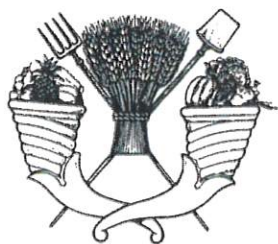


5598
C 2



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

INSTITUTO DE HORTICULTURA

**ESTUDIO AGROECONÓMICO DEL USO DE BAJAS
TEMPERATURAS EN CUCURBITÁCEAS**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

PRESENTA:

KRYSTIAN PAULINO MADRID OBANDO



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

Diciembre del 2007
Chapingo, Estado de México



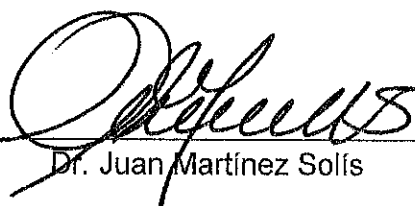
BIBLIOTECA

ESTUDIO AGROECONÓMICO DEL USO DE BAJAS TEMPERATURAS EN CUCURBITÁCEAS

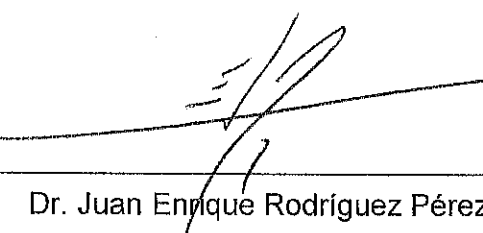
Tesis realizada por **Krystian Paulino Madrid Obando** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada y aceptada por el mismo como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

DIRECTOR:


Dr. Juan Martínez Solís

ASESOR:


Dr. Juan Enrique Rodríguez Pérez

ASESOR:


Dra. María Teresa Martínez Damián

DEDICATORIAS

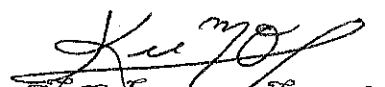
A Dios, por siempre estar conmigo en las buenas y en las malas; por haberme dado fuerza, paciencia y discernimiento durante estos dos maravillosos años en México.

A mi familia, por estar siempre pendientes de mí y apoyarme con sus oraciones y buenos deseos; en especial a mis padres Paulino Madrid y Reyna de Madrid por su amor, comprensión y apoyo incondicional cuando tomé la decisión de venirme a México. A mi hermana adorada, Margery Elizabeth Madrid Obando, quién en verdad es mi inspiración y de donde saco fuerzas cuando todo anda mal; por estar siempre pendiente de mí y tolerarme estar lejos de ella, decir que es lo mejor que tengo en mi vida se queda corto. Te requiero y espero lo sepas siempre.

A mi tía Lourdes Obando por haber pasado siempre pendiente de mi bienestar, por sus consejos, creer en mí y su apoyo en el momento de mi vida que más la necesitó; me devolvió mi confianza y me enseñó que se debe arriesgar en esta vida para poder llegar lejos y cumplir los sueños aunque no sean los mismos de los demás. A mi abuelita querida Terina Obando... sus oraciones, miles de cariños y buenos deseos me han dado firmeza.

A mi querida patria Honduras, tan llena de ilusiones y de gente con el ánimo de cambiar nuestro norte. Para mi país, por que los sueños cuando se trabajan se pueden cumplir.

A las personas que se tomaron la molestia en llamarme, escribirme y estar a mi pendiente desde lo lejos. . . . no tengo palabras para agradecer ese hermoso gesto. A los que me abrieron sus puertas y los que se adelantaron al más allá; ha sido un enorme orgullo y placer conocerlos, de mencionarlos a todos me quedaría sin tinta. A todos ellos. . . . mil mil gracias, a ustedes van dedicados estos dos años de trabajo y de mi vida.


M. C. Krystian Madrid O.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Relaciones Exteriores del Gobierno de México, a través del programa de becas para extranjeros, por haber confiado en mí al otorgarme una beca para realizar estudios de maestría en este hermoso país.

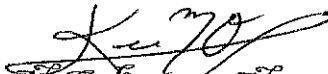
A la Universidad Autónoma Chapingo, especialmente al Instituto de Horticultura del Departamento de Fitotecnia por haberme permitido estar entre sus filas.

A las familias De Luna Segura, Marín Beltrán y Medina por ser mis "familias adoptivas", por su amistad y permitirme ser parte de muchos momentos tan importantes en sus vidas. Mi mente y mi corazón jamás olvidarán su cariño. . . . se los aseguro.

Al staff de profesores de la academia y compañeros de maestría por hacer de mi estancia una experiencia muy linda, tanto personal como profesional. A mis tesis Daniel Barrera (cosega de guitarra), Edgardo Bautista (peblanito) y Felipe Chabelas (el socio) por su amistad incondicional y los buenos ratos vividos.

Al Dr. Mario Pérez Grajales por la amistad, apoyo, profesionalismo y por haber creído siempre en este proyecto de investigación. Al Dr. Juan Martínez por su eterna paciencia, consejos y preocuparse por mi bienestar. Al Dr. J. Enrique Rodríguez por la asesoría, tiempo y dedicación durante este proyecto. A la Dra. Ma. Teresa Martínez por la amistad brindada desde que la conocí y por escucharme cuando ocupaba desahogarme. Sin sus consejos, paciencia y dirección éste trabajo no hubiera sido una realidad. . . muchas gracias por el maratónico esfuerzo.

A las personas con las que estuve en contacto y que me abrieron las puertas de su vida, por falta de papel no las puedo mencionar a todas. mil gracias por los momentos y las experiencias vividas que con el paso del tiempo sé que no olvidaré. Aquí tienen un amigo de por vida y que Dios les devuelva el triple de las alegrías que ustedes me han brindado.


M. C. Krystian Madrid O.

DATOS BIOGRÁFICOS

El autor nació el 27 de marzo de 1982 en el “corazón de Centro América”, Honduras. En 1993 fue parte de la delegación de Honduras en el Foro Mundial de la Juventud de la ONU y parte de la comitiva de la Primera Dama de la República en Colorado, Estados Unidos. Para 1999 se graduó con honores de Bachiller Bilingüe de la Hillcrest High School y aprobó los exámenes TOEFL en inglés y DELF de la lengua francesa. En el 2003 obtiene el título de Ingeniero Agrónomo en Ciencia y Producción Agrícola, con Mención Honorífica por su trabajo de tesis en la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras.

Profesionalmente, en 2003 estuvo ligado a la investigación de vernalización y nutrición de pepino, así como en práctica profesional en las cooperativas exportadoras COPAISAN y COAGRISAN en Islas Canarias, España. Ha sido voluntario para los programas de educación y economía agrícola del Instituto Nacional de la Mujer (INAM) así como consultor para los proyectos de manejo de cuencas para USAID en Honduras. A nivel privado ha ejercido cargos como Jefe de Control de Calidad y las Gerencias de Empaque, Invernaderos, Calidad, Logística y Exportaciones para las más grandes agro-exportadoras de Honduras, como la Exportadora del Atlántico de Corporación Dinant y Corporación Agrolíbano.

RESUMEN GENERAL

Con el propósito de evaluar la factibilidad económica del preacondicionamiento de semillas a bajas temperaturas, y su efecto en la calidad fisiológica de semilla y producción de pepino y calabacita, dos experimentos fueron desarrollados en la Universidad Autónoma Chapingo. Semillas sembradas en charolas de poliestireno se sometieron por 24 horas a 4, 7 y 10 °C. Se evaluó en laboratorio la emergencia y vigor bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. En ambas especies ningún tratamiento con frío favoreció el desenvolvimiento de la calidad fisiológica de las semillas, debido a que la emergencia y expresión de vigor fueron iguales o menores que las del testigo.

Para la evaluación en campo, semillas de ambas especies fueron sometidas por 12, 24 y 36 horas a temperaturas de 4, 7 y 10 °C. Doce días después de la siembra fueron establecidas en campo las plántulas bajo un diseño en bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. La mayor rentabilidad económica en pepino se obtuvo con 24 horas de exposición a 4 °C, debido a que se produjo un mayor número y peso de frutos de primera calidad. Para calabacita ningún tratamiento presentó factibilidad económica por que todas las variables de producción tuvieron el mismo comportamiento que el testigo.

PALABRAS CLAVES ADICIONALES: análisis financiero, calidad de fruto, calidad fisiológica, flor masculina, índice de velocidad de emergencia, vernalización.

GENERAL ABSTRACT

In order to evaluate the economical feasibility of chilling on seeds, and its effects on physiological seed quality and production of cucumber and zucchini, two experiments were developed at Universidad Autónoma Chapingo.

Seeds of both crops were planted in polystyrene trays and placed over 24 hours at 4, 7 and 10 °C. At laboratory, emergence and vigor were evaluated under a completely randomized experimental design with four repetitions. In both species non cold treatments increased the physiological seed quality development, since emergence and vigor performed similar to the control.

For the field evaluation, seed of both species were placed for 12, 24 and 36 hours at temperatures of 4, 7 and 10 °C. Twelve days after planting, the plantlets were established at field under a completely randomized block experimental design with four repetitions. The highest economical benefits in cucumber were obtained with 24 hours at 4 °C, because it produced a high number and weight of first quality fruits. For zucchini, non cold treatments showed economical feasibility because all production variables had the same performance as the control.

ADDITIONAL KEY WORDS: financial analysis, fruit quality, physiological quality, masculine flower, emergence velocity rate, vernalization.

ÍNDICE

Página de firmas.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Datos biográficos	iv
Resumen general.....	v
General abstract.....	vii
Índice.....	viii
Índice de cuadros.....	x
Índice de figuras.....	xiii

1. INTRODUCCIÓN GENERAL..... 1

2. EFECTO DEL PREACONDICIONAMIENTO DE SEMILLAS CON FRÍO SOBRE LA EMERGENCIA Y DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE CALABACITA (*Cucurbita pepo* L.) Y PEPINO (*Cucumis sativus* L.)..... 4

2.1 RESUMEN..... 4

2.2 ABSTRACT..... 5

2.3 INTRODUCCIÓN..... 6

2.4 MATERIALES Y MÉTODOS..... 9

2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 11

2.5.1 Calabacita..... 11

2.5.2 Pepino..... 17

2.6 CONCLUSIONES..... 22

2.7 LITERATURA CITADA..... 23

3. ANÁLISIS AGROECONÓMICO DEL USO DE BAJAS TEMPERATURAS SOBRE SEMILLAS EN LA PRODUCTIVIDAD DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.)..... 26

3.1 RESUMEN..... 26

3.2 ABSTRACT..... 27

3.3 INTRODUCCIÓN..... 28

3.4 MATERIALES Y MÉTODOS..... 31

3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 34

3.5.1 Producción..... 34

3.5.2 Económicos..... 39

3.6 CONCLUSIONES..... 45

3.7 LITERATURA CITADA.....	46
4. ANÁLISIS AGROECONÓMICO DEL USO DE BAJAS TEMPERATURAS SOBRE SEMILLAS EN LA PRODUCTIVIDAD DE CALABACITA (<i>Cucurbita pepo</i> L.).....	49
4.1 RESUMEN.....	49
4.2 ABSTRACT.....	50
4.3 INTRODUCCIÓN.....	50
4.4 MATERIALES Y MÉTODOS.....	54
4.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
4.5.1 Producción.....	56
4.5.2 Económicos.....	59
4.6 CONCLUSIONES.....	63
4.7 LITERATURA CITADA.....	63
5. DISCUSIÓN GENERAL	67
6. CONCLUSIONES GENERALES	70
7. BIBLIOGRAFÍA.....	71

ÍNDICE DE CUADROS

1	Cuadrados medios de variables de calidad fisiológica de semillas de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i> L.) preacondicionadas por 24 horas a bajas temperaturas	12
2	Comparación de medias de cinco variables de calidad fisiológica de semillas de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i> L.) preacondicionadas por 24 horas a bajas temperaturas	13
3	Parámetros del modelo logístico para el porcentaje de emergencia de semillas de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i> L.) preacondicionadas por 24 horas a bajas temperaturas.....	14
4	Parámetros del modelo logístico para la longitud de la parte aérea de plántulas de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i> L.) provenientes de semillas preacondicionadas por 24 horas a bajas temperaturas.....	15
5	Cuadrados medios de variables de calidad fisiológica de semillas de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.) preacondicionadas por 24 horas a bajas temperaturas	17
6	Comparación de medias de cinco variables de calidad fisiológica de semillas de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.) preacondicionadas por 24 horas a bajas temperaturas	18
7	Parámetros del modelo logístico para el porcentaje de emergencia de semillas de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.) preacondicionadas por 24 horas a bajas temperaturas.....	19
8	Parámetros del modelo logístico para la longitud de la parte aérea de plántulas de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.) provenientes de semillas preacondicionadas por 24 horas a bajas temperaturas.....	21
9	Cuadrados medios de variables de producción de frutos en el uso de bajas temperaturas en semillas de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.).....	34
10	Comparación de medias de temperaturas de variables de producción de frutos en el uso de bajas temperaturas en semillas de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.).....	35

11 Comparación de medias de variables de producción de frutos en las horas de exposición a bajas temperaturas en semillas de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.).....	36
12 Comparación de medias de variables de producción de frutos en el uso de bajas temperaturas en semillas de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.).....	37
13 Correlación para variables de producción de frutos en el uso de bajas temperaturas en semillas de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.).....	39
14 Cuadrados medios de variables económicas en el uso de bajas temperaturas en semillas de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.).....	39
15 Comparación de medias para la temperatura en variables económicas en el uso de bajas temperaturas sobre semillas de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.).....	40
16 Comparación de medias para las horas de exposición en el uso de bajas temperaturas sobre semillas en la productividad de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.).....	41
17 Comparación de medias de variables económicas en el uso de bajas temperaturas en semillas de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.).....	42
18 Análisis de sensibilidad en el uso de bajas temperaturas en semillas de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.).....	44
19 Correlación para variables económicas en el uso de bajas temperaturas en semillas de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.).....	45
20 Cuadrados medios de variables de producción de frutos y flores masculinas en el uso de bajas temperaturas en semillas de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i> L.).....	56
21 Comparación de medias para flores masculinas en el uso de bajas temperaturas en semillas de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i> L.).....	57
22 Correlación para variables de producción de frutos y flores masculinas en el uso de bajas temperaturas en semillas de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i> L.).....	58

23 Cuadrados medios de variables económicas en el uso de bajas temperaturas sobre semillas en la productividad de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i> L.).....	59
24 Comparación de medias para la temperatura en las variables económicas en el uso de bajas temperaturas sobre semillas de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i> L.).....	60
25 Comparación de medias de variables económicas en las horas de exposición a bajas temperaturas en semillas de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i> L.).....	60
26 Comparación de medias de variables económicas en el uso de bajas temperaturas en semillas de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i> L.).....	61
27 Análisis de sensibilidad en el uso de bajas temperaturas en semillas de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i> L.).....	62
28 Correlación para variables económicas en el uso de bajas temperaturas en semillas de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i> L.).....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

- 1 Curva de regresión del modelo logístico para el porcentaje de emergencia de semillas de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) preacondicionadas por 24 horas a bajas temperaturas 14
- 2 Curva de regresión del modelo logístico para la longitud de la parte aérea de plántulas de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) provenientes de semillas preacondicionadas por 24 horas a bajas temperaturas..... 15
- 3 Curva de regresión del modelo logístico para el porcentaje de emergencia de semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.) preacondicionadas por 24 horas a bajas temperaturas 19
- 4 Curva de regresión del modelo logístico para la longitud de la parte aérea de plántulas de pepino (*Cucumis sativus* L.) provenientes de semillas preacondicionadas por 24 horas a bajas temperaturas..... 20

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

Un proyecto de inversión es un plan que utiliza capital para poder generar un bien o servicio (Baca, 1995) y que utiliza indicadores financieros para la toma de decisiones (Nacional Financiera, 1998). Debido a la competitividad, a parte de los análisis financieros se están estudiando nuevas técnicas de producción capaces de disminuir los costos y aumentar la producción, como es el uso de bajas temperaturas para inducir floración en algunas especies y como consecuencia, reducir el tiempo de la floración, concentrar las cosechas y a su vez disminuir costos al no aplicar inductores para la floración (Bernier *et al.*, 1985), lo que eficientiza la producción.

La vernalización es la promoción de la floración mediante temperaturas bajas (Salisbury y Ross, 1999). Los primeros estudios que describen la exposición al frío como inductor de floración se publicó a mediados del siglo XIX; sin embargo, el trabajo de Gassner en 1918 es usualmente citado como el primer reporte con indicios científicos (Chouard, 1960).

Las hortalizas bianuales inician la formación floral después de la exposición prolongada (varias semanas o meses) a bajas temperaturas. La duración varía según la especie y su etapa de crecimiento, ya que en la juvenilidad es insensible a las condiciones que promueven la floración (Decoteau, 2000).

La estructura que recibe el estímulo de vernalización son los ápices meristemáticos que están en plena actividad biológica (Taiz y Zeiger, 1998). Los factores determinantes en los tratamientos de vernalización son la temperatura, duración de la exposición y el estado de desarrollo de la plántula (Roldán y Martínez, 2000). Al parecer hay una relación entre la duración del tratamiento y el estado fenológico de las plántulas; generalmente, a mayor edad de éstas, mayor es el requerimiento de tiempo a la exposición con bajas temperaturas (Peñaloza, 2001).

Hay varias respuestas a la vernalización, las que dependen no sólo de la especie, sino también de la variedad. Existen las respuestas retardadas y no retardadas, dependiendo del tiempo que demoren en florecer desde el momento del tratamiento con frío. Otra clasificación de los tipos de respuesta es de acuerdo con la edad en que la planta es sensible al frío, como el centeno que responde en estado de plántula, incluso como semillas, siempre que haya suficiente humedad y oxígeno (Salisbury y Ross, 1999). Pero la clasificación más utilizada es en función del requerimiento de temperaturas bajas, diferenciándose aquellas especies con requerimientos absolutos o cualitativos, que no florecerán a menos que sean expuestas a bajas temperaturas durante un determinado período de tiempo, y plantas con requerimientos cuantitativos, en los cuales la floración se acelerará a medida que sea mayor la exposición con temperaturas bajas (Roldán y Martínez, 2000).

En general, temperaturas por debajo de los 10 °C aceleran la floración cuando las plantas se tratan en sus estados iniciales de desarrollo vegetativo, siempre que no desciendan de los 0 °C (Roldán y Martínez, 2000), siendo óptimo entre los 1 y 7 °C ya que mayor de 30 °C puede causar devernalización (Hopkins, 1999).

Los estudios de la aplicabilidad del uso de bajas temperaturas para acortar el período de floración y mejorar los rendimientos son bastante limitados. Es por ello que surgió la necesidad de realizar investigación sobre el tema para definir su aplicabilidad, tanto productiva como económica. En los siguientes artículos, se presentan tres estudios sobre el efecto de las bajas temperaturas tanto en la calidad de plántulas de calabacita var. 'Grey Zucchini' y de pepino var. 'Turbo' como en el rendimiento de frutos con sus respectivos análisis financieros.

2. Efecto del Preacondicionamiento de Semillas con Frío Sobre la Emergencia y Desarrollo de Plántulas de Pepino (*Cucumis sativus* L.) y Calabacita (*Cucurbita pepo* L.)

K. Madrid Obando^{1†}; J. Martínez Solís¹; J. E. Rodríguez-Pérez¹; M. T. Martínez Damián¹; M. Pérez Grajales¹.

¹Instituto de Horticultura. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. C. P. 56230.
Correo-e: juanmtz91@hotmail.com ([†]responsable).

2.1 RESUMEN

Con el propósito de evaluar el preacondicionamiento de semillas con bajas temperaturas sobre la germinación y calidad fisiológica de plántulas de calabacita y pepino, se estableció una siembra en charolas de poliestireno, donde por 24 horas se les aplicó temperaturas de 4, 7 y 10 °C en cámara frigorífica y a temperatura ambiente (22 °C), respectivamente. Posteriormente fueron dispuestas bajo condiciones de invernadero donde se evaluó la calidad fisiológica entre los 10 y 32 días postsiembra bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Los análisis estadísticos mostraron que en calabacita la mayor diferencia se presentó entre 7 °C con 4 °C que inhibió la velocidad de emergencia; mientras que con la aplicación de 7 °C afectó negativamente el peso fresco de la parte aérea de la plántula. Los menores pesos frescos de raíz se obtuvieron con 4

y 7 °C, mientras que para el peso seco con 7 y 22 °C alterando la capacidad de absorción de agua.

El índice de velocidad de emergencia de pepino se disminuyó con 7 °C mientras que la mayor diferencia para la longitud de parte aérea se dio entre 22 y 4 °C; el menor valor de su peso fresco y seco se dio con 10 °C. La menor longitud de raíz se dio con 4 y 7°C y su peso seco con 7 °C. Las bajas temperaturas afectaron la tasa de desarrollo de las plántulas en ambas especies causando un ligero deterioro en la semilla que afectó la capacidad de originar plantas vigorosas.

PALABRAS CLAVES ADICIONALES: altura de plántula, calidad fisiológica, Índice de velocidad de emergencia, vernalización, vigor.

**Effect of Preacondition of Seeds with Chilling on Emergence and
Plantlet Development of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) and Zucchini
(*Cucurbita pepo* L.)**

2.2 ABSTRACT

In order to evaluate the chilling effect on germination and physiological quality of zucchini squash and cucumber seedlings, an experiment was established in polystyrene trays and placed in refrigerator chambers for 24 hours at temperatures of 4, 7, 10 and 22 °C. Later, they were put under greenhouse conditions, where physiological seed quality was evaluated between 10 and 32 days after planted under a completely randomized experimental design with four repetitions. The statistical analyses revealed



that in squash low temperatures negatively affected speed of emergence; the largest difference was found between 7 °C and 4 °C. At 7 °C plantlets fresh weight was affected negatively. The lowest fresh weights of roots resulted at 4 and 7 °C, while for dry root weight this occurred at 7 and 22 °C, altering the capacity to absorb water.

In cucumber speed of emergence was negatively affected at 7 °C, and the most significant difference in plantlet length was between 22 and 4 °C. The lowest fresh and dry weight occurred at 10 °C, while the lowest root length developed at 4 and 7 °C. Low temperatures affected plantlet growth rate of both species causing slight deterioration of the seed and thereby affecting its ability to generate vigorous plants.

ADDITIONAL KEY WORDS: plantlet length, physiological quality, speed of emergence, vernalization, yield.

2.3 INTRODUCCIÓN

Los procesos que requieren exposiciones prolongadas al frío para poder florear se les conoce como vernalización; la diferencia con la inducción a bajas temperaturas radica en que a estas la respuesta metabólica y fenotípica se ve rápidamente, lo que no ocurre con la vernalización que puede durar hasta meses o años (Thomashow, 2001). La exposición de las plantas a bajas temperaturas alteran su metabolismo, especialmente al retardar las reacciones enzimáticas (Allain, 1988) a través de la inducción por estrés de la acumulación de ácido abscísico (ABA) reduciendo la actividad de la enzima 3-Hidroxi-3-Metilglutaril Coenzima A Reductasa

(HMGR) limitando la síntesis de citoquininas (Cowan *et al.*, 1997) y por lo tanto la multiplicación de células (Fernández *et al.*, 1997), su elongación y consecuentemente el de las plántulas, situación que causa la disminución de la tasa fotosintética y del crecimiento (El-Sharkawy y Cock, 1990), aunque este efecto dura más tiempo con la aplicación de la vernalización.

En el caso de semillas, las bajas temperaturas provocan efectos de diferente índole, desde dormancia en una larga exposición hasta retardos en germinación debido a una corta exposición (Thomashow, 2001), donde cada genotipo responde de diferente modo (Xie *et al.*, 1995).

En algunas plantas bianuales como *Daucus carota* L., *Cichorium intybus* L. y *Lolium perenne* L., las semillas germinadas pueden ser vernalizadas, pero a medida que van creciendo y desarrollándose la respuesta a la inducción por las bajas temperaturas es mayor. El uso de bajas temperaturas en semillas de cereales no se utiliza ya que no causa inducción alguna, pero si las plantas son capaces de un mínimo crecimiento durante la aplicación de las bajas temperaturas se puede obtener una etapa temprana de sensibilidad (Bernier *et al.*, 1985).

Altas temperaturas en la base de las estacas de *Drimys winteri* J. R. y G. Forster producen un aumento localizado de la respiración, lo que lleva a una síntesis de carbohidratos y a una vigorizada formación de protoplasma (Santelices, 1998) lo que incrementa el volumen y la ramificación de raíces (Melgares de Aguilar *et al.*, 2003). En el caso de *Manihot esculenta* Crantz,

las bajas temperaturas generan un aumento de las ramificaciones, longitud y volumen de raíz (Irikura *et al.*, 1979).

La germinación ocurre cuando los niveles de giberelinas son adecuados y el nivel del ácido abscísico bajo, o bien que el nivel de las citoquininas sea suficientemente alto para contrarrestar la inhibición del ácido abscísico. El estímulo del ambiente altera la producción de ácido abscísico de tal modo que las bajas temperaturas disminuyen su concentración y permiten la acción del ácido giberélico y citoquininas. La vernalización genera un efecto similar al de aplicar giberelinas, que evita la liberación de ácido abscísico y lo mantiene restringido dentro de los meristemos. El ácido abscísico induce y mantiene la dormancia en la semilla (Rodrigues *et al.*, 2002). La dormancia secundaria puede ser inducida por factores como la inducción de síntesis de ácido abscísico por sequía o frío (Khan, 1975).

La temperatura donde la semilla puede germinar se conoce como temperatura mínima de germinación (Labouriau, 1978). Las bajas temperaturas afectan la calidad fisiológica, es decir la facultad de la semilla para germinar, emerger y dar origen a plantas uniformes y vigorosas (Delouche y Baskin, 1973), que puede ser evaluado por medio de los índices de germinación y la tasa de crecimiento.

Se ha estudiado poco sobre el comportamiento de las semillas y plántulas de cucurbitáceas al ser expuestas a bajas temperaturas. Por lo anterior, el objetivo de la investigación fue evaluar tratamientos de bajas temperaturas

sobre la calidad y comportamiento de plántulas de calabacita var. 'Zucchini' y pepino var. 'Turbo' en germinación y emergencia de plántula para observar si causan una disminución en su crecimiento.

2.4 MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en los Laboratorios de Semillas y de Fisiología de Frutales del Departamento de Fitotecnia, de la Universidad Autónoma Chapingo en Noviembre del 2006. Se utilizó la variedad de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) 'Grey Zucchini' de ciclo corto, hábito erecto, polinización abierta y de fruto color verde grisáceo. En cuanto a pepino (*Cucumis sativus* L.) se utilizó la variedad 'Turbo', recomendada para cosechas tardías y con frutos de color uniforme con tonalidad verde oscura.

Las temperaturas utilizadas para las semillas sembradas en charolas de poliestireno fueron de 4, 7, y 10 °C en cámaras frigoríficas marca Eureka por 24 horas y el testigo se dispuso a temperatura ambiente (22 °C); todo bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones de veinticinco semillas cada una. Como sustrato se utilizó Peat Moss Sunshine No. 2, el cuál es una turba con más de 50 % de materia orgánica proveniente del hongo *Sphagnum*. Su pH es fuertemente ácido con salinidad casi nula, además de poseer alta capacidad de retención de agua.

Los caracteres evaluados entre los 10 y 21 días postsiembra fueron:

- a) Porcentaje de emergencia: a partir del número de plántulas emergidas expresada en porcentaje.
- b) Índice de velocidad de emergencia: se contabilizó diariamente el número de plántulas emergidas para pepino y calabacita, respectivamente; posteriormente, se calculó el índice de velocidad de emergencia de acuerdo a la propuesta de Maguire (1962):

$$IVE = \sum_{i=1}^n \frac{X_i - X_{i-1}}{n_i}$$

Donde:

IVE = índice de velocidad de germinación.

X_i = número de semillas germinadas en el i-ésimo conteo.

X_{i-1} = número de días transcurridos desde la siembra al i-ésimo conteo.

n_i = número de días transcurridos desde la siembra al i-ésimo conteo.

- c) Longitud de parte aérea de plántula: se midió en centímetros desde el cuello de la raíz al ápice de la plántula.

Con el uso de una báscula digital AE ADAM y una estufa marca Heraeus se evaluaron a los 21 días después de la siembra los siguientes caracteres:

- a) Longitud de raíz: se midió en centímetros desde el cuello de la raíz hasta su extremo distal.
- b) Peso fresco de parte aérea de plántula: se midió en gramos.
- c) Peso fresco de raíz: se determinó en gramos.
- d) Peso seco de parte aérea de plántula: se obtuvo en gramos luego de un secado por 70 °C durante 48 horas.

e) Peso seco de raíz: se registró en gramos luego de un secado por 70 °C durante 48 horas.

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza, una comparación de medias y una regresión lineal múltiple; se utilizó la prueba Tukey ($P \leq 0.05$) con la asistencia del programa estadístico SAS® versión 8 para Windows®.

2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.5.1 Calabacita

Los resultados del análisis de varianza mostraron efecto significativo de la temperatura sobre el porcentaje de emergencia (PE), índice de velocidad de emergencia (IVE), peso fresco de parte aérea de plántula (PFPAP), peso fresco de raíz (PFR) y peso seco de raíz (PSR); situación que hace suponer que los tratamientos con diferente temperatura promovieron cambios en el comportamiento fisiológico de la plántula. No obstante que se obtuvieron altos coeficientes de variación (CV) altos para PSPAP y LR de 19.21 y 20.94 %, respectivamente, se puede concluir que la información obtenida es confiable al presentar valores de CV menores del 25 % en el resto de los caracteres evaluados (Cuadro 1).

CUADRO 1. Cuadrados medios de variables de calidad fisiológica de semillas de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) preacondicionadas por 24 horas a bajas temperaturas.

FV ^x	GL	PE	IVE	LPAP	PFPAP	PSPAP	LR	PFR	PSR
Temp ^y	3	73.70**	1.03*	13.46	1.83**	0.01	1.20	0.35**	0.001**
Error	12	3.00	0.18	0.70	0.02	0.007	2.01	0.02	0.0001
Total	15								
CV(%)		6.69	6.79	12.49	1.30	19.21	20.94	6.15	13.58

*: Significativo ($P \leq 0.05$); **: Altamente significativo ($P \leq 0.01$); ^yTemp: Temperatura; CV: Coeficiente de variación; ^xFV: Fuente de variación; GL: Grados de libertad; PE: Porcentaje de emergencia; IVE: Índice de velocidad de emergencia; LPAP: Longitud de parte aérea de plántula; PFPAP: Peso fresco de parte aérea de plántula; PSPAP: Peso seco de parte aérea de plántula; LR: Longitud de raíz; PFR: Peso fresco de raíz; PSR: Peso seco de raíz.

De acuerdo con las comparaciones de medias (Cuadro 2), en las variables de porcentaje de emergencia (PE) e índice de velocidad de emergencia (IVE) no hubo diferencia para 7, 10 y 22 °C, situación que con 4 °C probablemente provocó la disminución de las etapas iniciales del desarrollo (Fernández *et al.*, 1997) y pudo haber aumentado la concentración de ácido abscisico, perjudicando el trabajo del ácido giberélico y citoquininas (Rodrigues *et al.*, 2002), causando una menor germinación; este comportamiento hace suponer que con 7, 10 y 22 °C no afectó negativamente el metabolismo de la plántula y tampoco causó retardo en las reacciones enzimáticas involucradas con la germinación y emergencia (Allain, 1988).

CUADRO 2. Comparación de medias de cinco variables de calidad fisiológica de semillas de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) preacondicionadas por 24 horas a bajas temperaturas.

Temp ^y	PE (%) ^x	IVE	PFPAP (g)	PFR (g)	PSR (g)
4 °C	62.75 b ^z	5.66 b	10.30 d	2.00 b	0.08 b
7 °C	76.00 a	6.89 a	10.80 c	1.90 b	0.10 a
10 °C	70.75 ab	6.22 ab	11.90 a	2.40 a	0.06 b
22 °C	74.00 a	6.39 ab	11.20 b	2.50 a	0.10 a
Media	70.88	6.29	11.05	2.20	0.09
DMSH	9.95	0.90	0.30	0.28	0.02

^zMedias con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$); ^yTemp: Temperatura; DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; ^xPE: Porcentaje de emergencia; IVE: Índice de velocidad de emergencia; PFPAP: Peso fresco de parte aérea de plántula; PFR: Peso fresco de raíz; PSR: Peso seco de raíz.

Los valores obtenidos de PE no entran en las normas oficiales de certificación, que estipulan valores arriba del 85 %, situación que no solo pudo deberse a los tratamientos, ya que el testigo tuvo 74 %, lo que hace suponer que pudo haber sido por una siembra muy profunda y el acondicionamiento del ensayo que le causó mayor esfuerzo a la semilla para poder emerger o por haber utilizado semillas con 2 años de edad que haya estado deteriorada (Cuadro 2).

El efecto de disminución del crecimiento (El-Sharkawy y Cock, 1990) no se observó claramente entre 4 y 7 °C en los primeros días de evaluación, ya que mostraron una dinámica similar en este período (Figura 1), de tal modo que a corto plazo generaron un leve retraso de la germinación (Thomashow, 2001) (Cuadro 3). Debido a que el tratamiento con 7 °C germinó al segundo día postsiembra y los demás al tercer día, se entiende que se realizó un tratamiento de aclimatación fría y no una vernalización por la prontitud de reacción de las plantas y por el período corto de exposición al frío (Thomashow, 2001).

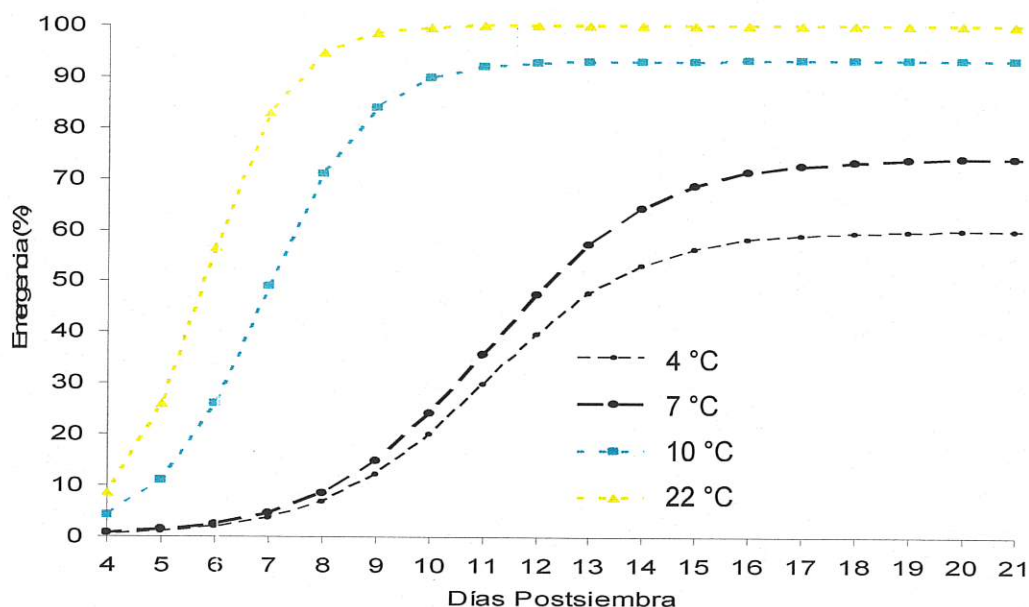


Figura 1. Curva de regresión del modelo logístico para el porcentaje de emergencia de semillas de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) preacondicionadas por 24 horas a bajas temperaturas.

CUADRO 3. Parámetros del modelo logístico para el porcentaje de emergencia de semillas de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) preacondicionadas por 24 horas a bajas temperaturas.

Temp ^x	A	B	C	n	r ²
4 °C	60.04	1794.19	-0.68	4	0.996
7 °C	74.30	1384.46	-0.65	4	0.996
10 °C	74.30	1384.46	-0.65	4	0.996
22 °C	74.30	1384.46	-0.65	4	0.996

^xTemp: Temperatura; Parámetros del modelo logístico para A, B, C; n: número de observaciones, r²: correlación para el cuadrado de datos observados entre los predichos.

Cuando hay una condición de estrés en la etapa de imbibición de la semilla, se puede causar desde un menor crecimiento en las plántulas (Fernández *et al.*, 1977; Allain, 1988) hasta daños irreversibles que no le permiten a la plántula reponerse; sin embargo esto no ocurrió en el presente experimento ya que el efecto de las bajas temperaturas no mostró diferencias estadísticas en el largo de raíz (LR) ni en la longitud de la parte aérea de la plántula

(LPAP) (Cuadro 1), sin embargo, la regresión para la LPAP no mostró diferencia en las primeras dos semanas de emergencia (Figura 2), pero a las cuatro semanas hay una tendencia a presentarse un comportamiento diferencial entre tratamientos, lo que hace suponer que a largo plazo pudiese haber diferencias (Cuadro 4).

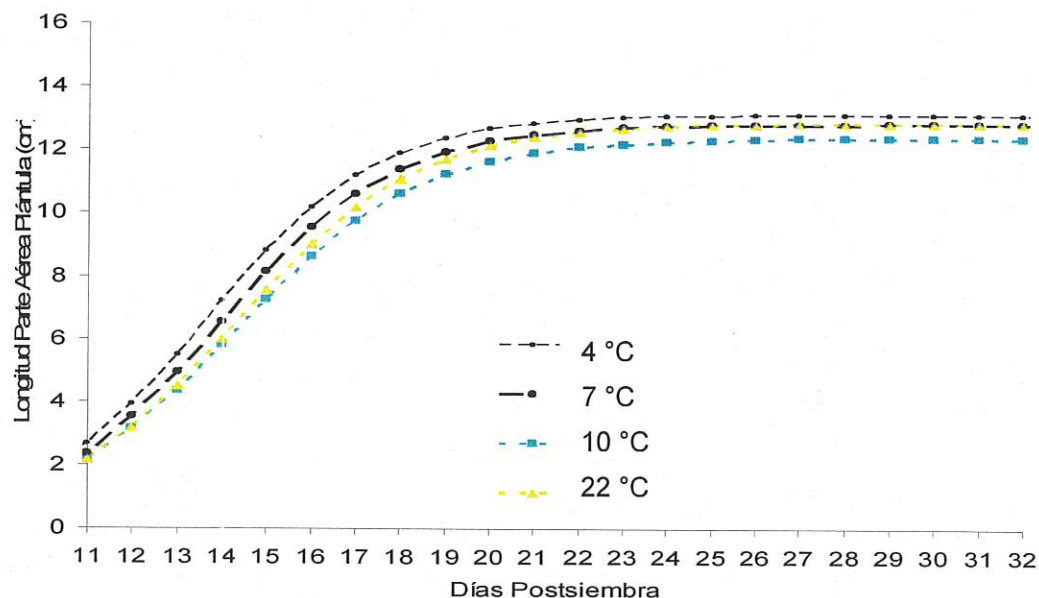


Figura 2. Curva de regresión del modelo logístico para la longitud de la parte aérea de plántulas de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) provenientes de semillas preacondicionadas por 24 horas a bajas temperaturas.

CUADRO 4. Parámetros del modelo logístico para la longitud de la parte aérea de plántulas de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) provenientes de semillas preacondicionadas por 24 horas a bajas temperaturas.

Temp ^x	A	B	C	n	r ²
4 °C	13.12	1199.88	-0.52	4	0.996
7 °C	12.82	1208.52	-0.51	4	0.999
10 °C	12.37	943.86	-0.48	4	0.996
22 °C	12.85	1090.24	-0.49	4	0.995

^xTemp: Temperatura; Parámetros del modelo logístico para A, B, C; n: número de observaciones, r²: correlación para el cuadrado de datos observados entre los predichos.

El mayor peso fresco de la parte aérea de las plántulas (PFPAP) fue obtenido con el preacondicionamiento de 10 °C (Cuadro 2), en tanto que el

mejor peso fresco de raíz (PFR) se alcanzó a los 10 y 22 °C; no obstante, el mayor peso seco de raíz (PSR) se obtuvo con 7 y 22 °C a pesar de que no hubo diferencias para el largo de raíz (LR). En las tres variables la temperatura con 4 °C se encontró entre los menores valores obtenidos, situación que hace suponer que a ésta temperatura la semilla pudo haber tenido un ligero deterioro que se reflejó en una menor germinación (Labouriau, 1978) y probablemente se afectó la capacidad para dar origen a una plántula vigorosa (Delouche y Baskin, 1973).

Entre los 4 y 7 °C hubo una mayor emergencia por la segunda temperatura, lo que permitió que la plántula tuviera un mayor período de tiempo para expresar en mejor medida su crecimiento, que se reflejó estadísticamente en el PFPAP, PFR y PSR. Por otra parte, pudo permitir durante la imbibición mayor actividad enzimática que permitió a corto plazo una mejor respiración y síntesis de carbohidratos que seguramente se reflejó en una mejor expresión del vigor de plántula, en donde además la temperatura también pudo aumentar la concentración de ácido indolbutírico y por lo tanto el peso del sistema radicular (Melgares de Aguilar *et al.*, 2003). Las 24 horas de frío no generaron dormancia en las semillas (Khan, 1975); sin embargo, no es posible determinar si las condiciones a las que estuvieron las semillas se puede considerar como un límite marginal.

2.5.2 Pepino

Los resultados del análisis de varianza mostraron efecto significativo de la temperatura sobre el porcentaje de emergencia (PE), índice de velocidad de emergencia (IVE), longitud de parte aérea de plántula (LPAP), peso fresco de parte aérea de plántula (PFPAP), peso seco de parte aérea de plántula (PSPAP), longitud de raíz (LR) y peso seco de raíz (PSR), lo que pudo haber causado cambios en el comportamiento fisiológico de la plántula. A pesar que los coeficientes de variación (CV) para PFR y LR fueron de 28.87 y 19.92 %, respectivamente, se puede concluir que la información obtenida en el resto de las variables es confiable por presentar valores de CV menores del 12 % (Cuadro 5).

CUADRO 5. Cuadrados medios de variables de calidad fisiológica de semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.) preacondicionadas por 24 horas a bajas temperaturas.

FV ^y	GL ^x	PE	IVE	LPAP	PFPAP	PSPAP x10 ⁵	LR	PFR	PSR x10 ⁵
Temp	3	93.25**	1.62**	8.21**	0.25**	14.34**	10.23**	0.05	90.04**
Error	12	3.00	0.25	0.53	0.01	0.003	1.18	0.03	0.004
Total	15								
CV(%)		4.32	4.40	11.70	3.95	0.09	19.92	28.9	0.51

** : Altamente significativo ($P \leq 0.01$); ^yFV: Fuente de variación; CV: Coeficiente de variación; ^xGL: Grados de libertad; PE: Porcentaje de emergencia; IVE: Índice de velocidad de emergencia; LPAP: longitud de parte aérea de plántula; PFPAP: Peso fresco de parte aérea de plántula; PSPAP: Peso seco de parte aérea de plántula; LR: Largo de raíz; PFR: Peso fresco de raíz; PSR: Peso seco de raíz.

Para el PE se observa diferencia estadística entre los 10 y 22 °C por 14 %, donde con 22 °C se pudo haber alcanzado una mayor actividad enzimática y por lo tanto una mayor síntesis de carbohidratos que se expresa en mayor vigor de las plántulas (Melgares de Aguilar *et al.*, 2003). Debido a que fueron semillas y no plántulas las que se sometieron a las bajas temperaturas, se

discrepa con lo reportado por Bernier *et al.* (1985) ya que no hubo necesidad de que haya un mínimo de crecimiento de la parte vegetativa durante la exposición a las bajas temperaturas para que haya sensibilidad al frío. La mayor expresión del índice de velocidad de emergencia (IVE) se presentó con 4, 10 y 22 °C; siendo mayor en 1.34, 1.19 y 1 %, respectivamente (Cuadro 6).

CUADRO 6. Comparación de medias de cinco variables de calidad fisiológica de semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.) preacondicionadas por 24 horas a bajas temperaturas.

Temp ^y	PE (%) ^x	IVE	LPAP (cm)	PFPAP (g)	PSPAP (g)	LR (cm)	PSR (g)
4 °C	97.00 ab ^z	11.43 a	6.30 c	3.70 a	0.1955 b	4.75 b	0.0269 c
7 °C	91.25 bc	10.43 b	6.99 bc	3.40 b	0.1890 c	4.44 b	0.1219 d
10 °C	86.00 c	11.62 a	7.17 ab	3.10 c	0.1833 d	6.49 a	0.0461 b
22 °C	100.00 a	11.77 a	7.84 a	3.50 ab	0.1959 a	6.14 a	0.0532 a
Media	93.56	11.30	7.08	3.43	0.1909	5.46	0.0370
DMSH	2.57	1.04	0.74	0.28	0.0004	1.31	0.0004

^zMedias con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$); ^yTemp: Temperatura; DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; ^xPE: Porcentaje de emergencia; IVE: Índice de velocidad de emergencia; LPAP: Longitud de parte aérea de plántula; PFPAP: Peso fresco de parte aérea de plántula; PSPAP: Peso seco de parte aérea de plántula; LR: Longitud de raíz; PSR: Peso seco de raíz.

El tratamiento con 7 °C mostró efecto negativo en IVE, lo que se pudo deber a una disminución en la concentración del ácido abscísico que evitó que las giberelinas y las citoquininas actuaran adecuadamente (Rodrigues *et al.*, 2002), mostrando una reducción en el crecimiento de las plántulas (El-Sharkawy y Cock, 1990) tal vez debido a un retardo de las reacciones enzimáticas en la germinación y emergencia (Allain, 1988); lo que se puede apreciar en la Figura 3 donde a menor temperatura, la germinación disminuyó, similar a lo reportado por Thomashow (2001) en que las bajas temperaturas aplicadas a corto plazo crearon retardos en la germinación. La temperatura con 4 °C pudo no haber afectado la inducción por estrés de la

acumulación del ABA dentro de la planta sin afectar la enzima HMGR (Cowan *et al.*, 1997), lo que no produjo un bajo crecimiento en las plántulas, como reportan Fernández *et al.* (1997) en sus estudios (Cuadro 7). Debido a que los tratamientos con 10 y 22 °C germinaron al primer día postsiembra y los demás al segundo, indica que el efecto presentado fue de una inducción de bajas temperaturas por obtener resultados en un par de días y no de vernalización que podría tardar hasta meses en poder ver diferencias entre los caracteres evaluados (Thomashow, 2001).

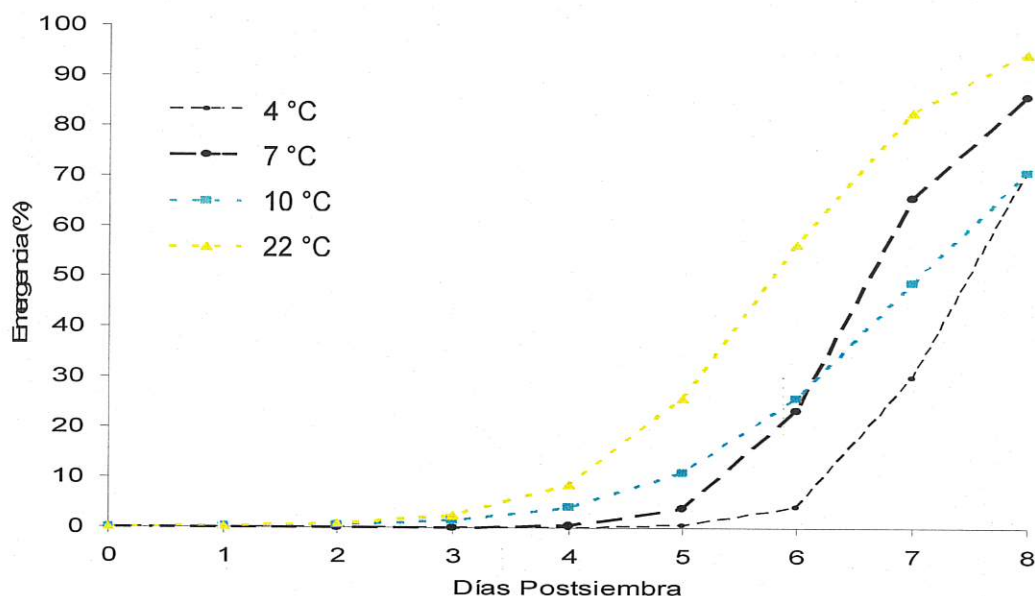


Figura 3. Curva de regresión del modelo logístico para el porcentaje de emergencia de semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.) preconditionadas por 24 horas a bajas temperaturas.

CUADRO 7. Parámetros del modelo logístico para el porcentaje de emergencia de semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.) preconditionadas por 24 horas a bajas temperaturas.

Temp ^x	A	B	C	n	r ²
4 °C	82.13	36506044.61	-2.41	4	0.999
7 °C	90.36	557895.60	-2.03	4	0.997
10 °C	93.04	1503.80	-1.06	4	0.998
22 °C	100.04	2004.31	-1.31	4	0.991

^xTemp: Temperatura; Parámetros del modelo logístico para A, B, C; n: número de observaciones, r²: correlación para el cuadrado de datos observados entre los predichos.

La reducción en IVE con 7 °C, que impidió una germinación normal, alteró al final la longitud de la parte aérea de la plántula (LPAP) (Delouche y Baskin, 1973). La diferencia más significativa en LPAP se obtuvo para 10 y 22 °C con respecto a 4 °C, resultados que permiten establecer que en las primeras temperaturas hubo mejores condiciones para que la semilla comenzara a imbibirse y reactivar su metabolismo, ya que muchas especies por debajo de los 10 °C no les es posible llevar a cabo estos eventos (Bernier *et al.*, 1985) (Cuadro 6). La aplicación de bajas temperaturas con 4 y 7 °C pudo haber causado estrés en las semillas, que generó menor crecimiento en las plántulas (Fernández *et al.*, 1977; Allain, 1988) lo que pudo ser por ciertos daños irreversibles dentro de la misma que finalmente causó una menor LPAP. Dicho estrés pudo deberse a que al pasar de los 4 y 7 °C a la temperatura ambiente (22 °C) fue un cambio más brusco para la semilla y al sustrato (Figura 4) (Cuadro 8).

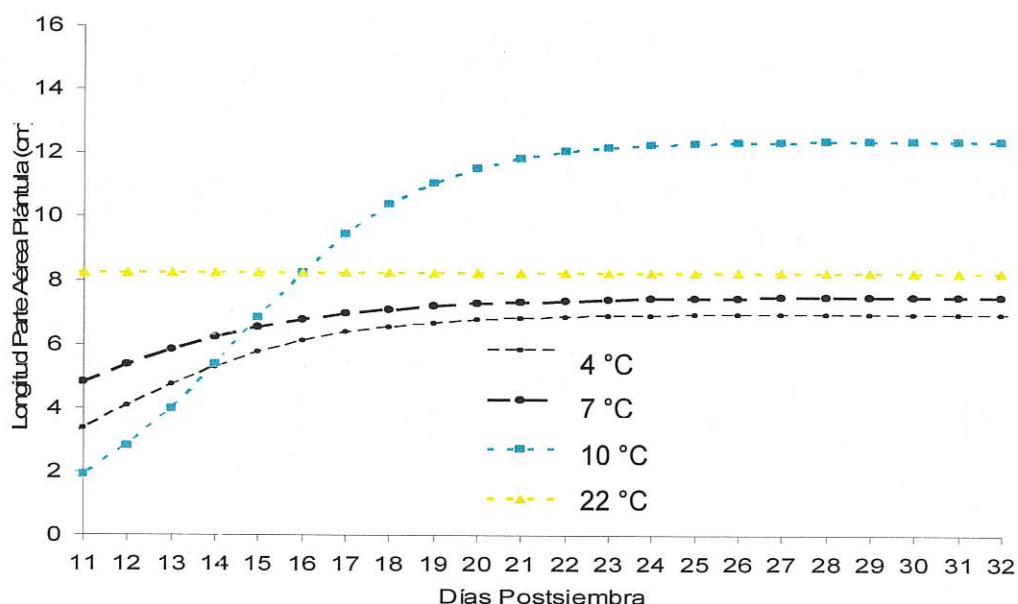


Figura 4. Curva de regresión del modelo logístico para la longitud de la parte aérea de plántulas de pepino (*Cucumis sativus* L.) provenientes de semillas preacondicionadas por 24 horas a bajas temperaturas.

CUADRO 8. Parámetros del modelo logístico para la longitud de la parte aérea de plántulas de pepino (*Cucumis sativus* L.) provenientes de semillas preacondicionadas por 24 horas a bajas temperaturas.

Temp ^x	A	B	C	n	r ²
4 °C	6.93	95.85	-0.41	4	0.97
7 °C	7.48	20.83	-0.33	4	0.96
10 °C	7.66	77.04	-0.43	4	0.97
22 °C	8.22	105.82	-1.31	4	0.96

^xTemp: Temperatura; Parámetros del modelo logístico para A, B, C; n: número de observaciones, r²: correlación para el cuadrado de datos observados entre los predichos.

El mayor peso fresco de la parte aérea de la plántula (PFPAP) se obtuvo a los 4 y 22 °C (Cuadro 6), habiendo una diferencia de 0.60 y 0.40 g con respecto al menor peso obtenido con 10 °C. Estos resultados permiten establecer que 22 °C pudo permitir una mayor actividad enzimática durante la germinación, emergencia y desarrollo de la plántula, donde la dinámica del consumo de agua pudo ser mayor que en aquellos sometidos previamente a un estrés por temperatura, condición que favoreció la acumulación de agua en sus tejidos (Bernier, 1985). Se encontraron los valores más altos en el testigo para el peso seco de la parte aérea de las plántulas (PSPAP) y peso seco de raíz (PSR), así como con 10 °C en el largo de raíz (LR).

Debido a que el PSPAP y PSR dependen exclusivamente de las reservas de la semilla, con 22 °C tal vez se permitió un óptimo equilibrio hormonal que a menores temperaturas, lo que pudo haber causado una mayor acción de las giberelinas que a su vez muy probablemente pudieron, de manera indirecta, desdoblar satisfactoriamente las sustancias de reserva y por lo tanto tener una mejor acumulación de materia seca en las diferentes estructuras de la plántula, comportamiento que en otros estudios también se ha observado en una mayor cantidad de raíces adventicias (Santelices, 1988); este reporte

también soporta el hecho de que la LR con 4 y 7 °C hayan presentado los menores valores, pues la diferencia en grados al momento de ponerlos a temperatura ambiente, probablemente generó un estrés que repercutió en el crecimiento de la raíz, sin descontar que con bajas temperaturas pudo haber una restricción en el modo de acción de las giberelinas ya que la temperatura tal vez no pudo colaborar en la disminución de los niveles de ácido abscísico (Rodrigues *et al.*, 2002).

El tratamiento de 24 horas con frío no generó dormancia en las semillas (Khan, 1975) y de acuerdo con Rodrigues *et al.* (2002), lo que pudo haber ocurrido con la aplicación de las bajas temperaturas fue una reducción de los niveles de ácido abscísico permitiendo que otras hormonas trabajaran con mayor libertad.

2.6 CONCLUSIONES

El acondicionamiento por 24 h de semillas de calabacita y pepino sembradas a temperaturas menores de 10 °C, afectó de manera diferencial las plántulas lo que se observó por medio de la germinación de las semillas y la calidad fisiológica de las plántulas.

Para calabacita las mayores diferencias en porcentaje de emergencia se alcanzó con 7 y 22 °C con respecto a 4 °C expuesta por 24 h, mientras que para el índice de velocidad de emergencia fue mayor 7 °C con respecto a 4 °C. Para los pesos frescos de plántula se alcanzó el mayor valor con 10 °C,

mientras que para las raíces se alcanzó con 10 y 22 °C y con 7 y 22 °C para el seco.

Para pepino las mayores diferencias en porcentaje de emergencia se dieron entre 10 y 22 °C, siendo ésta última la que produjo los mayores valores; mientras que los menores valores para el índice de velocidad de emergencia se dieron con 7 °C. Con respecto al testigo, para el peso fresco y seco de la parte aérea de la plántula solo se redujo con la aplicación de 10 °C, las menores longitudes de raíz con 4 y 7 °C y el menor peso seco de raíz con 7 °C.

2.7 LITERATURA CITADA

ALLAIN, F. 1988. Le froid dans l'agriculture. Revue Générale du Froid 18 (2): 5-14 p.

BERNIER, G.; J. KINET; R. SACHS. 1985. The physiology of flowering. Volume 3. CRC Press, Inc. Boca Raton, USA. 274 p.

COWAN, K.; C. MOORE-GORDON; L. BERTLING.; N. WOLSTENHOLME. 1997. Metabolic control of avocado fruit growth: Isoprenoid growth regulators and reaction catalyzed by 3-Hydroxy-3-Methylglutaryl Coenzyme A Reductase. Plant Physiology 114: 511-518.

DELOUCHE, J.; C. BASKIN. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology* 1 (2): 427-452.

EL-SHARKAWY, M.; J. COCK. 1990. Photosynthesis of cassava (*Manihot esculenta*). *Experimental Agriculture* 26(3): 325-340.

FERNÁNDEZ, J.; A. GONZÁLEZ; P. MARTÍNEZ; S. BAÑÓN; S. FRANCO. 1997. Effects of vernalization and exogenous gibberellins on curd induction and carbohydrate levels in the apex of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*). *Scientia Horticulturae* 70 (2): 223-230.

IRIKURA, Y.; J. COCK; K. KAWANO. 1979. The physiological basis of genotype temperature interactions in cassava. *Field Crops Research* 2: 227-239.

KHAN, A. 1975. Primary, preventive and permissive roles of hormones in plant systems. *The Botanical Review* 41: 391-420.

LABOURIAU, L. 1978. Seed germination as a thermobiological problem. *Radiation and Environmental Biophysics* 15: 345-366.

MAGUIRE, J. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* 2 (2): 176.

MELGARES DE AGUILAR, J.; J. FERNÁNDEZ HERNÁNDEZ; J. MARTÍNEZ GONZÁLEZ; L. BALENZATEGUI IPARRAGUIRRE; S. BAÑÓN ARIAS. 2003. "Influencia de diferentes temperaturas de sustrato y concentraciones de ácido indolbutírico en el esquejado de *Coriaria myrtifolia*". En: Actas del X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas, (39). Pontevedra, España. pp. 522-524.

RODRIGUES, A.; A. FRAGA; C. DOS SANTOS; J. OLIVEIRA; M. CARVALHO. 2002. Action of gibberellic acid (GA₃) on dormancy and activity of α -amylase in rice seeds. *Revista Brasileira de Sementes* 24 (2): 43-48.

SANTELICES, R. 1998. Efecto de la temperatura del sustrato sobre el arraigamiento de estacas de canelo (*Drimys winteri* J. R. et G. Forster). *Revista Ciencias Forestales* 12-13 (1-2): 14-20.

THOMASHOW, M. 2001. So what's new in the field of plant cold acclimation? Lots ! *Plant Physiology* 125: 89-93.

XIE, J.; M. GAO; Q. CAI; X. CHENG; Y. SHEN; Z. LIANG. 1995. Improved isolated microspore culture efficiency in medium with maltose and optimized growth regulator combination in japonica rice (*Oryza sativa*). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 42: 245-250.

3. Análisis Económico del Uso de Bajas Temperaturas Sobre Semillas en la Productividad de Pepino (*Cucumis sativus* L.)

K. Madrid Obando^{1†}; J. Martínez Solís¹; J. E. Rodríguez-Pérez¹; M. T. Martínez Damián¹; M. Pérez Grajales¹.

¹Instituto de Horticultura. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. C. P. 56230.
Correo-e: perezgm@hotmail.com ([†]responsable).

3.1 RESUMEN

Con el propósito de evaluar el efecto del preacondicionamiento de semillas con bajas temperaturas sobre la producción de pepino, se estableció en la Universidad Autónoma Chapingo una siembra en charolas de poliestireno bajo un diseño en bloques completamente al azar con cuatro repeticiones, las cuales fueron sometidas durante 12, 24 y 36 horas a temperaturas de 4, 7 y 10 °C en cámara frigorífica y a temperatura ambiente (22 °C), respectivamente. Posteriormente se llevaron a condiciones de invernadero y a los 12 días postsiembra se llevaron a campo abierto para medir su productividad y realizar un análisis financiero. Los resultados mostraron que no hubo diferencias claras entre el número de frutos comerciales y no comerciales; sin embargo, el mayor peso comercial se obtuvo con 4 °C por 24 horas de exposición. En términos económicos, los tratamientos con 4, 7 y 10 °C expuestos por 36 horas, obtuvieron los costos más altos debido a su prolongada exposición al frío, mientras que la exposición a 4 °C por 24 horas

mostró los mejores indicadores financieros por su alta productividad y bajos costos totales.

PALABRAS CLAVES ADICIONALES: análisis financiero, calidad de fruto, ingresos, relación beneficio-costos, rentabilidad, vernalización.

Economic Analysis of Using Low Temperatures in the Productivity of Cucumber (*Cucumis sativus* L.)

3.2 ABSTRACT

In order to evaluate the chilling effect over the production on cucumber plantlets in the Universidad Autónoma Chapingo, an experiment was established in polystyrene trays under a completely randomized block experimental design with four repetitions. The trays were placed separately into a refrigerator chamber for 12, 24 and 36 hours under 4, 7, 10 and 22 °C. Later were placed in greenhouse conditions and at 12 days after planting were taken to field conditions to evaluate production; finally a financial analysis was developed. The results showed not clear differences between the number of commercial and non commercial fruits; although, the highest commercial weight was obtained with 4 °C at 24 hours. In economic terms, treatments with 4, 7 and 10 °C exposed during 36 hours, had the highest costs because of its long time of exposure to chilling, and with 4 °C at 24 hours was obtained the best financial indicators, because of its high productivity and low total costs.

ADDITIONAL KEY WORDS: financial analysis, quality of fruit, earnings, benefit-cost relationship, rentability, vernalization.

3.3 INTRODUCCIÓN

En un mundo cada vez más competitivo en el que los mercados libres y las producciones con fines de exportación se han conformado como uno de los principales cimientos para la generación de recursos, la horticultura ocupa un lugar predominante y de constante cambio científico y tecnológico. La agudización de la competencia ha obligado a los productores a participar de manera intensa en la incorporación de innovaciones tecnológicas.

La reducción de costos de producción y con ello el fortalecimiento de la capacidad competitiva de los productores proviene de varios factores; como el desarrollo de procesos que aceleren la fructificación para el aprovechamiento de los períodos en que la reducida oferta brinda mejores precios (Hernández, 2003). Por ello surge la necesidad de saber manejar los costos (Cruz Morán, 2003) y con la ayuda de indicadores financieros se puede apreciar si un proyecto es factible y rentable (Muñate, 2004).

Uno de los problemas que afecta el rendimiento de los cultivos es que la planta no llena totalmente sus requisitos de temperatura lo que influye directamente en el período de floración. Se conoce como vernalización a los procesos que requieren exposiciones prolongadas al frío y su respuesta se aprecia en semanas o hasta meses, a diferencia de la inducción a bajas

temperaturas donde la respuesta metabólica y fenotípica se ve rápidamente (Thomashow, 2001). Con la técnica de vernalización se han reportado resultados de aumento de la productividad en *Fragaria vesca* L., *Lycopersicum esculentum* Mill. y *Cucumis sativus* L. (Madrid Obando, 2003).

La temperatura es el principal factor en el cambio de la fase vegetativa a reproductiva a nivel meristemático (Whiley *et al.*, 2002), donde las temperaturas sucesivamente frías prolongan la floración (Gardiazabal, 1998). Durante la fase de vernalización hay una disminución en la actividad meristemal causando una reducción en la mitosis, baja incorporación de timidina y decrecimiento en iniciación floral. Con el tiempo, si las plantas siguen expuestas a las bajas temperaturas, existe una recuperación de la actividad celular incluyendo un estímulo comparable con los meristemas no vernalizados que es el de alargamiento del nucléolo y aumento de la afinidad para las proteínas y el ARN (Bernier *et al.*, 1985). En *Arabidopsis* la exposición a días largos de luz y a bajas temperaturas promueve una rápida floración, en cambio los días cortos de luz sin vernalizar representan condiciones no inductivas para la floración (Blázquez *et al.*, 2002).

Luego de aplicar bajas temperaturas, el progreso hacia la fase prefloral se observa después de salir de dicha exposición al mostrar activación en el meristemo. Hay muchas razones del por qué una planta joven no es capaz de florecer aún que se someta a condiciones favorables; las más obvias suelen ser por área foliar insuficiente, relación infavorable entre hojas maduras e inmaduras, influencia del sistema radicular y la intensidad del

meristemo hacia los primordios florales. Al aplicar giberelinas en un brote juvenil, causa floración en los individuos jóvenes lo que sugiere que estas hojas no producen la suficiente cantidad de giberelinas para inducir floración (Peñaloza Ávila, 2001). Al finalizar la etapa juvenil, las plantas son consideradas adultas sensibles a las condiciones que eventualmente luego causaran la iniciación de la floración; es aquí donde la sensibilidad al frío se incrementa y se puede mantener por un tiempo prolongado pudiendo alterar la absorción y acumulación de agua dentro de la planta (Bernier *et al.*, 1985).

Existen factores externos que influyen la expresión sexual en las plantas como el caso de *Cucumis sativus* L. que con altas temperaturas y días largos produce más flores masculinas; mientras que con CO₂ y etileno puede cambiar las flores a femeninas al igual que usar ácido naftalén acético, ácido indolacético y el 2-4D (Bernier *et al.*, 1985).

La acumulación de ácido abscísico (ABA) inducido por estrés en los tejidos vegetales, altera los lípidos presentes en la membrana celular, causando la interrupción del desarrollo de frutos al afectar la división celular; lo que lleva a obtener frutos de tamaño pequeño (Zeevart y Creelman, 1988). El ABA inducido por estrés ejerce esta acción antagonista principalmente durante las primeras etapas del desarrollo del fruto, concordando con los niveles máximos de la división celular (Cowan *et al.*, 1997).

Las bajas temperaturas tienen un efecto detrimental en la cuaja de frutos, principalmente por que interrumpen el desarrollo normal de órganos y

estructuras (Whiley *et al.*, 2002), mientras que las altas temperaturas incentivan el crecimiento de brotes que compiten directamente con la fructificación (Gardiazabal, 1998).

El estímulo obtenido por la vernalización puede ser revertido si después de la inducción la planta pasa de inmediato a un ambiente con temperaturas demasiado altas (Peñaloza Ávila, 2001), lo que supone una hipótesis de la existencia de una hormona (vernalina) que se forma gracias al impulso del frío y que se metaboliza si altas temperaturas se presentan antes que el producto se establezca.

Los estudios sobre el efecto de las bajas temperaturas en la producción y calidad para pepino son bastante limitados y aun más reducidos sus análisis financieros de su aplicabilidad. Por lo anterior, los objetivos de la investigación fueron evaluar tratamientos de bajas temperaturas en el rendimiento y calidad de frutos en pepino var. 'Turbo' bajo aspectos estadísticos y económicos que indicarán si es conveniente invertir; bajo el supuesto que el efecto de las bajas temperaturas en las condiciones climáticas de la Universidad Autónoma Chapingo no afectaran en forma negativa el rendimiento y calidad de frutos.

3.4 MATERIALES Y MÉTODOS

Se sembró la variedad 'Turbo' de pepino (*Cucumis sativus* L.) recomendada para cosechas tardías con alto rendimiento de frutos de primera calidad con

un color uniforme con tonalidad verde oscuro y una cavidad pequeña de semillas. La siembra se hizo en charolas de poliestireno con el sustrato Peat Moss Sunshine número 2, bajo un diseño en bloques completamente al azar con cuatro repeticiones de 15 plantas, donde cada una se consideró como una unidad experimental.

La exposición a bajas temperaturas se llevó a cabo en el Laboratorio de Fisiología de Frutales del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo en Febrero del 2006, en cámaras frigoríficas marca Eureka. Las semillas sembradas fueron sometidas durante 12, 24 y 36 horas a tratamientos de frío con 4, 7 y 10 °C, y el testigo a temperatura ambiente (22 °C); pasadas 24 horas de aclimatación a temperatura ambiente, fueron transportadas al invernadero "tipo túnel" en el campo experimental de la Universidad.

El terreno se surcó a 1.20 metros y luego se acolchó. A los 12 días postsiembra se realizó el trasplante y a los 37 se fertilizó con 28.19 kg de urea, al día 43 se aplicaron 7.05 kg de nitrato de calcio y 7.05 kg de 13-2-44; diez días después se suministraron 28.19 kg de fosfonitrato con una formulación de 31-4-0.

Se hicieron cortes a los 50, 57 y 64 días postsiembra, donde se evaluaron las siguientes variables:

a) Número, peso y calidad de frutos por planta: se contaron y pesaron en kilogramos con una báscula digital marca AE ADAM, el total de las cosechas a los 50, 57 y 64 días postsiembra. Como primera calidad se consideraron los pepinos de color verde oscuro entre los 18 y 22 cm de largo, entre 4 y 4.5 cm de diámetro, un peso individual no menor a los 0.3 kg y nitidez en la superficie del fruto; la segunda calidad, o no comercial, es la que no reúne estas medidas.

b) Indicadores financieros: obtención de la relación beneficio costo (B/C), valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) en pesos mexicanos utilizando el programa financiero AMPRO®.

c) Análisis de sensibilidad: uso de tres escenarios económicos diferentes para determinar el cambio y sensibilidad del flujo de caja al afectar los costos y los precios. Al escenario optimista los costos se redujeron en un 10 % y el precio subió a \$ 3.08 por kg; en el real se mantuvieron los costos y el precio se mantuvo en \$ 2.80 por kg; y en el pesimista los costos aumentaron un 10 % y el precio bajó a \$ 2.52.

Los totales de los tres cortes fueron sometidos a un análisis de varianza y separación de medias utilizando la prueba Tukey ($P \leq 0.05$) con la asistencia del programa estadístico SAS® versión 8 para Windows® y el programa financiero AMPRO®.

3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.5.1 Producción

Los resultados del análisis de varianza mostraron efecto de la temperatura sobre el número de frutos (F1) y pesos de frutos por planta (PF1) de primera calidad y el peso de frutos de segunda calidad (PF2) ($\alpha \leq 0.01$); así como en el número de frutos de segunda calidad (F2) ($\alpha \leq 0.05$). Las horas de exposición afectaron a PF1 y F2 ($\alpha \leq 0.01$) además de los F1 y PF2 ($\alpha \leq 0.05$). La interacción entre la temperatura y las horas de exposición fue significativa para F2 ($\alpha \leq 0.05$). La información obtenida entre las variables es confiable por presentar valores menores al 10 % (Cuadro 9).

CUADRO 9. Cuadrados medios de variables de producción de frutos en el uso de bajas temperaturas en semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.).

FV ^x	GL	F1	PF1	F2	PF2
T ^y	2	747.03**	58.66**	65.36*	0.18**
H	2	93.53*	76.13**	253.86**	0.005*
B	3	20.01*	8.43*	38.73*	0.004*
T x H	4	125.19**	100.55**	19.61*	0.07**
Error	27	7.74	1.14	7.03	0.001
Total	39				
CV (%)		3.03	3.14	6.31	3.47

*: Significativo ($P \leq 0.05$); **: Altamente significativo ($P \leq 0.01$); ^yT: Temperatura; H: Horas de exposición; B: Bloques; CV: Coeficiente de variación; ^xFV: Fuente de variación; GL: Grados de libertad; F1: Número de frutos de primera calidad por planta; PF1: Peso de frutos de primera calidad por planta; F2: Número de frutos de segunda calidad por planta; PF2: Peso de frutos de segunda calidad por planta.

Con respecto al efecto de la temperatura, los valores más altos de F1 y PF1 se alcanzaron con 4 °C, superando hasta en 14.92 frutos (10 °C) y por 4.76 y 4.43 kg (10 y 22 °C), respectivamente, a los tratamientos con menor

producción. A medida que aumentó la temperatura, el número y peso de fruto por planta de primera calidad se redujo en forma significativa. Así con 4 °C se pudo haber alcanzado por completo los requerimientos de temperatura para poder mostrar su máxima expresión de producción (Madrid Obando, 2003). La mayor diferencia para F2 se obtuvo entre 7 y 4 °C por 4.67 frutos, lo que pudo haberse debido a la escasa formación de flores (Blázquez *et al.*, 2002). La menor producción de PF2 se obtuvo con 4 y 10 °C y se redujo hasta en un 0.21 y 0.18 kg con respecto al mayor tratamiento (7 °C); probablemente debido a que alteraron la acumulación y movimiento de agua hacia el fruto (Bernier, 1985) (Cuadro 10).

CUADRO 10. Comparación de medias para la temperatura en variables de producción de frutos en el uso de bajas temperaturas en semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.).

T ^x	F1	PF1 (kg)	F2	PF2 (kg)
4 °C	98.42 a ^z	36.54 a	39.58 b	0.75 c
7 °C	95.42 b	34.36 b	44.25 a	0.96 a
10 °C	83.50 d	32.11 c	42.00 ab	0.78 c
22 °C	87.25 c	31.78 c	42.50 ab	0.92 b
DMSH ^y	2.72	1.51	3.79	0.03

^zMedias con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$); ^yDMSH: Diferencia mínima significativa honesta; ^xT: Temperatura; F1: Número de frutos de primera calidad por planta; PF1: Peso de frutos de primera calidad por planta; F2: Número de frutos de segunda calidad por planta; PF2: Peso de frutos de segunda calidad por planta.

En el caso de las horas de exposición (Cuadro 11), los mayores valores de F1 se obtuvieron con tratamientos de 12 y 24 horas hasta 5.75 y 7.67 frutos más con respecto al testigo (0 horas). Para F1 las 12 y 24 horas de exposición y para PF1 las 24 horas pudieron haber sido suficientes para satisfacer los grados de temperatura que requiere el pepino para florecer adecuadamente (Madrid Obando, 2003).

CUADRO 11. Comparación de medias de variables de producción de frutos en las horas de exposición a bajas temperaturas en semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.).

H ^x	F1	PF1 (kg)	F2	PF2 (kg)
0	87.25 b ^z	31.78 c	42.50 a	0.92 a
12	93.00 a	31.74 c	36.83 b	0.80 c
24	94.92 a	36.77 a	43.25 a	0.82 bc
36	89.42 b	34.51 b	45.75 a	0.84 b
DMSH ^y	2.72	1.51	3.79	0.03

^zMedias con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$); ^yDMSH: Diferencia mínima significativa honesta; ^xH: Horas de exposición; F1: Número de frutos de primera calidad por planta; PF1: Peso de frutos de primera calidad por planta; F2: Número de frutos de segunda calidad por planta; PF2: Peso de frutos de segunda calidad por planta.

El menor número de frutos por planta de segunda calidad (F2) (Cuadro 11) se alcanzó con 12 horas de exposición lo que representa 5.67 frutos menos que el testigo, mientras que para el PF2 la mayor diferencia fue entre el testigo y 12 horas por 12 kg de diferencia. Probablemente no se afectó la acumulación de ABA inducido por las 12 horas de exposición al frío (Zeevart y Creelman, 1988) causando una menor alteración en el desarrollo de frutos al afectar la división celular (Cowan *et al.*, 1997), causando una mejor fructificación (Blázquez *et al.*, 2002) y una reducida acumulación de agua hacia el fruto (Bernier, 1985).

Con respecto a la interacción entre la temperatura y las horas de exposición (Cuadro 12), el acondicionamiento con 4 °C no presentó diferencias en el número de frutos de primera calidad (F1) en tanto su mayor peso de frutos de primera calidad (PF1) se obtuvo con 24 horas siendo 13.05 kg más que el testigo. Estos resultados permiten establecer que pudo haber una mayor dinámica de consumo de agua y que no hubo un efecto detrimental en el cuaje de los frutos por la baja temperatura (Whiley *et al.*, 2002), lo que va

disminuyendo a medida que fueron mayores las temperaturas y las horas de exposición (Bernier, 1985). Para las temperaturas de 7 °C, 24 horas de exposición fomentó la producción de F1 hasta en 15 frutos y 3.95 kg en PF1 comparado con el testigo; con relación a 12 y 36 horas no mostraron diferencias en los PF1. Para las temperaturas de 10 °C, con 12 horas obtuvo los mayores valores de F1 y PF1, siendo similar al testigo. Con estas condiciones supone que llenaron las necesidades de bajas temperaturas para acortar la floración (Madrid Obando, 2003) sin afectar la división celular por la acumulación de ABA inducido (Cowan *et al.*, 1997) ni produciendo frutos pequeños por las bajas temperaturas (Zeevart y Creelman, 1988) y generando una alta incidencia de flores (Blázquez *et al.*, 2002).

CUADRO 12. Comparación de medias de variables de producción de frutos en el uso de bajas temperaturas en semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.).

T ^x	H	F1	PF1 (kg)	F2	PF2 (kg)
4 °C	12	98.75 ab ^z	28.50 f	33.75 d	0.88 b
4 °C	24	100.25 ab	44.83 a	39.50 bcd	0.64 de
4 °C	36	96.25 abc	36.29 b	45.50 ab	0.72 cd
7 °C	12	89.75 cd	33.33 cd	40.50 abcd	0.91 b
7 °C	24	102.25 a	34.73 bc	44.50 ab	1.06 a
7 °C	36	94.25 bcd	35.03 bc	47.75 a	0.93 b
10 °C	12	90.50 cd	33.39 cd	36.25 cd	0.63 e
10 °C	24	82.25 ef	30.75 e	45.75 ab	0.77 c
10 °C	36	77.75 f	32.20 de	44.00 ab	0.88 b
22 °C	0	87.25 de	31.78 de	42.50 abc	0.92 b
Media		91.25	34.08	42.00	0.83
DMSH ^y		7.50	3.30	7.60	0.08

^zMedias con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$); ^yDMSH: Diferencia mínima significativa honesta; ^xT: Temperatura; H: Horas de exposición; F1: Número de frutos de primera calidad por planta; PF1: Peso de frutos de primera calidad por planta; F2: Número de frutos de segunda calidad por planta; PF2: Peso de frutos de segunda calidad por planta.

Para el número (F2) y peso (PF2) de frutos de segunda calidad por planta (Cuadro 12), es decir, no comerciales, para las temperaturas de 4 °C la

mayor diferencia ocurrió entre 36 y 12 horas por 11.75 frutos (F2) y de 12 con 24 horas en 0.16 kg (PF2), siendo para F2 las 12 horas menor que el testigo (22 °C con 0 horas de exposición) en 8.75 frutos y para PF2 las 24 horas por 0.28 kg. Para las temperaturas de 7 °C no hubo diferencia entre el tiempo para F2, mientras que para PF2 con 12 y 36 horas se obtuvieron 0.13 y 0.15 kg menos que con 24 horas; no hubo diferencia con el testigo con excepción de 24 horas de exposición que superó en PF2 con 0.14 kg. Con 10 °C el número y peso más bajos se obtuvo con 12 horas, siendo menor sólo el PF2 en 0.29 kg con respecto al testigo. A medida que aumentaban los días postsiembra (datos no presentados), mayor cantidad de frutos de segunda calidad se produjeron en todos los tratamientos. Esto pudo deberse a que las bajas temperaturas incidieron en una floración precoz (Blázquez *et al.*, 2002) ya que pudo no haber alterado la relación entre citoquininas y ABA, y por ende la división celular (Cowan *et al.*, 1997), causando que se concentrara la mejor calidad de frutos en los primeros cortes, optimizando los costos y la producción (Hernández, 2003).

Las correlaciones lineales entre los caracteres evaluados (Cuadro 13), no presentaron valores de importancia, en donde los de mayor magnitud fueron F2 con F1 ($\alpha \leq 0.01$) lo que implica que a mayor número de frutos de primera calidad también aumenta el número de segunda, lo que indica un rápido cambio de la fase vegetativa a reproductiva a nivel meristemático (Whiley *et al.*, 2002) y promoción por más tiempo de número de flores (Gardiazabal, 1998) en general por efecto de los tratamientos de bajas temperaturas. También se puede apreciar que al aumentar F2 también aumenta su peso.

CUADRO 13. Correlación para variables de producción de frutos en el uso de bajas temperaturas en semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.).

	PF1 ^x	F2	PF2
F1 ^y	0.39**	0.43**	0.29*
PF1		0.10	0.22*
F2			0.42**

*: Significativo ($P \leq 0.05$); **: Altamente significativo ($P \leq 0.05$); ^yF1: Número de frutos de primera calidad por planta; PF1: Peso de frutos de primera calidad por planta; F2: Número de frutos de segunda calidad por planta; PF2: Peso de frutos de segunda calidad por planta.

3.5.2 Económicos

Los resultados del análisis de varianza de variables económicas muestran efecto de la temperatura, las horas de exposición y su interacción ($\alpha \leq 0.01$) para los caracteres evaluados. Cabe mencionar que los costos variables (CTV) y totales (CT) sólo son afectados por las horas de exposición por el uso de las bajas temperaturas por el gasto en electricidad y de las cámaras frigoríficas. Los coeficientes de variación (CV) fueron menores que 5 %, lo que indica confiabilidad del análisis (Cuadro 14).

CUADRO 14. Cuadrados medios de variables económicas en el uso de bajas temperaturas en semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.).

FV ^x	GL	IB	CTV	CT	IN y VAN	B/C
T ^y	2	459.90**	0.00	0.00	459.80**	0.05**
H	2	596.64**	476.28**	476.28**	487.91**	0.06**
B	3	66.07*	0.00	0.00	66.06*	0.05*
T x H	4	788.24**	0.00	0.00	788.26**	0.10**
Error	27	8.96	0.00	0.00	8.96	0.001
Total	39					
CV (%)		3.14	0.00	0.00	38.24	3.29

** : Altamente significativo ($P \leq 0.01$); ^yTemp: Temperatura; H: Horas de exposición; B: Bloques; CV: Coeficiente de variación; ^xFV: Fuente de variación; GL: Grados de libertad; IB: Ingreso bruto; CTV: Costos variables; CT: Costos totales; IN: Ingreso neto; VAN: Valor actual neto; B/C: Beneficio costo.

En el caso de las temperaturas, el mayor ingreso bruto (IB) se obtuvo en plantas cuyas semillas se sometieron con 4 °C hasta por \$ 13.33 más que el testigo (22 °C), posiblemente por haber llenado sus necesidades de bajas temperaturas (Madrid Obando, 2003). Los mayores costos variables (CTV) y totales (CT) se dieron con 4, 7 y 10 °C con \$ 12.60 de diferencia con respecto al testigo, debido a que en este no hubo gasto inherente por el uso de las cámaras frigoríficas. Los mejores índices de ingreso neto (IN), valor actual neto (VAN) y beneficio costos (B/C), se obtuvieron con 4 °C y con el testigo (Cuadro 15); el primer caso por haber favorecido la producción de F1 (Cuadro 12) y el segundo por no tener gastos de la refrigeración.

CUADRO 15. Comparación de medias para la temperatura en variables económicas en el uso de bajas temperaturas sobre semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.).

T ^x	IB	CTV	CT	IN y VAN	B/C
4 °C	102.30 a ^z	12.60 a	95.92 a	13.44 a	1.15 a
7 °C	96.22 b	12.60 a	95.92 a	7.36 b	1.08 b
10 °C	89.92 c	12.60 a	95.92 a	1.06 c	1.02 c
22 °C	88.97 c	0.00 b	83.32 b	12.71 a	1.17 a
DMSH ^y	2.72	0.00	0.00	4.24	0.05

^zMedias con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$); ^yDMSH: Diferencia mínima significativa honesta; ^xT: Temperatura; IB: Ingreso bruto; CTV: Costos variables; CT: Costos totales; IN: Ingreso neto; VAN: Valor actual neto; B/C: Relación beneficio costo.

En el caso de las horas de exposición, el mayor IB se obtuvo en la siembra acondicionada por 24 horas, con una diferencia de \$ 13.98 con respecto al testigo (Cuadro 16). Los mayores valores de CTV y CT se obtuvieron con 36 horas debido a que su prolongada exposición al frío influyó en el aumento de los costos, situación que fue proporcional en cada tratamiento. Sin embargo, la aplicabilidad entre las horas adecuadas de exposición (Madrid Obando, 2003) y el manejo de los costos (Cruz Morán, 2003) brindó con 0 y 24 horas

los mejores índices de IN y VAN de un \$ 12.65 y \$ 12.26 más y de B/C de 0.14 y 0.15 más con relación al menor valor obtenido con 36 horas de exposición (Cuadro 16).

CUADRO 16. Comparación de medias de variables económicas en las horas de exposición a bajas temperaturas en semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.).

H ^x	IB	CTV	CT	IN y VAN	B/C
0	88.97 c ^z	0.00 d	83.30 d	12.71 a	1.17 a
12	88.87 c	6.30 c	89.60 c	6.31 b	1.08 b
24	102.95 a	12.60 b	95.90 b	14.10 a	1.16 a
36	96.61 b	18.90 a	102.20 a	1.45 c	1.02 c
DMSH ^y	2.72	0.00	3.79	4.24	0.05

^zMedias con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$); ^yDMSH: Diferencia mínima significativa honesta; ^xH: Horas de exposición; IB: Ingreso bruto; CTV: Costos variables; CT: Costos totales; IN: Ingreso neto; VAN: Valor actual neto; B/C: Relación beneficio costo.

El tipo de producción obtenida en el ensayo se considera como de tecnología media alta para el consumo del mercado interno (Hernández, 2003). Para la interacción entre las temperaturas y horas de exposición los mayores porcentajes de ingreso bruto (IB) se obtuvieron con 4 °C por 24 horas de exposición, superando al testigo por \$ 36.55. Los costos variables (CTV) más bajos fueron obtenidos por el testigo al no haber gastado en la energía para enfriar, y por lo tanto con 36 horas de frío e independiente de la temperatura, se registraron los mayores costos totales (CT) en hasta \$ 6.30, \$ 12.60 y \$ 18.90 más que los acondicionados a temperatura ambiente (Cuadro 17).

CUADRO 17. Comparación de medias de variables económicas en el uso de bajas temperaturas en semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.).

T ^x	H	IB (\$)	CTV (\$)	CT (\$)	IN y VAN (\$)	B/C
4 °C	12	79.79 e ^z	6.30 c	82.56 c	-2.77 de	0.98 d
4 °C	24	125.52 a	12.60 b	88.86 b	36.66 a	1.41 a
4 °C	36	105.60 b	18.90 a	95.16 a	6.44 bcd	1.07 bcd
7 °C	12	93.33 bcd	6.30 c	82.56 c	10.77 b	1.13 bc
7 °C	24	97.24 bc	12.60 b	88.86 b	8.38 bc	1.09 bc
7 °C	36	98.08 bc	18.90 a	95.16 a	2.92 cde	1.03 cde
10 °C	12	93.50 bcd	6.30 c	82.56 c	0.94 bc	1.13 bc
10 °C	24	86.10 de	12.60 b	88.86 b	-2.76 de	0.97 de
10 °C	36	90.16 cd	18.90 a	95.16 a	-5.00 e	0.95 e
22 °C	0	88.97 cde	0.00 d	76.26 d	12.71 b	1.17 b
Media		95.43	11.34	87.60	7.83	1.09
DMSH ^y		9.23	0.00	0	9.24	0.11

^zMedias con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$); ^yDMSH: Diferencia mínima significativa honesta; ^xT: Temperatura; H: Horas de exposición; IB: Ingreso bruto; CTV: Costos variables; CT: Costos totales; IN: Ingresos netos; VAN: Valor actual neto; B/C: Relación beneficio costo.

Los tratamientos con 36 horas de exposición alcanzaron los costos totales más altos (CT), debido a que los tratamientos con 36 horas de frío ocuparon un mayor costo y al ser sumado con el costo fijo, se obtienen los valores más altos dentro de la separación de medias. Similar es el caso para el valor más bajo en los costos variables y totales, que se obtuvo por el testigo (Cuadro 17). En este caso se puede apreciar que a pesar que es importante el manejo de los costos (Cruz Morán, 2003), se debe hacer un balance sobre las ganancias al momento de aplicar una nueva tecnología, como es el caso del uso de las bajas temperaturas con fines de aumentar el rendimiento.

El mayor ingreso neto (IN) se obtuvo con 4 °C por 24 horas de exposición, lo que implica \$ 23.95 más que el testigo; esto se debe a que dicho tratamiento estuvo dentro de los mayores números de frutos y pesos de primera calidad con un reducido porcentaje de producción no comercial (Cuadro 12). Los tratamientos de 4 °C con 12 horas y de 10 °C con 24 y 36 horas de

exposición obtuvieron valores negativos (Cuadro 17); sin embargo, cabe recalcar que el VAN fue igual que los ingresos netos, debido a que el proyecto no está contemplado a largo plazo por lo que no se utilizó una tasa de interés que asuma su comparación contra los beneficios que se podrían obtener al tener el dinero generando intereses en el banco por lo que esos \$ 23.95 obtenidos de más sobre el testigo es el beneficio que se obtiene en el presente ciclo de producción y con lo que se puede deducir la factibilidad del uso de bajas temperaturas con fines productivos (Muñate, 2004).

Para la relación de la tasa interna de retorno (TIR), aparece en el programa AMPRO® como no factible y no calculable debido a que los beneficios totales son mayores a los costos totales por lo que no es factible reportarlos ni poder tomar decisiones sobre el proyecto (Muñate, 2004).

La mejor relación B/C se alcanzó con 24 horas con 4 °C, ya que no sólo se recuperó lo invertido, si no que aparte se obtuvieron 0.41 pesos de utilidad, que representa \$ 0.24 más de utilidades por cada peso invertido que el testigo, con lo que se puede tomar la decisión (Muñate, 2004) de aplicar bajas temperaturas para acortar la floración, concentrar la cosecha en los primeros cortes y aumentar el nivel de competitividad entre los productores (Hernández, 2003). Los tratamientos de 4 °C con 12 horas de exposición y de 10 y 24 °C con 36 horas no alcanzaron a recuperar lo invertido debido a la baja producción y la predominancia de frutos no comerciales (F2) (Peñaloza Ávila, 2001).

En el caso del análisis de sensibilidad, para el escenario optimista se obtuvo ingresos positivos en todos los tratamientos, siendo el de mayor dominancia de 4 °C con 24 horas de exposición. En cambio, para el escenario pesimista, sólo este tratamiento obtuvo ingresos positivos (Cuadro 18).

CUADRO 18. Análisis de sensibilidad en el uso de bajas temperaturas en semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.).

E ^x	T	H	CT (\$)	IN (\$)
Optimista	4	12	73.11	14.67
	4	24	78.78	59.30
	4	36	84.45	27.32
	7	12	73.11	29.55
	7	24	78.78	28.59
	7	36	84.45	23.44
	10	12	73.11	29.73
	10	24	78.78	15.93
	10	36	84.45	14.73
	22	0	67.44	30.44
Real	4	12	82.56	-2.77
	4	24	88.86	36.66
	4	36	95.16	6.44
	7	12	82.56	10.77
	7	24	88.86	8.38
	7	36	95.16	2.93
	10	12	82.56	10.94
	10	24	88.86	-2.76
	10	36	95.16	-5.00
	22	0	76.26	12.71
Pesimista	4	12	90.82	-19.00
	4	24	97.75	15.22
	4	36	104.68	-13.23
	7	12	90.82	-6.83
	7	24	97.75	-10.23
	7	36	104.68	-16.40
	10	12	90.82	-6.68
	10	24	97.75	-20.26
	10	36	104.68	-23.54
	22	0	83.89	-3.80

^xE: Escenario; T: Temperatura; H: Horas de exposición; CT: Costos totales; IN: Ingresos netos.

Las correlaciones lineales entre los caracteres evaluados (Cuadro 19), presentó valores de importancia en especial de ingresos brutos (IB) con

costos totales (CT), ingreso neto (IN), valor actual neto (VAN) y relación beneficio costo (B/C) ($\alpha \leq 0.01$), lo que significa que al aumentar los IB se aumentará también en el resto de las variables. Similar sucede con IN y VAN que al aumentar causan que el B/C también aumente.

CUADRO 19. Correlación para variables económicas en el uso de bajas temperaturas en semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.).

	CTV ^x	CT	IN y VAN	B/C
IB ^y	0.32	0.86**	0.86**	0.84**
CTV		0.20	0.20	0.24
CT			0.20	0.24
IN y VAN				0.99**

*: Significativo ($P \leq 0.05$); **: Altamente significativo ($P \leq 0.01$); ^yIB: Ingreso bruto; ^xCTV: Costos variables; CT: Costos totales; IN: Ingresos netos; VAN: Valor actual neto; B/C: Relación beneficio costo.

3.6 CONCLUSIONES

El acondicionamiento de semillas de pepino sembradas a bajas temperaturas no mostró clara diferencia entre el número de frutos comerciales o no comerciales; sin embargo su mayor peso comercial se obtuvo con 4 °C por 24 horas de exposición.

En términos económicos, los tratamientos con 4, 7 y 10 °C expuestos por 36 horas, obtuvieron los costos más altos siendo favorable su prolongada exposición al frío, por lo que el tratamiento con 4 °C expuesto por 24 horas fue el de los mejores indicadores financieros.

3.7 LITERATURA CITADA

- ATSMON, D; E. GALUN. 1960. A morphogenetic study of staminate, pistillate and hermaphrodite flowers in *Cucumis sativus* (L). *Phytomorphology* 10: 110-115.
- BERNIER, G.; J. KINET; R. SACHS. 1985. The physiology of flowering. Volume 3. CRC Press, Inc. Boca Raton, USA. 274 p.
- BLÁZQUEZ, M.; M. TRÉNOR; D. WEIGEL. 2002. Independent Control of Gibberellin Biosynthesis and Flowering Time by the Circadian Clock in *Arabidopsis*. *Plant Physiology* 130: 1770-1775.
- COWAN, K.; C. MOORE-GORDON; L. BERTLING; N. WOLSTENHOLME. 1997. Metabolic control of avocado fruit growth: Isoprenoid growth regulators and reaction catalyzed by 3-Hydroxy-3-Methylglutaryl Coenzyme A Reductase. *Plant Physiology* 114: 511-518.
- CRUZ MORÁN, J. 2003. Análisis de la producción y rentabilidad del cultivo de hongo seta en el Estado de México. Informe analítico, Departamento de Fitotecnia, UACH. Chapingo, México. 64 p.
- GARDIAZABAL, F. 1998. "Floración en palto". En: Seminario internacional de paltos. Sociedad Gardiazabal-Magdhal. Viña del Mar, Chile. pp. 51-71.

HERNÁNDEZ, J. M. 2003. Globalización y desarrollo de nuevas formas de competencia en la agricultura. Revista Análisis Económico 18 (37): 121-139.

MADRID OBANDO, K. 2003. Estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras. Tesis Ingeniero Agrónomo en Ciencia y Producción Agrícola, Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 37 p.

MICHAJLIKOV, V.; G. JUÁREZ. 1964. Vernalización de papas. Revista INTA, Buenos Aires 33: 1-10.

MUÑATE, P. 2004. Apuntes para el curso de evaluación de proyectos. Departamento de Economía Agrícola, UACH. Chapingo, México. 172 p.

PEÑALOZA ÁVILA, P. 2001. Semillas de hortalizas: manual de producción. Ediciones Universitarias de Valparaíso. Santiago, Chile. 36 p.

THOMASHOW, M. 2001. So what's new in the field of plant cold acclimation? Lots ! Plant Physiology 125: 89-93.

WHILEY, C.; B. SCHOFTER; B. WOLSTENHOLME. 2002. Avocado. Botany, production and uses. Cabi Publishnig. Wallinford, USA. pp 101-134.

ZEEBAART, J.; R. CREELMAN. 1988. Metabolism and physiology of abscisic acid. Plant Molecular Biology 39: 439-473.

4. Análisis Económico del Uso de Bajas Temperaturas Sobre Semillas en la Productividad de Calabacita (*Cucurbita pepo* L.)

K. Madrid Obando^{1¶}, J. Martínez Solís¹; J. E. Rodríguez-Pérez¹; M. T. Martínez Damián¹; M. Pérez Grajales¹.

¹Instituto de Horticultura. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. C. P. 56230.
Correo-e: perezgm@hotmail.com (¶responsable).

4.1 RESUMEN

Con el propósito de evaluar el efecto del preacondicionamiento de semillas a bajas temperaturas sobre la producción de calabacita, se estableció en la Universidad Autónoma Chapingo una siembra en charolas de poliestireno bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, las cuales fueron sometidas durante 12, 24 y 36 horas a temperaturas de 4, 7 y 10 °C en cámara frigorífica y a temperatura ambiente (22 °C), respectivamente. Posteriormente se llevaron a condiciones de invernadero y a los 12 días postsiembra se llevaron a campo abierto para medir su productividad y realizar un análisis financiero. Los resultados mostraron que no hubo un efecto positivo en la producción de frutos y número de flores masculinas por planta; tampoco hubo beneficios económicos de la aplicación de ésta técnica de acondicionamiento.

PALABRAS CLAVES ADICIONALES: análisis financiero, calidad de fruto, flor masculina, relación beneficio-costos, rentabilidad, vernalización.

Economic Analysis of Using Low Temperatures in the Productivity of Zucchini (*Cucurbita pepo* L.)

4.2 ABSTRACT

In order to evaluate the chilling effect over the production in zucchini plantlets, in the Universidad Autónoma Chapingo an experiment was established in polystyrene trays under a completely randomized experimental design with four repetitions, which were exposed by 12, 24 and 36 hours at temperatures of 4, 7 and 10 °C in cooling chambers and at environment temperature (22 °C), respectively. Later were placed under greenhouse conditions for being transplanted at 12 days after planting to evaluate production and to make a financial analysis. The results showed that there were no positive effects in the production of fruits and number of male flowers by plant; neither economic benefits of the application of this technique.

ADDITIONAL KEY WORDS: financial analysis, production costs, male flower, benefit-cost relationship, rentability, vernalization.

4.3 INTRODUCCIÓN

Las regiones latinoamericanas están experimentando la implementación de los tratados de libre comercio, en especial con los países de Norteamérica y Europa. En el caso de México, le brindó un aumento de exportaciones en

frutas y hortalizas de un 118 % (Jiménez Medina y Jiménez Medina, 2004) con cifras alrededor de las 337,950 toneladas métricas y con un crecimiento promedio anual de casi 2.4 % (Redondo, 2003).

Un proyecto de inversión se puede describir como un plan que, si se le asigna un monto de capital y se le proporcionan los insumos necesarios, producirá un bien o un servicio útil al ser humano o a la sociedad en general (Baca, 1995) donde se utilizan indicadores financieros y análisis de sensibilidad para la toma de decisiones (FIRA, 1993).

Es por ello que a la par de los estudios económicos se ha comenzado a explorar nuevas técnicas de producción, como el uso de bajas temperaturas y de vernalización para inducir floración en algunas especies; donde se conoce como vernalización a los procesos que requieren exposiciones prolongadas al frío y su respuesta se aprecia en semanas o hasta meses, a diferencia de la inducción a bajas temperaturas donde la respuesta metabólica y fenotípica se aprecia hasta en días (Thomashow, 2001). La vernalización es necesaria en algunas especies, como la variedad 'CRJS' de *Raphanus sativus* L. (Eigles y Edwin, 1977) y se ha reportado efectos positivos en tubérculos de *Solanum tuberosum* L. variedades 'Katahdin' y 'Huinkul' (Michajlikov y Juárez, 1964), en *Brassica oleracea* L. var. Gemmiferas (Bernier *et al.*, 1985), en *Fragaria vesca* L. cultivar 'Chandler', en *Lycopersicum esculentum* Mill. cultivar 'Peto 98' y para bajas temperaturas en *Cucumis sativus* L. variedad 'Turbo' (Madrid Obando, 2003).

Para que funcione la aplicación de las bajas temperaturas las plantas deben medir la duración a esa exposición y lo hacen luego de completar su requerimiento de fotoperíodo gracias a la memoria celular que se mantiene estable a través de las divisiones mitóticas (Amasino, 2004). El hecho de ser plantas que requieran vernalización ha sido estudiado a nivel genético como en *Beta vulgaris* L. donde el hábito bianual se debe a un locus simple recesivo (Abegg, 1936) o en cereales donde dos loci, uno dominante y otro recesivo, los distinguen de ser de primavera o de invierno (Tranquilli y Dubcovsky, 2000).

El factor más importante para la inhabilitación de la floración es la proximidad de los brotes laterales con el sistema radical; una distancia mayor de 20 nudos entre el nudo y las raíces es necesaria para permitir la evocación de dicho nudo. En *Arabidopsis* la floración se puede acelerar utilizando 5-iododeoxiuridina, que es un análogo competitivo de la timidina, por medio de la producción de un inhibidor del crecimiento vegetativo y un decrecimiento de la síntesis de ADN en el meristemo. Se ha observado que el porcentaje del núcleo que incorpora timidina incrementa en todas las zonas meristemáticas durante la exposición a bajas temperaturas. El estímulo de la zona central del meristemo ocurre en plantas que se vernalizan a una edad de 85 días; esto no ocurre a las vernalizadas en 26 días. Al completar 40 días de tratamiento de frío, las plantas están aún en estado vegetativo, pero su meristemo tiene más ADN que los no vernalizados. Una semana después al regresar a temperatura ambiente, los

meristemos que fueron enfriados pasan a las fases intermedias, prefloral y reproductivas (Bernier *et al.*, 1985).

Un incremento en la biosíntesis del ácido giberélico contribuye a una floración precoz en altos fotoperíodos y su aplicación exógena puede ser tan eficiente como un tratamiento de días largos; el crecimiento y apertura de flores para varias mono y dicotiledóneas está asociada con un incremento transitorio de este ácido en los pétalos (Leitner-Dagan y Weiss, 1999). El antagonista del ácido giberélico, el ácido abscísico, tiene un rol de retardar la floración (Blázquez *et al.*, 2000).

El número de flores no suele modificarse con las bajas temperaturas porque es influenciada primordialmente por la estructura del ápice reproductivo (Bernier *et al.*, 1985). La inducción por estrés de la acumulación de ácido abscísico (ABA) reduce la actividad de la enzima 3-Hidroxi-3-Metilglutaril Coenzima A Reductasa (HMGR), limitando la síntesis de citoquininas y fitoesteroides. Una baja en la relación citoquininas/ABA, es decir a favor de ABA, tiene una influencia negativa en la actividad de la HMGR y por ende, la actividad de la división celular (Cowan *et al.*, 1997).

Los estudios sobre el efecto de las bajas temperaturas en la producción y calidad para calabacita son bastante limitados y aun más sus análisis financieros. Por lo anterior, los objetivos de la investigación fueron evaluar tratamientos de bajas temperaturas en el rendimiento, calidad de frutos y producción de flores masculinas en calabacita var. 'Grey Zucchini' bajo

aspectos estadísticos y económicos que indicarán si es conveniente invertir, bajo el supuesto que el efecto de las bajas temperaturas en las condiciones climáticas de la Universidad Autónoma Chapingo no afectará de forma negativa el rendimiento y calidad de frutos.

4.4 MATERIALES Y MÉTODOS

Se sembró la variedad 'Grey Zucchini' de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) recomendada para ciclos cortos, de polinización abierta y su fruto posee un color verde grisáceo. Se sembró en charolas de poliestireno con el sustrato Peat Moss Sunshine Número 2, bajo un diseño en bloques completamente al azar con cuatro repeticiones de 10 plantas, donde cada planta se consideró como una unidad experimental.

La exposición a bajas temperaturas se llevó a cabo en el Laboratorio de Fisiología de Frutales del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo en Febrero del 2006, en cámaras frigoríficas marca Eureka. Las semillas sembradas fueron sometidas durante 12, 24 y 36 horas a tratamientos de frío con 4, 7 y 10 °C, y el testigo a temperatura ambiente (22 °C); pasadas 24 horas de aclimatación a temperatura ambiente, fueron transportadas al invernadero "tipo túnel" en el campo experimental de la Universidad.

El terreno se surcó a 1.20 metros y luego se acolchó. A los 12 días postsiembra se realizó el trasplante y a los 37 se fertilizó con 28.19 kg de

urea, al día 43 se aplicaron 7.05 kg de nitrato de calcio y 7.05 kg de 13-2-44; diez días después se suministraron 28.19 kg de fosfonitrato con una formulación de 31-4-0.

Se hicieron cortes entre los 62 y 85 días postsiembra. Los caracteres evaluados fueron:

- a) Número de flores masculinas: se contó diariamente el número de flores masculinas desde el comienzo de la floración hasta la finalización del experimento.
- b) Número, peso y calidad de frutos por planta: se contaron y pesaron el total de las diez cosechas en kilogramos con una báscula digital AE ADAM donde se consideró como primera calidad los frutos que oscilan entre los 10 y 15 cm de longitud, y los 5 y 7 cm de ancho; la segunda calidad entre los 16 y 20 cm de longitud, y los 8 y 9 cm de ancho; la tercera calidad no es comercial porque es mayor y menor a las medidas descritas anteriormente.
- c) Indicadores financieros: obtención del valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y la relación beneficio costo (B/C) en pesos mexicanos por medio del programa financiero AMPRO®.
- d) Análisis de sensibilidad: uso de tres escenarios económicos diferentes para determinar el cambio y sensibilidad del flujo de caja al afectar los costos y los precios. Al escenario optimista los costos se redujeron en un 10 % y el precio subió a \$ 3.96 por kg de primera calidad, \$ 2.64 por kg de segunda calidad y \$ 0.39 por flor masculina; en el real se mantuvieron los costos y el precio se mantuvo \$ 3.60 para la primera calidad, \$ 2.40 para la segunda calidad y en \$ 0.35 por flor masculina; y en el pesimista los costos

aumentaron un 10 % y el precio bajó a \$ 3.24 para la primera calidad, \$ 2.16 para la segunda calidad y en \$ 0.32 por flor masculina.

Los totales de las diez cosechas fueron sometidos a un análisis de varianza y una separación de medias utilizando la prueba Tukey ($P \leq 0.05$) con la asistencia del programa estadístico SAS® versión 8 para Windows® y el programa financiero AMPRO®.

4.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.5.1 Producción

Los resultados del análisis de varianza mostraron que la temperatura y las horas de exposición al frío no tuvieron efecto sobre las variables respuesta ($\alpha \leq 0.01$), mientras que su interacción fue significativa para las flores masculinas (FM) ($\alpha \leq 0.05$); para ésta variable la información es confiable al presentar coeficientes de variación (CV) menores al 10 % (Cuadro 20).

CUADRO 20. Cuadrados medios de variables de producción de frutos y flores masculinas en el uso de bajas temperaturas en semillas de calabacita (*Cucurbita pepo* L.).

FV ^x	GL	F1	PF1	F2	PF2	F3	PF3	FM
T ^y	2	6.58	0.24	6.19	1.52	1.58	0.07	19.69
H	2	25.33	0.37	20.53	0.47	4.08	0.29	4.53
B	3	38.47	0.35	1.09	0.37	20.76*	3.21**	14.09
T x H	4	46.17	0.59	24.44	0.84	0.67	0.10	42.74*
Error	27	44.00	0.63	15.76	0.90	4.72	0.33	10.78
Total	39							
CV (%)		16.77	17.12	26.79	30.28	31.61	32.81	9.07

*: Significativo ($P \leq 0.05$); **: Altamente significativo ($P \leq 0.01$); ^yTemp: Temperatura; H: Horas de exposición; B: Bloques; CV: Coeficiente de variación; ^xFV: Fuente de variación; GL: Grados de libertad; F1: Número de frutos de primera calidad por planta; PF1: Peso de frutos de primera calidad por planta; F2: Número de frutos de segunda calidad por planta; PF2: Peso de frutos de segunda calidad por planta; F3: Número de frutos de tercera calidad por planta; PF3: Peso de frutos de tercera calidad por planta; FM: Número de flores masculinas.

Para el número de flores masculinas (FM) (Cuadro 21), todos los tratamientos se comportaron igual con relación al testigo. Dichas temperaturas no tuvieron influencia sobre la evocación floral al no reducir el tiempo de la fase vegetativa a reproductiva a nivel meristemático (Whiley *et al.*, 2002) lo que probablemente se debió a un desequilibrio entre la proximidad de los brotes laterales y el sistema radical, posiblemente no hubo inhibición de la timidina dentro del núcleo (Bernier *et al.*, 1985); también se pudo deber a una reducción del ácido giberélico (Leitner-Dagan y Weiss, 1999) que permitió la acción del ácido abscísico (Blázquez *et al.*, 2000).

CUADRO 21. Comparación de medias para flores masculinas en el uso de bajas temperaturas en semillas de calabacita (*Cucurbita pepo* L.).

Temperatura	Horas de exposición	Número de flores masculinas
4 °C	12	35.75 abcd ^z
4 °C	24	34.00 cd
4 °C	36	34.00 cd
7 °C	12	39.00 ab
7 °C	24	38.50 abc
7 °C	36	32.50 d
10 °C	12	35.50 abcd
10 °C	24	35.00 bcd
10 °C	36	40.25 a
22 °C	0	37.25 abcd
Media		36.18
DMSH ^y		8.04

^zMedias con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$); ^yDMSH: Diferencia mínima significativa honesta.

La presencia de lluvias y la aparición de *Fusarium*, no permitieron establecer si en realidad la planta logró satisfacer todas sus necesidades de temperatura y luz que contribuyeran a un completo desarrollo, que le permitiera expresar todo su potencial de vigor (Amasino, 2004) y de aumento en rendimiento como lo reportan Michajlikov y Juárez (1964), Bernier *et al.*

(1985) y Madrid Obando (2003); por lo que puede ser conveniente la realización de un nuevo ensayo.

Las correlaciones lineales significativas de mayor importancia (Cuadro 22) se presentaron entre el número de frutos y peso de frutos por planta en las tres calidades, que implica que el incremento de F1, F2 o F3, repercuten en un mayor PF1, PF2 y PF3, respectivamente. Cabe señalar que el número de flores masculinas (FM) presentaron correlación significativa ($\alpha \leq 0.01$) con el número de frutos de tercera calidad por planta (F3) y sus respectivos pesos (PF3), probablemente por el desequilibrio hormonal en la relación citoquininas/ABA, favoreciendo al ABA e influyendo negativamente en la actividad de la enzima 3-Hidroxi-3-Metilglutaril Coenzima a Reductasa (HMGR) y por ende, la actividad de la división celular y limitando la síntesis de citoquininas y fitoesteroides (Cowan *et al.*, 1997), pudiendo inducir una menor producción de flores femeninas, que evidentemente se reflejó en bajos valores de F3 y PF3 (Bernier *et al.*, 1985).

CUADRO 22. Correlación para variables de producción de frutos y flores masculinas en el uso de bajas temperaturas en semillas de calabacita (*Cucurbita pepo* L.).

	PF1 ^x	F2	PF2	F3	PF3	FM
F1 ^y	0.91**	0.27**	0.24**	0.23**	0.24**	0.02
PF1		0.19*	0.22**	0.09	0.11*	0.03
F2			0.86**	0.36**	0.35**	0.10
PF2				0.22**	0.23**	0.09
F3					0.93**	0.11*
PF3						0.11*

*: Significativo ($P \leq 0.05$); **: Altamente significativo ($P \leq 0.01$); ^yF1: Número de frutos de primera calidad por planta; ^xPF1: Peso de frutos de primera calidad por planta; F2: Número de frutos de segunda calidad por planta; PF2: Peso de frutos de segunda calidad por planta; F3: Número de frutos de tercera calidad por planta; PF3: Pesos de frutos de tercera calidad por planta; FM: Número de flores masculinas.

4.5.2. Económicos

Los resultados del análisis de varianza mostraron efecto de las horas de exposición en el ingreso neto (IN) y valor actual neto (VAN) ($\alpha \leq 0.01$); mientras que no hubo efecto por parte de la temperatura y su interacción con las horas de exposición sobre el resto de las variables. Una razón es que los costos variables (CTV) y totales (CT) sólo son afectados por las horas de exposición, es debido al uso de las cámaras frigoríficas y su respectivo gasto en electricidad para generar las bajas temperaturas. Se tiene una confiabilidad en los datos, ya que el valor más alto dentro de los coeficientes de variabilidad (CV) es menor al 13 % (Cuadro 23).

CUADRO 23. Cuadrados medios de variables económicas en el uso de bajas temperaturas sobre semillas en la productividad de calabacita (*Cucurbita pepo* L.).

FV ^x	GL	IB	CTV	CT	IN y VAN	B/C
T ^y	2	8.59	0.00	0.00	8.86	0.001
H	2	8.31	476.28**	476.28**	399.98**	0.004
B	3	2.62	0.00	0.00	2.62	0.0004
T x H	4	15.30	0.00	0.00	15.30	0.002
Error	12	18.17	0.00	0.00	18.17	0.002
Total	35					
CV (%)		11.55	0.00	0.00	6.80	12.14

** : Altamente significativo ($P \leq 0.01$); ^yTemp: Temperatura; H: Horas de exposición; B: Bloques; CV: Coeficiente de variación; ^xFV: Fuente de variación; GL: Grados de libertad; IB: Ingreso bruto; CTV: Costos variables; CT: Costos totales; IN: Ingreso neto; VAN: Valor actual neto; B/C: Beneficio costo.

El efecto de las temperaturas no fue significativo en el ingreso bruto (IB); mientras que la temperatura ambiente (22 °C) obtuvo el menor costo variable (CTV) y total (CT) hasta en \$ 12.60 y \$ 11.88, ya que no incurrió en gastos por uso de las cámaras frigoríficas. A pesar de ello, no se obtuvieron

valores positivos para el IN, VAN, ni en la relación beneficio costo (B/C) (Cuadro 24).

CUADRO 24. Comparación de medias para la temperatura en las variables económicas en el uso de bajas temperaturas sobre semillas de calabacita (*Cucurbita pepo* L.).

T ^x	IB	CTV	CT	IN y VAN	B/C
4 °C	35.65 a ^z	12.60 a	100.08 a	- 6.15 b	0.35 b
7 °C	37.19 a	12.60 a	100.08 a	- 63.61 b	0.37 b
10 °C	37.08 a	12.60 a	100.08 a	- 63.72 b	0.37 b
22 °C	39.15 a	0.00 b	88.20 b	- 49.06 a	0.46 a
DMSH ^y	6.19	0.00	0.00	6.19	0.06

^zMedias con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$); ^yDMSH: Diferencia mínima significativa honesta; ^xT: Temperatura; IB: Ingreso bruto; CTV: Costos variables; CT: Costos totales; IN: Ingreso neto; VAN: Valor actual neto; B/C: Relación beneficio costo.

Para las horas de exposición, no hubo diferencias en IB y los costos más bajos los alcanzó el testigo (CTV y CT) en \$18.90 menos que el valor más alto obtenido por 36 horas, lo que se debe a que no incurrió en ningún costo por uso de las cámaras frigoríficas. Sin embargo, los valores de IN, VAN y B/C resultaron negativos debido a la baja producción obtenida primordialmente por los daños ocasionados por las lluvias (Cuadro 25).

CUADRO 25. Comparación de medias de variables económicas en las horas de exposición a bajas temperaturas en semillas de calabacita (*Cucurbita pepo* L.).

H ^x	IB	CTV	CT	IN y VAN	B/C
0	39.15 a ^z	0.00 d	88.20 d	- 49.06 a	0.46 a
12	36.44 a	6.30 c	94.50 c	- 58.06 b	0.39 b
24	35.93 a	12.60 b	100.80 b	- 64.87 c	0.36 b
36	37.56 a	18.90 a	107.10 a	- 69.54 c	0.35 b
DMSH ^y	6.19	1.23	0.00	6.19	0.06

^zMedias con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$); ^yDMSH: Diferencia mínima significativa honesta; ^xH: Horas de exposición; IB: Ingreso bruto; CTV: Costos variables; CT: Costos totales; IN: Ingreso neto; VAN: Valor actual neto; B/C: Relación beneficio costo.

En el caso de la interacción entre las temperaturas y las horas de exposición (Cuadro 26), para los costos variables (CTV) y totales (CT), el testigo (22 °C sin horas de exposición) obtuvo los valores más bajos ya que no incurrió en gastos por el uso de las cámaras frigoríficas. Los valores más altos de CT los obtuvo las tres temperaturas expuestas con 36 horas siendo \$ 18.90 por encima del testigo; esto se debe a los altos costos variables por refrigeración. Debido a los problemas de lluvias y un ataque de *Fusarium* que causaron una baja producción, no se obtuvieron valores positivos en los ingresos netos. En los ingresos netos (IN) no se obtuvieron valores positivos, estando en más de un 30 % por debajo del punto de equilibrio. El valor actual neto (VAN) (FIRA, 1993) fue igual que los ingresos netos (IN) debido a que el proyecto no está contemplado a largo plazo, por lo que no se utilizó una tasa de interés que asuma su comparación contra los beneficios que se podrían obtener al tener el dinero generando intereses en el banco.

CUADRO 26. Comparación de medias de variables económicas en el uso de bajas temperaturas en semillas de calabacita (*Cucurbita pepo* L.).

T ^x	H	CTV (\$)	CT (\$)	IN y VAN (\$)	B/C
4 °C	12	6.30 c ^z	94.50 c	- 59.31 bc	0.37 ab
4 °C	24	12.60 b	100.80 b	- 65.73 cd	0.35 b
4 °C	36	18.90 a	107.10 a	- 70.41 d	0.34 b
7 °C	12	6.30 c	94.50 c	- 59.15 bc	0.38 ab
7 °C	24	12.60 b	100.80 b	- 62.30 bcd	0.38 ab
7 °C	36	18.90 a	107.10 a	- 69.37 d	0.35 b
10 °C	12	6.30 c	94.50 c	- 55.73 ab	0.41 ab
10 °C	24	12.60 b	100.80 b	- 66.58 cd	0.34 b
10 °C	36	18.90 a	107.10 a	- 68.86 cd	0.36 ab
22 °C	0	0.00 d	88.20 d	- 49.06 a	0.46 a
Media		11.34	99.54	- 62.65	0.37
DMSH ^y	0		0	9.83	0.11

^zMedias con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$); ^yDMSH: Diferencia mínima significativa honesta; ^xT: Temperatura; H: Horas de exposición; CTV: Costos variables; CT: Costos totales; IN: Ingresos netos; VAN: Valor actual neto; B/C: Relación beneficio costo.

La tasa interna de retorno (TIR), aparece como no factible y no calculable por el programa AMPRO® debido a que los beneficios totales son mayores que los costos totales, por lo que no es factible reportarlos ni poder tomar decisiones sobre el proyecto (FIRA, 1993). En las relaciones beneficio costo (B/C) (Nacional Financiera, 1998) no se alcanzó el punto de equilibrio donde se recupera lo invertido en ninguno de los tratamientos.

En el caso del análisis de sensibilidad (Cuadro 27), aún para el escenario optimista se mantienen pérdidas mayores al 30 % para poder llegar a un punto de equilibrio; por ello no se realizó el estudio para un escenario pesimista.

CUADRO 27. Análisis de sensibilidad en el uso de bajas temperaturas en semillas de calabacita (*Cucurbita pepo* L.).

E ^x	T	H	CT (\$)	IN (\$)
Optimista	4	12	85.05	-46.17
	4	24	90.72	-51.96
	4	36	96.39	-55.85
	7	12	85.05	-45.96
	7	24	90.72	-48.17
	7	36	96.39	-54.70
	10	12	85.05	-42.23
	10	24	90.72	-52.93
	10	36	96.39	-54.12
	22	0	79.38	-36.12
Real	4	12	82.56	-59.31
	4	24	88.86	-65.73
	4	36	95.16	-70.41
	7	12	82.56	-59.15
	7	24	88.86	-62.30
	7	36	95.16	-69.37
	10	12	82.56	-55.73
	10	24	88.86	-66.58
	10	36	95.16	-68.86
	22	0	76.26	-49.06

^xE: Escenario; T: Temperatura; H: Horas de exposición; CT: Costos totales; IN: Ingresos netos.

Las correlaciones lineales entre los caracteres evaluados (Cuadro 28), presentaron valores de importancia, para el CTV con CT, IN y VAN ($\alpha \leq 0.01$); por lo que se puede deducir que al aumentar el costo variable automáticamente se altera el resto del flujo de caja, respectivamente.

CUADRO 28. Correlación para variables económicas en el uso de bajas temperaturas en semillas de calabacita (*Cucurbita pepo* L.).

	CTV ^x	CT	IN y VAN	B/C
IB ^x	0.19	0.19	0.58*	0.06**
CTV		1.00**	1.91**	0.53*
CT			0.91**	0.53*
IN y VAN				0.47*

*: Significativo ($P \leq 0.05$); **: Altamente significativo ($P \leq 0.01$); ^xIB: Ingreso bruto; CTV: Costos variables; CT: Costos totales; IN: Ingresos netos; VAN: Valor actual neto; B/C: Relación beneficio costo.

4.6 CONCLUSIONES

El acondicionamiento de semillas de calabacita a bajas temperaturas por períodos de exposición de 12, 24 y 36 horas, no mostró un efecto positivo en la producción de frutos y número de flores masculina por planta; tampoco hubo beneficios económicos de la aplicación de ésta técnica de acondicionamiento por el bajo rendimiento causado por las lluvias y las enfermedades fungosas por lo que se recomienda realizar un nuevo ensayo en época fuera de lluvias o bajo invernadero.

4.7 LITERATURA CITADA

ABEGG, F. A. 1936. A genetic factor for the annual habit in beets and linkage relationship. *Journal of Agricultural Research* 53: 493-511.

AMASINO, R. 2004. Historical Perspective Essay: Vernalization, Competence and the Epigenetic Memory of Winter. The Plant Cell 16: 2553-2559.

BACA, J. 1995. Evaluación de proyectos. Ed. Mc. Graw Hill. Tercera edición, México. 399 p.

BERNIER, G.; J. KINET; R. SACHS. 1985. The physiology of flowering. Volume 3. CRC Press, Inc. Boca Raton, USA. 274 p.

BLÁZQUEZ, M.; M. TRÉNOR; D. WEIGEL. 2002. Independent control of gibberellin biosynthesis and flowering time by the circadian clock in Arabidopsis. Plant Physiology 130: 1770-1775.

COWAN, K.; C. MOORE-GORDON; L. BERTLING; N. WOLSTENHOLME. 1997. Metabolic control of avocado fruit growth: Isoprenoid growth regulators and reaction catalyzed by 3-Hydroxy-3-Methylglutaryl Coenzyme A Reductase. Plant Physiology 114: 511-518.

EIGLES, E.; J. ERWIN. 1997. A model plant for vernalization studies. Scientia Horticulturae 70 (2): 197-202.

FIRA, 1993. Evaluación económica de proyectos de inversión. Boletín informativo, México 253 (26): 13-14.

JIMÉNEZ MEDINA, J.; J. JIMÉNEZ MEDINA. 2004. Exportación de hortalizas procesadas a los Estados Unidos e inocuidad alimentaria. Tesis de Licenciatura en Comercio Internacional de Productos Agropecuarios. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 82 p.

LEITNER-DAGAN, Y.; D. WEISS. 1999. Ca^{2+} , calmodulin, and protein dephosphorylation are required for GA-induced gene expression in petunia corolla. *Physiologia Plantarum* 105: 116-121.

MADRID OBANDO, K. 2003. Estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras. Tesis de Ingeniero Agrónomo en Ciencia y Producción Agrícola. El Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 37 p.

MICHAJLIKOV, V.; G. JUÁREZ. 1964. Vernalización de papas. *Revista INTA* 33: 1-10.

MUÑATE, P. D. 2004. Apuntes para el curso de evaluación de proyectos. Departamento de Economía Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, México. 172 p.

NACIONAL FINANCIERA. 1998. Guía para la formulación y evaluación de proyectos. *Agronegocios* Sagitario 220 p.

RAMÍREZ, H.; A. BENAVIDES. 2003. Horticultural science and industry in Mexico an overview. *Chronica Horticulturae* 43(3): 20-25.

REDONDO, E. 2003. Importancia de las hortalizas en México. 113-126 p.

SCHWENTESIUS, R.; M. A. GÓMEZ. 1998. "Competitividad de hortalizas mexicanas en el mercado norteamericano, tendencias recientes en el marco del TLC" en Schwentesius, R. 1998. *TLC y agricultura: Funciona el experimento?* Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Chapingo, México. 396 p.

WHILEY, C.; B. SCHOFER; B. WOLSTENHOLME. 2002. Avocado. Botany, production and uses. Cabi Publishnig. Wallinford, USA. pp 101-134.

5. DISCUSIÓN GENERAL

Por los movimientos que surgen en los mercados actuales, tanto a nivel nacional como mundial, los investigadores y productores centran sus esfuerzos en poder obtener herramientas capaces de aumentar el rendimiento de sus unidades productivas, siempre tratando de mantener los costos lo más bajo posible para no disminuir sus ganancias. Este hecho colabora con aumentar la capacidad de competitividad que poseen los productores nacionales, brindándoles una rentabilidad mayor que al final se pueda observar en el ingreso per cápita de la gente que labora en el campo como en los índices financieros que se reportan y monitorean cautelosamente por los entes gubernamentales.

La implementación de bajas temperaturas con diferentes horas de exposición sobre el acondicionamiento de semillas de calabacita y pepino para las condiciones ambientales en las que se encuentra la Universidad Autónoma Chapingo, supone una gran oportunidad tanto productiva como de investigación, ya que por medio de los tres artículos científicos antes descritos, se puede constatar que a pesar que no es una técnica ampliamente utilizada para la familia de las cucurbitáceas, sí hubo en términos generales un efecto sobre la calidad y comportamiento de las plántulas así como de su rendimiento en campo, especialmente para pepino.

Para el caso del comportamiento en plántulas, no todas las exposiciones a bajas temperaturas diezmaron la emergencia de las semillas, igualando en algunos casos a la temperatura ambiente. Una vez que la plántula emergió, el comportamiento fisiológico de las mismas fue muy variable entre ambas especies, ya que al momento en que se realizaron las mediciones de calidad fisiológica, como la longitud de la plántula y peso de la plántula no se comportaron de la misma forma. Esto puede deberse a un deterioro causado por algunas de las temperaturas y horas de exposición en la semilla y su utilización de las reservas que posee, lo que al final se aprecia en un reducido vigor de la plántula. A esto se le agrega que el hecho de causar una leve inducción en las semillas por medio de bajas temperaturas, puede llegar alterar los niveles y concentraciones de hormonas, al igual que su desempeño al momento de la emergencia y su desenvolvimiento en plántula durante sus diversas etapas fenológicas de crecimiento.

Para los ensayos económicos, las plántulas interactuaron con las diversas condiciones ambientales que se pueden encontrar en campo y que en su mayoría no son controlables. De aquí, se puede apreciar la influencia de los tratamientos en la calidad y peso de los frutos obtenidos, donde el flujo, absorción y movimiento de agua dentro de la planta pudo haber sido afectado de forma diferencial entre los tratamientos y especies.

En términos económicos, el empleo de las bajas temperaturas no supone una enorme ingerencia o inversión dentro de la planificación de un proyecto, a pesar de las diversas horas de frío a las que las semillas pueden ser

expuestas; dicho efecto puede ser obtenido con la utilización hasta de un refrigerador casero. Se observó un incremento paulatino, en el caso de pepino, en la producción con la utilización de las bajas temperaturas, y por medio de los indicadores financieros se pudo determinar que sí es una técnica viable. Sin embargo, para calabacita, la presencia de lluvia o de plagas afectó el comportamiento y el rendimiento final de las plantas. Por ello, se recomienda realizar una vez más este ensayo pero en temporada no lluviosa o bajo invernadero.

6. CONCLUSIONES GENERALES

- La implementación de bajas temperaturas con diferentes horas de exposición en el preacondicionamiento de semillas de calabacita 'Grey Zucchini' y de pepino 'Turbo', no favoreció la expresión en la calidad fisiológica de las semillas debido a que su emergencia y vigor fue igual o menor que las del testigo.
- Para la evaluación de campo en pepino, la mayor rentabilidad económica se produjo a 4 °C con 24 horas de exposición, debido al mayor número y peso de frutos de primera calidad.
- Para la evaluación de campo en calabacita, no hubo diferencia entre sus variables de producción y ninguno de los tratamientos obtuvo rentabilidad económica por las condiciones ambientales desfavorables que se presentaron, por lo que se recomienda realizar un nuevo ensayo en época no lluviosa o bajo condiciones de invernadero.

7. BIBLIOGRAFÍA

BACA, J. 1995. Evaluación de proyectos. Ed. Mc. Graw Hill. Tercera edición, México. 399 p.

BERNIER, G.; J. KINET; R. SACHS. 1985. The physiology of flowering. Volume 3. CRC Press Inc. Boca Raton, USA. 274 p.

CHOUARD, P. 1960. Vernalization and its relations to dormancy. Plant Physiology. 11, 191-238.

DECOTEAU, D. 2000. Vegetable Corps. Prentice Hall. New Jersey, USA. 464 p.

HOPKINS, W. 1999. Introduction to plant physiology. 2da edición. Courier Companies Inc. New York, USA. 512 p.

NACIONAL FINANCIERA. 1998. Guía para la formulación y evaluación de proyectos. Agronegocios Sagitario. 220 p.

PEÑALOZA ÁVILA, P. 2001. Semillas de hortalizas: manual de producción. Ediciones Universitarias de Valparaíso. Santiago, Chile. 36 p.

ROLDÁN, M.; J. MARTÍNEZ. 2000. Floración y su control ambiental. In:
Azcona-Bieto, J.; Talón, M. (eds). Fundamentos de fisiología vegetal.
Mcgraw-Hill, Barcelona. 403-417 p.

SALISBURY, F.; C. ROSS. 1999. Fisiología vegetal. 4ta ed. Iberoamérica.
D. F., México. 759 p.

TAIZ, L.; E. ZEIGER. 1998. Plant physiology. Sinauer Associates Inc.
Sunderland, England. 792 p.