

PRODUCCION DE SEMILLA DE ZANAHORIA (Daucus carota L.)
EN EL ORIENTE ANTIOQUEÑO

JOSE FERNANDO VILLA MESA
GERMAN ZULUAGA RAMIREZ

Trabajo de grado presentado como
requisito parcial para optar al
título de Ingeniero Agrónomo.

Asosores : MARIO LOBO ARIAS I.A.,
M.Sc., Ph.D.

JORGE JARAMILLO NOREÑA I.A.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SECCIONAL MEDELLIN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

1991



Centro de Documentación
CRI La Selva
Rionegro

DEDICATORIA

A mis padres, a mis hermanos.

Germán

A mis padres,

Hermanos,

Amigos,

Sin los cuales no hubiera sido posible
llegar a esta meta.

José Fernando

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Instituto Colombiano Agropecuario ICA, por facilitar el campo, los laboratorios y los insumos para la realización de ésta investigación.

Al Ingeniero Agrónomo Ph.D Mario Lobo Arias y al Ingeniero Agrónomo Jorge Jaramillo.

A todas las personas del C.I. "La Selva" que de una u otra manera colaboraron con nuestra investigación.

A los profesores Carlos Escobar y Victor Pardo de la Universidad Nacional de Colombia Seccional Medellín, por su colaboración.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
Introducción	
1. REVISION DE LITERATURA.....	3
1.1 DESCRIPCION GENERAL.....	3
1.1.1 Origen.....	3
1.1.2 Botánica.....	5
1.1.3 Biología Floral.....	9
1.1.4 Taxonomía.....	11
1.1.5 Ecología.....	12
1.2 PRODUCCION DE SEMILLA DE ZANAHORIA.....	13
1.2.1 Factores Ambientales Involucrados.....	13
1.2.1.1 Luz.....	14
1.2.1.2 Temperatura.....	16
1.2.1.3 Pluviosidad.....	22
1.2.1.4 Viento.....	23
1.2.1.5 Suelo.....	23
1.2.1.6 Plagas y Enfermedades.....	24
1.2.1.7 Malezas.....	27
1.2.1.8 Polinización.....	29
1.2.2 Influencia de Algunas Características de la Planta.....	31

1.2.2.1	Raíz.....	31
1.2.2.2	Floración y Ordenes Florales.....	32
1.2.3	Factores Culturales y Manejo de Postcosecha.....	34
1.2.3.1	Distancia de Siembra.....	34
1.2.3.2	Fertilización.....	36
1.2.3.3	Poda de Umbelas.....	39
1.2.3.4	Cosecha de la Semilla.....	39
1.2.3.5	Procesamiento de la Semilla.....	41
1.2.4	Métodos o Sistemas de Producción Comercial de Semillas.....	46
1.2.4.1	Semilla - Semilla.....	46
1.2.4.2	Semilla - Raíz - Semilla.....	47
1.2.4.3	Semilla - Raíz - Vernalización - Semilla.....	48
1.3	Pruebas para Determinar Calidad en Semillas de Zanahoria.....	48
1.3.1	Viabilidad.....	49
1.3.2	Vigor.....	50
1.3.3	Germinación.....	51
1.3.4	Estado Fitosanitario.....	53
1.3.5	Peso Seco.....	53
1.3.6	Pureza Física.....	54
1.3.7	Pureza Genética.....	55
2.	MATERIALES Y METODOS.....	57
2.1	LOCALIZACION	57
2.2	VARIEDAD EVALUADA.....	64

2.3	LABORES PREVIAS PARA LA PRODUCCION DE RAICES Y PLANTAS MADRES, NECESARIAS EN LA IMPLEMENTACION DE LOS TRATAMIENTOS.....	64
2.3.1	Selección y Preparación del Lote.....	64
2.3.2	Aplicación de Correctivos y Fertilización.....	65
2.3.3	Siembra.....	65
2.4	HIPOTESIS DEL TRABAJO.....	66
2.5	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	66
2.6	TRATAMIENTOS.....	67
2.6.1	Sistemas de Producción de Semilla.....	67
2.6.1.1	Semilla - Semilla.....	68
2.6.1.2	Semilla - Transplante - Semilla.....	68
2.6.1.3	Semilla - Vernalización - Transplante - Semilla.....	69
2.6.2	Control Químico de Enfermedades Foliaras.....	70
2.6.3	Posición de las Umbelas.....	70
2.7	VARIABLES EVALUADAS.....	71
2.7.1	Porcentaje de Supervivencia.....	71
2.7.2	Rendimiento de la Semilla	72
2.7.3	Fenología de la Fructificación.....	72
2.7.4	Porcentaje de Germinación	72
2.7.5	Velocidad de Germinación.....	72
2.7.6	Indice de Vigor (I.V.).....	73
2.7.7	Peso Seco de la Semilla.....	73
2.7.8	Pureza Física de la Semilla.....	74
2.7.9	Estado Fitosanitario de la Semilla.....	74

2.8	ANALISIS ESTADISTICO.....	75
3.	RESULTADOS.....	76
3.1	SUPERVIVENCIA.....	76
3.2	PRODUCCION DE SEMILLAS.....	78
3.3	DIAS DESDE LA SIEMBRA HASTA DIVERSOS ESTADOS DE FLORACION Y PRODUCCION DE SEMILLAS.....	80
3.4	GERMINACION TOTAL DE LAS SEMILLAS OBTENIDAS Y EN SEMILLAS IMPORTADAS.....	83
3.5	VELOCIDAD DE GERMINACION EN LA SEMILLAS OBTENIDAS Y EN LAS SEMILLAS IMPORTADAS.....	84
3.6	INDICE DE VIGOR.....	84
3.7	PESO SECO DE LAS SEMILLAS PRODUCIDAS Y DE LA SEMILLA COMERCIAL (IMPORTADA).....	85
3.8	INCIDENCIA DE PATOGENOS.....	87
4.	DISCUSION.....	90
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	97
	BIBLIOGRAFIA.....	99

LISTA DE TABLAS

- TABLA 1. Enfermedades de la zanahoria.
- TABLA 2. Resultado del análisis de suelo del lote experimental ubicado en el centro de investigación (C.I) "La Selva".
- TABLA 3. Supervivencia. (%) de plantas obtenidas con diferentes sistemas de producción de semillas con y sin control de enfermedades foliares y radicales en zanahoria variedad Danvers 126. C.I. "La Selva".
- TABLA 4. Producción de semilla de zanahoria (kg/ha) utilizando tres sistemas de siembra con o sin control químico de enfermedades y en umbelas de varios órdenes foliares en C.I. "La Selva".
- TABLA 5. Días transcurridos desde la siembra hasta diversos eventos de la floración y formación de la semilla en zanahoria con tres sistemas de siembra. C.I. "La Selva".
- TABLA 6. Germinación total, velocidad de germinación, índice de vigor y peso seco de mil semillas, obtenidas de zanahoria con diferentes sistemas de producción de semilla, con y sin control químico de enfermedades foliares y radicales y en umbelas de diversos órdenes. C.I "La Selva".
- TABLA 7. Incidencia de patógenos en semillas de zanahoria, variedad Danvers 126, producida por diferentes métodos de siembra con control y sin control químico de enfermedades foliares y radicales y de umbelas de diferente orden floral. C.I. "La Selva".

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1. Temperatura máxima, promedio y mínima mensual registrado durante el trabajo experimental en el C.I "La Selva".
- FIGURA 2. Registros mensuales de la precipitación durante el trabajo de campo, y el promedio mensual de los últimos 17 años.
- FIGURA 3. Registro de humedad relativa durante el experimento y promedio de los últimos nueve años.
- FIGURA 4. Registro mensual de brillo solar durante el experimento y el promedio de los últimos nueve años.
- FIGURA 5. Distribución final de las plantas madres de los diferentes tratamientos.
- FIGURA 6. Raíces seleccionadas como plantas madres para los tratamientos de los sistemas semilla - transplante - semilla y semilla - vernalización - transplante - semilla.
- FIGURA 7. Desarrollo reproductivo en zanahoria. Umbelas primarias, secundarias, terciarias y de cuarto orden.
- FIGURA 8. Inflorescencia perteneciente a una umbela primaria dentro del sistema semilla - semilla con control químico.
- FIGURA 9. Síntomas de ataque de Alternaria dauci y Cercospora carotae al follaje y órganos reproductivos en la zanahoria.

- FIGURA 10. Ataque de la bacteria, Erwinia carotovora, a raíces en diferentes estados de desarrollo.
- FIGURA 11. Hongo oomiceto atacando plántulas de zanahoria.
- FIGURA 12. Vista microscópica del micelio del hongo inferior, posiblemente pythium.

LISTA DE ANEXOS

pág.

ANEXO 1.	SUPERVIVENCIA DE PLANTAS.....	107
ANEXO 2.	PRODUCCION DE SEMILLA.....	108
ANEXO 3.	GERMINACION TOTAL.....	109
ANEXO 4.	VELOCIDAD DE GERMINACION.....	110
ANEXO 5.	INDICE DE VIGOR.....	111
ANEXO 6.	PESO SECO DE MIL SEMILLAS.....	112

RESUMEN

En el centro de investigación (C.I.) La Selva, propiedad del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, ubicado en Rionegro Antioquia a 2.120 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 17°C. y perteneciente a la formación ecológica bosque húmedo montano bajo se realizó una investigación, durante los años 1.989 y 1.990, con el cultivar de zanahoria "Danver 126" con el objetivo de evaluar la posibilidad de producir semilla mediante el control de enfermedades de la parte aérea en la etapa reproductiva, valiéndose de diversas metodologías de producción del insumo.

Los resultados obtenidos permitieron inferir que hay producción de semilla mediante el control de patógenos en la etapa reproductiva, utilizando químicos. La producción de semilla fue máxima en las umbelas primarias y secundarias del sistema semilla - semilla con control de patógenos, obteniéndose semilla de óptima calidad, medida ésta a través de la germinación total, la velocidad de

germinación, índice de vigor y peso seco de 1.000 semillas en las umbelas primarias y secundarias de todos los sistemas de producción de este insumo. En el método semilla a semilla, se obtuvo la producción más rápida de simientes, lográndose la primera cosecha de éstas a los 321 días de la siembra en comparación con 393 en los tratamientos que incluyeron vernalización.

INTRODUCCION

En Colombia se siembran aproximadamente 7.000 ha/año de zanahoria con una producción total anual promedio de 155.945 ton. de la totalidad del área cultivada, 2.000 has. corresponden a la región del oriente antioqueño, donde se siembra exclusivamente la variedad "Danvers 126".

Toda la semilla utilizada para el cultivo de la zanahoria es importada de países como Estados Unidos de Norte América y Holanda, entre otros. Por ello, muchas veces se presentan pérdidas grandes debido a la desadaptación a las condiciones tropicales y se corre el riesgo de introducir nuevas plagas y enfermedades, portadas por la semilla, a nuestro país. Los costos de las semillas importadas son cada vez más altos, agregando a lo anterior que en estos países existe una tendencia creciente a sustituir la producción de variedades por híbridos de alta producción, los cuales son muy exigentes en su manejo, no estando capacitado nuestro agricultor, desde el punto de vista técnico y económico, para su utilización.

En el país se ha reportado floración y producción de semilla de zanahoria, como resultado de investigaciones encaminadas a evaluar la factibilidad de producir el insumo. En los mencionados trabajos, se ha podido establecer que el factor más limitante en la producción de semilla, lo constituye la presencia de enfermedades en la etapa reproductiva del cultivo.

En el presente trabajo se evaluó el efecto del control químico de las enfermedades, sobre la producción y la calidad de las semillas de zanahoria de la variedad "Danvers 126" bajo condiciones del Oriente Antioqueño. Además se determinó el método de producción de semilla básica más apropiado para estas condiciones.

1. REVISION DE LITERATURA

1.1 DESCRIPCION GENERAL

1.1.1 Origen

Según Oliva (42) y Shinohara (49), Afganistán (Asia Central) parece ser el territorio de mayor diversidad de formas y, por lo tanto, es considerado el genocentro de las zanahorias. En esta región se originaron las formas más primitivas, con raíces de color púrpura o amarillo, que luego fueron diseminadas por el oriente hacia China y Japón, convirtiéndose en las zanahorias actuales llamadas tipo lejano oriente. Simultáneamente, otro tipo se originó por hibridación natural entre Daucus carota y D. maximun en alguna parte del Asia Menor, el cual parece ser el centro de origen secundario de la especie, a este tipo se le denominó zanahoria mediterránea, el cual en la actualidad corresponde a las zanahorias tipo europeo. Así, las variedades actuales pueden dividirse claramente en dos

tipos : variedades tipo lejano oriente y variedades tipo europeo.

A partir del siglo XII o XIII y hasta el siglo XV, los árabes llevaron zanahorias de color púrpura y amarillo a Europa Occidental y su cultivo se fue expandiendo en España, Italia, Francia, Alemania, Holanda y Gran Bretaña. En Holanda, se concentró y prosperó el desarrollo de variedades, de tal forma, que a mediados del siglo XVII fueron descritos los cultivares Cuerno Tardío (Late Horn) y Cuerno Semi Largo (Half Long Horn) en Rotterdam. A fines del siglo XVII aparecieron en Europa Occidental las zanahorias de raíces blancas, probablemente derivadas de los tipos púrpura o de los amarillos. Las zanahorias anaranjadas o caroténicas parecen ser consecuencia de la selección que los agricultores europeos realizaron en las de color amarillo, durante los siglos XVII y XVIII (42, 49).

La zanahoria fue introducida a los Estados Unidos de Norte América alrededor del año 1.564, siendo descritas las variedades Amarilla Larga (Long Yellow) y Anaranjada Larga (Long Orange), luego de ser introducidas desde Europa. En dicho país y a partir de 1.920, las variedades más importantes han sido Chantenay, Danvers Semi Larga,

corazón de buey (Danvers Half Long, Oxheart) y Nantes (49).

Las plantas domesticadas y silvestres de zanahoria constituyen un conjunto complejo de gran variabilidad, cruzándose fácilmente entre sí y generando numerosas formas intermedias. Las formas domesticadas, tanto las occidentales (anaranjadas) como las orientales (púrpuras y amarillas), se diferencian de las silvestres en que son normalmente bienales y tienen raíces comestibles (42).

La zanahoria (Daucus carota L. var. sativa, D.C.), pertenece a la familia Umbelliferae junto con otras especies vegetales hortícolas tales como el apio (Apium graveolens L.), apio nabo (A. graveolens L. var. rapaceum D.C.), apio chino, perejil (petroselinum hortense, Hoffm.), comino (Cominum cyminum L.), etc, pero el cruce interespecífico en condiciones naturales es poco importante (49).

1.1.2 Botánica

Según Oliva (41, 42), las zanahorias silvestres son anuales y la mayoría de las cultivadas son bienales. Estas últimas forman un verticilo o roseta de hojas durante la fase vegetativa (primer año) y por acumulación

de sustancias de reserva, engrosan el hipocotilo y la raíz principal; en el segundo año, desarrollan el tallo floral y las semillas (49).

Según Sinnott y Wilson (50), las hojas son alargadas de color verde oscuro y aromáticas, pubescentes bi o tripina septadas de segmentos dentados, lobulados o pinatífidos, los últimos segmentos son casi lineales, agudos, a veces lanceolados. Los pecíolos largos son más o menos envainadores.

La zanahoria presenta una raíz pivotante carnosa que sirve de órgano de almacenamiento de energía (carbohidratos), aminoácidos, vitaminas y carotenoides. El color interno y externo de la raíz varía entre anaranjado claro y anaranjado rojizo, distribuido más o menos uniformemente. Esta coloración se debe al contenido de pigmentos denominados carotenoides; una raíz, bien coloreada, posee de 5 a 10% de xantofilas y 95% de carótenos, pero no todas sus partes tienen la misma cantidad de pigmentos, El contenido es mayor en el floema o corteza que en el xilema o cilindro central y en la porción cercana a la superficie que en la inferior (41, 50).

La porción comestible de la raíz es en realidad un ensanchamiento de la raíz carnosa central. Consiste

fundamentalmente de dos secciones o partes distintas, la corteza o floema y el corazón o xilema. Las zanahorias de alta calidad tienen un máximo de corteza y un mínimo de corazón. En las variedades "Coreless" (sin corazón), éste es pequeño e intensamente pigmentado (49).

El sistema de raíces fibrosas es ampliamente ramificado y no muy extenso. Hawthron citado por Shinohara (49), indica que a pesar de que la masa de raíces se distribuye en el suelo por encima de los 45 a 60 centímetros, una planta de zanahoria, cuando ha desarrollado su tallo floral, podría extraer agua desde una profundidad mayor de un metro. Las raíces fibrosas emergen desde el xilema de la raíz principal coincidiendo con la aparición de nuevas hojas, lo cual sucede por la renovación de las raíces que han de sostener el crecimiento reproductivo. Por ésta razón, en el caso de plantas madres de semillas, transplantadas, la práctica debería hacerse antes de la renovación del sistema radical, de otra manera el crecimiento de la planta sería escaso y el rendimiento de semillas podría verse afectado o ser muy bajo (49).

En la fase reproductiva emerge el tallo floral hispido y ramificado que puede alcanzar más de un metro de altura (41). La inflorescencia esta formada por umbelas densas, compuestas, que aparecen secuencialmente y en posición

terminal. Cada planta tiene una umbela central o primaria, que corresponde al tallo principal. Las ramificaciones sucesivas del tallo principal o vástago producen las umbelas respectivas de segundo, tercero y hasta séptimo orden floral. El número de tallos florales, órdenes y umbelas, así como la altura del tallo floral y el tamaño de las umbelas, depende de la variedad o cultivar, la distancia de siembra, el tamaño de la raíz principal al iniciar la fase reproductiva, los factores ambientales y el método de cultivo (41, 49, 50).

Las flores son perfectas, individuales, con ovario ínfero o inferior, cáliz y corola poco desarrollados; poseen cinco pétalos, cinco estambres y un pistilo. Los pétalos son dentados, blancos, rosados o amarillos (50).

Las flores están agrupadas en umbélulas, y éstas en umbelas. Dentro de las umbelas y umbélulas el desarrollo floral es centrípeto y la ordenación de las piezas florales es en espiral. El número de umbélulas por umbela y de flores por umbélula es mayor en las umbelas primarias y va disminuyendo a medida que se incrementa el orden. En un clima templado y sin efectos de la densidad de siembra, los primeros cuatro órdenes florales producen más del 90% de las semillas (41).

El fruto es un esquizocarpo o diaquenio con puntos de

color cenizo, originado del ovario ínfero bicarpelar y bilocular, éste está formado por dos aquenios o mericarpios que se separan a la madurez. Cada uno constituye lo que se denomina semilla, estando ésta cubierta de espínulas que deben eliminarse para facilitar su manejo y germinación (41).

Sarli (48), describe los frutos como muy pequeños, oblongos, acuminados, levemente comprimidos en la cara lateral, poseen en el mericarpio cinco costillas aplanadas primarias y prominentes; entre éstas se disponen unas costillas secundarias en número de cuatro, las cuales son mucho más sobresalientes, con 10 a 12 espinas largas, en la extremidad de cada una de las cuales hay tres o cuatro pelos en forma de gancho.

La semilla de la zanahoria es de las más pequeñas entre las plantas hortícolas, conteniendo un gramo hasta 1.300 semillas (48).

1.1.3 Biología Floral

La zanahoria es una planta andromonoica, es decir, posee flores hermafroditas y masculinas. La flor hermafrodita presenta un cáliz con cinco sépalos diminutos verdes y una corola formada por cinco pétalos blancos y emarginados. Los cinco estambres son alternipétalos y están insertos en el margen de un disco epígino. Los filamentos son filiformes y las anteras bitecas.

dehiscentes por hendiduras longitudinales. El ovario es ínfero, bilocular, con los lóculos uniovulados. Los dos estilos simples están sostenidos por un estilopodio cónico (41).

"No todas las flores son funcionales en el momento de la antesis. Además de las mencionadas, existen flores hermafroditas funcionalmente estériles, con ovario poco desarrollado, masculinas funcionalmente estériles, que permanecen cerradas, marchitándose prematuramente (41)".

Los primordios de la umbelas están ya diferenciados cuando comienza la emisión del tallo floral; los primordios de sépalos, pétalos y estambres, se forman casi simultáneamente y luego aparecen los primordios de carpelos. La antesis, en cualquier umbela, dura de seis a diez días, pero, como no es un proceso continuo, sino que responde a las apariciones sucesivas de las umbelas, se extiende más de un mes en el conjunto de la planta (41).

En cada flor individual, la liberación de polen dura uno o dos días y la receptividad del estigma comienza al tercero o cuarto día de la antesis (dicogamia protándrica) cuando los dos estilos comienzan su separación, manteniéndose receptivos una semana o más. En ciertas condiciones, por ejemplo California, todo el polen de una umbela pierde su viabilidad antes de que cualquier estigma se vuelva receptivo (42, 41). La fertilización de las flores se produce después de que los estilos se han separado entre sí e inmediatamente antes de la caída de los pétalos. Normalmente, la umbela o cabeza primaria está completamente fertilizada antes de que las flores de las umbelas secundarias se hayan abierto, y esto sucede también entre las umbelas secundarias y terciarias. El intervalo de caída de pétalos entre umbelas primarias y secundarias es de unos 10 días, y entre umbelas secundarias y terciarias, es más de 20 días. En general, las semillas de las umbelas terciarias maduran tres o más semanas después que de las primarias (41).

1.1.4 Taxonomía

Según Sinnot y Wilson (50), la clasificación taxonómica de la zanahoria es la siguiente :

Reino : Vegetal
 División : Espermatofita
 Subdivisión : Angiosperma
 Clase : Dicotiledónea
 Orden : Umbelales
 Familia : Umbelliferae
 Género : Daucus
 Especie : Daucus carota L.

1.1.5 Ecología

Krarup y Durán (29), dicen que las zanahorias responden diferentemente a los distintos tipos de suelo; los más deseables son aquellos profundos, fértiles, bien drenados y friables, con un pH entre 6,5 y 7,8, siendo la especie muy eficiente en la extracción de elementos nutritivos, gracias a su extenso sistema radicular. La mayor extracción de nutrientes empieza a partir de los 55 a 58 días después de la siembra, período que coincide más o menos con la iniciación del engrosamiento de la raíz principal.

La temperatura óptima para obtener un buen color y buen crecimiento de la raíz, oscila entre 16° a 21°C. (29).

Higuita (20). anota que la zanahoria se produce fácilmente en zonas de clima fresco, con temperaturas entre 14° y 18°C. El autor sostiene que temperaturas por debajo de 12°C. por más de tres semanas, al principio de su

desarrollo, inducen a la planta a la emisión de tallo floral (floración prematura). La planta requiere riego durante los tres primeros meses de su desarrollo y cuando inicia la floración, pero la lluvia o riego durante la floración trae como consecuencia la producción de semilla infértil debido al lavado de polen.

otra consecuencia indeseable de las lluvias y del riego por aspersión, es el incremento en la severidad de las enfermedades foliares, los cuales son muy comunes en los cultivos de zanahoria. Por las razones anotadas anteriormente, se prefiere el riego superficial o por gravedad en vez del riego por aspersión.

"Las zonas áridas con posibilidad de riego son excelentes para la producción de semillas, siempre que la temperatura sea la más adecuada" (20).

1.2 PRODUCCION DE SEMILLA DE ZANAHORIA

1.2.1 Factores ambientales involucrados

Los factores ambientales que influyen en el cultivo y la producción de semilla de zanahoria son : Luz, temperatura, precipitación, humedad relativa, viento, suelo, plagas, y enfermedades. Todos ejercen una influencia importante en

el crecimiento y desarrollo de la planta e indiscutiblemente en la producción de semillas (49).

1.2.1.1 Luz

Salisbury (47), dice que este factor actúa en las plantas por su efecto en la fotosíntesis y la longitud del día (fotoperíodo). En relación al primer factor, las intensidades lumínicas más altas producen, en general, una tasa fotosintética más eficiente dentro de los límites de la especie.

Mortensen y Bullard (40), señalan que la duración de la luz, en un día de 24 horas, condiciona la floración de muchas plantas hortícolas, sin embargo, Napp Zinn y Wahlquist, citados por Hiller (21), sostienen que el porcentaje de plantas de zanahoria florecidas no es afectada por el fotoperíodo y que la idea, errónea, de que las plantas bienales requieren de días largos para florecer ha aparecido en la literatura ocasionalmente, pero, no ha sido sustentada por evidencias experimentales. En cambio, en estudios posteriores, se ha podido comprobar que el porcentaje de plantas florecidas no es afectado por el fotoperíodo. En el anterior contexto, cabe señalar que, durante un buen número de años, se ha logrado floración en la zona templada, bajo condiciones de invernadero durante

los días cortos del invierno, produciéndose la semilla comercial durante los días largos de verano. Los dos hechos anteriores reafirman que el fotoperíodo no parece ser un factor crítico en la producción de semillas.

Imden, citado por Hiller (21), reportó que tratamientos de días largos, realizados bajo condiciones de invernadero, aceleraron la elongación del tallo floral, pero no fueron esenciales para completar la expresión floral y que la respuesta "fotoperiódica" podría haber sido por efecto de la temperatura. Igualmente, Hiller (21), pudo comprobar, al analizar los registros del termógrafo, que se presenta un incremento apreciable de la temperatura bajo luz incandescente de tal forma, que el aumento de la tasa de elongación del tallo floral fue probablemente debido a la temperatura y no al fotoperíodo.

Como resultado de los trabajos realizados con los cultivares "Danvers 126", "Royal Chantenay" y "Escarlet Nantes", se señaló que el fotoperíodo siguiente a la vernalización, no tiene un efecto comprobable sobre la altura final de los tallos florales. La elongación del tallo floral se ve afectada por el fotoperíodo a temperaturas noche/día de $21^{\circ}/27^{\circ}\text{C}$., pero a $15^{\circ}/21^{\circ}\text{C}$. la longitud del día y el tratamiento de interrupción de la noche (suministrando luz desde las 11:00 pm hasta la 1:00

am) acelera la elongación del tallo floral comparado con el tratamiento de día corto (ocho horas de luz). Adicionalmente, cabe anotar que los tratamientos de días largos no son esenciales para completar la expresión floral y que las respuestas, en cuanto al incremento de la tasa de elongación del tallo floral se deben, presumiblemente, al incremento de la temperatura bajo luz incandescente (21).

1.2.1.2 Temperatura

Cada especie vegetal tiene una temperatura óptima de crecimiento y desarrollo. Esta temperatura óptima puede definirse como el intervalo de temperaturas en el cual se produce fotosíntesis máxima y una respiración normal durante el ciclo vital de la planta (47).

George (14), define tres grupos de hortalizas en zona templada, de acuerdo al intervalo que mejor se desarrolla : hortalizas de temperaturas bajas, aquellas que se desarrollan óptimamente entre los siete grados centígrados a los 13 grados centígrados; por ejemplo repollo, coliflor, lechuga y espinaca.

Hortalizas de temperaturas moderadas, de 13°C a 18°C.; en

este grupo se ubica la zanahoria, el tomate, el pimentón y la berenjena.

Hortalizas de temperaturas elevadas de 18°C a 24°C.; representadas entre otros por la ocra y el maíz dulce.

Roberts y Strucmeyer (46), indican que las temperaturas extremas, bajas o altas causan un efecto indeseable en la planta, así, temperaturas demasiado elevadas afectan el crecimiento y la producción satisfactoria de polen, Hudson (22), dice que temperaturas bajas (Heladas) puedan reducir la tasa de crecimiento normal de la planta y ocasionar daños a los tejidos inmaduros.

Botero (6) y Guimaraes (17), sostienen que algunas especies vegetales necesitan de bajas temperaturas para inducir la floración o sea, vernalización. Valio (53), afirma que muchas plantas bienales que se desarrollan en zona templada requieren de vernalización; como es el caso de la coliflor, el repollo, la remolacha, la cebolla y la zanahoria.

La vernalización es un método que consiste en someter las raíces maduras de las zanahoria a la acción de temperaturas bajas, por debajo de un nivel crítico, durante un tiempo determinado para la inducción floral.

Este método es ampliamente utilizado en zonas templadas para producir semillas (6). Varios investigadores han encontrado que bajo condiciones óptimas las plantas madres (raíces) termoinducidas muestran rápida elongación del tallo floral, alta ramificación y una longitud que varía entre 90 y 120 cm. Por otro lado se ha reportado que la altura final de los tallos florales es inversamente proporcional a la temperatura de crecimiento, siguiente al período de vernalización (21).

Eisa y Wallace, citados por Hiller y Kelly (21), reportan que la zanahoria "royal chantenay", cuando crece bajo temperaturas de invernadero relativamente altas, exhibe muy poco o ningún desarrollo del tallo floral; pero la umbela primaria florece y madura normalmente.

Temperaturas altas, también son responsables del fenómeno conocido como "Devernalización", entendido como una inhibición completa de la floración y desarrollo de los tallos florales o la formación de tallos florales desprovistos de flores. La inhibición de la elongación del tallo floral, con floración normal, ha sido reportada en especies fotoinducidas (21).

Hiller y Kelly (21), efectuaron experimentos en "New York" con las variedades de zanahoria "Royal Chantenay",

"Escalart Nantes" y "Danvers 126"; el objetivo de su estudio fue determinar el efecto de las temperaturas de postvernalización sobre la elongación del tallo floral y la floración al igual que el tiempo y temperatura de vernalización. Los resultados indicaron que la altura del tallo floral se redujo cuando la temperatura de postvernalización se incrementó de $15^{\circ}\text{C}/21^{\circ}\text{C}$. a $27^{\circ}\text{C}/32^{\circ}\text{C}$. (noche/día), lo cual no tuvo efectos significativo sobre la floración y formación de semillas. Los tallos florales de la zanahoria "Royal Chantenay" fueron muy afectados por las altas temperaturas y los del cultivar "Escarlet Nantes" fueron menos afectados, mientras tanto, el cultivar "Danvers 126" fue medianamente afectado. Algunas plantas desarrollaron tallos florales macroscópicos a las seis semanas después de la vernalización, aunque la temperatura de este período tuvo una influencia permanente sobre la altura final del tallo floral. Las plantas que crecieron a $27^{\circ}/32^{\circ}\text{C}$. durante las seis semanas siguientes a la vernalización y que luego fueron transferidas a temperatura óptima de $15^{\circ}/21^{\circ}\text{C}$. no crecieron más que aquellas mantenidas a una temperatura de $27^{\circ}/32^{\circ}\text{C}$.

En el mismo trabajo, se pudo establecer que las temperaturas de vernalización de 0° , 5° y 10°C . durante diez semanas no afectaron el porcentaje de plantas florecidas, ni la rata de elongación del tallo floral (21).

La altura final del tallo floral se vió reducida en "Royal Chantenay" vernalizada a diez grados centígrados, la floración fue menor para las temperaturas de postvernalización de 27°/ 32°C. y 21°/27°C. cuando las zanahorias fueron almacenadas solamente cinco semanas a 5°C. lo no cual ocurrió, después de almacenadas por diez semanas (21).

Incrementando el tiempo de vernalización a diez semanas se obtuvo una rata mayor de elongación del tallo en los tres cultivares y un incremneto de su altura final solamente en "Royal Chantenay" y "Danvers 126". (21)

La temperatura durante el primer año de crecimiento de la raíz, la remoción del follaje de raíces maduras, previa al almacenamiento, y el fotoperíodo siguiente a la vernalización no afectaron la elongación del tallo floral y la floración. Las temperaturas de vernalización de 0°, 5° y 10°C permitieron floraciones cercanas al 100% con desarrollo normal de las umbelas y formación de semillas en los tres cultivares. Cuando el período de vernalización fué de diez semanas o más, el desarrollo de ramas laterales se redujo en forma considerable en los tallos florales cortos de plantas que crecieron bajo las temperaturas más altas del invernadero, lo cual redujo el número total de umbelas y el crecimiento de semillas (21).

La temperatura óptima, para la floración de zanahoria, fue diferente a aquella para la elongación del tallo floral y estos procesos fueron afectados en forma diferente por las temperaturas siguientes a la vernalización. También existieron diferencias inherentes entre el cultivar y sus requerimientos de vernalización y su capacidad de mantener el estado vernalizado bajo temperaturas subsecuentes de crecimiento, más altas (21).

Observaciones anatómicas mostraron que, zanahorias almacenadas por seis semanas a 5°C., permanecieron estáticas en el estado vegetativo o en un estado primario de crecimiento del meristemo apical. Después de nueve semanas los ápices no exhibieron un desarrollo morfológico superior a aquel de la sexta semana, pero aparentemente tuvieron un mayor avance fisiológico. Las temperaturas altas, bajo condiciones de invernadero, en aquellos materiales que habían sido sometidos previamente a vernalización por cinco semanas a 5°C., inhibieron la iniciación de la floración, la cual no ocurrió en materiales vernalizados por espacio de diez semanas. Por otro lado, las raíces que fueron sometidas al tratamiento con frío por períodos prolongados (más de 30 semanas) exhibieron una diferenciación floral tardía. Los resultados anteriores señalan que la duración del tratamiento de vernalización afecta la floración y que un

período de vernalización cercano a las diez semanas podría permitir una floración normal (21).

1.2.1.3 Pluviosidad

Copeland (10), indica que para obtener una producción de semilla satisfactoria debe haber una disponibilidad de agua suficiente para que las plantas se desarrollen y un ambiente relativamente seco para que se de una polinización eficiente y una maduración adecuada de la semilla.

Janick (27) y Hess (19), anotan que en muchas regiones del mundo se utiliza riego durante la fase de enraizamiento y crecimiento de la planta y que éste debe reducirse durante la fase de maduración de la semilla.

En regiones sin riego, como ocurre en muchas de Colombia, se pueden elegir lugares con períodos secos y calurosos para la producción de semillas de zanahoria, de manera que la fase vegetativa coincida con la época de lluvias y la maduración con el tiempo seco (20).

Popinigis (44), señala que el agua es esencial durante la floración y que, sin embargo, una pluviosidad elevada durante la fase de maduración de la semilla, puede reducir

la viabilidad de las mismas, dar lugar a germinación prematura en el campo semillero o generar la necesidad de un secado adicional de la semilla.

Las lluvias abundantes, durante el período de floración, traen como consecuencia la producción de semilla infértil, debido al lavado del polen (20).

1.2.1.4 Viento

Los vientos fuertes, provocan el aumento de las pérdidas de agua de las plantas y del suelo, impiden una buena actividad de los insectos polinizadores e intensifican la pérdidas de semillas, debido al desgrane que ocasiona durante la maduración. Adicionalmente, pueden llegar a causar el volcamiento de las plantas en floración o en fructificación (14).

1.2.1.5 Suelo

Los suelos que se van a dedicar a siembras para producción de semillas de zanahorias, deben poseer una buena capacidad de retención de humedad, un buen drenaje interno, permitir un intercambio gaseoso adecuado para la respiración de la raíz y proporcionar nutrimentos para un

crecimiento satisfactorio de la planta. Es también importante que tales suelos sean profundos (20) (43).

1.2.1.6 Plagas y Enfermedades

La incidencia de plagas y enfermedades en las plantas de zanahoria, en cualquier etapa de su desarrollo, debe ser tenida en cuenta como un factor importante que puede afectar en forma directa o indirecta el rendimiento y la calidad de la semilla (23,24,49).

Flemion y sus colaboradores citados por Krarup y Villanueva (35), determinaron que semillas sin embrión pueden ser debidas a la acción del insecto Lygus Oblineatus Say. (Hemíptera, Lygaeidae), el cual puede inyectar un compuesto tóxico en sus secreciones bucales provocando una degeneración del embrión. De acuerdo con Robinson, citado por los mismos autores, este insecto se encuentra ampliamente distribuido en el mundo y ataca a todas las especies de umbelíferas cultivadas.

Caicedo (7), Higueta (20) y Oliva (42), dicen que las plagas más comunes que atacan a la zanahoria son ácaros, trips, púlgones, babosas y diversas larvas de dípteros, lepidópteros y coleópteros. Los daños causados por estas plagas se limitan exclusivamente a estructuras vegetativas

(raíces y hojas), pero pueden llegar a ocasionar bajas en el rendimiento de semillas en forma indirecta.

Las enfermedades pueden ser el factor más limitante en la producción de semillas. En la tabla 1 se presentan las enfermedades más importantes (36, 39, 41, 42, 49).

TABLA 1. ENFERMEDADES DE LA ZANAHORIA

PATOGENO	ENFERMEDAD	OBSERVACIONES
Hongos		La enfermedad se presenta
<u>Cercospora carotae</u>		en hojas, pecíolos, tallos
<u>Alternaria dauci</u>	Tizones	órganos florales.
		Son transmitidos por semilla.
<u>Stemphyllium radicinum</u>	Prodredumbre negra de la raiz.	Transmitida por semilla.
<u>Phoma rostrupii</u>	Podredumbre	Transmitida por semilla.
<u>Giberella avenaceae</u>	Podredumbre Castaña.	Transmitida por semilla.

PATOGENO	ENFERMEDAD	OBSERVACIONES
<u>Septoria carotae</u>		Causa esterilidad de estambres y deformación de sépalos.
Bacterias		
<u>Erwinia carotovora</u>	Pudricción húmeda o suave de la raiz	Enfermedad muy común
<u>Xanthomonas carotae</u>	Tizón bacteriano	Transmitida por semilla
Virus		
Complejo viral	Virus del enanismo moteado (<u>Motley Dwarf virus</u>)	Transmitida por semilla
Virus de hoja roja de la zanahoria (<u>Carrot red leaf virus</u>)	Hoja roja	Transmitida por semilla.
Micoplasma		
Amarillento del Aster	Amarillamiento	Enf. muy común
Nemátodos		
<u>Heterodera carotae</u>		
<u>Ditylenchus sp</u>	Nemátodos de la zanahoria	Asociados con <u>H. carotae</u>
<u>Pratylenchus sp</u>		

1.2.1.7 Malezas

La planta de zanahoria, por su morfología, compite desfavorablemente con otras plantas. La competencia que se establece es básicamente por luz, agua y nutrientes. Además, las malezas pueden hospedar insectos plagas y microorganismos patógenos para la zanahoria (20).

La zanahoria se cultiva con uno de dos objetivos básicos, producir raíces para alimentación humana o animal o producir semillas para su propagación. En ambas cosas, para que se logren resultados satisfactorios, se requiere de un control y manejo de maleza oportuno y adecuado, ya que éstos ocasionan bajas considerables en los rendimientos de raíces y semillas e indirectamente favorecen la presencia de plagas y enfermedades en el cultivo (45).

El control de malezas se debe iniciar con suficiente anticipación a la siembra, a partir del momento en que se selecciona el lote de cultivo. Cualquier práctica cultural que interfiera de alguna forma la germinación y el desarrollo de las malezas y al mismo tiempo beneficie el

cultivo de la zanahoria, se considera una buena medida en la lucha contra las malas hierbas, una óptima preparación del suelo, el uso de las distancias de siembra adecuados y una fertilización suficiente y oportuna, de acuerdo con la fertilidad del suelo y la variedad de zanahoria a cultivar, son prácticas culturales que ayudan al sistema de manejo de malezas (45)

Con una aplicación de Linuron o razón de 0.75 Kg/ha., dos o tres días después de la siembra, se obtiene un efectivo control de malezas sin afectar la zanahoria. planta. Para obtener un buen control de malezas hasta 8 o 10 meses después de la siembra evaluando el cultivo de semilla, basta con una desyerba con azadón u otra aplicación del herbicida. (20).

Krarup y Durán (28), en trabajos de investigación sobre producción de semillas de zanahoria aplicaron Linuron en dosis de 1.5 Kg/ha., 25 días después del transplante y posteriormente, una labor de escarda y limpia. El Linuron se puede aplicar cuando aparece la tercera o cuarta hoja verdadera a razón de 1 Kg/ha. de ingrediente activo para el control químico de malezas (28, 32).

Otro producto que se ha utilizado para el control de malezas en zanahoria es la Prometrina, sin causar daños en la semilla producida (29,30,33).

El control mecánico de maleza con azadón, machete, escarda etc. debe realizarse con cuidado para no causar heridas a las raíces, ya que estas se constituyen en sitios de entrada para microorganismos fitopatógenos, especialmente bacterias del género Erwinia, cuyo ataque suele ser devastador en cultivos de zanahoria para producción de raíces o semillas; dada la dificultad de su manejo y la ineficacia del control químico (15,23,24,45).

1.2.1.8 Polinización

La zanahoria es una especie alógama y de polinización entomófila. Sus flores secretan sustancias que producen olores que atraen insectos, principalmente, dípteros de las familias Bibionidae y Calliphoridae e Hymenópteros especialmente abejas; los trips también han sido reportados como polinizadores (20, 41, 49).

Si no hay participación de los insectos, en el proceso de polinización, existirá una alta proporción de semilla infértil. Ya que las flores de zanahoria son protándricas,

la diferencia entre la dehiscencia de la antera y la receptividad del estigma es de tres a cuatro días.

Las flores no pueden ser polinizadas por su propio polen; sin embargo, pueden recibir polen de la misma umbela o polen procedente de otras umbelas (20, 49).

Hawthorn, Bohart y Toole, citados por Krarup y Villanueva (35), estudiaron el rendimiento y germinación de semillas de zanahoria relacionados con diferentes niveles de polinización por insectos. Según sus resultados, ambas características se encuentran asociadas positivamente con el grado de polinización insectil. Los rendimientos más altos se obtuvieron bajo aislamiento con abejas y las más bajas con exclusión de todo tipo de insectos. Los autores encontraron que existía una considerable cantidad de semilla anormalmente grande y muchas subdesarrolladas en los tratamientos en que sólo se permitió la entrada de insectos pequeños o con la exclusión absoluta de ellos. Los investigadores concluyeron que la incorporación de colmenas de abeja melífera sería beneficioso para la producción de semillas de esta especie.

En la zanahoria, la polinización cruzada alcanza niveles superiores al 95% según Thampson, citado por Shinahora (49). También puede presentarse algún grado de

autopolinización, ocasionalmente, cuando la planta es receptiva o su propio polen. La autopolinización por dos o más generaciones consecutivas causa una fuerte depresión por endogamia (49).

1.2.2 Influencia de algunas características de la planta

1.2.2.1 Raíz

Para producir semillas a partir de raíces de zanahoria, es muy importante que éstas posean unas características que garanticen su buen comportamiento durante la fase reproductiva. Refiriéndose a este aspecto, Atanasov (2) y el Instituto Colombiano Agropecuario (23,24), consideran que es preciso utilizar sólo raíces bien formadas y clasificadas por tamaño, forma típica de la variedad y color.

Las raíces se deben seleccionar, cuando el método de producción de semilla lo permita, por su estado fitosanitario e integridad física, es decir, no deben presentar ningún signo de deshidratación, daño mecánico, heridas causadas por insectos o síntomas de enfermedades bacteriales, virales, fungoso, o de otro tipo (49).

Se ha observado que plantas obtenidas de raíces con peso

mayor de 200 gr. florecen más prematuramente que aquellas que pesan menos de este valor. Lo cual indica que, en la producción de semillas, a partir de raíces, el tamaño debe tenerse en cuenta para obtener semillas menos susceptibles a floración prematura, siendo importante anotar que este fenómeno se presenta, además, por otros factores como bajas temperaturas y sequía (23,24).

1.2.2.2 Floración y Ordenes florales

Según Krarup et al (31), "la zanahoria al igual que otros umbelíferas, bienales, exhibe un hábito de floración caracterizada por la presencia de órdenes florales conformados por umbelas compuestas, su número y tamaño no es uniforme y permite suponer diferencias de rendimiento por órdenes florales". La maduración de las semillas de cada orden floral no es simultánea con respecto a los de los otros órdenes y este hecho representa problemas prácticos en su cosecha y diferencia en la viabilidad de las semillas.

Franklin, citado por Krarup et al. (31), dice que las tres primeras órdenes florales producen aproximadamente el 90% de las semillas. Howthorn et al, citados por el mismo autor, expresó que más del 50% del total de la semilla es

producido por el segundo orden floral Nath y Kalvi, citados por Krarup et al (31), encontraron al cosechar separadamente sólo los tres primeros órdenes florales, que existía una contribución en semillas de 24.6% para el primer orden, 63,2% par el segundo orden y sólo 12.1% para el tercero e indicaron que lo anterior estaba de acuerdo con lo determinado por otros autores (Borthwick, Hawthorn et al. citados por Krarup et al (31)).

El tamaño de la semilla y por lo tanto el del embrión está estrechamente relacionado con el orden floral a que pertenece. Las semillas provenientes del primer orden floral poseen embriones de mayor dimensión que los de los otros órdenes, no existiendo diferencia significativa entre las dimensiones de embriones de primero y segundo orden. Las semillas provenientes de las órdenes inferiores (tercero, cuarto quinto, etc.) poseen embriones más reducidos y esto se traduce en una menor capacidad germinativa (35).

Borthwick, Nath y Kalvi, Krarup et al y Krarup y Villanueva, citadas por Krarup y Durán (28), señalan que las semillas producidas por los primeros órdenes florales son de mayor calidad que aquellos provenientes de órdenes inferiores; ésta mayor calidad está dada por un mayor tamaño de la semilla y del embrión la cual se traduce en

un porcentaje más alto de germinación y emergencia, una mayor proporción de raíces de primera clase.

1.2.3 Factores Culturales y Manejo de Postcosecha

1.2.3.1 Distancia de Siembra

Krarup y Montealegre (30), afirman que se usan diversas distancias de siembra, tanto entre hileras como entre plantas, para la producción de semillas de zanahoria. Existe tal variabilidad en las distancias de plantación entre hileras, que usan distancias tan cortas como 0.15 a 0.25 m. y tan amplias como 0.9 m. (20).

Las distancias entre plantas que se sugieren también son muy variables, desde 0.3 m. hasta 0.9 m. de acuerdo con Watkins y García, citados por Krarup y Montealegre (30).

Los rendimientos de semillas varían con la distancia que se emplee, en tanto que el porcentaje de germinación se mantiene constante (30).

Para la producción comercial de semillas, Harrington, citado por Krarup y Montealegre (30), sugiere distancias de 0.7 por 0.7 m., aunque plantea que la distancia entre plantas puede variar desde 0.25 a 0.38 m.

En cuanto al efecto que tiene la distancia de siembra sobre la calidad de semilla, se afirma, que altas densidades pueden tener un efecto negativo en la calidad de la semilla, pero que distancias moderadamente densas favorecen la formación de umbelas primarias y secundarias de mayor calidad. Sin embargo, para fines prácticos de recolección mecanizada, unos espaciamentos mínimos de 0.3 a 0.5 m. sobre la hilera y de 0.8 m. entre hileras, bajo condiciones del subtrópico en Chile, son adecuados (30).

Para las condiciones de la sabana de Bogotá, se propone el uso de seis libras de semillas por hectárea y distancias entre hileras de 0.9 m. y entre plantas de 0.7 a 0.8 m. (20).

En el departamento de Nariño se investigó la influencia de la distancia de siembras sobre la producción de semillas de la zanahoria de la variedad "Chantenay" y se concluyó que el uso de una distancia de siembra de 1 m. entre surcos y de 0.5 m. entre plantas, con una población de plantas de 13.330 por hectárea, disminuyó el volcamiento (23).

Otro argumento que se debe tener en cuenta para la determinación de la distancia de siembra, es el hecho de que, bajo el sistema de siembra de alta población, se

presenta mayor incidencia de enfermedades foliares, ya que se crea un micro clima más húmedo alrededor de las plantas y se favorece el desarrollo de los patógenos (36).

1.2.3.2 Fertilización

Krarup et al (29) y Avelar et al (3), observando valores de extracción de nutrientes, determinados en forma separada por sus investigadores, concluyeron que el polonio es el elemento más extraído por la zanahoria, seguido por el nitrógeno y en cantidades significativamente menores por el fósforo, el cual es superado en cantidad por el calcio y el sodio.

Los autores señalan que la extracción de elementos nutritivos del suelo depende de la fertilidad del mismo, de las condiciones ecológicas imperantes durante el desarrollo de las plantas, de la densidad poblacional de la variedad en cultivo, de los rendimientos y de otros factores; como duración del ciclo vegetativo, momento de cosecha, etc.

Krarup y Moretti (32), dicen que el uso de fertilizantes es absolutamente indispensable si se desea tener éxito en un cultivo hortícola, razón por la cual también deben emplearse en la producción de semilla de zanahoria.

Según la FAO, citada por Krarup y Moretti (30), las dosis de fertilizantes nitrogenados suministrados a un cultivo de zanahorias para producción de semillas, son muy variables y en todo caso tiene una influencia favorable.

Hawthorn, citado por Krarup y Moretti (32), anota que al ser aplicados en primavera niveles medios de nitrógeno (112 Kg/ha). Se registra un aumento de la altura, el color de las plantas y del rendimiento. Nilson y Fernqvists, citadas por los mismos autores, indicaron que sólo el nitrógeno fue capaz de producir aumentos significativos en los rendimientos, llegando a cosechar los autores 1.300 Kg de semilla por hectárea.

Las respuestas al fósforo parecen depender, en mayor proporción que el nitrógeno, de la fertilidad propia del suelo (32). Delver, citado por Krarup y Moretti (32), en Holanda, reportó que no hubo respuesta a este elemento. Watkins, Cox y Starr, citados por el mismo autor recomiendan aplicar superfosfato en dosis de 200 a 250 Kg/ha.

Austin y Longden, citados por Krarup y Moretti (32), observaron que bajas concentraciones de fósforo reducen notablemente la cantidad de semillas obtenidas.

En cuanto al potasio, Krarup y Moretti (32), citan a varios autores que consideran que este elemento es decisivo para la producción de semillas de zanahoria.

En Colombia, y con fines de producción de semilla de zanahoria, se han hecho dos aplicaciones de fertilizante completo, una o los tres o cuatro semanas después del replante de las raíces y la otra al inicio de la floración, usando en la primera aplicación 90 kg/ha de P_2O_5 y 30 kg/ha de N y de K_2O , y para la segunda 60 kg/ha de P_2O_5 y 20 kg/ha de N y K_2O (20).

El Instituto Colombiano Agropecuario (23), afirma que en Colombia se han realizado pocos trabajos para determinar los niveles óptimos de fertilización en producción de semillas de esta especie. Los pocos trabajos que se han hecho no permiten determinar una dosis específica y adecuado de fertilizante y más bien suponen que las cantidades y fuentes de fertilizante depende de la fertilidad del suelo, las condiciones climáticas y de otros factores, además, de la variedad de zanahoria cultivada, distancia de siembra, época y forma de aplicación.

1.2.3.3 Poda de Umbelas

Krarrup y Durán (28), estudiaron el efecto de la poda de umbelas, en estado de botón floral, sobre el rendimiento y la calidad de las semillas de zanahoria y encontraron que la eliminación de umbelas de órdenes inferiores (tercero, cuarto, etc.) se traduce en un incremento del rendimiento promedio de semilla en las órdenes superiores (primero y segundo); y que asimismo, se observa una reducción del ciclo de producción, una mayor longitud de las semillas y embriones, un menor número de semillas por gramo (mayor peso promedio de semillas); aunque no se registra un aumento significativo en el porcentaje de germinación.

La poda de umbelas se realiza manualmente cuando se da la emergencia de las umbelas de órdenes inferiores como botón floral, utilizando una tijera podadora corriente (28).

1.2.3.4 Cosecha de la Semilla

El aspecto de mayor importancia en la labor de recolección de la semilla la constituye, sin lugar a dudas, la determinación del momento oportuno de cosecha. Carrillo (9), dice que la producción de semilla de zanahoria en Venezuela se logra en un período de 11 meses y que la maduración de ésta se dá en forma irregular, lo que obliga

a que la recolección de la semilla, en estado óptimo de madurez, se extienda por varios días. En Colombia, el período para producción de semilla es de un año aproximadamente (20).

Eguchi y Oshika, citados por Barreto (4), enfatizan en la importancia de cosechar las semillas de zanahoria cuando estas hayan madurado completamente. Estos autores observaron que semillas inmaduras y semillas cosechadas mucho después de la maduración, mostraron ser inferiores en cuanto a viabilidad cuando fueron comparadas con semillas cosechadas en el momento óptimo de maduración.

La madurez se presenta primero en las semillas pertenecientes al primer orden floral (umbelas primarias) y luego se va dando en forma sucesiva en las semillas de los órdenes secundario, terciario, etc. La forma secuencial de maduración, hace que la cosecha sea escalonada y que sea preferible realizar varias pasadas cada 8 ó 15 días, para cosechar cada vez sólo aquellas umbelas que presentan una coloración café y permitir que las otras completen su período de maduración (9, 20).

La caída de las semillas es un problema de difícil solución para las especies de frutos secos dehiscente como la zanahoria. En ésta si el proceso de maduración es

interrumpido por una cosecha temprana, la calidad de la semilla es afectada negativamente, por el contrario, si se dilata en el tiempo se producirá una pérdida importante por el deterioro y la caída de la semilla en el campo. Se han ensayado pulverizaciones, con polivinil acetato (P.V.A.), sobre las inflorescencias con semillas. Reduciéndose el desprendimiento de la semilla en apio, zanahoria, y cebolla (41).

En regiones con humedad relativamente baja, la cosecha de semilla de especies con fruto seco dehiscente se hace en las primeras horas de la mañana, de esta manera, el rocío matinal disminuye la caída que se produce a consecuencia del manipuleo de las umbelas (41).

La cosecha puede ser manual o mecanizada, pero es preferible la cosecha manual, ya que permite hacer una buena selección de las umbelas maduras y de mejores características. Además de que facilita la separación de las órdenes florales (9, 20).

1.2.3.5 Procesamiento de las semillas

Las umbelas cosechadas se someten a un proceso de beneficio que comprende las labores de presecado, trilla,

prelimpieza, limpieza, clasificación, desinfección, secado final, envase y almacenamiento (13, 41).

La semilla de zanahoria tiene una humedad cercana al 50% en el momento que se cortan las umbelas maduras de la planta, equilibrándose posteriormente con la humedad del medio ambiente. Para lograr una humedad adecuada de la semilla, que permita su procesamiento, es necesario realizar un primer secado o presecado; este puede ser natural o artificial (13,41).

El secado natural se realiza en zonas de clima seco y consiste en colocar las semillas al sol, en estructuras de malla metálica (tela de alambre) o sobre lonas; también se puede colocar en bolsas de papel permeables a la humedad.

El secado artificial es propio para regiones húmedas y se hace forzando el paso de una corriente de aire, caliente o a temperatura ambiente, a través de las semillas. Cuando las umbelas se vuelvan quebradizas, están listas para pasar a la trilla (13, 41).

La trilla es la operación por medio de la cual se separa la semilla del fruto. Esta denominación está reservada para cuando se trabaje con frutos secos, como el de la zanahoria. La trilla puede ser manual o mecánica (13).

La trilla manual es una tarea que exige un importante gasto de mano de obra y sólo es posible en aquellos países donde la influencia de los salarios no es grande y sólo para pequeñas cantidades. Esta tarea se puede hacer de diferentes formas y consiste básicamente en desgranar con las manos las umbelas, o hacer pasar un rodillo o mazo por encima de las umbelas colocadas sobre un piso de hormigón o sobre otra superficie firme, plana y recubierta de caucho para liberar las semillas de la estructura que las sostiene (13, 20, 41)

La trilla mecánica es la de mayor difusión y para ello se emplean trilladoras móviles o fijas, las trilladoras constan de un cilindro y un cóncavo, éstas dejan entre sí un espacio regulable por el cual pasan las umbelas, al atravesar esta apertura los frutos se desprenden y se liberan las semillas. El cilindro trillador debe tener una velocidad de unos 1.100 rpm. y sus batidores y cóncavos deben estar revestidas de goma para evitar daños a las semillas. Es muy importante inspeccionar la semilla que sale de la trilladora para constatar si existe daño mecánico. Este inconveniente puede ocurrir por distintas causas, las más comunes son el exceso de velocidad del cilindro, la escasa apertura entre el cilindro y el cóncavo o también por el sobresecado o exceso de humedad de las semillas (13, 41).

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

Las semillas salen de la trilla con gran cantidad de resto de umbelas y otras impurezas, para eliminar el material más grueso se utilizan cribadoras, que son máquinas con un tambor de lámina metálica con perforaciones por donde pasa la semilla y no la basura de tamaño mayor que el de la semilla (41).

La trilla se complementa con la eliminación de las espínulas que recubren la semilla de zanahoria, éstas se retiran por medio del frotamiento entre elementos de goma y cribas de un molino de martillo o desbardador (13, 41).

La limpieza propiamente dicha se realiza con una máquina aventadora o sistema de aire-zaranda. Las zarandas son intercambiables y el volumen de aire es regulable; la velocidad de giro del cilindro varía entre 400-800 rpm. Este sistema tiene un alto rendimiento, la limpieza termina sobre una mesa vibradora que hace que las semillas se estratifiquen por su peso y caigan en diferentes bocas (13, 41).

La clasificación, es el conjunto de tareas que se efectúan para homogenizar el lote de semillas respecto a tamaño, forma, peso y color (13).

Antes del empaque, es necesario reducir el nivel de

humedad de las semillas para minimizar su actividad respiratoria y limitar el ambiente favorable para los patógenos. La humedad máxima para semilla que se va a empacar herméticamente debe ser del 7%, para envases comunes se recomienda una humedad de alrededor del 10% (41).

Una vez seca, la semilla se trata con productos protectantes. Finalmente es envasada y almacenada en ambientes secos, frescos y bien ventilados (41).

Borreto y Hunter (4), dicen que el almacenamiento se debe hacer en cámaras frías y secas (7°C y 50% de humedad relativa).

Los empaques más utilizados son frascos de vidrio con tapa metálica, bolsas de polietileno o tarros de metal. Cualquiera que sea el empaque, debe llevar una etiqueta con el nombre de la variedad de zanahoria, entidad que la produce, porcentaje de germinación, porcentaje de pureza, fecha de empaque, número del lote, peso de contenido y nombre del producto con que fue tratada la semilla (20).

1.2.4 Sistemas Comerciales de Producción de Semillas

1.2.4.1 Semilla a semilla

Krarrup y Schwerter (34), anotan que en la producción de semillas de zanahoria bajo este método, el cultivo es tratado como una especie anual permaneciendo "insitu", las plantas, hasta producir semillas.

Este método es menos costoso y con rendimientos generalmente superiores a los de otros métodos, sin embargo, tiene desventajas, ya que no existe oportunidad de seleccionar sistemáticamente las raíces y exige una semilla original de la mejor calidad y pureza.

En la Sabana de Bogotá ha sido posible producir semilla de zanahoria requiriéndose de diez meses para lograrlo (20).

En Abonuco (Nariño), se ha evaluado el método y los resultados indican que la formación de tallos florales se cumplió a los siete meses, la maduración de las umbelas se manifestó a los once meses aproximadamente. Con este sistema se ahorran sesenta días, respecto al sistema raíz semilla y por consiguiente mano de obra. Queda por determinar la calidad de la semilla así producida. (20)

1.2.4.2 Raíz a Semilla

Es el más empleado en zona templada y para ello se siembra a finales de primavera para cosechar raíces en otoño (34).

"Al tiempo de la cosecha comercial se eligen las mejores raíces y se transplantan a otro sitio a las distancias adecuadas. La ruptura de las raíces secundarias parece tener un efecto fisiológico, al estimular la emisión o producción del tallo floral" (34). Este método también es llamado "transplante" (20).

Si es necesario almacenar las raíces en un período anterior al transplante, debido a condiciones ambientales adversas, hay que considerar tres aspectos : la temperatura, la humedad relativa y el tiempo de este almacenamiento (34).

Al mantener la temperatura entre uno y dos grados centígrados (1°C. y 2°C.) y una humedad relativa de 90 - 95%, las pérdidas por deterioro a los 140 días no será mayor al 20%, el porcentaje de germinación no varía estadísticaamente, aunque las raíces más deterioradas generan semillas de baja viabilidad (34).

1.2.4.3 Raíz vernalizada semilla

Es una modificación del sistema semilla transplante en donde las raíces se llevan a un almacenamiento en frío al tiempo de la cosecha comercial y que han sido cuidadosamente seleccionadas. Dicho almacenamiento se lleva a cabo en cámaras frigoríficas a 5°C por un tiempo superior a dos meses y se dice que obliga la planta a entrar en la fase reproductiva. Este sistema es ampliamente utilizado en los países de zona templada, (6, 21, 49).

1.3 PRUEBAS PARA DETERMINAR CALIDAD EN SEMILLAS DE ZANAHORIA

Se entiende como una semilla de calidad aquella que reúne una serie de atributos o cualidades que le permiten enfrentar un medio ambiente adverso y mantener unas características genéticas heredadas, estables (11).

Barreto y Hunter (4), observan que la calidad de la semilla es particularmente importante para la producción de plantas hortícolas; no sólo por su alto costo de producción, sino también porque la producción de hortalizas involucra frecuentemente altas inversiones cuya

recuperación depende en gran medida de la calidad de la semilla utilizada.

1.3.1 Viabilidad

Según Gray y Steckel (16). La viabilidad puede ser medida en términos de la detención de la respiración en el embrión, el cual es el componente activo de la semilla, en un período anterior a la germinación.

Los procesos respiratorios, en tejido vivo, se generan a partir de reacciones de óxido-reducción en donde son liberados hidrógenos, cationes, que al hacer contacto con sal de tetrazolio adicionada reaccionan, tornando de un color rojizo las células activas (16).

Evaluando en el embrión la localización, la intensidad y la uniformidad de la coloración se puede predecir la viabilidad y también determinar si la semillas tiene vivas las partes necesarias para desarrollarse en una planta normal (16, 18), sin embargo, esta prueba requiere de personas que conozcan las zonas activas vitales en el embrión de Daucus carota L.

La viabilidad también puede ser medida en zanahoria, con base en ciertas características de las semillas: de

germinación, vigor, estado fitosanitario, peso seco, contenido de humedad, etc. (11).

1.3.2 Vigor

Tarquís y Duran (52) recogen una serie de interpretaciones sobre el vigor en las semillas; Para la ISTA (26) "el vigor de la semilla es la suma de aquellas propiedades que determinan el nivel potencial de actividad y desarrollo de la semilla durante la germinación y emergencia hasta alcanzar el estado de plántula".

Según la AOSA (1), el vigor es la suma de "aquellas características de la semilla que determinan el potencial para una germinación rápida, una emergencia uniforme y un normal desarrollo de las plántulas, bajo una amplia gama de condiciones de campo" (52).

Camargo (8), dice que existe una influencia de las características intrínsecas de la semilla y de los factores externos, que pueden determinar un potencial de germinación alto o bajo.

Las características genéticas, el tamaño y peso de las semillas, el estado de envejecimiento y deterioro se encuentran entre las primeras. Los factores externos como

el estado nutricional de la planta madre durante el desarrollo de la semilla, el estado sanitario, la madurez al momento de la cosecha, entre otros, también, pueden afectar la calidad fisiológica de la semilla de zanahoria (8, 52).

Algunos parámetros que pueden servir para estimar el vigor, en las semillas de zanahorias son: la detección de los procesos bioquímicos y reacciones que tienen lugar durante la germinación, la velocidad y uniformidad de la germinación, la emergencia bajo condiciones ambientales desfavorables, el crecimiento y uniformidad de las plántulas, la cosecha y el rendimiento (8, 52).

1.3.3 Germinación

Existen pruebas estandarizadas para determinar el porcentaje de germinación de zanahoria en donde se conoce las condiciones ideales de germinación para evaluarla en el laboratorio. Sin embargo, bajo condiciones de campo los resultados obtenidos pueden diferir a los obtenidos en el laboratorio, siendo generalmente inferiores, probablemente debido a factores adversos que inhiben la actividad en la semilla pre y post germinativa (12).

Lorenz (38), reporta los niveles mínimos de germinación en

laboratorio, para zanahoria, entre 55% y 65%, como aceptados internacionalmente. Los valores más altos pueden estar cerca al 95% o más (35). Sin embargo una buena germinación no siempre es índice de buena calidad fisiológica, aunque puede contribuir a determinarla (8). Hay que anotar que en zanahoria puede presentarse latencia la cual puede incidir en los resultados de una prueba de germinación, subestimando el poder germinativo real de la semilla (12).

"Si existe latencia en las semillas, puede evitarse utilizando luz durante ocho horas sobre las semillas al iniciar cada ciclo de germinación" (12).

Se ha encontrado que hay una relación entre el orden floral de procedencia de la semilla y el porcentaje de germinación de zanahoria. Las semillas provenientes del primero y segundo orden floral tienen un porcentaje de germinación mayor que el porcentaje en las semillas provenientes de órdenes inferiores. Así mismo, existe una relación proporcional entre el tamaño de la semilla y el tamaño del embrión y el poder germinativo de la semilla (35).

1.3.4 Estado fitosanitario

Las semillas de zanahoria son portadoras de microorganismos patógenos, principalmente hongos, bacterias y virus (36, 39, 41). Londoño (37), afirma que estos patógenos pueden causar pérdidas en cosechas, germinación, desarrollo de enfermedades en las plantas, decoloración y arrugamiento, cambios biológicos en las semillas, producción de toxinas.

Para evaluar el estado fitosanitario de un lote de semillas de Daucus Carota L. es necesario conocer la procedencia de ésta para determinar cual o cuales pruebas han de efectuarse, pues para cada patógeno en particular, existe una metodología de evaluación específica. Bajo condiciones tropicales se ha reportado la presencia de Alternaria Dauci en las semillas como limitante (20, 36). Strandberg (51), propone evaluarlo en el laboratorio con el método de papel filtro; 400 semillas inactivadas con 2,4 D al 0.001% y una alta humedad relativa, para hacer observaciones al séptimo y décimo día.

1.3.4 Peso Seco

La importancia de conocer el peso seco de la semilla está relacionada con dos hechos, el primero en que un mayor

peso seco implica una mayor reserva de energía para los procesos respiratorios antes y durante la germinación, el segundo es la relación entre el peso seco y el tamaño de la semilla; es de esperarse que a mayor tamaño mayor peso seco. En zanahoria existe una relación directa entre el tamaño de la semilla y el tamaño del embrión en donde un buen tamaño del embrión implica un alto potencial de germinación. (28, 31).

En un gramo de semillas de primero y segundo orden el número de semillas es menor que en un gramo de órdenes inferiores, el potencial de germinación en órdenes superiores es más alto que el de órdenes inferiores (31) lo que demuestra la importancia de determinar el peso seco.

La estimación del peso seco, en laboratorio, se hace con el método de la estufa a temperatura constante por 17 ± 2 horas a 103°C . (11).

1.3.6 Pureza Física

La pureza física se refiere a la clasificación de los componentes de un lote de semillas, que incluye a las semillas como tal y la fracción de impurezas de tipo orgánico e inorgánico (26).

Para Daucus carota L. la ISTA (26) establece como perteneciente a la fracción semilla los siguientes componentes; aquenio con o sin pedicelo a menos que sea evidente que no posea semillas, mericarpo con o sin pedicelo a menos que sea evidente que no contenga semilla, fragmento de mericarpo superior a la mitad del tamaño de la semilla a menos que no contenga semilla con el pericarpio parcial o totalmente desprendida, fragmento de semilla cuyo tamaño sea superior a la mitad de su tamaño inicial, con el pericarpio parcial o totalmente desprendido.

La fracción impurezas de tipo orgánico incluye los fragmentos de semillas, aquenios, mericarpos y cariopsides cuyo tamaño sea igual o inferior a la mitad de su tamaño inicial. Tallos, hojas, flores, agallas de nemátodos, esclerósios de hongos, etc.(25).

La fracción inorgánica involucra los componentes tierra, arena, piedras (26).

1.3.7 Pureza Genética

Las características varietales para "Danvers 126" fueron descritas ampliamente en el capítulo 1.1, sin embargo hay que hacer unas consideraciones acerca de cuáles pueden ser

las causas de cambios dentro de las características de la variedad (1).

La naturaleza alógoma de la zanahoria hace que las posibles diferencias entre las plantas sea de origen genético y/o ambiental; un cambio en el genotipo traerá como consecuencia una segregación genética, un efecto ambiental alterará el fenotipo (26, 35).

Los cambios en el genotipo pueden ser de diferente origen, una "contaminación" con polen de otros cultivares, una baja población de plantas, una polinización insuficiente, causada por polinizadores inapropiados (4, 26, 31).

La densidades de siembra, las bajas temperaturas o escases o abundancia de nutrientes, se constituye en causas posibles de alteración en la expresión del genotipo (6, 20, 35).

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 LOCALIZACION

El presente trabajo se realizó desde abril de 1.989 hasta marzo de 1.991, en el campo y en el laboratorio de semillas del centro de investigación "La Selva" de propiedad del Instituto Colombiano Agropecuario (I.C.A.) situado en el corregimiento de "Llanogrande" del municipio de Rionegro Antioquia, a una altura de 2.120 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 17°C, humedad relativa del 77% y brillo solar promedio diario de cinco horas y 19 minutos. De acuerdo con los datos climáticos de elevación sobre el nivel del mar, temperatura promedio y precipitación promedio anual, la región se ubica dentro de la formación ecológica o zona de vida bosque húmedo Montano Bajo (bh - MB). En las figuras 1,2,3 y 4, se presentan los registros mensuales de temperaturas, precipitación, humedad relativa y brillo solar, respectivamente, para el período en el cual se realizó el trabajo de campo, incluyéndose además, en los

figuras 2,3 y 4, los promedios mensuales para varios años. Todos los gráficos se elaboraron con base en los registros de la estación metodológica localizada en el mismo centro de investigación.

FIGURA 1. Temperatura maxima, minima y promedio mensual registrado durante el trabajo experimental en C.I "La Selva"

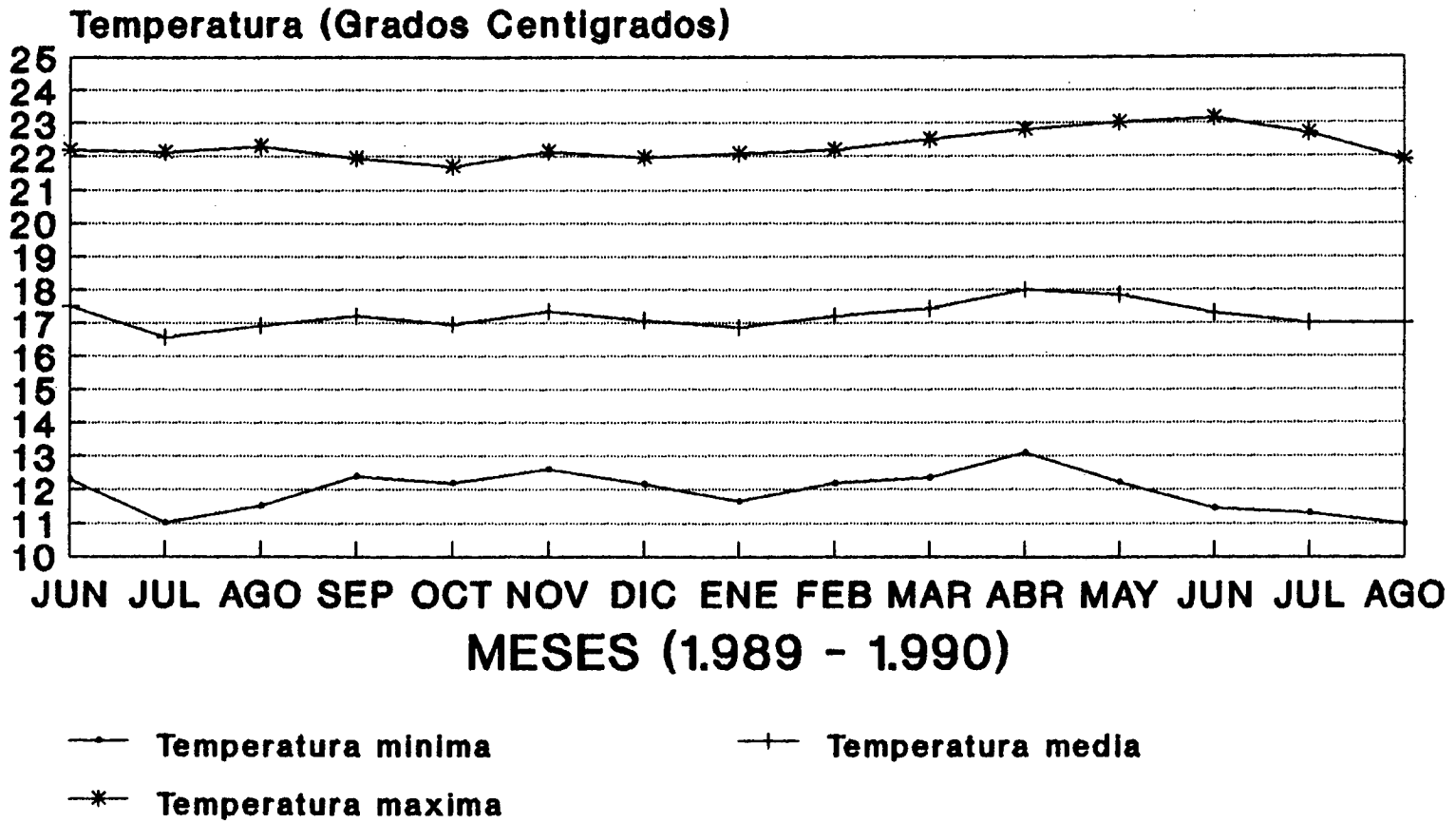


FIGURA 2. Registros mensuales de precipitacion durante el trabajo de campo en C.I "La Selva"

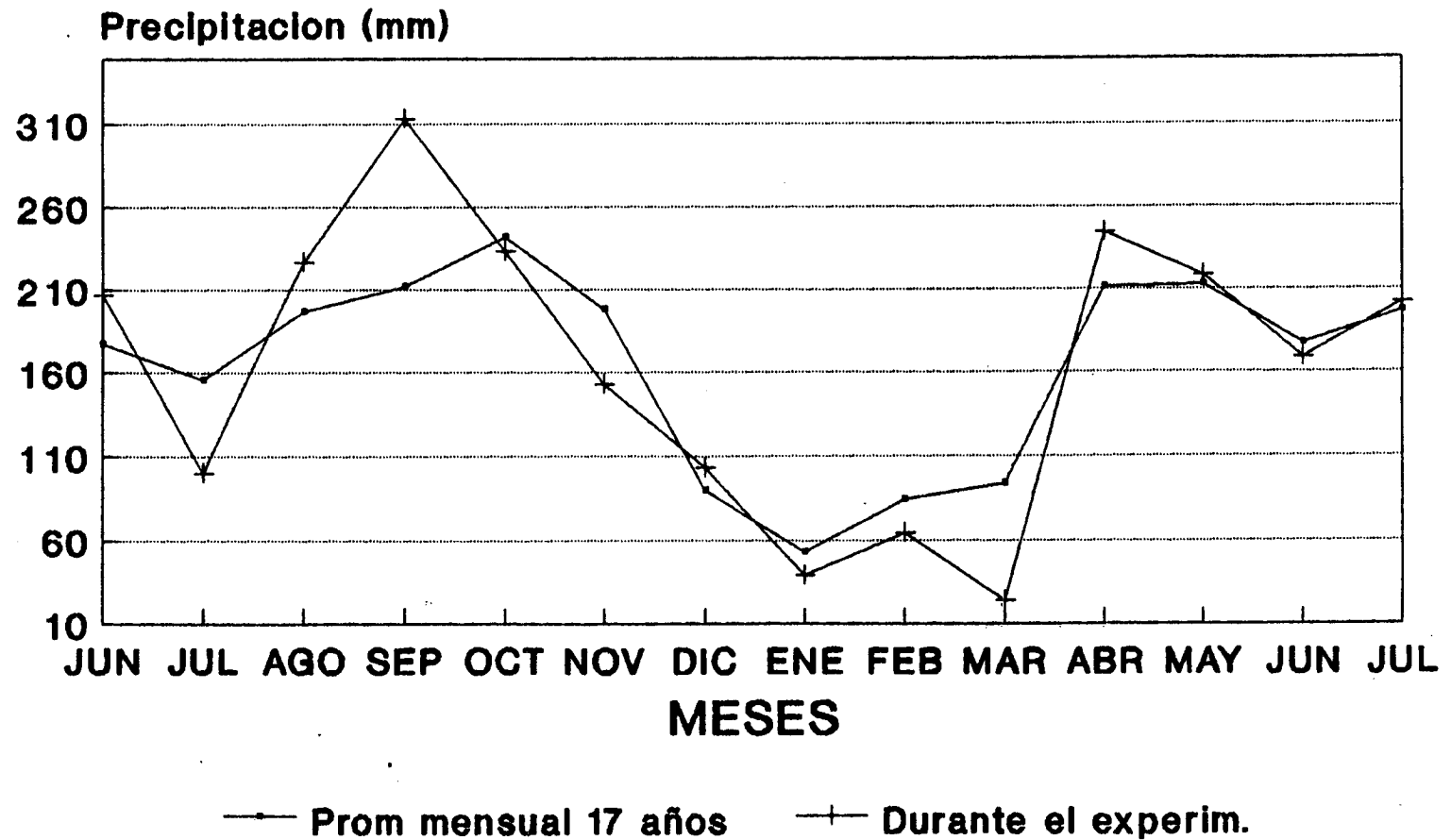


FIGURA 3. Registros mensuales de humedad relativa durante el experimento y promedio de 9 años en C.I "La Selva"

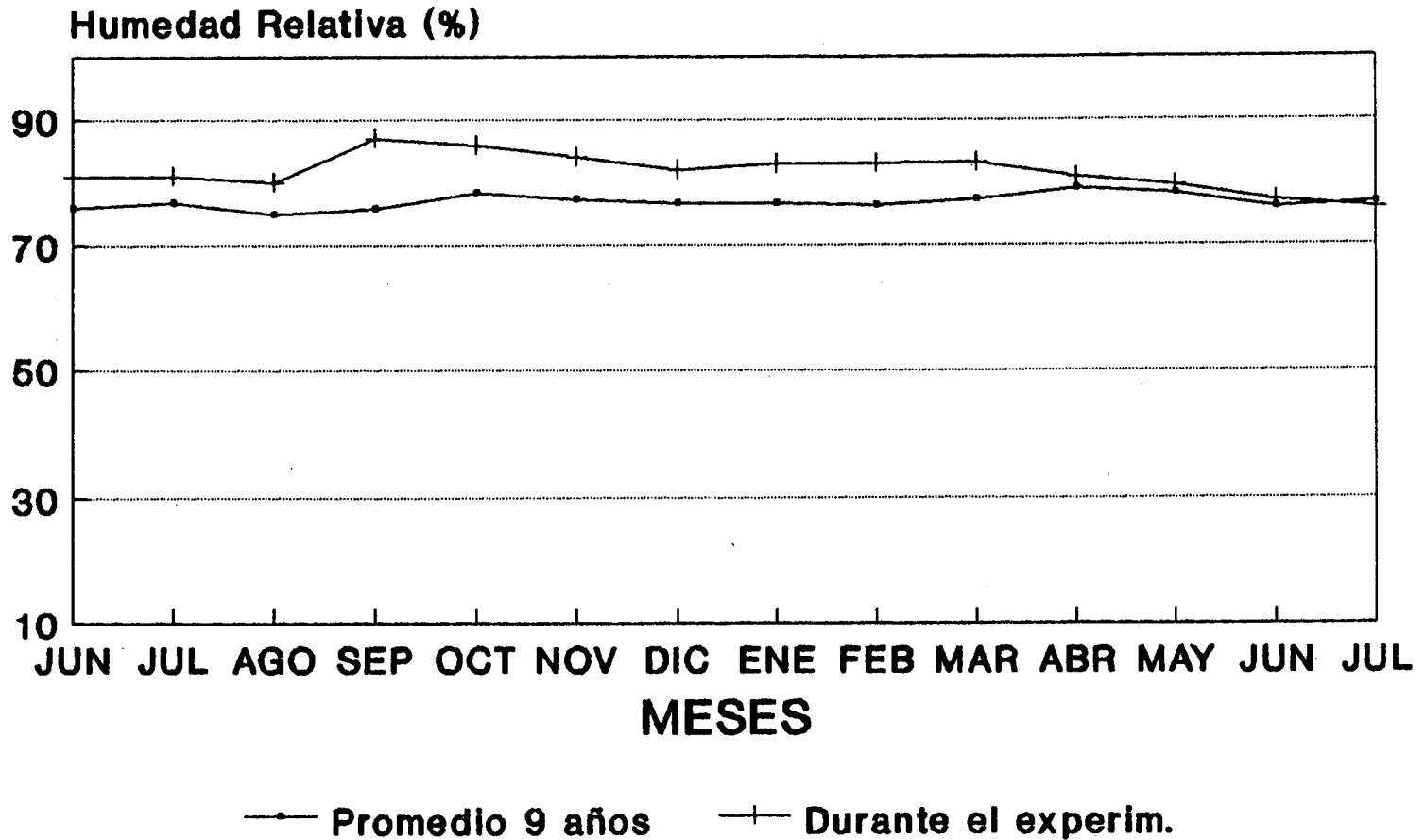
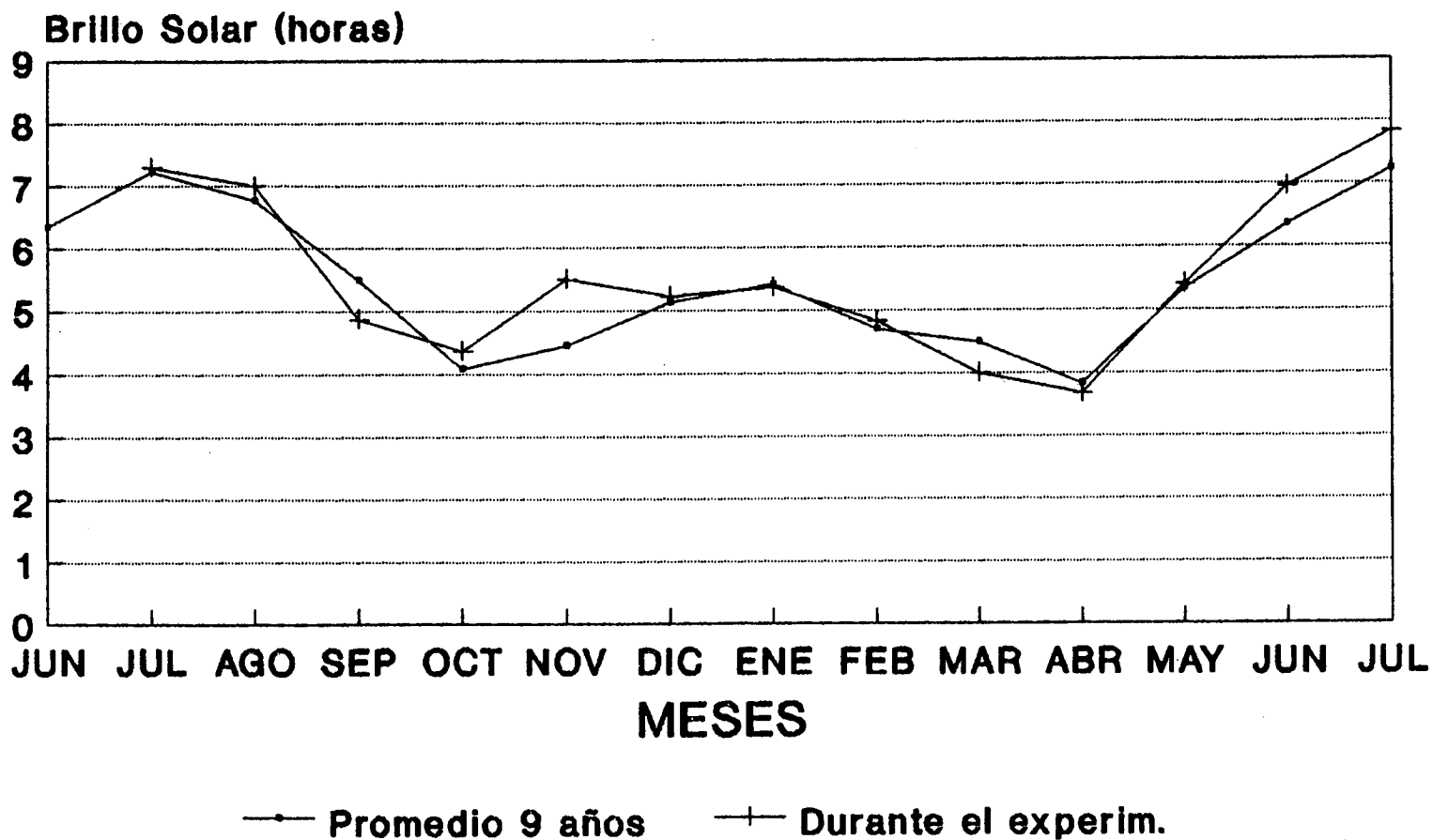


FIGURA 4. Registros mensuales de brillo solar durante el experimento y promedio de 9 años en C.I "La Selva"



El resultado del análisis físico-químico de suelo del lote experimental, realizado por el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Colombia, seccional Medellín, se presenta en la tabla 2.

TABLA 2. Resultado del Análisis de Suelo del Lote Experimental Ubicado en el Centro de Investigación C.I "La Selva"

ARENA (%)	LIMO (%)	ARCILLA (%)	TEXTURA
50	30	20	FRANCA (F)

pH	M.O. (%)	P. (ppm)	S (ppm)
5,7	27,7	25	—

CIC ef	Al	Ca	Mg	K
(meg/100 grs de suelo)				
11,2	—	9,0	2,0	0,20

Fe	Mn	Cu	Zn	B
(ppm)				
150	4	6	7	0,36

2.2 VARIEDAD EVALUADA

En el estudio, se empleó semilla de zanahoria de la variedad Danvers 126, producida en los Estados Unidos de Norteamérica (U.S.A) por la compañía Northrup King (N.K), la cual garantizaba en la etiqueta una germinación del 88% y una pureza física del 99,3%. La semilla venía empacada herméticamente en un tarro metálico y tratada con el fungicida captan.

2.3 LABORES PREVIAS PARA LA PRODUCCION DE RAICES Y PLANTAS MADRES, NECESARIAS EN LA IMPLEMENTACION DE LOS TRATAMIENTOS

2.3.1 Selección y Preparación del Lote

En el mes de Mayo de 1.989 se seleccionó el lote experimental y se efectuó un control químico de malezas, aplicando 150 c.c de glifosato (Round Up) más 150 c.c. de

paraquat (Gramoxone), disueltos en 10 litros de agua, utilizando una bomba de espalda de presión neumática. Dos semanas más tarde, se procedió a construir 24 camas de 2,4 m. de largo, 1,2 m. de ancho y 0,25 de altura distanciados entre sí un metro.

2.3.2 Aplicación de Correctivo y Fertilización

Sobre las camas se aplicó e incorporó cal dolomítica a razón de 500 Kg/ha.

En el momento de la siembra se cubrió la semilla con materia orgánica (Gallinaza) en dosis equivalente a 5 ton/ha. Un mes después, se adicionó 400 kg/ha de fertilizante compuesto (10-30-10 y 40 kg/ha de borax

2.3.3 Siembra

El 16 de Junio de 1.989, se realizó la siembra en cada una de las parcelas, o chorrillo sobre ocho surcos construidos transversalmente y distanciados entre sí 20 cm. La semilla se sembró a un centímetro de profundidad y se cubrió con materia orgánica (Gallinaza). Un mes después de la siembra se hizo un primer raleo dejando una planta por sitio cada 10 cm. y luego se efectuó el aporque. Cada mes a partir de

la siembra, se procedió a controlar manualmente las malezas.

Cuatro meses después de la siembra, se dió inicio a la segunda etapa de investigación, asignando al azar cada uno de los tratamientos a evaluar con sus respectivas repeticiones

2.4 HIPOTESIS DEL TRABAJO

2.4.1 El control de enfermedades durante la época de floración permite la producción de semilla de zanahoria, bajo las condiciones del oriente antioqueño.

2.4.2 Por lo menos uno de los sistemas de producción de semilla es superior a los demás.

2.4.3 Hay por lo menos una condición óptima de sistemas de producción de semilla y control de enfermedades, en cuanto a producción de insumo.

2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

En el estudio se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial $3 \times 2 \times 2$, con cuatro repeticiones, en el cual los factores evaluados fueron : sistema de

producción de semilla, control de enfermedades y orden floral.

2.6 TRATAMIENTOS

2.6.1 Sistemas de Producción de Semilla

Se evaluaron tres sistemas, los cuales fueron : semilla - semilla, semilla - transplante - semilla y semilla - vernalización - transplante - semilla. (Ver figura 5)



FIGURA 5. Distribución final de las plantas madres de los diferentes tratamientos en le campo.

Centro de Docu
CRI La S
Rionegro

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
P.O. 10.000

2.6.1.1 Semilla - Semilla

En esta metodología, la planta permanece en el mismo sitio desde la siembra hasta la producción de la semilla. Para ello se sembró como si se tratara de producción comercial de raíces, realizando un raleo a los 120 días, época de cosecha comercial de zanahorias, para dejar 20 plantas madres por parcela, a una distancia de 35 x 45 cm, tales plantas se seleccionan por su vigor, sanidad y su ubicación en la parcela para tener un material sano y bien distribuido.

2.6.1.2 Semilla - Transplante - Semilla

En este sistema se cosechó toda la parcela, a los 120 días, seleccionándose las 20 raíces mejores por parcela, para luego sembrarlos en bolsas plásticas de 22 cm de diámetro y 38 cm de alto, llenas con suelo similar al del sitio de siembra de la primera fase del cultivo y desinfectado previamente con basamid granulado (40 gr/m² de suelo) (Ver figura 2).



FIGURA 6. Raíces seleccionadas como plantas madres para los tratamientos de los sistemas semilla - transplante - semilla y semilla-vernalización-transplante-semilla.

2.6.1.3 Semilla - Vernalización - Transplante - Semilla

En este método de producción de semilla, se cosecharon todas las plantas a los 120 días, se seleccionaron las 20 raíces mejores por parcela y se almacenaron en nevera a 5°C por espacio de 10 semanas, luego se resembró el material en bolsas de plástico, en la forma descrita para el sistema anterior.

2.6.2 Control Químico de Enfermedades Foliares

Durante la segunda etapa del cultivo (floración y fructificación), la mitad de las parcelas de cada uno de los sistemas de producción de semilla, recibió control químico de enfermedades foliares y en las parcelas restantes no se practicó control químico.

El control consistió en aspersiones foliares semanales o por semana, de acuerdo a la precipitación, (ver figura 2), del fungicida captafol (3 c.c/litro) más adherente. Este fungicida se cambió en el curso del tiempo por clorotalonil (2,5 cc/litro) dado que el agroquímico fue prohibido por reolución del ICA.

2.6.3 Posición de las Umbelas

En el presente estudio se consideró en forma independiente, la semilla proveniente de los umbelas primarias y secundarias, la cual y de acuerdo con la literatura, son de calidad mejor, y aquella de umbelas de órdenes inferiores (3^{ro} y 4^{ro}). (Figura 7).



FIGURA 7. Desarrollo reproductivo en zanahoria. Umbelas Primarias, Secundarias, Terciaria y Cuaternarias, en una planta madre en el sistema de vernalización con control químico.

2.7 VARIABLES ESTUDIADAS

2.7.1 Porcentaje de Supervivencia

Se registró en cada una de las unidades experimentales (parcelas).

2.7.2 Rendimiento de Semilla

Se determinó el peso de semilla obtenida por tratamiento y se expresó en kg/ha.

2.7.3 Fenología de la Fructificación

Para aquellos tratamientos y/o sistemas en que se obtuvo formación de semillas, se registró el número de días transcurridas a la primera cosecha y la duración de este período.

2.7.4 Porcentaje de Germinación

Se registró a los 14 días de iniciación de la prueba de acuerdo al procedimiento, estandarizado por la Asociación Internacional de Pruebas de Semillas ISTA (26).

2.7.5 Velocidad de Germinación

Se midió teniendo en cuenta las normas de la I.S.T.A.

2.7.6 Índice de Vigor GOR (I.V)

Este se obtuvo mediante la aplicación de la ecuación propuesta por Heguire, citado por la I.S.T.A (26)

$$I.V = \sum \frac{\% \text{ de Germinación}}{\text{días de lectura}}$$

Para el efecto del cálculo de I.V., se utilizaron los datos de germinación tomados a los 5,7,10 y 14 días de iniciada la prueba de germinación.

2.7.7 Peso Seco de Semilla

Para tal efecto se emplearon 400 semillas repartidas en cuatro repeticiones, por tratamiento, las cuales se secaron en la estufa a 103^oC, con circulación de aire, durante 17 horas. Al finalizar el período de secado, se registró el peso de la semilla en una balanza electrónica con aproximación a diez milésimas de gramo.

2.7.8 Pureza Física de la Semilla

Se determinó tomando una muestra de semilla (1 gramo) y con ayuda del estereoscopio se separó la semilla de las impurezas. Conocido el peso de la semilla pura presente en la muestra se calculó el porcentaje de pureza.

2.7.9 Estado Fitosanitario de la Semilla

Para su determinación, se utilizó una muestra de 200 semillas por tratamiento, divididas en cuatro grupos de 50. Cada submuestra se colocó en una caja de petri sobre papel filtro humedecido con una solución de 2,4 - D amina al 0,01% con el fin de inhibir la germinación y facilitar así la observación del desarrollo de patógenos. Esta prueba duró siete días en temperatura ambiente.

2.8 ANALISIS ESTADISTICO

Se llevó a cabo el análisis de varianza para las diversas variables registradas a excepción del estado fitosonitorio y la pureza física de la semilla. Se utilizó la transformación angular para aquellos datos expresados en porcentaje y posteriormente se aplicaron pruebas de partición de promedios en aquellos casos en que se presentó variación significativa y de acuerdo con el

ANAVA. Es de anotarse que en algunos casos, por no haberse producido semilla por efecto del tratamiento se hizo el análisis de varianza sin incluir el arreglo factorial, como es el caso de las pruebas de germinación y vigor.

3. RESULTADOS

3.1 SUPERVIVENCIA DE PLANTAS

Los valores de supervivencia en los diferentes tratamientos fueron transformados a arcoseno antes de hacer el análisis de varianza, encontrándose diferencias estadísticas significativas para las variables : sistema de siembra, control de enfermedades y para la interacción sistema - control como se observa en el anexo 1.

Como se aprecia en la tabla 3, el sistema semilla - semilla con control químico de enfermedades, obtuvo los valores más altos de supervivencia y utilizando la prueba de partición de promedios para los datos previamente transformados, se encontró que había diferencia significativa entre éste y los demás sistemas valorados. Asimismo la combinación sistema - control fué significativamente superior a las demás combinaciones en las cuales el número de plantas madres productivas fué significativamente inferior.

TABLA 3. Supervivencia (%) porcentaje de plantas obtenidas con diferentes sistemas de producción de semillas con y sin control de enfermedades foliares y radicales en zanahoria variedad Danvers 126 C.I "La Selva".

SISTEMA (I)	CONTROL DE ENFERMEDADES	% DE SUPERVIVENCIA (II)	
S1	SI	86,5	a
	NO	21,8	cd
S2	SI	34,8	c
	NO	7,3	d
S3	SI	66,3	b
	NO	37,3	c

(I) S1 : semilla - semilla

S2 : Semilla - Transplante-semilla

S3 : Semilla - vernalización-transplante-semilla

(II) Entre promedios marcados con la misma letra no hay diferencias estadísticas significativas con base en los datos transformados a arcoseno (prueba de student con 95% de confianza).

3.2 PRODUCCION DE SEMILLAS

El análisis de varianza para esta característica mostró significancia para los factores sistema, control de enfermedades, tipo de umbela, al igual que para las interacciones dobles y la interacción triple. Sistema-control-umbela (Anexo 2).

La producción máxima de semillas se dió en las umbelas de orden primario y secundario (A) dentro del sistema semilla-semilla, con manejo químico de enfermedades presentándose diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos evaluados. Ver tabla 4.

TABLA 4. Producción de semilla de zanahoria (kg/ha) utilizando tres sistemas de siembra con control y sin control químico de enfermedades foliares y radicales y umbelas de varios órdenes foliares producidas en C.1 "La Selva".

SISTEMAS (I)	CONTROL DE ENFERMEDADES	TIPO DE (II) UMBELA	RENDIMIENTO DE SEMILLA kg/ha (III)	
S1	SI	A	606,7	a
	SI	B	76,3	bc
	NO	A	5,00	c
	NO	B	0,0	c
S2	SI	A	41,8	bc
	SI	B	2,3	c
	NO	A	0,2	c
	NO	B	0,0	c
S3	SI	A	122,8	b
	SI	B	13,2	c
	NO	A	22,5	c
	NO	B	0,0	c

(I) S1 : Semilla - semilla

S2 : Semilla - transplante-semilla

S3 : Semilla - vernalización-transplante-semilla

(II) A : Umbelas primarias y secundarias

B : umbelas de ordenes inferiores (de tercero, cuarto y quinto orden).

(III) Entre promedios marcados con la misma letra no hay diferencias significativas (prueba de student con 95% de confianza).

3.3 DIAS DESDE LA SIEMBRA HASTA DIVERSOS ESTADOS DE FLORACION Y PRODUCCION DE SEMILLA

En la tabla 5 se incluye los días transcurridos desde la siembra hasta diversas etapas de la floración y fructificación, para cada uno de los sistemas evaluados. Como puede apreciarse la duración de siembra a última cosecha de semilla fluctuó desde 397 hasta 472 días para las metodologías semilla-semilla y semilla - vernalización - transplante - semilla, respectivamente. (Ver figura 8 y tabla 5).

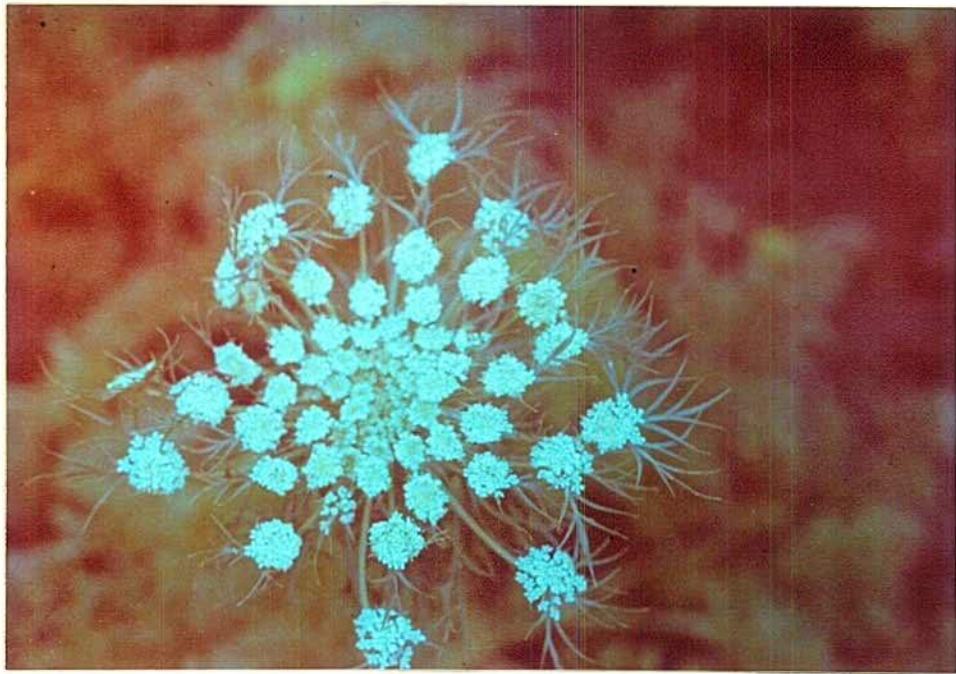


FIGURA 8. Inflorescencia perteneciente a una Umbela Primaria dentro del Sistema Semilla-Semilla con control Químico

TABLA 5. Días transcurridos desde la siembra hasta diversos eventos de la floración y formación de la semilla en zanahoria con tres sistemas de siembra. CI "La Selva".

EVENTO	DIAS METODO (I)		
	S1	S2	S3
FORMACION DE ORGANOS REPRODUCTIVOS	184	199	282
INICIACION DE FLORACION	214	230	302
FORMACION DE SEMILLAS	275	289	347
PRIMERA COSECHA DE SEMILLAS	321	335	393
ULTIMA COSECHA DE SEMILLA	397	434	472

(I) S1 : Semilla - semilla

S2 : Semilla - transplante - semilla

S3 : Semilla - vernalización - transplante - semilla

3.4 GERMINACION TOTAL EN LAS SEMILLAS OBTENIDAS Y EN SEMILLAS IMPORTADAS (COMERCIAL)

Para esta variable, que corresponde a la germinación obtenida a los 14 días de iniciada la prueba, se presentaron diferencias estadísticas significativas en los tratamientos incluidos en la evaluación y entre éstos y la semilla importada, anexo 3. En la tabla 6 se observa que los valores máximos de germinación se obtuvieron en las semillas provenientes de las órdenes superiores, umbelas primarias y secundarias, de los tratamientos que recibieron control químico de enfermedades de los sistemas S₁Q₁A, S₂Q₁A, S₃Q₁A; aunque en este último no hubo diferencia significativa en la germinación para órdenes superiores, uno y dos, y los órdenes inferiores, tercero, cuarto y quinto.

Se encontró diferencia estadística significativa en la germinación de las semillas de umbelas primarias y secundarias de todos los sistemas con control químico de enfermedades y la germinación de semillas importadas.

3.5 VELOCIDAD DE GERMINACION EN LAS SEMILLAS OBTENIDAS Y EN LAS SEMILLAS IMPORTADAS (Comercial).

Después de hacer la prueba estadística se encontró significancia para los tratamientos incluidos en la evaluación. Anexo 4. Los valores más altos se tuvieron en las umbelas primarias y secundarias de los sistemas S₁Q₁A, S₂Q₁A, S₃Q₁A, con control químico de enfermedades sin presentarse diferencias entre ellos, pero si entre ellos y los valores obtenidos con semilla comercial, tabla 6.

3.6 INDICE DE VIGOR

El análisis de varianza para esta variable, indicó significación para los tratamientos evaluados (anexo 5). Los valores máximos para índice de vigor se lograron con la semilla de las umbelas primarias y secundarias de los sistemas S₁Q₁A, S₃Q₁A, con control químico de enfermedades, en los dos casos hay diferencias significativas con relación a la semilla comercial, S₄Q₁A (tabla 6).

3.7 PESO SECO DE LAS SEMILLAS PRODUCIDAS Y DE LA SEMILLA COMERCIAL.

El análisis de varianza muestra los tratamientos con control químico de enfermedades, en sus órdenes superiores uno y dos, como los de más altos valores de peso seco en las semillas produccidas aún con respecto a la semilla comercial (anexo 6).

La tabla 6 muestra a los órdenes superiores uno y dos, del sistema semilla - vernalización, transplante - semilla con control químico de enfermedades, con el mayor peso seco con diferencias estadísticas significativa sobre el sistema semilla - transplante - semilla, en sus órdenes superiores, con control químico de enfermedades.

El peso seco de las semillas producidas en los sistemas S₃Q₁A, S₃Q₂A es significativamente superior al peso seco de la semilla comercial, entre el peso seco de las semillas producidas en S₁Q₁A y S₄Q₁A no hubo diferencia significativa.

TABLA 6. Germinación total (porcentaje a los 14 días) velocidad de germinación (porcentaje a los 7 días), índice de vigor y peso seco de 1.000 semillas, obtenidas de zanahoria con diferentes sistemas de producción de semilla con y sin control químico de enfermedades foliares y radicales y en umbelas de diversos órdenes. C.I "La Selva".

SISTEMAS (I)	CONTROL ENFERMEDADES	UMBELAS (II)	% GERMINACION (III)	VELOCIDAD GERMINACION	INDICE VIGOR	PESO SECO GR
S1	SI	A	81,2 a	75,7 a	37,5 a	1,14 bc
	SI	B	57,5 b	52,2 b	25,4 d	0,36 c
	NO	A	25,0 d	21,2 d	10,3 d	0,85 c
	NO	B	—	—	—	—
S2	SI	A	80,2 a	73,2 a	34,0 b	1,22 b
	SI	B	59,0 b	55,7 b	26,1 d	1,36 d
	NO	A	45,5 c	38,5 c	18,2 c	—
	NO	B	—	—	—	—
S3	SI	A	80,7 a	75,5 a	35,6 ab	1,33 a
	SI	B	76,0 a	68,5 a	33,8 b	1,04 d
	NO	A	70,0 ab	58,2 b	29,1 c	0,96 c
	NO	B	—	—	—	—
SI			65,0 b	57,0 b	30,0 bc	0,106 c

(I) S1 : Semilla - semilla

S2 : semilla - transplante - semilla

S3 : Semilla - vernalización - transplante - semilla

SI : Sistema Comercial.

(II) A : Umbelas primero y segundo orden

B : Umbelas de tercero, cuarto y quinto orden

(III) Entre promedios numerados con la misma letra minúscula en cada columna, no hay diferencia estadística significativa (prueba de student con 95% de confianza.

3.8 INCIDENCIA DE PATOGENOS

En la prueba de patogenicidad llevada a cabo para aquellos tratamientos en los cuales se obtuvo semillas para la evaluación se presentó una incidencia positiva de patógenos entre el 0,0 y 9,5%, la mayor incidencia se presentó en las umbelas de las órdenes superiores uno y dos, dentro del sistema semilla - semilla sin control químico de enfermedades seguido de las semillas provenientes de las órdenes inferiores tres, cuatro y cinco, del mismo sistema pero con control químico de enfermedades.

En las órdenes superiores de los sistemas semilla -

semilla y semilla - transplante - semilla con control químico de enfermedades no se detectó presencia de patógenos al séptimo día. Tabla 7.

TABLA 7. Incidencia de Patógenos en semillas de zanahoria, variedad Danvers 126, producida por diferentes métodos de siembra con control y sin control químico de enfermedades foliares y radicales y de umbelas de diferente orden floral. C.I "La Selva:.

SISTEMAS (I)	CONTROL DE ENFERMEDADES FOLIALES	TIPO DE (II) UMBELA	% INCIDENCIA PATOGENOS
S1	SI	A	0,0
	SI	B	5,5
	NO	A	9,5
	NO	B	— (III)
S2	SI	A	0,0
	SI	B	—
	NO	A	—
	NO	B	—
S3	SI	A	2,5
	SI	B	1,0
	NO	A	5,0
	NO	B	—

(I) S1 : Semilla - Semilla

S2 : Semilla - transplante - semilla

S3 : Semilla - vernalización - transplante - semilla

(II) A : Umbelas de órdenes uno y dos

B : Umbelas de órdenes tres, cuatro y cinco

(III) Sin datos.

4. DISCUSION

Los resultados obtenidos en la presente investigación y bajo el conjunto de condiciones experimentales en que ésta se realizó, permitieron aceptar la primera hipótesis planteada, o sea, que el control de enfermedades foliares, durante la etapa de floración, permite obtener semillas. Así, en todos los sistemas de siembra, se colectó semilla en las plantas que recibieron protección contra patógenos, siendo escasa o nula la producción del insumo en aquellas plantas en las cuales no se practicó control de enfermedades; lo cual fue debido a ataques, al follaje, por parte de los hongos Alternaria dauci y cercospora carotae, figura 9, y del primer patógeno a las diversas estructuras reproductivas, incluyendo, los tallos florales, las inflorescencias y los aquenios ya formados.



FIGURA 9. En Primer Plano se Observa el Ataque de Alternaria dauci al Tallo Floral y la Inflorescencia, Arriba a la derecha ataque de Cercospora carotae en una planta del sistema semilla-semilla sin control químico de enfermedades.

Igualmente se pudo colegir que el sistema con mayor producción de semilla, fue el de semilla - semilla; lo cual puede explicarse, en principio por una mayor supervivencia de plantas, puesto que el transplante en los sistemas restantes causa una mayor pérdida de plantas madres, tanto por aspectos fisiológicos como patológicos;

éstos últimos y en el caso del estudio reportado, fueron causados por la bacteria Erwinia carotovora, figura 10, la cual se ve favorecida para colonizar el hospedante por heridas causadas en el transplante y un hongo inferior oomiceto, presumiblemente del género Pythium, figura 11 y 12, patógeno no reportado en Colombia en la especie zanahoria, pero sí en otras áreas del mundo de la zona templada (BOHEC, QUILLEC 5).



FIGURA 10. Ataque la de bacteria a raíces en diferentes estados de desarrollo.

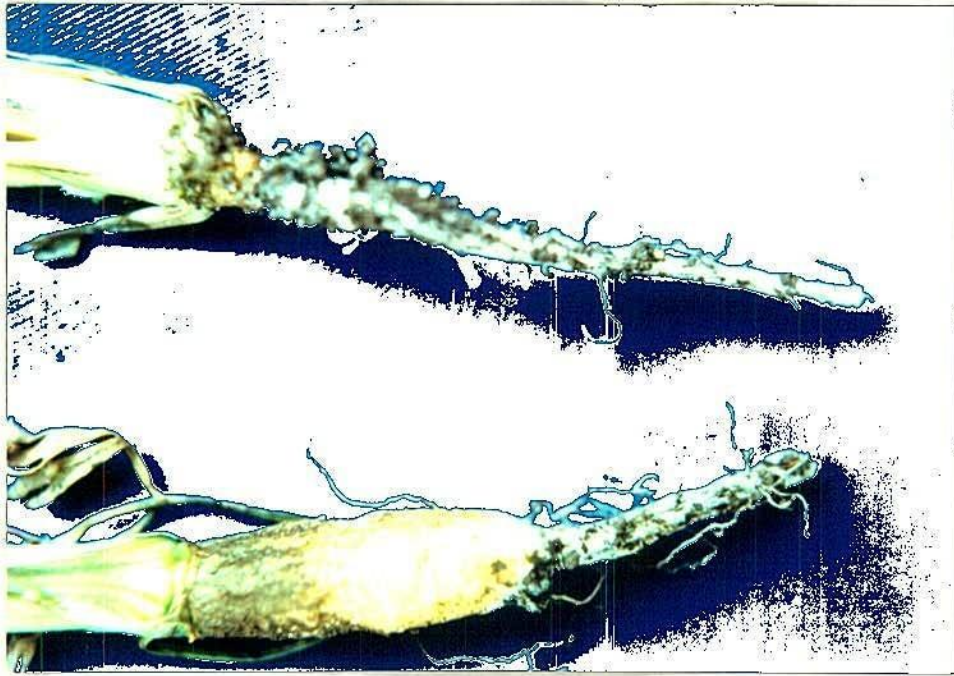


FIGURA 11. Hongo omiceto atacando plantulas de zanahoria.

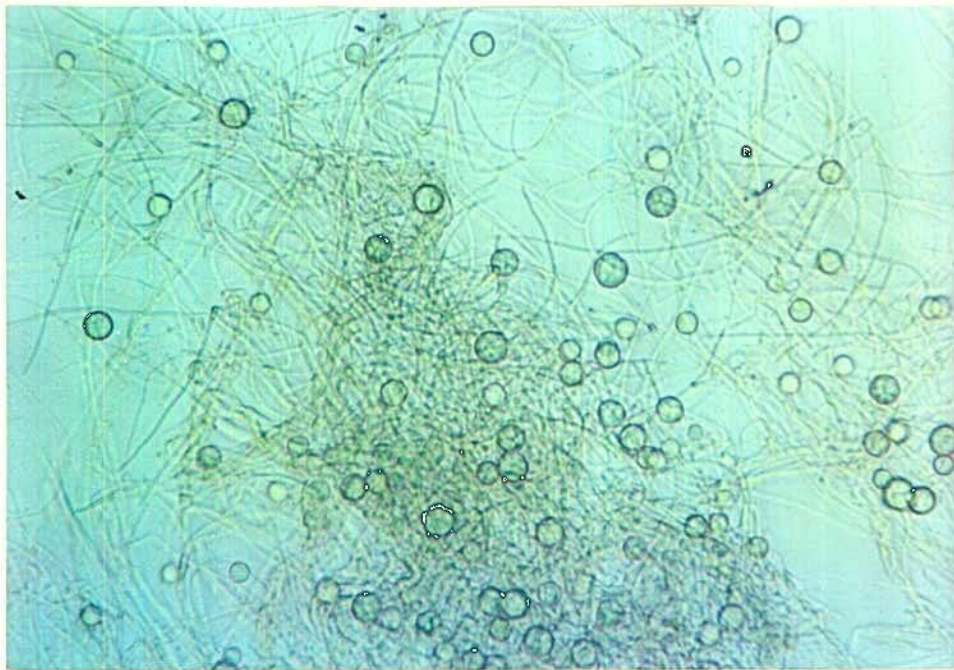


FIGURA 12. Vista microscópica del micelio del hongo inferior, posiblemente Pythium.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
FACULTAD DE AGRICULTURA

En el orden de ideas anterior y confirmando lo escrito, se obtuvo una máxima producción de semilla en el tratamiento semilla-semilla con control químico de enfermedades foliares, obteniéndose, en las plantas de éste, un equivalente a 607 kg/ha de semilla, en las umbelas primarias y secundarias, y de 76 kg/ha en aquella de mayor orden, siendo también importante señalar que, con este sistema y con control de enfermedades, la producción de semillas se logró más rápidamente que los sistemas restantes, realizándose la primera colecta de simiente a los 321 días en comparación con 335 para semilla-transplante-semilla y 393 para semilla - vernalización - transplante - semilla, diferencias que son atribuibles en el primero a la rotura del sistema radicular al efectuarse el transplante y en el segundo, al período de vernalización adicional y la necesidad de recuperar el sistema radicular una vez que se efectúa el transplante.

Desde del punto de vista de un programa de producción de variedades, el método semilla-semilla, presenta la desventaja de que no permite seleccionar por tipo de raíz, necesitándose, para tal fin y cuando el objetivo es el rendimiento y la calidad, de realizar estudios que permitan desarrollar índices de la parte aérea que correlacionen con el tipo de raíz; de existir éstos, en el

caso contrario de juzgar el tipo de raíz, de la planta madre de semilla al momento de la cosecha de la misma, lo cual da una visión de como eran las raíces en la etapa vegetativa, en este caso, se seleccionarían las plantas madres sin que se practique selección de las plantas dadoras de polen ya que el juzgamiento se hace en la etapa posterior a la polinización.

En cuanto se refiere a la calidad de la semilla obtenida, medida ésta, a través de germinación y parámetros de vigor, se puede señalar que aquella proveniente de umbelas primarias y secundarias de los diversos sistemas estidiados, exhibieron mayores valores para germinación total, velocidad de germinación, índice de germinación y peso seco de mil semillas que las presentadas por semilla comercial importada, resultado que puede atribuirse a la edad de la semilla importada a partir del momento en que ésta se extrajo y también a que la semilla importada está conformada por una mezcla de simientes provenientes de umbelas de diversos ordenes, conociéndose que al momento de la cosecha mecánica, en los países en los cuales se produce el insumo semilla, el cual corresponde al tiempo en que se comienza a producir dehiscencia en la umbelas primarias, las semillas de umbelas de mayor orden se encuentran en diversos estados de desarrollo fisiológico (32).

En la presente investigación y en concordancia con lo obtenido por diversos autores, la umbelas más importantes desde el punto de vista de producción de semilla de calidad son las provenientes de los órdenes uno y dos, umbelas órdenes superiores, (35), lo cual se se ha explicado por aspectos fisiológicos de la planta e igualmente por el estado de desarrollo de la semilla al momento de la cosecha.

Reuniendo todos los aspectos incluidos en la discusión se puede concluir que bajo el conjunto de condiciones del sitio experimental, es posible producir semilla de zanahoria, mediante el control de enfermedades en la etapa reproductiva, siendo la metodología más eficiente desde el punto de vista de cantidad y calidad de semilla, el sistema semilla-semilla, obteniéndose los mejores resultados en la umbelas primarias y secundarias de este sistema y con control de enfermedades.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 El control de enfermedades foliares durante la etapa reproductiva permite producir semilla de zanahoria, variedad Danvers 126, bajo condiciones del oriente antioqueño, siendo prácticamente nula la obtención de éstas sin protección contra patógenos.

5.2 De los sistemas evaluados se destacó, por cantidad de semilla producida la metodología semilla-semilla obteniéndose los mejores resultados en la semilla proveniente de umbelas primarias y secundarias de esta metodología y control químico de enfermedades en la etapa reproductiva.

5.3 La semilla obtenida, en todos los sistemas evaluados y proveniente de umbelas primarias y secundarias, con control químico de enfermedades exhibió calidad superior, medido por la germinación total, velocidad de germinación, índice de vigor, y peso seco de las semillas en comparación con semilla comercial importada en la presente investigación.

5.4 Teniendo en cuenta los aspectos anteriores, se recomienda, desde el punto de vista de semilla y tomando en consideración la cantidad y calidad de la misma, obtener ésta de umbelas primarias y secundarias de plantas madres provenientes del sistema semilla-semilla, en las cuales se ha practicado control de patógenos durante la etapa reproductiva de las plantas.

5.5 Para programas de producción de cultivares, se recomienda desarrollar índices de follaje que correlacionen con la raíz para efectos de selección de las mejores plantas madres de semilla, ya que el método recomendado, semilla-semilla no permite observar las zanahorias en la época previa a la cosecha de la semilla.

BIBLIOGRAFIA

1. ASSOCIATION OF OFICIAL SEED ANALYSTS (A.O.S.A.). Rules for Testing Seeds. Journal of Seed Technology (Lansing, Michigan), 6(2): 55. oct., 1985.
2. ATANASOV, N. y CARRANZA, D. Posibilidades de Producción de semillas de zanahoria (Daucus Carota L.) en condiciones tropicales. Agricultura de Cuba (la Habana), 6(1): 28 - 36, 1973.
3. AVELAR, B. de C., AGUIAR, L.M. y FERREIRA, J. Absorcao de nitrógeno, fósforo, potásio, cálcio y magnesio pela Cenoura (Daucus Carota L.). Pesquisa Agropecuaria Brasileira. Serie Agronomía, (Brasilia), 8(8): 209 - 212, 1973.
4. BARRETO, L. A. y HUNTER, C.A Factores influenciando o rendimento e a qualidade de sementes de Cenoura (Daucus Carota L.). Arquivos Universidad Federal Rural do Rio de Janeiro. 1: 19 - 28, 1971.
5. BOHEC, J. QUILLEC, S. y Fleurance, C. Early Carrots, improving Quality. Infos. Centre Interprofessionel des fruits et legumes, France, 1987 (29): 41, 45. Original no Consultado : Resumen en Horticultural Abstracts 57(6):4516 June, 1.987.

6. BOTERO, A. L. y MUÑOZ, E. J. La Vernalización. Seminario Agron. Medellín, Universidad Nacional de Colombia, 1986. 38p.
7. CAICEDO, L. A. Horticultura. 5 ed. Palmira, Universidad Nacional de Colombia, 1987, pp. 91-97. 101-103.
8. CAMARGO, C. P. Vigor de las Semillas, Una visión práctica. In : Curso sobre Control Interno de Calidad. Ponencias. pp 1-28. Palmira, CIAT, 1989.
9. CARRILLO, J. C. Perspectivas de la producción de semillas de hortalizas en Venezuela. FONAIAP. Divulga (Caracas), 2(18): 7-9. May. Ag., 1985.
- 10 COPELAND, L. O. Principles of Seed Science and Technology. Minneapolis, MIN, Burgess Publishing Company, 1976, 369p.
11. ELLIS, R. H., HONG, T.D. and Roberts, E.H. Handbooks for genebanks : Handbook of seed technology for genebanks, principles and methodology. International Board for plant Genetic Resources (I.B.P.G.R.) (Rome), 1(2): 210, 1985.
12. -----Handbook for Genebanks : Handbook of seed technology for genebanks. Compendium of specific germination and test recommendations I.B.P.G.R. (Rome), 2(3): 224-225, 623-639, 1985.
13. GAVIOLA, J. C. Elementos Teóricos para el procesamiento y conservación de las semillas. In : Curso taller en tecnología de producción de semillas hortícolas para pequeños agricultores.

Actas pp : 77 - 78 Santiago de Chile, FAO/RLAC.
1.990.

14. GEORGE, R.A. Vegetable Seed technology. A technical Guide of Vegetable Seed Production, Processing, Storage and Quality Control. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1980. 170 p.
15. GIRARD, E. Some aspects in vegetable seed production final. University of Iowa. Rep. (1975): 1-56. (sin Publicar.
- 16 GRAY, D. and Steckel, J.R.A. A comparison of methods for evaluating seed quality in carrots (Daucus Carota L.) Ann. Appl. Biol. (Wellesbourn) (103): 327-334, 1983.
17. GUIMARAES, M. Fisiología Vegetal. Sao Pablo (Brasil) Ed. Pedagógica e Universitaria. 1979. Vol.2.
- 18 HARDIN, E. La prueba de tetrazolio : Un Rápido Estimativo de Germinación. Rev. Semillas (Bogotá), 6(3): 19-20. sept.,1981.
19. HESS, Ch. Develapment. In: Janick, J. Horticultural Science. New York, W.H. Freeman and Company, 1963. pp. 19-20.
20. HIGUITA, M.F. Producción de semillas de zanahoria en la sabana de Bogotá. Agricultura Tropical (Bogotá), 14(1): 23-28, 1968.
21. HILLER, L.K. and Kelly, W.C. The effect of

- postvernalization temperature on seedstalk elongation and flowering in carrots. J. Amer. Soc. Hort. Sci. (Alexandria, Virginia) 104(2): 253-257, 1979.
22. HUDSON, F. Seed production. New York, Butter Worths, 1978, 145p.
23. Instituto Colombiano Agropecuario. Informe Anual de Progreso 1978: Bogotá, Programa Nacional de Hortalizas. 1980, p.145.
24. ----- . Informe Anual de Progreso 1979. Bogotá, Programa Nacional de Hortalizas. 1980. pp. 105-136.
25. INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS Y PLANTAS DE VIVEROS DE ESPAÑA. Reglas Internacionales para la producción de semillas. Madrid, 1986, pp.6-41.
26. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (I.S.T.A.). International Rules for seed testing. seed Science and technology (Zürich), 13(2): 442, 1985.
27. JANICK, J. Horticultural Science, New York, W.H. Freeman and Company, 1963, 472p.
28. KRARUP, H.A. y DURAN, A.L. Producción de semilla de zanahoria. VIII. Efecto de la poda de umbelas sobre el rendimiento y calidad de las semillas. Agro Sur (Santiago de Chile), 10(2): 97-101, 1982.

29. -----, ----- y GRANDON, B.M. y BERNER, K.C. Efectos de una fertilización factorial sobre los rendimientos. Contenidos y Extracción calculada de N.P. y K en Zanahoria (Daucus carota L.) bajo las condiciones de Valdivia. Agro Sur (Santiago de Chile). 12(2): 85-92, 1984.
30. -----, ----- y MONTEALEGRE, A.J. Producción de semilla de Zanahoria. I. Influencia de las distancias de plantación en los rendimientos por planta y por hectárea. Agro Sur (Santiago de Chile), 3(1): 50-53, 1975.
31. -----, ----- y MORETTI, S.J. Producción de semilla de Zanahoria. III. Rendimiento, contribución y germinación de semillas por órdenes florales. Agro Sur (Santiago de Chile), 4(2): 81-87, 1976.
32. KRARUP, H.A. y MORETTI, S.J. Producción de semilla de zanahoria. II. Efecto de distintas fórmulas de fertilización, Agro Sur (Santiago de Chile), 4(1): 21-25, 1976.
33. ----- y PAVEZ, H.M. Producción de semilla de zanahoria. VI semillas producidas por raíces provenientes de semillas de distintos órdenes florales. Agro Sur (Santiago de Chile), 9(2): 79-82, 1981.
34. ----- y SHCWERTER, B.E. Producción de semillas de zanahoria. VII. Efecto de diferentes fechas de cosecha y períodos de almacenamiento de raíces

sobre la producción de semillas. Agro Sur (Santiago de Chile), 9(2): 83-86, 1981.

35. KRARUP Y VILLANUEVA. Producción de Semilla de zanahoria. V. Relación entre el tamaño del embrión y el porcentaje de germinación de semillas provenientes de distintas ordenes florales. Agro Sur (Santiago de Chile), 5(1): 45-48, 1977.
36. LOBO, A.M., NAVARRO, A.R. y LOPEZ, L.A. Control químico de Enfermedades foliares en zanahoria (Daucus carota L.) con dos ciclos de aspersión. Rev. ICA (Bogotá), 18(1): 19-25, 1.983.
37. LONDONO, J.C. Principales Patógenos Vegetales Transmitidos por Semillas. Pruebas de Sanidad para Detectar Hongos. In : Curso sobre control Interno de calidad. Ponencias. pp. 1-28. Palmira, CIAT, 1.989.
38. LORENZ, D. and MAYNARD, D. Knott's. Handbook for Vegetable Growers. 3ed. New York, s.e, 1.988. p. 149, 381 - 382, 385, 389.
39. MESSIAEN. C.M y LAFON, R. Enfermedades de las Hortalizas. Barcelona, Oikos-tau Ediciones, 1.968. p. 227 - 239.
40. MORTENSEN, E and BULLARD, G.T. Horticultura Tropical y Subtropical, México, Ed. pax - México, 1.967. p. 275.
41. OLIVA, R.N. Aspectos Prácticos del Mejoramiento y la Producción de Semilla de Zanahoria. In : Curso

Taller en tecnología de producción de Semillas Hortícolas para Pequeños agricultores. Actas. pp. 187 - 192. Santiago de Chile, FAO/RLAC, 1.990.

42. OLIVA N.R. Mejoramiento Genético de la Zanahoria (Daucus Carota L.) In : Curso Internacional en Investigación y producción de Semillas de Hortalizas. Ponencias. p. 39 - 49. Santiago de Chile, FAO - INIA, 1.989.
43. OLYMBIOS, C.M. and SCHWABE, W. W. Effects of aeration and Soil Compaction on Growth of the Carrot, Daucus Carota L. Journal of Horticultural Science (Ashford), 52 : 485 - 500, 1.977.
44. POPINIGIS F. Fisiología da Semente. Agiplan, Brasil, Ministerio de Agricultura, 1.977. 298 p.
45. Principios de control maleza en Colombia. ICA. Manual de Asistencia Técnica (Bogotá), (23): 1-173, 1981.
46. ROBERTS R.H. and STRUCKMEYER. B. E The Effects of Temperature and other Enviromental Factors Upon the Photoperiodic Responses of Some the Higher Plants. Journal of Agricultural Research (Washington) 56 : 633, 1,983.
47. SALYSBURY, F.B. and ROSS, C.W. Plant Physiology, Belmont, C.A. Wasdsworth, 1.978. p. 747.
48. SARLI, A.E. Horticultura. Buenos Aires, Argentina, ACME S.A, 1.957, p. 267 - 275.
49. SHINOHARA, F. Vegetable Seed Production Method in Tropical and Subtropical Countries, Tokio, Ed.

International Cooperation Enterprises. Co., Ltd,
1.977. p. 150.

50. SINNOT, E.W. y WILSON, K.S. Botánica Principios y Problemas 10 ed. México, Cia Editorial Continental S.A. 1.983. p. 69, 129 - 130, 291, 521.
51. STRANDBERG. J.O. Detection of Alternaria Dauci on Carrot Seed. Plant Disease, (Washington), 72 : 531 - 534. 1.988.
52. TARQUIS, A. y DURAN, J.M. Semillas Pretratadas. Concepto de Vigor. Rev. Agricultura (Madrid)/59 (691) : 130 - 137, Febrero, 1.990.
53. VALIO, R. Storage of Horticultural Seeds and Their Products. London, Chapman and Hall Ltda. 1.979, p. 524

ANEXO 1. Análisis de Varianza de la Supervivencia (Porcentaje)

transformado a Arc seno $\sqrt{(0, X)}$

REPET.	S ₁		S ₂		S ₃		TOTAL
	Q ₁	Q ₂	Q ₁	Q ₂	Q ₁	Q ₂	
I	49,78	16,74	24,12	0	30,0	16,74	137,38
II	90,0	16,74	16,74	0	54,76	16,74	194,98
III	45,0	16,74	16,75	0	40,22	30,0	148,7
IV	54,76	0	24,12	16,74	40,22	24,12	159,96
TOTAL	239,54	50,22	81,72	16,74	165,20	87,6	641,02
\bar{X}	59,9	12,6	20,4	4,2	41,3	21,9	160,3

DMS = 22,32 (to. 01 y 18gl)

S₁ Semilla-semillaS₂ Semilla-transplante-semillaS₃ Semilla-vernalización-transplante-semillaQ₁ Con aplicación de fungicidasQ₂ Sin aplicación de fungicidas

ANAVA

FUENTES DE VAR.	GL	S.C	C.M	Fcalc
TRATAMIENTOS	5	8335,02	1667,01	13,86 **
SISTEMA(S)	2	2574,27	1287,135	10,702 **
QUIMICO	1	4589,90	4589,90	38,16 **
SIST. QUIM.	2	1170,88	585,44	4,87 *
ERROR EXPER.	18	2166,639	120,272	
TOTAL	23	10501,69		

ANEXO 2. PRODUCCION DE SEMILLA (Kg/ha)

REP.	S1				S2				S3			
	Q1		Q2		Q1		Q2		Q1		Q2	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
I	916,91	102,4	8,255	0	32,7	4,45	0	0	90,54	15,74	18,96	0
II	395,00	66,75	4,402	0	47,97	0	0	0	133,01	37,10	9,90	0
III	672,8	87,23	7,401	0	13,23	0	0	0	153,02	0	6,83	0
IV	442,72	49,06	0	0	73,41	4,72	0,64	0	114,59	0	54,17	0
TOT	2427,43	305,43	20,06	0	167,31	9,17	0,64	0	491,15	52,83	89,96	0
\bar{X}	606,86	76,27	5,02	0	41,83	2,3	0,16	0	122,8	13,21	22,5	0

DMS = 167,522 (to,01 Y 25 gl)

REP = REPETICION

TOT = TOTAL

S1 Semilla-semilla

S2 Semilla-transplante-semilla

S3 Semilla-vernalización-transplante-semilla

Q1 Con aplicación de fungicidas

Q2 Sin aplicación de fungicidas

A Ordenes superiores uno y dos

B Ordenes inferiores tres, cuatro y cinco

ANAVA

FUENTES VAR	GL	SC	CM	Fcal	
FACTOR SISTEMA (S)	2	236115,1127	118057,55	16,3377	**
FACTOR QUIMICO(Q)	1	232780,51	232780,51	32,214	**
FACTOR ORDEN FLORAL (O)	1	166750,6904	166750,6904	23,076	**
INTERACCION (S*Q)	2	241990,674	120995,337	16,744	**
INTERACCION (S*O)	2	139049,6543	69524,827	9,6214	*
INTERACCION (Q*O)	1	141679,9281	141679,9281	19,607	**
INTERACCION (S*Q*O)	2	143343,826	71671,913	9,918	*
TRATAMIENTO	11	1301710,396	118337,309	16,376	**
ERROR EXP.	25	180651,678	7226,067		
TOTAL	47	1482362,074			

** Muy significativo

* Significativo

ANEXO 3. Germinación total (a los 14 días)

REPETICION	S1			S2			S3			S4
	Q1		Q2	Q1		Q2	Q1		Q2	Q1
	A	B	A	A	B	A	A	B	A	A
I	68.44	46.15	29.88	61.81	54.88	68.06	60.67	68.44	69.84	68.18
II	66.42	49.02	18.44	64.16	45.87	68.66	61.81	68.44	57.42	68.18
III	61.61	48.45	68.88	68.44	58.17	48.46	68.87	64.16	60.0	64.94
IV	66.42	68.78	66.27	66.88	46.0	44.48	68.88	66.66	60.77	68.18
TOTAL	267.89	197.86	117.87	264.69	201.07	169.69	266.6	248.16	227.66	214.66
PROMEDIO	64.47	49.64	29.47	66.65	50.27	42.40	64.125	60.79	66.88	66.66

DM6 = 8,061 (T0.01 Y 60 GL)

S4 = Semilla importada

ANAVA

FUENTES DE VAR	GL	S.C	C.M	Foelo	Fleb
TRATAMIENTOS	9	4648,96	605,55	29,27	**
ERROR EXP	60	628,82	17,27		
TOTAL	69	5078,67			

ANEXO 4. Velocidad de germinacion (septimo dia)

REP.	B1				B2				B6				B4
	Q1		Q2		Q1		Q2		Q1		Q2		Q1
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A
I	59,84	48,28	26,10	-	66,79	62,66	64,46	-	66,17	60,67	64,66	-	60,77
II	64,16	46,16	16,64	-	60,67	46,67	66,21	-	67,42	66,79	60,12	-	49,60
III	59,84	46,46	66,21	-	67,42	60,77	46,66	-	66,44	66,66	61,66	-	64,94
IV	59,84	47,29	66,21	-	60,67	44,46	41,66	-	64,90	60,77	46,26	-	40,96
TOTAL	242,16	185,17	106,66	-	266,6	196,6	166,06	-	241,96	226,76	199,14	-	196,29
PROMEDIO	60,6	46,6	26,7	-	66,9	46,6	66,6	-	60,6	66,9	49,6	-	49,0

B4 Semilla importada

DMS = 7,2 (10,01 Y 80 GL)

REP = Repetido

ANAA

FUENTES DE VAR	GL	S.C	C.M	Fdele	Fleb
TRATAMIENTOS	9	4841,76	462,42	66,196	**
ERROR EXP	60	411,21	16,71		
TOTAL	69	4752,97			

ANEXO 5. Índice de germinación, semilla producida en C.I "La Selva" mas semilla Importada

REPET.	81				82				88				84
	Q1		Q2		Q1		Q2		Q1		Q2		Q1
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A
I	88,188	24,128	9,188	0	88,8	26,814	16,788	0	82,88	88,77	82,71	0	28,84
II	40,271	28,8	4,014	0	88,748	24,828	14,171	0	82,84	88,76	29,00	0	29,08
III	88,271	28,2	18,8	0	88,187	80,0	28,087	0	88,84	88,8	80,87	0	81,28
IV	88,271	28,887	14,288	0	88,188	24,071	19,88	0	88,28	29,08	28,8	0	81,814
TOTAL	149,998	108,881	41,288	0	188,888	104,818	72,7	0	142,28	188,187	116,48	0	120,248
PROMEDIO	87,8	28,48	10,82	0	88,87	26,08	18,17	0	88,87	88,8	29,12	0	80,08

ANAVA 1. Índice de vigor de semillas producida en C.I "la selva"

FUENTES DE VAR	GL	S.C	C.M	Fofo	
TRATAMIENTO	11	8688,88	884,14	287,8	**
BISTEMA (8)	2	881,28	180,88	49,84	**
FACTOR QUIMICO	1	8087,84	8087,84	1878,04	**
ORDEN FLORAL	1	2077,87	2077,87	870,99	**
INTERACCION 80	2	84,88	42,88	11,88	**
INTERACCION 80	2	27,87	18,88	8,08	N.S
INTERACCION 80	1	488,98	488,98	120,84	**
INTERACCION 800	2	428,14	214,07	88,88	**
ERROR EXP.	28	90,98	8,84		
TOTAL	47	9588,84	204,18		

ANAVA 2. Índice de vigor de semilla producida en C.I "La selva" mas índice de vigor de semilla comercial

FUENTES DE VAR	GL	S.C	C.M	Fofo	
TRATAMIENTOS	12	9817,48	818,12	28,082	***
ERROR EXP.	88	1888,84	88,47		
TOTAL	81	11200,98			

ANEXO 6

P e s o s e o o d e

E s e l e c t i o n e s

REPETICIÓN	B1				B2				B3				B4
	Q1		Q2		Q1		Q2		Q1		Q2		Q1
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A
I	1,822	0,801	0,817	0	1,214	1,128	0	0	1,46	1,128	0,828	0	0,1140
II	0,974	0,995	0,884	0	1,271	0,960	0	0	1,87	0,995	1,018	0	0,1001
III	1,082	1,09	0,901	0	1,211	0,997	0	0	1,88	1,055	1,005	0	0,1049
IV	1,175	0,975	0,801	0	1,165	1,028	0	0	1,175	0,965	1,005	0	0,1045
TOTAL	4,55	8,55	8,408	0	4,861	4,11	0	0	5,8204	4,148	6,558	0	0,4577
PROMEDIO	1,14	0,965	0,85	0	1,22	1,028	0	0	1,851	1,097	0,954	0	0,117

ANEXO 1 para familias producidas en C. "La Baliza" (DMB = 2.727, T₅₀ 06 y 66 g/l)

FUENTE DE VAR	GL	S.C	C.M	Fóelo	
FACTOR SISTEMA	2	0,8061	0,8080	50,9244	**
FACTOR QUIMICO	1	8,0155	8,0155	1347,16	***
FACTOR ORDEN	1	2,0428	2,0428	945,24	***
INTERACCION BQ	2	0,5762	0,2881	48,42	**
INTERACCION BO	2	0,8282	0,5141	52,79	**
INTERACCION QO	1	0,4455	0,4455	74,89	**
INTERACCION BQO	2	0,5007	0,2503	42,07	**
ERROR EXP	56	0,2142	0,00595		
TOTAL	47	18,029			

ANEXO 2

FUENTES DE VAR	GL	S.C	C.M	Fóelo	
TRATAMIENTOS	12	14,058	1,1711	188,756	**
ERROR EXP	59	0,8291	0,00844		
TOTAL	51	14,8821	0,292		

DMB = 0,175555 (10,01 Y 69 GL)