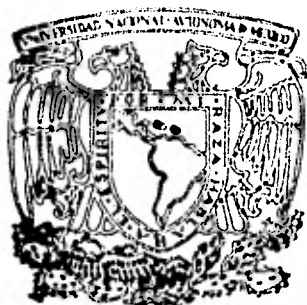


Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE CIENCIAS



FACTORES QUE INFLUYEN EN LA GERMINACION DE SEMILLAS DE ZANAHORIA (Daucus carota L.) DURANTE SU ALMACENAMIENTO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A:

Felipe Cuauhtémoc Aguilar Castañeda

COYOACAN, D. F.

AGOSTO DE 1982



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

	PAG
INTRODUCCION Y ANTECEDENTES	1
OBJETIVOS	8
MATERIALES Y METODOS	9
RESULTADOS	14
DISCUSION	33
CONCLUSIONES	35
LITERATURA CITADA	36

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

La zanahoria (Daucus carota, L., Umbelliferæ), (Bailey, 1974) es miembro de una familia de aproximadamente 250 géneros y 1500-2000 especies, -- distribuida ampliamente en regiones de clima boreal, templado y subtropical pero muy escaso en climas tropicales. Es una planta nativa de Europa y Asia de donde fue diseminada a todo el mundo y considerada en Norte America como mala hierba. Probablemente fue en Holanda donde por primera vez se le cultivó y los cultivos logrados en este país fueron introducidos a Inglaterra -- durante el reinado de Elizabeth I, (Bailey, 1947).

A la zanahoria se le ha dado gran importancia en Europa y parte de Asia, donde forma parte de la dieta de la población; también ha sido utilizada como forraje y alimento para animales (Bailey, 1947).

El principal uso que se le da a esta hortaliza en nuestro país es en el arte culinario; para sopas, ensaladas jugos y postres, algunas especies se utilizan como plantas ornamentales y otras para obtener productos medicinales; en los zoológicos es ampliamente usada como complemento dietético de -- venados, jabalíes, chanchos y muchas especies herbívoras, (Cabrera, 1975).

El cultivo de la zanahoria requiere de buenos cuidados para la obten---ción de buenas cosechas, este tipo de cuidados se refiere principalmente -- al suministro de agua que necesita para su buen desarrollo; así como la -- gran mayoría de las especies hortícolas cultivadas en México. Esto fue constatado en el último reporte de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos(Anuario Estadístico de 1978) ya que más del 90% de la produc---ción de hortalizas para la República Mexicana provenia de cultivos de riego para el caso particular de la zanahoria, esta cifra aumentó a más del 95% -- de la producción nacional; sin embargo la zanahoria es de las pocas especi---es que soporta cambios relativamente bruscos en el medio, no necesita de mucha protección en contra de vientos fuertes y además es una especie muy res---istente a las heladas (Guzman, 1959; Caltroneco, Popovich y Deucio, 1959).

SITUACION DE LA PRODUCCION DE ZANAHORIA EN MEXICO

México importó semillas hortícolas en 1965 con un valor de 10 millones de pesos, actualmente la producción de la zanahoria (no semilla) para el año agrícola 1977-1978 (última estadística de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos) fue de un total de 82,189 toneladas de las cuales 3,437 fueron de cosecha de temporal y 78,752 fueron cosecha de riego. La superficie cosechada fue de un total de 3,875 hectáreas de las cuales 183 fueron de temporal, 3,682 fueron de riego; el valor de esta producción fue de \$ 175,534.00. Actualmente México sigue importando semillas de zanahoria de los Estados Unidos y los países bajos, con un valor de \$ 8,550,271.00 aunque ahora exporta zanahoria a Estados Unidos y Belice con un valor de \$ 6,764,995.00 (Anuario Estadístico de 1978).

El organismo oficial que está encargado de la producción de semillas en el país, es la Productora Nacional de Semillas (PRONASE), una de las funciones principales de este organismo es la producción de variedades mejoradas de todas las semillas, para clima, región, tipo de suelo, etc. Todo esto apoyado por las investigaciones que se llevan a cabo por los técnicos del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, desgraciadamente este tipo de investigaciones, dadas las prioridades de alimentación de nuestro pueblo, sólo se llevan a cabo en granos y semillas considerados como de primera necesidad (maíz, sorgo, trigo, etc.) por esta razón los agricultores se ven en la necesidad de importar semilla hortícola, la mayor parte de semillas de hortaliza de clima templado como col, coliflor, zanahoria, etc. es importada, ya que en México no existen variedades de estos cultivos obtenidos en el país. (Anuario Estadístico de 1978).

Este problema se ve agudizado con el poco interés que se le da a la siembra de hortalizas en México (para el año de 1978 sólo se sembraron 3,875 hectáreas); esto se debe principalmente a que estos tipos de cultivos requieren de inversiones altas como son: costos de importación de semilla, costos de almacenaje y que además el agricultor posea excelentes campos de cultivo, esto es, que tengan buenos sistemas de riego y un buen manejo de sus tierras.

NATURALEZA DE LAS PERDIDAS EN GRANOS ALMACENADOS

El interés ancestral del hombre por encontrar formas o métodos adecuados mediante los cuales sus alimentos se conservaran por más tiempo y en mejores condiciones, ha sido constatado al paso de la historia. En la antigüedad, el hombre acostumbraba guardar los frutos y semillas de las plantas que usaba como alimento y simiente para usos futuros; hoy en día, debido a la creciente demanda de alimentos de una población humana cada vez mayor, la producción de granos y semillas tiene por fuerza que ser suficiente, no sólo para alimentar a los humanos, sino que también a gran parte de sus animales domésticos, por lo que las condiciones para almacenar estas grandes producciones de granos y semillas tiene que ser cada vez mejores y así poder evitar grandes pérdidas.

Los principales factores que afectan al almacenamiento de semillas se pueden considerar de dos tipos básicamente:

1. Factores físicos
2. Factores bióticos

FACTORES FISICOS

Entre los factores ambientales que afectan al almacenamiento de semillas tenemos: la temperatura, la humedad relativa, el contenido de humedad de la semilla y el período de almacenamiento (Kinman y McClelland 1916; Hopkins et al 1947; Barton 1949; Coutiño et al 1970 y Christensen y Kaufman 1976).

A principios de este siglo (Beal, 1906), "almacenó", semillas (la mayoría hierbas) en botellas con arena, las cuales fueron enterradas posteriormente en el suelo, al cabo de 70 años, Darlington, 1941 observó que sólo cuatro especies de las "almacenadas", de un grupo de más de veinte, pudieron germinar en un porcentaje bajo, en este experimento no se tuvo control alguno sobre la temperatura o sobre la humedad.

Trabajos posteriores estudiaron la susceptibilidad de las semillas almacenadas a cambios de temperatura, humedad relativa, contenido de humedad (Griffiths, 1942; Coutiño et al 1970). Barton (1941, 1943 - 1949 y 1961) en sus trabajos con semillas hortícolas concluyó que semillas almacenadas en contenidos de humedad y temperaturas bajas conservaban por mayor tiempo su viabilidad. A estas mismas conclusiones llegaron Coutiño et al (1970) con semillas almacenadas de cebolla y coliflor.

Ahora bien, la buena combinación de estos factores (temperatura, humedad relativa, contenido de humedad y tiempo de almacenamiento) son los que nos proporcionarán un mejor y mayor tiempo de almacenamiento; Coutiño et al (1970) almacenaron semillas variando la humedad relativa, temperatura y tiempo de almacenamiento, llegaron a la conclusión de que la pérdida de la viabilidad de la semilla era causada por procesos fisiológicos inherentes de la semilla desencadenados por los factores antes mencionados.

La literatura sugiere que la combinación adecuada de factores físicos proveen un buen almacenamiento por mayor tiempo. Las condiciones sugeridas son temperaturas y humedad relativas bajas, así como el almacenamiento de las semillas con contenido de humedad bajo, por lo que una buena combinación de los factores arriba mencionados puede ser: contenido de humedad bajo y almacenamiento en temperaturas de 20-25°C en una humedad relativa no mayor de 60%, si la semilla va a ser almacenada por un tiempo menor de 3 meses. Si en cambio la semilla va a ser almacenada por más tiempo (un año o más) su contenido de humedad debe ser bajo, la temperatura no mayor de 15°C y una humedad relativa no mayor de 45% (Toole et al, 1948). Roberts (1972), sugiere que la mayoría de las especies mantienen la viabilidad alta y por mayor tiempo, cuando su contenido de humedad, la temperatura y la tensión de oxígeno son bajos.

FACTORES BIOTICOS

Dentro de estos factores considerados como causantes importantes de pérdidas en cantidad y calidad en granos almacenados tenemos: insectos, ácaros y de especial interés los denominados "hongos de almacén". Varios autores (Christensen y López, 1963; Christensen y Kaufman, 1976; López, 1963) sostienen la tesis que los "hongos de almacén" son la causa principal en la pérdida de la viabilidad en granos almacenados; estos estudios han sido realizados en granos considerados como básicos (maíz, frijol, - sorgo, trigo, etc.)

A los hongos más comunes que invaden a las semillas se les agrupó - en dos términos:

Hongos de campo. Tales como: Fusarium, Alternaria, Cladosporium, - Helminthosporium, etc. Estos hongos atacan a la semilla antes de la co - secha, ya que estos requieren de humedades relativas altas y por consi - guiente semillas con contenido de humedad alta; estos factores desapare - cen durante el período de almacenamiento.

Hongos de almacén. Denominados así, ya que estos hongos se presen - tan bajo condiciones encontradas frecuentemente durante el almacenamien - to que son: contenidos de humedad que fluctúan de 13.5 a 18%, humedades relativas de 70-90% y temperaturas de ±25°C. Dentro de esta clase de - hongos encontramos a especies de los géneros Aspergillus y Penicillium.

Estudios realizados sobre el tema (Christensen y López, 1963; Chris - ten - sen y Kaufman, 1976; López, 1963; López y Christensen 1962) determina - ron que los hongos de almacén eran altamente perjudiciales a granos y se - millas almacenados; encontraron además, en sus experimentos, que los fac - tores que determinaron un alto porcentaje de invasión por hongos fueron tem - perat - ruras de 20-25°C y humedades relativas de 70-85%; reportaron, tem - bién, que el contenido de humedad es el que determina el grado de inva - sión, así como el tipo de hongo que invade a la semilla.

Los problemas que los hongos causarán a las semillas dependerá del grado de invasión de éstos y son principalmente los siguientes; reducción del poder germinativo, ennegrecimiento total o parcial de la semilla, pérdida de peso y el mayor daño que causan estos hongos es la pérdida total de la germinación (Christensen y Kaufman, 1976; López y Christensen 1962; López, 1963). Cabe mencionar que algunas especies de estos hongos bajo ciertas condiciones de humedad y temperatura producen toxinas que pueden ser dañinas si son ingeridas por el hombre o por animales domésticos (Beltrón, 1976).

TEORIAS SOBRE LAS CAUSAS DE LA MUERTE FISIOLOGICA DE LA SEMILLA

Todas las semillas estan formadas de materia viva y su longevidad depende mucho de las condiciones del medio que las rodea durante su almacenamiento, los procesos vitales de la semilla almacenadas son mínimos en intensidad, en comparación con los de una planta en crecimiento, el aumento del contenido de humedad y de la temperatura harán que estos procesos vitales aumenten, esto es, que los procesos metabólicos se incrementarán y por consecuencia disminuirán las reservas alimenticias de la semilla, dando como resultado una reducción del potencial de vida de la semilla (Toole et al 1968).

Diferentes teorías han tratado de explicar la causa de la muerte de semillas almacenadas, siendo éstas enfocadas principalmente sobre el ciclo de vida y edad de las semillas.

Crocker (1938) revisó los trabajos relacionados con la muerte de la semilla, en los cuales se argumentaba que la muerte se debía principalmente a la degeneración de enzimas y la desaparición de reservas alimenticias; los resultados obtenidos por Crocker en sus trabajos fueron: que las semillas secas poseen relativamente un contenido bajo de enzimas ya que éstas son formadas en las primeras y últimas fases de la germinación y que se había observado que la semilla vieja almacenada en seco contiene una buena cantidad de reservas alimenticias, suficiente para un crecimiento normal de la planta.

Estudios posteriores (Crocker y Barton, 1953) demostraron que la pérdida de viabilidad de la semilla almacenada en seco se debía a una degeneración gradual en los núcleos de las células del embrión y que esto traía como consecuencia una serie de desajustes en la división - miótica que finalmente produjo una serie de mutaciones, las cuales - fueron observadas cuando las semillas pudieron germinar.

Estudios recientes han demostrado que estos daños pueden ser reparados mediante un premojado de la semilla (Saviño y Col. 1979) o - bien por medio del almacenamiento de la semilla completamente embebida de agua (Villiers y Edcumbe, 1975; Berjar y Villiers, 1972). Se ha visto que la semilla vieja, bajo estas condiciones de almacenamiento, ha recobrado gran parte de su viabilidad, esto es que el daño producido a las membranas y al DNA puede ser revertido por mecanismos de reparación que entran en acción cuando la semilla ha sido mojada. Estos mecanismos es improbable que operen en semilla almacenada en seco, (Villiers and Edcumbe, 1975), ya que se necesitan mecanismos complejos de actividad enzimática (Villiers, 1973).

Por lo que respecta a los problemas de almacenamiento en semilla de zanahoria, la literatura es muy escasa, Saviño et al (1979) estudiaron el efecto del premojado sobre la viabilidad de semillas viejas de zanahoria y tomate, encontraron que éste tenía un efecto revitalizador para la recuperación de la viabilidad de la semilla; otros estudios citados por este investigador demostraron la influencia del - contenido de humedad sobre la germinación de las semillas de zanahoria durante el almacenamiento.

En México no tenemos conocimiento de ningún tipo de investigación sobre los posibles problemas que puedan presentarse en las semillas de zanahoria durante el almacenamiento; además a esto, aparentemente no - existen datos accesibles acerca de las pérdidas durante el almacenamiento en ninguna de las compañías que se encargan del almacenamiento de - este tipo de semillas.

Puesto que en México, como en muchos países, la pérdida de la germinación de la semilla durante el almacenamiento es un problema y en nuestro país este tipo de estudios sólo ha sido llevado a cabo en granos y semillas básicos (maíz, frijol, sorgo, etc.) fue necesario realizar este estudio sobre la semilla de zanahoria, ya que la bibliografía sobre almacenamiento de semillas hortícolas en México es muy escasa.

OBJETIVOS

1. Determinar el efecto del contenido de humedad inicial sobre la germinación de la semilla de zanahoria.
2. Determinar el efecto de la humedad relativa en la germinación de esta semilla.
3. Determinar combinaciones de humedad relativa, temperatura y contenido de humedad para su buen almacenamiento.
4. Determinar la influencia de los hongos de almacén en el deterioro de la semilla de zanahoria durante su almacenamiento.

MATERIALES Y METODOS

SEMILLA

La usada en este trabajo fue proporcionada por Productora Nacional de semillas (PRONASE), de la variedad Nantes asgrow, cosechada en Baja California Norte, durante el ciclo otoño-invierno 77/78 y cuyos datos - originales se presentan en la tabla No. 1

TABLA No. 1

SEMILLA	CONTENIDO DE HUMEDAD	GERMINACION	% DE SEMILLAS INVADIDAS POR <u>ALTERNARIA DAUCI</u>
ZANAHORIA VAR. <u>NANTES ASGROW</u>	8.2	58	12

CONTENIDO DE HUMEDAD

El método por el cual fue determinado el contenido de humedad fue el descrito por Kulik, (1973), que es el de secado en horno, el cual - consiste en poner en cajas de aluminio (previamente pesadas) de uno u dos gramos de semilla; las cajas se meten en una estufa de aire forzado, durante una hora a una temperatura de 130°C, posteriormente son sacadas de la estufa y colocadas en un desecador con gel de sílice hasta enfriarse; por último las cajas se pesan en una balanza analítica. El porcentaje de humedad fue obtenido por diferencia de peso y es expresado con base en el peso húmedo.

AJUSTE DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DESECADO PARA EL EXPERIMENTO

Las semillas fueron ajustadas a dos contenidos de humedad: 8 y 13%, utilizando la siguiente fórmula:

$$\frac{100 - \% \text{ de humedad presente}}{100 - \% \text{ de humedad deseada}} - 1 = F$$

"F" es un factor que multiplicado por el peso de la semilla en gramos nos da el número de mililitros de agua necesarios para alcanzar el contenido de humedad deseado, la cantidad de agua necesaria es agregada a un recipiente que contiene la semilla, inmediatamente después la semilla es agitada hasta que ésta absorbe toda el agua vertida.

GERMINACION

El método para la germinación de la semilla de zanahoria fue el descrito por Christensen y López (1962) haciéndole una pequeña modificación y que consiste en poner 50 semillas en una caja de petri, (2 cajas por repetición), las semillas van colocadas sobre un filtro de papel humedecido con agua y mantenidas en una temperatura constante de 25°C, la cuenta de las semillas germinadas fue hecha siete días después de sembradas.

DETERMINACION DEL NUMERO Y CLASE DE HONGOS

Para determinar el porcentaje de semillas invadidas por hongos así como la clase de los mismos, fueron sembradas 50 semillas las cuales fueron previamente desinfectadas superficialmente con una solución de hipoclorito de sodio (Na OCl) al 2% durante un minuto, a continuación fueron colocadas en las cajas de petri con medio de cultivo. Esto fue hecho en una cámara estéril (micro-void) para evitar contaminaciones.

Los medios de cultivo utilizados fueron: malta-sal-agar que es un medio selectivo para hongos de almacén y cuya fórmula es la siguiente:

MSA	Cloruro de sodio	6%
	Extracto de malta	2%
	Agar	2%

Y papa dextrosa-agar, cuya fórmula es:

PDA	Infusión de papa	200 gr
	Dextrosa	20 gr
	Agar	15 gr

Sembradas las semillas, las cajas de petri fueron colocadas en un cuarto a una temperatura de 25°C durante 6 días, después fueron contadas las semillas invadidas por hongos y se procedió a su identificación, para lo cual se utilizaron las claves de Raper y Fenell (1965), en la determinación de los hongos del género Aspergillus y las de Ellis (1971) para determinar los del género Alternaria.

ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS

Muestras de 60 grs. de semilla con tres contenidos de humedad, 6.27, 8.0 y 13.0 %, fueron almacenadas en vasos de plástico perforados, los cuales se colocaron en una distribución totalmente aleatoria dentro de cajas de plástico de 40x20x10 cm, las humedades relativas dentro de las cajas fueron mantenidas con soluciones sobresaturadas de sales, siendo nitrito de potasio (KNO_2) para 60%, bromuro de sodio (NaBr) para 70% y sulfato de amonio ($(NH_4)_2 SO_4$) para 80% (Winston y Bates 1960). Fueron hechas 3 repeticiones para cada tratamiento, cada vaso fue etiquetado con el número de tratamiento, humedad relativa, contenido de humedad y repetición que le correspondía, las muestras fueron obtenidas cada 15 días durante un período de 195 días. En cada muestreo fueron determinados los siguientes datos: Contenido de humedad de la semilla, porcentaje de germinación y porcentaje de semillas invadidas por hongos, asimismo en cada muestreo fue realizado un análisis de varianza para observar los cambios en la semilla con respecto a las diferentes variables.

La distribución de las muestras en las cajas fue la siguiente:

CAJA 1 H.R. 60%

HR1CH1R1=1	6.27 C.H.	8	9	1
HR1CH1R2=2	"			
HR1CH1R3=3	"			
HR1CH2R1=4	8.0 C.H.	2	4	6
HR1CH2R2=5	"			
HR1CH2R3=6	"			
HR1CH3R1=7	13.0 C.H.	7	5	3
HR1CH3R2=8	"			
HR1CH3R3=9	"			

		CAJA 2	H.R. 70%	
HR2CH1R1=11	6.27 C.H.	22	33	99
HR2CH1R2=22	"			
HR2CH1R3=33	"			
HR2CH2R1=44	8.0 C.H.	44	11	88
HR2CH2R2=55	"			
HR2CH2R3=66	"			
HR2CH3R1=77	13.0 C.H.	55	66	77
HR2CH3R2=88	"			
HR2CH3R3=99	"			

		CAJA 3	H.R. 80%	
HR3CH1R1=111	6.27 C.H.	777	444	333
HR3CH1R2=222	"			
HR3CH1R3=333	"			
HR3CH2R1=444	8.0 C.H.	666	555	222
HR3CH2R2=555	"			
HR3CH2R3=666	"			
HR3CH3R1=777	13.0 C.H.	111	888	999
HR3CH3R2=888	"			
HR3CH3R3=999	"			

DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento fue diseñado como uno completamente aleatorio en parcelas divididas, fue utilizado este diseño tomando en cuenta la cantidad de semillas necesarias para cada muestreo, así como la presión en la estimación de las parcelas principales (H.R.) y las interacciones (C.H.). La ecuación que define este diseño es la siguiente:

$$x_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk}$$

$X =$ Variable de respuesta

$i =$ 1,, t_1

$j =$ 1,, t_2

$\mu =$ Media general

$A =$ Humedad relativa

$B =$ Contenido de humedad

$AyB =$ Interacción de T_1 y T_2

$E =$ Componentes aleatorios

R E S U L T A D O S

En la Tabla II se muestran los promedios de contenido de humedad, germinación y porcentaje de semillas invadidas por diferentes especies de hongos a través de un período de almacenamiento de 195 días, en una temperatura de 25°C y humedades relativas de 60, 70 y 80% en semillas con contenidos de humedad iniciales de 6.27, 8.0 y 13.0 %.

EFFECTO DE LA HUMEDAD RELATIVA Y CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL SOBRE LA GERMINACION DE SEMILLA DE ZARAHORIA ALMACENADA DURANTE 100 DIAS.

DIAS DE ALMACENAMIENTO	HUMEDAD RELATIVA %	CONTENIDO DE HUMEDAD %	GERMINACION %	% DE SEMILLAS INVADIDAS POR HONGOS		
				A. CHEVALIERI	ALTERNARIA	DAUCI
15	60	7.1	75	0	22	bi
		8.0	69	0	15	a
		7.8	68	0	18	i
	70	10.0	67	0	21	b
		9.1	70	2	19	b, i
		8.2	71	0	21	b, j
		13.8	71	0	30	b, i
80	13.2	71	0	20	c, i	
	13.7	71	0	22	a	
	7.4	75	2	22	b, i	
30	60	7.4	71	0	17	g, k
		7.2	70	0	26	e
		8.8	67	4	24	e, j
	70	8.4	67	2	25	c, k
		8.5	69	0	27	e
		14.9	72	4	24	n, k
		14.3	67	4	22	s, j
80	14.0	72	4	29	c, i	
	8.9	60	4	22	b, j	
	8.5	77	4	23	f, i	
45	70	7.9	77	6	22	e, l
		8.8	75	2	23	d, i
		9.8	77	4	21	b, i
	80	9.1	71	6	23	c, i
		14.2	62	14	15	e, k
		14.8	64	6	14	d, l
		13.7	63	12	14	e, i
60	60	8.4	60	0	21	a
		7.1	73	2	24	i
		8.0	74	0	30	
	70	9.3	75	0	22	
		8.5	74	0	21	a
		9.0	77	0	26	
		13.8	63	20	0	b
80	13.8	65	20	0	i	
	13.0	65	24	0		
	8.3	60	0	13		
75	60	8.5	72	0	10	
		7.7	73	0	12	
		8.1	73	0	24	
	70	8.1	71	0	24	
		9.4	67	0	22	
		13.7	48	88	0	
		13.6	53	92	0	
80	12.9	64	90	0		

TABLA II

DIAS DE ALMA CENAMIENTO	HUMEDAD RELATIVA %	CONTENIDO DE HUMEDAD %	GERMINACION %	% DE SEMILLAS INVADIDAS POR HONGOS	
				A. CHEVALIERE	ALTERNARIA DAUCI
90	60	7.8	75	0	14
		7.8	73	0	14
		7.2	69	0	15
	70	8.1	73	0	20
		8.2	74	0	24
		9.0	71	0	20
	80	13.0	52	96	0
		14.2	49	94	0
		13.2	49	90	0
105	60	7.4	52	0	10
		7.5	50	0	14
		8.1	57	0	16
	70	8.0	60	0	21
		8.9	66	0	18
		8.7	64	0	22
	80	13.5	35	86	0
		14.1	29	98	0
		13.8	22	88	0
120	60	7.5	61	0	10
		7.4	62	0	8
		7.9	53	0	10
	70	8.0	68	0	17
		8.3	66	0	20
		8.6	63	0	16
	80	13.3	26	95	0
		13.6	20	95	0
		13.0	16	98	0
135	60	7.1	55	0	6
		7.7	56	0	6
		7.3	47	0	6
	70	8.3	60	0	12
		8.1	60	0	8
		8.6	55	0	12
	80	12.8	17	94	0
		12.9	11	93	0
		13.0	7	90	0
150	60	6.7	50	0	8
		7.1	48	0	6
		7.3	42	0	7
	70	8.0	56	0	6
		8.5	54	0	12
		8.8	49	0	8
	80	12.6	7	94	0
		12.6	6	89	0
		13.4	3	88	0

Tabla 11

DIAS DE ALMA CENAMIENTO	HUMEDAD RELATIVA %	CONTENIDO DE HUMEDAD %	GERMINACION %	% DE SEMILLAS INVADIDAS POR HONGOS	
				A. GLAUCUS	ALTERNARIA DAUCI
165	50	6.0	41	0	8
		6.6	41	0	6
		7.5	37	0	4
	70	6.0	50	0	6
		8.1	40	0	10
		8.2	48	0	8
	80	13.3	0	95	0
		13.1	0	96	0
		13.9	0	94	0
180	60	6.5	35	0	4
		6.5	32	0	7
		6.9	29	0	3
	70	6.9	44	0	6
		8.4	38	0	9
		8.6	38	0	7
	80	13.0	0	90	0
		13.5	0	92	0
		13.5	0	84	0
195	60	6.8	31	0	3
		6.9	26	0	5
		7.5	18	0	5
	70	8.1	42	0	7
		8.2	39	0	6
		8.3	36	0	6
	80	13.0	0	85	0
		13.3	0	90	0
		13.3	0	92	0

Aspergillus flavus flavus a 2%; b 4%; c 6%; d 8%; e 10%; f 12%; g 14%; h 16%

Aspergillus niger japonicus i 2%; j 4%; k 6%; l 8%

1. CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA SEMILLA

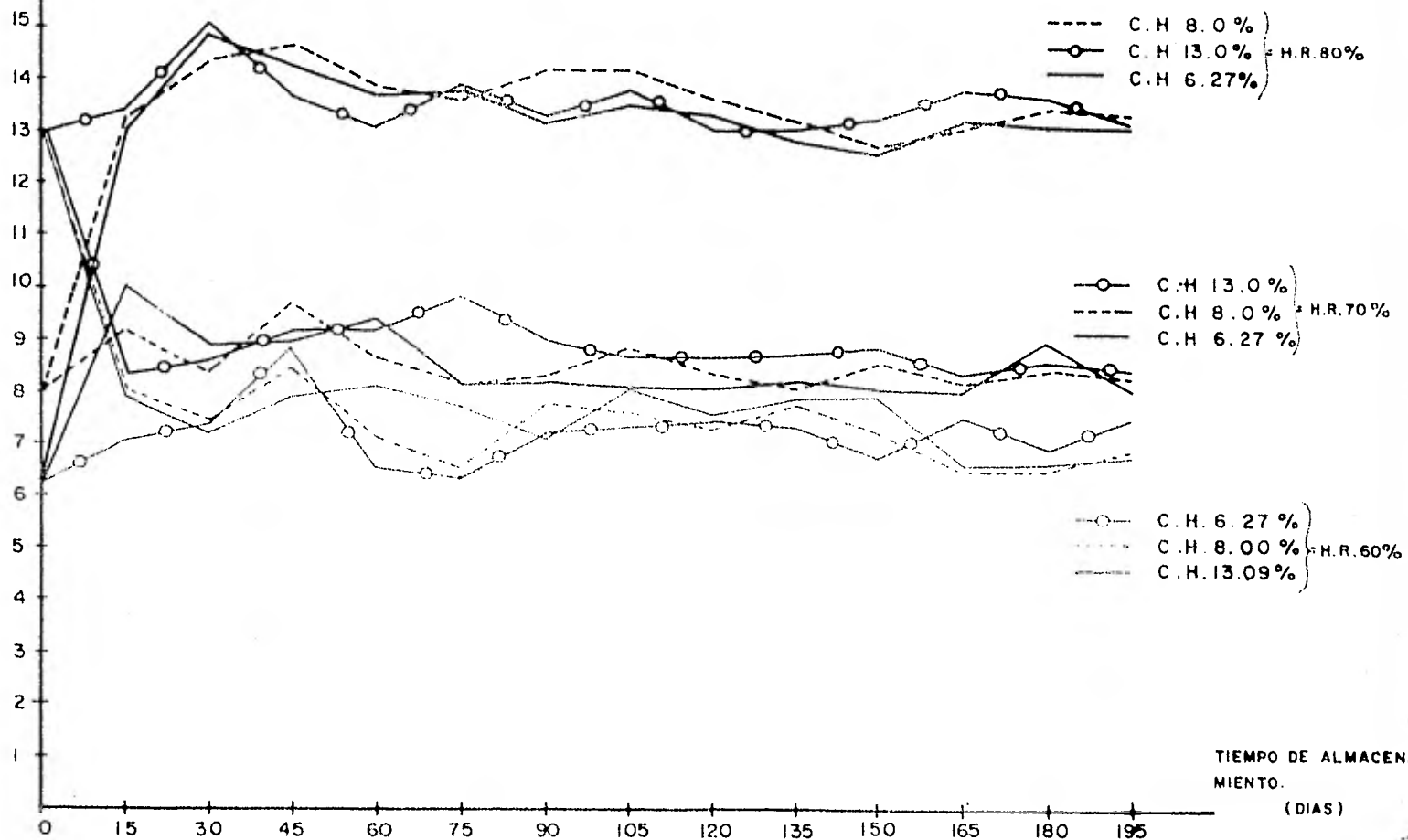
La Gráfica 1 muestra las alteraciones en el contenido de humedad de las semillas en humedades relativas de 60, 70 y 80% durante 195 días de almacenamiento.

La humedad en equilibrio de las semillas usadas en este experimento es alcanzada en los primeros 15 días de sometida a las diferentes humedades relativas sin importar el contenido de humedad inicial, esto lo podemos decir con base en el análisis de varianza con una seguridad de 99%, los valores promedio fueron de 7.35 \pm 0.58 en 60%, 8.65 \pm 0.52 para 70% y 13.57 \pm 0.57 en 80%.

GRAFICA I

CONTENIDO DE HUMEDAD %

EFFECTO DE LA HUMEDAD RELATIVA Y DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO EN EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SEMILLAS DE ZANAHORIA VARIEDAD NANTES ASGROW.



GERMINACION

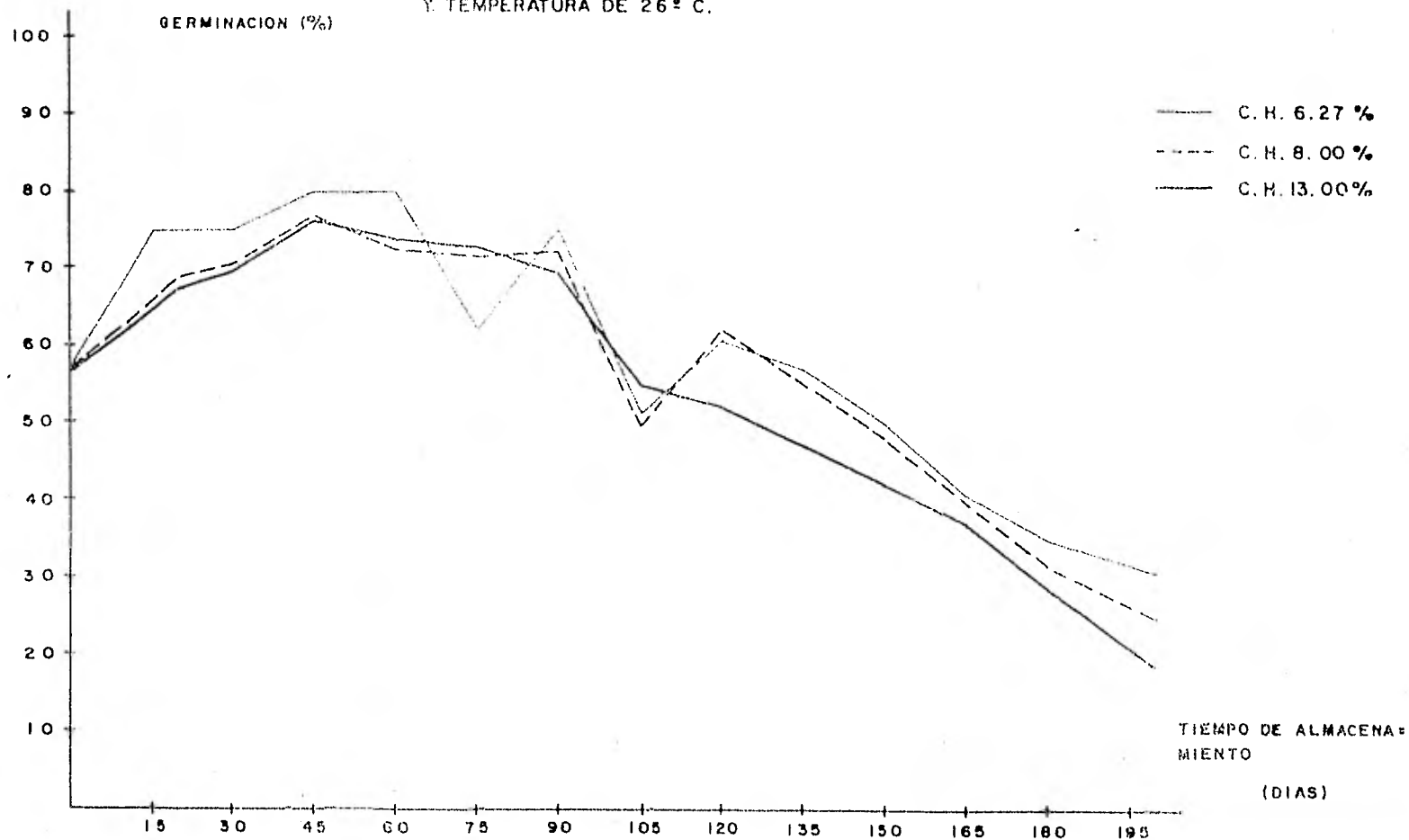
En las gráficas II, III y IV, se presentan los porcentajes de germinación para semilla con tres contenidos de humedad iniciales diferentes, almacenadas en tres humedades relativas distintas durante un período de 195 días y en temperatura de 26°C.

Se observa que para las 3 humedades relativas en los primeros 15 días de almacenamiento, hay un incremento significativo en el porcentaje de germinación, probablemente debido a la ruptura de latencia que presenta esta semilla y la cual será discutida posteriormente. La germinación permanece alta con respecto al dato original hasta por 150 días en la humedad relativa de 70%, de 135 días en 60% y por hasta 60 días en 80%.

Con base en el análisis de varianza podemos decir con 99% de seguridad que las diferentes humedades relativas en las que fue almacenada esta semilla tienen un efecto significativamente diferente sobre la germinación (Tabla III y V), asimismo con la misma seguridad podemos decir que las diferencias que existen entre los distintos porcentajes de germinación debidas a los contenidos de humedad iniciales diferentes no son significativos (Tabla II y IV). Se observa que los promedios más altos del porcentaje de germinación fueron obtenidos en las muestras almacenadas en la humedad relativa de 60% en el período de 15 a 120 días después de iniciado el experimento (cuadro 1, 2 y 3); esto también es cierto para las muestras almacenadas desde 15 a 150 días en la humedad relativa de 70% (cuadro 4, 5 y 6) y para las muestras de la humedad relativa de 80% es de un período de 15 a 90 días (cuadro 7, 8 y 9) tabla VI).

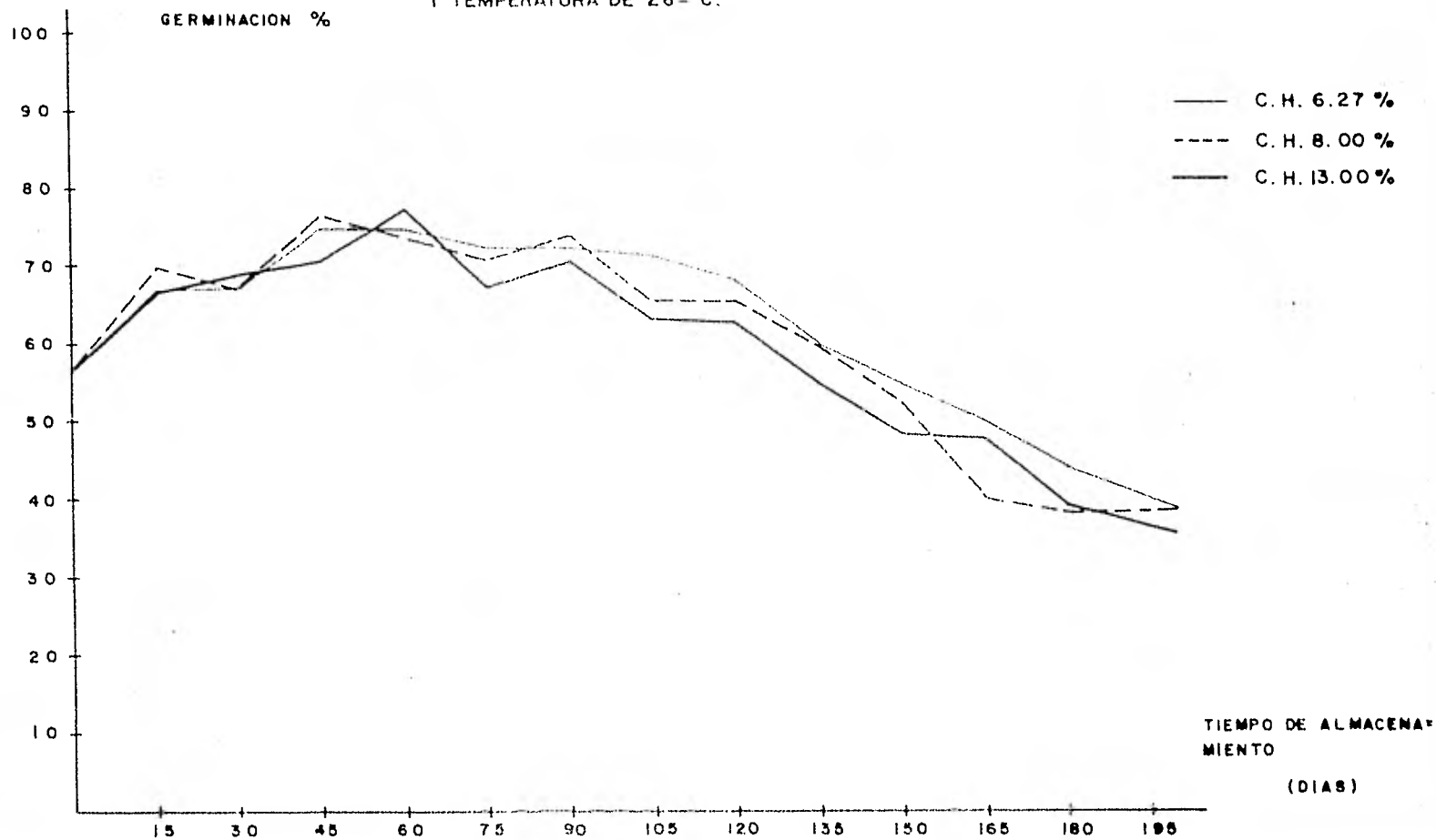
GRAFICA II

GERMINACION DE SEMILLAS DE ZANAHORIA VAR. NANTES ASGROW
ALMACENADA CON 6.3, 8.0 Y 13.0% DE C. H. EN H.R. DE 60%
Y TEMPERATURA DE 26° C.



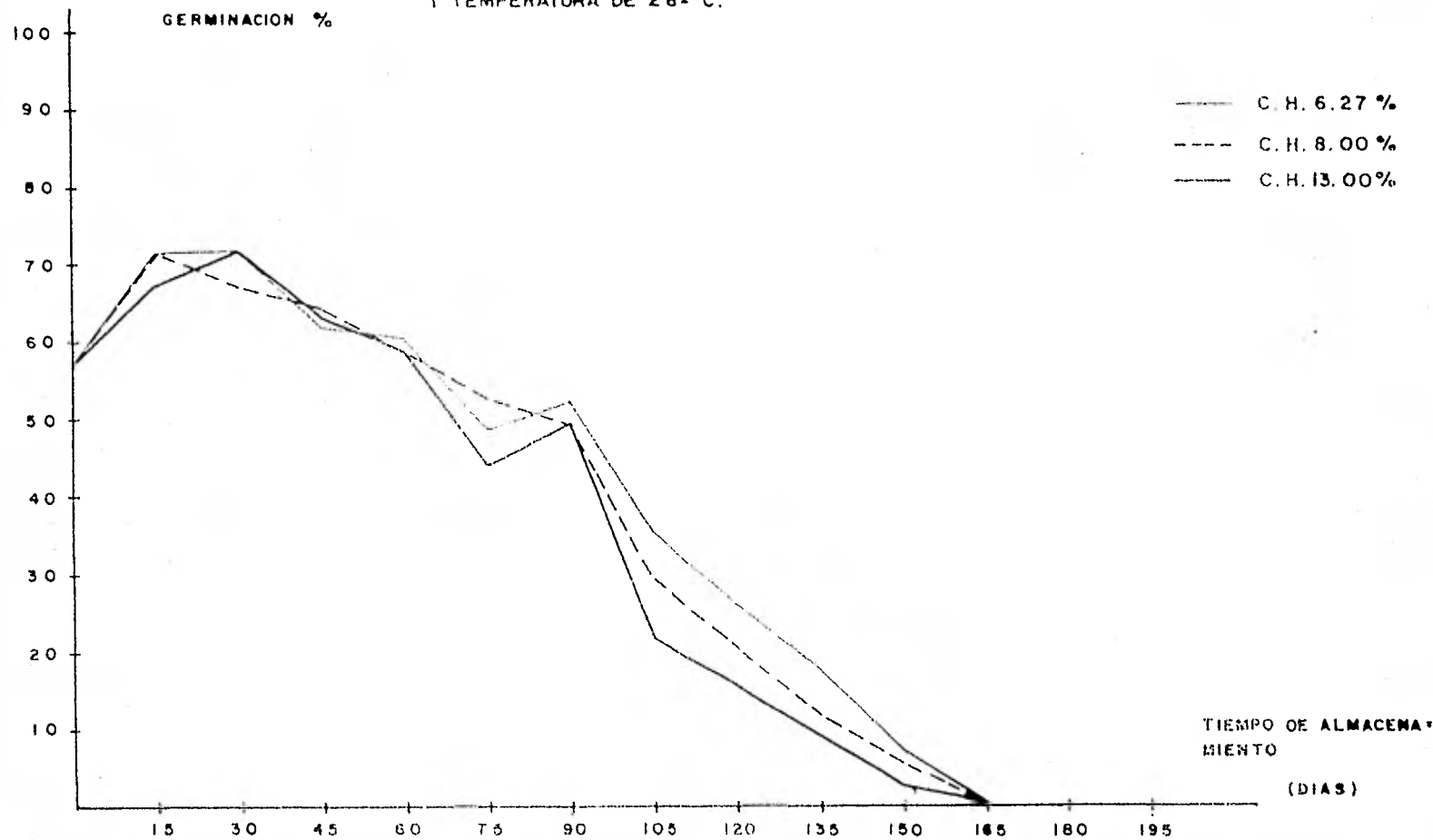
GRAFICA III

GERMINACION DE SEMILLAS DE ZANAHORIA VAR. MANTES ASGROW
ALMACENADA CON 6.3, 8.0 Y 13.0 % DE C. H. EN H.R. DE 70 %
Y TEMPERATURA DE 26° C.



GRAFICA IV

GERMINACION DE SEMILLAS DE ZANAHORIA VAR. MANTES ASGROW
ALMACENADA CON 6.3, 8.0 Y 13.0 % DE C. H. EN H.R. DE 80 %
Y TEMPERATURA DE 26° C.



MICROFLORA

En la gráfica V mostramos el porcentaje de semillas invadidas por Aspergillus chevalieri Thom et Raper, detectados en la humedad relativa de 80% durante el período de almacenamiento. Sólo se grafica esta especie ya que fue la más abundante de los aislados durante el tiempo que duró el experimento.

A. chevalieri, fue aislado en la semilla a partir de los 15 días de almacenamiento en un porcentaje de invasión bajo. Entre los 45 y - 75 días se observó un incremento rápido y a partir de este momento las poblaciones de esta especie se mantienen invadiendo a la semilla en un promedio de 95% hasta el final del experimento (195 días). Otra especie de Aspergillus aislada fue A. flavus en proporción muy baja.

Alternaria dauci, especie considerada como "hongo de campo" estuvo presente en los muestras en proporción relativamente alta; sin embargo, al modificarse las condiciones de la semilla por el proceso de almacenamiento las poblaciones de este hongo fueron disminuyendo y dejando paso a las especies de "almacén", en este caso A.chevalieri.

En las humedades relativas de 60% y 70% aislamos las siguientes - especies de hongos: A. chevalieri, A. flavus flavus y A. niger japonicus; todas las especies fueron aisladas en porcentajes bajos. Alternaria dauci sin embargo fue aislada durante todo el período de almacenamiento en un porcentaje relativamente alto y su presencia fue debida - seguramente a que esta semilla aun no había sido afectada por las condiciones del almacenamiento.

GRAFICA V

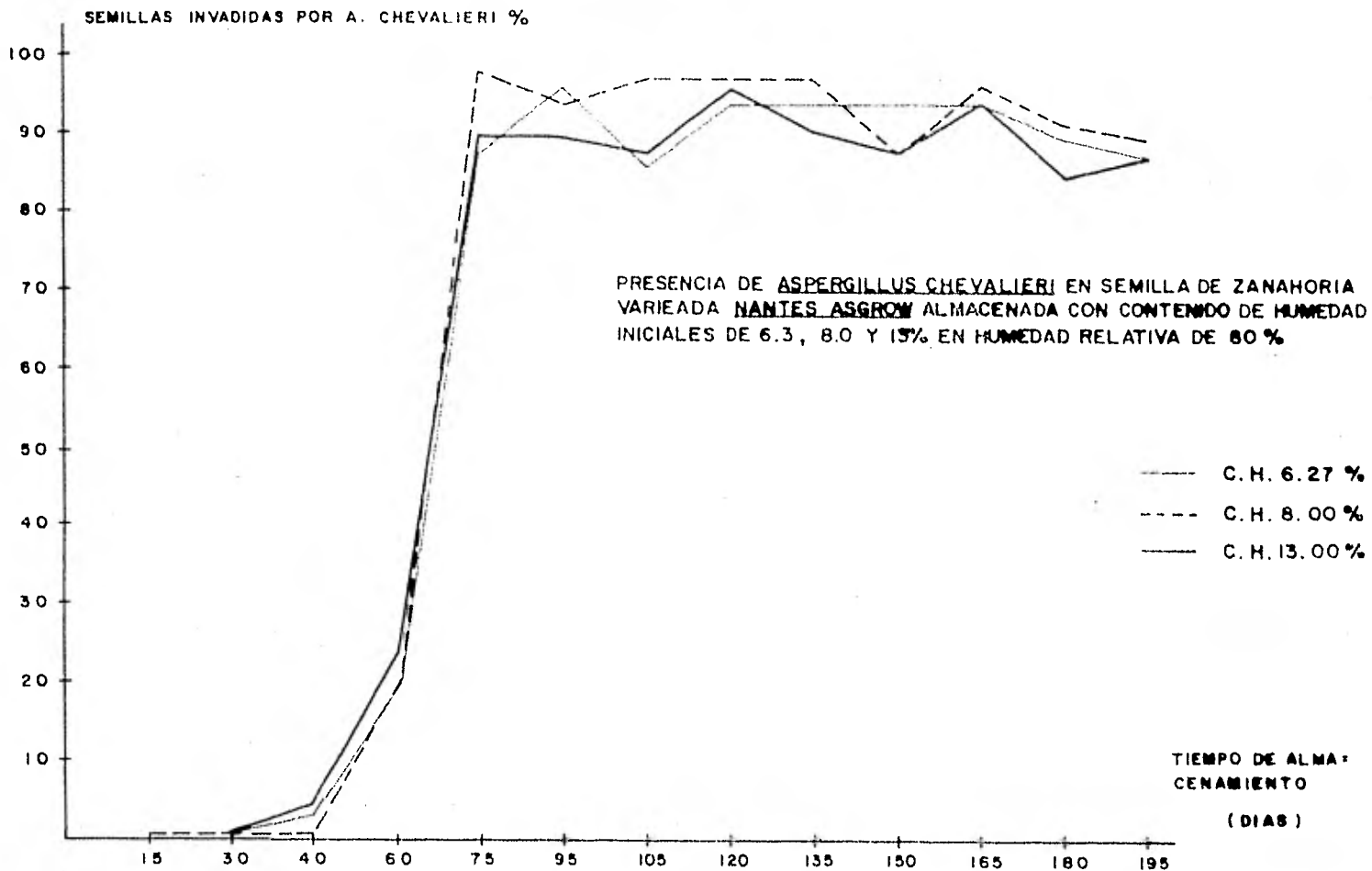


TABLA III

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA GERMINACION DE SEMILLA DE ZANAHORIA, ALMACENADA DURANTE 195 DIAS EN 3 HUMEDADES RELATIVAS DE 60%, 70%, y 80%, CON 3 CONTENIDOS DE HUMEDAD 6.27%, 8.0% y 13.0% Y EN UNA TEMPERATURA DE 26º C.

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	F CALCULADO	NIVEL DE SIGNIFICANCIA	
					.05	.01
T O T A L	351	200431.97				
PARCELAS PRINCIPALES	26	57067.27				
REPETICIONES (R)	2	23.85	11.92	0.10 ^{NS}	6.94	18.0
TRATAMIENTOS (H.R.)	2	56572.71	28286.35	240.38 ^{**}	6.94	18.0
ERROR (a)	4	470.71	117.67			
MUESTREOS	2	117199.53	58599.76	146.26 ^{**}	4.46	8.65
(C.H.) x (R)	4	569.26	142.31	0.35 ^{NS}	3.83	7.0
(C.H.) x (H.R.)	4	22390.73	5597.68	13.97 ^{**}	3.83	7.0
ERROR (b)	8	3205.18	400.64			

GL = Grados de libertad
 SC = Suma de cuadrados
 CM = Cuadrado medio
 CH = Contenido de humedad
 HR = Humedad relativa
 ** = Muy significativo
 NS = No significativo

TABLA IV

COMPROBACION DE LAS DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS DE LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD

F.V.	GL	SC.	CM	F.CAL		F. TAB.	
						.05	.01
CH ₁ vs CH ₂	2	113.96	56.98	.48	NS	6.94	18
CH ₂ vs CH ₃	2	168.17	94.08	.79	NS	6.94	18
CH ₁ vs CH ₃	2	595.01	297.50	2.52	NS	6.94	18
error (a)	4	470.71	117.67				

TABLA V

COMPROBACION DE LAS DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS DE LAS HUMEDADES RELATIVAS

F.V.	G.L.	SC	CM	F.CAL		F. TAB.	
						.05	.01
HR ₁ vs HR ₂	2	584.64	292.32	2.48	NS	6.94	18
HR ₂ vs HR ₃	2	31535.41	15767.70	183.99	**	6.94	18
HR ₁ vs HR ₃	2	23532.41	11766.20	99.99	**	6.94	18
error (a)	4	470.71	117.67				

** MUY SIGNIFICATIVO

N.S. NO SIGNIFICATIVO.

TABLA VI

Contraste de medias* de germinación de semillas de zanahoria, almacenada con contenido de humedad inicial de 6.27%, 8.0% y 13.0% en humedades relativas de 60%, 70% y 80% y un período de almacenamiento de 195 días.

El contraste fue realizado con la prueba de Diferencia Significativa Mínima a un nivel de significancia ≤ 0.05 después de hacer una prueba de F y encontrarla significativa

H1 = Humedad relativa de 60%

H2 = Humedad relativa de 70%

H3 = Humedad relativa de 80%

C1 = Contenido de humedad inicial de 6.27%

C2 = Contenido de humedad inicial de 8.0%

C3 = Contenido de humedad inicial de 13.0%

M = Muestras (1-13)

* Cada media representa tres repeticiones

CONTRASTE DE MEDIAS DE GERMINACION DE SEMILLAS DE ZANAHORIA
ALMACENADAS CON CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL DE 6.27% EN HU-
MEDAD RELATIVA DE 60%, (NIVEL DE SIGNIFICANCIA DE $\alpha 0.05$).

CUADRO 1

DIAS

45 60 15 30 90 75 120 135 105 150 165 180 195

CUADRO 2

C.H. INICIAL DE 8.0% H.R. DE 60% $\alpha 0.05$

DIAS

45 60 90 75 30 15 120 135 105 150 165 180 195

CUADRO 3

C.H. INICIAL DE 13.0% H.R. DE 60% $\alpha 0.05$

DIAS

45 60 75 30 90 15 105 120 135 150 165 180 195

CONTRASTE DE MEDIAS DE GERMINACION DE SEMILLAS DE ZANAHORIA
ALMACENADA CON CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL DE 5.27% EN HU-
MEDAD RELATIVA DE 70%, (NIVEL DE SIGNIFICANCIA DE $\alpha=0.05$)

CUADRO 4

DIAS

45	60	75	90	105	120	15	30	135	150	165	180	195
----	----	----	----	-----	-----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----

CUADRO 5

C.H. INICIAL DE 8.0% H.R. DE 70% $\alpha=0.05$

DIAS

45	60	90	75	15	30	105	120	135	150	165	195	180
----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

CUADRO 6

C.H. INICIAL DE 13% H.R. DE 70% $\alpha=0.05$

DIAS

60	15	45	90	30	75	105	120	135	150	165	180	195
----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

CONTRASTE DE MEDIAS DE GERMINACION DE SEMILLAS DE ZANAHORIA ALMACENADA CON CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL DE 6.27% EN HUMEDAD RELATIVA DE 80%, (NIVEL DE SIGNIFICANCIA DE $\alpha 0.05$).

CUADRO 7
DIAS

30	15	60	45	90	75	105	120	135	150	165	180	195
----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

CUADRO 8
C.H. INICIAL DE 8.0% H.R. DE 80% $\alpha 0.05$
DIAS

15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195
----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

CUADRO 9
C.H. INICIAL DE 13.0% H.R. DE 80% $\alpha 0.05$
DIAS

30	15	45	60	90	75	105	120	135	150	165	180	195
----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

DISCUSION

Con base en los resultados obtenidos (tabla IV) y en el análisis de varianza de todo el experimento, los contenidos de humedad inicial de la semilla, por lo menos los usados en este experimento, no tienen influencia en el comportamiento de la semilla con relación a su germinación.

Por lo que respecta a la humedad relativa, ésta influye en la semilla afectando su capacidad germinativa y basándose en las observaciones de los resultados, la humedad que más afecta es la de 80%, ya que en un período de almacenamiento de 60 días el porcentaje de germinación es menor al de los datos originales, es importante señalar que esta curva de germinación es muy similar a las propuestas por Roberts en 1973, el cual propone un decaimiento exponencial en la germinación por causas fisiológicas, en el cual la forma exponencial depende del contenido de humedad. Esto nos sugiere que la curva de germinación para cada humedad representa el decaimiento debido al deterioro fisiológico y que, aunque las semillas fueron invadidas por hongos casi en su totalidad a partir de los 60 días, no se produjo un cambio drástico en la pendiente de la curva de germinación, de cualquier manera, no podemos descartar la posibilidad de que los hongos aceleren el proceso de decaimiento.

Para las curvas de germinación en las humedades de 60% y 70% se observa que el porcentaje de germinación se mantiene alto por más tiempo (135 y 160 días respectivamente), con lo cual podemos establecer que en estas humedades es posible almacenar esta variedad por hasta 120 días. Cuando las pendientes de las curvas comienzan su descenso, al igual que la de 80% son muy similares a las propuestas por Roberts en 1973, esto refuerza la idea de que el decaimiento en la germinación en este tipo de semillas se debe principalmente a procesos fisiológicos inherentes de la semilla.

Los hongos aislados de las semillas en humedad relativa de 80% fue principalmente A.chevalieri, miembro del grupo A. glaucus, esta especie fue aislada a partir de los 15 días en un porcentaje bajo, es a partir de los 75 días cuando invade rápidamente a la semilla alcanzando a partir de este muestreo un promedio de invasión de 95% por lote. En la curva de germinación no se observa que la pendiente decaiga rápidamente cuando A. chevalieri incrementa su porcentaje de invasión, por lo que sería difícil establecer que el hongo sea la causa del deterioro de las semillas, lo que sí se podría sugerir es que de alguna u otra forma este hongo acelere el proceso de decaimiento en la germinación.

Se observa que hay un incremento en el porcentaje de germinación durante los primeros 30 días con respecto a los datos originales; esto seguramente se debió a que muchas de las semillas presentaban latencia, la cual posiblemente se presentó debido a las condiciones en las que fue almacenada antes del experimento. Esta semilla, según sus especificaciones, presenta latencia de tipo exógena, la cual ha sido comprobado es rota cuando es expuesta a la luz (Devlin, 1970; Hess, 1980) y dado que esta semilla se mantuvo por algún tiempo almacenada en temperaturas bajas y en cuarto oscuro antes de iniciar nuestras pruebas, esto puede inducir el proceso de latencia de semillas ya sea rompiéndola o provocándola; se ha visto que en muchas semillas después de un período de almacenamiento a temperaturas bajas los inhibidores de la germinación se ven afectados con lo cual el embrión, al no tener obstáculos puede germinar (Hess, 1980; Devlin 1970).

Muchas semillas alcanzan su máxima germinación después de haber sido almacenadas a temperaturas bajas, y puestas después en condiciones en las que normalmente germinan. Ha sido sugerido que temperaturas bajas pueden actuar como estimulante de la germinación como si fuese la luz roja del espectro solar (Hess, 1980).

Concluyendo, pensamos que esta semilla presentaba latencia, la cual fue rota gradualmente al ser expuesta a la luz y temperatura de 26°C.

CONCLUSIONES

Este estudio llevado a cabo en el Departamento de Botánica del Instituto de Biología de la U.N.A.M. nos ha permitido cumplir en gran parte con los objetivos planteados.

Se pudo establecer que el contenido de humedad inicial de la semilla no es un factor importante que afecte a la germinación cuando el almacenamiento es abierto y con buena aireación.

Con relación a la humedad relativa podemos decir que no es conveniente almacenar la semilla por más de 60 días a 80% en almacenamiento abierto, ya que en este período el porcentaje de germinación es menor al de los datos originales; para las humedades relativas de 60% y 70% este período se amplió a un promedio de 120 días.

Concluyendo. La germinación es inversamente proporcional al tiempo de almacenamiento y éste, a su vez, es inversamente proporcional a la humedad relativa, para este caso en particular.

No pudo ser determinado que *A. chevalieri*, tuviese un efecto sobre la pérdida de la germinación de esta semilla en la humedad relativa de 80%, pero sería interesante dilucidar esta incógnita, almacenando semillas libres de hongos en una humedad relativa de 80% y comparar su porcentaje de germinación con semilla invadida por *A. chevalieri*

LITERATURA CITADA

- Anuario Estadístico de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de 1978. Ed. S.A.R.H. Méx.
- Bailey, H.L. 1947. The standar cyclopedia of horticulture, Macmillan Co. New York, 674-675.
- Bailey, H.L. 1974. Manual of cultivated plants. Macmillan publishing Co. Inc. New York. 747-752.
- Barton, L.V. 1941. Relation of certain air temperatures and humidities to viability of seeds. Contrib Boyce Thompson Inst. 12:85-102.
- Barton, L.V. 1943. Effect of moisture fluctuations on the viability of seed storage. Contrib Boyce Thompson Inst. 18:35-45.
- Barton, L.V. 1949. Seed packets and Onion seed viability. Contrib Boyce Thompson Inst. 15:341-352.
- Barton, L.V. 1961. Seed. Preservation and Longevity. Leonan D. Hill, - London.
- Beal, W.J. 1906. The viability of seeds. Bot. Gaz. 40: 140-143.
- Berjak, P. y F.A. Villiers, 1972. Ageing in plant embryos. New Phytol 8 1: 135-144.
- Beltrán, A.B. 1976. Efectos de las aflatoxinas en la alimentación. Avi-rama No. 25. Méx.
- Cabrera, V.M. 1975. Clínica de animales salvajes en cautiverio. F.M.V.Z. U.N.A.M.
- Castronovo, A. y Popovich M. Deucic., J. 1959. Método de posible aplicación para producir semilla de zanahoria libre de floración prematura en la región de Buenos Aires. Rev. Inv. Agric. No.13-3.

- Christensen, C.M. y López, L.C. 1963. Estudio sobre almacenamiento de semilla de sorgo. Agric. Tecn. 2-156-160. Méx.
- Christensen, C.M. and H.H. Kaufman 1976. Contaminación por hongos en granos almacenados. Ed. Pax. Méx.
- Coutiño de M.B.R. Moreno, M.E. y Zenteno Z.A. 1970. Efecto de ciertas condiciones sobre la viabilidad de semilla de cebolla (Allium cepa L.) y coliflor (Brasica oleracea L.) Rev. Lat. Amer. Microbiol. 12: 109-114.
- Crocker, W. 1938. Life span of seed. Bot. Review. 4: 285-274
- Crocker, W. and L.V. Barton. 1953. Physiology of seeds. The chronica botanica Co. Waltham, Mass: 140-152.
- Darlington, H.T. 1941. The sixty year period for Dr. Beal's seed viability experiment. Am. jour. Bot. 28: 271-273.
- Devlin, M.R. 1970. Fisiología Vegetal, Ed. Omega. Barcelona, España p. - 185-220.
- Ellis, M.E. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute. Kew. Surrey, England.
- Griffiths, A.E. 1942. Viability of lettuce seed: a physiological and microchemical study. New York (Cornell). Agric. Exp. Sta. Mem. 245. 39 p.
- Guzman, M.W. 1959. Uso de los herbicidas en los cultivos de la zanahoria y chicharo en el Valle de Toluca, México. Agric. Tec. # 9.
- Harman, G.E. y F.L. Pfleger, 1974. Pathogenicity and infection sites of Aspergillus species in stored seeds. Phytopathology 64: 1339-1344
- Hess, D. 1980. Fisiología vegetal. Ed. Omega. Barcelona España. p. 250-295.

- Hopkins, E.F. F.S. Ramírez. V. Pagan, and A.G. Villafaña. 1947. Investigations on the storage and preservation of seeds in Puerto Rico. Agric. Exp. Sta. Bul. 72, 47 p.
- Kinman, C.F. and T.B. McClelland. 1916. Experiments on the supposed deterioration of varieties of vegetables in Puerto Rico. Puerto Rico Agric. Exp. Sta. Bul. 20-30 p.
- Kulik, M.M. 1973. Susceptibility of stored vegetable seeds to rapid invasión by Aspergillus amstelodami and Aspergillus flavus and effect on germinability. Seed. Sci. and Technol. 1: 799-803
- Little, M.C. y J.F. Hills. 1978. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Ed. Trillas. Méx.
- López. L.C. y C.M. Christensen, 1962. Efecto del ataque de hongos en el frijol almacenado. Agric. Tec. Vol. 11 No. 1 Méx.
- López, L.C. 1963. Influencia del contenido de humedad micoflora y tiempo de almacenamiento sobre la viabilidad y el aspecto exterior de la semilla de frijol. Agric. Tec. Vol. 2 No. 3. Méx.
- Lovato, A.M.R. Amaduci. 1965. Examination of the problem of whether dormancy exists in seeds of onion (Allium cepa L.) and Leek - (Allium porrum. L.) II Efectos of temperature, prechilling and light in germination. Proc. Int. Seed. Test. Assoc. 30-803.
- Raper, K.B. and D.I. Fennell. 1965. The Genus Aspergillus. The Williams and Wilkins Co. Baltimore. U.S.A.
- Roberts, E.H. 1972. Viability of seeds. Chapman and Hall London.
- Roberts, E.H. 1973. Predicting the storage life of seeds. Seed. Sci. and Technol. 1: 499-514.

- Saviño, G., P.M. Haigh, and P. de Leo. 1979. Effects of presoaking upon seed vigour and viability. Seed Sci. and Technol. 7, 57-64
- Toole, E.H., V.K. Toole, and E.A. Gorman. 1948. Vegetable seed storage as affected by temperature and relative humidity. Tech. Bull. Dep. Agri. No. 972
- Villiers, T.A. 1973. Ageing and longevity of seeds in field conditions. In Seed Ecology (Ed. W. Heydecker) pp 265-268 Butterworths, London
- Villiers, T.A., and H.D. Edgcumbe. 1975. On the cause of seed deterioration in dry storage. Seed Sci. and Technol. 3: 761-774.
- Winston, P.W. and H.D. Bates. 1960. Saturated solutions for the control of humidity in biological research. Ecology 41: No. 1