

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMIA



**Estudio de las Unidades Calor y Fotoperíodo en el Desarrollo del Cultivo
de Cilantro (*Coriandrum sativum* L.)**

POR:

ELEAZAR LOPEZ REYES

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónoma en Horticultura

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio de 1999

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISION DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

**Estudio de las Unidades Calor y Fotoperíodo en el Desarrollo del Cultivo de
Cilantro (*Coriandrum sativum* L.)**

Por:

ELEAZAR LOPEZ REYES

TESIS

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

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

**Aprobada
Presidente del Jurado**

Dr. Valentín Robledo Torres

Sinodal

Sinodal

M. C. José Hernández Dávila

M.C. Francisca Ramírez G

ING. Elyn Bacopulos T.

CORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

M. C. Reynaldo Alonso Velasco

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 1999

INDICE DE CONTENIDO

	Página.
Indice de Cuadros	i
Indice de Figuras	v
INTRODUCCION	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	3
REVISION DE LITERATURA	4
Historia.....	4
Origen y Usos.....	4
Descripción Botánica.....	5
Importancia del Cultivo.....	7
Superficie Sembrada con Cilantro.....	7
Condiciones Climáticas.....	7
Fotoperíodo.....	8
Temperatura.....	9
Fotoperíodo y Temperatura.....	10
Requerimientos Edáficos.....	11
Altitud y Latitud.....	11
Necesidades Hídricas.....	11
Preparación del Terreno.....	12
Siembra y Densidad de Siembra.....	13
Fecha de Siembra.....	14
Labores de Cultivo.....	15
Fertilización.....	15
Cosecha.....	17

Índice de Cosecha.....	18
Fonología.....	18
Fases y Etapas de Crecimiento.....	19
Influencia del Clima sobre los Cultivos.....	23
La Temperatura como Factor Climático de Mayor Importancia.....	24
Efecto de la Temperatura en Estudios fenológicos.....	25
Unidades Calor.....	26
Aplicación de las Unidades Térmicas en la Agricultura.....	27
Modelos Térmicos fenológicos.....	28
Método Básico.....	28
Método Residual.....	29
Método 10/30.....	9
Conceptos Generales.....	30
Control de Plagas.....	31
Control de Enfermedades.....	31
MATERIALES Y METODOS.....	33
Ubicación del Sitio Experimental.....	33
Clima.....	33
Suelo.....	34
Materiales.....	34
Métodos.....	35
Diseño Experimental.....	35
VARIABLES EVALUADAS.....	36
Días a Emergencia.....	36
Días a Primer Par de Hojas Verdaderas.....	37
Días a Cosecha.....	37
Días a Punteamiento.....	37
Unidades Calor.....	37

RESULTADOS Y DISCUSIONES	38
Días Emergencia.....	38
Días a Primer Par de Hojas.....	41
Días a Cosecha.....	43
Días a Punteamiento.....	46
Unidades calor.....	50
CONCLUSIONES	56
BIBLIOGRAFIA	57

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Análisis de varianza para la variable días a emergencia del cultivo de cilantro en el período Otoño-invierno de 1998, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.....	38
2. Análisis de varianza para la variable días a primer par de Hojas verdaderas del cultivo de cilantro en el período Otoño-invierno de 1998, en Buenavista, Salt, Coah, México.....	41
3. Análisis de varianza para la variable días a cosecha del cultivo de cilantro en el período Otoño-invierno o de 1998, en Buenavista, Saltillo, Coah, México.....	44
4. Análisis de varianza para la variable días a punteamiento del cultivo de cilantro en el periodo Otoño-invierno de 1998, en Buenavista, Saltillo, Coah, México.....	47
5. Cuadro de unidades calor para cuatro genotipos de cilantro En ambiente normal y ambiente con incremento de temp.....	51
6. Unidades calor acumuladas para cada uno de los cuatro Genotipos de cilantro evaluados.....	53
7. Unidades calor acumuladas para el cultivo de cilantro en sus diferentes etapas fenologicas.....	54

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Días a emergencia después de la siembra de los Genotipos de cilantro bajo cinco diferentes ambientes.....	39
2. Comparación de medias del factor B según DMS Al 0.05% para la variable días a emergencia.....	40
3. Días a primer par de hojas verdaderas (DPPHV) Después de la siembra del cultivo de cilantro.....	42
4. Días a primer par de hojas verdaderas después de la siembra.....	43
5. Días a altura de cosecha (30 cm) después de la Siembra en cinco diferentes ambientes.....	45
6. Días a altura de cosecha después de la siembra Del cultivo de cilantro.....	46
7. Comparación de medias del factor A según DMS Al 0.05 % para la variable días a punteamiento Después de la siembra en el periodo Otoño-invierno de 1998.....	48
8. Comparación de medias del factor B para la variable días a punteamiento después de la siembra del cultivo de cilantro en el ciclo Otoño-invierno.....	50

AGRADECIMIENTOS

A DIOS NUESTRO SEÑOR. Porque me guío por el buen camino de la vida,
y por darme su bendición para salir adelante.

A MI ALMA MATER. Por haberme formado profesionalmente dentro de
su seno.

M. C. JOSÉ HERNÁNDEZ DÁVILA. Por su colaboración y asesoría
para que este trabajo se realizara.

Dr. VALENTÍN ROBLEDO TORRES. Por transmitirme sus conocimientos y
por la amistad que me brindo y por la asesoría durante el
desarrollo de esta investigación.

A todos los ingenieros que de una u otra manera contribuyeron en nuestra
Formación como profesionistas, ya que sin la colaboración
de ellos esto no hubiera sido posible.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Petra Reyes Barrios

Hermán López Hernández

Por ser dos hermosas personas de quienes siempre estaré orgulloso por su digno ejemplo de honradez, sencillez y calidad humana, por los buenos consejos que siempre me dieron y por demostrarme que para salir adelante hay que luchar fuerte superando los obstáculos que la vida nos ponga en el camino.

A MIS HERMANOS:

María Victoria

Dilma

Elena

Germán

Imelda

Misaél

Maydi

Moisés

A quienes les deseo siempre triunfen en la vida y sepan aprovechar el apoyo de nuestros padres.

A LA FAMILIA:

BACOPULOS MEJIA

Por su apoyo, amistad y confianza incondicional que me brindaron, gracias por todo y gracias a dios que los puso en mi camino, ya que personas buenas como ustedes hay pocas espero que siempre conserven la armonia.

A LA FAMILIA :

SALAZAR RODRIGUEZ

Por el apoyo y amistad incondicional que me ofrecieron, especialmente a la señora Francisca quien siempre me brindo confianza.

A MIS AMIGOS: con los que conviví durante mi estancia en la UAAAN, los compañeros internos con los que compartimos alegría y tristeza ellos son: Galdino, Robin A, Omar, Juan, Edilberto, Eriberto, Nelson, Juan Gabriel etc.

A ROCIO: con quien compartimos momentos muy felices y por brindarme su valiosa amistad, cariño, amor y quien siempre supo comprenderme. Te quiero mucho Chio.

INTRODUCCION

Dentro de las áreas de la economía que generan ingresos a una comunidad se encuentra la agricultura como fuente de alimentos, empleo y de ingresos; el uso moderado de la especie hortícola trae consigo satisfacciones y bienestar, esta provee una gran parte de suministro alimenticio necesario en toda sociedad.

Las hortalizas constituyen una importante fuente de divisas para nuestro país por lo que es costeable mejorar sus condiciones de cultivo para que repercuta en mejores rendimientos y altas calidades.

En la actualidad se tiene necesidad de buscar variantes en el sistema de producción, debido a que se presentan problemas durante el desarrollo del cultivo como falta o escasez de agua de riego, agua de mala calidad, suelos mal preparados para el desarrollo del cultivo, floración prematura, cultivares inadecuados y por supuesto la utilización de tecnología inadecuada.

El cilantro es una planta aromática que se encuentra clasificado dentro de las hortalizas, específicamente en la familia de las umbelíferas. Este cultivo tiene características que lo hacen deseable para los productores pues su ciclo vegetativo es corto (dos o tres meses), no tiene problemas considerables de plagas ni de enfermedades y su cultivo puede realizarse todo el año, aunque los mejores rendimientos se obtienen durante el ciclo agrícola Otoño-invierno debido a las bajas temperaturas y al fotoperíodo corto.

Durante el ciclo Primavera-verano alcanza los mejores precios en el mercado, pero su rendimiento se ve reducido por la emisión prematura del

vástago floral ocasionada probablemente por las altas temperaturas y fotoperíodo largo.

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 las altas (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, se usa el concepto de sumas de temperatura, más conocido como unidades calor, grados días.

La temperatura se ha manejado usando sus valores promedio diario. La cual se expresa en forma de parámetro, como: unidades calor, fototérmicas, frío etc. Conociendo la cantidad y distribución de las unidades calor en una región, se puede determinar la adaptación y la posibilidad de éxito, tanto en especies anuales como perennes, además de otras aplicaciones, como la predicción de etapas fenológicas en plantas.

Debido a que la temperatura tiene gran influencia sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas y además, en las fases fenológicas de los cultivos, se considera importante conocer la influencia de las unidades calor en el cultivo de cilantro, ya que en los pocos estudios realizados al respecto, no se cuenta con la información suficiente para determinar cada una de las etapas por las que pasa este cultivo.

Objetivos

Determinar la influencia del fotoperiodo en el crecimiento y desarrollo del cultivo de cilantro.

Determinar la influencia de la temperatura en el crecimiento y desarrollo del cultivo de cilantro.

Determinar las unidades calor que cada uno de los cuatro genotipos requiere para cada una de sus etapas fenológicas.

Hipótesis

La temperatura acelera el crecimiento y desarrollo del cultivo de cilantro.

El fotoperiodo largo induce a la planta de cilantro al punteamiento prematuro.

REVISIÓN DE LITERATURA

Historia

El cilantro fue uno de los primeros miembros cultivados de la familia Umbellifera. Los judíos y Romanos usaron la raíz y semillas 5000 años a.C. para dar inmortalidad. La semilla fue localizada en una tumba egipcia siendo usada por los antiguos hebreos como una de las hierbas más amargas ordenadas para preparar sus comidas en la pascua judía (Rodale, 1961).

Hedrich (1972) y Rao (1983), mencionaron que el cilantro fue introducido en América en los años de 1670. Las semillas son carnativas, aromáticas y son utilizadas como saborizantes o condimentos, y también en la destilería. Fue ampliamente utilizada por los nativos de la India, planta aromática importante en la destilación con vapor de agua, aceite esencial de olor agradable, volátil, incoloro o amarillo pálido, el cual es utilizado como saborizante de alimentos, productos alimenticios, licores alcoholizados, brebajes y perfumes, el cilantro es utilizado también en la síntesis de vitamina "A".

La planta es bien conocida en Gran Bretaña desde antes de la conquista de los Normandos y fue llevada a Massachusetts E. U. En el año de 1670, empleándose como medicina y en la cocina.

Origen y Usos

El cilantro (*Coriandrum sativum* L.) Pertenece a la familia de las Umbelliferas, su nombre proviene del griego "Coris" que significa chinche por el

aroma del fruto en estado inmaduro. Este género es originario de Europa Meridional, Asia menor y el Cáucaso donde se puede encontrar en forma cultivada y silvestre.

En México su importancia radica a partir de su follaje en fresco, ya que se utiliza como condimentos y además en el arte culinario como: salsas, sazonar comidas, en caldos, ensaladas, guisos etc. Se produce casi en todos los estados, principalmente en: Baja California Norte, México, Coahuila, Nuevo León, Sonora, Puebla, Jalisco, Aguascalientes, Zacatecas y Guanajuato. (Neri, 1975; Hedrick, 1972).

Las semillas de cilantro pueden sustituir en muchas ocasiones a la pimienta por su sabor picante característico (Leñano, 1973). Estas deben ser completamente secas y envejecidas para que puedan desarrollar un buen sabor, pudiéndose moler antes de ser usadas. Además tienen poder estimulante y se emplean cuando hay debilidad estomacal y de las vías digestivas.

En Yucatán los frutos del cilantro con jugo de limón son servidos con carne de venado.

Descripción Botánica

La clasificación taxonómica es la siguiente

Reino _____ Vegetal

División _____ Angiospermae

Clase _____ Dicotiledoneae

Sud-clase _____ Archichlamideae

Orden _____ Umbelliflorae

Familia _____ Umbelliferae

Género _____ Coriandrum

Especie _____ sativum

La planta tiene una altura de unos 60 a 90 cm. El tallo es vertical foliáceo, ordinariamente ramoso, cilíndrico, liso y extendido terminando en una umbela.

El sistema radical es sencillo y fino, la raíz primaria es delgada y presenta una cantidad variable de pelos radiculares.

Las hojas de color verde intenso o verde amarillento, son aladas y desiguales; los folíolos inferiores, bastante anchos, ovales, provistos de lóbulos y dentados, las de los folíolos superiores son largas, estrechas, divididas en dos o tres segmentos lineales.

Las flores están agrupadas en una umbella compuesta, de color blanco-grisáceo o ligeramente rosadas, de 6 a 9 umbellas formarán una umbella compuesta. Tiene un cáliz formado por 5 sépalos, los pétalos están plegados en el vértice a modo de corazón iguales en el disco, desiguales y más grandes en la periferia.

El poder germinativo de las semillas de cilantro varía de 6 a 8 años. Es necesario dejar estas después de cosechadas por lo menos 3 meses en un lugar seco, puesto que si se siembran inmediatamente después de cosechadas no germinan. La semilla de cilantro requiere una temperatura de 15° C como óptimo para su germinación, ocurriendo esta alrededor de los 10 a 21 días después de sembrarse (Pérez, 1936; Tamaro, 1951; Jethani, 1984).

Fruto esférico, de color amarillo, que fresco tiene un olor repugnante, pero que seco huele muy bien (Peña, 1955 y Phalow, 1981). Corrientemente los frutos (semillas) se emplean en la industria confitera, en licorera y en la medicina (Lerena, 1975).

Importancia del Cultivo

Del Angel (1991) mencionó que en México el cilantro es una hortaliza de importancia tanto para el mercado nacional como el de exportación, principalmente para el mercado de Estados Unidos.

Blanco (1991) señaló que el cilantro es un cultivo que tiene gran tradición e importancia en la región sur del estado de Coahuila ya que con este cultivo se ha dado a conocer esta región al mercado exterior, y coincide con Dorantes (1992) quien además reporta que el cilantro ahí producido es muy aromático y de buena calidad.

Superficie Sembrada con Cilantro

En el año agrícola 1990-1991 se reportó una participación en superficie sembrada con cilantro de 4673 has. Las entidades que presentaron mayor superficie sembrada con este cultivo fueron: Puebla con 1615 has, Hidalgo con 584 has, Baja California con 415 has y Michoacán con 228 has. Las superficies anteriores representan en su conjunto 61% de la superficie sembrada con esta umbelífera en el país. Las 27 entidades restantes aportan una superficie de 1832 has sembradas con cilantro.

Las entidades que representan las superficies sembradas más altas en el ciclo Primavera-verano fueron: Puebla con 1092 has, Hidalgo con 291 has y Baja California con 276 has. En Otoño-invierno fueron: Puebla con 513 has e Hidalgo con 293 has.

Condiciones Climáticas

Andrío (1989) mencionó, en revisión realizada, que el cilantro en México se explota principalmente en los climas seco estepario (Bs.), seco desértico

(Bw), templado lluvioso con invierno seco (Cw) y tropical lluvioso con invierno seco AC(w).

Pérez (1936) reportó que el cilantro prospera en todas las épocas del año y se va cosechando conforme se necesita, si es para producción de follaje.

Savchuk (1977), mencionó que altas producciones de semilla en el cultivo del cilantro se obtienen en áreas con 250 a 300 mm de lluvia y con 16 a 20°C de temperatura promedio, durante el período de germinación a maduración de la semilla.

Fotoperíodo

En días largos el peso del cilantro se reduce por la presencia de la floración prematura, por lo que para tener buena producción, este cultivo requiere de días cortos y noches frescas (Sánchez, 1993; Hernández, 1994).

Putievsky (1983) mencionó que el efecto de dos regímenes de temperatura (de 18 a 12° C y de 24 a 12° C, día y noche, respectivamente) y dos fotoperíodos (10 y 16 horas-luz) fueron estudiados en plantas de eneldo, alcaravea y cilantro; encontrándose que el cilantro cumple su ciclo vegetativo tanto en días cortos como en largos. Las plantas florecieron y alcanzaron su madurez más rápido en los tratamientos de fotoperíodo largo comparado con los de fotoperíodo corto. En ambos fotoperíodos la floración y madurez se alcanzaron más pronto con las temperaturas altas.

Peneva y Krilov (1977) citados por Hernández (1994), reportaron que la longitud del día antes de la floración, tiene mayor efecto sobre la etapa de crecimiento que la temperatura.

Temperatura

Jethani (1982) mencionó que la semilla de cilantro germina a 15° C y el tiempo necesario para germinar va de los 10 a los 21 días.

He y Wang (1981) reportaron que las semillas de cilantro puestas a germinar a temperaturas bajas de 3 a 4° C durante 15 días, la diferenciación del primordio floral ocurrió 9 días antes comparado con el testigo.

Sánchez (1980) mencionó que el cilantro es un cultivo que soporta bajas temperaturas debido a la alta concentración de azúcares en sus tejidos.

ISTA (1985), citado por Dorantes (1992), mencionó que el mejor rango de temperaturas para la germinación del cilantro es de 20 a 30° C, y aún mejor con 16 horas de temperatura de 20° C y 8 horas a 30° C por un período de 21 días.

Putievsky (1981) reportó que en ensayos de germinación con semillas de cilantro los mejores resultados se obtuvieron con temperaturas de 27 y 22° C durante el día y la noche respectivamente

AOSA (1978) mencionó que la temperatura óptima para germinación de semilla de cilantro, es de 15° C para un periodo de 21 días.

El cilantro es un cultivo que resiste bajas temperaturas: pero para su sistema radicular se determina que de -8° C a -9° C son temperaturas críticas, mientras que el follaje tolera temperaturas hasta de -13° C a -14° C, por lo que se dice que es resistente a heladas, sin causar daño alguno mientras éste no se encuentre en floración (sergeevz, 1984).

Valadez (1990) clasificó al cilantro como una hortaliza de clima frío, cuya temperatura media mensual debe de ser de 15° C a 18° C.

Carballo (1998) mencionó que existe una temperatura base estimada para el cultivo de cilantro, se encuentra donde existe un 10% de germinación, localizándose a 4.8° C. Menciona que existe una temperatura base estimada para cada genotipo, para el Criollo de Ramos es de 4.8° C, para el Marroquí es de 4.5° C, para el Sun Master es de 4.3° C, para el Slow Bolt es de 4.1° C, menciona también que existe una temperatura optima de germinación y esta es de 18 y 15.57° C para todos los genotipos.

Fotoperíodo y Temperatura

La luz y temperatura provocan cambios fenológicos, morfológicos y bioquímicos en el cultivo. Las condiciones de luz, especialmente la longitud del día antes de la floración, tuvieron un mayor efecto sobre la longitud de la etapa de crecimiento que la temperatura. (Peneva y krilov, 1997).

El rendimiento de follaje en el cultivo de cilantro es muy variado, dependiendo la estación del año, para la época de invierno se obtuvieron de 13 a 18 toneladas por hectárea en la época de verano, seis semanas después de la siembra. La brotación del tallo floral fue más temprano para la época de verano. (Lan, 1984).

Putievsky (1983) reportó que con 16 horas de luz y temperatura de 24° C diurna y 12° C temperatura nocturna la floración fue a los 55 días a una altura de planta de 25 cm, a temperatura de 24 y 12° C, la floración fue a los 90 días a una altura de planta de 50 cm. Con 16 horas de luz y temperatura de 18 y 20° C, la floración fue a los 70 días a una altura de planta de 35 cm, mientras que con 10 horas de luz a una temperatura de 18 y 12° C la floración fue a los 90 días a una altura de planta de 30 cm, esto indica el fotoperíodo es más importante en la fecha a floración que la temperatura.

Requerimientos Edáficos

Leñano (1973) mencionó que el cilantro prospera en todos los suelos y según (Tamaro y García, 1951, 1959) requiere terreno ligero, profundo y exposición bien asoleada. Sin embargo, para obtener rendimientos más elevados es preciso cultivarlo en suelos fértiles de mediana consistencia, bien drenados y ricos en materia orgánica (Lerena, 1975; Rodale, 1987).

Altitud y Latitud

El cilantro posee un amplio rango de adaptación geográfica, puesto que existen evidencias de su cultivo en latitudes que van desde los 55° LN como en las regiones de Leningrado en Rusia y en Canadá, hasta los 25° LS aproximadamente como en Paraguay, Brasil, e Islas Mauricio en Africa.

En México se le encontró cultivado en altitudes que varían desde los 14 msnm en el norte de Tamaulipas coincidiendo con el sur de Texas en EEUU, hasta los 2350 msnm en el valle de México.

Necesidades Hídricas

Una lámina de 350.9 mm es la que arroja las producciones más satisfactorias para follaje de cilantro, en la región sur de Coahuila. Morales. (1984).

Para cilantro, SARH (1991), recomienda aplicar el primer riego inmediatamente después de la siembra, con una lámina de 18 cm, y el segundo aplicarlo cuatro o cinco días posteriores al primero; los siguientes, aplicarlos con un intervalo de 8 a 10 días entre cada riego.

De Jesús (1978) mencionó que el cultivo del cilantro requiere de una gran cantidad de agua en sus primeros dos meses de vida, que es en la etapa

en que se realiza el primer corte de follaje. En la región de Saltillo, se sugiere aplicar los riegos cada 8 a 10 días, después de practicado el primero.

Sivori (1980) citado por Hernández (1994), indica que el déficit hídrico modifica en mayor o menor grado todos los procesos fisiológicos, y que el crecimiento es el proceso más sensible al déficit hídrico. La fotosíntesis disminuye en intensidad o cesa por completo cuando la planta es sometida a un desequilibrio hídrico severo

Khashmelmous (1984) reporto que en los intervalos de riego de 5, 8, 11 y 14 días en cilantro, no tuvo ningún efecto significativo en el crecimiento de la planta, la producción de semilla, el peso de 1000 semillas, ni en el contenido de materia seca en la semilla. Sin embargo, el porcentaje de aceite total y proteína disminuyeron ligeramente cuando se regó cada 14 días.

Montes (1979) recomendó que los riegos en cilantro sean frecuentes pero ligeros, y agrega que el agua debe correr libremente por los surcos cuidando que no se estanque.

Preparación Del Terreno

Peña (1955) y SARH-INIA (1984) señalan que para el cultivo de hortalizas la primera labor se practica desde unos 4 o 5 meses antes de la siembra y consiste en un barbecho de 15 a 20 cm de profundidad siendo la finalidad de este para romper y voltear la capa arable del suelo, y debe efectuarse de manera uniforme evitando que queden surcos o bordos y partes sin trabajar. Enseguida se realiza un rastreo, y el número de pasos de rastra esta determinado por las condiciones del suelo, generalmente dos rastreos son suficientes para dejar mullido el suelo y tener una adecuada cama de siembra.

En la región de Ramos Arizpe, Coahuila, la preparación del terreno se hace basándose en el sistema descrito, utilizando melgas, por lo que es común que no se usen tractores, sino que estas prácticas se realizan en forma rústica mediante la yunta, con el implemento requerido: arado, tablones, cuchillas, etc. en el cultivo del cilantro (Fernández 1988).

Siembra y Densidad de Siembra

El cilantro por ser un producto que se requiere durante todo el año, su ciclo agrícola predominante es el de Primavera-verano; sin embargo el ciclo Otoño-invierno es representativo (agrosíntesis, 1985).

Se requiere para la siembra un promedio de semilla de 2 g/m² y una distancia entre hileras de 20-30 cm (Leñano, 1973). El sistema de siembra que se utiliza en este cultivo es a chorrillo para cosecha de follaje y el sistema al voleo para producción de semilla (Fernández, 1988). También se puede sembrar en las orillas de los cultivos y en pequeños marcos de plantación, siendo el sistema utilizado a chorrillo y al voleo respectivamente. Acto seguido de la siembra, se cubre la semilla con una delgada capa de tierra mezclada con abono y se riega todo el cultivo (Montes, 1979).

Gimsón (1986) reportó resultados con experimentos efectuados durante 5 años en cilantro cultivado para follaje. Las densidades de siembra de 50 a 55 kg./ha, en surcos separados a 25 cm dieron los más altos rendimientos de follaje.

En la región sur del estado de Coahuila, los productores hacen la siembra al voleo, en melgas si es para producción de semilla; y en surcos separados a 22, 30 o 40 cm cuando se destina a la producción de follaje.

En algunos lugares como Fresnillo, Zacatecas, se acostumbra sembrar en surcos de 92 cm de ancho y a doble hilera.

Para el área de Ramos Arizpe, Coahuila, la probabilidad de siembra varia desde 2 hasta 5 cm y esto es tanto al surcado que no guarda uniformidad, puesto que en la mayoría de los casos se hace con arado y tracción animal, así como a la forma de cubrir la semilla que es a “tapa pie”, en cambio Rodale (1964) señaló una profundidad de siembra adecuada de 5 cm.

Fecha de Siembra

El cilantro se puede sembrar todo el año, en las regiones que cumplan con todos sus requerimientos ecológicos, aunque se han observado que en el ciclo Otoño-invierno se obtienen los mejores rendimientos realizándose hasta cuatro cortes, mientras que para el ciclo Primavera-verano, a medida que se cosecha, los rendimientos son menores, causado por la presencia de la floración prematura, practicándose únicamente un corte (Lan, 1984; Peña, 1955)

En Ramos Arizpe, Coahuila, también se siembra todo el año, siendo las mejores fechas las de otoño- invierno, mientras que los rendimientos se abaten en el ciclo Primavera-verano por la causa mencionada con anterioridad que es un punteado o floración prematura, además de la presencia de enfermedades radiculares y foliares en esta época del año.

Labores de Cultivo

Escardas: Estas se realizan únicamente cuando se siembra en surcos y son realizadas con la finalidad de mantener al terreno suelto, airear el suelo y evitar la compactación del mismo causado por el paso del hombre, animales utilizados

en las labores y la maquinaria agrícola. Además esta labor de cultivo favorece la penetración del agua, circulación del oxígeno y es muy útil para el control de malas hierbas que están en el fondo del surco.

En Ramos Arizpe, Coahuila, las escardas se realizan con un cultivador llamado "calavera" y se recomienda realizar por lo menos dos, uno a los quince días después de la emergencia de las plantas, la otra de ser necesaria a los quince días después de realizada la primera.

Fertilización

Para que el cilantro exprese su mejor rendimiento es necesario proporcionar los nutrimentos que requiere para su desarrollo directamente con la aplicación de fertilizantes inorgánicos. A la vez que los fertilizantes aumentan el rendimiento, también aumenta la calidad del follaje fresco. Por este motivo, es necesario tener un balance de los nutrimentos que necesita para su desarrollo normal, ya que un exceso o falta de uno de ellos puede afectar el crecimiento y por consecuencia la producción.

SEP (1987) El nitrógeno asegura el crecimiento rápido y fomenta la producción vegetativa de los cultivos. El cultivo de cilantro requiere de este elemento durante su establecimiento y en la fase vegetativa. Si existiera una deficiencia provocaría un pobre desarrollo de la planta y clorosis en las hojas. Sin embargo, un exceso de nitrógeno favorece el aumento de follaje, disminución de la floración y la fructificación; favorece además la incidencia de enfermedades.

El fósforo estimula la formación del sistema radicular, le infiere precocidad a los cultivos además es necesario en la producción de los frutos. Se requiere grandes cantidades de este elemento en el ciclo de los cultivos.

El potasio mejora el metabolismo de las plantas, las cuales se vuelven resistente a las enfermedades, además es esencial para formar azúcares en los frutos.

García (1959) señaló que la distribución de abonos químicos, en primer término superfosfato de cal y sulfato de potasio dan buenos resultados. Sin embargo (Tamara, 1987) observo que el cilantro no requiere muchos químicos y es adecuado abonar el terreno el mismo año de siembra para obtener cilantros más aromáticos. El uso de fertilizantes mantiene la fertilidad del suelo. Entre los elementos nutrimentales más importantes tenemos al nitrógeno, fósforo y al potasio que son requeridos en cantidades grandes. El extenso uso de nitrógeno ha aumentado el rendimiento de los cultivos significativamente, por lo tanto dan en consecuencia una mayor absorción de fósforo.

Las hortalizas figuran entre las plantas cultivadas más exigentes en elementos fertilizantes. Las cultivadas por sus hojas extraen mayor cantidad de nitrógeno y menor de potasio y fósforo que en las cultivadas por su inflorescencia y fruto, ya que en ésta sucede lo contrario (García, 1959).

Para Ramos Arizpe, Coahuila, algunos agricultores usan la dosis de 100kg/ha de la formula 18-46-00 incorporado a la siembra y 50kg/ha de urea cuando la planta ha alcanzado 10cm de altura, sin embargo, la mayoría de los productores realizan una fertilización orgánica a base de estiércol, ya sea bovino, vacuno, caprino u otros.

Los micronutrientes son necesarios, sin embargo se requiere en cantidades muy pequeñas, en partes por millón.

Cosecha

El factor de mayor importancia en la producción del cilantro es la cosecha, por esto, debemos tener mucho cuidado y seguir recomendaciones

adecuadas para realizarlas eficientemente y tener las menores pérdidas post-cosecha posibles. El follaje fresco del cilantro necesita tener una altura que exige el mercado, la hora de corte es importante, debe cortarse preferiblemente en la madrugada o en el atardecer para que no se marchite, debe refrigerarse para conservarlo o comercializarlo inmediatamente.

Para determinar que un material ha alcanzado su altura de corte es necesario que mida de 20 a 25 cm, que no esté punteado, en caso de presentarse la floración prematura se corta antes pero se obtiene bajos rendimientos y baja calidad (Andrío, 1989).

En siembras de verano la cosecha de follaje se realiza a los 60 o 65 días después de la siembra y a los 120 o 125 días en siembra de invierno (García, 1973).

El corte se realiza con cuchillos tipo hoz, realizándose al ras del suelo, haciendo manojos para finalmente colocarlos en cajas (Fernández, 1988).

Los rendimientos promedios en la producción del follaje fresco de cilantro van desde 1000 a 1200 cajas por hectárea, (10 a 12 ton/has).

Índice de Cosecha

Los índices de cosecha más importantes en el cilantro son altura del follaje y porcentaje del punteamiento. La altura de la planta debe encontrarse entre 25 y 30 centímetros muy aceptables en el mercado y el porcentaje del punteamiento debe ser menor al 25 %.

Fenología

La fenología, es una rama de la Agrometeorología que estudia las relaciones entre las condiciones climatológicas y los cambios periódicos de los cultivos que experimentan en su desarrollo (Villalpando, et al. 1991).

La fenología es el estudio de los cambios biológicos arreglados en cierto ritmo periódico, como los días a brotación de yemas, las inflorescencias, la maduración de frutos, la caída de las hojas, etc. Estos cambios se relacionan con el clima de la localidad donde ocurren. La fenología puede indicar el clima de un lugar y sobre todo microclima.

Todos los seres vivos están sujetos a cambios en el transcurso de su vida. La sensibilidad al ecosistema así como su comportamiento, es distinto de acuerdo en el tipo de transformación que ocurren. El estudio de la fenología permite comprender las respuestas de los seres vivos al medio ambiente y la variación de estos a lo largo de su periodo.

La fenología se refiere a los cambios fisiológicos y morfológicos que ocurren durante el ciclo de vida de un organismo de sangre fría. En el caso de las plantas, la germinación, el crecimiento vegetativo, la floración y fructificación son etapas fenológicas definidas. Para que ocurra cada una de estas etapas dichos organismos requieren de un tiempo que a su vez dependen de la temperatura. Dado que el tiempo expresado en calor acumulado es mas o menos constante, es posible utilizar el concepto de desarrollo fenológico como una función de calor acumulado. Se especifica que cada organismo posee un umbral inferior, un umbral superior y un rango de temperaturas efectivas de desarrollo, según sea el organismo del que se trate (Hinojosa, 1981).

Fases y Etapas de Crecimiento

Se denomina fase a la aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos de las plantas. La germinación del girasol, la brotación de la vid, el espigamiento del trigo, la floración del manzano, la maduración del peral, etc. Son verdaderas fases porque ocurren en un escaso período de tiempo. Una determinada fase de una misma especie se produce en fechas distintas, según el clima de cada región. Al que medía entre dos fases sucesivas se denomina etapa (Fuentes, 1978).

Una fase fenológica representa cada uno de los rasgos o cambios periódicos que presentan los vegetales.

Una etapa o período fenológico es el intervalo comprendido entre dos fases sucesivas, como por ejemplo, etapa de floración-amarre de fruto, siembra-emergencia, etc. (Villalpando, et al. 1991).

Por los comportamientos fisiológicos que presentan cada uno de los cultivos respecto al clima, han logrado adaptarse a diferentes regiones con climas variados, que va desde fríos suaves a templados cálidos.

Se considera que en los diferentes procesos fisiológicos para el desarrollo y crecimiento de las plantas intervienen una multitud de reacciones bioquímicas, en que la mayoría requieren de una determinada temperatura, pero éstas varían continuamente y son aleatorias dependientes de la estación del año y latitud. Para establecer relaciones cuantitativas con mayor precisión de la temperatura con las diferentes etapas fenológicas, se a ideado el sistema grados días.

El crecimiento y desarrollo vegetal ocurre al mismo tiempo, difieren en dos aspectos: El primero es que ambos procesos compiten entre sí, de modo que la velocidad o tasa del desarrollo define la duración y afecta la magnitud del crecimiento. El segundo aspecto es que la tasa de desarrollo es más tolerante que la diferencia nutrimental.

El desarrollo se refiere al conjunto de procesos que dirigen la transformación del ápice del tallo de la fase vegetativa a la fase reproductiva, procesos que están muy relacionados con el crecimiento pero difieren entre sí, donde el crecimiento es el diario incremento de peso seco a través del aumento en el número y la complejidad de las células (González, 1974).

Cuando poblaciones de plantas se desarrollan en sus ambientes originales presentan una morfología muy uniforme, pero que al ser transferidas a otras localidades existe entre ellas gran divergencia en caracteres, como lo es el vigor, altura, tamaño de hojas, patrón de crecimiento, y rendimiento, siendo estas dos últimas también afectadas por las diferentes fechas de siembra (Moreno, 1985).

En estudios de diferentes cultivos se ha demostrado que una variedad se comporta en forma diferente según la fecha de siembra, debido a que las condiciones ambientales que se presentan son distintas, aunque el mayor rendimiento de los vegetales, dependen en gran parte de la capacidad de éstas para aprovechar mejor las condiciones del medio (González y López, 1977).

La curva de crecimiento de una planta anual es, en función al tiempo, la expresión del ciclo vegetativo. Y está en relación con las modificaciones que sobrevienen en la evolución de las plantas y se traduce por los fenómenos particulares como la floración, etc. Pero se observa que el crecimiento no se efectúa siguiendo un ritmo uniforme y regular para todas las partes de una misma planta.

Pero una curva en "S" expresa el hecho de que la velocidad del crecimiento varía sin cesar durante el desarrollo: empieza por crecer, permanece sensiblemente constante durante un tiempo más o menos largo y después disminuye.

Las etapas de este crecimiento se pueden dividir en cuatro:

a).- Período inicial lento, durante el cual ocurren alteraciones internas preparatorias del crecimiento.

b).- Fase de crecimiento con rapidez siempre en aumento (Puesto que el logaritmo de la rapidez en función del tiempo nos da una línea recta en esta fase denominada longitud de crecimiento).

c).- Una fase en que la rapidez del crecimiento disminuye gradualmente.

d).- Un punto en el cual el organismo alcanza su madurez y el crecimiento se detiene. Si la curva se prolonga más llegará a la senescencia y muerte del organismo obteniéndose uno o dos componentes más de la curva de crecimiento.

El aumento de materia seca, función de la actividad, mide la eficiencia de la planta y, por consiguiente, su valor económico. La materia seca representa, desde el punto de vista agronómico la cosecha, por lo que ofrece un interés capital aunque no es expresión exacta del crecimiento (Demolon, 1966).

Por su parte Rojas en 1979 menciona que el desarrollo fásico de la planta, según las ideas de Lysenko, puede considerarse en los siguientes puntos:

a) .- Crecimiento y diferenciación en fenómenos diferentes.

b).- La diferencia depende de factores ambientales que inducen cambios cualitativos, los que se cifran en diferentes estados fisiológicos.

c).- Los estados se suceden en orden y si se suprime uno, los demás son inhibidos, por tanto; la floración empieza realmente desde el estado embrionario.

d).- Puesto que la diferenciación y crecimiento son fenómenos diferentes, habrá plantas en que ambos sean rápidos, otra en que ambos sean lentos y otras más en las que uno sea rápido y el otro lento.

Entre los factores externos que gobiernan el desarrollo de la planta son de gran importancia la temperatura, que tiene mayor influencia en el crecimiento, y la luz, que influye más en el desarrollo; pero esto es superficialmente verdadero, pues ambos factores interactúan de modo muy complejo.

El período que va desde que una plántula emerge hasta que se inicia la formación del botón floral se conoce como período vegetativo y es durante el cual la planta sufre el proceso de gran crecimiento o crecimiento logarítmico. Este período forma un estado fásico bien diferenciado durante el cual la planta presenta una resistencia a enfermedades diferentes, mostrada tanto en el estado embrionario tanto como en el reproductor después de la floración, así como diferente resistencia a algunos factores, tales como temperaturas críticas, sequías, etc.

En el estado vegetativo la planta responde al estímulo de los factores del medio de manera diferente a como responde en otros estados. En muchas especies las horas de frío y las horas de luz son decisivas para determinar el paso al siguiente estado fásico del desarrollo, el estado reproductor, es decir, para iniciar la floración (Rojas, 1979).

Influencia del Clima Sobre los Cultivos

Clima.- Conjunto de fenómenos meteorológicos que caracteriza al estado del medio ambiente en un punto de la atmósfera de un lugar determinado durante un cierto período de tiempo (Bofelli, 1980).

Para introducir cualquier tipo de cultivo en una región determinada se dependerá en gran medida de las condiciones meteorológicas y climáticas a la que se encontrará expuesta durante su ciclo.

Las radiaciones actúan de manera directa en las plantas como fuente de energía para las diferentes reacciones que ocurren en ellas y estimula su crecimiento. Los efectos son diferentes en sus manifestaciones para las especies, cuya energía depende de la longitud de onda, siendo las ondas largas las que provocan el calor que influyen en los procesos (Walter y Cavines, 1977).

Los factores climáticos más importantes que determinan el buen desarrollo de la planta en las diferentes regiones son: Temperatura, luz, humedad.

La Temperatura como Factor Climático de Mayor Importancia

La temperatura es uno de los elementos meteorológicos que en mayor medida condicionan la adaptabilidad de una especie o variedad, de tal forma que se puede reconocer para cada genotipo, un umbral mínimo y un umbral máximo de temperatura, fuera de los cuales se tiene una tasa de desarrollo igual a cero, y una temperatura o rango de temperatura óptima en donde la tasa de desarrollo es máxima. En ausencia de sensibilidad al fotoperíodo y la vernalización, la tasa de desarrollo es una función lineal positiva de la temperatura (Villalpando, *etal.* 1991).

Se observaron que en los diferentes procesos físicos y Químico-biológicos que intervienen en los órganos de las plantas para su desarrollo y crecimiento, requieren en cada una de las partes, una temperatura para realizar sus funciones específicas, determinando así la temperatura como un factor que tiene efectos directos o indirectos, cualitativos y cuantitativos. (Sestak *etal.* 1971).

La elaboración de sabia en la hoja es por medio de la fotosíntesis y junto con la respiración son procesos ligados íntimamente al crecimiento y desarrollo de las plantas, que depende gran parte de la temperatura prevaleciente. Al existir un incremento de temperatura, aumenta la velocidad de fotosíntesis. Debido a lo heterogéneo del cuerpo y la localización de los órganos, se presenta un calentamiento desuniforme y, por lo tanto, los procesos que ocurren en cada uno de ellos no son de la misma intensidad (Fi *etal.* 1984).

Las temperaturas adversas y las diferencias en la disponibilidad de agua son los factores básicos que afectan la caída de los botones o yemas florales, flores y frutos pequeños; esto es debido a que la baja humedad y altas temperaturas causan una excesiva transpiración y un déficit de agua en la planta (Higuera, 1979).

Efecto de la Temperatura en Estudios Fenológicos

En los diferentes cultivos existen temperaturas cardinales que son determinantes para cada uno de los estadíos durante su ciclo, siendo en las siguientes etapas: las mínimas, por debajo de las cuales no es detectable una función; las máximas son aquellas por arriba de las cuales no se detecta dicha función y las optimas cuando la función progresa a una velocidad máxima.

En todo los cultivos existe un cero vegetativo o temperatura umbral por el cual pueden realizar una actividad fisiológica, pero no son iguales para todos los cultivares. En vid varía desde 5.6 a 18 ° C y no es constante en las diferentes zonas en donde son cultivados, además de estar ligados al genotipo (Fregoni, 1973).

Las plantas anuales por lo general logran su ciclo sin periodos de descanso, desde la siembra hasta la formación de semillas. Caso contrario para las regiones templadas en donde existe la necesidad de las plantas o frutales de un descanso invernal, determinado por la disminución de la temperatura y no exponer sus brotes a heladas, de manera que puede reanudar la actividad al finalizar el invierno, tan pronto como excedan su temperatura umbral (Daubenmire 1982)

Unidades Calor

El desarrollo de las plantas esta muy relacionado con la acumulación de temperaturas, demostraron que la suma de temperatura media diaria del aire durante el ciclo de una determinada planta fue casi constante. La temperatura como factor esencial para el desarrollo de los cultivos la contabilizaron como unidades calor y al requerimiento total de un cultivo durante su ciclo, se le conoce como constante térmica (Russelle *etal.*, 1984).

Es fundamental para la operación de este tipo de sistemas una temperatura base o umbral mínimo. El desarrollo de un cultivo normalmente no se presenta en temperaturas por debajo de esta. Las unidades calor diarias se pueden calcular mediante el registro de las temperaturas máximas y mínimas de cada día, determinando la media y restando la temperatura base del cultivo (Rodríguez, 1989).

Murrieta (1993) Observó en rosal que el requerimiento de unidades calor varía según el cultivar también encontró que el diámetro de tallo madre influye directamente en la calidad del tallo hijo; es decir, al aumentar el diámetro madre esta influye sobre el requerimiento de unidades calor y días a cosecha.

Villalpando (1985) señaló que existen diferentes temperaturas críticas para los diferentes cultivos de los 5° C a 15° C, para obtener las unidades calor acumulados en las diferentes etapas.

Al tener la temperatura, tal influencia en el crecimiento y desarrollo de los cultivos, se han estudiado métodos para la medición de la acumulación progresiva de grados de temperatura a partir de una fase inicial. Uno de los métodos es a través de la medición de unidades calor, las cuales se han asociado a etapas fenológicas con buenos resultados (Basurto, 1990).

El método para estimar la acumulación de calor es utilizando la temperatura máxima y mínima diaria y asumiendo una curva senoidal como una aproximación de la temperatura diurna. Ellos elaboraron una tabla para la estimación directa de calor acumulado para un día dado y mencionan que la técnica permite el uso de un nivel superior y un umbral bajo, presentando una precisión de - 5% (Baskerville y Emin, 1969).

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 las altas (hasta cierto límite), aceleran y acortan el ciclo vegetativo de las plantas. El concepto de Unidades Térmicas, conocido actualmente como Unidades Calor, postula que el crecimiento y desarrollo de un cultivo depende de la cantidad de calor que éste recibe. Lo anterior implica, que un cultivo alcanzará una determinada etapa fenológica cuando haya recibido una cierta cantidad de calor, independientemente del tiempo requerido para ello (Villalpando *et al.* 1991).

Aplicación de las Unidades Térmicas en la Agricultura

El conocimiento de las fechas en que se presentan algunas etapas de desarrollo, son de suma importancia para la planeación y operación de varias actividades agrícolas, que a continuación se mencionan.

a) .- Zonificación de variedades de cultivo, de acuerdo a las unidades térmicas disponibles en una región, y a las unidades térmicas requeridas por cultivo de la siembra a la madurez.

b) .- Pronóstico de fases fenológicas de los cultivos, tales como emergencia, floración, madurez, etc.

c) .- Programación de actividades agrícolas tales como fechas de siembra, aplicación de insecticidas para el control de plagas, fechas de cosecha, etc.

d).- Programación de fechas de siembra de progenitores de sorgo y maíz en un programa de producción de semillas.

e).- Clasificación de especies y variedades con unidades térmicas como una medida estándar, en lugar de días, para evitar las diferencias que se presentan para un mismo cultivo de una región a otra (Villalpando *et al.* 1991).

Modelos Térmicos Fenológicos

Para el calculo de unidades térmicas, se han propuesto varios métodos, entre los que tenemos: Básico, Residual, 10/30, Directo, Fisiológico, Exponencial, etc. Cada uno de éstos métodos tiene un fundamento científico diferente. En evaluaciones de métodos, se ha llegado a la conclusión de que los métodos Básico, residual y 10/30, han dado mejores resultados, es decir, su

ajuste con los requerimientos de los cultivos son más aceptable. A continuación brevemente se describirán cada uno de ellos:

Método Básico. También conocido como método de temperaturas medias. Es el más sencillo, ya que para su cálculo requiere de la suma de las temperaturas máximas ($t_{máx}$) y mínimas ($t_{mín}$) diarias, divididas entre dos, permitiendo hacerse el cálculo por etapa fenológica o bien de forma total a la finalización del ciclo de cultivo. Para el calculo de Unidades Térmicas por éste método se emplea la siguiente fórmula:



Donde: U.C. =Unidades Calor

T_i = Temperatura media diaria

$T_i = (T_{em\ máx} + T_{em\ Mím}) / 2$

Método Residual. Requiere como parámetros: temperaturas máximas ($t_{máx}$) y mínimas ($t_{mín}$), así como una temperatura base (t_b) o umbral mínimo, el cual depende de cada especie y de bajo de la cual el crecimiento y desarrollo se inhiben.

Para calcular Unidades Térmicas por éste método, se emplea la siguiente fórmula:

$$U.C. = \sum_{i=1}^n (T_i - T_{ov})$$

Donde: U.C. = Unidades Calor

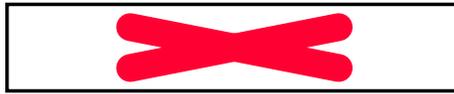
T_i = Temperatura media diaria

$T_i = (T_{em\ máx} + T_{em\ mín}) / 2$

T_{ov} = Umbral mínimo del cultivo para su desarrollo

Método 10/30. Se le conoce así debido a que solamente acepta temperaturas que van de los 10 a los 30° C para ser utilizadas en el cálculo de Unidades Térmicas, quedando claro de que en caso que la temperatura mínisea inferior a 10° C. Se procederá de igual forma si la temperatura máxima rebasa los 30°C, quedando éste valor en la fórmula. El factor 10 es una constante definida.

Para calcular Unidades térmicas por éste método, se emplea la siguiente formula:



NOTA.- Cabe señalar que el método que se decida emplear para el cálculo de U.C. será definido para una cantidad o predio específico y así evitar complicaciones al interpretar resultados.

Conceptos Generales

Fase fenológica: Cada uno de los rasgos o fenómenos periódicos que presentan los vegetales.

Etapa fenológica: Intervalo comprendido entre dos fases sucesivas.

Fotoperíodo: Duración del día.

Fotoperíodo Crítico: Para especies de día corto, es aquella duración del día que si se excede, causa demora en la floración. En especies de día largo, es aquella duración del día que si está por debajo de sus requerimientos necesarios, presenta un retraso en la floración.

Constante Térmica: Es la suma de temperaturas medias diarias, desde el momento de la brotación hasta que se logro la madurez para especies perennes-caducifolias.

Temperatura Base o Umbral Mínimo: Temperatura por debajo de la cual el desarrollo de la planta es cero.

Umbral Máximo: Temperatura por arriba de la cual se detiene el desarrollo de la planta.

Crecimiento: Término cuantitativo referente a la acumulación de materia seca o material resultante del proceso fotosintético

Desarrollo: Término cualitativo relacionado al proceso de cambios fenológicos que sufre la planta.

Control de Plagas

La presencia de plagas en el cultivo de cilantro tiene poca importancia, ya que no son muy frecuentes en el cultivo, aunque en ocasiones se pueden presentar algunas.

Aunque no es muy común en la región sur del estado de Coahuila se pueden presentar problemas de plaga como: chicharrita (*Empoasca sp*), Mosquita blanca (*Trialeurodes sp*), Diabroticas, Pulga saltana, Chinchas, etc. Que causan lacrado de hojas lo cual baja la calidad del follaje del cultivo.

Morales (1987), recomienda la aplicación de Lucathion a razón de 1lt/ha con excelentes resultados para el control de chicharritas, mosquita blanca y diabroticas, etc.

Control de Enfermedades

Al igual que las plagas no se consideran un problema muy importante aunque si las condiciones edáficas y climáticas, principalmente humedad ambiental, temperatura, humedad del suelo, son favorables podrían presentarse problemas de Damping-off, manchas acuosas, enfermedades foliares ocasionadas por hongos del genero: Alternaría, Cercospora, Septoria, etc.

Para esto se recomienda tratar a la semilla con: Arazan, Captan, Benlate o una vez presente la enfermedad hacer aspersiones de Benlate y Tecto. Srivastava (1972) realizó un estudio de tres tratamientos, en donde se estudio la interacción entre temperatura del suelo (20 y 28° C), humedad del suelo (35 y 69%) de la humedad de la capacidad de campo, pH del suelo (6.0 y 8.2), abono orgánico (Compost en 0 y 200 rangos) y 16 variedades de cilantro para el efecto de la mortalidad por marchitamiento causado por *fusarium oxisporium*. En la infección sin Compost la infección fue severa (100%) a una temperatura de 28° C y un pH de 6.0 en el suelo. Con la adición de Compost e incrementando el pH 8.2 la mortalidad se redujo a 50 % una combinación de alta humedad en el suelo (69 %) de capacidad de Compost y un pH de 6.0 causaron 100 % de mortalidad, por lo tanto el 35 % de humedad en Compost y pH de 8.2 redujo la mortalidad a un 28 %. En todas las variedades la mortalidad fue menor a temperaturas de 20°C que a 28° C.

Srivastava y Sinha (1972) indican que el marchitamiento del cilantro fue efectivamente reducido con la adición de mejoradores del suelo en suelos infectados artificialmente.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del sitio experimental

Este trabajo de investigación fue realizado a un costado del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, la cual se sitúa a 22° 25' latitud norte, 101° 22' de longitud oeste y una altitud de 1743 msnm. Dicha área se encuentra en Buenavista, Saltillo, Coahuila, a 7 km. al sur de la ciudad de Saltillo.

La parte experimental de este trabajo de investigación, se realizó en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 1998.

Clima

De acuerdo al sistema de clasificación de Köeppen, este lugar presenta un clima árido, semi-cálido, con precipitaciones bajas en todo el año. La temperatura media anual es de 19° C, las medias máximas extremas fluctúan entre 22 y 24 °C, las cuales se registran en los meses de mayo, junio, julio y agosto; y las mínimas medias van de 14 a 16 C que se presentan en los meses de noviembre, diciembre, enero febrero, abril, mayo.

La precipitación media anual es de 397 mm de la cual el 80 % se presenta en los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre; el 20 % restante se presenta en los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero, abril, y mayo. La mayor humedad relativa se presenta en temporada lluviosa (junio-octubre). El mes más lluvioso es julio y el más seco es marzo.

La evaporación es mas alta en verano y a finales de primavera debido a las altas temperaturas, en cambio, en época de invierno existe una gran

disminución en la evaporación. El fotoperíodo es corto, es decir, de 10 horas con 25 minutos durante los meses de diciembre, enero y febrero. La duración del día mas largo es de 13 horas y ocurre en los meses de julio, agosto y septiembre.

Suelo

El terreno donde se estableció el experimento, se compone en su totalidad de material aluvial procedente de la sierra Zapalinamé que se encuentra a un costado de la Universidad. Predominan los suelos poco profundos (de 30 a 50 cm de profundidad). Y de textura media, denominados Rendizinas asociados con Foezen Calcáreos ($E + Hc/2$) ambos se encuentran sobre un extracto calcáreo duro y continuo. En la misma superficie se intercalan pequeñas áreas de Litosol asociados con Regosol calcáreo con igual textura (Quezada, 1993).

Materiales

El material genético que se utilizo fue:

- a) Criollo de Ramos
- b) Marroquí
- c) Sun Master
- d) Slow Bolt

El material de construcción fue:

Azadón, rastrillo, un tablón y cinta métrica para formar las camas de cultivo, manguera y cintilla para establecer el sistema de riego, varilla o alambrón, rafe, estacas, polietileno transparente y polietileno negro para la estructura de microtuneles, aspersora de mano que se utilizó para la aplicación de fungicida e insecticida, un termómetro de máximas y mínimas, lápiz y libreta de apuntes.

Métodos

Camas: Las camas se hicieron de 1.20 m de ancho por 5 m de largo (15 camas). Cada ambiente y cada cama se dividió en cuatro partes iguales o parcelas, sembrando por cada parcela 80g de semilla de cada genotipo de cilantro.

Riego: El sistema de riego se instaló al momento de hacer las camas, se utilizaron dos cintillas, y se puso a una profundidad de 15 cm, con una distancia entre cintillas de 45 cm logrando una buena uniformidad en el riego. Los riegos se realizaron cada tres días o dependiendo del tiempo ya que se presentaron algunas lluvias.

Microtúneles: Se construyeron 12 microtúneles para llevar a cabo esta investigación, tres con polietileno transparente (una cubierta), tres con polietileno transparente (dos cubiertas), tres con polietileno negro (-1.5 hrs de fotoperíodo), tres con polietileno negro (-3 hrs de fotoperíodo). Cada microtúnel mide 60 cm de altura, 1.20 m de ancho y 5 m de largo.

Temperatura: Para evaluar la temperatura se instaló un termómetro de máximas y mínimas dentro del microtúnel transparente con una cubierta de polietileno.

Diseño Experimental

El diseño experimental fue bloques al azar con arreglo de tratamientos en parcelas divididas, donde los factores fueron:

Factor A = Ambiente de producción

A₁=Ambiente Normal.

A₂= incremento de temperatura con microtúnel cubierto con una película

de polietileno transparente (PPT).

A₃ = incremento de temperatura con microtúnel cubierto con dos películas de polietileno transparente (PPT).

A₄ = reducción del fotoperíodo en 1.5 hr con microtúnel cubierto con 1 película de polietileno negro.

A₅ = reducción del fotoperíodo en 3 hr con microtúnel cubierto con 2 películas de polietileno negro..

Factor B = Genotipos:

B₁ = Criollo de Ramos

B₂ = Marroquí

B₃ = Sun Master

B₄ = Slow Bolt

Variables Evaluadas

Días a Emergencia

Este dato fue tomado contando los días desde la siembra, hasta que se presentó a simple vista el 50% de las plántulas. El porcentaje se midió de acuerdo a los metros sembrados, para cada genotipo se consideraron seis metros lineales, tomando como el 50%, cuando dos de ellos estaban cubiertos de plántula. Lo anterior se realizó para cada genotipo, por cada ambiente y por cada repetición.

Días para la Aparición del Primer Par de Hojas Verdaderas

Este dato fue tomado contando los días desde la siembra, cuando 10 plantas identificadas por cada genotipo, por cada ambiente y por cada

repetición presentaron el primer par de hojas verdaderas. Cabe mencionar, que para tomar este dato se hicieron monitores todos los días.

Días a Cosecha

Este dato fue tomado contando los días desde la siembra, hasta que las plantas alcanzaron una altura de 30 cm, ya que este fue el criterio que se tomo para evaluar esta variable.

Días a Punteamiento

Este dato fue tomado contando los días desde la siembra hasta que 10 plantas identificadas por cada genotipo, por cada ambiente y por cada repetición, presentaron el tallo floral y las hojas filamentosas, siendo este el criterio tomado para esta variable. Se considero el 10% de punteamiento para dar por cumplida esta etapa.

Unidades Calor

Para poder hacer esta evaluación se requirió de un termómetro de máximas y mínimas, el cual se estableció dentro del ambiente con polietileno transparente de una cubierta y se tomaron diariamente las temperaturas registradas, cabe mencionar que para cada etapa fenológica del cilantro se calculo las unidades calor acumuladas y así saber las unidades calor que el cilantro requiere acumular para cada una de sus etapas.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el Cuadro 1 se presenta el análisis de varianza para la variable días a emergencia, no encontrando diferencias significativas para en factor A o ambientes, esto indica que la temperatura de los diferentes ambientes evaluados en estudio no retardo o acelero la emergencia de plántulas en el cultivo de cilantro, pero podemos observar que si existe diferencia altamente significativa para el factor B o genotipos. No se observó una interacción significativa entre factor A X B. Es decir que dichos genotipos, probablemente por control genético, tienen diferentes requerimientos de días para cumplir con la fase de emergencia.

Cuadro 1. Análisis de varianza para la variable días a emergencia del cultivo de cilantro en el periodo Otoño-invierno de 1998, en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
REPET.	2	27.73	13.86	1.20
FACTOR A	4	36.93	9.23	0.80NS
ERROR A	8	91.76	11.47	-----
FACTOR B	3	27.24	9.08	11.22**
INTERAC.	12	10.00	0.83	1.02NS
ERROR B	30	24.50	0.81	
TOTAL	59	218.		
C. V.	=8.06%			

Para el factor A la emergencia de los genotipos se presentó de la siguiente manera: en el ambiente 1, se presentó la emergencia a los 10.58 días después de la siembra, en el ambiente 2 se presentó la emergencia a los 11.00 días después de la siembra, en el ambiente 3 se presentó la emergencia a los

11.33 días después de la siembra, en ambiente 4 se presentó a los 12.66 días después de la siembra, en el ambiente 5 se presentó a los 10.50 días después

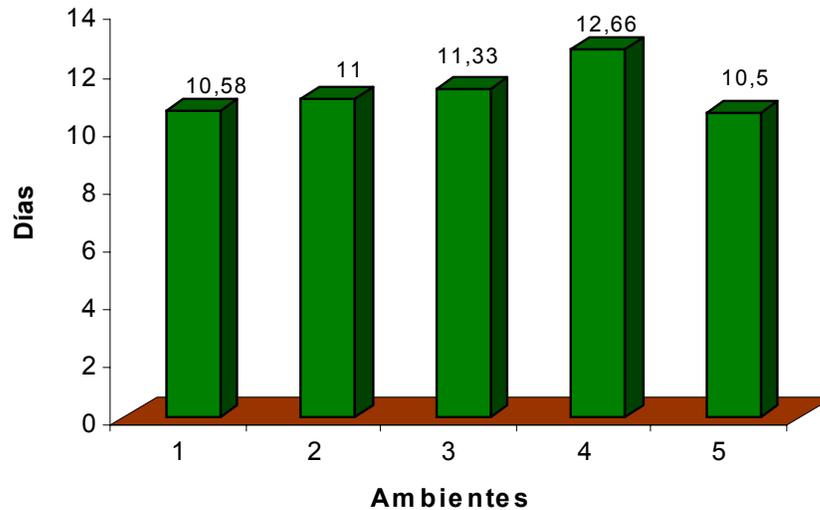


Figura 1. días a emergencia despues de la siembra (DDS), de los genotipos bajo cinco diferentes ambientes

de la siembra. Lo cual nos indico que el comportamiento de los genotipos, fue el mismo para los 5 tratamientos, ya que no existió diferencia significativa entre tratamientos

Como podemos observar en los tratamientos no hubo diferencia en cuanto a días a emergencia, aun y cuando en los ambientes 2 y 3 la temperatura fue mayor, durante los días a emergencia el ambiente se presentó nublado y lluvioso, por lo tanto los ambientes con PET 1 Y 2 cubiertas no lograron acumular calor suficiente para aumentar la temperatura del suelo provocando que la emergencia fuera similar entre tratamientos, la temperatura media para el mes de septiembre de 1998, fue de 19° C. Por lo tanto esta variable coincide

con Carballo (1998) que menciona en un trabajo de investigación en la UAAAN, que la temperatura óptima de germinación del cilantro esta entre 17 y 19 °C.

En la figura 2 se presenta la comparación de medias de los genotipos para días a emergencia, encontrando que el genotipo Sun Master requirió 10.53 días y fue diferente significativamente de los demás genotipos, siendo este el más precoz, el genotipo Marroquí requirió de 10.73 días siendo estadísticamente igual al genotipo Slow Bolt que requirió de 11.33 días, el genotipo Criollo de Ramos requirió de 12.26 días siendo este el más tardío por lo tanto es diferente estadísticamente de los demás genotipos.

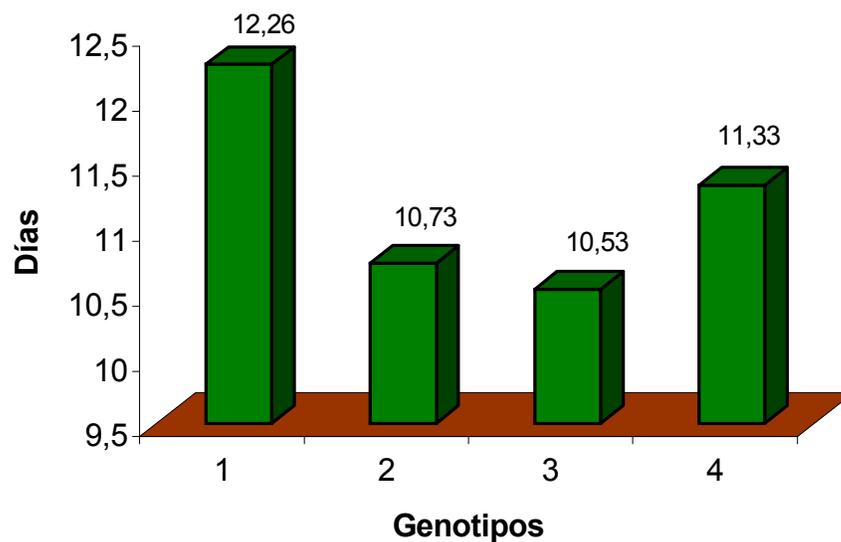


Figura 2. Comparación de medias del factor B según DMS al 0.05% para la variable días a emergencia después de la siembra del cultivo de cilantro en el periodo Otoño-invierno de 1998, en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

En el Cuadro 2 se presenta el análisis de varianza para la variable días a primer par de hojas verdaderas no encontrando diferencias significativas entre

ambientes, por lo tanto la temperatura y fotoperíodo no retardaron o aceleraron la presencia del primer par de hojas verdaderas en el cultivo de cilantro, al menos es lo que se observó en el presente trabajo de investigación. De acuerdo a los resultados del cuadro antes citado los genotipos estudiados son similares en cuanto a presentar el primer par de hojas verdaderas y tampoco se detectaron diferencias estadísticas entre ellos.

De la misma manera no se observó una interacción significativa del genotipo con el ambiente. El coeficiente de variación es muy bajo indicando la confiabilidad de los resultados.

Cuadro 2. Análisis de varianza para la variable días a primer par de hojas verdaderas del cultivo de cilantro en el periodo Otoño-invierno de 1998, en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
REPET.	2	0.16	0.08	0.33
FACTOR A	4	1.15	0.28	1.15NS
ERROR A	8	2.00	0.25	-----
FACTOR B	3	1.43	0.47	1.96NS
INTERC.	12	1.84	0.15	0.63NS
ERROR B	30	7.29	0.24	
TOTAL	59	13.90		
C. V.	=2.57%			

En la figura 3 podemos observar los días al primer par de hojas, para el factor A o ambientes, en el ambiente 1 (testigo) se presentó a los 19.04 días después de la siembra, en el ambiente 2 (PET 1 cubierta) se presentó a los 19.03 días después de la siembra, en el ambiente 3 (PET 2 cubiertas) se presentó a los 19.19 días después de la siembra, en el ambiente 4 (fotoperíodo -1.5 horas) se presentó a los 19.12 días después de la siembra, en el ambiente 5 (fotoperíodo -3 horas) se presentó a los 19.41 días después de la siembra.

Como podemos observar no existe diferencia entre ambientes para la variable primer par de hojas verdaderas, lo que se observó fue que las plántulas de los tratamientos 2 y 3 se elongaron ligeramente, esto fue para todos los genotipos, pero se observó que esta pequeña elongación, no afectó la presencia del primer par de hojas.

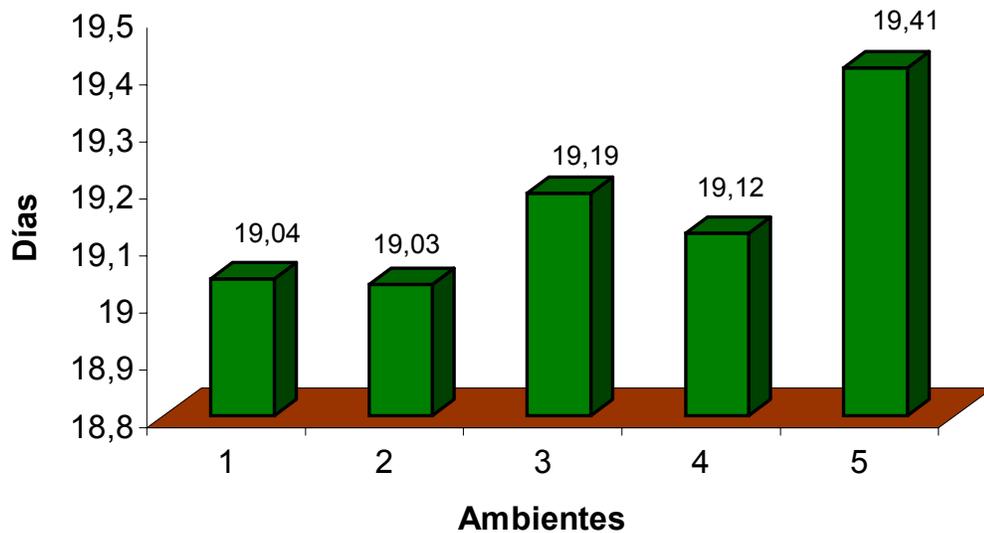


Figura 3. Días a primer par de hojas verdaderas después de la siembra del cultivo de cilantro.

En la figura 4 se observa la diferencia entre genotipos para días a primer par de hojas verdaderas, el genotipo Criollo de Ramos presentó el primer par de hojas a los 19.34 días después de la siembra, el genotipo Marroquí presentó el primer par de hojas verdaderas a los 19.01 días después de la siembra, el genotipo Sun Master presentó el primer par de hojas verdaderas a los 19.00 días después de la siembra, el genotipo Slow Bolt presentó el primer par de hojas a los 19.28 días después de la siembra, por lo tanto podemos decir que los genotipos evaluados no difieren al momento de presentar el primer par de hojas verdaderas, según se observó en este trabajo de investigación, no lo

podemos comparar con otra investigación ya que no se encontró información al respecto podemos comparar con otra investigación ya que no se encontró información al respecto.

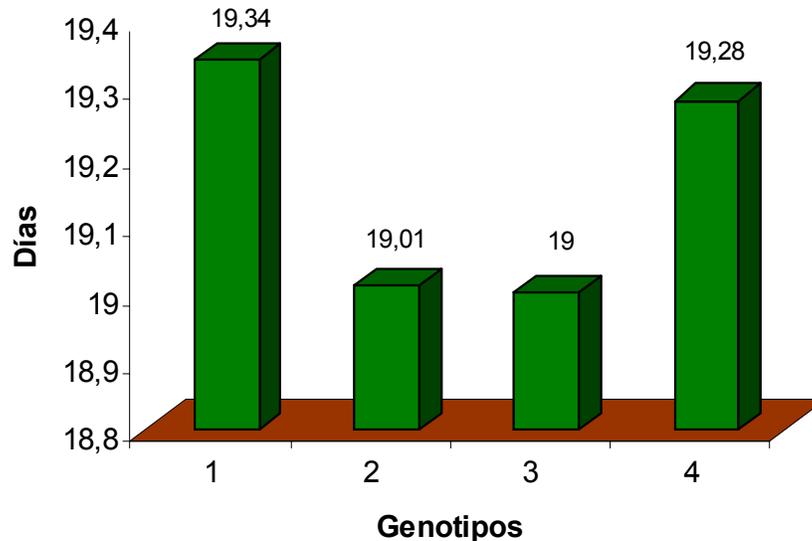


Figura 4. Días a primer par de hojas verdaderas después de la siembra (DDS), del cultivo de cilantro.

En el Cuadro 3 se presenta el análisis de varianza para la variable días a cosecha, después de la siembra del cultivo de cilantro, no encontrando diferencia significativa entre ambientes por lo tanto la temperatura y fotoperíodo no retardaron o aceleraron el crecimiento del cultivo de cilantro hasta la cosecha, al menos es lo que observa en esta investigación, igualmente no se encontraron diferencias significativas entre los genotipos estudiados, comportándose igual en los cinco diferentes ambientes.

De la misma manera no se observó una interacción significativa del genotipo con el ambiente indicando que al cambiar la temperatura o fotoperíodo

los genotipos presentaron poca diferencia en su comportamiento en relación al tiempo requerido para llegar a altura de cosecha. El coeficiente de variación es muy bajo indicando la confiabilidad de los resultados.

Cuadro 3. Análisis de varianza para la variable días a cosecha del cultivo de cilantro, en el periodo Otoño-invierno de 1998, en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
REPET.	2	4.81	2.40	0.35
FACTOR A	4	35.73	8.93	0.33
ERROR A	8	53.85	6.73	-----
FACTOR B	3	16.26	5.42	2.03
INTERAC.	12	51.73	4.31	1.61
ERROR B	30	80.00	2.66	
TOTAL	59	242.40		
C. V.	= 2.95%			

En la figura 5 se presentan los días a altura de cosecha para el factor A o ambientes, en el ambiente 1 (testigo) los genotipos llegaron a altura de cosecha a los 56.66 días después de la siembra, en el ambiente 2 (PET 1 cubierta) los genotipos llegaron a altura de cosecha a los 54.33 días después de la siembra, en el ambiente 3 (PET 2 cubiertas) los genotipos llegaron a altura de cosecha a los 53.33 días después de la siembra, en el ambiente 4 (fotoperíodo -1.5 horas) los genotipos llegaron a altura de cosecha a los 55.00 días después de la siembra, en el ambiente 5 (fotoperíodo -3 horas) los genotipos llegaron a altura de cosecha a los 55.66 días después de la siembra. Esto nos indica que si cambiamos a un genotipo a cualquiera de los 5 ambientes su comportamiento es el mismo, cabe aclarar que en los ambientes donde se incremento la

temperatura hubo un crecimiento heterogéneo de los genotipos y las medias que se presentan son obtenidas de todos los genotipos.

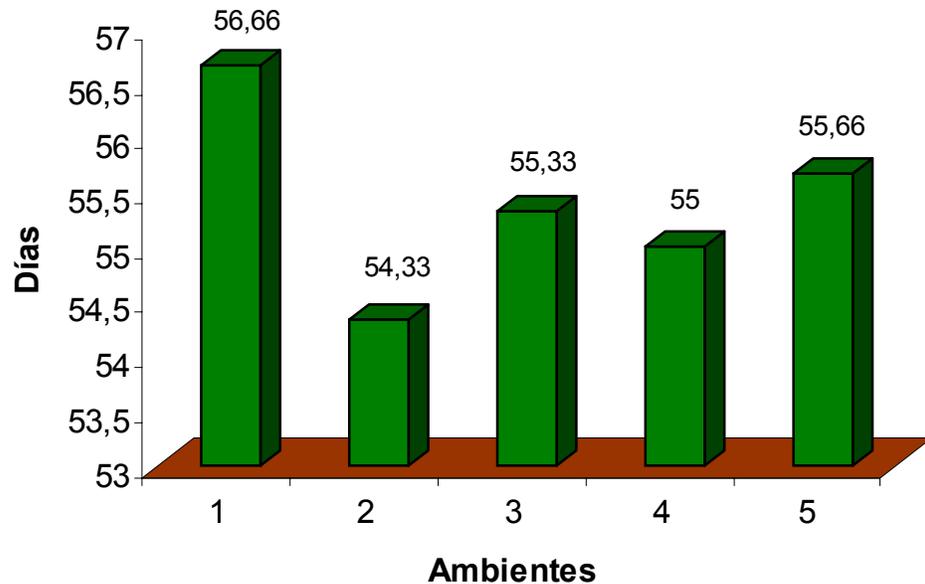


Figura 5. Días a altura de cosecha (30cm), después de la Siembra (DDS) en cinco diferentes ambientes del cultivo de cilantro.

En la figura 6 se presentan los días a altura de cosecha para cada genotipo que fue de la siguiente manera; el Criollo de Ramos alcanzo altura de cosecha a los 55.86 días después de la siembra, el Marroquí alcanzo altura de cosecha a los 55.46 días después de la siembra, el Sun Master alcanzo altura de cosecha a los 54.53 días después de la siembra, el Slow Bolt alcanzo altura de cosecha a los 55.73 días después de la siembra. Como podemos observar es poca la diferencia que existe entre genotipos para llegar a altura de cosecha.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, se demuestra que la temperatura y el fotoperíodo de los ambientes, no retardaron o aceleraron el crecimiento o altura de cosecha (30 cm) del cultivo de cilantro, ya que ningún ambiente se adelanto o retardo al momento da la misma, lo cual

coincide con Peneva y Crilov (1977), que mencionaron que la longitud del día antes de la floración, tiene mayor efecto sobre la etapa de crecimiento que la temperatura

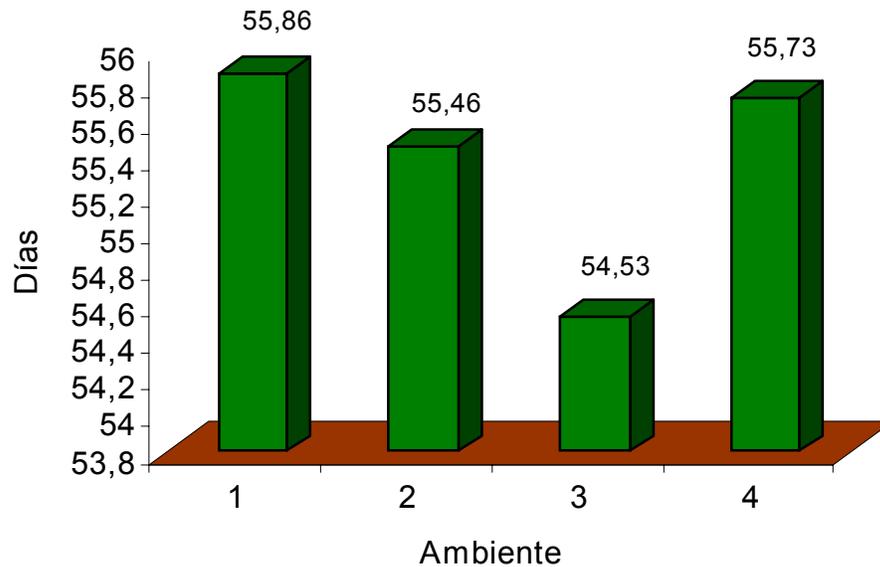


Figura 6. Días a altura de cosecha (30cm), después de la siembra del cultivo de cilantro.

En el cuadro 4 se presenta el análisis de varianza para la variable días a punteamiento encontrando diferencia altamente significativa entre ambientes, por lo tanto se puede asegurar que al menos uno o dos ambientes tuvieron un efecto significativo sobre la variable punteamiento. Para el caso del factor B, se encontró que los genotipos difieren estadísticamente en días a punteamiento. Sin embargo no se encontró una interacción significativa del genotipo con el ambiente, indicando que un mismo genotipo al ser cambiado de ambiente no modifica su comportamiento o al menos este no es significativo.

Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable días a punteamiento del cultivo de cilantro en el periodo Otoño-invierno de 1998, en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
REPET.	2	103.90	51.95	3.43
FACTOR A	4	3801.59	950.39	62.88**
ERROR A	8	120.90	15.11	-----
FACTOR B	3	41.40	13.80	3.09*
INTERAC.	12	48.00	4.00	0.89NS
ERROR B	30	133.84	4.46	
TOTAL	59	4249.65		
C. V.	=02.46%			

Dado que se presentó diferencia altamente significativa para el factor A se realizó la comparación de medias según DMS al 0.05%, en la figura 7 se observa que los ambientes 5 y 4 fueron los que indujeron un punteamiento más tardío y por lo tanto los mejores en esta investigación, ya que al presentar punteamiento tardío nos permiten un mayor margen para realizar la cosecha, en el ambiente 5 el punteamiento se presentó a los 95.41 días después de la siembra, siendo estadísticamente igual al ambiente 4 que presentó punteamiento a los 94.66 días después de la siembra. El ambiente 1 es estadísticamente diferente de los demás ambientes presentando un buen comportamiento, presenta punteamiento a los 84.41 días después de la siembra, los ambientes 2 y 3 fueron los más precoces, presentando punteamiento a los 78.33 y 76.41 días después de la siembra.

En la investigación realizada se observó que los ambientes 5 y 4 fueron los más tardíos en presentar punteamiento esto fue debido a que el fotoperíodo

se redujo 3 y 1.5 horas el cual afecto al punteamiento, de modo que puede favorecer al productor. El ambiente 1 tuvo un buen comportamiento comparándolo con los ambientes 2 y 3. En los ambientes 2 y 3 se presento un punteamiento precoz y más uniforme, lo cual indica que la relación de altas temperaturas (hasta cierto limite) con el fotoperíodo acelera el desarrollo del cultivo de cilantro, dando como resultado que el punteamiento se presente prematuramente. Estos resultados coinciden con Putievsky (1983) quien mencionó que el efecto de dos regímenes de temperatura (de 18 a 12° C y de 24 a 12° C, día y noche, respectivamente) y dos fotoperíodos (10 y 16 horas-luz) fueron estudiados en plantas de eneldo, alcaravea y cilantro; encontrándose que el cilantro cumple su ciclo vegetativo tanto en días cortos como en largos. Las plantas alcanzaron su madurez más rápido en los tratamientos de fotoperíodo largo comparado con los de fotoperíodo corto. En ambos fotoperíodos la floración se alcanzo más pronto con las temperatura altas.

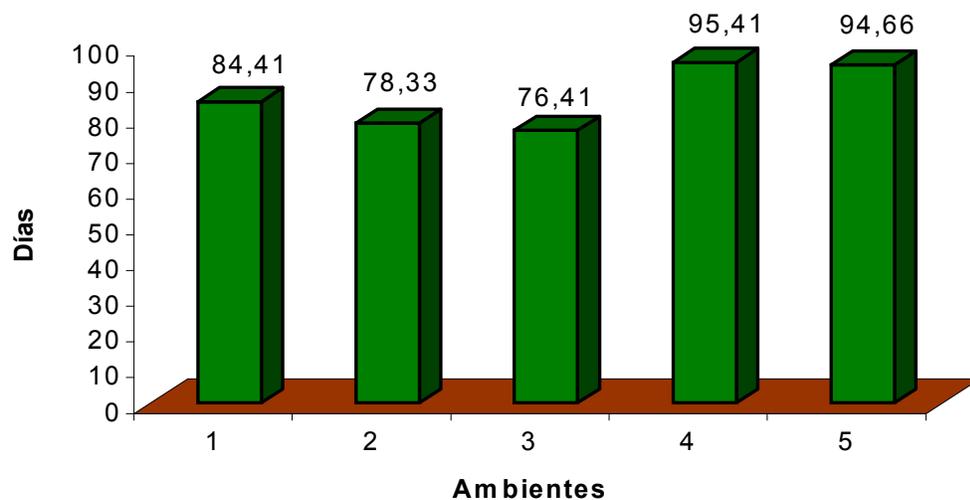


Figura 7. Comparación de medias del factor A según DMS a 0.05% para la variable días a punteamiento después de la siembra del cultivo de cilantro en el periodo otoño invierno de 1998, en Buenavista, Salt, Coah.

Esto, indica que las altas temperaturas (hasta cierto límite) acompañadas con fotoperíodos largos inducen al cultivo de cilantro al punteamiento prematuro, se puede decir que en la época de primavera verano el cultivo presenta punteamiento prematura debido a la longitud del fotoperíodo y de las altas temperaturas; en cambio, en los tratamientos donde se redujo el fotoperíodo 1.5 y 3 horas el punteamiento fue tardío, comparado con los demás ambientes esto coincide con Putievsky (1983), que mencionó que la longitud del fotoperíodo acelera la floración en el cultivo de cilantro, podemos comparar a los ambientes donde se redujo el fotoperíodo con el testigo ya que ambos ambientes tuvieron la misma temperatura pero diferente fotoperíodo dando como resultado que el punteamiento en el testigo se presentara mas temprano.

Al presentarse diferencia significativa para el factor B, se realiza la prueba de comparación de medias según DMS en la figura 8 podemos observar que los genotipos 1 y 4 son estadísticamente iguales, siendo los genotipos más tardíos, el genotipo 1 presenta punteamiento a los 86.66 días, el genotipo 4 a los 86.53 días, el genotipo 3 presentó punteamiento a los 85.60 días indicando que es estadísticamente igual a los genotipos 1 y 4 y diferente al genotipo 2 que presentó punteamiento a los 84.60 días, siendo este el más precoz de acuerdo a estas medias en días para cada genotipo, podemos elegir a los que presentaron punteamiento tardío en este caso los genotipos 1 y 4, ya que pueden ser una alternativa para el productor para la producción de follaje, en el ciclo Otoño-invierno ya que en este ciclo el cilantro alcanza buena altura para ser cosechado y es claro que obtendría buen rendimiento de follaje y buena calidad.

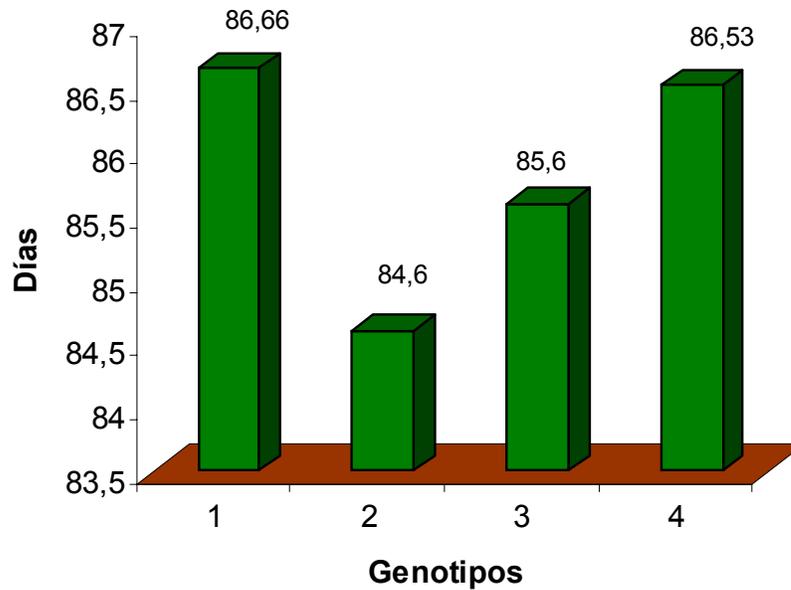


Figura 8. Comparación de medias del factor B para la variable días a punteamiento después de la siembra del cultivo de cilantro en el periodo Otoño-invierno de 1998, en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Unidades Calor

Como podemos observar para la evaluación de unidades calor acumuladas (U.C.A.) para el cultivo de cilantro se tomaron dos ambientes del factor A, ambiente 1 normal (testigo) y ambiente 2 incremento de temperatura con polietileno transparente (PET) 1 cubierta y 4 genotipos del factor B. Observamos que existe diferencia en cuanto a temperatura para cada ambiente, siendo superior la del ambiente 2, por lo tanto la acumulación de unidades calor es diferente para cada genotipo esto puede ser debido a que cada genotipo tiene una temperatura base diferente y también se debe a los días que tarda cada genotipo para llegar a cada una de sus etapas fenológicas, carácter controlado quizá genéticamente.

Para calcular las unidades calor acumuladas en el cultivo de cilantro se utilizo el Método Residual, el cual requiere como parámetros: temperaturas máximas y mínimas, así como una temperatura base o umbral mínimo, el cual depende de cada especie y debajo de la cual el crecimiento y desarrollo se inhiben. Para calcular las unidades calor por éste método se emplea la siguiente fórmula:

$$U.C. = \sum_{i=1}^n (t_i - T_{ov})$$

Donde: U.C. = Unidades Calor

Ti = temperatura media diaria

Ti = (Temp. Máx. + Tem. Mín.)/2

Tov = Umbral Mín. del cultivo para su desarrollo

Cuadro 5. Cálculo de unidades calor para cuatro genotipos de cilantro en ambiente normal (testigo) y ambiente con incremento de temperatura .

GENOTIPOS	U.C.A. EMERGENCIA	U.C.A. PRIM. PAR HOJAS	U.C.A. ALTURA COSECHA	U.C.A. PUNTEAMIENTO
C. RAMOS	146.9	256.6	708.3	1016.3
MARROQUI	141.4	269.3	789.3	1089.3
SUN MASTER	143.4	259.0	748.9	1025.1
SLOW BOLT	145.4	276.9	800.7	1108.5
	144.2	265.4	761.8	1059.8
C. RAMOS	233.7	395.5	1178.3	1509.0
MARRQUI	197.6	408.8	1189.5	1535.8
SUN MASTER	199.6	386.2	1200.3	1558.0
SLOW BOLT	222.0	416.2	1185.7	1581.6
	213.2	401.6	1188.4	1546.1

El ambiente 1 acumulo un promedio de 146.9°C para llegar a la emergencia, siendo mayor para el ambiente 2 que acumulo un promedio 233.7°C, para llegar a la emergencia, de tal manera que el ambiente 2 supera al ambiente 1 por 69°C debido a que en el ambiente 2 se utilizo una cubierta de polietileno transparente (PET) por lo tanto la temperatura se eleva, de 8 a 10°C aproximadamente. Según el cuadro 1 de análisis de varianza antes mencionado para el factor A, no existió diferencia significativa.

El ambiente 1 acumulo un promedio de 121.1°C para presentar el primer par de hojas verdaderas, siendo mayor para el ambiente 2 que acumulo un promedio de 401.6°C para presentar el primer par de hojas verdaderas, de tal manera que el ambiente 2 supera al ambiente 1 con 280.5°C, esto debido al incremento de temperatura, en esta variable no se presenta diferencia estadística en cuanto a días para presentar el primer par de hojas verdaderas entre ambientes (cuadro 2), por lo tanto en este experimento el incremento de temperatura no acelero la presencia de primer par de hojas verdaderas.

El ambiente 1 acumulo un promedio de 761.8°C para llegar a altura de cosecha (30cm), siendo mayor para el ambiente 2 que acumulo un promedio de 1188.4°C, de tal manera que el ambiente 2 supera al ambiente 1 por 426.6°C, esto debido al incremento de temperatura, en esta variable no se presenta diferencia significativa en días a altura de cosecha entre ambientes, por lo tanto, en este experimento el incremento de temperatura no acelero la altura a cosecha del cultivo de cilantro.

El ambiente 1 acumulo 1059.8°C para llegar al punteamiento, siendo mayor para el ambiente 2 que acumulo 1546.1°C, de tal manera que el ambiente 2 supera al ambiente 1 por 486.3°C, esto debido al incremento de temperatura, en esta variable si existe diferencia estadística. En el ambiente 1 el punteamiento se presenta 84 días después de la siembra, en el ambiente 2 el punteamiento se presenta a los 74 días después de la siembra lo que nos indica

que la temperatura acelera el desarrollo del cultivo de cilantro, en esta investigación la temperatura afecto acelerando el punteamiento en el ambiente 2 por ser mayor la temperatura.

La temperatura afecta el desarrollo de las plantas a través de una influencia sobre la velocidad de los procesos metabólicos. Temperaturas bajas retardan el desarrollo, mientras que altas (hasta cierto limite), aceleran y acortan el ciclo vegetativo de las plantas. De acuerdo con Villalpando y etal (1991), en esta investigación las altas temperaturas que se presentaron en el ambiente 2 aceleran y acortan el ciclo vegetativo del cultivo de cilantro.

Cuadro 6. Unidades calor acumuladas (u.c.a.) para cada uno de los 4 genotipos de cilantro evaluados.

GENOTIPOS	U. C .A EMERGENCIA	U .C. A. PRIM. PAR HOJAS	U.C. A. ALTURA COSECHA	U. C. A. PUNTEAMIENTO
C. RAMOS	190.3	326.0	943.3	1262.5
MARROQUI	169.5	339.1	989.4	1312.5
SUN MASTER	171.5	322.6	974.6	1291.5
SLOW BOLT	183.7	346.5	993.2	1345.1
	178.7	333.5	975.1	1302.9

De a cuerdo a las temperaturas de los dos ambientes considerados se determinaron las unidades calor acumuladas en promedio que requiere cada genotipo para llevar acabo cada una de sus etapas fenologicas evaluadas en esta investigación, como podemos observar en el cuadro antes mencionado, las unidades calor que requiere cada genotipo son diferentes, esto en parte es debido a que cada genotipo tiene su propia temperatura base, y a las unidades calor que cada genotipo necesita para poder completar su ciclo vegetativo, de tal manera que basándose en las unidades calor acumuladas podemos elegir o recomendar los genotipos que sean favorables para cierta región ya sea de clima cálido o clima templado, ya que de acuerdo con la temperatura media que se registre en cierta región y conociendo las unidades calor que el cultivo

necesita podemos pronosticar la cosecha o ciclo vegetativo del cultivo o según nuestro propósito. Por ejemplo el genotipo Slow Bolt requiere 1345.1 U.C. siendo en este caso el más alto, el cual podría ser una opción para el productor en el ciclo primavera-verano ya que en esta época las temperaturas son mas altas y este genotipo puede dar una buena respuesta. Le sigue el genotipo Marroquí con 1312.5 U.C. que también muestra ser un buen material para cultivar en alguna región cálida, de acuerdo a la acumulación de unidades calor que este requiere. Los dos genotipos siguientes son, el Sun Master con 1291.5 U.C. que es superior al Criollo de Ramos que acumula 1262.5 U.C. para completar su ciclo, en esta investigación fue el genotipo que menos unidades calor acumulo, de tal manera que seria el que llegara al punteamiento mas pronto.

De acuerdo con las unidades calor acumuladas en promedio para cada uno de los cuatro genotipos, sé cálculo las unidades calor que el cultivo de cilantro en general requiere en promedio para llevar acabo su ciclo vegetativo.

Cuadro 7. Unidades Calor Acumuladas para el cultivo de cilantro en sus diferentes etapas fenológicas.

CULTIVO	U. C. A. EMERGENCIA	U. C. A. PRIM. PAR HOJAS	U. C. A. ALTURA COSECHA	U. C. A. PUNTEAMIENTO
CILANTRO	178.7	333.5	975.1	1302.9

De tal manera que si deseamos producir cualquier genotipo de cilantro en cualquier región, debemos tomar en cuenta la temperatura base del cilantro en general que según Carballo en (1998) menciona es de 4.8° C, y la temperatura media del lugar, así como las unidades calor acumuladas que requiere el cilantro en general para cada una de sus etapas, de tal manera que con estos datos podemos predecir a los cuantos días esperamos cada una de las etapas del cultivo de cilantro, si nos interesa la cosecha de follaje en el cultivo de cilantro de acuerdo al calculo de unidades calor podemos predecir a

los cuantos días debemos de cosechar, y evitar el punteamiento ya que este no es deseado por el productor.

CONCLUSIONES

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

El fotoperíodo corto atrasa la presencia del punteamiento en el cultivo de cilantro favoreciendo la calidad del follaje.

El incremento de temperatura por medio de polietileno transparente (microtuneles) acelera el punteamiento en el cultivo de cilantro.

Las unidades calor que el cultivo de cilantro necesita para cumplir su ciclo agrícola, es en promedio de 1302.9 U.C.

Las unidades calor varían para cada genotipo por lo que se tiene la oportunidad de elegir el genotipo que más nos convenga, cabe aclarar que del cuadro 5 de acumulación de unidades calor se pueden tomar los datos de manera individual para cada ambiente, por ejemplo si se desea cultivar cilantro bajo microtunel podemos elegir las unidades calor acumuladas en el microtunel o por cada genotipo de la misma manera para el ambiente normal

BIBLIOGRAFIA

- Andrio, E. E. 1989. Comportamiento de 15 Colecciones de Cilantro (*Coreandrum sativum L.*) en la Región de Ramos Arizpe, Coahuila. Ciclo Verano 1988. Tesis Profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Baskerville, G. L. And P. Emin, 1969 Rapiel. Estimation of haf Ocumulación From Maxian Miniman Temperatures. Ecology.
- Basurto, G. N., 1990. Relación de Unidades Calor y Etapas Fenológicas para las Rosas de Corte (var. Royalty) Bajo Condiciones de Invernadero en el Municipio de Marqués, Querétaro Tesis. Instituto tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Querétaro.
- Bofelli, E., 1980. Vinicultura Rentable. Editorial de Vecchi, Barcelona.
- Blanco, M. E. 1991. Uso de GA₃ para Promover la Germinación en Semilla de Cilantro (*Corendrum sativum L.*). Tesis Profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Carballo C, A. B. 1998. Determinación de la Temperatura Base para el Crecimiento en Siete Genotipos de Cilantro (*Coriandrum sativum L.*) Tesis Profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Daubenmire, R. F. 1982. Ecología Vegetal. Editorial Limusa, S, A, México.
- Demolon, A. 1966. Crecimiento de los Vegetales Cultivados. Tomo 2 Edición Omega.

- De Jesús, A. F. F. 1978. Estudio Preliminar de los Rebrotos De Cilantro (*Coreandrum sativum L.*) Como Pradera Artificial en Alimentación de Borregas en Gestación. Tesis Profesional ITESM.
- Del Angel, s. R. 1997. Comportamiento Fenológico del Cultivo de Chile Serrano (*Capsicum Annuum L.*) y su Relación con las Unidades Calor. Tesis de Maestría. UAAAN Programa de Graduados Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Del Angel. M. B. 1991. Evaluación de Dos Variedades de Cilantro (*Coreandrum sativum L.*) Diferentes Dosis de Fertilización Nitrogenada en la Región de Derramadero, Municipio De Saltillo, Coahuila. Tesis Profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Fregoni, M. 1973, Ecología Vitícola, Adaptación de los Objetivos de la Producción al Medio Natural. Simposio Internacional de Viticultura, CONAFRUT México.
- Fuentes, I., J. L. 1978. Apuntes de Meteorología Agrícola Madrid, España.
- García, R. A. 1959. Horticultura, Segunda Edición, Editorial Salvat. Barcelona. España.
- Gimson, P. 1987. Coriander. Oxfam veg. Projet full of Eastern promise. Hort. Abstr. 4:2723
- González, G., C. M y A. López. 1997. Estudio de Fechas de Siembra. Informe De Investigación Agrícola. SARH-INIA-CIANE. Campo Agrícola Experimental Cd. Delicias Chih.

- González, h. V. A. 1974. Efecto de la Temperatura y Crecimiento de Sorgo de Grano Sorhu Bicolor Moench. Tesis de Maestro en Ciencias Agrícolas. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.
- Hedrick, U. P. 1972. Sturtevant's Edible plant of the world. Eredit. Dever Publications. Inc. New York.
- Hernández, C. C. 1994 . Producción de Cilantro (*Coreandrum sativum L.*) en Estación Cálida bajo Diferentes frecuencias de Riego y Densidades de Siembra. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Higuera, C., P. 1979. Fenología de la Floración en Tres Tipos de Chile Mulato y Pasilla (*Capsicum annum. L.*) Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis de Licenciatura. ITESM, Nuevo León (Unidad Querétaro).
- Hinojosa, C. G. A. 1981. Fenología. Monografía Sin Publicar Departamento de irrigación. UACH.
- INEGI. 1997. Cultivos Anuales de México. VII Censo Agropecuario. Impreso en México. ISBN 970-13-1174-4.
- Jhetani, I, 1982, Revised Studies on the Seed Testing Procedures of Coriander. Hort. Abstr. (54) 8:5709.
- Khashmelmous, A. E. 1984. Effect of Irrigation Intervals on Yield And Quality of Coriander (*Coreandrum sativum L.*). Acta Horticulturae 143:347-351.
- Lan, C. W. Busawon, M. A, e I. Rajkomar. 1984. Foliage yield and Bolting in Coriander at Different Times of Harvets. Technical Bulleting, Ministry of

Agricultura, Fisheries And Natural Resources Mauritius. No. 4:2427.

Leñano F. 1973. Como se Cultivan las Hortalizas de Hoja. Editorial. Vencchi, S. A. Balmes, Barcelona.

Morales. , M A. 1987. Respuesta sobre el Desarrollo y Producción de follaje de Cilantro (*Coreandrum sativum L.*) a Programas de Riego, Fertilización Nitrogenada y Estiércol Bovino. Tesis de Maestría UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

Morales P. A. 1994. Inhibición del “Punteado prematuro” en Cilantro (*Coreandrum sativum L.*). Cv. “Criollo de Ramos” con Aplicación foliar de Etileno. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Moreno, V. 1983. Evironmental Effects on Growth and Delopment of Potato Plant. Facultad de Ciencias,

Murrieta, F. Rivelino. 1993. Influencia del Diámetro del Tallo Madre y Unidades Calor en la Producción de Cuatro Cultivares de Rasas. Tesis Licenciatura. UAAAN., Buenavista, Saltillo, coah., México.

Neri, F. 1975. Sanos y Jóvenes con las plantas Medicinales. Edit. De Vecchi, S.A. Barcelona, España.

Peña, R. 1955. Horticultura y Fruticultura, Editorial Barcelona. Tercera Edición. Buenos Aires-Panamá.

Pérez, R. 1936. El Cultivo de las plantas de Hortalizas Secretaría de Educación Pública. México.

Phalow, M 1981. El Libro de las Plantas Medicinales. Editorial Everest

Mexicana, S. A. México 8 D. F.

Putievsky, E. 1981. Germination Studies with Seeds of Caraway, Coriander (*Coreandrum sativum L.*), and Dill. Hort. Abstr. (51) 4:2856.

Putievsky, E. 1983. Effects of Daylength and Temperature on Growth and Yield Components of three seed Spices. Hort. Abstr. (51) 8:6116.

Rao, E. V. S. P., Munnu singh, Narayama M. R., Rao B. R. R. 1983. Fertilizer Studies in (Coriander (*Coriandrum sativum L.*) Hort. Abstr. (53) 4: 2852.

Rodríguez, Absi José. 1989. Modelos Matemáticos Aplicados a la Agricultura. Serie de Libros Técnicos. Sinaloa México. CIDH-CAADES.

Rojas, G. M. 1979. Fisiología Vegetal Aplicada. Segunda Edición, Mc Grow-Hill. México D.F.

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

SARH-INIA. 1984. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola. Area de Influencia del Campo Agrícola Experimental, Valle del Mayo. Navojoa, Sonora, México.

SARH. 1992. Prontuario de Agenda Técnica Agrícola, Ciclo otoño-invierno 1991-1992. Saltillo, Coahuila, México.

Savchuk, L. P. 1977. The Effect of weather en Coriander (*Coreandrum sativum L.*). Trudy UNII Efirnomaslich Kul'tur. 8:196-202. From Referativnyi hurnal.

SEP, 1987. Suelos y Fertilización. Manual de Educación Agropecuaria.

Sestak, Z. J. Catskey and P. G. Jarvis. 1971. Plant. Photosynthetic Production Manual of Method W. Junk, N. Y. Pudlishers, La Haya.

Srivastava, V. S. 1972. Effect of Interaction of Factors on Will of Coriander (*Coriandrum Sativum L.*) caused by *Fusarium oxisporum* Schle Cht ex. Fr. *F. Corianderii* Kulkarni, Nikam and Joshi. Indian Journal Agricultural Science. (42) 7:618.

Tamaro, D. 1951. Manual de Horticultura, Cuarta Edición. Editorial Artes Gráficas Grijelmo, S. A. Barcelona, España.

Villalpando, J. F. 1985. Metodología de Investigación en Agroclimatología. Curso de Orientación Para Aspirantes a Investigador del INIP, NIF, e INIA, SARH, Zapopan, Jalisco.

Villalpando, J. F., Del Real L. I., y Ruiz C. J. A. 1991. Temperatura y Fenología. Agroclimatología. S. A. De C. V. Curso de Capacitación en Agricultura y Meteorología Agrícola. Guadalajara, Jalisco.