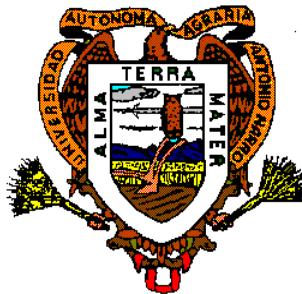


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE AGRONOMIA



**Determinación de la temperatura base para el crecimiento en
siete genotipos de cilantro (*Coriandrum sativum* L.)**

Por :

ANA BERTHA CARBALLO CLEMENTE

TESIS

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

Ingeniero Agrónomo en Horticultura.

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Septiembre de 1998**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMIA**

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

**Determinación de la temperatura base para el crecimiento en siete
genotipos de cilantro (*Coriandrum sativum* L.)**

Presentada Por :

ANA BERTHA CARBALLO CLEMENTE

TESIS

**Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de :**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

**Aprobada
Presidente del Jurado**

M. C. José Hernández Dávila

Sinodal

Ph.D. Francisco Zavala G.

Sinodal

Ph.D. Marco A. Bustamante G.

Sinodal

M. S. Leticia A. Bustamante G.

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

M. C. Mariano Flores Dávila.

Buanavista, Saltillo, Coahuila, México. Septiembre de 1998.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS NUESTRO SEÑOR. Porque con su bendición y la vida que me está brindando estoy logrando culminar uno de mis más grandes anhelos.

A MI ALMA MATER. Por haberme permitido ser parte de ella, dado abrigo y formarme como profesionista. Llevare en alto tu nombre donde quiera que me encuentre y estarás siempre en mi corazón.

M.C. JOSÉ HERNÁNDEZ DÁVILA. Le estoy muy agradecida por haberme brindado su amistad y ayudado a salir adelante en los momentos que más los necesitaba. Además de todos los conocimientos transmitidos, sugerencias, orientación y por la asesoría durante la elaboración del presente trabajo de investigación.

Ph.D. FRANCISCO ZAVALA GARCÍA. Porque gracias a sus sabios consejos y los conocimientos aplicados al trabajo, se logró terminarlo lo mejor posible.

Ph.D. MARCO ANTONIO BUSTAMANTE GARCÍA. Por haberme transmitido conocimientos y ayudado a la mejor culminación del trabajo.

M. S. LETICIA A. BUSTAMANTE GARCÍA. Por su amistad brindada, facilidades para la realización de este trabajo, además de sus valiosas aportaciones.

T.L.Q SANDRA LUZ GARCÍA VALDÉZ e ING. ANA BERTHA MEZA COTA.

Por su valiosa colaboración en el trabajo de laboratorio.

M. C. JOSÉ LUIS WOO REZA y M. C. RUBÉN PERÉZ RÍOS. Por toda la ayuda proporcionada para que el trabajo pudiera salir lo mejor posible.

A todos los maestros que me impartieron clases durante el tiempo que estuve en la Universidad, por haberme transmitido sus conocimientos y formarme como profesionista.

A TODOS MIL GRACIAS.

iv

DEDICATORIA

Con todo el amor que les tengo, por haberme dado la herencia más grande que podría recibir de ustedes, mis estudios profesionales, ya que gracias a su confianza, consejos y la buena educación que nos han dado, he logrado una de mis metas trazadas en la vida.

A mis padres:

INOCENCIO CARBALLO SUÁRES

y

MARÍA DE JESÚS CLEMENTE SALINAS

Con mucho cariño y respeto.

QUE DIOS LOS BENDIGA.

A mi hermano ***CARLOS***, quién siempre me ha brindado su apoyo y a quién quiero mucho, por ser como es. Una de las personas más lindas del mundo. Te llevo siempre en mi corazón.

A MIS TÍOS. Porque siempre me han dado ánimo para que yo salga adelante en todo lo que me proponga y porque siempre tendré su cariño y apoyo como la familia que somos.

A mis primos: **SAÚL, BETO, MIGUEL, JUAN LUIS y LUCERO.** Porque siempre harán que la familia salga adelante. A quienes les tengo mucho cariño, los quiero.

A la memoria de mi abuelita: **BERTHA SALINAS VAZQUÉZ (†).**

Con mucho cariño y respeto, gracias a dios por habernos permitido convivir mucho tiempo contigo y sentir ese tierno amor que nos diste.

A mis sobrinos: **CARLOS ANTONIO y JESÚS ALBERTO,** quienes dan alegría y mucha felicidad a la familia. Los quiero.

A la Fam. **HERNANDEZ RAMOS,** que aprecio mucho por haberme brindado su amistad y apoyado en todo momento.

A la memoria de mi amigo: **JOSÉ OLIVER ALTUZAR GARCÍA (†).**

Nunca pense plasmarte de esta forma, pero dios así lo quiso y por algo fué. Tú quién siempre nos dió apoyo cuando lo necesitamos y los consejos que recibí tuyos nunca se me olvidarán. Gracias por haberme permitido compartir contigo momentos que nunca olvidaré.

A ECSAR JIMÉNEZ ACEVEDO: Con especial cariño y respeto, por haberme permitido conocerlo y ayudarme a salir adelante en los momentos que más lo necesitaba, sin olvidar todos los momentos maravilloso que compartimos juntos.

A **FELIPA FRANCO HERNÁNDEZ**: Porque compartimos muchos momentos juntas en una etapa de la vida en la que estuvimos lejos de la familia y quién en todo momento me brindo su apoyo incondicional. Eres una hermana para mí. Mil gracias por tú amistad y confianza que me brindaste.

A mis amigos: **TOÑO, JULIO, CELERINO, MARIO, MARCELINO y ZURIEL**; quienes siempre me han brindado la mano incondicional en todo momento y con quienes compartí muchos momentos inolvidables. Gracias por su amistad.

vi

A mis amigas: **LAURA**, que desde niña conviví con ella, a **JULIA y CHOFY'S**, que hasta la fecha nos seguimos frecuentando y brindándonos cariño y apoyo como siempre. Las aprecio mucho por su amistad.

A **LAURA DURÓN, DORA ELIA GUEVARA y GUADALUPE ORTIZ** por su amistad brindada.

A mis compañeros de la generación **LXXXIV**, en especial a la primera y segunda sección de horticultura.

vii

INDICE DE CONTENIDO

	<i>página</i>
INDICE DE CUADROS.....	<i>xi</i>
INDICE DE FIGURAS.....	<i>xii</i>
INTRODUCCION.....	1
Objetivo.....	3
Hipótesis.....	3
REVISION DE LITERATURA.....	4
Generalidades del Cultivo de Cilantro.....	4
Antecedentes.....	4

Taxonomía.....	6
Características Botánicas.....	7
Raíz.....	7
Tallo.....	7
Hoja.....	7
Flor.....	8
Semilla.....	8
Condiciones Ecológicas.....	9
Suelo.....	9
Temperatura.....	9
Fotoperíodo.....	12
Necesidades hídricas.....	13
Labores culturales.....	15
Preparación del terreno.....	15
Siembra.....	15
Escardas.....	16
Fertilización.....	17
Control de Malezas, Plagas y Enfermedades...	18
Malezas.....	18
Plagas.....	19
Enfermedades.....	20
Cosecha.....	21
Cultivares más Utilizados en México.....	22
Temperatura Base.....	22
Método de Germinación.....	25
El Sistema de Unidades Calor.....	25
Definición.....	26
Métodos Usados para el Cálculo de Unidades	

Calor.....	27
Método Directo.....	27
Método Residual o del Promedio.....	27
Método Exponencial.....	28
Método del Índice de Geslin.....	28
Método de Unidades Calor Totales.....	29
Método de Unidades Calor Específica.....	29
Método Triangular Simple.....	30
Método de Triangulación Doble.....	32
Método Sinoidal o de Seno Simple.....	34
Método Sinoidal o de Seno Doble.....	36
Tablas Precalculadas.....	39
Aplicación del Sistema de Unidades Calor....	40
Usos de las Unidades Calor en Cultivos	
Hortícolas.....	41
MATERIALES Y METODOS.....	45
Ubicación del Area Experimental.....	45
Material Utilizado.....	45

ix

Características del Material.....	45
Tratamientos.....	48
Procedimiento Experimental.....	48
Siembra.....	48

Monitoreo de Datos.....	50
Variables Evaluadas.....	50
Capacidad de Germinación.....	50
Días a Germinación.....	50
Temperatura Base.....	50
Temperatura Optima.....	51
Diseño Experimental.....	51
RESULTADOS Y DISCUSION.....	53
Capacidad de Germinación.....	53
Días a Germinación.....	60
Temperatura Base.....	67
Temperatura Optima.....	73
CONCLUSIONES.....	76
LITERATURA CITADA.....	77

INDICE DE CUADROS

Cuadro	<i>Página</i>
1. Análisis de varianza de la variable capacidad de germinación de semillas de cilantro de diferentes genotipos, bajo diferentes temperaturas. UAAAN. 1997.....	54
2. Comparación de medias para la capacidad de germinación de semillas de cilantro de diferentes genotipos, bajo diferentes temperaturas. UAAAN. 1997.....	55
3. Análisis de varianza de la variable días a germinación de semillas de cilantro de diferentes genotipos, bajo diferentes temperaturas. UAAAN. 1997.....	60
4. Comparación de medias para los días a germinación de semillas de cilantro de diferentes genotipos, bajo diferentes temperaturas. UAAAN. 1997.....	61

INDICE DE FIGURAS

Figura	<i>Página</i>
1. Capacidad de germinación de cilantro utilizando la media general de las temperaturas.....	59
2. Capacidad de germinación de los genotipos de cilantro utilizando las medias generales.....	59
3. Días a germinación del cilantro utilizando las medias generales de las diferentes temperaturas.....	66
4. Días a germinación del cilantro utilizando las medias generales de los diferentes genotipos...	67
5. Temperatura base del cilantro estimada mediante la ecuación de regresión, utilizando porcentaje de germinación y diferentes temperaturas.....	69
5.1 Temperatura base para el genotipo Marroquí, utilizando porcentajes de germinación y	

diferentes temperaturas.....	69
5.2 Temperatura base del genotipo Santo, utilizando el porcentaje de germinación y diferentes temperaturas.....	70
5.3 Temperatura base del material Tipo Marroquí, utilizando el porcentaje de germinación y diferentes temperaturas.....	70
5.4 Temperatura base del genotipo Criollo de Ramos utilizando el porcentaje de germinación y diferentes temperaturas.....	71
5.5 Temperatura base del genotipo Criollo Poblano utilizando el porcentaje de germinación y diferentes temperaturas.....	71
5.6 Temperatura base del genotipo Slow Bolt utilizando el porcentaje de germinación y diferentes temperaturas.....	72
5.7 Temperatura base del genotipo Sun Master utilizando el porcentaje de germinación y diferentes temperaturas.....	72
6. Capacidad máxima de germinación de los genotipos de cilantro considerando las	

diferentes temperaturas de trabajo..... 74

Xiii

INTRODUCCION

En la actualidad en México se ha dado un impulso sorprendente al cultivo de las hortalizas, porque es una de las actividades agrícolas que ha generado una gran cantidad de empleos para el país, por la infinidad de mano de obra que se utiliza desde la preparación del terreno hasta la cosecha, además resulta importante para la captación de divisas que genera por concepto de exportaciones.

En México, el cultivo del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) tiene mucha importancia debido al número de usos que tiene, se consume principalmente en fresco como condimento en comidas; en otros países de América, Europa y Asia la semilla se utiliza para la extracción de aceites, la fabricación de perfumes, esencias para vinos y licores, elaboración de jabones, shampoo y también en la industria farmacéutica.

Los principales estados productores en la República Mexicana son: Baja California Norte, Estado de México, Coahuila, Tlaxcala, Puebla, Hidalgo, Guanajuato y Yucatán.

Destinándose en 1994, una superficie a nivel nacional de 10,853 has con una producción de follaje de 23,157 toneladas.

En el Estado de Coahuila, la zona más importante para este cultivo es la región sur que comprende los municipios de Arteaga, Saltillo, Ramos Arizpe, General Cepeda y Parras. En 1994 se sembraron 30 ha con una producción promedio de 12.83 ton/ha utilizando principalmente los cultivares Marroquí, Santo y Criollo de Ramos (SAGAR, 1991-1995).

En la producción moderna de hortalizas es de suma importancia programar las labores culturales, la aplicación de pesticidas y la cosecha. Sin embargo, la velocidad de desarrollo no depende necesariamente del tiempo "cronológico" (días, semanas, etc.), sino que está en función del tiempo "fisiológico", el cual depende a su vez de la cantidad de calor que haya recibido la planta. El calor acumulado actúa por lo tanto como "reloj interno" que afecta la velocidad de crecimiento y desarrollo de la misma (Díaz, 1996).

La temperatura determina la velocidad de crecimiento de organismos como plantas y animales. Estos requieren una cierta cantidad de calor para completar un estado de desarrollo tal como la germinación, floración, etc. En general, el crecimiento de las plantas ocurre solamente cuando la temperatura se encuentra por arriba de un valor mínimo denominado umbral mínimo o temperatura base.

En el cultivo del cilantro no se tienen registros sobre la temperatura base, por lo cual en este trabajo de investigación se trató de resolver éste problema utilizando como criterio de crecimiento la germinación de semillas.

Por lo anterior el **objetivo** de la presente investigación fué: determinar la temperatura base del cilantro (*Coriandrum sativum* L.).

HIPOTESIS.

La temperatura base afecta la germinación de semillas de cilantro; sin embargo, existe una que puede prácticamente definirse como el límite entre germinación y no germinación de semillas.

REVISION DE LITERATURA

GENERALIDADES DEL CULTIVO DE CILANTRO

(*Coriandrum sativum* L.)

Antecedentes

El nombre de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) deriva del griego "Koris" que significa chinche, por el aroma que desprende del fruto inmaduro de la planta joven. Pertenecce a la familia de las umbelíferas en donde se agrupan también la zanahoria (*Daucus carota*), el apio (*Apium graveolens*), el perejil (*Petroselinum crispum*), el comino (*Cuminum cyminum*) y el eneldo (*Anethum graveolens*), considerados la mayoría como especias o hierbas para condimento.

Lerena (1975) y Font (1978) mencionaron que el cultivo del cilantro es conocido en Castellano como: coriandro, colentro, cilantro, ciliandro; en Portugués y Gallego: coendro, coentro, ceandro, xendro; en Vasco: mortorri; Francés y Catalán: coriandre; en Italiano: coriandolo; en Alemán: Koriander y en Inglés: coriander.

Macmillan et al. (1943); Tamaro (1987) y Bailey (1978) mencionaron que el género *Coriandrum* tiene dos

subespecies, el cilantro cultivado por semilla y el perejil chino cultivado por su follaje.

Rodale (1964) y Raymond (1984) comentaron que su introducción a América fué a través de Massachussetts, Estados Unidos en 1670 por inmigrantes Europeos y de ahí se distribuyó al resto del continente.

Rodale, et al. (citados por Morales, 1987) dijeron que en la actualidad éste cultivo se explota comúnmente en el Norte de la India, Asia Menor, URSS, Europa, Sudamérica, México, Centroamérica, USA y Canadá.

Dorantes (1992) mencionó que éste cultivo tiene un amplio rango de adaptación geográfica, ya que se tienen antecedentes que indican que se ha sembrado a latitudes que van desde los 50 °LN en las regiones de Leningrado, y Canadá, hasta los 25 °LS aproximadamente como en Paraguay y Brasil en Sudamérica e Islas Mauricio en Africa. En México se siembra en altitudes que van desde los 14 msnm en el norte de Tamaulipas hasta los 2350 msnm en el Valle de México, esto hace que los climas incluyan el seco estepario (Bs), seco desértico (Bw), templado lluvioso con invierno seco (Cw) y tropical lluvioso con invierno seco (Acw).

HEH (1996) mencionó que el cilantro es una planta anual de fácil y rápido crecimiento, alcanza una altura de alrededor de 60 cm, debe sembrarse en su lugar definitivo y aclarearse separando las matas entre 18 y 25 cm. Prefiere el sol pero crece bastante bien en sombra parcial. Esta

hierba es cultivada tanto por sus hojas como por su semilla.

Valadéz (1992) clasificó al cilantro como una hortaliza de clima frío cuya temperatura óptima de crecimiento debe ser de 15 a 18 °C, debe sembrarse a chorrillo en surcos a doble hilera, su ciclo agrícola es de 55 días y se puede sembrar todo el año.

SAGAR (1991-1995) citó que durante los últimos cuatro años, 23 estados de la República mexicana son los que cultivan cilantro en una superficie total de 10,853 ha. Sin embargo, el 86.6% de ese total es sembrado en ocho estados que son: Baja California, Puebla, Tlaxcala, Yucatán, Estado de México, Hidalgo, Coahuila y Guanajuato. Baja California y Puebla siembran en conjunto 6,790 ha. Es de hacer notar que todos los estados, excepto Puebla siembran más superficie con cilantro en el ciclo otoño-invierno y una superficie menor, en primavera-verano.

Taxonomía

Reino..... Vegetal
 División.....Angiospermae
 Clase.....Dicotyledonea
 Subclase.....Archilchlamidae
 Orden.....Umbelliflorae
 Familia.....Umbelliferae
 Género.....*Coriandrum*
 Especie.....*sativum* L.

Características Botánicas.

Raíz

Rodale (1964); Morgenthau (1978); Raymond (1984) y Santiago (1993) explicaron que el cilantro posee un sistema radicular fino y muy sencillo, la raíz principal es delgada, presenta una cantidad variable de pelos radicales, no es apta para el transplante y debe sembrarse en forma directa.

Tallo

Morgenthau (1978) mencionó que estos son cilíndricos, suaves y extendidos creciendo 38 cm de altura y en otros lugares de 60 a 90 cm.

Tamaro (1987) y Santiago (1993) mencionaron que el tallo es vertical, herbáceo, erguido y bandeado, llegando a medir hasta 70 cm, terminando en una umbela compuesta de flores blancas, conteniendo una gran cantidad de agua.

Hoja

Morgenthau (1978) dijo que las hojas son de color verde-amarillo. Las hojas basales son redondeadas, no muy

divididas, el tallo de las hojas sin embargo, está muy divididas en segmentos lineales delgados.

Tindall (1988) explicó que las hojas inferiores son anchas mientras que las hojas superiores son finamente divididas con 4 a 7 puntas y varios lóbulos de 2.5 a 10 cm de largo y de 2 a 7.5 de ancho.

Flor

Morgenthau (1978); Tamaro (1987) y Tindall (1988) estipularon que son de color blanco grisáceo o ligeramente teñido de rosa, las flores están sostenidas en umbelas dispersas de 6 a 9 flores y de 3 a 4 umbelas combinadas una a una en la terminación del tallo. Están compuestas de 5 sépalos, 5 pétalos y 5 estambres.

Semillas

Tindall (1988) mencionó que son esféricas de color café-amarillo, ralladas, aproximadamente de 3 mm de diámetro y con 2 embriones por fruto, contiene un aceite esencial volátil.

Escobar (1981) mencionó que el cilantro produce frutos dobles soldados en la madurez, así es que cada una de las llamadas "semillas" es en realidad un esquizocarpo doble del que pueden nacer dos plantitas.

Jethani (1984) dijo que la temperatura óptima de germinación es de 15 °C y esto sucede entre 10 y 21 días después de siembra. Raymond (1984) comentó que la

longevidad de la semilla oscila entre seis y ocho años, llegando a madurar en tres o seis meses a partir de la fecha de siembra.

Condiciones Ecológicas Del Cultivo.

En cada lugar se presentan condiciones ecológicas determinadas que influyen directamente sobre los cultivos que ahí se explotan, por lo que hay que tener en cuenta que especies se puede establecer, para así aprovechar al máximo estas condiciones y obtener buenos rendimientos. Además, es necesario conocer cuales son las que más prevalecen en el área, para así escoger la época de siembra con las mejores condiciones para el óptimo desarrollo del cultivo.

Suelo

Morales (1987) reportó que el cultivo de cilantro es una planta con pocas exigencias a la naturaleza del suelo, debido a que prospera donde otros cultivos no pueden hacerlo; sin embargo, para obtener máximos rendimientos es preciso sembrar en suelos fértiles, profundos, ligeros de consistencia media y ricos en materia orgánica, con un pH ligeramente ácido.

Temperatura

Peneva y Krilov (1977) establecieron que la temperatura y la luz provocan cambios fenológicos y bioquímicos en el cultivo del cilantro. Entre sus resultados encontraron que las condiciones de luz tienen

mayor efecto sobre la longitud de la etapa de crecimiento que la temperatura. La brotación temprana del tubo floral fue más común en verano que en invierno.

Jethani (1984) y Tamaro (1987) reportaron que de 10 a 21 días y una temperatura de 15 °C, se alcanza una completa germinación en la semilla de cilantro. En cambio Putievsky (1981) mencionó que para lograr una adecuada germinación se requieren de temperaturas de 22 °C durante la noche y 27 °C durante el día.

Por su parte He y Wang (1985) encontraron que cuando las semillas de cilantro rojo fueron tratadas mediante el método de preenfriamiento, sometidas a bajas temperaturas (de 3 a 4 °C) por 15 días antes de la siembra y comparándolas con un testigo, los resultados obtenidos en el cultivo fueron que la diferenciación del primordio de yemas florales ocurrió 9 días antes que en aquellas no tratadas. La duración de la floración fue de 44 y 41 días, respectivamente.

Putievsky (1983) indicó el efecto de dos regímenes de temperatura que son de 18/12 °C y 24/12 °C día y noche, presentándose la floración más pronto con temperaturas altas, aunada a días cortos; el número de ramas, peso fresco aéreo, peso fresco de raíz y peso fresco de flores fueron mayores.

Sergeeva and Silchenko (1986) mencionaron que el cilantro es resistente a bajas temperaturas, mientras que el follaje tolera temperatura de -13 hasta -14 °C, para el

sistema radicular temperaturas de -8 hasta -9 °C ya son críticas. Siempre y cuando las temperaturas bajas no se presenten en la etapa de floración.

Savchuck (citado por Morales, 1987) en estudios realizados en la URSS, encontró que con temperaturas promedio de 16 a 20 °C registradas durante el período de germinación a maduración de frutos, hubo producciones de hasta 1800-2000 kg/ha de semilla.

De acuerdo a la ISTA (1985), el rango de temperaturas más apropiadas para ensayar la germinación del cilantro en el laboratorio son de 20 °C por 16 horas y 30 °C por ocho horas durante un lapso de 21 días.

Tinajero (1993) mencionó que aún y cuando este cultivo se puede sembrar todo el año, los rendimientos más altos son en el ciclo otoño-invierno, ya que en la siembra del ciclo primavera-verano, las altas temperaturas y el fotoperíodo largo acelera el crecimiento de las plantas y los rendimientos disminuyen, o bien los productos obtenidos son de mala calidad.

Kreuzer (1993) en un trabajo con siete especies que producen aceite en sus semillas, evaluó el efecto de la longitud del día y la temperatura. Para el caso del cilantro, el inicio de la floración fué grandemente retrasado por las altas temperaturas, pero la formación del botón floral fué más rápida a temperaturas altas.

Fotoperíodo

Otro factor importante en el desarrollo de las plantas es el fotoperíodo, el cual hace referencia a cómo los períodos diarios de exposición a la luz, y los intervalos de obscuridad, afectan el crecimiento, síntesis de alimentos y desarrollo de las plantas (Ciencias Naturales, 1970; Rojas y Ramírez 1978).

Lan Chow et al. (1984) citaron que el cultivar Sunbless (de Estados Unidos) y un cultivar local produjeron trece y ocho ton/ha, respectivamente en invierno, en un período de seis a siete semanas después de la siembra; pero en verano, los rendimientos fueron de tres y siete ton/ha, respectivamente en un período de seis semanas después de siembra. Las cosechas más precoces resultaron en producciones más bajas particularmente en verano. La brotación temprana del tubo floral fué más común en verano que en invierno. El cultivar Sunbless fué más resistente a la brotación temprana que el cultivar local. Kreuzer (1993), en un trabajo con siete especies que producen aceite en sus semillas, evaluó el efecto de la longitud del día y la temperatura. Para el caso del cilantro, el período entre la emergencia y el inicio de la floración fué mucho más corto con el fotoperíodo largo.

Putievsky (1983) condujo un experimento utilizando dos regímenes de temperatura (18/12 °C y 24/12 °C, día y noche) y dos fotoperíodos (10 y 16 horas luz) en tres especies. Encontró que el cilantro florece y alcanza la madurez más rápido en los tratamientos de días largos que en los de días cortos. En ambas longitudes de día, la

floración y madurez fueron más tempranas en alta temperatura. La altura, número de ramas, peso fresco de la raíz, peso fresco aéreo y peso fresco de las flores fueron mayores en el tratamiento de días cortos, especialmente en las temperaturas altas. El tamaño de la semilla fué mayor en los fotoperíodos cortos, mientras que el número de semillas fué mayor en días largos. Con 16 horas de luz y temperaturas de 24/12 °C la floración fué a los 55 días con una altura de planta de 25 cm, mientras que con 10 horas de luz y la misma temperatura, la floración ocurrió a los 90 días con una altura de planta de 50 cm. Con 16 horas de luz y temperaturas de 18/12 °C la floración fué a los 70 días con una altura de planta de 35 cm, mientras que con 10 horas de luz y la misma temperatura la floración fué a los 90 días, con una altura de planta de 30 cm.

Sánchez (1993) y Hernández (1994) mencionaron que en días largos el peso de cilantro se redujo por la presencia de la floración prematura, por lo que para obtener buena producción, es probable que este cultivo requiera de días cortos y de noches frescas.

Necesidades Hídricas

Morales (1987) reportó que la lámina de riego más apropiada para obtener las producciones más satisfactorias de follaje es de 350.9 mm en la región sur del estado de Coahuila.

Savchuk (citado por Morales, 1987) indicó que en estudios básicos de varios ciclos, en diferentes partes de

la URSS, se concluyó que altas producciones de semillas de cilantro (1800-2000 kg/ha), se pueden obtener en áreas con una precipitación de 250-300 mm y temperaturas de 16-20 °C durante el ciclo vegetativo.

Khashmelmous (citado por Morales, 1987) reportó que los intervalos de riego de 5, 8, 11 y 14 días no tuvieron efecto significativo en el crecimiento de la planta, producción de semilla, peso de 1000 semillas y contenido de la materia seca en la semilla; sin embargo, el porcentaje de aceite total y proteína disminuyeron ligeramente durante los intervalos de riego a los 14 días.

Ramírez (1994) condujo un ensayo evaluando tres frecuencias de riego y cinco dosis de fertilización nitrogenada en cilantro cv. Criollo de Ramos; el objetivo fué evaluar su influencia en la floración prematura. Las frecuencias de riego y las dosis de fertilización, por separado, no tuvieron influencia en el número de plantas punteadas al momento de la cosecha y en los días a inicio de floración. En cambio la interacción de estos factores si tuvo efecto en ambas variables, ya que regando cada tres días y fertilizando con 300 kg/ha de N, se tuvieron 16 plantas punteadas y 64 días a inicio de la floración; el control (riegos cada 5 días y 100 kg/ha de N) presentó 12 plantas punteadas y un día menos a inicio de floración.

Hernández (1994), en un experimento realizado en campo con cilantro cv. Criollo de Ramos sembrado en primavera-verano, evaluó tres frecuencias de riego y seis densidades de siembra para observar su efecto en la floración

prematura. Los resultados indicaron que no hubo diferencias significativas en el número de plantas estimuladas a floración evaluadas a los 45 y 47 días después de la siembra. Sin embargo, dos días después; o sea, a los 49 días de la última evaluación casi el total de las plantas presentaron dicha estimulación, por lo que se concluyó que altas temperaturas y fotoperíodo largo llevan en un periodo muy corto a la floración del cultivo.

Labores Culturales.

Preparación del terreno

Como en todos los cultivos, se requiere una buena cama de siembra, sin terrones y bien mullida, es necesario un barbecho de unos 30 cm de profundidad y 2 rastreos cruzados para deshacer los terrones; también efectuar otro paso de rastra posterior al esparcimiento del estiércol.

Siembra

Rodale (1964) señaló que la profundidad de siembra adecuada es de 5 cm. Tamaro (1987) mencionó que la siembra se realiza en surcos separados unos 30 cm en el otoño o finales de invierno utilizando de 23 a 31 kg de semilla/ha.

Moskalenko (1973) y Tinajero (1993) establecieron que el cultivo del cilantro puede sembrarse todo el año. En la región sur de Coahuila los productores realizan la siembra al voleo en melgas si es para producción de semilla; y en

surcos separados a 30-35 cm cuando se destina a la producción de follaje, utilizando unos 80 kg/ha de semilla.

Sukhadia et al. (1988) reportaron un experimento realizado con varios métodos de siembra y varias densidades. Los métodos probados fueron siembra al voleo, en línea a 22.5, 30 y 37.5 cm y en cruz sembrados a 3 cm; las densidades de siembra fueron tres 20, 30 y 40 kg/ha. La siembra en línea a 30 cm y la densidad de 40 kg/ha dio más altos rendimientos de semilla por ha (1400 kg).

Escardas

Estas son realizadas con la finalidad de mantener el terreno suelto, ya que el paso del hombre, maquinaria, el riego provocan la compactación y es necesario que el suelo esté suelto, para que exista buena aireación y penetración de agua; también estas son útiles para el control de malas hierbas.

Los productores de la región de Coahuila recomiendan realizar una escarda a los 15 días de la emergencia de la plántula y si es necesario otra a los 15 días después, de la primera escarda.

Fertilización

El cultivo de cilantro demanda grandes concentraciones de nitrógeno y fósforo, mientras que los micronutrientes no son muy indispensables. Sin embargo, Fernández (1989) mencionó que los agricultores de Ramos

Arizpe, Coahuila, usan la dosis de 100 kg/ha de la fórmula 18-46-00 incorporándolo a la siembra y 50 kg/ha de urea cuando la planta alcanza 10 cm de altura. En el sur algunos horticultores utilizan los abonos orgánicos para suministrar nitrógeno, en proporciones de 30 a 40 ton/ha de estiércol principalmente bovino, lo cual es muy difícil de conseguir y trasladarlo desde los lugares donde se produce, por lo que es más fácil el uso de fertilizantes.

Roman y Stefan (1986) reportaron experimentos realizados por dos años, en los cuales la producción promedio de semilla se incrementó de 1180 kg/ha (testigo) a 1300 kg/ha (parcelas fertilizadas). La mejor producción se obtuvo con las fórmulas 50-50-50 y 50-30-00 kg/ha de N, P y K con producciones de 1520 y 1500 kg/ha respectivamente con la fertilización anterior.

Tomar et al. (1971) indicaron que en un experimento efectuado en campo por tres años, la producción de cilantro se incrementó con el riego y con 90 y 35 kg/ha de N y P, respectivamente. Sin embargo, la producción disminuyó al aumentar la dosis de fósforo y potasio hasta 50 kg/ha de cada macronutriente.

Gupta y Raj (citados por Morales, 1987) reportaron que dosis de 5 ppm de Zn incrementaron la producción de cilantro en un 27% en comparación con el testigo, pero la dosis de 10 ppm bajó la producción ligeramente y esto fue atribuido a un desbalance nutricional, particularmente de fósforo, como resultado de altos niveles de Zn.

Morales (1987) reportó que las fertilizaciones altas de nitrógeno (300 kg/ha) bajaron el rendimiento de follaje, quizá debido a una toxicidad por altos niveles de N en el suelo. También encontró que la dosis de 40 y 80 ton/ha de estiércol bovino dieron los más altos rendimientos de follaje fresco, siendo económicamente más redituable la dosis de 40 ton/ha.

Control de Malezas, Plagas y Enfermedades

Malezas

Es importante tener el cultivo libre de malas hierbas y más en el inicio del ciclo, ya que debido a la alta competitividad de estas, logran desarrollarse más rápido que el cilantro, bajándole la productividad por la extracción de nutrientes y agua, así como por luz y bióxido de carbono.

Robert y Bond (1985) indicaron que la selectividad de CME 127 (aclonifen) aplicado preemergente en chícharo, habas, zanahoria, chirivias, perejil, eneldo y cilantro. Dosis de 2.4 y 3.6 kg/ha mataron todas las malezas comunes excepto *Aethusa cynapium*, *Salanum nigrum* y *Senecio vulgaris*. El funcionamiento del CME 127 estuvo aparentemente relacionado a la finura de la labranza.

Morales (1987) reportó el uso de afalon 50 PH, preemergente a dosis de 1 kg/ha sobre tierra húmeda con eficientes resultados sobre el control de malezas en cilantro.

Plagas

Negaligam et al. (1985) reportaron que en estudios realizados con siete insecticidas, monocrotophos y quinalphos al 0.5 % y fenualerate al 0.02 % aplicados dos veces (en un lapso de 15 días) en las etapas de pre-floración y floración del cilantro son tóxicos a la larva *Spodoptera litura*, reduciendo daños a la hoja e incrementando el rendimiento de semilla.

Morales (1987) mencionó que este cultivo por ser muy rústico necesita de pocos cuidados, el control de plagas tiene mínima importancia, debido a que se presentan con poca frecuencia en él. Aunque en ocasiones se pueden presentar algunas diabroticas (*Diabrotica balteata*), chinche verde (*Nezara viridula*), mosquitas blancas, (*Trialeurodes spp*), chicharritas (*Empoasca spp*), pulgones (*Aphis spp*), las cuales pueden controlarse con el producto lucación a dosis de 1 lt/ha.

Enfermedades

Yañez (1988) reportó que las enfermedades se presentan con poca frecuencia en el cultivo de cilantro; sin embargo, cuando se tienen condiciones favorables de temperatura, aunado a descuidos en el riego, se puede presentar el Damping-off, para lo cual se recomienda tratar la semilla con fungicida como el Captan.

Vinayagamoorthy et al. (1987) mencionaron la aplicación de fungicidas al cilantro para controlar la enfermedad mildiu polvoriento realizando dos aplicaciones, la primera cuando apareció la enfermedad y la segunda a los 10 días después de la primera. Con Karathane (dinocop) al 0.15% se obtuvo el mejor control sobre *Erysiphe poligoni*, obteniendo altos rendimientos. La enfermedad es favorecida por el clima seco y caliente. Otra forma de control es alterando el espacio entre las hileras y su orientación con respecto a los vientos dominantes, para evitar que circule aire entre el cultivo y así se conserve la humedad alta en el microclima de la planta que evite el desarrollo de la enfermedad.

Pérez et al. (1990) determinaron a *Pseudomona ayingae* como agente causal de la bacteriosis de cilantro (*Coriandrum sativum* L.); como resultado del estudio epidemiológico de la enfermedad, se encontró que el mayor incremento de plantas enfermas/día ($R=3.13$) se presentó en otoño y el mayor incremento de las plantas enfermas/estación ($R=2.33$) se observó en invierno. En un lote de 400 semillas se obtuvo 10.2 de ellas infectadas por la bacteria y después de sembradas, se obtuvieron 13.8 plantas enfermas, con síntomas típicos. Esto indicó que las bacterias pueden transmitirse por semillas.

Para el caso de la mancha de la hoja (*Alternaria* sp), son manchas de tamaño pequeño a mediano, se desarrollan sobre las hojas. Estas son usualmente amarillentas en un principio y posteriormente se tornan cafés. La enfermedad es favorecida con el ambiente caliente húmedo, una humedad

sostenida en la hoja favorece la infección. El control cultural incluye un espaciamiento amplio entre hileras para permitir la circulación del aire de manera que las hojas estén húmedas sólo un período limitado de tiempo (Isakeit, 1996).

Cosecha

El cilantro se cosecha cuando la planta alcanza una altura promedio de 25 a 30 cm y su coloración es verde intenso, esto se logra a los 60-65 días después de la siembra en verano, y a los 120-125 días en siembra de invierno. Los rendimientos promedios en la producción de follaje fresco de cilantro van desde 1000 a 1200 cajas por hectárea, (10 a 12 ton/ha) y el rendimiento en la producción de semilla es muy variable, según el terreno, la fórmula de abono, etc; pero oscila en términos generales entre 1200 y 1400 kg de semilla/ha (Sánchez, 1993 y UNPH, 1986).

Cultivares más utilizados en México.

Fernández (1989) y Flores (1992) mencionaron que aún y cuando son muchos los cultivares que se siembran para la producción de cilantro fresco, los más utilizados en los diferentes estados de la República son: Marroquí, Santo, San Blas 91, Criollo Poblano y Criollo de Ramos. Prácticamente todas las regiones productoras de cilantro tienen sus propios materiales para la siembra, mismos que comúnmente se les llaman Criollos Regionales.

TEMPERATURA BASE

La temperatura es un factor ambiental que provoca cambios fenológicos y bioquímicos en todas las plantas. La fenología es el estudio de los fenómenos periódicos de los seres vivos y sus relaciones con las condiciones ambientales como lo es la temperatura, luz, agua, etc. (Torres, 1995).

Las etapas fenológicas en general para todas las plantas se pueden clasificar como: Germinación, Emergencia, Crecimiento Vegetativo o Desarrollo Floral, Floración o Desarrollo Reproductivo, Madurez Fisiológica, Madurez Morfológica y para la agricultura Madurez Comercial (Hernández de la Torre, 1987).

Todos los procesos fisiológicos y funciones vitales de las plantas se llevan a cabo dentro de ciertos límites de temperatura. En general, la vida activa de las plantas superiores se localiza entre 0 y 50 °C, aun cuando estos límites varían mucho de una especie a otra. Los procesos fisiológicos que se efectúan dentro de una planta, como la fotosíntesis, la respiración y el crecimiento, tienen diferentes respuestas a la temperatura (Torres, 1995).

El tiempo fisiológico es la cantidad de calor acumulado para la presentación de dichas etapas, aquí se incorpora a la temperatura y al tiempo en una idea con interpretación biológica (Galván, 1994).

El tiempo o calendario fisiológico se mide en grados-día o unidades calor acumuladas, e involucra el uso de temperaturas en lugar de días del calendario Juliano o Gregoriano (tiempo cronológico) para determinar el proceso de crecimiento del desarrollo del organismo. Este se basa en el concepto de la temperatura mínima, base ó umbral inferior para el desarrollo, abajo de la cual éste es casi nulo o no ocurre, y por arriba de éste el desarrollo y crecimiento sí ocurre, hasta declinar con la temperatura máxima o umbral superior (Galván, 1994).

Maroto (1989) y Casseres (1984) mencionaron que la temperatura óptima de germinación de la semilla de apio (hortaliza de la misma familia que el cilantro) es de 15 a 21 °C, siendo la temperatura mínima aceptable de 4 a 5 °C y la máxima en un rango de 24 a 30 °C, requiriéndose para una buena germinación las temperaturas altas con diferencia de 8-10 °C entre el día y la noche.

De acuerdo a Serrano (1990) la temperatura mínima de germinación en apio es de 8 °C, la óptima de 18-25 °C y la máxima de 30 °C. En perejil la temperatura mínima es de 6 °C, la óptima de 18-25 °C y la máxima de 35 °C, teniendo una duración con temperatura óptima de 10 días en un germinador para apio y perejil y en pleno suelo de 15-22 días para apio y de 15-25 días para perejil.

Lorenz et al. (citados por Galván 1994) y Castaños (1993) presentaron las temperaturas del suelo apropiadas para la germinación de algunas hortalizas de la familia de las umbelíferas (Cuadro 1).

Castaños (1993) citó que los días requeridos para la germinación a diferentes temperaturas del suelo para tres cultivos hortícolas, cuyas semillas fueron sembradas a una profundidad de 2.5 cm en suelo franco con buenas condiciones de humedad, mostradas en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Temperaturas del suelo requeridas para la germinación de tres especies hortícolas.

Cultivos	Mínima °C		Fluctuaciones °C		Óptima °C		Máxima °C	
	Castaño s	Loren z	Castaño s	Lorenz	Castaño s	Lorenz	Castaño s	Lorenz
Apio	5	4.4	16-21	15.5-	21	21.1	30	29.4
Perejil	5	4.4	10-30	21.1	24	24.0	33	32.2
Zanahoria	5	4.4	7-30	10.0- 29.4 7.2-29.4	27	26.6	35	35

Lorenz et al. (citados por Galván, 1994) mencionaron que las temperaturas cardinales aproximadas para el desarrollo y producción de los principales cultivos hortícolas de la familia Umbelíferas como Apio, Perejil y Zanahoria es la temperatura mínima de 7.2 °C, la óptima de 15.5-18.3 °C y la máxima de 23.9 °C.

Cuadro 2. Días a germinación a diferentes temperaturas del suelo para tres especies hortícolas.

Cultivos	Temperatura del suelo °C								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Apio	NG	41	16	12	7	NG	NG	NG	NG

Perejil	-	-	29	17	14	13	12	-	-
Zanahoria	NG	51	17	10	7	6	6	9	NG

NG : No germinó

- : Información no disponible

Para la determinación de la temperatura base existen dos métodos que son: el de germinación y el crecimiento vegetativo del cultivo (Díaz, 1996).

Método de Germinación: Este método consiste básicamente en colocar semilla en cámaras de crecimiento a diferentes temperaturas y evaluar el porcentaje de germinación hasta que se presente la plenitud de ésta etapa fenológica. Con esta información se determina la temperatura base considerando un porcentaje mínimo de germinación o bien usando una relación matemática.

EL SISTEMA DE UNIDADES CALOR

La temperatura afecta el desarrollo de las plantas a través de su influencia sobre la velocidad de los procesos metabólicos. Temperaturas bajas retardan el desarrollo, mientras que altas temperaturas (hasta cierto límite) lo aceleran y acortan el ciclo vegetativo de las plantas. Para describir la influencia de la temperatura sobre la fenología de las plantas, desde el siglo XVIII se usa el concepto de sumas de temperaturas, más conocido como unidades calor (UC), grados día (GD, °D), unidades térmicas de crecimiento ó constantes térmicas. Este concepto postula que el crecimiento y desarrollo de un cultivo depende de la

cantidad de unidades calor que la planta recibe. Esto quiere decir, que un cultivo alcanzará una determinada etapa fenológica cuando haya recibido cierta cantidad de calor, independientemente del tiempo requerido para ello. (Hodges y Doraiswamy citados por Villalpando, 1984; Ortíz, 1987; Basurto, 1990; Preece y Read, 1993).

Arnold (citado por O'Rourke and Branch, 1987) mencionó que el uso de la medición de tiempo y la temperatura, expresados como Unidades Calor, es un método para monitorear el crecimiento y desarrollo de muchos cultivos y para predecir con un alto nivel de precisión ciertas etapas de su desarrollo.

Definición de Unidades Calor

Galván (1994) indicó que 1 °C-día es equivalente a una temperatura de 1 °C por encima del umbral mínimo para la especie en cuestión, y por un período de 24 horas. 1 °F-día tiene la misma definición, sólo que la temperatura es en °F.

Castaños (1993) mencionó que el concepto que se conoce como grados-días o unidades calor acumuladas, se basa en el conocimiento de que en cada especie vegetal o insectil, las funciones vitales se desarrollan dentro de un rango de temperaturas, fuera de las cuales esas funciones disminuyen o cesan.

Los grados-días o unidades calor son los que diariamente se presentan y se van acumulando a lo largo del ciclo de vida.

Métodos Usados para el Cálculo de Unidades Calor

Existen diversos métodos para determinar las unidades calor acumuladas, la mayoría de los cuales toman como base, temperaturas mínimas que fluctúan entre 7 y 11 °C y máximas entre 30 y 33 °C (Castaños, 1993).

1. Método directo (Reamur). En este método se suman las temperaturas medias diarias, desde la siembra hasta la maduración de un cultivo; cuando la temperatura de un día es menor a 0 °C no se considera dentro del cálculo (Ortíz, 1987).

$$CT_{md} = \sum_{i=1}^n t_i \text{ donde:}$$

CT_{md} = Constante Térmica

t_i = Temperatura Diaria >0 °C.

i = 1,2,3,....., n

2. Método Residual o del promedio. Este método en general es similar al anterior, consiste en sumar las temperaturas máximas y mínimas del día, dividirlo entre dos (temperatura media diaria) y restarle el valor del punto crítico, umbral inferior, temperatura base o cero biológico. La crítica a este método es en relación a que no considera la temperatura umbral superior. La ventaja de este método, consiste en que es sencillo y puede ser fácilmente programado (Ortíz, 1987 y Galván, 1994). El

método residual en general acumula Unidades Calor por arriba del Cero Biológico (Villalpando, 1984).

$$CT_{mr} = \sum_{i=1}^n (t_i - c) \text{ donde:}$$

CT_{mr} = Método Residual

c = Temperatura Base

t_i = Temperatura Diaria $> 0^{\circ}\text{C}$

3. Método exponencial. Este método se basa en la ley de Van't Hoff, o del Q10, que indica que la velocidad de reacción de un organismo se duplica por cada 10°C del aumento en la temperatura. A su vez, el valor de temperatura se considera como en el método residual (Ortíz, 1987). El índice exponencial tiene la diferencia de que asigna una alta eficiencia para el crecimiento óptimo a temperaturas muy altas, lo cual puede no ser correcto (Villalpando, 1984).

$$CT_{me} = \sum_{i=1}^n 2^{\left(\frac{t_i - c}{10}\right)} \text{ donde:}$$

CT_{me} = Método Exponencial

t_i = Temperatura Diaria $> 0^{\circ}\text{C}$

c = Temperatura Base

4. Método del índice de Geslin (Heliotérmico). Este método es un índice bioclimático y se le denomina así porque para poder desarrollar su cálculo se deben involucrar dos o más variables. El índice de Geslin se basa en la temperatura y en la duración media del día (d) por fases de desarrollo de un cultivo (Ortíz, 1987).

$$I.G = \left(\frac{\sum_{i=1}^n tixd}{100} \right) \text{ donde:}$$

I.G = Método del Índice de Geslin

ti = Temperatura Diaria > 0 °C

d = Duración del Día

5. Método de unidades calor totales (días-grados de desarrollo, GDD). Es otra forma de analizar el efecto de temperaturas sobre el desarrollo de los cultivos. Estas unidades se han desarrollado con las etapas fenológicas (EF) con muy buenos resultados. Se cree que por medio de éste método es posible calendarizar las diferentes etapas de una planta (Ortíz, 1987).

$$UTC = \frac{Tmin^1 + Tmax}{2} - c \text{ donde:}$$

UTC = Método de Unidades Calor Totales

Tmin¹ = Sí Tmin < 10 = 10

Tmax = Temperatura Máxima

c = Temperatura Base

6. Método de unidades calor específicas (días grados de desarrollo, EGDD). Este método fué utilizado para el desarrollo del maíz por Crane en 1977 y nos permite conocer los días de desarrollo efectivo (Ortíz, 1987).

$$UCE = \frac{Tmin^1 + Tmax^2}{2} - c \text{ donde:}$$

UCE = Método de Unidades Calor Específicas

Tmax¹ = Sí Tmin < 10 = 10

$$T_{max}^2 = \text{Si } T_{max} > 30 = 30$$

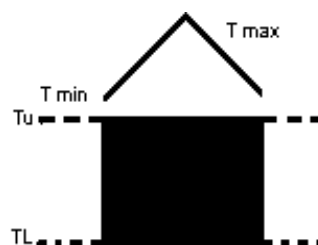
c = Temperatura Base

7. Método de triangulación simple. Fué diseñado por Lindsey y Newman en 1956. Este método utiliza las temperaturas máximas y mínimas diarias, el Umbral Inferior de Desarrollo (UI, UID) y el Umbral Superior de Desarrollo (US, USD); con la idea de que la cantidad de calor acumulado se obtiene estimando el área de un triángulo ABC (López, 1988).

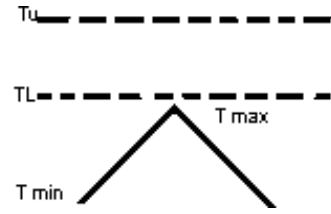
Galván (1994) mencionó que éste método utiliza las temperaturas mínimas y máximas del día para generar un triángulo equilátero durante un período de 24 horas. Los grados-días se estiman calculando el área entre los dos umbrales que es encerrado por el triángulo. En cambio Zalom (1983), mencionó que este método supone que la temperatura diaria tiene el comportamiento de un triángulo equilátero, lo cual no es muy real, aunque muy aproximado.

En este método se utilizan seis fórmulas para obtener las UC efectivas, las cuales dependen del comportamiento de las temperaturas.

$$^{\circ}D = T_U - T_L$$



$$^{\circ}\text{D} = 0$$



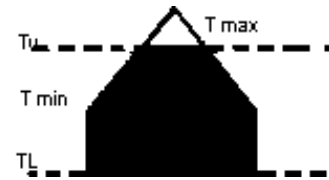
$$^{\circ}\text{D} = \frac{6(T_{\max} + T_{\min} - 2T_L)}{12}$$



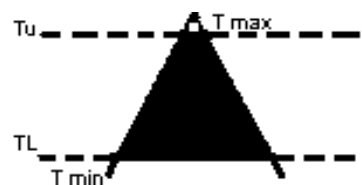
$$^{\circ}\text{D} = \frac{6(T_{\max} - T_L)^2}{T_{\max} - T_{\min}} \div 12$$



$$^{\circ}\text{D} = \frac{6(T_{\max} + T_{\min} - 2T_L)}{12} - \left[\frac{6(T_{\max} - T_U)^2}{T_{\max} - T_{\min}} \div 12 \right]$$



$$^{\circ}\text{D} = \left[\frac{6(T_{\max} - T_L)^2}{T_{\max} - T_{\min}} - \frac{6(T_{\max} - T_U)^2}{T_{\max} - T_{\min}} \right] \div 12$$



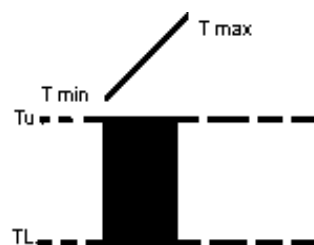
T_L = Umbral Mínimo

$T_{\max}$ = Temperatura Máxima

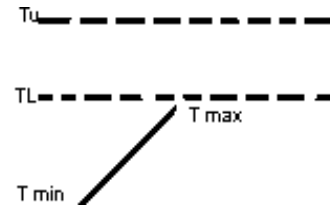
$T_{\min}$ = Temperatura Mínima

8. Método de triangulación doble. Fué propuesto por Sevacherian et al. (citados por Galván, 1994) en este caso el cálculo se hace para períodos de 12 horas (medios días), limitados por una recta vertical (altura) en el triángulo. Los grados-día se estiman calculando el área dentro de cada medio triángulo y entre los dos umbrales. Los métodos de triangulación dan buena estimación de las UC, sus ecuaciones son sencillas y se adaptan bien a calculadoras programables y a microcomputadoras.

$$^{\circ}\text{D} = \frac{T_U - T_L}{2}$$



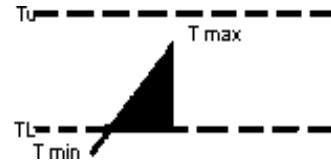
$$D = 0$$



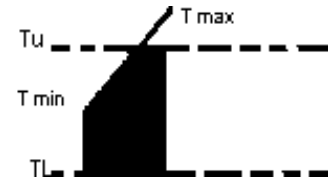
$$^{\circ}D = \frac{6(T_{max} + T_{min} - 2T_L)}{24}$$



$$^{\circ}D = \frac{6(T_{max} - T_L)^2}{T_{max} - T_{min}} \div 24$$



$$^{\circ}D = \frac{6(T_{max} + T_{min} + 2T_L)}{24} - \left[\frac{6(T_{max} - T_U)^2}{T_{max} - T_{min}} \right] \div 24$$



$$^{\circ}\text{D} = \left[\frac{6(T_{\max} - T_L)^2}{T_{\max} - T_{\min}} - \frac{6(T_{\max} - T_U)^2}{T_{\max} - T_{\min}} \right] \div 24$$



T_U = Umbral Máximo

T_L = Umbral Mínimo

$T_{\max}$ = Temperatura Máxima

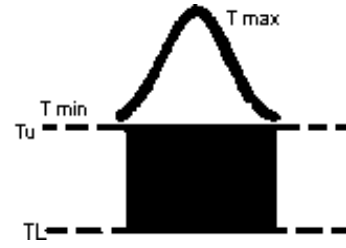
$T_{\min}$ = Temperatura Mínima

9. Método sinoidal o de seno simple. Este método fue desarrollado por Arnolde en 1960, considerando exclusivamente el umbral inferior de desarrollo. Posteriormente, para aumentar la confiabilidad del método Baskerville y Emin en 1968, realizaron una modificación para utilizar ambos umbrales de temperatura. Este método asume que la curva diaria de temperatura es similar a la curva sinoidal, que es simétrica y uniforme, lo cual no siempre se presenta en la realidad.

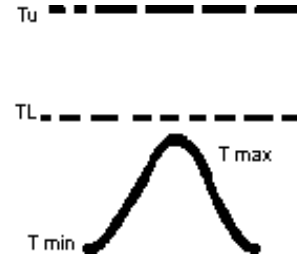
Galván (1994) mencionó que se usan las temperaturas máximas y mínimas de los días para generar una curva sinoidal durante un período de 24 horas. Además estima los grados-días para ese día al calcular el área entre los umbrales y bajo la curva.

El método sinoidal simple se usa en E.U.A. por el UC/MIP (Manejo Integrado de Plagas) para calcular grados - días. Es más complicado que los métodos anteriores, pudiéndose adaptar a calculadoras de mano y a microcomputadoras.

$$^{\circ}D = T_U - T_L$$



$$^{\circ}D = 0$$



$$^{\circ}D = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_L$$

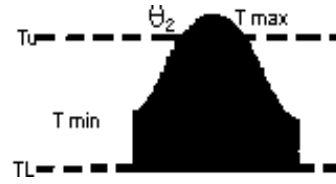


$$^{\circ}D = \frac{1}{\pi} \left[\left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_L \right) \left(\frac{\pi}{2} - \theta_1 \right) + \alpha \cos(\theta_1) \right]$$

$$\theta_1 = \sin^{-1} \left[\left(T_L - \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right) \div \alpha \right]$$

$$^{\circ}D = \frac{1}{\pi} \left\{ \left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_L \right) \left(\theta_2 + \frac{\pi}{2} \right) + (T_U - T_L) \left(\frac{\pi}{2} - \theta_2 \right) - [\alpha \cos(\theta_2)] \right\}$$

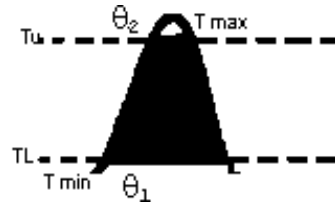
$$\theta_2 = \sin^{-1} \left[\left(T_U - \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right) \div \alpha \right]$$



$$^{\circ}D = \frac{1}{\pi} \left\{ \left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_L \right) (\theta_2 - \theta_1) + \alpha [\cos(\theta_1) - \cos(\theta_2)] + (T_U - T_L) \left(\frac{\pi}{2} - \theta_2 \right) \right\}$$

$$\theta_1 = \sin^{-1} \left[\left(T_L - \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right) \div \alpha \right]$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left[\left(T_U - \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right) \div \alpha \right]$$



T_U = Umbral Máximo

T_L = Umbral Mínimo

T_{max} = Temperatura Máxima

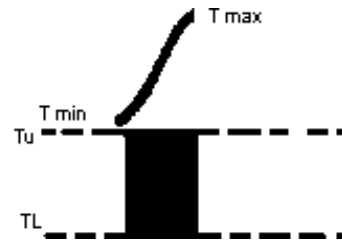
T_{min} = Temperatura Mínima

$$\alpha = \frac{T_{max} - T_{min}}{2}$$

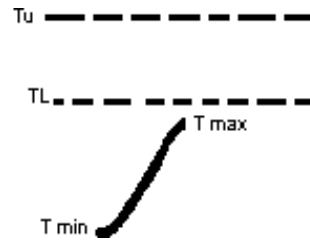
10. Método sinoidal o de seno doble. Fué elaborado por Allen en 1976, mediante una modificación al método de seno simple. Opera por promedios de períodos de 12 horas (medios días), con la cual no se considera la curva de temperatura simétrica, aumentando así la precisión del cálculo. Galván (1994) indicó que la diferencia con el método anterior es que en éste caso el cálculo es para períodos de 12 horas

por lo cual, se adecua más realistamente al ciclo de temperaturas diarias. El cálculo es más complejo y probablemente requiere el uso de un microprocesador. Este método utiliza seis fórmulas diferentes de acuerdo con el comportamiento de las temperaturas en un día determinado.

$$^{\circ}\text{D} = \left(\frac{T_U - T_L}{2} \right)$$



$$^{\circ}\text{D} = 0$$

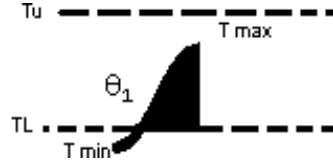


$$^{\circ}\text{D} = \frac{1}{2} \left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_L \right)$$



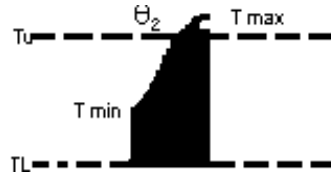
$$\circ_D = \frac{1}{2\pi} \left[\left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_L \right) \left(\frac{\pi}{2} - \theta_1 \right) + \alpha \cos(\theta_1) \right]$$

$$\theta_1 = \sin^{-1} \left[\left(T_U - \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right) \div \alpha \right]$$



$$\circ_D = \frac{1}{2\pi} \left\{ \left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_L \right) \left(\theta_2 + 2\frac{\pi}{2} \right) + (T_U - T_L) \left(\frac{\pi}{2} - \theta_2 \right) - [\alpha \cos(\theta_2)] \right\}$$

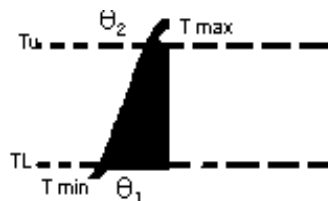
$$\theta_2 = \sin^{-1} \left[\left(T_U - \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right) \div \alpha \right]$$



$$\circ_D = \frac{1}{2\pi} \left\{ \left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_L \right) (\theta_2 - \theta_1) + \alpha [\cos(\theta_1) - \cos(\theta_2)] + (T_U - T_L) \left(\frac{\pi}{2} - \theta_2 \right) \right\}$$

$$\theta_1 = \sin^{-1} \left[\left(T_L - \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right) \div \alpha \right]$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left[\left(T_U - \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right) \div \alpha \right]$$



T_U = Umbral Máximo

T_L = Umbral Mínimo

T_{max} = Temperatura Máxima

T_{min} = Temperatura Mínima

$$\alpha = \frac{T_{max} - T_{min1}}{2}, \text{ Primer medio día}$$

$$\alpha = \frac{T_{max} - T_{min2}}{2}, \text{ Segundo medio día}$$

11. Tablas precalculadas. En cualquiera de los métodos pueden elaborarse tablas de doble entrada, precalculadas a partir de las temperaturas umbrales específicas de una especie o variedad. La tabla generada es exclusivamente para la especie o variedad cuyos umbrales fueron usados. Los grados-días acumulados para un día se obtienen al intersectar la hilera y la columna de las temperaturas mínima y máxima del día. Para elaborar la tabla existen tres formas: ajuste vertical, ajuste horizontal y ajuste intermedio, seleccionándose el que mejor se adapte a la región y a la época del año o ciclo agrícola. Los grados-días estimados empleando tablas son menos precisos que con el empleo de las fórmulas (Galván, 1994).

Aplicación del Sistema de Unidades Calor

La aplicación del sistema de Unidades Calor a la producción moderna de hortalizas esta siendo una de las

formas más destacadas para poder realizar diferentes actividades agronómicas que se requieren, las consideradas más importantes son:

a) Constituye la base de las tecnologías para predecir la fecha de cosecha de los cultivos (es más preciso el tiempo fisiológico que el tiempo cronológico). Se ha empleado en hortalizas para procesado (chícharo, maíz dulce, etc.) y para mercado fresco (pepino, tomate, brócoli, etc.). Empleándose temperaturas mínimas y máximas históricas, se elaboran los programas de siembras.

b) Como en cada etapa fenológica de un cultivo se realizan prácticas agronómicas específicas, el conocimiento de las Unidades Calor (UC) requeridas permite programar de una mejor manera los riegos, fertilización, aplicaciones de agroquímicos, etc.

c) En el Manejo Integrado de Plagas (MIP), permitiendo establecer mejores estrategias de control.

Uso de las Unidades Calor en Cultivos Hortícolas

Perry et al. (1986) compararon 14 métodos para calcular unidades calor desde plantación a cosecha, tomando las temperaturas máximas y mínimas de un termómetro de abrigo. Evaluaron dos épocas de crecimiento (primavera y verano) por cinco años consecutivos en pepino (*Cucumis sativus* L.) en Carolina del Norte E.U.A. El coeficiente de variación (CV) fué utilizado para determinar cual de los métodos era el más seguro en la predicción al primer día a cosecha. El mejor método fué la diferencia entre la

temperatura máxima diaria y una temperatura base de 15.5 °C. Sin embargo, si la temperatura máxima excedía de 32 °C, ésta era reemplazada por 32, menos la diferencia entre la máxima y 32, antes de restarle la temperatura base. Este método tuvo un CV de 3 %, matemáticamente se puede expresar:

$U.C = T_{max} - T_{base}$ (cuando la T_{max} es $<$ que 32 °C)

$U.C = (32 - (T_{max} - 32)) - T_{base}$ (cuando la T_{max} es $>$ a 32 °C)

Rudich (1986) indicó que un programa de predicción demostró el tiempo de floración a cosecha en tomate para procesado (*Lycopersicum esculentum* Mill.). El programa fué validado y calibrado de 1972 a 1980 con datos tomados de 44 campos en dos localidades en Israel. El método está basado en la acumulación de UC definido en términos de "días fisiológicos", donde un día fisiológico es equivalente a un día en el calendario con una temperatura constante de 26 °C, valor arbitrario el cual es cerca del promedio diario de temperatura durante el período de desarrollo (UC). El desarrollo del tomate se dividió en cuatro estados fenológicos: de siembra a emergencia, de emergencia a floración, de floración a estado de cambio y de estado de cambio a cosecha. La acumulación de días fisiológicos durante los dos primeros estados está basado en una función lineal. Durante los dos últimos estados, una función cuadrática es utilizada para calcular las unidades calor diarias donde el día promedio de temperatura es de 20 °C. El máximo porcentaje de desarrollo es a 26 °C. Usando éste modelo es posible una predicción a cosecha con una precisión de más o menos tres días. Los resultados están

principalmente en función de energía de la planta, temperatura, humedad, aireación, profundidad de plantación y compactación del suelo.

Kreuzer (1993) en un trabajo con siete especies de plantas que producen aceites en sus semillas (incluyendo el cilantro), encontró que en cinco especies, el período de siembra a emergencia tuvo un número fijo de grados- día, independientemente de la temperatura. La tasa de iniciación floral fué más baja a temperaturas más bajas pero medida en grados-día ésta fué constante a 2-3 hojas por 100 grados-día para la mayoría de las especies.

Montañez (1993) determinó la relación entre la fenología de la yema y brote floral y el requerimiento de unidades calor en rosal var. Royalty. Utilizó tres métodos para calcular dichas unidades: residual, exponencial y el de 10-30 bajo condiciones de invernadero. Llegó a la conclusión que el uso de unidades calor es un medio útil para determinar la condición óptima en el manejo de la temperatura, según lo requiera la etapa fenológica.

Perry and Wehner, (1990) usaron un modelo de unidades calor, desarrollado en un estudio previo, para predecir el momento óptimo a cosecha en el cultivo de pepino, tanto para mercado fresco como para procesado. El objetivo fué comparar los métodos Límite y Estándar durante tres años (1984-1986), en tres temporadas diferentes (primavera, verano y otoño) y en tres localidades diferentes de Carolina del Norte E.U.A. Se utilizaron cultivares y líneas mejoradas elegidas a conveniencia para representar el mayor

rango de variabilidad disponible en rendimiento y madurez. Los dos métodos de predicción de cosecha fueron diferentes significativamente para procesado pero no para mercado fresco. Para el primer caso el mejor modelo fué el método Estándar.

Hernández (1991) desarrolló dos estudios de la duración de las etapas fenológicas de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en 6 localidades, 5 en la región de Navidad N.L. (la Sardina, Lote 25, la Perlita, Santa María de Ramos y San Joaquín) y uno en la región de Arteaga Coahuila (Ejido Emiliano Zapata). Se compararon 13 métodos de UC y uno de Unidades Fototérmicas. Se determinó para cada método: la media, la desviación estándar, el coeficiente de variación y diferentes correlaciones como los métodos de cuadrícula y el fotoeléctrico, para determinar el área foliar que resultó altamente significativo. También se correlacionó el área foliar obtenida con la ecuación de regresión del peso seco de la hoja; el área foliar obtenida por el método de cuadrícula y el área foliar obtenida por el método fotoeléctrico, resultando que la correlación fué altamente significativa en todos los sentidos. En el primer estudio los resultados indicaron que los métodos de seno simple y seno doble resultaron iguales entre sí, pero diferentes entre los demás, teniendo los coeficientes de variación más bajos. En un segundo estudio seleccionó cuatro métodos: el directo, el de unidades calor específicas, el de seno simple y el de unidades fototérmicas. En conclusión el mejor método fué el directo con el menor coeficiente de variación.

Sandoval (1993) concluyó que en el cultivo de la zanahoria (*Daucus carota* L.), utilizando la variedad Nantes Strong, la mayor acumulación de unidades calor y el mayor incremento en el rendimiento lo registraron los tratamientos con 13, 26 y 32 días con cubierta flotante, con 1643, 1657 y 1664 unidades calor acumuladas, un rendimiento de 33.8, 36.1 y 34.2 ton/ha respectivamente, incrementándolo en promedio 2 ton/ha (6.11%) con relación al testigo.

Castañes (1993) comentó que investigaciones en insectos han determinado que el ciclo de vida de algunas palomillas requieren un total de 400 unidades calor, de las cuales 10 son necesarias para que se presente el período de preoviposición de las hembras, 60 para la incubación de los huevecillos, 195 para el desarrollo del estado larval y 135 para el estado de pupa.

MATERIALES Y METODOS

UBICACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Ensayo de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas, ubicado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), que geográficamente se encuentra localizada a 25° 21' latitud norte y 101° 00' longitud oeste, contando con 1742 msnm y en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FAUANL) Carretera Zuazua-Marín Km. 17, Marín N.L.

MATERIAL UTILIZADO

El material en estudio fueron siete genotipos de semillas de cilantro de las siguientes variedades: Marroquí, Santo, Tipo Marroquí, Criollo de Ramos, Criollo Poblano, Slow Bolt y Sun Master.

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

A continuación se describen las características de dicho material. La semilla era de materia prima, por lo que se dio una pequeña selección a fin de utilizar sólo semilla aprovechable en el estudio.

Marroquí: Es un material con un ciclo agrícola de 60 a 95 días en otoño-invierno, con un porcentaje mínimo de germinación de 90 %, la emergencia se presenta de nueve a 11 días después de siembra. Su altura a cosecha es de 25 a 30 cm demandada por el mercado. Se forman de seis a 11 peciolos por planta a cosecha, dependiendo del ciclo agrícola. El punteamiento se presenta a más de 95 días en siembras de otoño-invierno.

Santo: Presenta maduración media, con un ciclo agrícola de 45 a 60 días al primer corte. Es una cepa de cilantro de rápido crecimiento vegetativo que presenta un inicio de floración notablemente lento. Esto permite a los productores retardar la cosecha en días cortos, con un propósito de obtener los máximos rendimientos, lograr las mejores oportunidades de mercado. Santo puede cortarse dos o más veces para alcanzar rendimientos altos. Las grandes y anchas hojas semejantes a las del apio, son de color verde mediano y más pesadas que las cepas tradicionales como las de los Criollos Regionales o el Marroquí.

Tipo Marroquí: Presenta un ciclo agrícola de 60 a 95 días en otoño-invierno, con un 80% de germinación mínima, la emergencia se presenta de ocho a 10 días después de siembra. Su altura a cosecha es de 25 a 30 cm demandada por el mercado. Se forman de seis a ocho peciolos por planta a cosecha dependiendo del ciclo agrícola. El punteamiento se presenta más de 85 días después de siembra en otoño-invierno.

Criollo de Ramos: Semilla obtenida de la región de Ramos Arizpe Coahuila. Presenta un ciclo agrícola de 85 a 90 días en otoño-invierno y de 45 a 60 días en primavera-verano, dependiendo de las temperaturas que se presentan en el desarrollo del cultivo. Es una planta con hojas pequeñas y poca altura, por lo que presenta bajos rendimientos. Este material es muy apreciado debido a su aroma fuerte y agradable.

Criollo Poblano: Es producido por Berentsen, se siembra todo el año, recomendado en los estados de Guanajuato, Puebla, Tlaxcala, Estado de México e Hidalgo. Posee un 80 % de germinación mínima. Su densidad de siembra es de 40 kg/ha, sembrándose al voleo o en surcos, con una altura de planta de 40 cm y de polinización abierta. Su ciclo agrícola es de 45 a 60 días aproximadamente.

Slow Bolt: Presenta un 80 % mínimo de germinación, con un ciclo agrícola de 60 a 100 días en otoño-invierno. La emergencia se da de 10 a 11 días, con seis a 10 peciolos por planta a cosecha. El punteamiento se presenta a los 95 días o más en las siembras de otoño-invierno.

Sun Master: Este material se adapta a todas las zonas. La semilla se produjo en Mexicali Baja California, en el ciclo 1996-1997. El período agrícola es de 60-70 días aproximadamente de la siembra al primer corte, teniendo un porcentaje mínimo de 80% de germinación. Se obtienen de seis a 11 peciolos por planta a cosecha en siembras de otoño-invierno.

TRATAMIENTOS

Los tratamientos en estudio fueron siete diferentes temperaturas (Factor A), en las que se evaluó la germinación de siete genotipos (Factor B); teniéndose un total de 56 tratamientos que se pusieron en cuatro repeticiones. Las temperaturas y los tratamientos evaluados se muestran en seguida:

TEMPERATURAS (°C) (FACTOR A)	TRATAMIENTOS (Genotipos) (FACTOR B)
5	t1 = Marroquí
7	t2 = Santo
9	t3 = Tipo Marroquí
10	t4 = Criollo de
15	Ramos
20	t5 = Criollo
25	Poblano
30	t6 = Slow Bolt
	t7 = Sun Master

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Siembra

1. Se desinfectó el área de trabajo con un atomizador con alcohol para prevenir la contaminación de hongos.
2. En una charola se colocaron toallas de papel secante tipo destraza extendidas una sobre otra y luego se

saturaron con agua de la llave para humedecer y luego drenar.

3. En una caja petri se colocaron las semillas para el tratamiento con fungicida de aquellas sin tratar. Para esto se les aplicó 0.05 g de fungicida (Captan) para evitar o prevenir la contaminación de hongos (como *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Fusarium*, etc), tapándose la caja y agitándose bien para que a éstas se les adhiera el fungicida uniformemente.
4. Se utilizaron tres toallas húmedas y con pinzas se colocaron 10 semillas sobre las mismas dispersas en dos hileras de cinco cada una. Las semillas que ya venían tratadas se colocaron directamente.
5. Se cubrieron las semillas sembradas con dos toallas húmedas adicionales y se enrollaron formándose unos "tacos", estos se marcaron con lápiz tinta, con una flecha en un extremo para que se colocaran igual, indicando la flecha hacia abajo siempre, para evitar que la radícula en crecimiento se distorsione, se indicó el número de tratamiento, de repetición y el tipo de germinación, en este caso fué estándar, junto con la fecha de siembra.
6. Se le colocó a los extremos del "taco", una liga para evitar que la semilla se saliera de él.
7. Se introdujeron a bolsas de plástico cada tratamiento con sus cuatro repeticiones y se colocaron dentro de una cámara de germinación a determinada temperatura según los tratamientos.
8. En el caso de las temperaturas de 5, 7, 9 y 10 ° C se utilizó un termómetro para checar que la temperatura se

mantuviera estable y en estos casos se utilizó una cámara de enfriamiento.

Monitoreo de datos

A los cinco días después de la siembra se inició el monitoreo de la germinación con el fin de obtener la información relacionada con cada una de las variables evaluadas.

VARIABLES EVALUADAS

Capacidad de germinación

Se realizó el conteo de las semillas que presentaron germinación fisiológica, considerándose está el hecho de observar a simple vista la salida de la radícula. Las mediciones se hicieron a los 13 días después de siembra, obteniéndose el porcentaje de germinación en forma directa del número de semillas sembradas.

Días a germinación

Se consideró como días a germinación aquel período cuando cada unidad experimental alcanzó la plenitud de fase, es decir cuando había al menos el 50% de las semillas germinadas. Las mediciones se realizaron a partir del tercer día después de siembra.

Temperatura base

Para determinar esta variable se utilizó el porcentaje de germinación y las temperaturas de trabajo, obteniendo una ecuación de regresión de segundo grado y considerando como temperatura base aquel valor de temperatura que tuviera un 10% de germinación.

Temperatura óptima

Esta variable se determinó mediante la ecuación de regresión de segundo grado, tomando en cuenta el punto más alto de la curva, valor que fue considerado como temperatura óptima estimada y la temperatura óptima observada se obtuvo con los valores para cada genotipo en aquella temperatura de trabajo donde se obtuvo el mayor porcentaje de germinación.

DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar.

Los datos originales de Capacidad de Germinación y Días a Germinación se transformaron con las fórmulas de $\sqrt{\text{Arcsen}}$ y $\sqrt{X+1}$, respectivamente.

Se utilizó el análisis de varianza para los resultados obtenidos de las variables Capacidad de Germinación y Días a Germinación; utilizando un arreglo de tratamientos en

parcelas divididas (Olivares, 1994). Además, para la comparación de medias se aplicó la prueba de Tukey con $P \leq 0.01$. La variable de Temperatura Base se determinó mediante la regresión cuadrática de segundo grado.

El modelo estadístico es:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + T_j + \varepsilon_i(a) + G_k + (TG)_{jk} + \varepsilon_{ijk}(b)$$

$$i = 1, 2, \dots, r$$

$$j = 1, 2, \dots, a$$

$$k = 1, 2, \dots, b$$

Y_{ijk} = Es la observación del genotipo k en la temperatura j en la repetición i

μ = Es la media verdadera general

β_i = Es el efecto de la repetición i

T_j = Es el efecto de la temperatura j

$\varepsilon_{ij}(a)$ = Es el error experimental de las parcelas grandes

G_k = Es el efecto del genotipo k

TG_{jk} = Es el efecto de la interacción del genotipo k y la temperatura j

$\varepsilon_{ijk}(b)$ = Es el error experimental de las subparcelas

RESULTADOS Y DISCUSION

Capacidad de Germinación

En el Cuadro 1 se presenta el análisis de varianza, en el que se encontró diferencias altamente significativas para el factor A (temperaturas), el mismo resultado se obtuvo para el factor B (genotipos) y la interacción, con un coeficiente de variación del error B de 13.16 %.

En la comparación de medias (Cuadro 2) se puede observar que los genotipos se ven afectados significativamente en la capacidad de germinación (%) por las temperaturas bajas 7 °C y altas 30 °C. Sin embargo,

dentro de las temperaturas de 5, 9, 10, 15, 20 y 25 °C los genotipos son estadísticamente iguales. Es necesario aclarar que a temperatura de 5 °C los genotipos Marroquí, Santo, Tipo Marroquí, Criollo de Ramos, Criollo Poblano, Slow Bolt y Sun Master no presentan diferencias significativas puesto que la germinación es nula.

Comparando las medias del factor B (genotipos) dentro de cada uno de los ocho niveles del factor A (temperaturas) se puede observar que:

Cuadro 1. Análisis de varianza de la variable capacidad de germinación de semillas de cilantro de diferentes genotipos, bajo diferentes temperaturas. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	FC	P>F
Repeticiones	3	0.884	0.295	1.30	0.299
Factor A	7	595.386	85.055	376.09**	0.000
Error A	21	4.749	0.226		
Factor B	6	16.421	2.737	10.43**	0.000
A x B	42	101.240	2.410	9.18**	0.000
Error B	144	37.804	0.263		
Total	223	756.485	3.392		

C.V. (ERROR B)= 13.16 %

Todos los genotipos a temperaturas de 5 °C son estadísticamente iguales, puesto que no ocurre la germinación.

Los genotipos a 7 °C de temperatura (nivel dos del factor A) son estadísticamente diferentes. A ésta temperatura los genotipos Santo y Criollo de Ramos no germinan. Estadísticamente los materiales Criollo Poblano, Slow Bolt y Sun Master tienen medias iguales; sin embargo, el primero tiene 67.5 % de germinación.

La comparación de medias de los genotipos en los niveles tres, cuatro, cinco, seis y siete del factor A son estadísticamente iguales. Es decir, que el intervalo de temperaturas de 9 a 25 °C afecta por igual a todos los genotipos.

Cuadro 2. Comparación de medias para la capacidad de germinación de semillas de cilantro de diferentes genotipos, bajo diferentes temperaturas. UAAAN. 1997.

TEMPERATUR A ° C	GENOTIPOS DE CILANTRO							$\bar{x}$ FACTOR A
	MARROQUÍ	SANTO	TIPO MARROQUI	C. RAMOS	C. POBLANO	SLOW BOLT	SUN MASTER	
5	0.0 A* c**	0.0 A c	0.0 A c	0.0 A b	0.0 A c	0.0 A b	0.0 A c	0.0 D
7	27.5 C b	0.0 D c	37.5 AB b	0.0 D b	67.5 A ab	60.0 AB a	35.0 BC ab	32.5 C
9	75.0 A a	55.0 A ab	47.5 A ab	75.0 A a	37.5 A ab	47.5 A a	65.5 A a	57.6 A
10	87.5 A a	60.0 A ab	75.0 A a	57.5 A a	70.0 A ab	77.5 A a	60.0 A a	69.6 A
15	90.0 A A	85.0 A a	80.0 A A	67.5 A a	82.5 A ab	82.5 A a	75.0 A a	80.4 A
20	85.0 A a	62.5 A ab	70.0 A a	67.5 A a	90.0 A ab	72.5 A a	47.5 A a	70.7 A
25	67.5 A a	50.0 A ab	55.0 A a	37.5 A a	95.0 A a	67.5 A a	52.5 A a	60.7 A
30	55.0 A a	25.0 AB b	32.5 AB ab	37.5 A a	27.5 AB b	30.0 AB a	10.0 B b	31.1 B
$\bar{x}$ FACTOR B	61.0 A	42.2 B	49.7 A	42.8 B	58.8 A	54.7 A	43.2 AB	

* Medias del factor B en cada nivel del factor A
del factor B

** Medias del factor A en cada nivel

El factor B (genotipos) dentro del nivel ocho del factor A, temperatura de 30 °C indica que son estadísticamente diferentes; así el material conocido como Marroquí es superior al resto de los genotipos, ya que germina en un 55% comparado con el Criollo de Ramos que le sigue con un 37.5 % de germinación.

La comparación de medias del factor A (temperaturas) dentro de cada uno de los niveles del factor B (genotipos) muestran diferencias significativas (Cuadro 2). Así en el nivel uno del factor B, genotipo Marroquí, estadísticamente las temperaturas de 9, 10, 15, 20, 25 y 30 °C tienen el mismo efecto en la germinación, en cambio a 5 y 7 °C hay diferencias significativas. A temperatura de 5 °C éste material no tiene germinación.

En el nivel dos del factor B el material Santo es estadísticamente igual a temperaturas de 9, 10, 15, 20 y 25 °C; en cambio a temperaturas de 5, 7 y 30 °C hay diferencias estadísticas con las primeras temperaturas citadas. En éste genotipo la germinación es nula a temperaturas de 5 y 7 °C.

El material Tipo Marroquí, nivel tres del factor B, se ve afectado en la germinación por las temperaturas en estudio. Así a temperaturas de 9, 10, 15, 20, 25 y 30 °C se tienen efectos estadísticamente iguales a diferencia de los efectos a temperaturas de 5 y 7 °C que son estadísticamente diferentes. Igual que los genotipos anteriores éste material no germina a 5 °C de temperatura.

En el nivel cuatro del factor B, genotipo Criollo de Ramos se ve poco afectado por las temperaturas ya que estadísticamente las medias de capacidad de germinación son iguales a temperaturas de 9, 10, 15, 20, 25 y 30 °C. A temperaturas de 5 y 7 °C éste material no germina comportándose igual que el genotipo Santo.

Los genotipos Criollo Poblano y Sun Master, niveles cinco y siete del factor B, tiene el mismo comportamiento al comparar las medias del factor A en cada uno de estos genotipos, ya que solo la media en las temperaturas de 5 y 30 °C son estadísticamente diferente. Igual que todos los genotipos anteriores éstos materiales tampoco presentan germinación a temperatura de 5 °C.

En el material Slow Bolt, nivel seis del factor B se ve afectada la germinación por las temperaturas de 7, 9, 10, 15, 20, 25 y 30°C teniendo efectos estadísticamente iguales, a diferencia de los efectos a temperatura de 5 °C que es estadísticamente diferente, y esto muy probablemente porque a ésta temperatura no existe germinación.

La temperatura y el efecto que causa en la etapa fenológica de germinación, nos muestra que en los resultados obtenidos con temperaturas bajas como de 5 °C, la germinación no ocurre y a 7 °C en algunos materiales tampoco o es mínima como en el Santo, Criollo de Ramos, Marroquí y Sun Master. A temperaturas altas como la de 30 °C la germinación es baja, en cambio a temperaturas de 9 a 25 °C, la germinación varía de 37.5 hasta 95 %, teniendo el valor máximo a temperatura de 25 °C. Estos resultados

coinciden con los límites citados por Putievsky (1981), Jethani (1984) e ISTA (1985), quienes mencionaron que a temperaturas entre 15 y 30 °C ocurre el mayor porcentaje de germinación.

En relación a la interacción para capacidad de germinación se ve afectada por los genotipos y las temperaturas de trabajo. Los materiales como el Marroquí y el Criollo Poblano poseen un alto porcentaje de germinación a temperaturas de 10, 15, 20 y 25 °C, respectivamente. En cambio los materiales como el Santo y Sun Master a temperaturas de 30 °C, muestran muy bajos porcentajes de germinación. Estos dos últimos genotipos son de reciente introducción al mercado regional y se conocen como variedades mejoradas; sin embargo, por los resultados obtenidos es necesario evaluar primero la semilla antes de realizar siembras comerciales.

Como se observa en la Figura 1, se tiene que la mejor temperatura resultó ser la de 15 °C con un porcentaje de germinación del 80.4 % y la temperatura en la que no hubo germinación durante el transcurso de 28 días establecidos en el trabajo fue la de 5 °C.

En la Figura 2, se observa que el mejor genotipo fue el Marroquí con un 61 % de germinación y el que menor respondió a todas las temperaturas utilizadas fue el Santo con valores de germinación de 42.2 %.

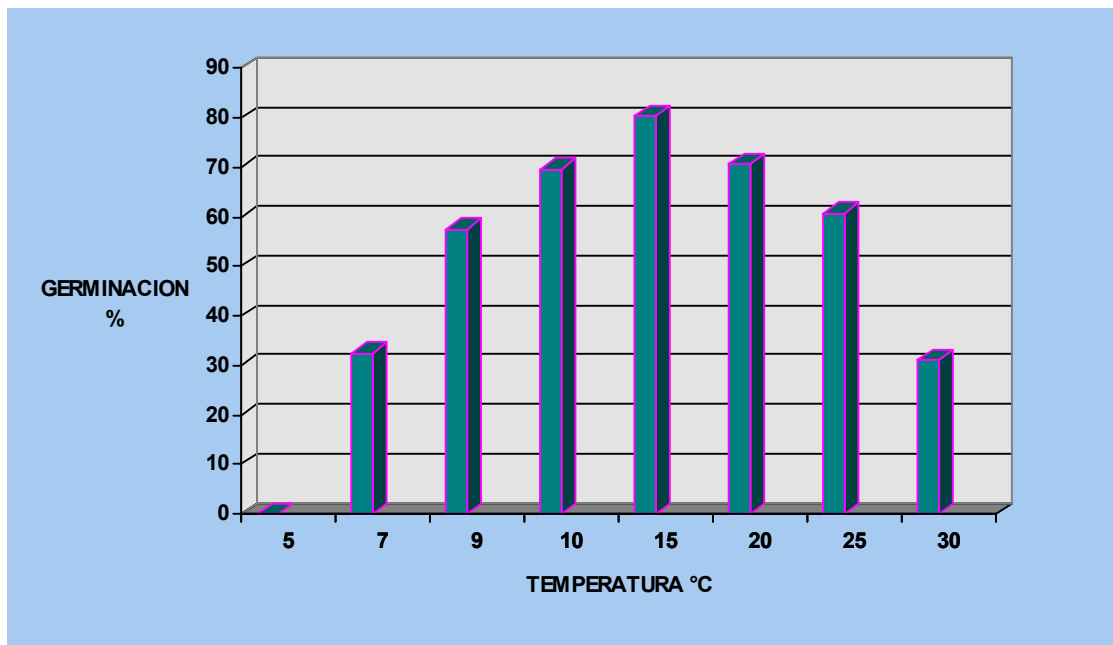


Fig. 1 Capacidad de germinación de cilantro utilizando la media general de las temperaturas.

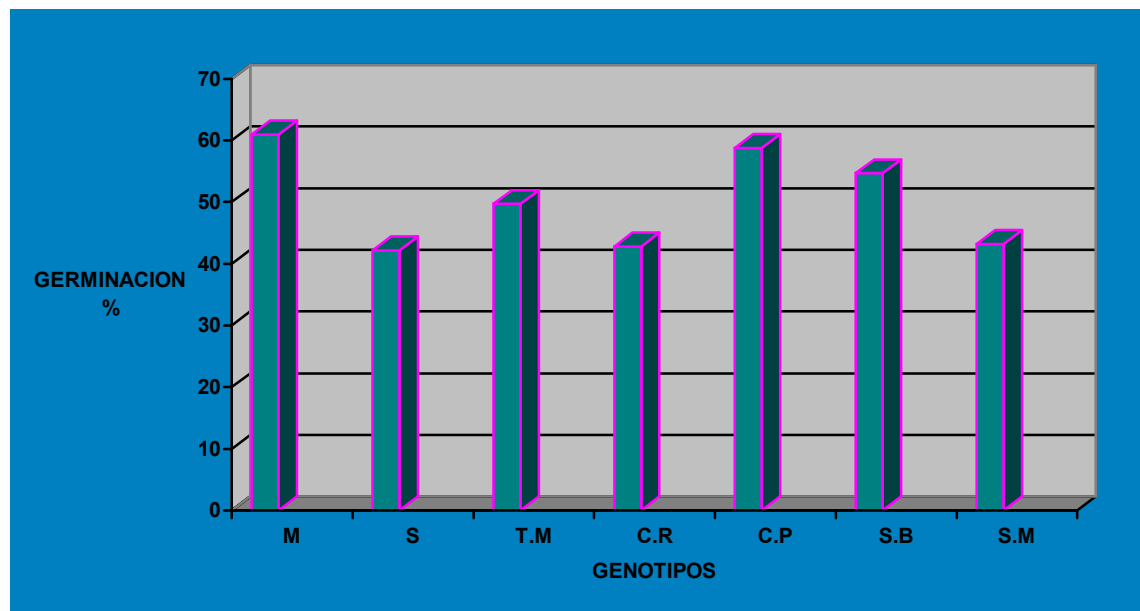


Fig. 2 Capacidad de germinación de los genotipos de cilantro utilizando las medias generales.

Días a Germinación

En el Cuadro 3 se presenta el análisis de varianza, en el que se encontró diferencias altamente significativas para el factor A (Temperaturas), el mismo resultado se obtuvo para el factor B (Genotipos) y la interacción, con un coeficiente de variación del error B de 15.85 %.

Cuadro 3. Análisis de varianza de la variable días germinación de semillas de cilantro de diferentes genotipos, bajo diferentes temperaturas. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	FC	P>F
Repeticiones	3	1.603	0.534	2.12	0.127
Factor A	7	182.847	26.121	103.57**	0.000
Error A	21	5.296	0.252		
Factor B	6	5.019	0.836	3.56**	0.003
A x B	42	68.378	1.628	6.94**	0.000
Error B	144	33.799	0.235		
Total	223	296.942	1.332		

C.V. (ERROR B)= 15.85 %

En la comparación de medias (Cuadro 4) se puede observar que los genotipos en los días a germinación se ven afectados significativamente por las temperaturas. Sin embargo, los genotipos a temperaturas de 5, 9, 10, 15, 20 y 25 °C son estadísticamente iguales. Es necesario aclarar que a temperaturas de 5 °C los genotipos Marroquí, Santo, Tipo Marroquí, Criollo de Ramos, Criollo Poblano, Slow

Bolt y Sun Master no presentan diferencias significativas puesto que no ocurre la germinación.

Cuadro 4. Comparación de medias para los días a germinación de semillas de cilantro de diferentes genotipos, bajo diferentes temperaturas. UAAAN. 1997.

TEMPERATURA ° C	GENOTIPOS DE CILANTRO							$\bar{x}$ FACTOR A
	MARROQUÍ	SANTO	TIPO MARROQUI	C. RAMOS	C. POBLA NO	SLOW BOLT	SUN MASTER	
5	0.0 A* c**	0.0 A c	0.0 A c	0.0 A d	0.0 A c	0.0 A b	0.0 A c	0.0 E
7	15.5 A a	20.0 A a	14.5 A a	0.0 B d	13.0 A ab	14.0 A a	16.5 A a	13.4 AB
9	13.0 A ab	15.3 A ab	14.7 A a	19.0 A a	15.0 A ab	13.0 A a	13.0 A ab	14.7 A
10	13.0 A ab	17.0 A ab	13.0 A a	14.0 A ab	15.5 A a	13.5 A a	15.0 A ab	14.4 A
15	7.5 A ab	9.5 A b	8.0 A ab	8.9 A bc	8.5 A ab	7.5 A a	7.5 A b	8.2 C
20	7.0 A ab	12.5 A ab	7.7 A ab	7.3 A bc	8.7 A ab	7.5 A a	13.3 A ab	9.1 BC
25	8.3 A ab	13.3 A ab	12.0 A a	13.0 A ab	6.7 A b	6.7 A a	9.5 A ab	9.9 BC
30	10.2 AB ab	4.0 CD c	4.5 CD bc	7.0 BC c	17.0 A a	9.0 BC a	0.0 D c	7.4 D
$\bar{x}$ FACTOR B	9.3 AB	11.5 A	9.3 AB	8.7 B	10.6 AB	8.9 AB	9.4 AB	

* Medias del factor B en cada nivel del factor A
factor B

** Medias del factor A en cada nivel del

Comparando las medias del factor B (genotipos) dentro de cada uno de los ocho niveles del factor A (temperaturas) se puede observar que todos los genotipos a 5 °C son estadísticamente iguales debido a que en ninguno de ellos se presentó la germinación.

Los genotipos a 7 °C de temperatura (nivel dos del factor A) son estadísticamente diferentes; en la temperatura mencionada el genotipo Criollo de Ramos no germina y los otros seis materiales utilizados tiene medias iguales, siendo el mejor material el Criollo Poblano en el que se presentó la germinación a los 13 días.

La comparación de medias de los genotipos en los niveles tres, cuatro, cinco, seis y siete del factor A son estadísticamente iguales. Es decir, que el intervalo de temperaturas de 9 a 25 °C afecta por igual a todos los genotipos.

El factor B (genotipos), dentro del nivel ocho del factor A, temperatura de 30 °C indica que son estadísticamente diferentes; así el material Santo y Tipo Marroquí son superiores al resto de los genotipos, ya que los días a germinación fueron de 4 y 4.5 días, respectivamente. El más lento en germinar fue el Criollo Poblano con 17 días a germinación.

La comparación de medias del factor A, dentro de cada uno de los niveles del factor B, muestra diferencias significativas (Cuadro 4). Así, en el nivel uno del factor B (genotipo Marroquí), estadísticamente las temperaturas de

7, 9, 10, 15, 20, 25 y 30 °C tienen el mismo efecto en los días a germinación; sin embargo, a 20 °C tuvo siete días a germinación. A temperaturas de 5 °C no hubo germinación siendo estadísticamente diferente a las otras temperaturas.

En el nivel dos del factor B, el material Santo, es estadísticamente igual a temperaturas de 7, 9, 10, 20 y 25 °C; en cambio, a temperaturas de 5, 15 y 30 °C hay diferencias estadísticas en comparación a las otras temperaturas. A temperaturas de 5 °C la germinación fué nula y con 30 °C fueron 4 los días a germinación.

El material Tipo Marroquí nivel tres del factor B, se ve afectado en los días a germinación por las temperaturas en estudio. Así, a temperaturas de 7, 9, 10, 15, 20 y 25 °C se tiene efectos estadísticamente iguales a diferencia de los causados a temperaturas de 5 y 30 °C que son estadísticamente diferentes. Igual que en todos los genotipos a temperatura de 5 °C no existió germinación, para éste material la mejor temperatura es la de 30 °C ya que se tuvo 4.5 días a germinación.

En el nivel cuatro del factor B, el genotipo Criollo de Ramos se ve afectado por las temperaturas, ya que estadísticamente las medias en los días a germinación son iguales a temperaturas de 9, 10 y 25 °C, siendo estadísticamente diferentes a temperaturas de 5, 7, 15, 20 y 30 °C. Las mejores temperaturas para los días a germinación fueron de 20 y 30 °C las cuales registraron 7.3 y 7 días, respectivamente y en las temperaturas de 5 y 7 °C no hubo germinación.

El genotipo Criollo Poblano, nivel cinco del factor B la temperaturas de 7, 9, 10, 15, 20 y 30 °C son estadísticamente iguales; sin embargo, con las temperaturas de 5 y 25 °C si hubo diferencias significativas con respecto a las demás temperaturas. La mejor temperatura para días a germinación fué la de 25 °C con 6.7 días y con 5 °C no se tuvo germinación.

En el nivel seis del factor B, el genotipo Slow Bolt resulto ser estadísticamente igual en las medias de temperaturas de 7, 9, 10, 15, 20, 25 y 30 °C; con la temperatura de 25 °C se obtuvo el mejor resultado con 6.7 días a germinación; sin embargo, con 5 °C de temperatura no hubo germinación por lo que es estadísticamente diferente a las demás temperaturas.

El material Sun Master, nivel siete del factor B, las temperaturas de 7, 9, 10, 20 y 25 °C son estadísticamente iguales en comparación con las medias obtenidas para las temperaturas de 5, 15 y 30 °C que fueron estadísticamente diferentes, considerando que a temperaturas de 5 y 30 °C no hubo germinación. Resultando para éste material la mejor temperatura de 15 °C con 7.5 días a germinación.

De acuerdo a los genotipos en estudio, el período de siembra a plenitud de fase varía desde 4 días a los 30 °C de temperatura, hasta 20 días a 7 °C. Siendo el Santo el material más precoz a los 30 °C y el tardío a los 7 °C. En función de la temperatura y eliminando la temperatura de 5 °C, puesto que no hubo germinación, se puede decir que los

días a germinación disminuyen al pasar de 7 a 20 °C; ó sea, que a temperaturas de 20 °C se aceleran los procesos de germinación y a 9 °C dichos procesos ocurren más lentamente. Los resultados obtenidos con las temperaturas son aceptables puesto que Jethani (1984), Tamaro (1987) e ISTA (1985) estipularon que los días para germinación varían de 7 a 21, dependiendo de las condiciones en que se encuentre, además del material utilizado.

En relación a la interacción, los días a germinación se ven afectados por los genotipos y las temperaturas de trabajo. Los materiales como el Santo y Tipo Marroquí son más precoces con 4 y 4.5 días a germinación, respectivamente a temperaturas de 30 °C. En cambio los materiales como el Santo con 20 días a germinación y con una temperatura de 7 °C y el Criollo de Ramos con 19 días a temperatura de 9 °C resultaron ser los más tardíos (Cuadro 4).

El genotipo Marroquí y el Criollo de Ramos son unos de los más utilizados en nuestro país, las temperaturas bajas como 7, 9 y 10 °C así como las altas de 30 °C influyen tardando más tiempo para la germinación, comparándolos con las de 15, 20 y 25 °C que son el 50 % menos de los días requeridos para completar la plenitud de fase con las otras temperaturas. Sería recomendable hacer énfasis en que las temperaturas afectan el tiempo planeado para llevar acabo las prácticas programadas en cualquier cultivo.

Como se muestra en la Figura 3, se puede observar que la mejor temperatura para los días a germinación es la de 30 °C teniendo como media general 7.4 días y la peor resultado ser la de 9 °C ya que los días a germinación son 14.7.

Como se muestra en la Figura 4, se obtuvo como genotipo más precoz al Criollo de Ramos puesto que los días a germinación son 8.6 y el más tardío fué el Santo con 11.5 días.

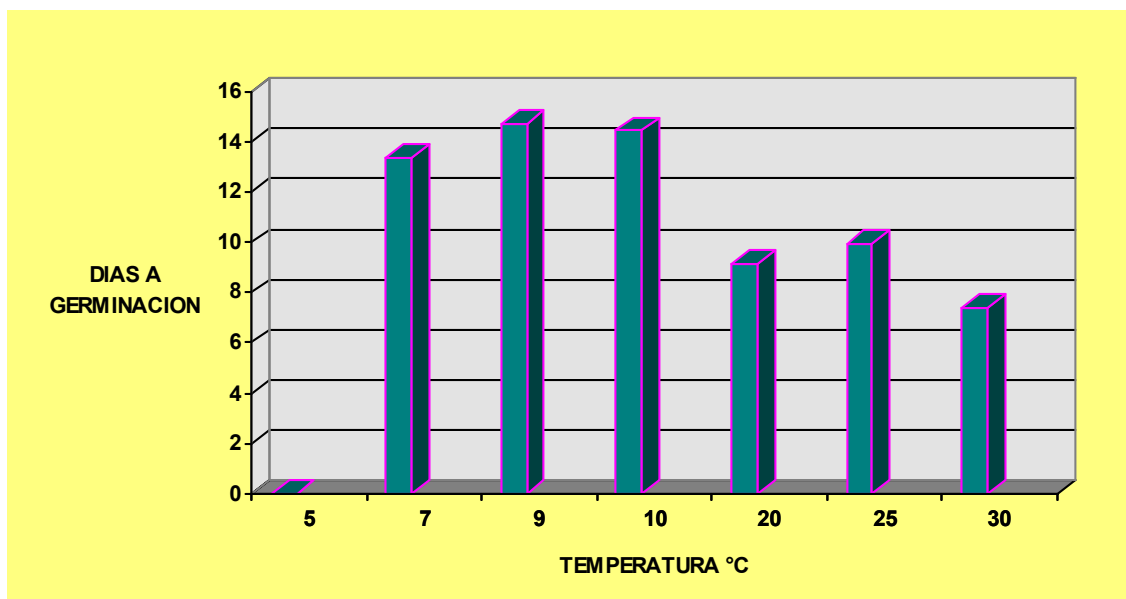


Fig. 3 Días a germinación del cilantro utilizando las medias generales de las diferentes temperaturas.

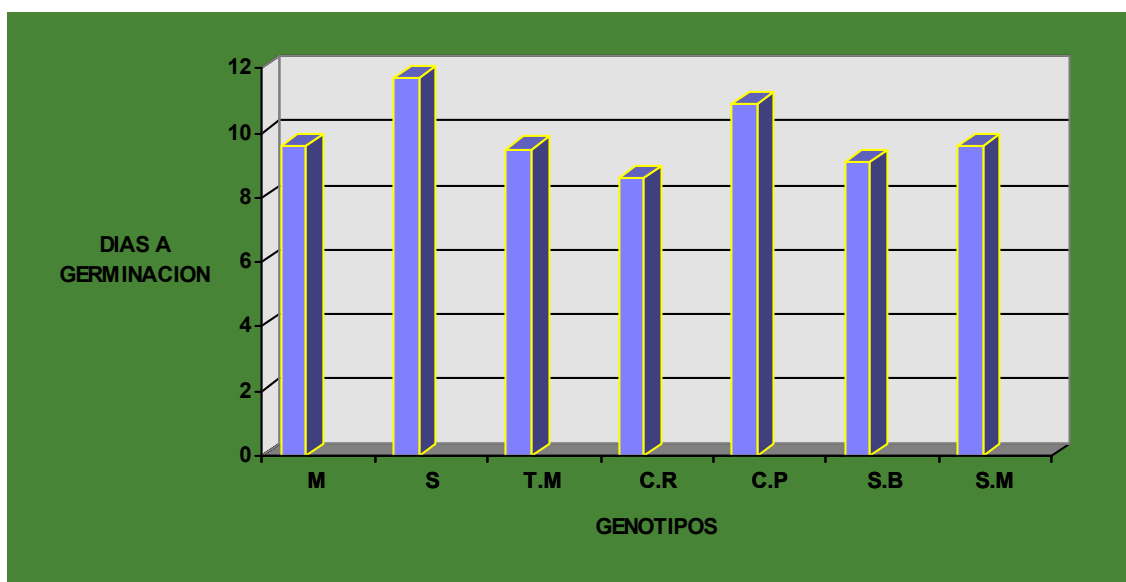


Fig. 4 Días a germinación del cilantro utilizando las medias general de los diferentes genotipos.

Temperatura Base

De acuerdo a la Figura 5, la temperatura base estimada del cilantro se encuentra donde existe un 10 % de germinación, localizándose a 4.8 °C, ya que en estos valores es donde se alcanza el porcentaje con la curva de regresión.

Tomando en cuenta lo expuesto por (Díaz, 1996) que la temperatura base o el umbral mínimo varía dependiendo de la especie y aun así de la variedad. Se obtuvo ésta para cada genotipo.

En la Figura 5.1, se puede observar que la temperatura base para el genotipo Marroquí, tomando en cuenta el 10 % de germinación es de 4.5 °C.

En la Figura 5.2, para el genotipo Santo se observa que éste presenta una temperatura base de 5.8 °C.

En la Figura 5.3, para el material Tipo Marroquí se presenta una temperatura base de 4.6 °C.

En la Figura 5.4, se puede observar que para el genotipo Criollo de Ramos la temperatura base fué de 5.2 °C.

En la Figura 5.5, se puede observar que se presentó para el genotipo Criollo Poblano una temperatura base de 4.8 °C.

En la Figura 5.6, se puede observar que para el genotipo Slow Bolt se presenta una temperatura base de 4.1 °C.

En la Figura 5.7, se puede observar que para el material Sun Master se presenta una temperatura base de 4.3 °C.

Por asociación, lo más cerca que se conoce del umbral mínimo o temperatura base del cilantro son los valores encontrados para apio, perejil y zanahoria que varían desde 4 hasta 8 °C reportados por (Maroto, 1989; Casseres, 1984; Serrano, 1990; Lorenz, 1988 y Castaños 1993). Los resultados obtenidos para cada material varían, pudiendo deberse a la capacidad genética de adaptación en diferentes lugares.

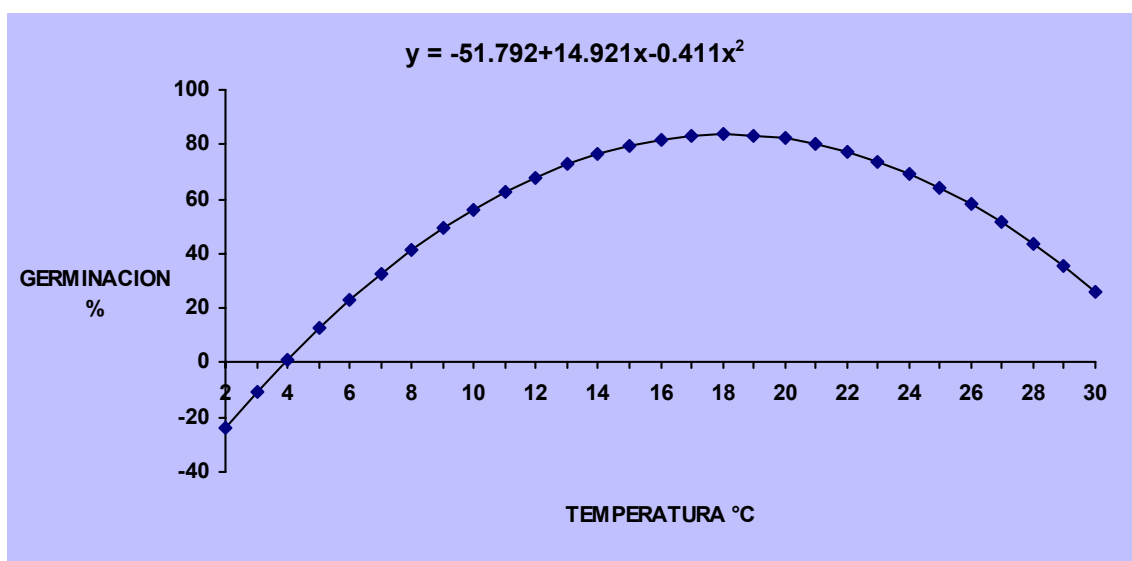


Fig. 5 Temperatura base del cilantro estimada mediante la ecuación de regresión, utilizando porcentajes de germinación y diferentes temperaturas. $r^2 = 85.73 \%$

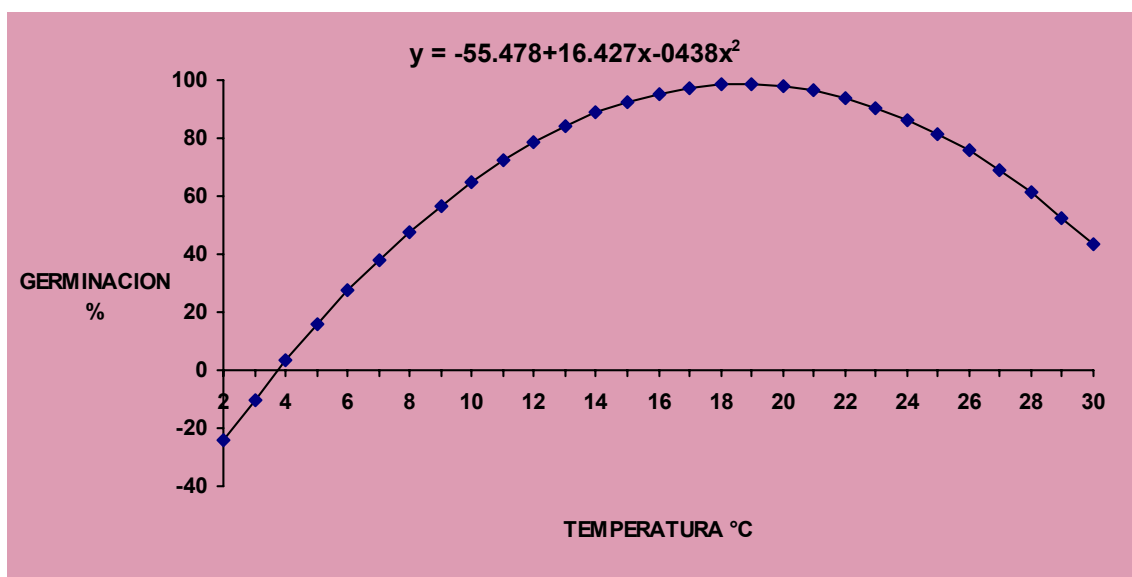


Fig. 5.1 Temperatura base para el genotipo Marroquí, utilizando porcentajes de germinación y diferentes temperaturas. $r^2 = 73.00 \%$

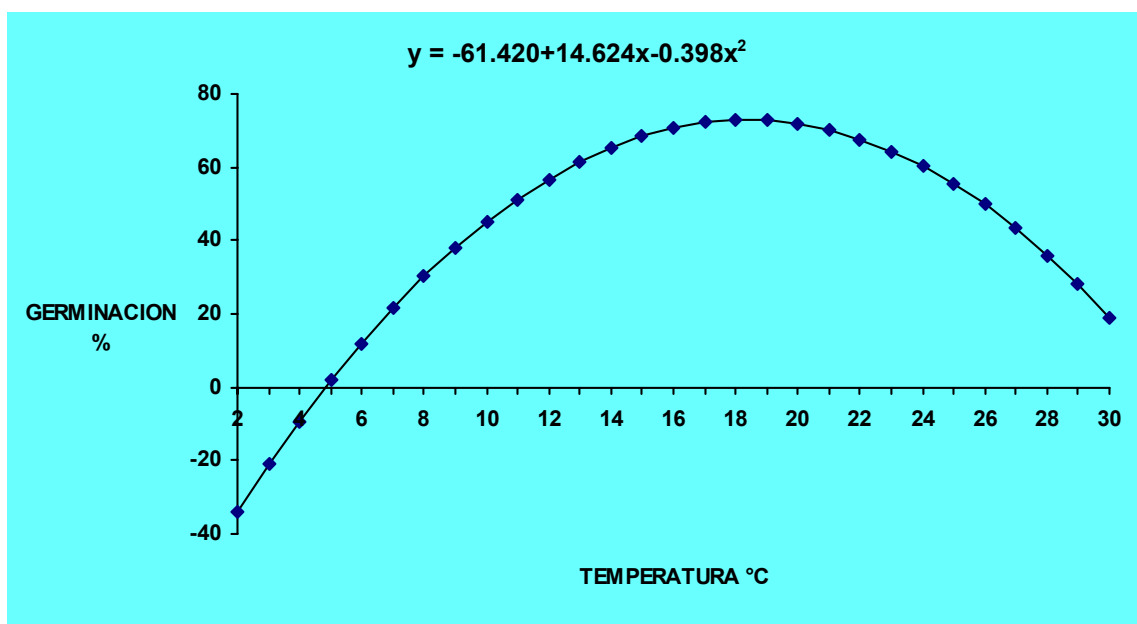


Fig. 5.2 Temperatura base del genotipo Santo utilizando el porcentaje de germinación y diferentes temperaturas. $r^2 = 75.16 \%$

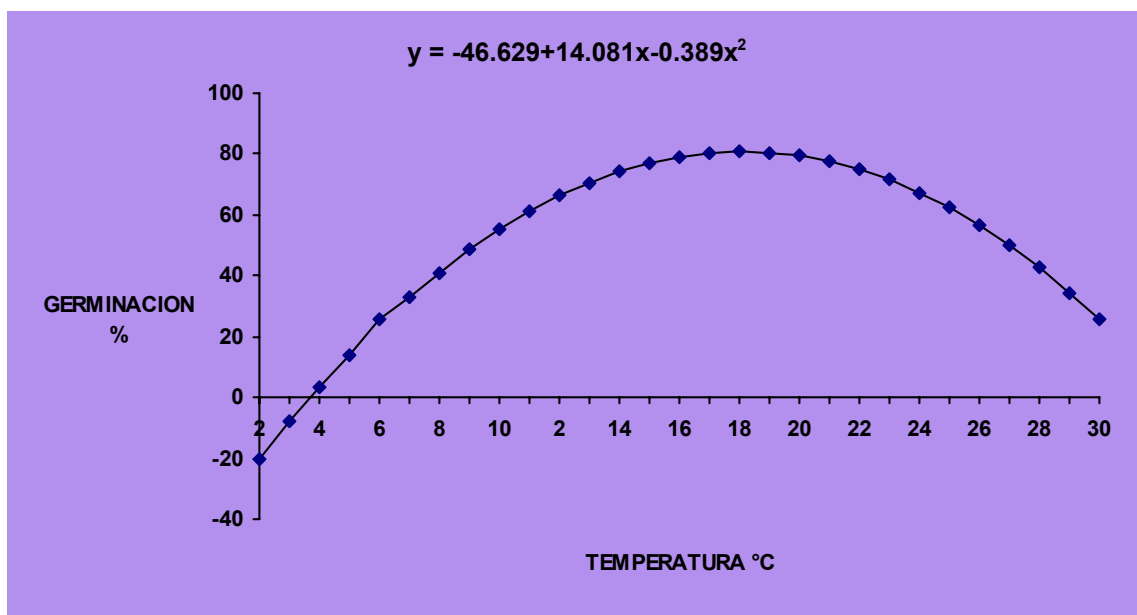


Fig. 5.3 Temperatura base del material Tipo Marroquí utilizando el porcentaje de germinación y diferentes temperaturas. $r^2=79.42\%$

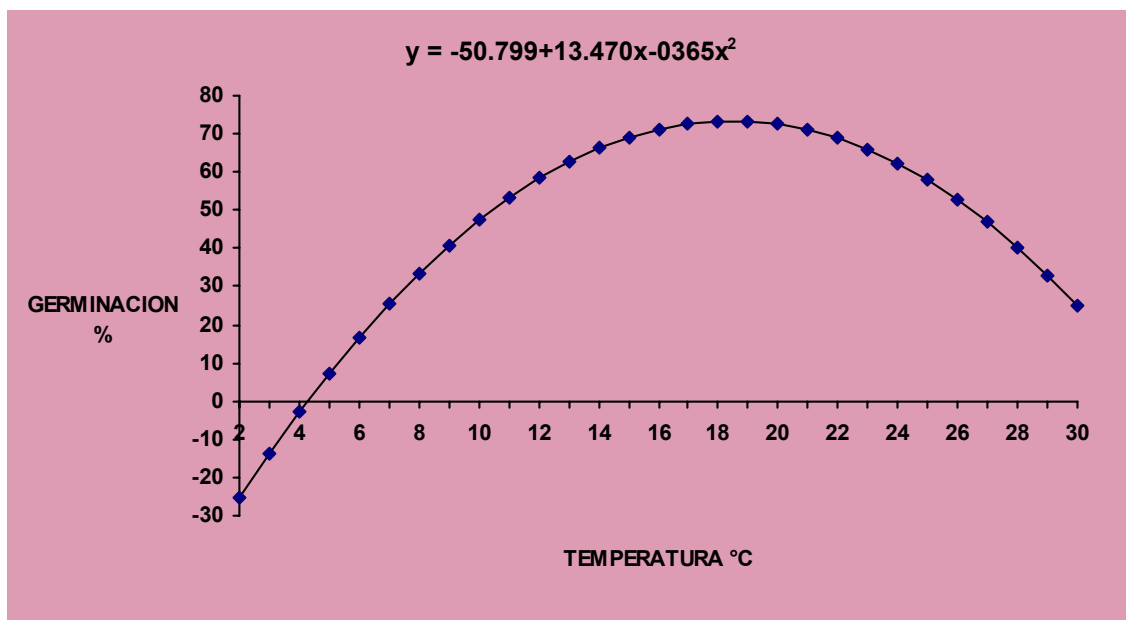


Fig. 5.4 Temperatura base del genotipo Criollo de Ramos utilizando el porcentaje de germinación y diferentes temperaturas. $r^2=53.10\%$

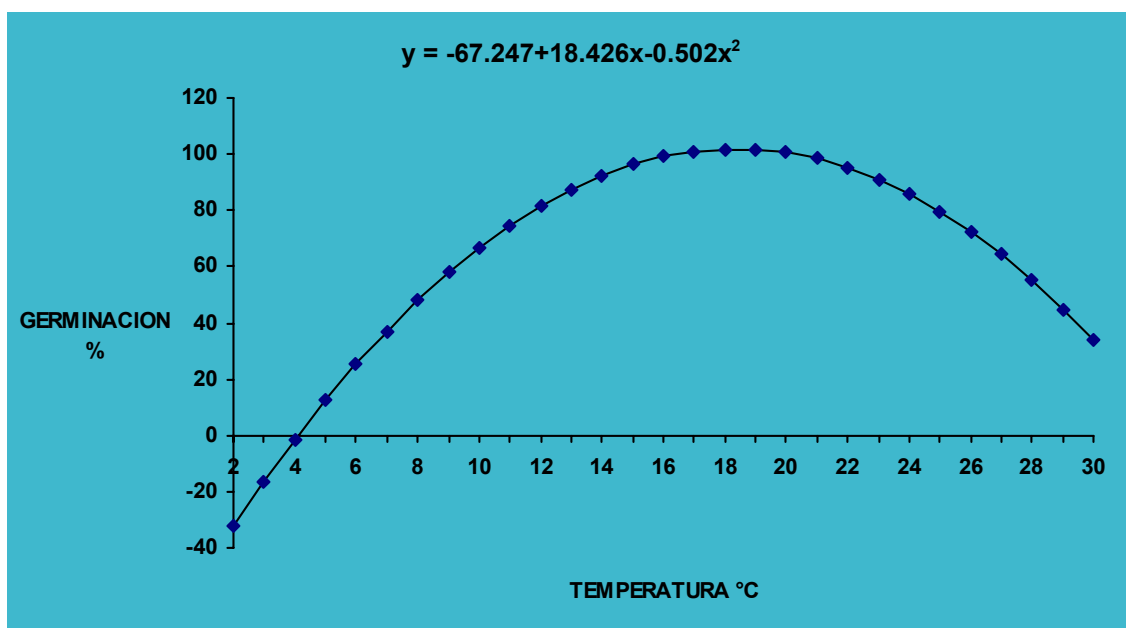


Fig. 5.5 Temperatura base del genotipo Criollo Poblano utilizando el porcentaje de germinación y diferentes temperaturas. $r^2=74.15\%$

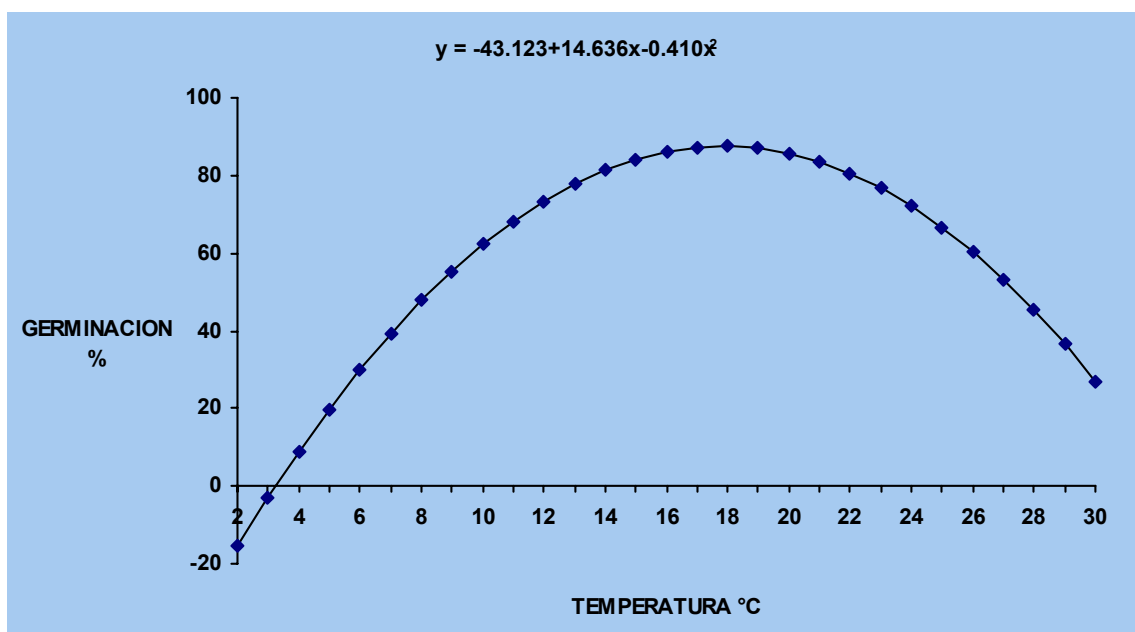


Fig. 5.6 Temperatura base del genotipo Slow Bolt utilizando el porcentaje de germinación y diferentes temperaturas. $r^2=71.56\%$

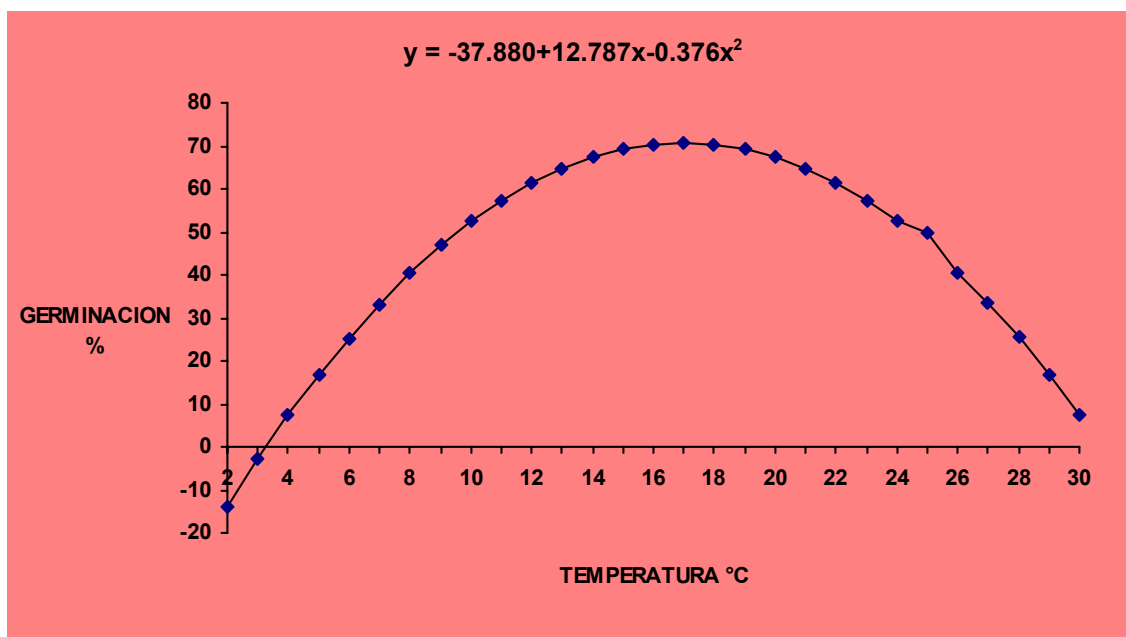


Fig. 5.7 Temperatura base del genotipo Sun Master utilizando el porcentaje de germinación y diferentes temperaturas. $r^2=70.11\%$

Temperatura Óptima

La temperatura óptima estimada y observada del cultivo de cilantro es de 18 y 15.57 °C, obtenidas del punto más alto de la curva de regresión y de la media general de las temperaturas para cada genotipo, respectivamente. (Figura 5 y 6).

Para el genotipo Marroquí la temperatura óptima estimada fué de 19 °C, tomando en cuenta el punto más alto

de la curva de regresión con 98.5 % de germinación mostrada en la figura 5.1. Sin embargo, en la figura 6 se puede observar que la temperatura óptima observada es de 15 °C con un 90 % de germinación.

En los materiales Santo, Tipo Marroquí, Criollo de Ramos, Criollo Poblano y Slow Bolt se obtuvo una temperatura óptima estimada de 18°C con un 72.2 %, 80.9 %, 73.4 %, 101.7 % y 87.5 % de germinación, tomando en cuenta el punto más alto de la curva de regresión en las figuras 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 y 5.6, respectivamente. Sin embargo, en la figura 6 se puede observar como los genotipos Santo, Tipo Marroquí y Slow Bolt tienen una temperatura óptima observada de 15 °C, con un 85 %, 80% y 82.5 % de germinación respectivamente. Mientras que el Criollo de Ramos y el Criollo Poblano, tienen una temperatura óptima observada de 9 y 25 °C, con un 75 % y 95 % de germinación, respectivamente.

El genotipo Sun Master presenta una temperatura óptima estimada de 17 °C, con un 70.8 % de germinación, la cual se presenta en la figura 5.7, tomando en cuenta el punto más alto de la curva de regresión. Sin embargo, la temperatura óptima observada fué de 15 °C, con un 75 % de germinación en la figura 6.

La temperatura óptima estimada no varía tanto (17 a 19 °C), debido a que se realizó mediante una ecuación de regresión de segundo grado, en cambio la temperatura óptima observada en algunos genotipos como Marroquí, Santo, Tipo Marroquí, Slow Bolt y Sun Master fué de 15 °C y los

materiales como el Criollo de Ramos y el Criollo Poblano presentaron una temperatura óptima de 9 y 25 °C respectivamente, esto debido a que los primeros son variedades mejoradas y los dos últimos son criollos obteniéndose éstas temperaturas como óptimas por el lugar de donde son regionales, siendo ahí donde más se producen estos materiales. Estos resultados coinciden con los citados por Putievsky (1981), Jethani (1984) e ISTA (1985), quienes mencionan como temperatura óptima un rango de 15 a 30 °C, en donde se presenta una mayor germinación.

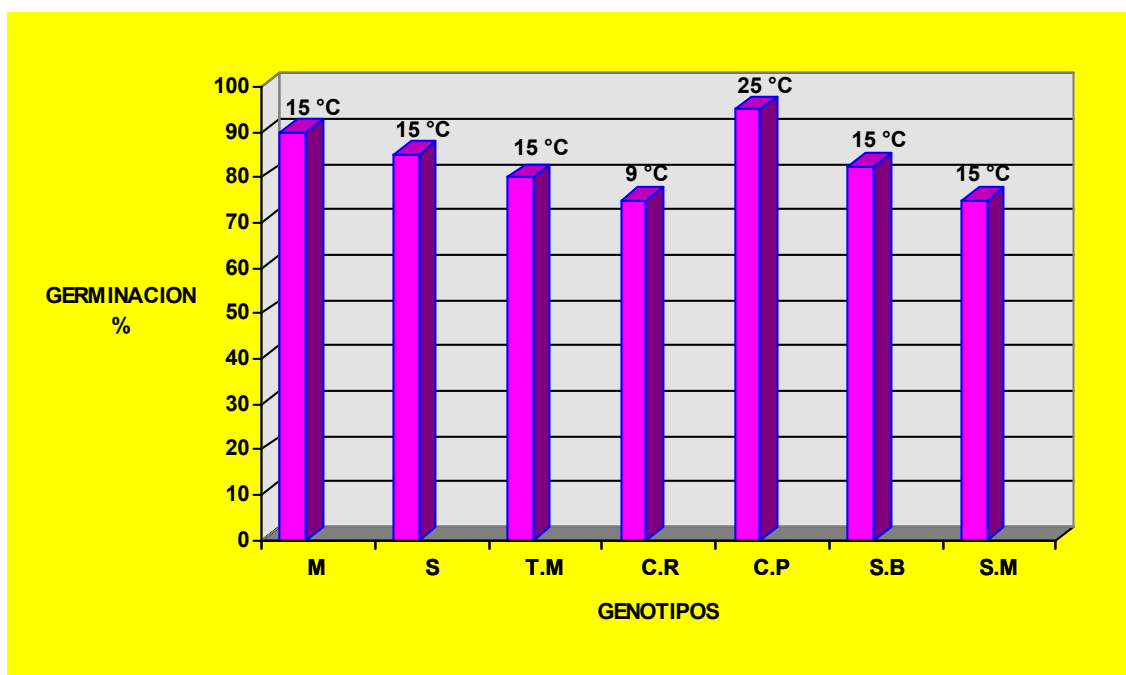


Fig. 6 Capacidad máxima de germinación de los genotipos de cilantro, considerando las diferentes temperaturas de trabajo.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos de la investigación realizada, se llegó a las siguientes conclusiones:

La capacidad de germinación del cilantro se ve afectada por la temperatura y los genotipos.

Los días a germinación son afectados por la temperatura y los genotipos.

La temperatura base estimada del cilantro es de 4.8 °C.

La temperatura óptima estimada de germinación del cilantro es de 18 °C.

La temperatura base y óptima varía para cada uno de los genotipos.

LITERATURA CITADA

- Bailey, L. H. 1978. Hortorium. Hortus Third Edition, Macmillan Publishing; Co. New York.
- Basurto, G. N. 1990. Relación de unidades calor y etapas fenológicas para rosas de corte (var. Royalty) bajo condiciones de invernadero en el municipio de Marquéz Qro. Tesis de Licenciatura del Instituto Tecnológico de Monterrey, Campus Qro.
- Casseres, E. 1984. Producción de Hortalizas. 3a Edición, 2a. Reimpresión, IIC, San José, Costa Rica.
- Castaños, C. M. 1993. Horticultura Manejo Simplificado. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Ciencias Naturales, 1970. Editorial Bruguera S. A., Barcelona España, Vol. III.
- Díaz, P. J. C. 1996. El calor acumulado es su reloj de tiempo. Productores de hortalizas. No. 10. Sinaloa, México. pp. 20-23.
- Dorantes, G. A. L. P. 1992. Respuesta del cultivo del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) a diferentes dosis y formas de aplicación de algas marinas. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Escobar, R. 1981. Enciclopedia Agrícola y de Conocimientos Afines. Tomo III.
- Fernández, de C. O. A. 1989. Prueba de adaptación, estimación de parámetros genéticos y correlaciones en 12 genotipos de cilantro (*Coriandrum sativum* L.). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

- Flores, V. R. 1992. Evaluación de la susceptibilidad / tolerancia a la floración de 44 genotipos de cilantro (*Coriandrum sativum* L.). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Font, Q. P. 1978. Plantas Medicinales. El Discórides renovado. 4ta. Edición. Editorial Labor S. A. Barcelona, España.
- Galván, P. B. 1994. Influencia de temperatura sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas hortícolas. Los conceptos de fonología, unidades calor y métodos de cálculo.
- HEH, 1996. Alphabetical Index of Herbs. Jhon's home page/hort "N" SPICY, Page/Food Coakings stuff page.
- He, C. K. and Wang C. Q. 1985. An investigation of flower bud differentiation and flowering in (*Coriandrum sativum* L.). Journal of fujian, Agricultural College Fujian Nongxueyuan Xuebao. 14 : 2, 165-170.
- Hernández de la Torre, I. A. 1987. fisiotécnia y el cultivo de la vid. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Hernández, O. R. M. 1991. Duración de las etapas fenológicas de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la región agrícola de Navidad N. l. en relación a unidades calor y fotométricas. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Hernández, C. C. 1994. Producción de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) en estaciones cálidas bajo diferentes frecuencias de riego y densidades de siembra. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Isakeit, T. 1996. Weslao TAEX. Internet.
- ISTA, 1985. International Seed Testing Association. Internacional rules for seed testing, Rules Zurich, Swithzerlan.

- Jethani, I. 1984. Revised studies on the seed testing procedures of coriander (*Coriandrum sativum* L.) seed research. New. Delhi, India. 10 (2) : 143-149.
- Kreuzer, A . D. H. 1993. The Effects of daylength and temperature on the development of seven oil seed species. Verslag centrum voor agrobiologisch onderzoek. No. 180, pp. 35. Wageningen Netherlands.
- Lan Chow Wing, K.F., M. A. Busawon and I. Rajkamar. 1984. Foliage yield and bolting in coriander at different times of harvest. Technical Bulletin Ministry of Agricultura, Fisheries and Natural Resources, Mauritius. No. 4: 24-27 Mauritius.
- Lerena, G. A. 1975. Enciclopedia de la Huerta. Editorial Mundo técnico. Buenos Aires, Argentina.
- López, M. B. G. 1988. Evaluación de cinco métodos de cálculo de unidades calor para el pronóstico de asperciones contra la palomilla de la manzana (*Cydia pomonella* L.) en el Tunal, Coahuila. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coahuila.
- Macmillan, J. F, F. L. S, A. R. H. S. 1943. Tropical Planting and Gardening London. Fifth edition.
- Maroto, J. V. 1989. Horticultura Herbácea Especial. 3a. Edición, Editorial Mundi Prensa, Madrid.
- Montañez, B. R. F. 1993. Fenología de yema y brote floral, requerimiento de unidades calor e influencia del diámetro y área foliar madre en rosa (*Rosa spp*) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Morales, M. A. 1987. Respuesta sobre el desarrollo y producción de follaje fresco de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) a programas de riego, fertilización nitrogenada y estiércol bovino en Saltillo Coahuila. Tesis de maestro en ciencias. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

- Morgenthau, F. H. 1978. Gardening with Herbs. Sterling Publishing Company. Inc. New York, USA.
- Moskalenko, U. S. 1973. Autumn sowing of coriander (*Coriandrum sativum* L.). In Mezhdunarodnyi Kongress po Efirnim Maslam, Tbilisi. T.2. Moscow. URSS.
- Negaligam, B., Rao, B., Narashima, Rosaiah, B., Frishnan Murthy, B. H. and Laxminarayana, K. 1985. Effect of some recent insecticides on *Spodoptera litura*. Fabricius on Coriander. Hort Abstract. 5 (55): 3773.
- Olivares, S. E. 1994. Paquete de Diseños Experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía de la UANL. Marín, Nuevo Leon.
- O'Rourke, E. N. and P. C. Branch. 1987. Observations on the relationship between degree-day summation and timing of easter lilies. Hort Science, 22 (5) : 709-711.
- Ortiz, S. C. A. 1987. Elementos de Meteorología Cuantitativa. 3era. Edición, Departamento de Suelos, Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Peneva, P. and Kriolov A. 1977. The influence of ecological conditions the productivity of some russian coriander cultivars. Institut po Introduktsiaya Rastitelni Resursi. Sofia Bulgaria, 14 (1) : 67-76.
- Perry, B. K., Tood C., Wehner and Gregory, L. Johnson. 1986. Comparison of 14 methods to determine heat unit requirements for cucumber harvest. Hort Science, 21 (3) : 419-423.
- Perry, B. K. and C. T. Wehner. 1990. Prediction of cucumber harvest date using a heat model. Hort Science, 116 (2) :206-209.
- Pérez, V. J. J., L. Fucikovsky Z. L. y I. Luna R. 1990. Etiology and epidemiological development of bacteriosis of coriander (*Coriandrum sativum* L). Protección vegetal. Spanish. V. 1 (1) pp.107-114.

- Preece, J. E. and Read. 1993. The Biology of Horticulture, an Introductory Text Book. John Wiley. Sons. Inc. USA.
- Putievsky, E. 1981. Germination studies with seed of caraway, coriander and dill. Hort Abstract, (51) 11 : 8766.
- Putievsky, E. 1983. Effects of day lenght and temperature on growth and yield components of three seed spesces. Hort Abstract, (53) 61 : 16.
- Ramírez, G. J. 1994. Respuesta de la floración prematura de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) a diferentes frecuencias de riego y dosis de fertilización nitrogenada. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Raymond, D. 1984. Cultivo Práctico de Hortalizas. Editorial C.E.C. S.A de C.V. México.
- Robert, H. and Bond W. 1985. Herbicide Evaluation. Hort Abstract, (55) 11 : 8530.
- Rodale, J. L. 1964. How to Grow Vegetables and Fruits by the Organic Method. De Rodale Press, USA.
- Rojas, G. M. y H. Ramírez. 1978. Control Hormonal del Desarrollo de las Plantas. Editorial Limusa, México.
- Roman, G. V. and V. Stefan. 1986. Studies on the effect of mineral fertilizers on coriander (*Coriandrum sativum* L.), grown on reddish brown soil. Hort Abstrac, (56) 4 : 2724.
- Rudich, J. S. W. 1986. Predicting harvesting date of processing tomatoes by a simulation model. J. Amer. Soc. Hort Science. 111 (4): 11-16.
- SAGAR, (1991-1995). Anuario Estadístico. Dirección de estadística. México.
- Sandoval, M. M. 1993. Determinación de unidades calor en el cultivo de la zanahoria (*Daucus carota* L.) var. nantes strong con el uso de cubiertas flotantes.

Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Sánchez, L. A. 1993. Apuntes de Producción de Hortalizas II. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Santiago, C. M. 1993. Inhibición del "punteamiento prematuro" en cilantro (*Coriandrum sativum* L.) con aplicaciones de reguladores de crecimiento. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Sergeeva, D. S. and Silchenko V. M. 1986. Resistance of coriander to low temperature plant breeding. Abstract. (56) 12 : 10934.

Serrano, C. Z. 1990. Técnicas de Invernadero, Editorial Mundi Prensa, España.

Sukhadia, H. L., Sinha, M. P., Malavia, D. D., Kaneria, B. B., Patel, J. C. 1988. Response of coriander to platting patterns an seed rates. Seed Abstract. (11) 2 : 507.

Tamaro, D. 1987. Manual de Horticultura. 12ava. Edición, Editorial Artes Gráficas Grijalvo, S. A. México.

Tindall, H. D. 1988. Vegetables in the Tropics. Editorial Macmillan. Hong Kong.

Tinajero, F. L. 1993. Aplicación de algas marinas y estiércol bovino en el cultivo del cilantro (*Coriandrum sativum* L.).Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Tomar, S. P., Parihar, S. N. and Singh, B. V. 1971. Response of bold seeds coriander (*Coriandrum sativum* L.), to levels of fertilizer and irrigation. Indian Journal of Agronomy, (16) 4 : 468.

Torres, R. E. 1995. Agrometeorología. Primera edición, Editorial Trillas. UAAAN. México.

UNPH, 1986. Exportación de cilantro, controlado por la UNPH de México. Culiacán, Sinaloa, pp. 1-5.

- Valadéz, L. A. 1992. Producción de Hortalizas. Editorial Limusa, S. A. de C. V., Segunda reimpresión, México, D. F.
- Villalpando, I. J. F. 1984. Metodología de investigación en agricultura. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Consejo Directivo de la Investigación Agrícola Pecuaria y Forestal, Cursos de Investigación para Aspirantes de INIF, INIFAP e INIA. (T .C).
- Vinayamoorthy, A., Mohideen, M. K., Jeyarajan, R. and Prakasam, V. 1987. Fungicidal control of powdery mildew of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Hort Abstract. 7 : 5819.
- Yañez, R. J. N. 1985. Producción de hortalizas II. Notas del curso impartido a estudiantes de licenciatura en la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Zalom, F. G. 1983. Degree-Days. The calculation and use of heat units in pest management. University of California, Division of agriculture and nature resources.

