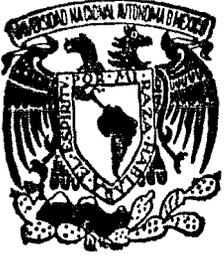


9  
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**

**“ INFLUENCIA DE LA FECHA DE SIEMBRA EN LA  
EMISION DEL TALLO FLORAL EN ZANAHORIA  
( *Daucus carota* L. ) VARIEDAD NANTES ”**

**- T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRICOLA  
P R E S E N T A  
ALEJANDRO BRAMBILA PAZ**

**DIRECTOR: JAIME MURILLO BOITES**

**CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO**

**1986**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CONTENIDO

	Pag.
RESUMEN	7
1 <u>INTRODUCCION</u>	8
1.1 Importancia económica	8
1.2 Objetivos	9
1.3 Hipótesis	10
2 <u>REVISION DE LITERATURA</u>	11
2.1 <u>ORIGEN Y USOS</u>	11
2.2 <u>CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS PLANTAS HORTICOLAS DE</u> <u>RAICES CARNOSAS</u>	12
2.2.1 Cabeza	14
2.2.2 Cuello	15
2.2.3 Rafz verdadera	15
2.3 <u>CARACTERISTICAS BOTANICAS</u>	16
2.3.1 Clasificación botánica	16
2.3.2 Sistema radicular	16
2.3.3 Apice	19
2.3.4 Hojas	20
2.3.5 Tallo	21
2.3.6 Inflorescencia	22
2.3.7 Semilla	23
2.4 <u>FOTOPERIODO</u>	27
2.4.1 Terminología	29
2.4.2 Periodo de oscuridad	31
2.4.3 Importancia del fotoperiodo	33
2.4.4 Ciclos fotoinductores	34
2.4.5 Hormón floral	37
2.4.6 Las giberelinas y la respuesta de la floración	41

	Págs
2.5 <u>VERNALIZACION</u>	45
2.5.1 Punto sensible a la vernalización	49
2.5.2 Influencia de la temperatura y de la duración de la exposición	49
2.5.3 Factor edad	50
2.5.4 Desvernalización	53
2.5.5 Sustitución de las giberelinas por frío	54
2.5.6 Otros factores que modifican el proceso de la vernalización	55
2.5.7 Injertos	57
2.6 <u>REPOSO</u>	58
2.6.1 Reposo de las yemas	58
2.6.2 Los compuestos que interrumpen el reposo de las yemas	59
2.7 <u>FLORACION</u>	61
2.7.1 Efectos de los reguladores vegetales	63
2.7.2 Inducción de la floración en plantas bienales	64
2.8 <u>MÉTODOS DE PRODUCCION DE SEMILLAS</u>	66
2.8.1 Método de semilla a semilla	67
2.8.1.1 ciclo completo (bianual)	68
2.8.1.2 reguladores de crecimiento	68
2.8.1.3 acortando el ciclo completo	69
2.8.1.4 temperaturas bajas	71
2.8.2 Método de raíz a semilla (convencional)	72
3 <u>MATERIALES Y DISEÑO EXPERIMENTAL</u>	75
3.1 Características ecológicas de la zona	75
3.2 Materiales	79
3.3 Método	79
3.4 Diseño experimental	80

4	<u>EXPERIMENTACION Y TOMA DE DATOS</u>	Pag. 85
5	<u>ANALISIS</u>	89
	5.1 Análisis de varianza	89
	5.2 Discusión	90
6	<u>CONCLUSION</u>	94
7	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	96
8	<u>APENDICE</u>	100
	8.1 Lista de cuadros	100
	8.2 Lista de figuras	104
	8.3 Lista de láminas	108

LISTA DE CUADROS

- A) TERMOPERIODO EN CUAUTITLAN DE ROMERO RUBIO EDO. DE MEXICO
- B) PROBABILIDAD DE LLUVIAS EN CUAUTITLAN DE ROMERO RUBIO EDO. DE MEXICO
- C) ANALISIS FISICO-QUIMICO DE LA PARCELA 11 DE LA FES - C
- D) NUMERO DE DIAS CON HELADAS AL AÑO EN CUAUTITLAN DE ROMERO RUBIO EDO. DE MEXICO

## LISTA DE FIGURAS

- A) CENTENO DE INVIERNO
- B) TEMPERATURA MAXIMA Y MINIMA EN CUAUTITLAN DE ROMERO RUBIO EDO. DE MEXICO
- C) TEMPERATURA MEDIA EN CUAUTITLAN DE ROMERO RUBIO EDO. DE MEXICO
- D) PRECIPITACION ANUAL EN CUAUTITLAN DE ROMERO RUBIO EDO. DE MEXICO

LISTA DE LAMINAS

- A) TRATAMIENTO 1
- B) TRATAMIENTO 2
- C) TRATAMIENTO 3
- D) TRATAMIENTO 4
- E) TRATAMIENTO 5

Para que la producción de semillas se realice en un zona, es necesario, en primer instancia, tener un estudio agronómico, por ello, esta investigación se enfoca a dichos estudios preliminares.

Con la finalidad de obtener el periodo óptimo para acortar el tiempo de emisión de tallos florales en la zanahoria, se realizó un estudio experimental en los campos agrícolas de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES-C), durante el periodo de 1983-1986. Utilizando el diseño de Bloques Completamente al Azar con 5 tratamientos y 6 repeticiones, así-- como la variedad Nantes; evaluando altura de tallo floral y - altura de planta.

La metodología utilizada consistió en raíces no transplantadas (semilla a semilla). Las fechas de siembra fueron, -- 1<sup>o</sup> de Agosto, 15<sup>o</sup> de Agosto, 1<sup>o</sup> de Septiembre, 15<sup>o</sup> de Septiembre, 1<sup>o</sup> de Octubre. Sembrando en camas en un terreno de 1000m<sup>2</sup>.

Con los resultados se muestran que no existen diferencias significativas entre las primeras cuatro fechas, pero si entre estas y la quinta, por lo que se concluye que el periodo óptimo para acortar el tiempo de emisión del tallo floral de la zanahoría es del 1 de Agosto hasta el 15 de Septiembre; después de este periodo la emisión del tallo floral se retarda mucho.

Se observó también que entre la edad de la planta y la - iniciación de la emisión de tallos florales existe una rela - ción directa ya que las plantas de la primer fecha fueron las primeras en emitir tallo y los de la última en el momento de la evaluación, aún no lo habían hecho. Por lo que existe una relación directa entre los parámetros evaluados , (tamaño de la planta y tamaño del tallo).

1.1 La importancia de la investigación "Influencia de la fecha de siembra en la emisión del tallo floral en zanahoria -- variedad Nantes", se fundamenta en el hecho de que el ciclo biológico de la zanahoria es bianual; esto implica que la obtención de semilla se da hasta el segundo año del cultivo -- y por otro lado la producción comercial de la raíz carnosa de esta planta se da únicamente por medio de la semilla.

En México el cultivo de la zanahoria es de gran importancia tomando en cuenta que se produce en muy diversas zonas -- del país; esto se debe a que el consumo de esta planta es -- intenso , no únicamente en la ciudad de México, sino a nivel nacional. Como ejemplo, podemos mencionar que en 1979 se -- cultivaban 1,786 hectáreas de zanahoria, mientras que en 1982 ya se producían 4,500 hectáreas en todo el país.

Lo anterior se debe a que en el mercado nacional las -- cifras de consumo de hortalizas en general son altas, lo que las convierte en un cultivo rentable a nivel nacional.

Por estas razones es necesario realizar una investigación en donde se pruebe el acortamiento del ciclo vegetativo completo de la zanahoria convirtiéndola, posiblemente en un cultivo de ciclo anual que redunde en beneficio de la producción de raíz carnosa, en función del tiempo de producción de semilla.

El primer problema , y , uno de los más importantes, al que se enfrentó esta investigación, fue la falta de información documental respecto a la producción de semillas, en particular de zanahoria así como a la producción en México.

Esto se debe a que la información registrada por "PRONASE, el SNICS y CCVP". (Productora Nacional de Semillas, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas y el -

Comité Calificador de Variedades de Plantas, respectivamente), no se publica, por lo que no se sabe con exactitud quienes -- están produciendo semillas de zanahoria, ni quienes investi -- gan este tipo de producción a nivel gubernamental.

Para llevar a cabo un trabajo de tal magnitud se desarro -- llo la siguiente estructura; tomando en cuenta la necesidad -- de conocer ciertas características de la planta se inicia -- esta investigación, con un panorama general de la historia -- y el origen de ella, a continuación, algunas características -- y requerimientos del cultivo. Así como los avances en la -- investigación relacionados con la emisión del tallo floral; -- aunque para la producción de semillas es necesario analizar -- algunos métodos de obtención de la misma, tomando en cuenta -- los estudios realizados, como fotoperíodo, vernalización, y -- reposo de yemas, que para ello se enfoca a la floración.

Por esto es necesario ubicarla con las características -- ecológicas de la zona y una cierta metodología experimental.

## 1.2

### OBJETIVOS

En base a la anterior estructura se articularan los si -- guientes objetivos, los cuales, se desarrollan en la totalidad de esta investigación.

- a) Por medio de métodos experimentales obtener la fecha más adecuada para acortar el tiempo de emisión del tallo floral por la vernalización natural en zanahoria.
- b) Verificar si existe una correspondencia entre el -- tamaño de la planta y el tamaño del tallo floral.
- c) Obtener información acerca del comportamiento de la zanahoria después de pasado el momento de la cosecha comercial.

Es necesario hacer notar que esta investigación se enfoca esencialmente a la producción de la emisión del tallo floral, con ello lograndose el acortamiento del ciclo vegetativo de la zanahoria.

1.3

HIPOTESIS

Las plantas de la zanahoria que alcanzan un desarrollo vegetativo evidente, antes del descenso de la temperatura -- tienen mayor posibilidad de emitir tallo floral prematuramente al momento en que la temperatura vuelve a subir, en relación a aquellos cuyo desarrollo ha sido mínimo.

## 2.1

ORIGEN Y USOS

Procede de Europa, y , esta muy difundida en muchos -- países como zanahoria silvestre. Fue conocida como planta de cultivo y aprovechada como alimento desde hace mas de 3000 a-- 4000 años.

En el pasado se multiplicaban las semillas para la pro-- ducción de zanahoria de las variedades que posefan raíces -- de color blanzuzco o amarillo y eran destinadas para el con-- sumo humano.

La selección de las variedades con raíces carnosas ana-- ranjadas o rojas se ha desarrollado durante los siglos XIX y XX. En la actualidad solamente se cultivan semejantes varie-- dades como plantas hortícolas, porque sus raíces carnosas son las mas ricas en carotina (Pro-Vitamina A).

Las variedades con raíces carnosas amarillas se cultivan como plantas de forraje. Estas son mas pobres en sustancias nutritivas y vitaminas.

Ademas de las sustancias nutritivas y vitaminas las --- zanahorias son fuente rica en sales minerales de calcio, fós-- foro e hierro, de fácil asimilación.

La zanahoria se cultiva en diversas zonas del país, por ello siempre se encuentra esta raíz carnosa en el mercado -- mexicano. Se utiliza como condimento en diferentes sopas, ya que mejora su sabor, como aderezador de diersas comidas.

Puede ser materia prima para las conservas, jugos de za-- nahoria, ensaladas mixtas, etc.. En estado fresco (natural) es un excelente alimento.

## 2.2 CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS PLANTAS HORTICOLAS DE RAICES CARNOSAS

La propiedad biológica más característica de las plantas de raíces carnosas, es la de concentrar la sustancias nutritivas de reserva en la parte superior de la raíz primaria. Estas crecen considerablemente hasta convertirse en formaciones jugosas y tiernas reciben la denominación de raíces carnosas.

El propósito biológico de estos organos es el de asegurar nutrientes asimilables a las plantas para la rápida constitución de los tallos y de los órganos generativos, durante las fases tempranas de su desarrollo, en la siguiente fase vegetativa cuando las condiciones climáticas son mas favorables.

En general, las raíces carnosas son raíces con sustancias nutritivas, que contienen considerables cantidades de carbohidratos, sustancias nitrogenadas y sales minerales de fácil asimilación.

Algunas de las plantas de raíces carnosas como la zanahoria son especialmente apreciadas por el gran contenido de vitaminas en sus órganos , (cuadro 1).

cuadro 1 CONTENIDO DE VITAMINAS EN LA RAIZ CARNOSA DE LA ZANAHORIA\*

Especie	Contenido de vitaminas (en mg.%)			
	A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C
zanahoria (raíz carnosa)	6.25	0.12-0.16	0.02	5.7-7.0

Se puede apreciar que existe un mayor porcentaje de -- vitaminas A y C. En la zanahoria ( raíz carnosa) son Pro-vitaminas y se denominan como caroteno.

\* Palilov y Lezhankina (1955), citado por Guenkov (1983).

En la mayoría de raíces carnosas pro sus cualidades nutritivas, y dado que existen épocas definidas de cosecha hay necesidad de que se conserven. Por lo que es de suma importancia esta operación para la solución del problema del suministro de hortalizas frescas a la población durante el año. Precisamente por esto a este grupo de plantas hortícolas (de raíz carnosa) debe darsele una mayor atención en lo que - respecta a su producción tanto vegetal como de su ciclo completo, (obtención de semillas).

Algunas de estas hortalizas ( por ejemplo las zanahorias) son un excelente alimento vegetal para los niños y enfermos, por lo que se debe garantizar su producción tomando en cuenta que para ello la única manera de producirla, es por semilla.

En general las plantas de este grupo son bienales. Durante el primer año se forma un tallo notablemente sobre el cual esta dispuesta la roseta de hojas y por debajo de este - una raíz carnosa en la cual se alojan las sustancias de reserva. En aquellos países en donde las temperaturas invernales son bajas las plantas se vernalizan naturalmente durante el periodo de su almacenamiento. La temperatura mas favorable para tal fin es de 3-10°C.

Si se transplantan las raíces carnosas vernalizadas, de ellas creceran tallos florales, produciendose el florecimiento, fructificación y muerte de las plantas.

El estudio de iluminación de todas las plantas de este grupo ocurre con mayor facilidad bajo las condiciones de día largo. Entempuras favorables el estudio de vernalización ocurre con duración de tiempo diferente en las distintas especies. De acuerdo con Palilov y Lezhankina (1955), la vernalización de la zanahoria es alrededor de los 60 días.

Algunas plantas de raíz carnosa como el rábano y los rabanitos pueden vernalizarse en la fase de semilla, tomando en cuenta que el ciclo vegetativo completo no es bianual.

Para comenzar el estudio de la vernalización de la zanahoria es necesario que las raíces carnosas estén formadas.

En aquellos países o aún en las zonas del país en las cuales no existen condiciones naturales para la vernalización de las plantas de raíz carnosa, la producción de semillas se puede organizar solamente basada en la vernalización artificial de las mismas. Esto sin embargo no puede efectuarse en gran escala, si antes no se realizan los estudios necesarios; como agroclimáticos de adaptabilidad, y otros más específicos.

Las plantas de este grupo se parecen bastante entre sí en lo que respecta a las partes que lo forman, como cabeza, cuello y raíz verdadera.

#### 2.2.1

#### CABEZA

Es la parte que esta formada a partir del epicótilo -- (el primer entre nudo que forma la plantula al desarrollarse), y el tallo.

La cabeza presenta un tallo sumamente corto, sobre el cual esta dispuesta la roseta de hojas. En el se incluye -- aquella parte de las hojas caídas y se ven solamente las cicatrices en los puntos en que se han desprendido.

En condiciones iguales una cabeza mayor supone su sistema de hojas notablemente desarrollado y este a su vez supone un sistema de fibras mas desarrollado y por consiguiente, una -- raíz carnosa mas tosca. Precisamente, entre otras cosas, se debe dar mayor atención al tamaño de la cabeza durante la selección de las plantas de raíces carnosas, así como también el tamaño de las hojas y sus peciolas.

Es la parte que se forma del hipocótilo ( dicese del eje que se halla por debajo de los cotiledones). Por lo general sobre esta parte no se forman raíces, especialmente cuando esta fuera del suelo; sin embargo en casos aislados se forman raíces adventicias sobre ella (zanahoria).

El tamaño del tallo depende no solamente de las propiedades biológicas sino también de las condiciones ambientales en las cuales se forma el hipocótilo. Con alta temperatura y - con insuficiente intensidad de luz el hipocótilo se ahila y - el cuello puede ser mayor a la parte superior de la raíz carnosa, puede aparecer deformada o enroscada en caso de alta densidad. Pero también con poca densidad de siembra en zanahoria puede existir un aumento de la población de malas hierbas, que provoca un alargamiento inadecuado en las fases tempranas del hipocótilo, y la parte superior de la raíz carnosa se vuelve tosca (aumenta el diametro del corazón) y disminuyen sus calidades nutritivas tanto para el consumo como para la alimentación del tallo, debido a la falta de nutrientes de la parte jugosa de la raíz.

Es la porción de la raíz carnosa que se forma de la raíz. Esta parte es la mayor, en las diferentes especies que se -- caracterizan por presentar raíces largas. Las plantas de -- raíces carnosas, se propagan solamente por el método de siembra directa, como es el caso de la zanahoria, el cual se debe de garantizar el tener la semilla. Por otra parte en el transplante se parte la raíz primaria y a causa de ello, se forman raíces carnosas ramificadas.

## 2.3 CARACTERISTICAS BOTANICAS

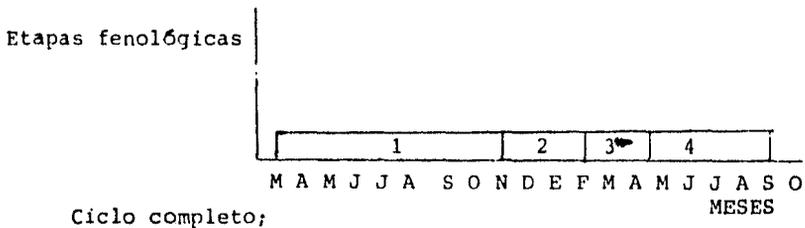
### 2.3.1 CALSIFICAION BOTANICA

La clasificación botánica de la zanahoria es la siguiente:

Reino      Vegetal  
División  Angiospermae  
Clase      Dicotiledonea  
Orden      Umbelliflorae  
Familia   Umbeliferae  
Género     Daucus  
Especie   Daucus carota  
Variedad  Nantes

La zanahoria es una planta bianual, ( fig. 1).

fig. 1      CICLO BIOLOGICO DE LA ZANAHORIA ( 18 - 19 meses)



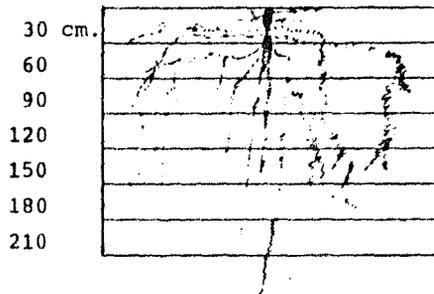
- 1) Producción de raíz carnosa
- 2) Vernalización
- 3) Desvernalización
- 4) Emisión del tallo.

### 2.3.2 SISTEMA RADICULAR

Se encuentra bien desarrollado, y muy ramificado y profundamente situado. Durante el primer año, con el completo -

crecimiento de la planta, algunas raíces llegan a alcanzar una profundidad de mas de dos metros. Las raíces laterales, que salen de la primaria, tan pronto se extienden de 60 a 90 cm. aproximadamente, se dirigen hacia abajo y alcanzan una porfunidad de 120-150 cm. Weaver y Bruner, (1927), cita do por Guenkov(1983) , (fig. 2).

fig. 2



Sistema radical de la zanahoria indicando en cm. la profundidad.

De la parte gruesa superior de la raíz primaria (Raíz carnosa) se forman raíces laterales relativamente pequeñas, tales raíces se forman en mayor número por debajo de la parte gruesa de la raíz primaria. La mayor parte de las raíces están situadas de 90 - 120 cm. por debajo del nivel de las raíces carnosas. Uno de los factores que determina la resistencia relativa a la sequía de la zanahoria es el buen desarrollo de su sistema de raíces. De por sí entiende que el tamaño y situación del sistema de raíces depende en alto grado del carácter del suelo y del subsuelo, como también de sus condiciones físicas, preparación, aereación, y reservas de sustancias nutritivas. En óptimas condiciones, se desarrollaría mejor el sistema de raíces. En particular, esto nos indica la importancia que tiene la preparación del suelo y la manera en que se debe realizar.

En la parte superior de la raíz primaria se acumulan-- las sustancias nutritivas de reserva, por lo que esta parte se engrosa formando la raíz carnosa. La superficie puede - ser lisa o mas o menos plegada. Sobre ella se observan pe-- queñas hendiduras ( lenticelas ).

A través de ellas el aire penetra a la raíz carnosa. En los suelos de buena aereación están menos desarrolladas y en los mas pesados mas desarrolladas. Por lo que las raíces carnosas cultivadas sobre tales suelos presentan una superficie mas irregular y tosca. En los suelos ligeros y de buena aireación son mas lisas con menos desarrollo de las lenticelas. Esta propiedad biológica de la zanahoria nos aclara el porqué deben seleccionarse suelos mas ligeros y de mejor aereación para su propagación.

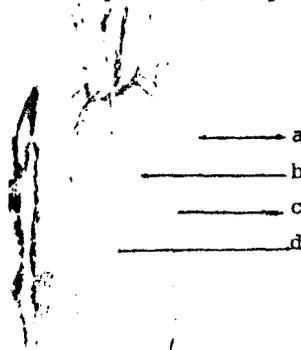
Si hacemos un corte transversal a las raíces carnosas de las zanahorias se observan claramente dos regiones: La parte interior cilindro central ( corazón ) y la parte exterior ( cor-- teza ). En el límite entre ellas está el cambium. Desde la - superficie de la raíz carnosa esta situada una capa de tejido suberoso, la piel de la raíz carnosa. El cilindro central -- ( corazón ) se encuentra diferentemente desarrollado en las -- distintas variedades. Tiene también distinto corte trnaversal, lo que frecuentemente se aprovecha como carácter distintivo de la variedad. Sus tejidos son más toscos, con frecuencia se - presentan con tonalidades mas claras y en ellas se encuentran menos sustnacias nutritivas. Por consiguiente, si las otras cualidades son iguales, cuanto menos desarrollado sea el co-- razón de una variedad dada, tanto más valiosa sera ésta.

La corteza es mas blanda, mas rica en sustancias nutri-- tivas y de color mas intenso y a medida que ésta sea mas -- gruesa tanto mejores serán las raíces carnosas de la vaiedad dada.

La corteza es una formación secundaria, ella se forma después de la muda de la corteza primaria, es decir, después del cambio de la raíz.

En determinadas condiciones las sustancias nutritivas de reserva pueden depositarse en algunas ramificaciones laterales de la raíz primaria, las que engrosa de la misma forma que la primaria. La causa de esto puede ser: la interrupción del crecimiento de la raíz primaria, condiciones desfavorables -- para su crecimiento ( suelo compacto y de poca aereación, alto nivel de las aguas subterráneas, obstáculos mecánicos y nematodos), intenso crecimiento de la planta y de sus raíces laterales ( un área nutritiva grande), (fig. 3), (lámina 2).

fig. 3



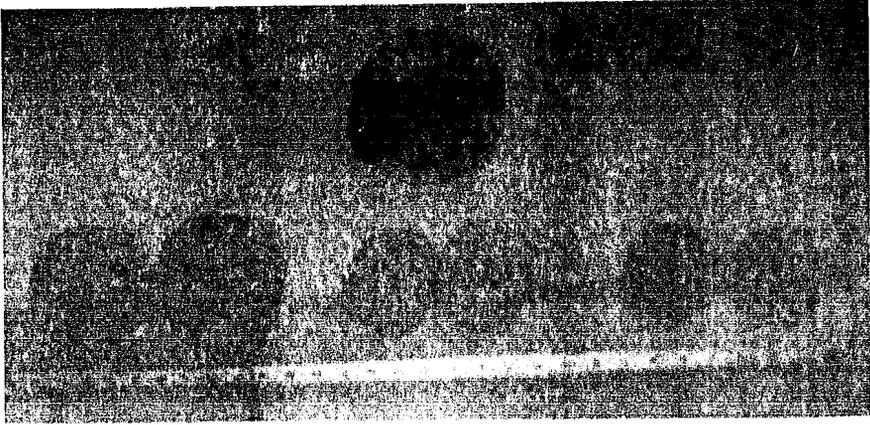
Estructura interna de la raíz carnosa de la zanahoria.

- a) Corteza (floema).
- b) Corazón (xilema secundario).
- c) Cambium.
- d) Xilema primario.

Guenkov (1983).

### 2.3.3 APICE

Es la punta en donde se encuentra el crecimiento vegetativo o floral y en el sentido corriente en cuanto nos referimos al ápice geométrico del órgano correspondiente existe, --



Arriba: diferentes etapas de grosor en la zanahoria  
Abajo : Identificación de las partes internas



sin embargo, un ápice orgánico, que puede no coincidir con el geométrico.

Cono vegetativo o punto vegetativo (secundario). Aquel en el que se realiza la substancia embrionaria, tanto si se compone de una célula o de parte de una célula como si estuviera integrado por varias células, lo mismo si se encuentra en el ápice (punto vegetativo apical), del organismo vegetal que si se halla en su base (punto vegetativo basal). En general se llama así a cualquier punto de la planta en el que, como consecuencia de la actividad de las células allí localizadas, se produce un fenómeno de crecimiento.

En sentido restringido, se comprende con este término al ápice del tallo, de las ramas y de la raíz en que se localiza el meristemo primordial, Font Quer (1977). E términos usuales la yema a punto de desarrollarse; o al retorno de la primavera siguiente, se inicia la impulsión general comunicada a las demás partes de la planta; se delata, se endurece sus escamas, se sepsran y dan salida a los órganos que protegían. Es entonces cuando se le llama propiamente yema.

#### 2.3.4 HOJAS

Las hoajs son bipinadas ( que tienen foliolos mas o -- menos numerosos a ambos lados del ráquis ), marcadamente -- hendidos y mas o menos vellosas.

Ellas estan bien adaptadas para soportar la sequía debido a la raíz tan pronunciada que se tiene. Los peciolos son de diferente longitud lo que depende de las propiedades de cada variedad y del tamaño del área nutritiva. En su base estan - expandidos; las hojas que se forman sobre el tallo durante - el segundo año son mas pequeñas y simples.

El tamaño del sistema de haojas depende principalmente

del área nutritiva.

Mientras más grande sea el área nutritiva, más desarrollado será el sistema de hojas y a causa de esto se formará una raíz carnosa más gruesa.

Debe procurarse que la práctica agrícola aplicada, la cual influye en el cultivo de las zanahorias sobre el tamaño del sistema de hojas, contribuya a la buena calidad y al alto rendimiento de las raíces carnosas.

#### 2.3.5 TALLO

Durante el primer año, el tallo de la zanahoria es muy corto, y crece normalmente después de los estadios de vernalización y de iluminación durante el segundo año. El tallo floral de la zanahoria es estriado considerablemente veloso y ramificado y se mantiene erecto sin el auxilio de tutores.

Alcanza corrientemente una altura de 80-100 cm. Cada una de las ramificaciones que crecen de las axilas de las hojas terminan en una inflorescencia, (fig. 4).

fig. 4

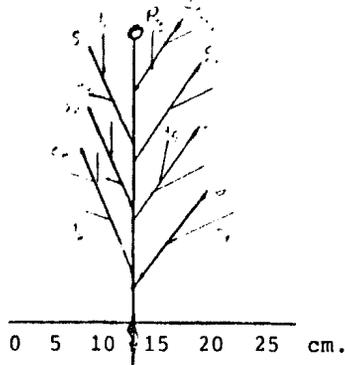


Diagrama de la representación de las inflorescencias de las zanahoria.

Representado por ; P= Umbela Primaria, S= Umbela Secundaria,  
T= Umbela Terciaria. Sandin (1980).

Las flores son producidas en un conjunto de umbelas nacidas terminalmente en las ramas del axis (punta) mayor del primer orden (primaria rey) umbela; por esto muchas ramas laterales crecen produciendo umbelas secundarias, por lo cual las ramas laterales de la guía principal son las secundarias y las terciarias están sobre las ramas de las secundarias. Usualmente son pocas las umbelas de cuarto orden que se forman.

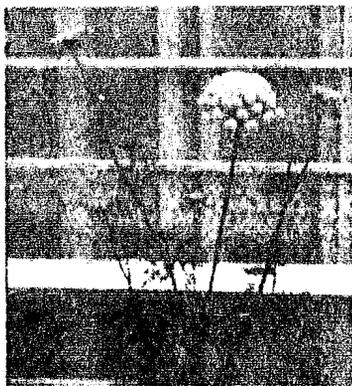
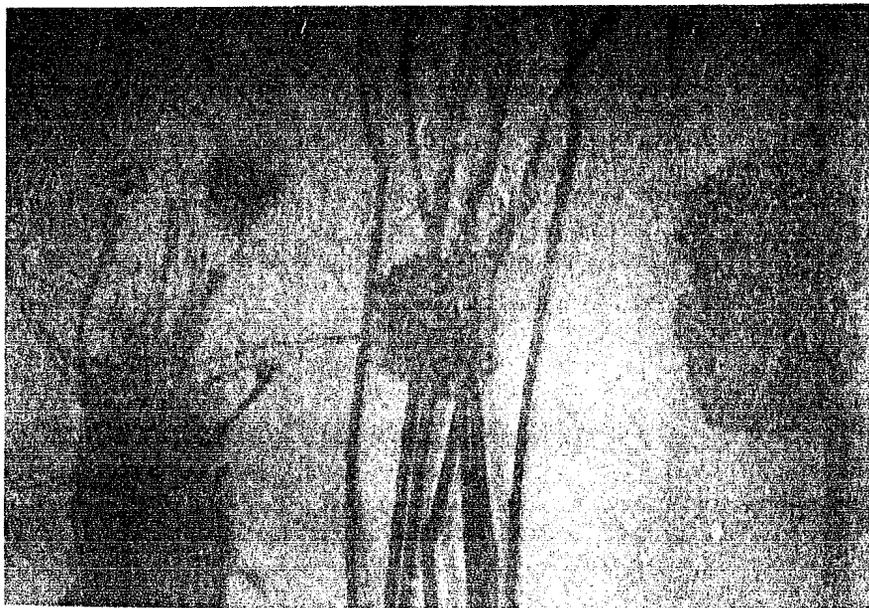
La polinización ( que se nota por la caída de los pétalos) en la primera umbela es usualmente completa antes de que las flores abran; en las umbelas del segundo orden y la polinización en las del segundo orden es completo antes de que la flor abra en la umbela de tercer orden; el intervalo entre la caída de los pétalos es aproximadamente de 10 días entre las umbelas primarias y secundarias, pero hasta de 20 días entre las secundarias y terciarias.

Existe una variación considerable en el tiempo de florecimiento dentro de un mismo cultivo, Hawthorn (1951).

La calidad de la semilla de zanahoria está asociada con la localización de la semilla en la planta madre, según Bortwick (1931), Hawthorn (1959), Hegarty (1971).

La umbela primaria produce las semillas mas pesadas con una alta viabilidad de germinación mientras que aquellas de la umbela secundaria son de calidad inferior Malik, Kanwar (1969)., ( lámina 4).

El estado de madurez de la semilla en tiempo de cosecha también afecta su calidad Hawthorn, Toole y Toole (1962). La importancia de la localización de las semillas en la planta madre son con respecto al tamaño, peso y germinación de la semilla.



Arriba: tallo floral con sus res-  
pectivas umbelas.

Abajo: Inflorescencia de la zana  
horia.

El efecto de la poda de umbela sobre el rendimiento y calidad de las semillas.

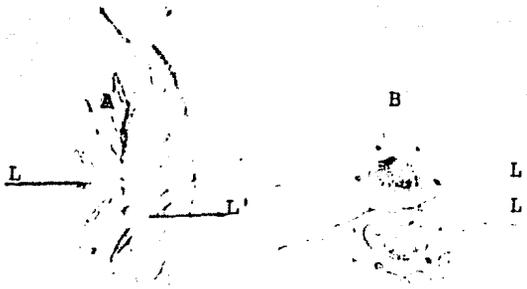
La eliminación de las umbelas de los ordenes inferiores (tercero, cuarto, etc.) se tradujo en un mayor rendimiento de semillas en los ordenes superiores (primero y segundo); así mismo se notó un acortamiento del ciclo, obteniendo semillas y embriones mas grandes, y , un menor número de semillas por gramo ( mayor peso promedio de semillas). Krarup (1982) indica que 1 gramo es de 530 a 730 semillas , mientras Moreno M. (1984), dice que 1 gramo es de 900 a 950 semillas.

Las flores son blancas y poseen 5 pétalos y 5 estambres, son hermafroditas, pero se encuentran unisexuales-hembra y machos. El ovario es ínfero de dos carpelos y dos pistilos. Los estambres maduran antes de que los estigmas esten aptos para recibir el polen.

La polinización de esta especie es cruzada, y son las abejas factor importante en este tipo de polinización. La floración de una inflorescencia tiene una duración de 15 días aproximadamente; en toda la planta alrededor de 25-30 días y en toda la plantación, alrededor de 40 días. Desde la fecundación hasta la madurez de la semilla pasan aproximadamente 60-65 días, Guenkov (1983).

2.3.7 SEMILLAS

El fruto de la zanahoria es un diaquenio; las semillas son convexas de un lado y planas del otro, y elípticas. En la parte convexa se encuentran 4-5 aristas longitudinales sobre las que se forman espinas encorvadas, por estas, las semillas se unen, y sin la debida preparación, que consiste en separar sus espinas con una máquina especial, no se pueden esparcir ni sembrar, (fig. 5).



- A) Fruto de *Daucus carota*, con las costillas primarias, L, y secundarias, L'.
- B) Sección transversal del mismo fruto Font Quer (1977)

El color de las semillas jóvenes es de pardo claro a una coloración parecida a la lana y las semillas viejas son de -- color pardo. Las semillas están cubiertas por una capa dura, que contiene aceites esenciales, por lo cual, se dificulta la penetración del agua y su imbibición.

El peso absoluto de las semillas trilladas es de 1-1.4 gr. El poder germinativo se conserva por un periodo de 3-4 años. con un contenido menor del 10% de humedad se reduce rápidamente su poder germinativo. Harrington (\_\_\_\_) ha establecido que el poder germinativo se reduce rápidamente en aquellos casos en que las plantas para semillas se cultivan con insuficiencia de calcio.

Los aspectos como fecha óptima de cosecha y efectos de la vernalización en las cosechas de semillas de zanahoria son investigados por trabajos de Hawthorn, Toole y Toole (1962), Quagliotti (1967).

La umbelliferae, consiste de una umbela terminal primaria y en un sistema de segundo, tercero y cuarto orden. La umbela decrece en tamaño conforme el orden aumenta.

Bortwick (1931), dice que la umbela de primer y cuarto orden son de poca importancia en la producción de semillas. Sin embargo la densidad del cultivo influye en la estructura de las inflorescencias; hat menor número de umbelas conforme la densidad aumenta lo cual es ventajoso en la producción de semilla comercial.

Esto es porque a menor número de umbela da como resultado una madurez mas rápida y mas uniforme en el cultivo.

Thomas, Gray y Biddington, (1978), encontraron que la variabilidad aumenta con el peso de las plantas de semilla (madre). Las semillas primaris germinan mas temprano que aquellas producidas en umbelas secundarias. Así, con menor número de umbelas por planta la variabilidad del peso de las semillas individuales probablemente decrezca y la calidad en términos de características de germinación y el peso de la planta madre aumenta.

Los efectos del medio ambiente durante el florecimiento, la producción de semilla y la maduración son tambien importantes .

La temperatura buena durante el florecimiento da como resultado una polinización mejor y da un conjunto mayor de semilla, Mc Gregor (1976).

A mayor temperatura la taza de crecimiento de las plantas fue mayor, pero el tamaño ultimo fue menor. El florecimiento fue mas temprano en temperaturas altas. El número de umbelas producido fue mayor en temperaturas altas, pero su calidad en umbelillas por umbela y el número de flores por umbelilla fue mejor en temperaturas bajas, Quagliotti (1967).

Los factores que alteran la producción de las semillas en el tiempo de cosecha tienen una influencia mayor tanto en la calidad como en la producción.

Thomas, Gray y Biddington (1978), encontraron que la germinación a temperaturas por debajo de doce grados C.

y arriba de veinte y cinco grados C. es cerca del 20 % menor en semillas inmaduras que en maduras particularmente de umbelas primarias en contra posición a las umbelas secundarias. Las semillas inmaduras de umbela secundaria tomaron seis días en germinar a 5°C. y dos días a 20°C. de mas, en ambos , que aquellos que venian de umbelas primarias.

Muestreo de colección ; Se toman hileras de tres metros de largo en diferentes muestreos y es cosechado cortando al nivel del suelo cuando fue posible. Se cosecha a la misma hora cada día y en un clima seco para evitar fluctuaciones de agua en la semilla. Esto es dependiendo de la cantidad de terreno que se tengan , Sandin (1980), la cosecha es en base a los ordenes.

El secado de las semillas se realiza durante 48 horas a una temperatura ambiente de 25 a 30°C., limpieza y se quitan las espinas.

Guenkov (1983), dice que la debida preparación , consiste en separar sus espinas con una maquina especial.

Moreno (1985)\* , dice que cuando las semillas son pocas; se deben de calentar poco tiempo y luego glpearlas hasta soltar las espinas.

---

\*Comunicación Personal con Moreno M. Profesor UNAM.

El requisito previo a la iniciación de una respuesta de una planta ante la luz es que, ésta sea absorbida.

Esto implica la necesidad de un receptor de algún tipo -- (generalmente un pigmento), que debe estar presente y sea capaz de absorber la longitud o longitudes de onda de luz responsables de la respuesta. En muchos casos, la absorción de luz por el receptor hace que éste se vuelva más reactivo, lo cual a su vez desencadena una cadena de reacciones químicas que conducen en último término a una respuesta general de la planta.

La absorción de luz, con activación subsiguiente de la molécula absorbente, seguida por una serie de reacciones fotoquímicas que conducen a una respuesta general de la planta, se puede denominar proceso fotobiológico.

Muchos de los procesos fotobiológicos que tienen lugar en las plantas han sido estudiados por los científicos y en diversos casos, han sido aislados y caracterizados los constituyentes específicos de estos procesos.

Algunos de los procesos fotobiológicos que han sido estudiados con detalle son:

{  
la fotooxidación  
la fotosíntesis  
síntesis de clorofila  
el fototropismo  
la fotoperiodicidad

El término fotoperiodicidad escapa a una definición precisa en general, se le define: Como la respuesta de una planta a la longitud relativa de los periodos de luz y oscuridad. Pero se puede modificar en varios aspectos. Por ejemplo, la duración del periodo de oscuridad es mucho más importante que la duración

del periodo de luz,

La intensidad y la composición de la luz pueden ser <sup>28</sup>/<sub>ser</sub> características que influyen sobre la magnitud de la respuesta.

La cantidad total de luz recibida puede tener también influencia.

Sin embargo, se acepta de modo general que la duración y el orden de la secuencia es especialmente importante en la iniciación de una respuesta fotoperiódica. Entonces, cualquier respuesta realizada por una planta ante la duración y el orden de alternaciones de periodos de luz y oscuridad puede denominarse respuesta fotoperiódica.

Las plantas responden a las alteraciones de los periodos de luz y oscuridad de un cierto número de maneras distintas. La floración el crecimiento vegetativo, el alargamiento de los entrenudos, la germinación de la semilla y la caída de las hojas constituyen algunos casos de respuestas fotoperiodicas que han sido descubiertos en las plantas. Puesto que la floración fue la primera respuesta fotoperiódica que se descubrió y la que se ha estudiado más extensamente, nuestro estudio de la fotoperiodicidad será básicamente un análisis de este fenómeno.

Tournois (1912) dice que si se somete a las plantas de cañamo a fotoperiodos cortos ( de 6 horas), florece, mientras que si los fotoperiodos son largos, se mantiene en estado vegetativo.

Klebs (1913) dice que la floración puede ser inducida por la iluminación artificial en pleno invierno dentro de un invernadero, aunque el periodo normal de la floración de la planta *sempervivum* corresponde al mes de Junio. Y llegó a la conclusión de que la floración de esta planta viene regulada por la longitud del fotoperiodo y que en esta regulación la luz actúa a modo de un factor catalítico.

Garner y Allard (1920) , compararon 2 plantas:

- 1) Un mutante de hojas grandes de planta de tabaco que se caracteriza por su vigorosa crecimiento vegetativo.
- 2) Un tipo de floración que difiere totalmente de la del tabaco normal.

El 1 no florece en el campo, pero cuando se le lleva a un invernadero, florece a mediados de Diciembre. Al año siguiente, las semillas de esta planta se sembraron junto con el trigo normal. Ocurrió lo mismo: el mutante permaneció en estado vegetativo en el campo, y cuando se le transplantó al invernadero, volvió a florecer en Diciembre.

El siguiente paso consistió en someter a la planta de tabaco (1) a días cortos durante el Verano, colocando la planta en la obscuridad después de exponerla a la cantidad de luz por día que corresponde a un día de Invierno. En estas condiciones el mutante consiguió florecer en Verano. Además se encontró que el mutante podía ser mantenido en forma vegetativa durante los meses de Invierno con sólo alargar los días con luz artificial. Es completamente obvio que la planta 1 solamente florece en condiciones de luz correspondientes a días cortos. Garner y Allard denominaron a la respuesta de la planta 1 (Maryland Mammoth) fotoperiodicidad de la duración del día.

#### 2.4.1 TERMINOLOGIA

El mutante Maryland Mammoth se denominó planta de días cortos, por florecer solamente en condiciones de días cortos. Y se descubrió que las plantas varían considerablemente en cuenta a su respuesta a la longitud del día. Algunas, plantas los fotoperiodos de días largos inducen a la floración, mientras que estas parecen no responder a ellos, floreciendo indiferentemente en condiciones, de días largos a de días cortos. La siguiente clasificación es en base a un ciclo de luz y de oscuridad de 24 horas.

1) Una planta de días cortos: florece cuando la longitud del día es inferior a cierta longitud crítica. Las condiciones de luz que superan esta longitud crítica mantendrán a la planta de días cortos en estado vegetativo. La longitud crítica del día es distinta según las especies.

Ejemplo: Planta de día corto: *Nicotina tabacum* (Maryland Mombeth), *Xanthium Pennsylvanicum* (abrojo), *Glycein max* (soya).

2) Una planta de días largos: florece cuando se sobrepasa una cantidad de horas, luz crítica.

También en este caso, la longitud crítica de la exposición a la luz difiere de una u otra especie. Algunos ejemplos de plantas de días largos son: *Spinacea oleracea* (espinaca), *Beta vulgaris* (remolacha azucarera), *Hyoscyamus niger* (beleno negro) venenosa.

3) Las plantas indiferentes florecen después de un cierto período de crecimiento vegetativo, independientemente del fotoperíodo.

Algunos ejemplos de plantas indiferentes son: *Lycopersicum - esculentum* (tomate), *Mirabilis* (maravilla) perenne, algunas variedades de guisante (*pisum sativum*) frijol.

Aunque son relativamente raras, existen algunas plantas que exigen para florecer un fotoperíodo largo seguido por otro corto. Asimismo, son relativamente pocas las plantas que florecen cuando hay fotoperíodos cortos seguidos por fotoperíodos largos. Dichas plantas, que para florecer precisan de una alternancia días largos-días cortos o días cortos-días largos, no florecen si se les mantiene en condiciones continuas de fotoperíodo largo o corto.

Es importante observar que la clasificación anterior se basa en la capacidad de la planta de florecer o no hacerlo cuando está sometida a un fotoperíodo que supera o es inferior a una cierta longitud crítica.

Esta clasificación no implica que todas las plantas de día -- corto florezcan en fotoperíodos inferiores a los fotoperíodos que indican la floración en plantas de día largo. Un ejemplo que aclararía este punto sería comparar una planta de días - cortos, *Xanthium*, con otra de días largos, *Hyoscyamus*. *Xanthium* tiene una longitud crítica de luz de 15.5 horas y florece si no se recupera este valor crítico. *Hyoscyamus* tiene una longitud crítica de 11 horas y florecerá cuando se sobrepase este valor crítico.

El punto significativo aquí estriba en que tanto *Xanthium*, planta de días cortos, como *Hyoscyamus*, planta de días largos, si se les somete a un fotoperíodo de 13 horas.

Así pues, el factor que delimita los dos grupos no es el número de horas de luz recibida, sino en que momento florecerá una planta, si antes o bien después de pasado un período de luz crítico.

#### 2.4.2 IMPORTANCIA DEL PERIODO DE OSCURIDAD

En condiciones normales, las plantas están sujetas a un ciclo de luz y oscuridad de 24 horas. Los primeros investigadores usaron un ciclo de 24 horas.

Pronto se dieron cuenta de que un análisis más profundo de la fotoperiodicidad debería realizarse cambiando el ciclo normal, por ejemplo alternando un período de 9 horas de luz con otro de 8 horas de oscuridad, o alternando un período de 16 horas de luz con otra de 16 horas de oscuridad.

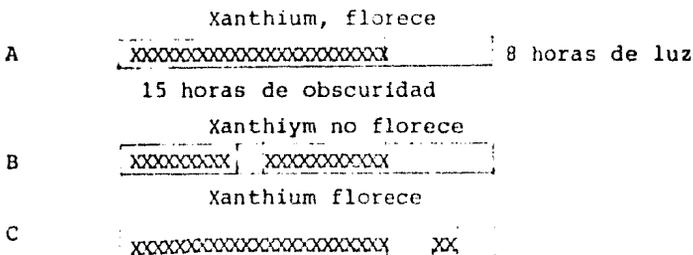
Después de someter a las plantas de día corto a ciclos distintos del de 24 horas, quedó demostrado de forma convincente que la floración de las plantas es más una respuesta al período de oscuridad que al período de luz. Es decir, las plantas de días cortos florecen cuando se les ha dado un período de oscuridad que supera al período crítico, y las plantas de días largos flo

recen cuando la duración del periodo oscuro es inferior al - valor crítico.

La importancia del periodo oscuro sobre la floración fué denotada por primera vez por Hamner y Bonner, (1938) en su trabajo sobre Xanthium, una planta de días cortos.

Estos investigadores demostraron que puede hacerse que Xanthium se mantenga sin florecer aunque se le aplique el ciclo fotoinductivo correcto, con sólo interrumpir el periodo de obscuridad con un breve periodo de luz (interrupción luminosa).

"Esquema con la importancia de la obscuridad"



- A) Planta Xanthium tratada con un ciclo fotoinductor, con 16 horas de obscuridad y 8 de luz florece.
- B) Planta de Xanthium tratada con un ciclo fotoinductor de 16 horas de obscuridad y 8 horas de luz con un breve periodo de luz interrumpiendo el periodo de obscuridad en su mitad (no florece).
- C) 16 horas obscuridad y 8 horas luz y a la mitad de las 8 periodo de obscuridad (florece).

Si se interrumpe el periodo luminoso con un breve periodo de obscuridad no se obtiene ningún efecto apreciable. El periodo de obscuridad largo necesario para la floración de Xanthium quedó fragmentado en dos periodos cortos manteniendo

así a la planta en un estado vegetativo.

La idea de que el periodo obscuro es la parte más importante del ciclo fotoperiodico ha recibido un considerable número de pruebas a favor, según Hammer, (1940).

Trabajando con plantas de hoja de Biloxi (*glycine max*; soya) plantas de días cortos, este investigador encontró que la floración no puede ser inducida a menos que las plantas reciban periodos de obscuridad superiores a 10 horas, mientras que la longitud del fotoperiodo no tiene ninguna importancia.

#### 2.4.3 IMPORTANCIA DEL FOTOPERIODO

Aunque la longitud del fotoperiodo no tenga ninguna influencia sobre la aparición de las flores, puede comprobarse que presenta una influencia de tipo cuantitativo. Al aumentar la longitud del fotoperiodo se obtiene un incremento del número de primordios florales. El aumento del periodo de obscuridad más allá de las 12 horas no tiene ninguna influencia. Mientras que la longitud del periodo de obscuridad determinó la iniciación real de los primordios florales, la longitud del periodo de luz determina el número de primordios florales que van a ser producidos Hammer, (1940).

"La respuesta óptima para la hoja de Biloxi consiste en un fotociclo integrado por 16 horas de obscuridad y 11 horas de luz".

Los fotoperiodos de duración superior o inferior a 11 horas provocan la diferenciación de un número inferior de primordios florales.

La intensidad de la luz puede tener efectos indirectos, por ejemplo, sobre la regulación de la cantidad de azúcares - que fluyen a las regiones meristemáticas capaces de iniciar los primordios florales.

Así, Takimoto, (1960), logró en parte provocar la floración en la obscuridad suministrando a las plantas soluciones azucaradas. Además, la efectividad del fotoperiodo disminuye en ausencia de bióxido de carbono.

Van der Veen y Meijer, (1959). Este efecto intensificador del azúcar administrado externamente y del  $\text{CO}_2$ , indica con certeza que el substrato proporcionado por fotosíntesis tiene algún efecto sobre la capacidad de la planta para producir flores. Además de este efecto indirecto, a través de la fotosíntesis, la intensidad de la luz puede tener una importancia directa en la síntesis de algún factor u hormón necesario para la formación de las flores.

Hammer (1940), estudió el efecto cuantitativo de la duración de la luz y de su intensidad, sobre la iniciación floral de plantas de hoja de Biloxi sometidos a un ciclo fotoinductor. Encontró que, a intensidades inferiores a 100 candelas-pie, no se producían flores. Al aumentar la intensidad luminosa aumentaba el número de flores producidos.

De un experimento con fotoperiodo de 10 horas y 5 horas el fotoperiodo más largo es el que produce mayor número de flores.

#### 2.4.4 CICLOS FOTOINDUCTORES

Los primeros científicos que trabajaron sobre la fotoperiodicidad y la floración se dedicaron más a estudiar el número y calidad de las flores obtenidas que la duración del ciclo que había que aplicar a una planta para obtener en ella la floración empezando por la diferenciación de dos primordios florales. Sin embargo, el número de ciclos que se muestran para inducir la floración varía ampliamente con las especies de las plantas. Por ejemplo, *Xanthium pennsylvanicum* requiere un solo ciclo fotoinductor para iniciar los primordios florales,

contrastando con ello, *Salvia occidentalis*, una planta de días cortos, requiere por lo menos 17 ciclos fotoinductores hasta que florece. Vander Veen y Meijer (1959) y *Plantago lanceolata*, una planta de días largos, necesita recibir 25 ciclos fotoinductores para dar una respuesta floral máxima Hillman (1962).

Debe entenderse bien que la formación de flores por una planta se rige, con respecto a la fotoperiodicidad, por la ley del todo o nada.

Una vez una planta dada ha recibido un número de ciclos fotoinductores, florecerá aunque se la devuelva inmediatamente a las condiciones de ciclos no inductores. En plantas de día corto se ha observado una inducción parcial. Una de estas plantas, *Impatiens balsamina*, por ejemplo, requiere solamente tres ciclos fotoinductores para la iniciación de las yemas florales. Sin embargo, para que estas yemas formen flores son necesarios más de ocho ciclos fotoinductores Nanda y Krishnamoorthy (1967).

En las plantas de días largos puede obtenerse una inducción parcial. *Plantago lanceolata*, una planta de días largos, necesita 25 ciclos fotoinductores para formar el 100% de las inflorescencias. Si se dan a la planta 10 ciclos fotoinductores y se las coloca después en ausencia de ciclos inductores, no florecerá. Sin embargo, cuando la planta se devuelve a un ciclo fotoinductor, sólo se necesitan 15 ciclos para producir el 100% de las inflorescencias Hillman (1962).

La formación de primordios florales por una planta acuática, *Lemna gibba*, requiere un mínimo de un día largo. Sin embargo, se necesitan por lo menos 6 días largos para obtener flores maduras, de forma que parece ser que los días largos son necesarios para las fases iniciales del desarrollo de la flor en esta planta Cleland y Briggs (1967).

Naylor (1941) y Lang y Melchers (1947), han obtenido - resultados parecidos trabajando con otras plantas de día largo.

Todo ésto parece exigir que exista algún factor que interviene en la respuesta de floración y que se va acumulando durante el ciclo inductor. En algunas plantas (por ejemplo Xanthium), se acumula suficiente cantidad de dicho factor en un sólo ciclo para provocar la floración. En otras plantas se necesita más de un ciclo inductor. En plantas de días largos no parece que el ciclo de inductor modifique los efectos de una disposición previa a un ciclo inductor.

El ciclo no inductor de plantas de días cortos parece, sin embargo, ser inhibitorio.

Schwabe (1959), ha demostrado este efecto en varias plantas de días cortos, al alternar ciclos inductores y no inductores. El ciclo no inductor inhibe el efecto del ciclo inductor previo.

#### PERCEPCION DEL ESTIMULO FOTOPERIODICO Y PRESENCIA DE UN HORMON FLORAL.

La parte de la planta que recibe el estímulo fotoperiodico según los primeros estudios serían los órganos de la planta como las hojas y las yemas.

Knott (1934), demostró que en la espinaca, una planta de días largos, las hojas son los receptores del estímulo fotoperiodico. Además, postuló que algo se produce en las hojas en respuesta al ciclo fotoinductor, y que este algo es transportado hasta el extremo del ápice, en donde provoca la formación de primordios florales.

Existe un cúmulo de pruebas en apoyo de que los órganos de percepción en la respuesta de floración a los ciclos fotoinductores son las hojas. En muchos casos, aplicando los ciclos fotoinductores a una sola hoja, mientras se mantiene al

resto de la hoja en un ciclo no inductor se consigue provocar la floración.

Hammer y Bonner (1938), dicen que si se expone una sola hoja de *Xanthium* a fotoperiodos cortos, mientras que el resto de la planta recibe fotoperiodos largos, se forman flores. Si se injerta hojas fotoinducidas a otra planta no inducida en la cual previamente fue defoliado la planta receptora florecerá Heinze (1942), Naylor (1953).

Para que se produzca la floración es necesaria una cantidad mínima de tejido floral Barber y Pantom (1953), Holdsworth (1956).

La fase de desarrollo de la hoja es también importante de cara a la sensibilidad de la inducción fotoperiodica. Por ejemplo, se ha visto que las horas de *Xanthium* parcialmente maduras son especialmente sensibles, mientras que las hojas muy jóvenes a las maduras son mucho menos sensibles a la inducción fotoperiodica Khudairi y Hammer (1954).

Cosa bastante sorprendente, las hojas maduras también parecen capaces de neutralizar el efecto de promoción de la floración de un estímulo fotoperiodico.

Es decir, cuando una hoja o una rama fotoinducidas se injertan sobre una planta sometida a un ciclo no inductor, las hojas maduras que se encuentran en la planta receptora se comportan de manera antagonista frente a la progresión de la respuesta de floración. La defoliación de la planta receptora elimina este antagonismo.

#### 2.4.5 PRESENCIA DE UN HORMON FLORAL

Parece ser que el factor de la floración producido en las hojas fotoinducidos es transportado por la planta con relativa facilidad. Un investigador, estudiando el hormón floral producido en *Chrysanthemum*, demostró la difusión de este hor-

món a través de una unión de injertos incompleta separada por un espacio ocupado por agua Moshkov (1937). Sin embargo, este experimento nunca ha podido ser repetido con éxito Galston (1949), Moshkov (1939).

Cajlachjan (1936), que ha realizado muchos experimentos demostrando la existencia probable de un hormón floral, ha dado a este hormón hasta ahora no aislado el nombre de florígeno.

Existen indicios de que el florígeno pueda ser un compuesto isoprenoide o del grupo de esteroides Biswas (1966); Bonner (1963); Lang (1965).

Quizá la demostración más espectacular de la facilidad con que es transportado el hormón floral sea la que se realizó en plantas de Xanthium de ramificación bifurcada injertada en serie. Si se aplica a la rama terminal de una de estas series de plantas un ciclo fotoinductor, se obtendrá la floración de la totalidad de las 6 plantas en una reacción de cadena Naylor (1961).

Zeevaart (1958), quien injertó plantas de día largo en plantas de día corto y viceversa. Cuando Sedum spectabilis, una planta de días largos fué injertada sobre kalan chobossfeldiana, una planta de días cortos, floreció en condiciones de días cortos. Cuando esta última planta se injertó sobre la de días largos, floreció en condiciones de días largos.

En otras palabras, estos experimentos demostraron que el florígeno no es específico para cada especie vegetal sino que tiene las mismas propiedades o casi las mismas en las plantas de días largos que en las de días cortos.

#### COMPOSICION DE LA LUZ Y FOTOPERIODICIDAD

Los primeros trabajos sobre la fotoperiodicidad se consagró a dos efectos de luz blanca sobre la floración o sea los

efectos combinados de todas las longitudes de onda del espectro visible.

En la fotosíntesis, las longitudes de onda más efectivas se encuentran en las regiones del azul y del rojo. Es en estas regiones que la clorofila absorbe las ondas de forma más intensa.

El interés principal es determinar el espectro de acción del efecto inhibitorio de las interrupciones luminosas aplicadas durante el período de oscuridad.

El primer espectro de acción para la regulación de la floración fué obtenida en 1946 por Parker (1946), trabajando con dos plantas de días cortos, *Xanthium* y soja de bilozi. De aquel tiempo a éste se han medido diversos espectros de acción, tanto para plantas de día coeto como para planta de día largo.

Todos estos espectros resultan coincidir en lo esencial, lo cual indica que el receptor de las longitudes de onda de luz efectivas en la fotoperiodicidad es común a todas las plantas.

Si la noche larga de un ciclo fotoinductor aplicado a *Xanthium* se interrumpe por un breve destello de luz (interrupción luminosa), la planta no florece. Un espectro de luz correspondiente a la efectividad de las distintas longitudes de onda de luz demuestra que los más eficaces de cara a la inhibición de la floración se encuentran entre 620 y 660 m $\mu$  (anaranjado-rojo) con un máximo situado aproximadamente a 640 m $\mu$  Hendricks y Borthwick (1954).

Por ello, la luz roja se considera la radiación más efectiva para las reacciones de interrupción luminosa. Cuando se emplea sola, la radiación infrarroja no tiene ningún efecto como factor de interrupción luminosa; es decir, no convierte una noche larga en dos noches cortas.

Sin embargo, Borthwick (1956), Downs (1956), nos señala que la radiación infrarroja es capaz de invertir el efecto

de interrupción luminosa de la luz roja. Si un breve destello de radiación infrarroja se aplica inmediatamente después de un breve destello de luz roja en el transcurso de una noche larga correspondiente a un ciclo fotoinductor para plantas de días cortos, se presenta la floración.

Si la radiación infrarroja es seguida inmediatamente después por luz roja, la floración volverá a quedar inhibida.

En otras palabras, la radiación aplicada en último término determinará la respuesta de la planta.

En este proceso interviene un pigmento que puede existir en dos formas, una absorbente del rojo y otra absorbente del infrarrojo. Las dos formas son interconvertibles fotoquímicamente. Además se ha encontrado que la forma absorbente del infrarrojo se convierte lentamente en la oscuridad en forma absorbente del rojo según Bonner (1962), que la ha realizado en la oscuridad *in vitro*.

Una lenta conversión en forma absorbente del rojo está influida por las condiciones térmicas.

El pigmento aislado por el grupo de Beltsville fué denominado fitocromo Butle (1959, Lane (1962), Siegelman (1962).

El fitocromo es una proteína con un grupo prostético cromóforo cuya estructura básica se parece a la del cromóforo de la ficociamina.

El fitocromo tiene un peso molecular de 60 000 y parece estar localizado en las membranas celulares Galston y Davies (1970). Algunos investigadores creen incluso que la acción más importante del fitocromo se ejerce sobre la permeabilidad de la membrana.

Se han encontrado un cierto de formas de vida corta e intermedias del fitocromo mediante el empleo de técnicas de fotólisis, destello de luz y de baja temperatura.

Borthwick (1956), han sumado los efectos alternativos de la radiación roja e infrarroja sobre las plantas. Ello pone de manifiesto que durante el día (luz blanca), la forma de fitocromo absorbente del infrarrojo se va acumulando en la planta. Esta forma del pigmento es inhibidora de la floración en plantas de días cortos y estimuladora de la floración en plantas de días largos.

Al iniciarse un período de obscuridad, la forma sensible al infrarrojo se ve sometida a una degradación térmica y espontánea originando la forma de fitocromo absorbente del rojo, que estimula la floración de plantas de días cortos y es inhibidora para la floración de plantas de días largos.

La interrupción del período de obscuridad con luz roja retomara la forma absorbente del rojo que se había ido acumulando en forma absorbente del infrarrojo, inhibiendo así la floración en plantas de días cortos. Si la interrupción realizada con luz roja es seguida por otra interrupción con luz infrarroja, la influencia de la luz roja queda borrada.

Las conclusiones de numerosos estudios indican que el fitocromo está presente en todas las plantas y también se han detectado en las siguientes partes de las plantas como son: raíces, tallos, cotiledones, límbos de hojas, peciolo, yemas vegetativas, frutos en desarrollo Hillman (1967).

#### 2.4.6 LAS GIBERELINAS Y LA RESPUESTA DE FLORACION

La aplicación de giberelinas a la mayor parte de plantas de día largo logrará que florezcan aunque se encuentren sometidos a un ciclo no inductor.

Sin embargo, se admite que la giberelina no es un hormón floral o por lo menos, no provoca la floración de forma directa. Dos tipos de pruebas apoyan esta suposición. La estimulación de la floración aplicando condiciones de días largos

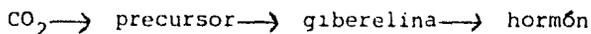
o aplicando giberelinas a plantas de días largos parece ser distinta.

En primer lugar, con inducción de días largos la diferenciación, de los primordios florales se produce de modo simultáneo con el alargamiento caulinar Lockhart (1961).

En la inducción de la floración con giberelina, el alargamiento del tallo se produce en cierto tiempo antes de que puedan observarse los primordios florales Lang (1957), Wittwer y Bukovac (1957), lo cual parece indicar que el crecimiento y la diferenciación estimulados por la giberelina pueden llenar las necesidades de la diferenciación y desarrollo florales. Esto sería importante para la inducción indirecta de la floración.

En segundo lugar, las giberelinas se han revelado incapaces de promover la floración en plantas de días cortos sometidos a un ciclo no inductor.

No se ha aclarado de forma convincente si las giberelinas están o no directamente relacionadas con la inducción de la floración. (Brian (1958, 1959), ha incluido la giberelina en un esquema para explicar las reacciones fotoperiodicas. Brian ha emitido la teoría de que durante el fotoperiodo se sintetiza un hormón del grupo de las giberelinas.



El precursor debe ser ligeramente estimulador, neutro o antagonista de la floración.

La luz roja provoca la conversión del precursor en hormón del grupo de las giberelinas.

Durante el periodo de obscuridad se da una lenta reconversión de dicho hormón en su precursor.

Esta reacción inversa resulta acelerada por la radia-

ción infrarroja.

43 /

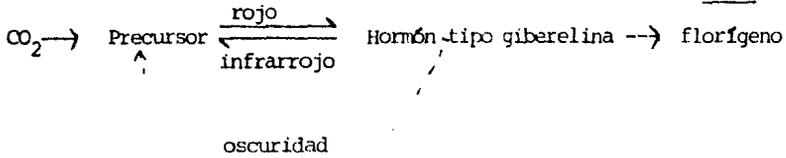
Si ésto es cierto, se debe admitir que la concentración del hormón del grupo de la giberelina en la planta debe ir ligada a la longitud del fotoperiodo. Y si asociamos la síntesis de florígeno con la acumulación de hormón del grupo de las giberelinas, podemos formular una teoría que incluya la giberelina en la respuesta de floración de las plantas.

Se admite que para la producción de florígeno en las plantas de días largos debe mantenerse en ellas un elevado nivel de hormón del grupo de la giberelina. En plantas de días cortos esta situación se invierte y para obtener respuesta de floración es óptimo un nivel bajo de hormón del tipo de la giberelina. Sin embargo, una vez producida suficiente cantidad de florígeno la floración tendrá lugar tanto en las plantas de días cortos como en las de días largos.

Cajlachjan (1961) ha realizado mediciones de los niveles de giberelinas en las hojas de plantas de días cortos y de plantas de días largos, colocadas en condiciones de ciclo fotoinductor y de ciclo no fotoinductor. Sus resultados indican que el contenido de giberelinas es máximo en condiciones de días largos, independientemente del tipo de plantas empleado.

Cajlachjan (1958) ha elaborado una hipótesis que asocia la giberelina con el hormón floral en la respuesta fotoperiódica de floración. De acuerdo con él, en el proceso de la floración intervienen dos pasos, el primero de ellos con la intervención de la giberelina, y el segundo posibilidad por el factor de floración denominado "ANTESINA".

En conjunto, la giberelina y la antesina constituyen la que denominábamos florígeno.



En plantas de días largos con ciclos no inductores, existe suficiente cantidad de antesina pero no hay bastante giberelina. Esta situación queda invertida en las plantas de días cortos con ciclos no inductores, en los cuales el contenido en giberelina es elevado y el contenido en antesina es bajo.

Esto explicaría la estimulación de la floración al aplicar giberelina a plantas de días largos en condiciones de ciclo no inductivo. Además, explica los efectos nulos de las giberelinas cuando se les aplica a plantas de días cortos en condiciones de ciclo no inductivo.

No todas las plantas florecen cuando se las somete al fotoperíodo correcto. En muchas plantas la temperatura tiene una profunda influencia sobre la iniciación y el desarrollo de las estructuras reproductoras. El efecto de la temperatura es más metabólico que catabólico en plantas anuales, ó sea su crecimiento es en primavera, florecen en verano, dan fruto y semillas en otoño.

En las plantas bianuales el cambio es totalmente diferente: se mantienen en estado vegetativo durante el primer año de su crecimiento.

Si no quedaran expuestas a un tratamiento por el frío, la mayoría de estas plantas permanecerían en estado vegetativo de forma indefinida.

Sin embargo, por exposición prolongada a bajas temperaturas seguida por el fotoperíodo correcto, estas plantas que exigen frío florecerán.

La necesidad de un período frío quedó probado de forma inequívoca cuando se demostró que en la mayoría de las plantas bianuales un tratamiento frío "artificial" seguido por el período y la temperatura correcta desencadenaba la floración de la planta durante la primera temporada de su crecimiento. Así, se puede hacer florecer una planta bianual en el mismo período de tiempo requerido para floración de las anuales.

La definición de vernalización, Chovard (1960) es: "La adquisición o aceleración de la capacidad de florecer con empleo de un tratamiento por el frío". Los cultivadores de una manera empírica han reconocido la necesidad de un período frío para que algunas bianuales floreen.

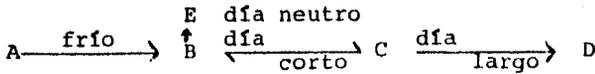
La vernalización por sí sola no induce la floración, sino que se limita a preparar a la planta para la floración. Esto contrasta con los efectos de la fotoperiodicidad sobre la floración, en que el ciclo inductivo fotoperiódico no sólo prepara la planta para la floración sino que también interviene directamente en su iniciación.

Con frecuencia la propiedad de las plantas de responder a los tratamientos por el frío está determinado genéticamente según parece, por el complejo genético necesario para iniciar los cambios químicos necesarios para la floración, falta en el beleño bianual y puede ser sustituido por un tratamiento por el frío.

El centeno de invierno puede ser vernalizado en forma de semilla. (No es necesario la vernalización).

El beleño deberá de tener por lo menos 10 días de edad y estar en la fase de roseta.

En condiciones de luz continua, el centeno de invierno no vernalizado florece en 15 semanas. Sin embargo, una vez vernalizada florece en aproximadamente 7 1/2 semanas. Así, en el centeno la vernalización sirve para acortar el tiempo que media hasta la floración y no es una necesidad absoluta, Gott y otros, (1955).



Modelo B; es algún compuesto que forma parte de la cadena de reacciones que conduce a la floración. Este sistema de reacciones desde B a D está regulado fotoperiódicamente y, posiblemente, conduce a la síntesis de un hormón floral. En el centeno de primavera, B, o bien se encuentra presente en el embrión o se produce a partir de A a temperaturas normales.

Sin embargo, en el centeno de invierno la producción de B se ve retardado, aunque no quede completamente inhibida. Esta sustancia se acumula lentamente durante el crecimiento de la planta. En el centeno de invierno, la exposición a temperaturas bajas acelera la producción de B.

Purvis, (1961), creé que B se acumula incluso a temperaturas normales apoyándose en dos razones; en primer lugar, la floración acaba teniendo lugar en condiciones de luz continua, incluso en ausencia de tratamiento por el frío. En segundo lugar, incluso en las especies que presentan una necesidad obligada de vernalización (por ejemplo el beleño), una vez vernalizadas permanecen así aunque la planta se someta a un fotociclo no inductor. Se ha sugerido que B, una vez producido por la vernalización, va aumentando en cantidad sin que continúe la influencia posterior de las temperaturas bajas.

La reacción de B a C y de C a D está influida por la regulación fotoperiódica. La reacción de pase de B a E (sustancia formada de hojas), es indiferente respecto a las horas

de luz y tiene lugar a intensidades máximas cuando la reacción de B a C está bloqueada o inhibida.

En el esquema de Purvis, D representa el hormón de la floración, y C es un intermediario capaz de iniciar las primeras fases de la formación de flores.

En condiciones de luz continua, B solo se convierte en C de modo lento, y esta última sustancia se convierte rápidamente en D, el hormón de la floración. La continua eliminación de C para formar D mantiene la reacción de B a C en marcha a pesar de la presencia desfavorable de la luz continua sobre la reacción de B a C. Al final, D alcanza una concentración crítica que desencadena la floración.

En condiciones de días cortos la reacción de C a D resulta inhibida, lo cual provoca la reacción inversa, de C a B y de B a E, con la que se mantiene a la planta en estado vegetativo.

Este estado persistirá hasta que la reacción de C a D inhibida acabe por acumular la cantidad crítica de D necesaria para que se desencadene la floración.

Algunos de los aspectos más importantes del estudio de la vernalización en el centeno, el beleño y plantas parecidas son:

- a) el punto sensible a la vernalización.
- b) la influencia de la temperatura y de la duración de exposición.
- c) transmisión de la vernalización por experimentos de injertos
- d) factor edad
- e) desvernalización
- f) sustitución de la giberelina por un tratamiento por el frío.

Experimentos con distintas plantas que requieren tratamiento por el frío, entre los cuales está el beleño, parecen indicar sin lugar a dudas que el punto sensible a la vernalización es el punto de crecimiento.

Melchers (1936; 1937), ha llegado también a la conclusión de que el ápice caulinar es parte de la planta que responde inicialmente al tratamiento por el frío.

Al parecer, el ápice del tallo es el punto de percepción de la vernalización, y el estímulo es transportado a las otras regiones de la planta.

Schwabe (1954) encontró que si se mantiene el ápice de plantas, no se obtienen resultados apreciables de cara a la floración.

Purvis (1940) dice que los ápices cortados a partir de embriones embebidos en agua y mantenidos en un medio con sacarosa e iones minerales podían ser vernalizados.

Sin embargo, Wellensiek ha puesto en duda que el ápice de crecimiento sea el único punto de percepción de la vernalización. Ha demostrado que tanto las hojas como las raíces aisladas de *lunaria biennis* pueden ser vernalizadas (1961; 1962). Si se sometía a estas partes aisladas a un tratamiento por el frío, las plantas separadas a partir de dichas partes aisladas florecían.

Wellensiek llegó con ello a la conclusión de que para la percepción de la vernalización son necesarias células en división, sin importar cual sea su localización en la planta.

## 2.5.2 INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y DE LA DURACION DE LA EXPOSICION. (sobre la eficacia de la vernalización (Beleño))

Lang (1951) con el beleño, existe la relación de las

temperaturas son buenas desde 3 a 17°C. si el periodo de vernalización era de 105 días, 10°C. en 15 días tratamiento mas eficaz exigia 23 días para iniciar la floración.

El periodo de vernalización se extendia a 42 días lo más efectivo es entre 3 y 6°C. que requieren 10 días.

Hansel(1953); en centeno de invierno. Señala que la vernalización deja de producirse a temperatura por debajo de -4°C. pero desde ésta temperatura hasta los 14°C. se observa vernalización.

Se produce un rápido descenso en la intensidad de la vernalización cuando las temperaturas se incrementan desde 7 a 15°C., Fig. A.

De lo anterior se deduce claramente que la respuesta de floración ante la vernalización depende de la temperatura empleada y de la duración del periodo de vernalización.

La combinación de temperatura y de tiempo de exposición mas eficaz debe determinarse por cada especie de planta.

### 2.5.3 FACTOR EDAD

Uno de los aspectos del fenómeno de la vernalización es la relación entre la edad de la planta y su respuesta de bajas temperaturas. La edad de cada especie es distinta para el efecto de vernalización.

Lang(1961) y Purvís (1961) dicen que en forma eficaz la semilla en germinación y los embriones que se estan desarrollando en la planta madre pueden ser vernalizados.

Existen muchas plantas de las que requieren periodo frío que precisan de un cierto periodo de crecimiento antes de volverse sensibles a los tratamientos por baja temperatura.

La estirpe bisanual de *Hyoscyamus niger* debe estar en

forma de roseta y haber completado 10 días de crecimiento antes de que pueda observarse en ella la sensibilidad a la vernalización. De hecho, Sarkar (1958), ha señalado que no se alcanza la sensibilidad máxima hasta que *h. niger* ha totalizado 30 días de crecimiento.

En otras plantas de sensibilidad a la vernalización depende del número de hojas producidas. Por ejemplo, en *Oenothera*, para que la vernalización sea efectiva deben estar presentes, por lo menos, de 6 a 8 hojas, Chovard (1952), y en las coles de Bruselas se requieren por lo menos 30 horas según Stokes y Verker (1951).

El término "Madurez para florear" introducido por Klebs, 1913 y empleado para designar el tiempo durante el cual una planta es sensible al fotoperíodo, puede también ser empleado en el estudio de la vernalización. En las plantas que requieren período frío, la fase de madurez para florecer se alcanza cuando la planta ha colmado su exigencia de período frío. La importancia del crecimiento vegetativo, por ejemplo, un número mínimo de hojas o de nudos, se emplea muchas veces como medida para determinar si la planta ha alcanzado o no la fase de madurez para la floración.

La necesidad de que se haya alcanzado un cierto grado de crecimiento vegetativo nos indica que para que la sensibilidad sea máxima es necesario la acumulación de algún factor (quizás un receptor del estímulo de vernalización). El hecho de que en muchas plantas sea indispensable un número mínimo de hojas apoya esta idea, puesto que la síntesis de la mayoría de los compuestos que se encuentran en una planta depende de la fotosíntesis. En las plantas cuyas semillas pueden ser vernalizadas (por ejemplo, en los cereales), nuestra sustancia hipotética debe estar ya presente en cantidades suficientes, ya sea precedente de la planta madre o sintetizada durante el desarrollo del embrión.

El estudio de la sensibilidad a la vernalización de *Arabidopsis thaliana* en diferentes etapas del crecimiento ha producido algunos resultados interesantes Napp-zinn (1960).

La semilla de *A. thaliana* es muy sensible a la vernalización. Esta sensibilidad disminuye con el desarrollo de la --plantula hasta que se alcanza un punto de sensibilidad relativamente bajo en la segunda semana del desarrollo. Durante el desarrollo subsiguiente de la planta, se produce un marcado -cambio en la sensibilidad a los tratamientos con baja temperatura. La sensibilidad de la planta aumenta ahora con la edad.

Podemos interpretar la pérdida de sensibilidad de *A. thaliana* en los primeros tiempos de su desarrollo como provocada por el agotamiento de las reservas alimenticias de la semilla. El aumento de la sensibilidad podría estar relacionado con el aumento de los glúcidos debido a la actividad fotosintética.

Trabajando con la vernalización de embriones de centeno de invierno, se han obtenido nuevas pruebas a favor de la intervención de los glúcidos en el proceso de la vernalización. Embriones separados del endospermo (es decir, de las reservas alimenticias) y colocados en un medio con sacarosa y sales minerales produjeron plantas normales, Purvis (1961).

Estos embriones pueden también ser vernalizados. Sin embargo, la vernalización se ve retardada, aunque acaba produciendo, si se priva a los embriones del substrato glucídico Purvis, (1947).

Como señala Purvis (1947), esto no significa necesariamente que solo los azúcares aceleren el proceso de la vernalización, puesto que pueden ser movilizados algunos glucidos del embrión menos móviles (por ejemplo, hemicelulosas).

Aunque no se haya demostrado hasta ahora de forma incontestable, parece ser que existe una buena cantidad de pruebas a favor de la idea de que en el proceso de la vernalización se consumen gúlcidos. Por lo cual, claro esta, estos tienen un papel esencial en dicho proceso.

#### 2.5.4 DESVERNALIZACION

En el estudio de la fotoperiodicidad, observamos que la estimulación de la floración por la luz roja podía ser contrarrestada, por los rayos infrarrojos. Del mismo modo como la estimulación de la floración debido a un destello de luz roja puede ser contrarrestada, también puede serlo el estímulo para la floración debido a la vernalización. Esto puede realizarse con granos vernalizados de cebada de invierno, secando los granos y almacenándolos en ambiente seco durante varias semanas. Estos granos conservan las propiedades de la vernalización durante 6 semanas, para al cabo de 8 semanas se hallan casi completamente desvernalizados Gregor y Purvis (1938).

Sin embargo, el factor de desvernalización más eficaz es la temperatura elevada. Se han descrito varios casos en los que la aplicación de temperatura elevada después de la vernalización borraba el efecto del tratamiento por la baja temperatura. En efecto, incluso una interrelación de temperatura alta durante la temperatura baja del período de vernalización es suficiente para debilitar la respuesta de vernalización.

Las primeras citas de esta acción contraria a la vernalización en el caso del trigo afirmaban que el efecto de la vernalización podía quedar completamente suprimido si era seguido inmediatamente por una exposición a temperaturas próximas a 35°C.

Sin embargo, Purvis y Gregory (1952), hallaron que la eliminación completa de la vernalización en el centeno de invierno solo podía lograrse como consecuencia de un período de vernalización muy breve.

Si se aumentaba la curación del tratamiento de vernalización, la estabilidad de la planta ante el efecto contrario de la temperatura quedaba aumentada. En la raza bisanual de Hyoscyamus niger se presenta también una acción contraria a la vernalización de este tipo. Una exposición a temperaturas elevadas próximas a 35°C durante un cierto período de tiempo elimina completamente el efecto de la vernalización Lang y Melchers (1947).

Sin embargo, si se mantiene el beleño vernalizado a una temperatura de 20°C durante un período de 3 a 4 días, ya no es posible la desvernalización.

Después de los efectos de anulación debidos a la temperatura elevada en muchas plantas es posible realizar de nuevo la vernalización. Por ejemplo, en plantas de centeno de invierno, remolacha, azucarera. Arabidopsis, beleño, etc., desvernalizados, se puede regenerar su estado de vernalización aplicando un tratamiento por el frío.

#### 2.5.5. SUSTITUCION DE LA GIBERELINA POR UN TRATAMIENTO POR EL FRIO.

Se dice que el efecto de la giberelina es sobre el espigamiento y la floración de las plantas en roseta. Se menciona también que la posibilidad de sustitución de los tratamientos por bajas temperaturas por las giberelinas se observa solamente entre las plantas en roseta, como el beleño. Sin embargo, se ha opinado que en las plantas en roseta, la giberelina solo puede promover el alargamiento del tallo, pero no la floración.

Entre las plantas caulescentes que requieren período frío, la giberelina no sirve para sustituir el tratamiento frío para lograr la floración.

#### 2.5.6 OTROS FACTORES QUE MODIFICAN EL PROCESO DE LA VERNALIZACION

Podríamos sospechar que puesto que el proceso de la vernalización depende muy probablemente de la cadena de pasos bioquímicos que conducen a la producción de una sustancia activa, la presencia de agua y oxígeno son indispensables en la vernalización de las semillas; el agua para la activación de las enzimas existentes en las semillas, y el oxígeno para la energía respiratoria.

EL AGUA. La vernalización de semillas secas es imposible, a menos que dichas semillas posean un cierto grado de humedad adquirido por inhibición.

Purvis (1961), ha señalado que para que se produzca un cierto grado de germinación, pequeño pero visible, debe haber en las semillas suficiente humedad. En el centeno de invierno encontró que para lograr una vernalización adecuada el agua contenida en las semillas debía representar un 50% del peso seco absoluto.

EL OXIGENO. Si se mantienen los granos en una atmósfera de nitrógeno puro, aunque se les proporcione la cantidad de agua necesaria no responden a los tratamientos por el frío Gregory y Purvis (1938).

Aunque bajas, las necesidades de oxígeno son absolutas. El oxígeno es también necesario para la vernalización de las plantas completas Chovard, (1960).

Como puede comprobarse, la respiración es un factor necesario en el fenómeno de la vernalización. Esta conclusión ha recibido apoyo experimental a resultas del estudio del efecto de los inhibidores de la respiración sobre la vernalización.

Se ha visto que la respuesta del trigo de invierno quedaba considerablemente reducida con el empleo de estos inhibidores Chovard y Poignant, (1951).

Se han dado las descripciones detalladas de algunos de los aspectos fundamentales del proceso de la vernalización.

Sin embargo, en nuestro estudio hemos reconocido que algunas plantas no florecían a menos que se expusieran a un período prolongado de temperatura fría. En otras plantas la necesidad de las temperaturas bajas no es absoluta, pero sí esta actúa, el tiempo para la floración queda reducido. Y en un tercer grupo de plantas no se presenta necesidad alguna de temperaturas bajas con respecto a la floración.

El factor fundamental del proceso de la vernalización es la temperatura baja que, sin embargo, no tiene efecto alguno en ausencia de oxígeno, de agua y de reservas adecuadas de glúcidos para la actividad respiratoria. Una vez vernalizada una cierta planta, puede ser desvernalizada mediante tratamiento por temperaturas altas, y en algunos casos revernalizada con otra exposición a la temperatura fría.

Como ocurrió con la fotoperiodicidad, queda aun por recorrer un largo camino para la comprensión del fenómeno de la vernalización. Las manipulaciones físicas conducentes a la vernalización de las plantas han sido en su mayor parte resueltas. Sin embargo, las investigaciones bioquímicas de este proceso han quedado rezagadas. La comprensión de la percepción del estímulo constituido por la temperatura fría y la identificación de los constituyentes que intervienen en la cadena de reacciones que conduce a la síntesis de la sustancia activa son problemas que exigen ser investigados.

Los papeles bioquímicos respectivos de la giberelina, la vernalina y el florígeno deben ser aclarados.

Las respuestas a los problemas de este tipo son difíciles sino imposibles de encontrar. Devlin (1980).

#### 2.5.7 EXPERIMENTOS DE INJERTO

La transmisión de los estímulos de vernalización a través de las uniones de injerto han sido notablemente bien demostradas por Melchers (1936-1937) trabajando con *Hyoscyamus*. Si una parte de una planta (hoja o tallo) de un beleño vernalizado se injerta a otro beleño no vernalizado esta segunda planta florece.

Surge la pregunta de si este caso corresponde a una transmisión de florígeno desde el donante al receptor o de una transmisión de alguna sustancia producida, (vernalina), Merchers (1939) a resultar de la vernalización.

Sin embargo, el florígeno ha sido descartado después de otros experimentos realizados por Melchers y Lanz (1952). Algunos experimentos de Melchers y Lanz. (beleño con tabaco). Suministran algunas pruebas a favor de la existencia de la vernalina. Sin embargo, los ejemplos de la inducción de vernalización de un dador a un receptor son pocos Chovard (1960).

Además, hasta ahora, la vernalina no ha sido extraída ni tan solo en forma impura. Por ello, la existencia de la vernalina, por lo menos como sustancia en forma móvil, se apoya en relativamente pocos experimentos.

En general se piensa que el crecimiento de las plantas - es un proceso continuo desde la germinación hasta la muerte. Sin embargo, casi todas las plantas experimentales en algun - momento de su ciclo vital períodos durante los cuales su creci miento queda temporalmente suspendido, o por lo menos retarda do hasta el punto de no ser observable a simple vista. Este fenómeno suele observarse en las yemas partes de la planta -- relacionadas tanto con la propagación de la planta, como con la continuidad de su desarrollo.

El crecimiento puede quedar suspendido cuando algún fac tor del medio se hace adverso como algunas condiciones espe-- ciales de luz y de temperatura. La detención del crecimiento debido a la falta de algun factor del medio externo indispen sable recibe el nombre, de reposo o letargo.

#### 2.6.1 REPOSO DE LAS YEMAS

Antes de iniciar el crecimiento vegetativo o reproductor, las yemas de muchas especies vegetativas atraviesan un periodo de reposo. Este tipo de reposo de las yemas puede interrumpirse mediante un tratamiento con temperatura fria. Sin --- embargo, si se somete a bajas temperaturas ( 0-10°C) durante un cierto periodo de tiempo y se las devuelve luego al ambien te frío, se interrumpe el reposo y las yemas empiezan a de-- sarrollarse.

Al igual que en la respuesta de floración, la respuesta de las yemas a la fotoperiodicidad esta más directamente liga da a la longitud del periodo obscuro que a la longitud del - periodo de luz.

Wareing (1953), demostró que la interrupción de un perio do de obscuridad largo, que normalmente mantendría las yemas

en fase de reposo, por una ligera interrupción de una hora de luz, es suficiente para provocar la terminación del reposo.

### 2.6.2 LOS COMPUESTOS QUE INTERRUMPEN EL REPOSO DE LA YEMAS

La regulación del tiempo de interrupción del reposo mediante cambios artificiales del medio o por el uso de compuestos activos puede revelar en muchos casos algunos aspectos de los mecanismos que intervienen en el reposo, (la interrupción del reposo por ciertos métodos artificiales representa con frecuencia un aspecto de interés económico para el agricultor).

Algunas de las sustancias químicas en las que se han encontrado actividad para interrumpir el reposo son:

- 1) la etilenclorhidrina
- 2) la tiourea
- 3) la giberelina

Etilenclorhidrina ( $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ). Denney (1926), dice que la etilenclorhidrina es un compuesto especialmente activo. Este compuesto es altamente efectivo para estimular el entallamiento, además se demostró ser muy eficaz para interrumpir el reposo de las yemas si se aplica en forma de vapor y de su aplicación pueden producirse diversos cambios metabólicos -- Crocker (1948).

Tiourea ( $\text{NH}_2\text{CSNH}_2$ ). Esta se ha demostrado ser eficaz -- para forzar el entallecimiento. El efecto de la tiourea no es normal, puesto que puede provocar el crecimiento de varios primordios de yemas. Por ejemplo, en papa se ha observado -- la formación de hasta ocho brotes pro "ojo", Crocker (1948).-

En cambio, la etilenclorhidrina provoca el crecimiento de un solo brote por cada "ojo".

Giberelina. Puede actuar como sustancia interruptora -- del reposo de las yemas.

Es un compuesto natural, a diferencia de las dos anteriores que no lo son y puede intervenir como factor regulador en los procesos generales del reposo de las yemas. Rappaport (1957; 1958). Donaho y Walker (1957), demostraron con buen éxito la interrupción de las yemas en reposo.

En general, en las plantas que requieren un periodo de -- temperatura baja para interrumpir el reposo, la giberelina -- puede substituir el tratamiento por el frío y forzar la interrupción del reposo,

Smith y Rappaport ( 1961) , dicen que la inducción del entaltecimiento por la giberelina puede realizarse en cual -- quier momento desde el principio del crecimiento hasta el -- final del periodo de reposo, los mismos autores indicaron que la concentración de giberelina endógena se mantiene baja durante el periodo de reposo, pero aumenta tres veces en cuanto la planta empieza a brotar.

El reposo de las yemas es un fenómeno que se encuentra -- comunmente en una gran variedad de especies de plantas.

Básicamente, se trata de un proceso protector, que permite que los delicados meristemas sobrevivan durante las temperaturas frías del invierno sin sufrir daños irreparables.

Diferentes autores han aprendido a provocar o interrumpir a voluntad mediante la producción de substancias químicas o cambiando artificialmente las condiciones del medio, de modo que la inducción o la interrupción del reposo pueden ser predichas.

La iniciación floral al igual que otros procesos fisiológicos, se determina mediante el genotipo. Mientras que -- en algunas plantas el genotipo es determinate, en otras plantas es el que interactúa con condiciones ambientales específicas, para provocar la iniciación floral. Las dos condiciones más importantes son la baja temperatura y un margen -- específico de iluminación. La función que realizan algunos reguladores del crecimiento, es inducir la iniciación floral de algunas plantas e inhibirla en otras.

Una vez que la planta alcanza la etapa fisiológica en que está lista para la iniciación floral, el primer cambio morfológico notable que indica la transición de un meristemo vegetativo a otro reproductivo, es el aumento de la división celular en la zona central inmediatamente inferior a la parte apical del meristemo vegetativo. Dicha división da por resultado un grupo de células parenquimáticas no diferenciadas, rodeado de las células meristemáticas que a su vez dan origen a los primordios florales.

El proceso de iniciar la formación floral sometiendo -- semillas, plántulas o bulbos a bajas temperaturas, se conoce -- como vernalización.

Las plantas que requieren por lo general crecer en zonas templadas, se clasifican como bienales o perennes. En la -- naturaleza reciben su dosis de tratamiento de frío en invierno cuando aún son pequeñas, la mayoría de ellos en condiciones de roseta y con actividades metabólicas mínimas. Cuando -- llega la primavera y las temperaturas se tornan favorables, -- se reanuda el crecimiento vegetativo y la floración tiene lugar en primavera y a principio del verano. En la floración -- de esas plantas vernalizadas los requisitos de temperatura -- varían. Las bajas temperaturas seguidas de otras relativa --

mente altas, son esencialmente para provocar la floración de muchas de ellas; en otras, la iniciación de primordios florales se produce a temperaturas bajas.

Algunas plantas tienen requisitos dobles de baja temperatura y fotoperiodo apropiado.

Ciertas plantas que son sujetas a bajas temperaturas durante un periodo específico y reciben posteriormente condiciones más favorables de iluminación y temperatura, pueden ser inducidas experimentalmente a florecer, en cualquier época del año.

Las plantas cuya formación floral se determina exclusivamente mediante el genotipo y carentes de requisitos específicos de iluminación, se conocen como plantas "de día natural". Estas plantas florecen cuando alcanzan cierta etapa de desarrollo vegetativo. Otras requieren periodos específicos de iluminación, antes de poder florecer, un fenómeno que se denomina fotoperiodismo. Depende de la duración del día, esas plantas pueden clasificarse como "de día corto" o "de día largo". Las primeras florecen solamente cuando el periodo de iluminación sea más corto que cierto periodo crítico, mientras que en las últimas la floración se produce sólo cuando se sobrepasa cierta longitud mínima de iluminación diurna. Hay incluso otras categorías vegetales, que no florecen cuando se les mantiene exclusivamente en condiciones, ya sea de día corto o largo; por ejemplo, hay plantas de día largo-corto y otras de día corto-largo.

El hecho de que la percepción de la longitud del día tiene lugar en las hojas mientras que la respuesta se manifiesta en las yemas, indica que en la hoja se produce alguna sustancia que se translada al ápice, el sitio de acción. Tal es la base de la teoría de que existe una hormona floral que controla el fotoperiodismo, idea que ha sido sustanciada mediante experimentos de injertos, realizados entre plantas

inducidas y no inducidas.

63 /

Un órgano "receptor que crezca en condiciones no inductivas podría inducirse a iniciar la floración, si se le injerta una hoja de otra planta que haya crecido en condiciones inductivas. Además, la transmisión del estímulo se produce no solamente dentro de grupos de plantas que requieren el mismo tratamiento fotoperiódico, sino entre plantas que difieren en lo referente a la respuesta (o sea entre plantas de día corto y de día largo, y viceversa). Esos resultados indican que las hormonas formadoras de flores tanto de las plantas de día largo, son fisiológica y químicamente idénticas.

#### 2.7.1 EFFECTOS DE LOS REGULADORES VEGETALES.

Giberelinas; parecen ser capaces de reemplazar ciertas condiciones ambientales específicas que controlan la formación de flores.

La aplicación de giberelinas induce a formar flores a la mayoría de las plantas de día largo y que requieren temperaturas frías.

También promueve la formación de flores en ciertas plantas de día largo-corto; al sustituir el requisito de día largo. La formación de flores de las plantas de día corto o de día largo-corto, puede controlarse mediante la regulación del nivel endógeno de sustancias similares a las giberelinas, mediante la aplicación de retardadores del crecimiento, como el CCC (cloruro de trimetilamonio) o (cloruro de clorocolina), que inhiben la síntesis de giberelinas.

Auxinas ; la función de las auxinas en la formación de las flores no es todavía del todo claro y no parece seguro que esas sustancias desempeñen una función decisiva en la fotoinducción. La auxina inhibe la floración de algunas plantas y estimulan la inducción floral en otras, pero sus efectos son sólo ligeros, Weaver(1984).

Inhibidores; la estimulación del crecimiento de los brotes retrasa por lo común la iniciación floral; la inhibición del crecimiento de los brotes realiza con frecuencia la iniciación floral. Los retardadores del crecimiento como el CCC -- (cloruro de clorocolina) y el SADH (ácido succínico-2) resultan especialmente eficaces.

Cuando se retrasa el crecimiento de los brotes, hay menos competencia por obtener los nutrientes requeridos en el desarrollo de las yemas florales . Los inhibidores pueden provocar a veces directamente, ese desarrollo.

#### 2.7.2 INDUCCION DE LA FLORACION EN PLANTAS BIENALES

Muchas verduras que requieren un tratamiento en frío o días largos para florecer, responden a las giberelinas.

Lang (1956), fue el primero en demostrar que las giberelinas pueden reemplazar los requisitos de vernalización y baja temperatura que exige la floración de las plantas bienales.

En Michigan, se indujo a florecer por medio de gibberelinas a planta bienales como: Zanahoria, remolacha, col, col rizada y nabos, que se cultivan a temperatura ligeramente superiores a la temperatura crítica para la formación de flores, Bukovac y Wittwer (1957).

Los resultados indican que por medio de una o varias asperciones foliares de giberelina en concentraciones de 100 a 1000 ppm se puede sustituir parcial o totalmente los requisitos de bajas temperaturas en la floración de plantas bienales.

Todas las planta utilizadas por Bukovac y Wittwer, con la excepción de la col "Golden Acre " y dos variedades de nabo y col rizada, permanecieron en estado vegetativo al crecer con una temperatura nocturna de 10° a 13°C. Con temperatura nocturnas de 15° a 18°C, las giberelinas indujeron la floración de la zanahoria

De las otras bienales cultivadas a esta temperatura, la --- remolacha, los nabos y las coles rizadas, no florecieron a --

causa del tratamiento con giberelinas; sólo un pequeño porcentaje de las plantas de apio, col y col rizada produjeron flores. Los tallos de las plantas con giberelinas, se alargaron considerablemente. Así mismo, la expansión notable de los tallos precedió a la aparición de yemas florales en las plantas que florecieron.

Dichos resultados sugieren que en la floración de las plantas bienales los requisitos normales de baja temperatura, pueden reemplazarse parcialmente o incluso en algunos casos, de manera total, mediante la aplicación de una o varias aspersiones foliares de giberelina, o las aplicaciones semanales de giberelina a los ápices de los tallos.

Wittwer y Bukovac(1957), sugieren que ese método de controlar la producción de las plantas bienales, previamente reguladas por medio de la temperatura ofrece la posibilidad de extender los límites geográficos en que pueden desarrollarse comercialmente muchos cultivos de flores y semillas.

Las personas que cultivan semillas de hortalizas se dedican a una operación agrícola altamente especializada. Esas personas compiten para mantener estirpes superiores a la mayoría de las variedades estandar y para formar nuevas variedades.

Los productores de semillas de hortalizas deben conocer las exigencias de cultivo de las especies que siembran, no sólo hasta que alcanzan su estado de consumo, sino durante todo el ciclo de vida de la planta. Así, la planta bienal, como es la zanahoria requiere un sólo ciclo para ser producidos para consumo alimenticio pero como cultivo para semillas necesitan dos años.

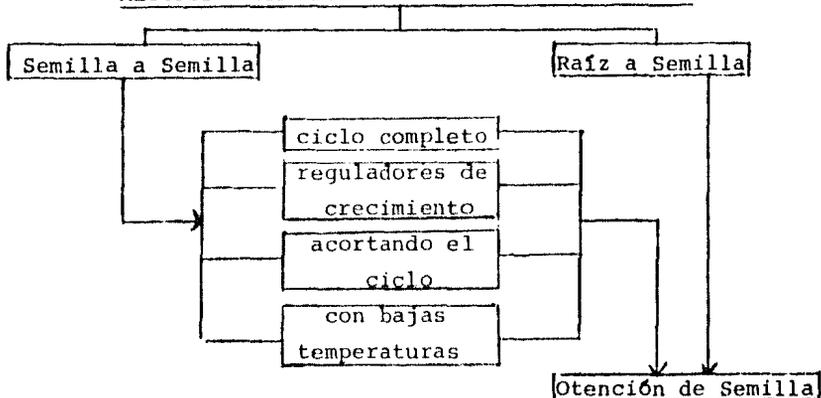
De la decisión entre dejar una especie bienal en el campo durante el invierno o el almacenarla en un sótano, puede depender el rendimiento y la calidad de la semilla que se coseche al año siguiente.

La cosecha de semilla difiere en las diferentes hortalizas, tanto en el método de corte o de cosecha del cultivo como en la velocidad de la máquina trilladora. La cosecha y la trilla de los cultivos son favorecidos cuando hay un ambiente de aire seco y ausencia de lluvias.

La producción de semilla de hortalizas bienales es más complicado debido a que debe conducirse en el segundo año. Entre este grupo se encuentran varias hortalizas de importancia económica, como sucede con la zanahoria, (fig.6).

fig. 6

MÉTODOS PARA OBTENER SEMILLAS DE ZANAHORIA



Dos métodos principales para la obtención de semilla:

- I) Semilla a Semilla que es un método donde se ven posibilidades de acortar el tiempo.
- II) Raíz a semilla, método convencional, pero su ciclo es -- bianual.

2.8.1 I) Cuando la semilla se produce por el método de - semilla a semilla, la siembra debe hacerse de modo que la planta entre en la estación invernal de reposo, cuando la raíz -- comestible se ha desarrollado sólo parcialmente. Si las plantas se han desarrollado demasiado, quedan mas expuestas a podrirse durante el invierno; si están poco desarrolladas quedan mas expuestas a ser muertas por las heladas, Hawthorn H.,L. -- (1982). Experimentos en Utah (USA) gan demostrado que el riego moderado o aún infrecuente se halla asociado con altos rendimientos de semilla de zanahoria, cuyas raíces fibrosas se - extienden hasta 1.5metros.

2.8.1.1 Dentro del primer método (semilla a semilla), existen diferentes formas de producir la semilla, como pueden ser las siguientes:

Método de producción de semilla a semilla utilizando el ciclo completo, que es bianual, (lámina 1).

La semilla se obtiene de los tallos florales que se desarrollan en la primavera siguiente a la siembra y que para que sea buena es necesario dejar los mejores pies raleando a 50 cm. de distancia. La práctica más conveniente es, cuando se cosecha las zanahorias, ir dejando las mejores cada 50cm.

Cuando en este tallo se han formado las semillas, lo que ocurre en Febrero, se cortan y se llevan a un almacén donde se cuelgan para que terminen de secarse, y luego se trillan -- a golpes, Tiscornia, (1979). \*Sarmiento, (1984), dice que los cultivos de zanahoria son de doble propósito en las cuales -- en el primer año o ciclo se cosechan y se venden y se dejan algunas para obtener semilla.

2.8.1.2 Método de producción de semilla a semilla utilizando reguladores de crecimiento.

\*\*Segun Neve (1984), este método es cuando se utilizan algunas substancias que interrumpen el reposo de las yemas ;analizado en el tema del reposo anteriormente, (fig. 7).

---

\*Comunicación personal con el Ingeniero Sarmiento Rubira, Jefe del Depto. de Hortalizas , PRONASE , México.

\*\*Comunicación personal con el Ingeniero Neve Vargas, SNICS, CCVP, SARH, México.

Lámina 1



Ciclo vegetativo completo

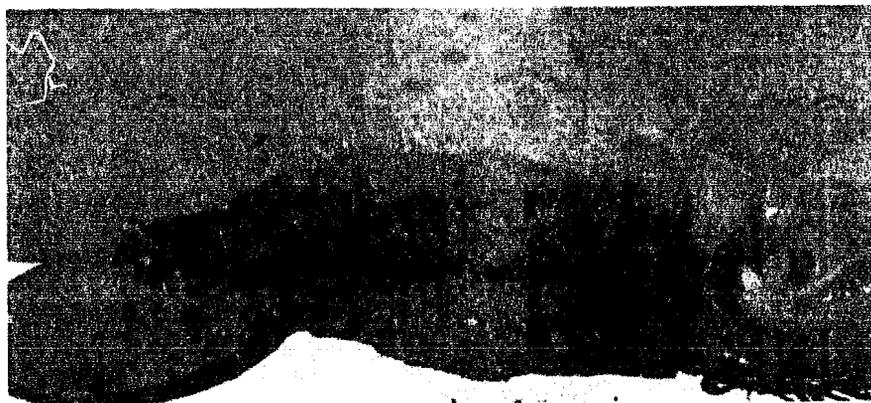
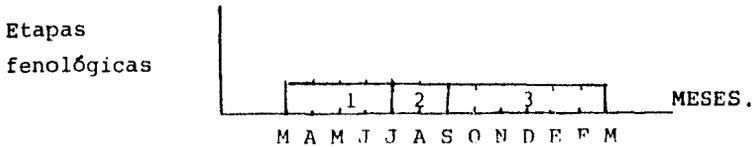


fig. 7 CICLO BIOLÓGICO DE LA ZANAHORIA (REGULADORES DE CRECIMIENTO)



- 1) Producción de la raíz carnosa
- 2) Asperciones de reguladores del crecimiento
- 3) Emisión del tallo floral

Otras sustancias utilizadas: etilenclorhidrina, tiourea, giberelina, ethrel como etefón o ácido fosfónico, cloruro de trimetilamonio (CCC).

2.8.1.3 Método de producción de semilla a semilla acor--tando el ciclo completo, (fig. 8).

Según Hawthorn, (1982), se menciona que la siembra debe hacerse de modo que la planta entre en la estación invernal--de reposo cuando la raíz comestible se ha desarrollado par --cialmente.

Banga (1964) dice que antes del 10 de Septiembre emiten tallos florales en la siguiente primavera. En cambio si la siembra se realizó después del 10 de Octubre por lo general no se observan tallos florales durante el periodo con temperaturas vernalizantes, probablemente porque las zanahorias son entonces aún demasiadas jóvenes para responder a la ver--nalización.

Barabash (1975) ,dice que la producción de semillas de zanahoria por medio de raíces no transplantadas deben en un -

70 /

principio a las conciones climáticas favorables para el --  
cultivo durante el invierno en la zona . A-clara que las plan-  
tas que crecieron de esa manera fueron mejores para el creci-  
miento que las zanahorias transplantadas que es el método con-  
vencional.

Las raíces no transplantadas producen semillas de 10 a  
17 días más temprano y dan una producción mejor que las raíces  
transplantadas. Señala que se observa que las plantas de Ju-  
lio dan mejores resultados y se obtienen altas producciones -  
de semillas, con una distancia entre una y otra de 45cm., y -  
un ancho de las hileras de 60 a 70 cm. Este autor recomienda  
que se debe de llevar un estricto mantenimiento y que no debe  
de haber un excesivo follaje en las cabezas de las semillas -  
porqué esto da una producción mejor, Krarup, Schwerter (1981).

En el cultivo de semilla a semilla es tratado como un --  
cultivo anual Whitaker (1970). En este sistema "semilla a --  
semilla , se siembra y se produce la semilla en un mismo lugar"

Este método es menos caro y con rendimientos generalmente  
superiores al otro método (raíz a semilla); sin embargo, tiene  
desventajas, ya que no existe oportunidad de seleccionar sis-  
temáticamente y exige semilla de mejor calidad y pureza.

Tomando en cuenta las fecha del Dr. Banga O. y la del --  
autor Barabash (1964,1975), parece ser que las fechas posibles  
para sembrar por el método de semilla a semilla (acortando el  
ciclo) son entre Julio y Octubre, para obtener en la primavera  
siguiente la cosecha.

fig. 8 CICLO BIOLÓGICO DE LA ZANAHORIA ( ACORTANDO EL TIEMPO DE EMISION DEL TALLO).

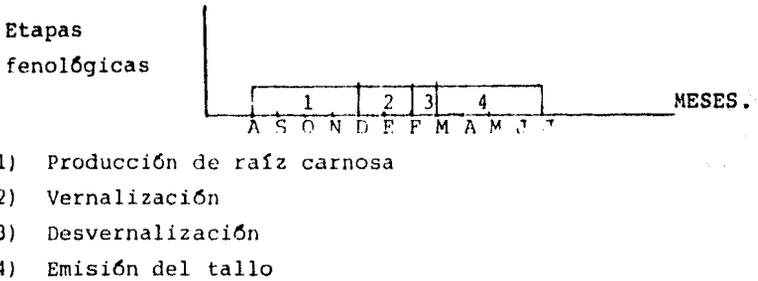
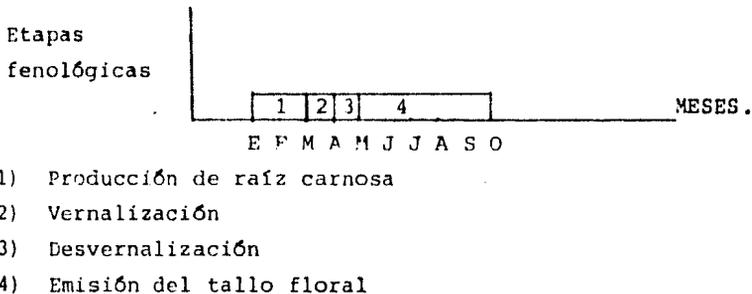


fig. 9 CICLO BIOLÓGICO DE LA ZANAHORIA ( CON UN INTERVALO DE BAJAS TEMPERATURAS ).



2.8.1.4 Método de producción de semilla a semilla con -- temperaturas bajas. Casseres (1966) dice que cuando la planta de zanahoria emite su tallo floral en el primer año, la raíz toma un sabor amargo y no es comestible. Este semilleo prematuro obedece al efecto de temperaturas bajas, (fig. 9 ).

Según Thompson y Kelly (1957), citados por Casseres, 15 días entre 4 y 10°C. son suficientes para que una plantación entera sólo produzca semilla, aunque subsiguientemente la temperatura esté entre 15 y 21°C.

En algunos sitios con condiciones especiales es posible completar en la misma siembra el ciclo de semilla a semilla, pero se debe intentar sólo con lotes de semilla de alta uniformidad.

\*Hernandez (1984) ; indica que en un mismo año las zanahorias producen tallos florales con bajas temperaturas si el riego es con hielo para provocar las bajas temperaturas.

2.8.2 II) El segundo método de raíz a semilla, es el que se usa consistentemente para producción de semilla básica, los cultivos se hacen en el primer año en la misma forma que cuando se cultivan en el huerto o para el mercado.

La fecha de siembra debe retrasarse algo, de modo que -- las raíces alcancen el tamaño de venta exactamente antes de su almacenamiento de invierno. Se da preferencia a las raíces de tamaño mediano sobre los grandes. Para el cultivo la temperatura de almacenamiento debiera ser aproximadamente de 4°C., Hawthorn (1982).

Krarup, Schwerter (1981), aclaran que el método de "raíz a semilla" es el más empleado y para ello se siembra de primavera para cosechar raíces en otoño, seleccionarla y luego guardarlas en ambiente controlado; lo ideal, según Whitaker (1970), es de 0°C y 90-95% de humedad relativa. (El método es bianual), (fig. 10).

---

\*Comunicado personal con el Ingeniero Hernandez M. , Jefe de Producción de Semillas de Hortalizas, PRONASE, México.

En este método es mas usual arrancar las raíces y almacenarlas en montones o fosas de 1.5 a 2.5 metros de altura, o bodegas con pisos húmedos de tierra y aberturas para la -- ventilación al nivel de suelo (FAO,1961), tratando de mantener baja la temperatura para despues transplantarlas en la primavera y que se obtenga una cierta desvernalización para que después florezcan y se obtengan las semillas.

Este es el método convencional y mas usado para semilla seleccionada, Barabash(1975).

En este método siendo el convencional existen variaciones del cultivo según el autor.

Lovato(1979): dice qu la densidad debe de ser de 4 6 6 -- plantas por metro cuadrado.

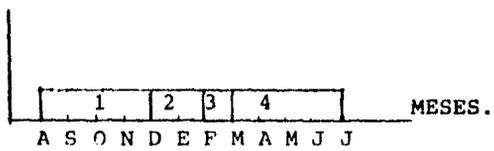
Sintes Pros (----): menciona que la densidad de plantas en hileras distantes de 60 centímetros poniendolas en filas a 30 centímetros entre plantas, menciona que los franceses siembran zanahoria en la primera quincena de Julio variedades tardías y semitardías a fines de la segunda quincena del mismo mes para las variedades precoces o tempranas.

García Romero(1952) menciona que la densidad es de líneas a unos 90 centímetros con separaciones entre plantas de 30 cm. y menciona que para conseguir semilla de zanahoria procede, al fin del primer año una previa selección de los pies madres, escogiendo las que se ajusten mas a las características de la variedad que se pretenda reproducir.

Krarup,Pavez(1981), dicen que el rendimiento es de 50 y 70 gr. por planta utilizando este método (teóricamente, -- 1,210 y 1.761 Kg./Ha., respectivamente), pero que la calidad es mas baja, si las raíces provienen de órdenes inferiores, que aquellas producidas por los primeros órdenes florales; y el número de semillas por gramo fue mayor y el largo de las semillas y embriones fue mas corto para aquellos provenientes de órdenes inferiores.

fig. 10 CICLO BIOLÓGICO DE LA ZANAHORIA (MÉTOD  
CONVENCIONAL)

Etapas  
fenológicas



- 1) Producción de la raíz carnosa
- 2) Vernalización
- 3) Desvernalización
- 4) Emisión del tallo floral

3.1 CARACTERISTICAS ECOLOGICAS DE LA ZONA

## Descripción Geográfica:

El municipio de Cuautitlán Edo. de México, forma parte de la cuenca del Valle de México; se extiende aproximadamente entre los 19°37' y los 19°45' de latitud Norte y entre los 99°07' y los 99°14' de longitud Oeste; limita al sur con el municipio de Tultitlán, al Sureste, con el de Tultepec, al Este con el de Melchor Ocampo, al Norte con el de Teoloyucan, al Sureste con el de Zumpango y al Oeste con el de Tepotzotlán, la altitud en cuanto a la cabecera municipal, Cuautitlán de Romero Rubio, se reporta una altura de 2250 m. El río Cuautitlán, que se origina en la presa -- Guadalupe, atraviesa el municipio en dirección Suroeste-Noroeste. Las aguas de esta presa son utilizadas para regar los cultivos de la región.

Los datos climatológicos son extrapolados tomando en -- cuenta Tepotzotlán, Tlalnepantla y Tultepec, estaciones también ubicados dentro de la cuenca del Valle de México, con altitudes muy semejantes a la de la FES-C.

Temperatura media, máxima y mínima en Cuautitlán, México. La temperatura media. Corresponde a la de un clima templado, con temperatura media anual de 15.7°C, aproximadamente, siendo Enero el mes más frío, con promedio de 11.8°C y Junio el más caliente con 18.3°C. La oscilación anual de las temperaturas media mensuales es de 6.5°C, por lo que puede considerarse que el lugar tiende a ser extremoso, y en la región la estación lluviosa es de Mayo a Octubre, (fig. C).

Promedio de temperatura máxima. Al analizar como se presentan las temperatura más altas durante el año, se observa que, en

promedio, durante Abril hay una temperatura de 26.5 °C; este valor va seguido por los de Mayo y Junio, meses en que las temperaturas altas son frecuentes. Al establecerse normalmente las lluvias, las temperaturas máximas se abaten considerablemente. Temperatura máxima extrema; desde 1954 a la fecha fue de 33.5 °C. , (EL 5 DE JUNIO DE 1959) , ( fig. B).

Promedio de temperaturas mínimas. Los meses con temperaturas promedio más bajas, son Enero (2.3 °C) y Febrero (2.9°C), pero es común que en ellos, durante la noche o al amanecer se presente temperaturas bajo 0°C. Temperaturas mínimas externa; la temperatura más baja registrada en la zona, fue de -9°C., (EL 12 DE ENERO DE 1956).

Número de días con heladas al año. La amplitud de la estación de crecimiento en las plantas corresponde a la estación libre de heladas, y esta se define como el número de días comprendidos entre la última helada de Primavera y la primera de -- Otoño. Este número varía año con año, pero el promedio anual para Cuautitlán puede considerarse alto (64); la mayor frecuencia se presenta en los meses de Diciembre, Enero, Febrero, en contrándose algunas aún en el mes de Mayo.

Primer y última helada. Ocasionalmente se han presentado heladas tempranas entre el 8 y el 10 de Septiembre, pero la temporada normal de heladas principia por promedio por Octubre. La última helada a la cual se le llama tardía, puede incluso ser Mayo; pero lo mas común es que se presenten en la primera quincena de Abril.

Termoperíodo. Es la respuesta de las plantas a una fluctuación rítmica de la temperatura. Es importante porque una serie de procesos como la germinación, el crecimiento vegetativo, crecimiento del tallo, la floración y el aumento de resistencia al frío, superiores de un ritmo alternante de temperaturas diurnas y nocturnas efectivas, a las cuales también se les llama fototemperaturas y nictotemperaturas respectivamente.

77 /

El cálculo de ambos es propuesto por Went (1957). Y son:

$$t_{\text{foto}} = t_{\text{max}} - \frac{1}{4} (t_{\text{max}} - t_{\text{min}})$$

$$t_{\text{nicto}} = t_{\text{min}} + \frac{1}{4} (t_{\text{max}} - t_{\text{min}})$$

con datos mensuales (cuadro A)

Precipitación. En Cuautitlán de Romero Rubio; el régimen de lluvias es en Verano; es decir que la precipitación se concentra básicamente de Mayo a Octubre. Al año se reciben en total aproximadamente 605 mm., Julio es el mes más lluvioso, con 128.9 mm. y Febrero el más seco.

Las tormentas más intensas sufridas en la zona han sido durante los meses de Junio a Octubre, inclusive. Pero considerando los valores promedio de lluvia en 24 horas, puede decirse, en general, que en Junio y Julio se reciben las lluvias más intensas.

Número de días con lluvia apreciable. El mes con el mayor número de días con lluvia apreciable (a pesar de no ser en promedio el más lluvioso) es agosto, seguido por Septiembre. El promedio anual es de 105 días con lluvia apreciable, -- (cuadro B), (fig. D). En la FES-C se cuenta con riego desde Octubre y Noviembre con manguera y desde Diciembre a Marzo con riego por gravedad.

Tipo de clima. Tomando en cuenta los datos de temperatura y precipitación disponibles y de acuerdo con el sistema de -- Koppen modificado por Enriqueta García (1964), el clima es: C(Wo)(w) b(i') templado, el más seco de los subhúmedos con régimen de lluvias de Verano e Invierno seco (con menos del cinco por ciento de la precipitación total anual), con Verano largo y fresco.

Las temperaturas mínimas llegan a ser bastante bajas en

el invierno, y esto, aunado al aire en calma de las noches despejadas y la baja humedad ambiental, puede ocasionar heladas.

Suelo. Los suelos de la FES-C. , como la mayor parte de los suelos de la zona, son de formación aluvial y se originaron a partir de depósitos de material ígneo derivado de las partes altas que circundan la zona, Teja O. (1982).

Desarrollo del suelo. Son suelos relativamente jóvenes en proceso de desarrollo, son suelos profundos, con más de un metro de profundidad.

Clasificación del suelo. De acuerdo con el sistema de clasificación FAO , DETENAL (SPP, 1981), estos suelos han sido -- clasificados como vertisoles pélicos (Vp). Son suelos que presentan una textura fina , arcillosa; son suelos pesados difíciles de manejar por ser plásticos y adhesivos cuando están húmedos y duros cuando se secan; forman grietas profundas -- cuando se secan, y pueden ser impermeables al agua de riego y de lluvia FAO (1968).

Clasificación del suelo de acuerdo a su capacidad de uso agrícola. De acuerdo con el sistema de clasificación del suelo por capacidad de uso empleado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica modificado por -- Detenal, Colegio de Postgrado (1977), los suelos de la FES-C. pueden considerarse de clase 1. Estos suelos son aquellos que presentan muy pocas o ninguna limitación para su uso.

Del análisis físico-químico de los suelos de la FES-C. se obtuvo segun Teja (1982), que de la parcela 11 se aprecia los siguientes datos; (ver cuadro C ).

## 3.2

MATERIALES.

Consta de: terreno de la parcela 11 ; 1000 m<sup>2</sup>

máquinaria agrícola

barbecho

rastra

niveladora

canalera

estacas (30)

hilo (29) mts.

letreros (30)

azadón (1)

biello (1)

rastrillo (1)

regadera grande (1)

palas rectas (3)

manguera (100 mts.)

semilla de zanahoria ; variedad Nantes (3 gr. ) casa Berentsen.

Características de la variedad Nantes.

Cuyas características de acuerdo a Pronase son ; La -- planta tiene un ciclo vegetativo intermedio ( 100 a 110 días desde la siembra hasta la cosecha) ; sus raíces carnosas -- miden de 13 a 17 cm. de longitud por aproximadamente de 3 a 4 cm. de diámetro de forma cilíndrica, buen sabor que aunado -- a la buena apariencia es muy apreciada para el consumo en -- fresco. En comparación de otras variedades y tipos la Nantes es la de mejor calidad, ya que tiene un corazón relativamente blando y jugoso y un corteza delgada.

## 3.3

METODO.

El método que se utilizó fue el de producción de semilla

a semilla, utilizando el sistema de acortar el ciclo completo. Se escogió; en base al punto 2.8 ,método que se realiza de una manera que el ciclo sea anual , Whitaker (1970), debido que se aprovecharían las bajas temperaturas del invierno, el cambio del fotoperiodo y se tendría que buscar las fechas posibles de siembra, tomando en cuenta a los autores Banga y -- Barabash (1964 , 1975).

De esta manera se pensaría que se puede lograr una aclimatación de la planta y la producción de semilla. Este sistema es el menos caro que los demás y con posibles rendimientos superiores que en cualquier otro sistema o método, Krarup , Schwerter (1981).

### 3.4

#### DISEÑO EXPERIMENTAL.

El diseño experimental fue realizado mediante Bloques Completamente al Azar y se llevo acabo de la siguiente manera: 6 bloques colocados de Norte a Sur y 5 tratamientos; cada tratamiento es una fecha de siembra, y las fechas de siembra son a partir del 1 de Agosto con un intervalo de 15 días entre una y la subsecuente.

La distribución fue en camas de 3 mts. de ancho por 5 mts. de largo. Se escogieron camas debido a la duración del cultivo en la parcela, si fueran surcos, se hubieran desdharatado por el temporal, riego con manguera y con los riegos por gravedad.

DISEÑO EXPERIMENTAL.

81 /

~~N~~  
~~A~~

"Bloques completamente al azar"

B <sub>6</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>
5	4	2	1	3	5
4	1	3	5	2	4
3	2	5	4	1	3
2	5	1	3	4	2
1	3	4	2	5	1

- 1 Trat.      1a. Fecha de siembra, 1 de Agosto.
- 2 Trat.      2a. Fecha de siembra: 15 de Agosto.
- 3 Trat.      3a. Fecha de siembra; 1 de Septiembre.
- 4 Trat.      4a. Fecha de siembra; 15 de Septiembre.
- 5 Trat.      5a. Fecha de siembra; 1 de Octubre.

Ubicación

Parcela-9

M.V.Z.

Camino

Jardín Botánico

Parcela-11

Biblioteca  
Ing. Agrícola  
M.V.Z.

Canal de riego

Invernadero

Parcela-14

Actividades deportivas



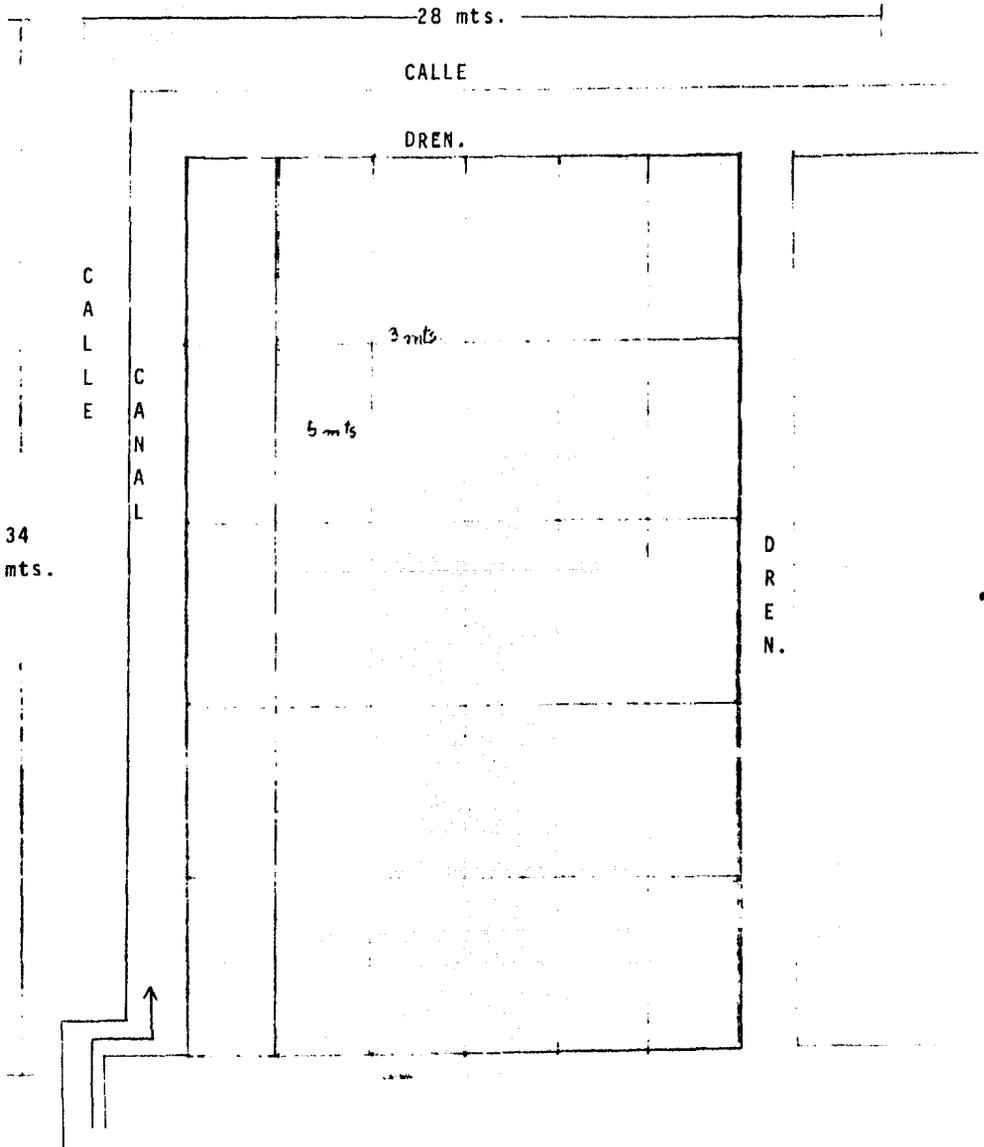
Terreno, que consta  
de 1000 m<sup>2</sup>. ≈

FES-C  
(parcela 11)



Area del terreno 952 m<sup>2</sup>

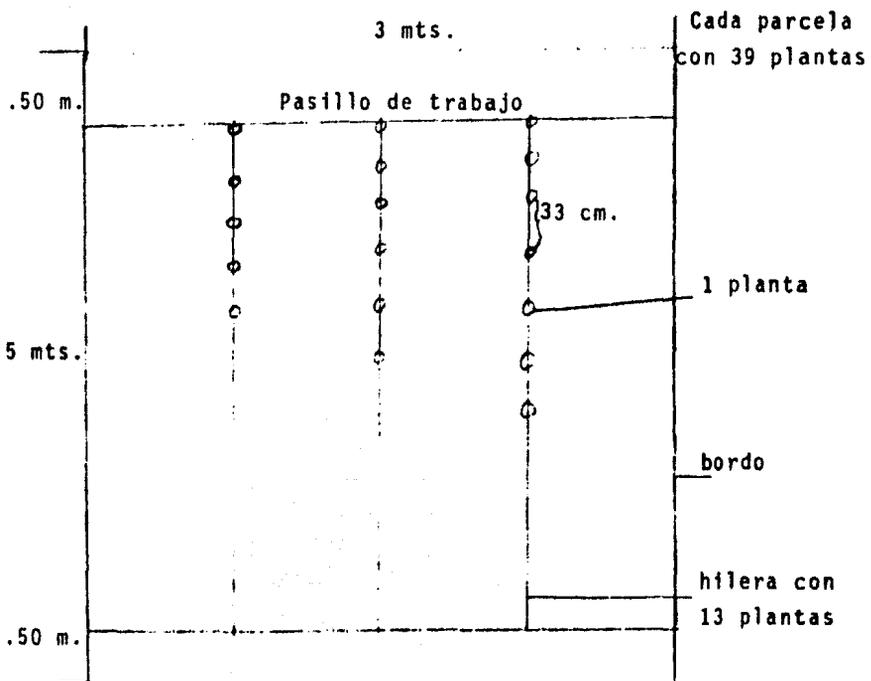
83 /



El terreno (952 m<sup>2</sup>) consta de;

- 1) Calles laterales (4)
- 2) Canales de riego principales (1)
- 3) Canales de riego secundarios (5)
- 4) Canales de drenaje (2)
- 5) Pasillos (4)
- 6) Camas (30)

Cama tipo



EXPERIMENTACION Y TOMA DE DATOS

1) En el mes de Abril se realizó la preparación del terreno, (subsóléo , barbecho, rastra, niveladora, canales y formación de camas).

2) En Junio siembra de frijol e incorporación de materia -- verde, (no llegó a florecer).

3) Siembra; 1a. fecha- 1 de Agosto, germinando en su totalidad el 6 del mismo mes.

2a. fecha- 15 de Agosto, germinando en su totalidad el 23 del mismo mes.

3a. fecha- 1 de Septiembre, germinando de manera irregular el 14 del mismo mes.

4a. fecha- 15 de Septiembre, germinando de manera irregular el 29 del mismo mes.

5a. fecha- 1 de Octubre, germinando de manera irregular el 17 del mismo mes.

Tomando en cuenta que para el mes de Diciembre, los cinco tratamientos habfan germinado en su totalidad.

4) Eltemporal fue irregular en estas cinco fechas por lo que el desarrollo fue heterogéneo, principalmente en las tres -- últimas fechas.

Fue necesario dar 7 riegos con manguera en el lapso del temporal al inicio del riego por gravedad (Diciembre).

5) Debido a las bajas temperaturas en los meses de Invierno se quemaron algunas plantas pero después brotaron las nuevas hojas, ( cuadro 2 ).

6) En los meses de Marzo, Abril, se sustrajeron algunas -- raíces carnosas por parte de personal ajeno al experimento; hubo ataque de roedores por lo que la población disminuyó en parte.

Se inundó la parcela durante 3 ó 4 días, por descuido de gente ajena, lo que propició pudriciones en las raíces carnosas, pero las plantas no murieron ya que de inmediato dieron nuevos brotes, (lámina 5).

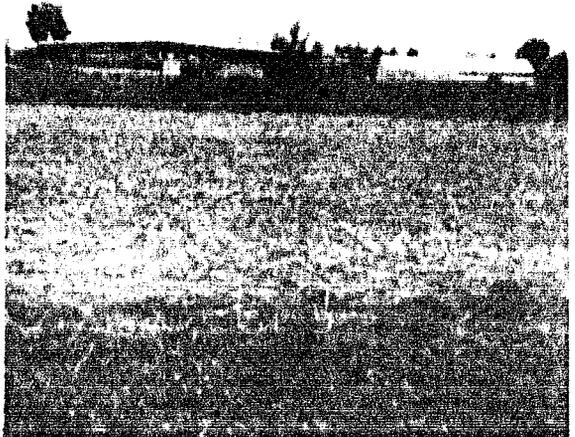
7) La emisión del tallo floral se inició a fines de Marzo, empezando por el primer tratamiento; en los tratamientos 2,3 y 4 esto aconteció a mediados de Abril, (lámina 3)

El quinto tratamiento hasta el momento de toma de datos no había emitido tallos florales ni siquiera presentaba indicios de brotación de tallo floral, (fig. 11).

8) A partir de la emisión de tallos florales ya no se hicieron deshierbes, pues se consideró que las malezas ya no -- podían competir con el cultivo.

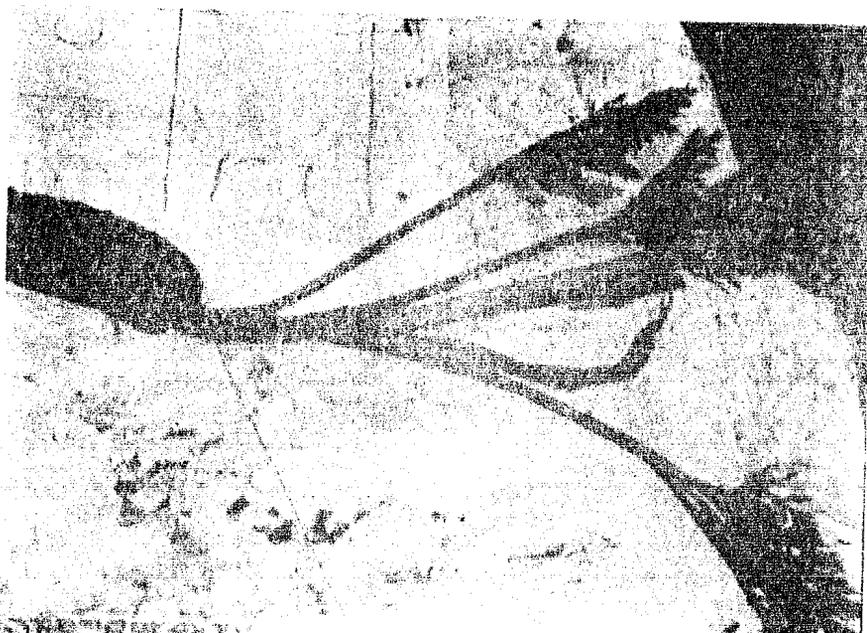
9) La toma de datos se realizó a los 8 meses aproximadamente, evaluando las siguientes características:

- 1) Tamaño de la planta.- midiendo desde el suelo hasta la parte mas alta de la planta.
- 2) Altura del tallo floral.- mi--- diendo desde la roseta hasta la parte inferior de la umbela -- principal.

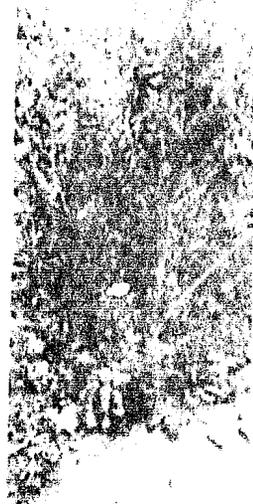


Arriba: Izquierda, los diferentes  
tratamientos , hasta arriba  
el quinto tratamiento.  
Derecha, ubicación.  
Abajo: Autor con tratamientos.





Inicio del tallo floral  
en zanahoria



Cuadro 2 OBSERVACIONES EN CUANTO A QUEMADURAS POR  
TRATAMIENTO\*

Bloques	1	2	3	4	5	6	$\bar{X}$ %
Tratamientos							
1	50	--	50	100	50	--	41.66
2	--	50	50	50	50	--	33.33
3	50	50	50	50	50	50	50
4	50	50	50	50	50	50	50
5	50	50	50	50	50	50	50

En donde se indica lo siguiente:

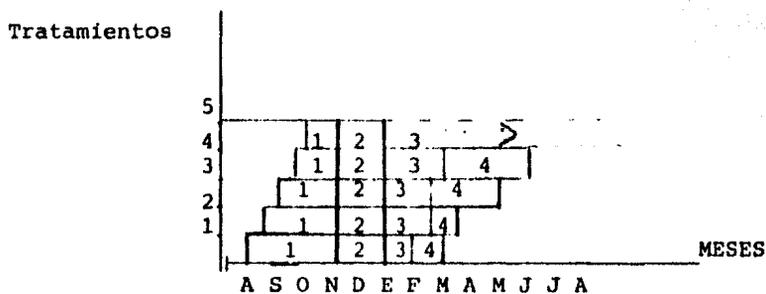
-- No sufrió quemadura, ni cambio de color en las hajas.

50 Hubo cambios en un 50 % de la totalidad, cambios como, achicharramiento de las de las hajas y los brotes nuevos con cambios de color de verde brillante a verde claro.

100 Totalmente quemada la planta, pero los brotes fueron de color verde claro.

\* Los valores estan ordenados por tratamientos y dados en porcentaje.

fig. 11 LA EMISION DEL TALLO FLORAL  
(con 5 fechas de siembra cercanas  
al invierno)



- Ciclo vegetativo:
- 1) Producción de raíz carnosa
  - 2) Vernalización
  - 3) Desvernalización
  - 4) Emisión del tallo

En los tratamientos del uno al cuatro es el mismo proceso aunque en el quinto no se llega a la emisión del tallo floral.

ANALISIS

## 5.1

ANALISIS DE VARIANZA

En base a los datos tomados en campo se procedió a sacar los promedios de cada tratamiento y de cada bloque y siguiendo el procedimiento del diseño de bloques completamente al azar se obtuvieron los siguientes resultados.

EL CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA

(Para el tamaño de la planta)

F.V.	g.l.	SC	CM	F <sub>c</sub>	F <sub>t</sub>	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	1359.48	453.16	1.62	3.29	5.42
Bloques	5	1200.56	240.11	0.86	2.90	4.56
Error	15	4177.05	278.47			
Total	23	6737.09				

Por el cuadro de valores críticos de la distribución F. se obtiene la  $F_t$  con un nivel de significancia  $\alpha = 5\%$ , 3 y 5 g.l.  $F_t = 3.29$ . Como  $F_c$  es menor que  $F_t$  aceptamos  $H_0$ , es decir, no existe diferencia significativa entre tratamientos y lo mismo se encuentra en el caso de bloques.

EL CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA

(Para el tamaño del tallo)

F.V.	g.l.	SC	CM	F <sub>c</sub>	F <sub>t</sub>	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	466.14	155.38	0.94	3.29	5.42
Bloques	5	824.2	164.84	1.00	2.90	4.56
Error	15	2458.97	163.93			
Total	23	3749.31				

Por el cuadro de valores críticos de la distribución F, se obtiene la  $F_t$  con un nivel  $\alpha = 5\%$ , 3 y 5 g.l.  $F_t = 3.29$ . Como  $F_c$  es menor que  $F_t$  aceptamos  $H_0$ , es decir, no existe -- diferencia significativa entre tratamientos y lo mismo se -- encuentra en el caso de bloques.

Debido a que la prueba F en ambos cuadros no resultó -- significativa, nose realizan las comparaciones de las medias (pruebas a posteriori).

Nota: La quinta fecha o tratamientos se anuló por completo, debido a que no dio resultados de emisión de tallo.

## 5.2

DISCUSION

La interpretación de los resultados del análisis de varianza nos indica que no hay diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos 1,2,3 y 4; lo que quiere decir que la emisión de los tallos florales de la zanahoria variedad nantes, bajo las condiciones ambientales de la zona no difieren en forma considerable cuando se siembran desde el 1 de Agosto al 15 de Septiembre. Lo cual concuerda con los resultados obtenidos de los autores Barabash (1976).

y Banga (1964).

Si tomamos en consideraci3n que el tallo floral completamente alcanza una altura m3xima de 80-100cm. cabe hacer notar que nuestros promedios estan muy por debajo de este valor, esto se explica porque el inter3s primordial de nuestra investigaci3n estaba encaminado a la emisi3n de tallos florales, por lo que para poder llegar a obtener conclusiones sobre el comportamiento de los tallos florales y umbelas, as3 como la frutificaci3n se hace necesario proseguir esta l3nea de investigaci3n.

Tomando en cuenta el siguiente cuadro de medias se puede ver claramente una correspondencia entre el tama3o de la planta y la altura del tallo floral

Tratamiento	Tama3o ( X )	
	planta	tallo
1	21.16	16.06
2	11.25	8.12
3	6.33	4.16
4	25.16	11.83

Nota: En el tratamiento 4, la media del tama3o de la planta se dispara debido a que 3nicamente una sola planta tuvo la emisi3n del tallo floral prematuramente, lo cual creci3 demasiado y alter3 los valores.

Adem3s se hicieron observaciones de variables no analizadas como son:

1) Mal formaciones de ra3ces carnosas.- La causa m3s probable es que dado que el experimento se realiz3 en camas y no en surcos, al t3rmino de cuatro meses el terreno dado su textura

(arcillosa) se compactó lo que propició raíces múltiples, agrietamientos que sobre todo se pusieron de manifiesto en las dos fechas, situación que se presentó como de excepción en la última fecha, debido indudablemente a su escaso crecimiento en longitud y diámetro de las raíces carnosas de este último tratamiento. (lámina A . B , C , D , E )

Otros factores que influyeron en las mal formaciones son, diferente contenido de agua en el suelo, debido mas que nada a periodos de sequía y precipitaciones fuertes durante el temporal y a inundaciones por descuido.

2) El engrosamiento del corazón y su endurecimiento se deben a un proceso natural así como la perdida del color. .

3) Aunque la Zanahoria para cumplir su ciclo vital ó ciclo biológico requiere un fotoperíodo de día largo por ser originaria de lugares fuera de los Trópicos en el caso concreto de la zona de trabajo la diferencia entre periodos de luz y periodos de oscuridad no es muy marcado por lo que emisión y crecimiento de tallos florales, es de esperarse, sea menos evidente que en lugares fuera de los Trópicos. Además debe tomarse en consideración época de desarrollo del experimento sobre todo en su etapa de vernalización tuvo los periodos luminosas más cortos del año con lo que se contra resta un poco la emisión prematura de tallos florales por la influencia del periodo de reposo.

4) Existe una correlación entre la edad de la planta y el inicio de la emisión de tallos florales, ya que las plantas del tratamiento uno fueron las primera en emitir el tallo floral.

5) Durante el mes de Febrero como se puede ver en la 93 / fig. B<sub>3</sub> el número de días con heladas bajó considerablemente hasta alcanzar un mínimo a mediados de Abril que aunado al aumento de temperatura media como se muestra en la fig. C las plantas suspendieron su periodo de reposo de yemas, en consecuencia se produce la desvernalización, esto nos explica porque a fines de Marzo se dan las primeras emisiones del tallo floral.

6) En nuestro experimento las hojas más jóvenes debido a la disminución de la temperatura sufrieron quemaduras muy evidentes en los tratamientos 1,2,3 y 4 y poco manifiestas en el tratamiento 5. Esto ocasionó que las plantas con mayor porcentaje de quemaduras emitieran nuevas hojas, pero generalmente enchinadas, en cambio las que no sufrieron quemaduras cambiaron de verde brillante a verde claro.

CONCLUSION

- 1) El periodo óptimo para acortar el tiempo de emisión del tallo floral de la zanahoria es del 1<sup>o</sup> de Agosto hasta el 15<sup>o</sup> de Septiembre. Después de esta fecha la emisión del tallo -- floral se tarda más.
- 2) Existe una correspondencia entre el tamaño de la planta y la altura del tallo floral.
- 3) Los síntomas de la zanahoria después de pasado el momento de la cosecha comercial son:
  - A) agrietamientos
  - B) engrosamiento del corazón
  - C) pérdida del color normal de la raíz
  - D) mal formaciones; raíces múltiples  
bifurcaciones
  - E) endurecimiento de la raíz
  - F) pudriciones
  - G) enchinamiento de hojas nuevas (únicamente en época de vernalización)
  - H) decoloraciones de hojas, (de verde-verde claro)
- 4) Los campesinos de México desde tiempo pasado, han obtenido las semillas de hortalizas por métodos enteramente empíricos y aún en la actualidad los productores de hortalizas -- que cultivan a nivel artesanal, técnico bajo y en buena parte técnico medio no utilizan semilla Certificada, por lo que la mayoría de las veces de sus siembras comerciales dejan una -- porción de plantas para que completen su ciclo vital y así -- obtener semillas, pero lo siguen haciendo en base a conocimientos empíricos.

Este trabajo pretende obtener experiencias, en relación a una de las plantas que por tener ciclo bianual (zanahoria), que tiene más dificultad para la obtención de la semilla, de manera que pueda ayudar en algo a esa producción empírica en la que se habló en líneas anteriores, tenga elementos de -- caracter científico y pueda programar mejor tal actividad.

5) En relación a la producción de semillas este trabajo no esta agotado, por lo que debe continuarse en esta líneas de -- investigación, en la cual la presente sería el primer paso.

Con respecto a la emisión de tallos florales si se ha -- llegado a una conclusión, pero para tener más experiencias y evaluar más características es recomendable hacer nuevas -- réplicas.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Anuario de Agricultura. 1982 "Semillas", Trad. Antonio Marino y Pánfilo Rodríguez, 8 a., Ed. C.E.C.S.A., México.
- 2) Banga O. 1964 "La zanahoria", Artículo traducido por Josue Kohashi-Shibata, Ed. Th. Roemer y W. Rudolf, Wagenigen, Holanda. Chapingo, Edo. de México.
- 3) Barabash, O. Yu 1976 "Carrot seed production by means of non-transplanted roots", Sec. Jnl. Source: 8.55.547.
- 4) Bowring, Evans., S. Neddon. 1980 "Objects and methods of seed production", National Institute of Agricultural Botany, Butterworths, Cambridge, England.
- 5) Casseres, Ernesto. 1984 "Producción de Hortalizas", 3a., Ed. IICA, Costa Rica.
- 6) Devlin, Robert M. 1980 "Fisiología Vegetal", trad. Xavier Llimona Pages, 3a., Ed. Omega, Barcelona.
- 7) Empresas Nacionales de Semillas. 1976 "Normas para la certificación de Semillas", SARH, México.
- 8) Esau, Katherine. 1976 "Anatomía Vegetal", trad. Jose Pons Rosell, 3a. Ed. Omega, Barcelona.
- 9) Font Quer, P. 1977 "Diccionario de Botánica", 6a. Ed. Labor, S.A., Barcelona.

- 10) García, E. 1976 "Modificaciones al sistema de clasificación climáticas de Koppen", Instituto de Geografía, UNAM, Dirección General de Publicaciones, México.
- 11) Gray, D., Steckel, J.A. 1980 "Studies on the sources of variation in plant weight in *Daucus Carota* ( carrot ) and the implications for seed production techniques", National Vegetable Research Station, Butterworths, Warwick, England.
- 12) Guenkov, G. 1983 "Fundamentos de la Horticultura Cubana", Ed. Pueblo y Educación, La Habana Cuba.
- 13) Hartman, Hudson T., Kester, Dale E. 1982 "Propagación de plantas", trad. Antonio Marino Ambrosio, 3a., Ed. C.E.C.S.A. México.
- 14) Hueley, D., Aguilar, A., Garibay, J., Landeros, J. 1981 "Técnicas de diseño experimental", Centro de Investigaciones y de Estudios avanzados, México.
- 15) Jacobsohn, R., Globerson, D. 1980 "The importance of the primary umbel in carrot-seed production", Agricultural Research Organization, Butterworth S., Israel.
- 16) Krarup H., Aage y Duran A., Leonardo. 1982 "Producción de semilla de zanahoria. VIII. Efecto de la poda de umbelas sobre el rendimiento y calidad de las semillas", Agro-Sur 10 (2), Chile .
- 17) Krarup H., Aage y Pavez h., Mario. 1981 "Producción de semillas de zanahoria. VI. Semillas producidas por raíces provenientes de semillas de distintos ordenes florales", Agro-Sur 9 (2), Chile.

- 18) Krarup H., Aage y Schwerter B., Ernesto. 1981 "Producción de semillas de Zanahoria. VII. Efecto de Diferentes Fechas de cosecha y periodos de almacenamiento de rafces sobre la producción de semillas", Agro Sur 9 (2), Chile.
- 19) Lovato, A., Montanori, M. 1980 "The effects of fertilizers, stand density and transplanting date on the yield and quality of carrot seed", (50), Italia.
- 20) Mertz, Edwin T. 1978 "Bioquímica", trad. Ramón Rodríguez de Mata, 4a., Ed. P.C.S.A., México.
- 21) Metcalf, C.L., Flint, W. P. 1981 "Insectos Destructivos e Insectos Útiles", trad. Alonso Blackaller Valdes, 14a., Ed. C.E.C.S.A., México.
- 22) México, 1961 "Ley sobre producción y Certificación de Semillas Agrícolas", SARH, México.
- 23) Moreno M., Ernesto. 1984 "Análisis físico y biológico de Semillas Agrícolas", 1a., Instituto de Biología, UNAM, Dirección General de Publicaciones, México.
- 24) Reyna Trujillo, Teresa. 1978 "Características climático frutícolas en Cuautitlán Estado de México", Bol. Inst. Geog. VB, UNAM, México.
- 25) Sandin, N. H. 1980 "Optimum harvest time for *Daucus carota* (carrot) seed crops in Sweden", Swedish University of Agricultural Science, Butterworths, Sweden.
- 26) S. N. I. C. S. 1975, "Semillas Certificadas", SARH, México

- 27) Teja A., Orlando de la. 1982 "Estudio de las características edáficas de los suelos de la FES-C.", UNAM, México.
- 28) Tiscornia, Julio R. 1979 " Hortalizas terrestres", Ed. Albatros Argentina.
- 29) Weaver, Robert J. 1984 " Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura", trad. Agustin Contin, 3a., Ed. Trillas, México.

## 8 APENDICE 8.1 LISTA DE CUADROS

CUADRO A TERMOPERIODO EN CUAUTITLAN DE ROMERO RUBIO EDO. DE MEXICO

Meses	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J
Foto-temp. (temp. en ° C. )	20.5	19.7	18.7	18.0	16.6	16.8	18.2	20.4	21.7	21.8	21.5	20.5
Nicto-temp.	13.8	13.6	11.9	9.4	7.6	7.1	8.0	10.4	12.1	13.0	14.4	13.8
Diferencia entre foto y nicto.	6.7	6.1	6.8	8.6	9.0	9.7	10.2	10.4	9.6	8.8	7.1	6.4

Las diferencias en temperaturas diurnas y nocturnas es de 6° a 10° C. Y como podemos ver al principio, en los meses de Agosto, Septiembre, Octubre, existe menor diferencia, que en contra posición los meses de Diciembre, Enero, Marzo y Abril existe una mayor diferencia.

CUADRO B PROBABILIDADES DE LLUVIA

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Precip..	9.9	3.8	10.3	28.5	53.0	108.4	128.9	108.6	92.9	42.7	11.5	6.1	605.2
Prob. %	27	26	28	34	41	41	38	38	38	34	31	29	44

La lluvia media para la zona no es alta y la probabilidad de recibir esta media tampoco lo es; en efecto, la probabilidad de tener la cantidad indicada, o una cantidad mayor de lluvia, varía de 43 a 44 % .

102 /

CUADRO C ANALISIS FISICO-QUIMICO DE LA PARCELA 11 DE LA FACULTAD DE

ESTUDIOS SUPERIORES-CUAUTITLAN \*

% Arcilla	% Limo	% Arena	Textura	pH	Densidad aparente	Densidad real	% M.O.
40	26	34	migajoso	6.2	1.13 g/cc	2.15 g/cc	2.11

Como se puede ver, la parcela 11 es principalmente y en mayor porcentaje un suelo arcilloso con un buen pH para la producción agrícola.

Es necesario recalcar que para un buen manejo en la parcela es indispensable conocer la textura y sus problemáticas.

\_\_\_\_\_/

\*Trabajo realizado por De la Teja (1981), Con una profundidad de las muestras:0-30 cm.

CUADRO D NUMERO DE DIAS CON HELADAS AL AÑO

103 /

Meses	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	Anual
Días	-	0.14	2.0	7.6	15.1	17.4	14.6	5.7	1.3	0.14	-	-	64.1

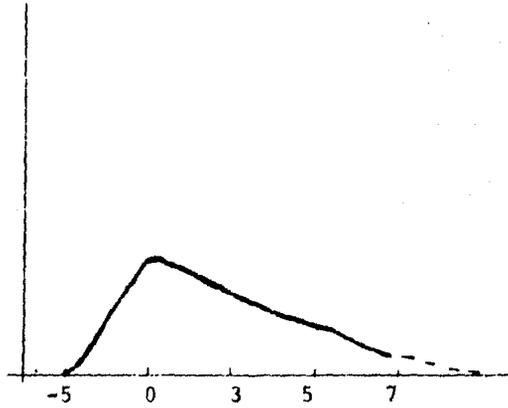
Se indica que ya establecido el cultivo se aproximaban los meses de mayor número de heladas como son Diciembre, Enero, Febrero.

## 8.2 Lista de figuras

Fig. A

CENTENO DE INVIERNO

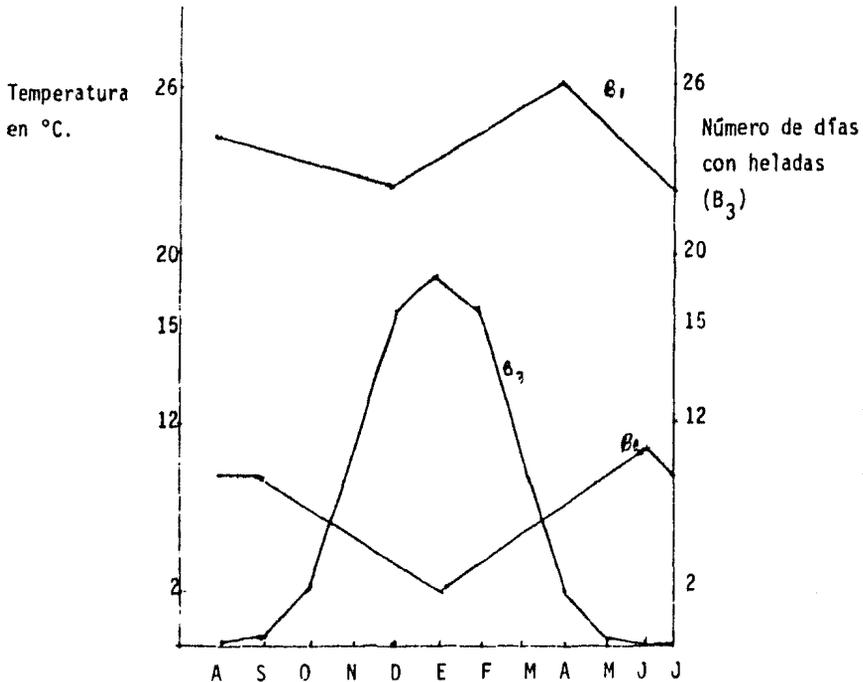
Progreso de  
la floración  
(en días  
largos)



Temperatura del tratamiento de vernalización, en °C.

Influencia de la temperatura sobre la vernalización del centeno de invierno "Petkus". (Devlin, Robert, 1980).

Fig. B TEMPERATURA MAXIMA ( $B_1$ ) y MINIMA ( $B_2$ ) EN CUAUTITLAN  
DE ROMERO RUBIO EDO. DE MEXICO.

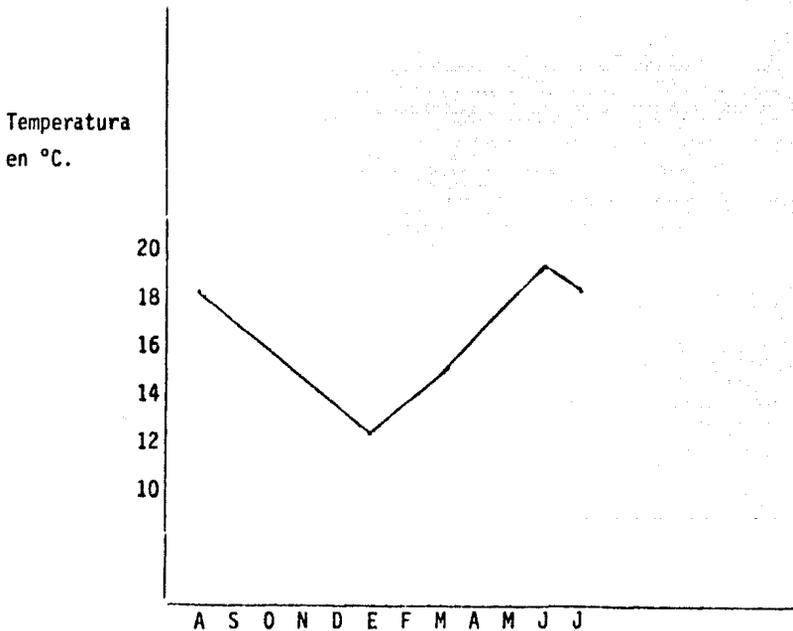


Podemos observar , que el principio de nuestra gráfica es en Agosto, debido a que, es la primer fecha del tratamiento. Temperaturas mínimas en el mes de Enero y temperaturas máximas en el mes de Abril.

Número de días con heladas ( $B_3$ ), con un promedio anual de 64, la mayor frecuencia se presenta en los meses de Diciembre, Enero, Febrero.

Fig. C

TEMPERATURA MEDIA EN CUAUTITLAN DE ROMERO RUBIO  
EDO. DE MEXICO.

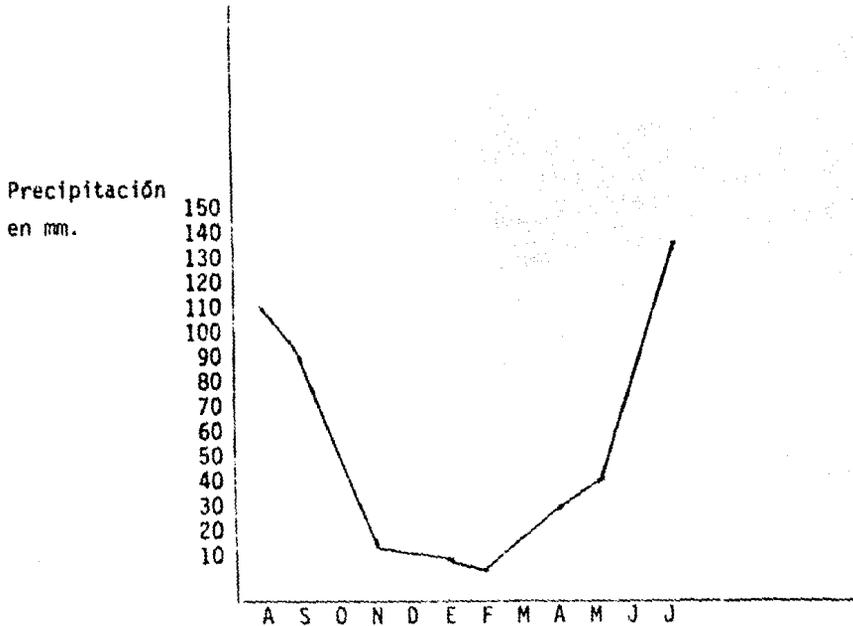


La temperatura media corresponde a la de un clima templado con temperatura media anual de 15.7°C., aproximadamente, siendo Enero el mes mas frfo con promedio de 11.8°C. y Junio el mes más caliente con 18.3°C.

Fig. D

PRECIPITACION ANUAL EN CUAUTITLAN DE ROMERO RUBIO <sup>107 /</sup>

EDO. DE MEXICO



Como se puede ver la precipitación tiende a bajar mientras que el cultivo necesita más del agua.

El régimen de lluvias es básicamente de Mayo a Octubre, mientras en Invierno se recibe una cantidad mínima (menos del 5% de la total anual) .



TRATAMIENTO 1 ; Las raíces de la zanahoria bastante torcidas y agrietadas.

Lámina B



TRATAMIENTO 2 ; En donde se aprecia que las raíces carnosas están torcidas.

*[Handwritten signature]*



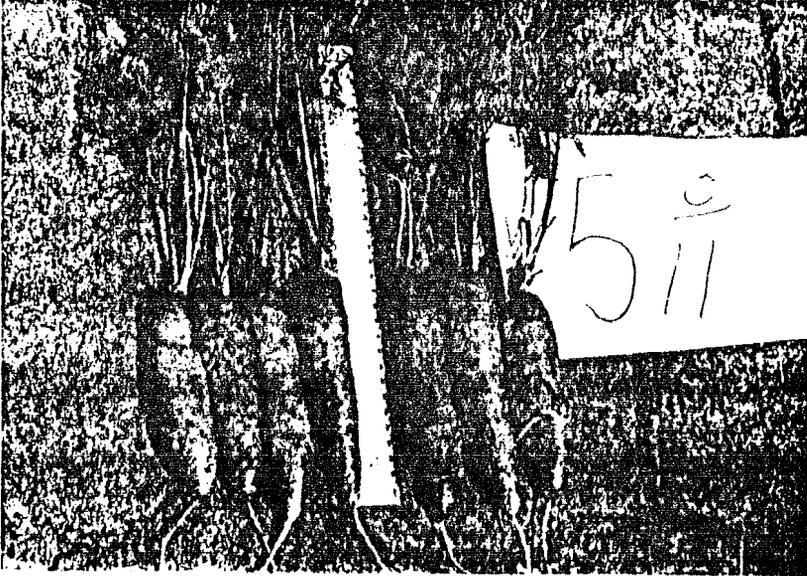
TRATAMIENTO 3 ; En donde se aprecian las raíces carnosas bifurcadas pero no tanto como en los tratamientos anteriores.

Lámina D



TRATAMIENTO 4 ; En donde se muestran las raíces carnosas sin bifurcaciones ni agrietamientos pero si muy gruesas.

Lámina E



TRATAMIENTO 5 ; De los cinco tratamientos el quinto es el menos maltratado .