como se puede observar en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Clasificación de diferentes frutos del genero Capsicum de acuerdo a su pungencia.

| Clase | Unidades Scoville |
|------------------------|--------------------------|
| Capsaicina pura | 16,000,000 |
| Habanero | 300,000- 400,000 |
| Cayena | 100,000- 105,000 |
| Piquín | 70,000- 80,000 |
| Tabasco | 30,000- 50,000 |
| Chile de árbol | 15,000- 30,000 |
| Serrano | 7,000- 25,000 |
| Jalapeño | 3,500- 4,500 |
| Poblano | 2,500- 3,000 |
| Anaheim | 1,000- 1,500 |
| Pimientos | 0- 1000 |

4.5. Importancia del cultivo a nivel nacional

El cultivo del chile a nivel mundial ocupa una superficie de 1,879, 891 ha, de la cual se obtiene una producción de 28, 483, 822 ton de frutos de diversos tipos. Dentro de los principales países productores de chile podemos encontrar a: China, México, Turquía, Indonesia, España y Estados Unidos (Cuadro 3).

México tiene un volumen de producción de 2, 054,968 ton, por lo que aporta a nivel mundial el 7.2% de la producción total y 56% a nivel continental, razón por la cual se ubica en el segundo lugar después de China (FAOSTAT, 2011)

Cuadro 3. Principales países productores de chile en el 2008.

| País | Área (ha) | Rendimiento | Producción |
|------------------|------------------|--------------------|-------------------|
| China | 652,296 | 21.88 | 14,274,178 |
| México | 132,337 | 15.52 | 2,054,968 |
| Turquía | 88,000 | 20.41 | 1,796,117 |
| Indonesia | 202,712 | 5.3 | 1,092,115 |
| España | 18,861 | 52.6 | 992,200 |
| Estados | 30,720 | 29.61 | 909,810 |
| Otros | 754,152 | | 7,364,434 |
| Total | 1, | 15.34 | 28,483,822 |

Fuente:FAOSTAT, 2011

Según el código florentino, los alimentos más importantes que consumían los mexicanos (prehispánicos) diariamente eran el maíz, el frijol, el chile y la calabaza (Latournerie *et al*, 2001). Desde entonces, estos alimentos

se han combinado de distintas maneras, enriqueciendo la dieta de los habitantes del nuevo mundo. Aun hoy en día, estos ingredientes son la base de la alimentación de gran parte de los latinoamericanos, principalmente los pobres (López, 2003).

El chile identifica a los pueblos mesoamericanos en general y particularmente a México, ya que este ha sido un condimento que enriquecía la dieta basada en el maíz, frijol y calabaza (López, 2003). Para los mexicanos el chile no es tan solo un ingrediente más de la comida: es un verdadero símbolo de identidad nacional, un símbolo fálico en el que están implícitos la virilidad y el machismo; la picardía de los mexicanos está íntimamente ligada a las creencias y tradiciones de México (López *et al.*, 2009).

México cuenta con la mayor riqueza genética de chile, debido a la variedad de climas que presenta (Latournerie *et al.*, 2002). Vestigios arqueológicos de semilla encontrada en el valle de Tehuacán (Evans, 1993), indican que es uno de los principales centros de origen y domesticación del género *Capsicum* (Laborde y Pozo, 1984). Al respecto López (2003) menciona que en excavaciones arqueológicas en muchas localidades mesoamericanas, que van de siete a dos mil años antes del presente siglo, se ha encontrado semilla, tejidos y restos de chile en coprolitos humanos.

Existen aproximadamente 22 especies silvestres del género *Capsicum* y 5 que han sido domesticadas las cuales incluyen a *Capsicum annuum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* J., *C. frutescens* L., y *C. pubescens* (Ochoa, 2001).

Aunque México es el país que posee una mayor variabilidad genética de *Capsicum* curiosamente no es el productor más importante (Latournerie *et al.*, 2001), ya que las estadísticas lo ubican en el segundo lugar después de China debido a los bajos rendimientos que oscilan alrededor de 15 t/ha (Cuadro 3) (FAOSTAT, 2011). El bajo nivel de tecnología de producción y uso de cultivos criollos son las causas principales (Borges, 2006), aunada a esto la incidencia de plagas y enfermedades, control de la nutrición y riego.

4.5.1. Principales usos

En la gastronomía yucateca el chile habanero es el principal ingrediente de las salsas que se usan para acompañar diversos guisos y botanas (López *et al.*, 2009). En otras partes del mundo el chile es un aditivo popular por su color, sabor y aroma, por lo que se consume principalmente como condimento. El incremento en su consumo es tal, que actualmente se estima que hoy en día a nivel mundial, uno de cada cuatro individuos lo está consumiendo (Herrera, 2001).

En la industria alimenticia el chile habanero es utilizado para la preparación industrial de salsas picantes (López *et al.*, 2009), chile enlatado o en conserva y pastas (Herrera, 2001). Además se extraen pigmentos que se utilizan para dar

color a salsas, quesos, aderezos, gelatinas y otros alimentos procesados (López *et al.*, 2009).

De igual manera se pueden extraer oleorresinas y capsaicina. El chile habanero se caracteriza por presentar los niveles más altos de capsaicina (López *et al.*, 2009), estimándose que puede ascender hasta 350, 000 unidades Scoville (Herrera, 2001). La extracción de este compuesto es muy importante en la industria farmacéutica, ya que es utilizada en el elaboración de productos como crema, parches para dolores musculares y artritis, linimentos para quemaduras y pastas dentales para el dolor de los dientes (López *et al.*, 2009).

En la actualidad como parte de su uso en la medicina tradicional se emplea como un estimulante, conirritante y tratamientos de malestares digestivos y respiratorios (López, 2003).

Entre otros usos la capsaicina sirve también para la fabricación de aspersiones que se utilizan para repeler agresores (Herrera, 2001), también se reporta que se han fabricado compuestos insecticidas que contienen capsaicinoides y por ultimo podemos mencionar que el gran aporte de vitaminas A y C que proporciona el chile ayuda a prevenir problemas de las mucosas, encías y dientes y de la vista. Aún más, el chile pueden participar en la protección contra el cáncer, pues son aún más ricos en vitamina C que los cítricos (López, 2003).

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera

El experimento se realizó en el ciclo otoño- invierno de 2012, en el Laboratorio de Riego y Drenaje de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, EN Torreón Coahuila. La Comarca Lagunera, está integrada por los municipios de Torreón, Matamoros, Francisco I. Madero, San Pedro y Viesca en el estado de Coahuila; y los municipios de Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo y Mapimi, Nazas, en el estado de Durango. Esta se encuentra ubicada entre los paralelos 24°05'Y 26°45' de latitud norte y los meridianos 101°40' Y 104°45' de longitud oeste de Greenwich, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar.

Cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas y urbanas. Al norte colinda con el estado de Chihuahua los municipios de Sierra Mojada y Cuatro Ciénegas en Coahuila, al este, con los municipios de General Cepeda y Saltillo, Coahuila; al sur, con el estado de Zacatecas y el municipio de Guadalupe Victoria, Durango; y al oeste, con los municipios de Hidalgo, San Pedro del Gallo, Inde, Centro de Comonfort y San Juan del Río, Durango (Aguirre, 1981).

5.2. Aspectos climatológicos de la Comarca Lagunera.

5.2.1. Clima.

De acuerdo a la clasificación de climas del Dr. Thorntwhite, el clima de la Comarca Lagunera es árido en casi toda su área cultivable, con lluvia deficiente en todas las estaciones, mesotermal y una temperatura aproximada de 30° C (Quiñones, 1981).

5.2.2. Temperatura.

La temperatura en la Comarca Lagunera se puede dividir en dos épocas, la primera comprende de abril a octubre, en el cual la temperatura media mensual excede de 20° C, y la segunda abarca los meses de Noviembre a Marzo, en los cuales la temperatura media mensual oscila entre 13.6° C y 19.4° C, los meses más calurosos son de Mayo a Agosto y los más fríos son Diciembre y Enero (Farías, 1980).

5.2.3. Precipitación.

De acuerdo con la lluvia registrada durante los últimos 30 años en la estación climatológica de Lerdo, Durango., se concluye que en la Comarca Lagunera, el periodo máximo de precipitación está comprendido en los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto. La precipitación pluvial característica de la región, condiciona la existencia de una atmósfera desprovista de humedad. La precipitación media anual en las últimas décadas es de 220 mm; (Quiñones, 1988).

5.2.4. Humedad Relativa.

La humedad relativa varía según las estaciones del año, esta humedad es promedio de las observaciones efectuadas durante el día (Quiñones, 1988).

| | |
|-----------|--------|
| Primavera | 31.3%. |
| Verano | 46.2%. |
| Otoño | 52.9%. |
| Invierno | 44.3%. |

5.3. Diseño experimental

Los tratamientos estudiados fueron distribuidos en forma aleatoria en un diseño experimental bloques completamente al azar con 35 repeticiones divididas en cinco bloques. Los tratamientos evaluados fueron temperatura ambiente, 50, 55, 60, 65, 70 y 75°C temperatura a las que fue sometido el chile habanero (*Capsicum chinense*) por un periodo de 24 horas.

5.4. Variables a evaluar

Se evaluó la viabilidad de la semilla de chile habanero (*Capsicum chinense*) secado bajo diferente temperatura las cuales fueron a temperatura ambiente, 50, 55, 60, 65, 70 y 75°C

5.5. Actividades

5.5.1. Selección de chile habanero (*Capsicum chinense*) y preparación para secado

Se seleccionaron 50 chiles para el secado de los mismos bajo diferente temperatura los cuales fueron cosechados en el campo experimental de la “Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro”. Se procedió a realizar un corte

longitudinal en los chiles los cuales fueron colocados en la parrilla de manera que la semilla quedara expuesta al calor de la estufa.

5.5.2. Secado de fruto para extracción de semilla

Se seleccionó chile para su secado a temperatura ambiente durante un periodo de 5 días los cuales fueron la muestra a comparar con respecto a los secados en la estufa. A continuación se procedió a colocar el chile en la estufa Felisa durante un periodo de 24 horas a cada una de las temperaturas (50, 55, 60, 65, 70 y 75°C). En el Cuadro 4 se muestra la fecha y tiempo de duración de secado.

Cuadro 4. Fecha y tiempo de duración de secado de chile habanero (*Capsicum chinense*) en la estufa a diferente temperatura.

| Fecha | No de chiles | horas de entrada al horno | hora de salida del horno | temperatura del horno |
|-------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 23/10/2012 - 24/10/2012 | 52 | 3:25 p.m | 3:25 p.m | 50° |
| 24/10/2012 - 25/10/2013 | 52 | 3:33 p.m | 3:33 p.m | 55° |
| 25/10/2012 - 26/10/2012 | 52 | 3:36 p.m | 3:33 p.m | 60° |
| 26/10/2012 - 27/10/2012 | 52 | 3:38 p.m | 3:37 p.m | 65° |
| 27/10/2012 - 28/10/2012 | 52 | 3:10 p.m | 3: 11 p.m | 70° |
| 29/10/2012 - 30/10/2012 | 52 | 2:30 p.m | 2:30 p.m | 75° |

5.5.3. Preparación de semilla de chile habanero (*Capsicum chinense*)

Después de secado el chile a diferente temperatura a la que fue sometidos se procedió a extraer la semilla del chile para someterla a un tratamiento de un producto llamado BRIGADIER® 20 SD (Bifentrina) que es un producto en polvo seco para que se utiliza para combatir insectos chupadores, diabrotica y virosis.

5.5.4. Siembra en charolas para almacigo

Se procedió a la siembra de la semilla de chile habanero (*capsicum chinense*) en charolas las cuales fueron previamente llenadas con peat moss las cuales contienen 200 cavidades los cuales fueron divididos en grupos de 50 cavidades para cada temperatura en los cuales se depositaron 3 semillas en cada cavidad.

5.5.5. Evaluación de la germinación de semilla de chile habanero (*Capsicum chinese*).

La evaluación de la germinación de la semilla se dio en un periodo de 1 mes en el cual se tomaron los datos de las semilla germinada según la temperatura a la que fue sometida, se realizó un conteo periódicamente en el lapso de un mes para poder formar las repeticiones mediante las que se formaron los bloques como se muestra en él Cuadro 5.

Cuadro 5. Resultado de germinación de semilla (%)

| TEMPERATURA | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Ambiente | 56.6 | 60 | 56.6 | 53.3 | 43.3 |
| 50° | 60 | 53.3 | 50 | 43.3 | 33.3 |
| 55° | 43.3 | 46.6 | 60 | 36.6 | 43.3 |
| 60° | 33.3 | 40 | 40 | 36.6 | 30 |
| 65° | 20 | 23.3 | 23.3 | 23.3 | 20 |
| 70° | 0 | 0 | 3.3 | 0 | 0 |
| 75° | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

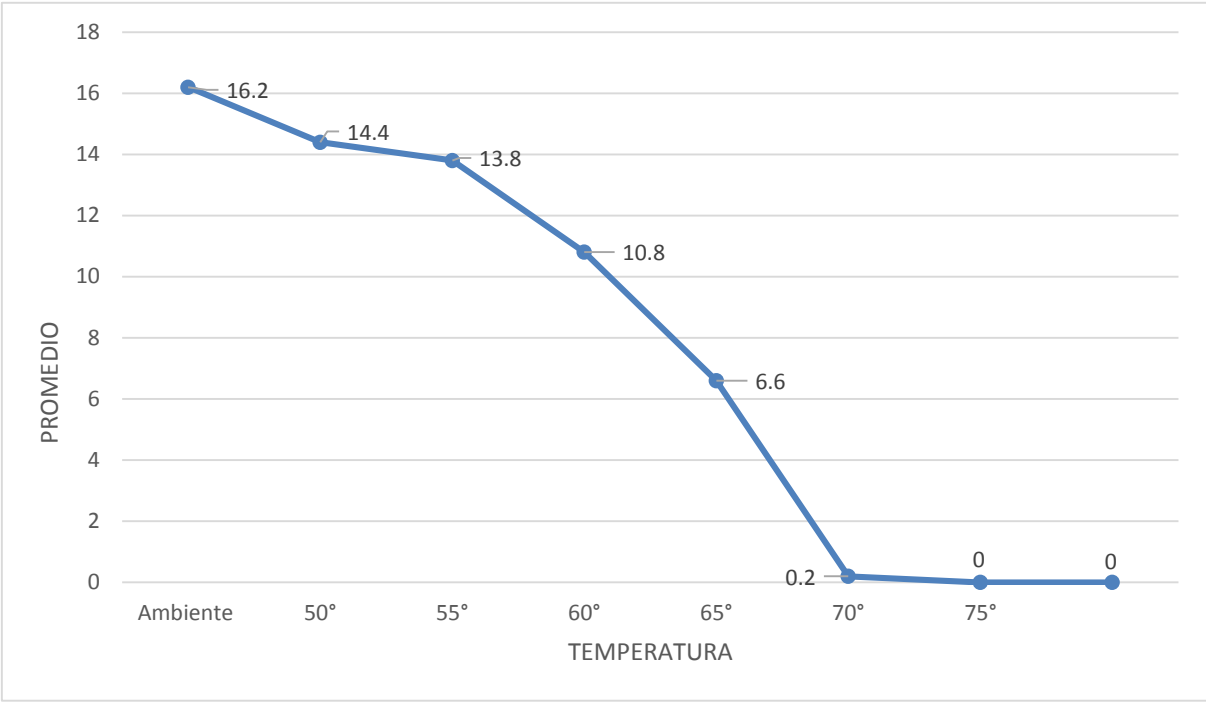
Se obtuvieron diferencias en los tratamientos evaluados. La semilla secada a medio ambiente y 50°C no presentan una diferencia significativa. Sin embargo el chile secado a medio ambiente 50 y 55 presentan una diferencia significativa con respecto a las temperaturas de 55, 60, 65, 70 y 75°C. A medida que aumenta la temperatura la germinabilidad disminuye.

Cuadro 6. Germinación de semilla de chile habanero (*Capsicum chinense*) secada a diferente temperatura.

| Temperatura | Ambiente | 50°C | 55°C | 60°C | 65°C | 70°C | 75°C |
|-----------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| PROMEDIO | 16.2 ^a | 14.4 ^{ab} | 13.8 ^b | 10.8 ^c | 6.6 ^d | 0.2 ^e | 0.0 ^e |
| D.M.S | | | | | | | 1.9714 |

Las columnas, medias con la misma letra no muestran diferencia significativa (tukey, ≤ 0.05)

**Grafica 1. Germinación de semilla de chile habanero (*Capsicum chinense*)
secada a diferente temperatura.**



VII. CONCLUSIÓN

La temperatura de secado artificial chile habanero (*Capsicum chinese*) si afectó germinación de la semilla.

La mayor germinación se obtuvo bajo el secado del chile a temperatura a medio ambiente, sin mostrar diferencia significativa con el secado en la estufa a 50°C, por lo que este secado artificial es recomendado para la obtención de semilla cuando no se cuenta con tiempo suficiente.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

BAKKER-ARKEMA, F.W., MAIER, D.E. y SCHISLER, I.P. 1987. Drying rates and drying capacities of different seed grains. *Drying Technology*, 5, 527-540 p

Blac, C. A., D. D. Evans, I. E. Evslinger, F. E. Clerk and J. L. White. 1965. Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties. American Society Of Agronomy Madison, WI, USA.

Bordado, J. L. 2005. Hidroponía. Albatros CACI. Buenos Aires. 190 p.

Borges, G. L. 2006. Predicción de potasio por las raíces de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Tesis Doctorado. Centro de Investigación científica de Yucatán (CICY). Mérida, Yucatán. 8p.

Brizuela, A. P., G. G. Alcántar, P. G. Sánchez, L. C. Tijerina, J. Z. R. Castellanos y R. T. Maldonado. 2005. Nitratos en soluciones nutritivas en el extracto celular del pecíolo de chile. *Terra* 23: 469-476.

Bugarín, M. R., G. A. G. Baca, J. H. Martínez, J. L. T. Tirado y A. G. Martínez. 1998. Amonio/nitrato y concentración iónica total de la solución nutritiva en crisantemo. 1. Crecimiento y floración. *Terra* 16: 113-124.

Burés, S. 1997. Sustratos. Ediciones Agrotécnicas S. L., Madrid, España. 341p.

Cabrera, R. I. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. Revista Chapingo-Serie Horticultura 5:5-11.

Cadahia, L. C. 2005. Fertirrigación cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. Mundi- Prensa. Madrid, España. 681 p.

Castilla, P. N. 2004. Invernaderos de plástico: tecnología y manejo. Mundi Prensa. Madrid, España.

Curry, Jeanne, M. Aluru, Marcus Mendoza, Jacob Nevarez, Martin Melendrez y Mary A. O'Connell. 1999. Tran - scripts for possible capsaicinoid biosynthetic genes are differentially accumulated in pungent and non-pungent *Capsicum spp*", Plant science, 148:47-57

De Boodt, M. O. Verdonck, and I. Cappaert. 1974. Method for measuring the water release curve of organic substrate. Acta Horticulture 37: 2054-2062.

Degiovanni, B. V., C. P. R. Martínez, y F. O. Motta. 2010. Producción eco-eficiente del arroz en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia. Tomo 1. Capítulos 1-24. 488 p.

DOF. 2010. Diario oficial de la federación: Declaratoria general de la protección de la denominación de origen del chile habanero de la península de Yucatán. [En línea]Disponible:http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5145315&fecha=04/06/2010. (Revisado 13 de marzo de 2013).

Evans, L. T. 1993. Crop Evolution, Adaptation and Yield. Cambridge, University Press. Great Britain. 71 p.

FAO. 2002. El cultivo protegido en clima Mediterráneo. Roma. 323 p.

FAOSTAT. 2011. Food and agriculture organization of the United Nations. FAO. [En línea]Disponible:<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#anchor>. (Revisado 13 de marzo del 2013).

Farías, F.J. M. 1980. Producción de forrajes en la Comarca Lagunera: El agua como factor limitante. En: Seminarios técnicos. Vol. 5 Núm. 26. CIAN-CELALA-INIA-SARH

Ferreira AG, F Borghetti. 2004. Germinação de Sementes: Do básico ao aplicado

Gallegos, V. C. 1998. Absorción y asimilación de nitrato amonio en *Opuntia ficus*

indica (L.) Mill. en condiciones de hidroponía. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Agronomía. México D.F. 759 p.

González, G. J. L., M. N. R. Mendoza, P. G. Sánchez y E. A. G. Acuña. 2009. Relación amonio/ nitrato en la producción de hierbas aromáticas en hidroponía. Agricultura Técnica en México 35: 5-11.

González, E.T., P.L. Gutiérrez y F.M. Contreras. 2006. [En línea] Disponible: El chile habanero de Yucatán. Ciencia y Desarrollo. El conocimiento a tu alcance.<http://www.conacyt.mx/comunicacion/revista/195/Articulos/Chilehabanero/Habanero00.html>. (Revisado 17 de marzo de 2013).

Handreck, K. A. And N. Black. 1994. Growing media for ornamental plants and turf. New South Wales Universty Press. Kensington, Australia.

Harvell, K. P. y P. W. Bosland. 1997. The environment produces a significant effect on pungency of chiles. HortiSciencie. 32: 1292-129 p.

Herrera, R. F. J. 2001. El proceso de industrialización del chile. Seminario de Chile Habanero. Memorias. Fundación produce Yucatán A. C., SAGARPA, INIFAB. Mérida Yucatán, 68-73 p.

Izco, J. 2004. Botánica. Mc. Graw Hill – Interamericana. México. 508p.

Laborde, C. J. y O. Pozo. 1984. Presente y Pasado del chile en México. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola (INIA). México. 80 p.

Labouriau LG. 1983. A germinação das sementes. Washington, USA. OEA. 174 p.

Labouriau LG, Pacheco A. 1978. On the frequency of isothermal germination in seeds of *Dolichos biflorus* L. *Plant & Cell Physiology* 19(3): 507-512

Lara, H. A. 1999. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en Hidroponía. *Terra*17: 221-229.

Latournerie, M. L., J. L. Chávez, M. Pérez, C. F. Hernández, R. Martínez, L. M. Arias y G. Castañón. 2001. Exploración de la diversidad morfológica de chiles regionales en Yaxcabá, Yucatán, México. *Agonomía Mesoamericana*. 12 : 41-48.

Latournerie, M. L., J. L. Chávez, M. Pérez, G. Castaño, S. A. Rodríguez, L.M. Arias, y P. Ramírez. 2002. Valoración *in situ* de la diversidad morfológica de chiles (*Capsicum annum* L. y *Capsicum Chinense* Jacq.) en Yaxcaba, Yucatán. *Fitotec. Mex.* 25 : 25-33.

Lemaire, F. 2005. Cultivos en macetas u contenedores; principios agronómicos y aplicaciones. Mundi-Prensa. Madrid, España. 210 p.

López, P. G., A. F. Canto y N. B. Santana. 2009. El reto biotecnológico del chile habanero. Ciencia 60: 30-35.

López, R. G. O. 2003. Chilli: la especia del nuevo mundo. Ciencias 69: 66-75.

Long-Solís, Janeth. 1998. Capsicum y cultura: La historia del chile, México, Fondo de Cultura Económica.

Martínez, G.G.A., Y D. H. Ortiz, G. Urrestarazu, M. Del C. Salas San J., C. T. Escamirosa. 2009. La rotación de los cultivos y las propiedades de la cascara de almendra como sustrato. Fitotecnia Mexicana 32: 135-142.

Morán, B. S. H., V. H. R. Aguilar, T. T. Corona, F. G. Castillo, R. M. H. Soto y R. S. Chávez. 2008. Capsaicinoides en chiles nativos de Puebla, México. Agrociencia 42: 807-816.

Moreno, R. A. 2007. Elementos nutritivos, asimilación, funciones, toxicidad e indisponibilidad en los suelos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México. Libros Red. 104 p.

MORANT, ALICIA., MIRANDA, RUBÉN., SALOMON, NELLY. 2004. Procesamiento y Análisis de Semilla. Universidad Nacional del Sur de Argentina.

Navarro, G. G. y S. B. Navarro. 2003. Química Agrícola. Mundi-Prensa. Madrid, España. 487 p.

Noh, M. J., L. G. Borges y M. F. Soria. 2010. Composición nutrimental de biomasa y tejidos conductores en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Tropical and Subtropical Agroecosystems 12: 219-228.

Noguera, P., M. Abad, R. Puchades, A. Maquiera and V. Noguera. 2003. Influence of particle size on physical and chemical properties of coconut coir dust as container medium. Communications in Soil Science and Plant Analysis 34: 593-605.

Nuez, F. 2001. El cultivo del tomate. Mundi-Prensa. , MadridEspaña. 793 p.

Nuez, F., Gil O. R. y J. Costa. 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Mundi-Prensa. México. 20-360 p.

Nuez, F., O. R. Gil y J. Costa. 2003 El cultivo de pimientos, Chiles y Ajíes. Mundi-Prensa. España. 15 p.

Ochoa, A. N. 2001. Usos y propiedades del chile habanero. Seminario de chile habanero. Memorias. Fundación produce Yucatán. SAGARPA. INIFAP. Mérida Yucatán.2-5 p

Ochoa, A.N. 2005. Usos y propiedades del chile habanero. *In* H.P. Torres, C.C. Franco (eds). Seminario de chile habanero. Fundación Produce Yucatán, A.C. Memoria. México. 2p.

Quiñones, R.E. 1988. Función de producción de maíz forrajero usando láminas y frecuencias de riego. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna. Torreón, Coah., México

Ramírez, L. E. 2003. Efecto de reguladores de crecimiento sobre la floración y amarre de fruto en chile habanero en campo e invernadero. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Campeche, México. 137 p.

Resh, H. M. 2006. Cultivos hidropónicos. Mundi-prensa. Madrid España. 558 p

Rincones, C. C. I. 2009. Plan rector. Sistema Producto chile de Yucatán. Secretaria de Fomento Agropecuario y Pesquero. SAGARPA. Comité Estatal Sistema Producto Chile del Estado de Yucatán A. C. Mérida Yucatán. 76 p.

Rios, M. V. M. 1969. Capsaicina en frutos del genero *Capsicum*. Tesis de licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México D.F.

Roaro, A. E. 1982. Influencia del potasio en la producción de capsaicina en el cultivo hidropónico de *Capsicum annumm*. Tesis de licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México D.F.

Ruano, M. R. J. 2008. Viveros forestales. Segunda edición. Mundi-Prensa. Madrid España. 286 p.

Salisbury, F. B. y C. W. Ross. 1994. Fisiología Vegetal. Iberoamericana. México D.F. 759

Sandoval, V. M. 1991. Efectos de diferentes relaciones amonio/nitrato sobre el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L. c.v salamanca S-75). Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 123 p.

Sandoval, V. M., G.G. Alcántar y T.J.L. Tirado. 1994. Producción y distribución de materia seca en plantas de trigo por efecto de diferentes relaciones amonio/nitrato. Terra. 14: 408- 413.

San Martín, H.C. 2011. Producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en diferentes granulometrías de “tezontle”. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados México. 102 p.

SIAP. 2011. Chile habanero de la península de Yucatán. SAGARPA. [En línea] http://siap.sagarpa.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&idh=306:chile-habanero-de-la-peninsula-de-yucatan&catid=72:infogramas&Itemid=422 (Revisado 20 de marzo del 2013).

Soria, F. M., S. J. Tun, R. A. Trejo, y S. R. Terán. 2000. Tecnología para la producción de hortalizas a cielo abierto en la Península de Yucatán. Centro de investigación y graduados agropecuarios. Instituto Tecnológico Agropecuario No.2. México. 108 – 160

Steiner, A. A. 1968. Soils culture. In: proceeding of the 6th colloquium of the international Potash institute. Florence. Italy. 324 – 341 p.

Steiner, A. A. 1984. The universal nutrient solution. In: proceeding 6th international congress on soilless culture. Wageningen the Netherlands. 653- 650 p.

Taiz, L. y E. Zeiger. 2007. Fisiología vegetal. Tercera edición. Universidad Jaune. New Jersey. 1338 p.

Thompson, L. M. y F. R. Troeh. 2002. Los suelos y su fertilidad. Reverte. España. 649 p.

Trujillo, A. J. 2001. Descripción varietal del chile habanero (*Capsicum chinense* J.). Seminario de Chile Habanero. Memorias. Fundación produce Yucatán, SAGARPA, INIFAB. Mérida Yucatán. 10-16 p.

Trujillo, A. J. 2005. Descripción varietal del chile habanero (*Capsicum chinense* J.). In H.P. Torres, C.C. Franco (eds). Seminario de chile habanero. Fundación Produce Yucatán, A.C. Memoria. México.14-19 p.

Tun, D. J. 2001. Chile habanero. Características y tecnología de producción. INIFAP. Yucatán, México. 3-20 p.

Urrestarazu, G. M. 2004. Manual de cultivo sin suelo. Mundi-Prensa. Universidad de Almería España. 112 p.

Vargas, T. T. 2007. Caracterización física, química y biológica de polvo de coco y tezontle como sustratos. Tesis de Maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados. México. 93 p.

Vargas, T. P., J. R. Castellanos, R. J. Muñoz, P. G. Sánchez, L. C. Tijerina, R. R. López, C. M. Sánchez, J. A. Ojodeagua. 2008. Efecto del tamaño de partícula sobre lagunas propiedades físicas del tezontle de Guanajuato. México. Agricultura Técnica en México. 34 : 323-331.

Vázquez, F. F., M. L. H. Miranda, M. G. Monforte, G. C. Gutiérrez, C. G. Velázquez y Y. P. Nieto. 2007. La biosíntesis de Capsaicinoides, el principio picante del chile. Fitotecnia Mexicana. 30: 353-360.

Villalobos, R. E. 2001. Fisiología de la producción de los cultivos tropicales. Universidad de Costa Rica (ed.). San José, Costa Rica. 227 p.

IX. APÉNDICE

Apéndice 1. Germinación de semilla de chile habanero (*Capsicum chinense*) secada a diferente temperatura.

| Temperatura | Ambiente | 50°C | 55°C | 60°C | 65°C | 70°C | 75°C |
|-----------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| PROMEDIO | 16.2 ^a | 14.4 ^{ab} | 13.8 ^b | 10.8 ^c | 6.6 ^d | 0.2 ^e | 0.0 ^e |
| D.M.S | | | | | | | 1.9714 |

Las columnas, medias con la misma letra no muestran diferencia significativa (tukey, ≤ 0.05)

Apéndice 2. Germinación de semilla de chile habanero (*Capsicum chinense*) secada a diferente temperatura.

