

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
PROGRAMA RECURSOS GENETICOS NICARAGÜENSES**



TRABAJO DE DIPLOMA

**Efecto de tres tipos de ambientes sobre la viabilidad y potencial de
almacenamiento en cuatro lotes de semillas de maíz
(*Zea mays* L.) mediante la prueba de envejecimiento acelerado**

AUTOR

Br. Carolina López Arteaga

ASESOR

Ing. Agr. Alvaro Benavidez González

**Managua, Nicaragua
Septiembre, 1999**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
PROGRAMA RECURSOS GENETICOS NICARAGÜENSES**

TRABAJO DE DIPLOMA

Efecto de tres tipos de ambientes sobre la viabilidad y potencial de
almacenamiento en cuatro lotes de semillas de maíz
(*Zea mays* L.) mediante la prueba de envejecimiento acelerado

AUTOR

Br. Carolina López Arteaga

ASESOR

Ing. Agr. Alvaro Benavidez González

**Presentado a la consideración del *Honorable Tribunal Examinador*
como requisito parcial para optar al Grado de
INGENIERO AGRONOMO con orientación en FITOTECNIA**

**Managua, Nicaragua
Septiembre, 1 999**

AGRADECIMIENTOS

Al *Ing. Agr.* Alvaro Benavidez González agradezco sinceramente por su valiosa asesoría, apoyo, paciencia y colaboración incondicional para la conformación de este trabajo, sin los cuales no hubiera sido posible llevarlo a efecto.

Al *Ing. Agr. MC.* Oscar Gómez G. por su colaboración y sugerencias finales acerca de este trabajo de tesis.

Al *Ing. Agr. MC.* Marvin Fornos R. Por su acertadas sugerencias y orientaciones finales al texto.

A *Lic.* Tania García por haberme prestado todo su apoyo y cooperación.

A *Sra.* Carolina Padilla por su paciencia, cooperación y apoyo en todo lo que fue el material bibliográfico.

Especialmente a todos aquellas personas que de una forma u otra me dieron su apoyo, cooperación, esfuerzo y paciencia para la culminación de este trabajo.

Carolina López Arteaga

DEDICATORIA

A Jehová Dios le doy gracias por haberme prestado la vida, por darme fuerza y valor y, sobre todo por haberme permitido realizar el objetivo más importante de mi vida como en la culminación de este trabajo de tesis.

A mi madre Sofía López por su amor sacrificio y abnegación en la formación profesional, quien por sus sabios consejos me guió por el sendero de esta vida.

A Pasteur Parrales, mi pequeño hijo que es la razón de mi vida, a él con todo mi amor le dedico este trabajo.

A mi bebé (q.e.p.d) con todo mi amor te digo que he finalizado con la realización de este trabajo, las tres promesas que te hice.

Carolina López Arteaga

INDICE GENERAL

Sección	Página
INDICE DE TABLAS	i
INDICE DE FIGURAS	iii
RESUMEN	iv
I. INTRODUCCION	1
II. MATERIALES Y METODOS	3
2.1 Descripción del lugar	3
2.2 Materiales utilizados	3
2.3 Material genético empleado	3
2.4 Metodología utilizada	4
2.4.1 Prueba de germinación estándar	5
2.4.2 Prueba de envejecimiento ecelerado	5
2.4.3 Condiciones de almacenamiento	6
2.5 Variables medidas	7
2.6 Descripción del diseño y análisis estadístico	7
III. RESULTADOS Y DISCUSION	9
3.1 Análisis estadístico realizado a las pruebas de germinación estándar y envejecimiento acelerado	10
3.1.1 Prueba de germinación estándar	
3.1.1.1 Prueba de germinación estándar en semillas almacenadas al medio ambiente	14
3.1.1.2 Prueba de germinación estándar en semillas almacenadas en cuarto de secado	17
3.1.1.3 Prueba de germinación estándar en semillas almacenadas en cuarto frío	19
3.1.1.4 Prueba de germinación estándar de la variedad H-5 almacenada bajo tres tipos de condiciones	21
3.1.1.5 Prueba de germinación estándar de la variedad NB-12A almacenada bajo tres tipos de condiciones	23
3.1.1.6 Prueba de germinación estándar de la variedad NB-12B almacenada bajo tres tipos de condiciones	24

3.1.1.7 Prueba de germinación estándar de la variedad NB-6 almacenada bajo tres tipos de condiciones	26
3.1.2 Prueba de envejecimiento acelerado	27
3.1.2.1 Prueba de envejecimiento en semillas almacenadas al medio ambiente	27
3.1.2.2 Prueba de envejecimiento en semillas almacenadas en cuarto de secado	28
3.1.2.3 Prueba de envejecimiento en semillas almacenadas en cuarto frío	30
3.1.2.4 Prueba de envejecimiento acelerado del híbrido H-5 almacenado bajo tres tipos de condiciones	32
3.1.2.5 Prueba de envejecimiento acelerado de la variedad NB-12 A almacenado bajo tres tipos de condiciones	33
3.1.2.6 Prueba de envejecimiento acelerado de la variedad NB-12B almacenado bajo tres tipos de condiciones	34
3.1.2.7 Prueba de envejecimiento acelerado de la variedad NB-6 almacenado bajo tres tipos de condiciones	35
IV. CONCLUSION	37
V. RECOMENDACIÓN	38
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	39

INDICE DE TABLAS

Tabla	Contenido	Página
1	Características principales de los cultivares estudiados	4
2	Factores estudiados en los diferentes modelos estadísticos	8
3	Promedio y Coeficiente de variación (C.V) de los caracteres de semillas en los lotes de maíz estudiados	10
4	Probabilidad de significancia aleatoria (Pr) de las fuentes de variación en estudio tomadas en tres períodos de almacenamiento (modelo trifactorial)	10
5	Separación de medias de la germinación según Scheffe en los efectos principales durante tres períodos de almacenamiento	11
6	Separación de medias de la germinación según Scheffe de la interacción Ambiente*Prueba durante tres períodos de almacenamiento	12
7	Separación de medias de la germinación según Scheffe de la interacción Variedad*Prueba durante tres períodos de almacenamiento	12
8	Separación de medias de la germinación según Scheffe de la interacción Variedad*Prueba durante tres períodos de almacenamiento	13

INDICE DE FIGURAS

Figura	Contenido	Página
1	Comportamiento de la germinación estándar en cuatro variedades de maíz durante tres períodos de almacenamiento al medio ambiente	16
2	Comportamiento de la germinación estándar en cuatro variedades de maíz durante tres períodos de almacenamiento en cuarto de secado	18
3	Comportamiento de la germinación estándar en cuatro variedades de maíz durante tres períodos de almacenamiento en cuarto frío.	20
4	Comportamiento de la germinación estándar en la variedad de maíz H-5 en tres tipos de conservación durante tres períodos de almacenamiento	22
5	Comportamiento de la germinación estándar en la variedad de maíz NB-12A en tres tipos de conservación durante tres períodos de almacenamiento	24
6	Comportamiento de la germinación estándar en la variedad de maíz NB-12B en tres tipos de conservación durante tres períodos de almacenamiento	25
7	Comportamiento de la germinación estándar en la variedad de maíz NB-6 en tres tipos de conservación durante tres períodos de almacenamiento	26
8	Comportamiento de la germinación en semilla envejecida en cuatro variedades de maíz durante tres períodos de almacenamiento al medio ambiente	28

9	Comportamiento de la germinación en semilla envejecida en cuatro variedades de maíz durante tres períodos de almacenamiento en cuarto seco	29
10	Comportamiento de la germinación en semilla envejecida en cuatro variedades de maíz durante tres períodos de almacenamiento en cuarto frío	31
11	Comportamiento de la germinación en semilla envejecida durante tres períodos de almacenamiento en la variedad de maíz H-5 en tres tipos de conservación durante tres períodos de almacenamiento	33
12	Comportamiento de la germinación en semilla envejecida durante tres períodos de almacenamiento en la variedad de maíz NB-12 A en tres tipos de conservación durante tres períodos de almacenamiento	34
13	Comportamiento de la germinación en semilla envejecida durante tres períodos de almacenamiento en la variedad de maíz NB-12B en tres tipos de conservación durante tres períodos de almacenamiento	35
14	Comportamiento de la germinación en semilla envejecida durante tres períodos de almacenamiento en la variedad de maíz NB-6 en tres tipos de conservación durante tres períodos de almacenamiento	36

RESUMEN

En el Banco y Laboratorio de Semillas del Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN) se estableció un experimento en el periodo comprendido entre octubre de 1994 y marzo de 1995, con el objetivo de determinar el efecto de tres condiciones ambientales (cuarto frío, cuarto seco y ambiente) sobre cuatro lotes de semillas certificada de maíz, tomando como referencia la prueba de germinación estándar y de envejecimiento acelerado a los 10, 100 y 143 días después del almacenamiento. La germinación de la semilla sometida a prueba estándares y condiciones de estrés (germinación envejecida) se diferenciaron estadísticamente, así como los ambientes y cultivares evaluados en los tres periodos de almacenamiento. Los mayores porcentajes de germinación de los cultivares evaluados se obtuvieron en los ambientes fríos y secos. Asimismo, los mayores porcentajes de germinación iniciales lo presentaron los cultivares H-5 y NB-6, seguido de los cultivares NB-12. En lo que respecta a la germinación estándar, los menores porcentajes de germinación se obtuvo en el segundo periodo de almacenamiento (68 % y 83 %) y entre 16 % y 78 % para la germinación con la prueba envejecida. A los 100 días de almacenar las semillas en la prueba de envejecimiento acelerado la variedad NB-6 presentó un 16 % de germinación (ambiente) y 47.5 % a los 143 días de almacenamiento (cuarto frío). Al final del periodo la germinación (semillas envejecidas) aumentó positivamente quedando el siguiente orden: NB-12 B (78 %), H-5 (71 %), NB-12 A (64.5 %) y NB-6 (52.5 %).

I. INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L.) representa uno de los alimentos de mayor consumo popular, sobre todo en el continente americano. Según Brown (1998), el maíz fue la principal fuente de alimento para las antiguas civilizaciones del hemisferio occidental: los Incas en el Perú, los Mayas en Centroamérica, los Aztecas en México, y muchas tribus al este de Norteamérica, además de utilizarlo en su vida religiosa.

Su origen se encuentra en el sur de México y Centroamérica, debido principalmente a que aquí se encuentra la mayor variabilidad genética y también porque existe la especie *Euchlaena*, que es una especie silvestre de gramínea emparentada con el maíz (Miranda, 1966).

Este cultivo tiene importancia especial dado que es un cereal que se adapta ampliamente a diversas condiciones ecológicas y edáficas, por eso se cultiva en casi todo el mundo (Parson, 1991). En Nicaragua se puede sembrar en cualquiera de las cinco épocas del año (Tapia, 1983).

El rendimiento de las variedades de maíz está condicionado por su potencial genético, nutrición y factores ambientales. El esfuerzo de las investigaciones es poner a disposición de los productores variedades con buena capacidad de rendimiento de granos y adaptaciones a sequía (Urbina, 1991).

El vigor es una característica fisiológica determinada por el genotipo y el ambiente. Este gobierna la capacidad de una semilla para producir rápidamente una plántula en el suelo y el

límite en el cual la semilla tolera una gama de factores ambientales.

Body & Orellana (1978), citado por Hernández (1990), señalan que la regla general para lograr adecuado almacenamiento de la semilla se requiere un ambiente seco y frío; pero el manejo anterior de la semilla influirá en el potencial de longevidad. Asimismo, concluyen que cuando la semilla presenta un alto contenido de humedad y se encuentra en un medio con temperaturas altas, se produce inmediatamente la iniciación del deterioro; en estas condiciones las semillas rápidamente pierden vigor, proceso que empieza con la degradación de las membranas de la célula y progresivamente termina con la pérdida de la germinación.

Tomando en cuenta que la calidad de la semilla está determinada por muchos factores y que existen pocas investigaciones realizadas en Nicaragua, el presente trabajo se realizó con los siguientes objetivos:

1. Determinar el efecto de tres condiciones de almacenamiento sobre la viabilidad de tres lotes de semillas de maíz, mediante la evaluación de germinación estándar y envejecimiento acelerado.
2. Determinar el potencial de almacenamiento en tres lotes de semillas de maíz mediante la prueba de envejecimiento acelerado.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1 Descripción del lugar

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de semillas del Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN) de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicado en el km 12½ Carretera Norte, presentando las siguientes características geográficas: latitud norte 12° 28', longitud Oeste 86° 10', con una altura de 60 metros sobre el nivel del mar.

Los suelos de esta zona van de textura franco a franco arenoso, con un pH de 7.5 a 8.5 y un nivel freático entre 90 y 120 cm.

El experimento duró 5 meses, en el período comprendido de octubre de 1994 hasta marzo de 1995.

2.2 Materiales utilizados

Los materiales utilizados fueron proporcionados por el Laboratorio de Semillas del REGEN y del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias CNIA-INTA, los cuales consistieron en la utilización de bandejas plásticas con sus respectivas tapas, malla metálica, horno eléctrico, termómetros platos petri, papel filtro, agua destilada e higrotermógrafo.

2.3 Material genético empleado

Las cuatro variedades de maíz representan a los lotes estudiados. En la Tabla 1 se muestran estos materiales con algunas características agronómicas relevantes.

Tabla 1. Características principales de los cultivares estudiados

Variedad	Región	Ciclo vegetativo	Fecha de siembra	Características importantes
H-5	I-II	Ciclo intermedio 115 días	Primera Postrera Postrerón Apante	- Sin presión de achaparramiento
NB-6	I-II	Intermedio 110 días	Primera Postrera Postrerón Riego	- Alto rendimiento - Tolerancia al achaparramiento - Grano color blanco y harinoso
NB-12 A *	I-II	Intermedio 110 días	Primera Postrera Postrerón	- Alto rendimiento - Tolerancia al achaparramiento - Grano color blanco y harinoso - Buena cobertura
NB-12 B *			Riego Apante	

* Representa otro lote de semilla de la misma variedad
Fuente:Guía técnica del maíz (Urbina, 1991)

2.4 Metodología utilizada

El período de almacenamiento fue de 5 meses, y los lotes de semillas se dividieron en tres partes iguales ubicando cada una en diferentes condiciones ambientales tales como cuarto frío, cuarto de secado, temperatura ambiente (natural) en el laboratorio de semilla.

El trabajo se conformó en dos etapas y las pruebas consistieron en: prueba de germinación estándar y envejecimiento acelerado.

A continuación se describe la metodología empleada en las pruebas de germinación mencionadas.

2.4.1 Prueba de germinación estándar

La prueba de germinación estándar se realizó sobre una muestra tomada de cada uno de los lotes almacenados en diferentes condiciones. Esta prueba que se realizó según indicaciones del ISTA (1985).

En este trabajo se tomaron 200 semillas de los lotes de cada una las diferentes condiciones de almacenamiento y se conformaron cuatro réplicas de 50 semillas en cada uno de los platos petri, luego se introdujeron en la cámara de germinación por un período de 7 días. La capacidad de germinación de las semillas se monitoreó en tres diferentes momentos: al inicio del experimento, a los 100 días y por último a los 143 días.

2.4.2 Prueba de envejecimiento acelerado

De la misma muestra que se utiliza para la germinación estándar se tomó una cantidad de semillas, la que se sometió a condiciones de envejecimiento acelerado, dicha prueba consiste en lo siguiente: Se someten a las semillas a altas temperaturas y una humedad relativa constante por un período corto, ya sea de días a semana con el objetivo de propiciar condiciones de estrés y producir su deterioro de manera mas rápida, ya que una de las principales pruebas fisiológicas que se aplican a la semillas y plántulas después de someterlas a la prueba de envejecimiento acelerado es la de germinación y la de vigor. Según Copeland (1976), la prueba de envejecimiento acelerado ha tenido mayor aceptación por su simplicidad y exactitud en la predicción del potencial de almacenamiento y vigor de las semillas. Dicha prueba se basa en los preceptos de Roberts (1972); citado por Gómez (1992b),

según los cuales las semillas en presencia de altas temperaturas de 40 a 45 °C y humedad relativa elevada (cerca del 100%) durante el almacenamiento, gradualmente se van envejeciendo y eventualmente pierden su viabilidad.

Se tomaron dos bandejas plásticas rectangulares de dos a tres centímetros de alto, dentro de cada una de ellas se ubicó una cama de cedazo de 2 cm de alto, luego se agregó tres canastillas de cedazo cada una de ellas con dos depósitos para ubicar 200 semillas de cada una de las variedades de las diferentes condiciones ambientales en cada uno de los depósitos, luego se agregó agua destilada a un centímetro de altura antes de ubicar las semillas evitando que hagan contacto con el agua, posteriormente se introdujo al horno las dos bandejas a una temperatura de 32°C a 40°C por un período de 72 horas y una humedad relativa constante de 100 %. Posteriormente las semillas se retiraron del horno y se procedió a realizar cuatro réplicas de 50 semillas de cada una de las cuatro variedades de las diferentes condiciones ambientales, ubicándolas en su respectivo plato petri para luego introducirla a la cámara de germinación por un período de 7 días, esta prueba se repitió en los mismos momentos en que se realizó la prueba de germinación estándar. Estos lotes se almacenaron en bolsas de papel de aluminio hermeticamente impermeable al vapor de agua con una capacidad de una libra.

2.4.3 Condiciones de almacenamiento

Las condiciones de almacenamiento fueron las siguientes:

- Ambiente: temperatura de 28.61 °C y 80.72 % de humedad relativa.
- Cuarto de secado: temperatura de 19 °C y 40 % humedad relativa.

- Cuarto frío: temperatura de 10.9 °C y 38.7 % humedad relativa.

2.5 Variables medidas

Al inicio del experimento las variables que se midieron fueron el ancho, longitud y grosor de la semilla, peso de mil semillas (según reglas del ISTA, 1985), y el porcentaje de humedad (Tabla 3). Esto es con el objetivo de determinar la variación que existía en las diferentes dimensiones de las semillas y ver si cumplían las reglas de certificación del ISTA.

Durante el período del ensayo se determinó el porcentaje de germinación (germinación estándar y envejecimiento acelerado) en el laboratorio.

La prueba de germinación estandar (semilla sin envejecer) envejecimiento acelerado (semilla envejecida) se realizó sobre las cuatro variedades comerciales de maíz evaluadas en tres ambientes y en tres fechas (Tabla 2).

2.6 Descripción del diseño y análisis estadístico

El experimento se estableció en un Diseño Completamente al Azar (DCA) evaluándose 3 factores (Tabla 2), con cuatro repeticiones. El modelo utilizado es propio de ensayos de laboratorio. La información obtenida de las variables fue analizada como un modelo trifactorial (Tabla 2 y 4) en las diferentes fechas en que se hicieron los análisis de germinación (estandar y envejecida).

Para la conformación del análisis de varianza se hicieron transformaciones a la variable porcentaje de germinación (estándar y envejecida). Se seleccionó la transformación de Logaritmo Base 10 por presentar mayor R^2 y bajo coeficiente de variación. También se realizaron separaciones de medias según Scheffe.

En la Tabla 2 se presentan los factores y los diferentes niveles estudiados.

Tabla 2. Factores y niveles estudiados en el ensayo.

	Factor		
	A. Ambiente	B. Prueba	C. Lotes
Niveles	a1. Ambiente	b1. Estándar	c1. NB-12A
	a2. Cuarto de secado	b2. Envejecimiento	c2. NB-12B
	a3. Cuarto frío		c3. NB-6 c4. H-5

Nota: Los factores se representan con letras mayúsculas y los diferentes niveles con letras minúsculas.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

Delouche (1978) citado por Gómez (1992b), señala que la longevidad de las semillas almacenadas presentan una gran variación; sin embargo, hay el acuerdo general de que los factores que inciden directamente en las semillas afectando su longevidad es la temperatura y el contenido de humedad. Además, indican que el proceso de deterioro aumenta cuando la temperatura y el contenido de humedad son altos. Asimismo, coinciden en que mientras más bajo sean los valores de estos parámetros, las semillas permanecerán viables por más tiempo, aplicándose esto al tipo de semillas ortodoxas (maíz y otros cereales).

La calidad de la semilla constituye uno de los factores que afectan en mayor proporción el rendimiento potencial de una variedad y por lo tanto, el éxito en la actividad agrícola. La semilla de buena calidad debe presentar alta pureza analítica, libre de malas hierbas, alto vigor y capacidad germinativa, tamaño uniforme, libre de enfermedades y bajo contenido de humedad (Alizaga, 1985; citado por Hernández, 1990).

A continuación se presentan algunos parámetros estadísticos (Tabla 3) realizados a la semilla de los lotes estudiados y, que indican características de la semilla. El porcentaje de humedad obtenido en la semilla para la conformación del trabajo fue de 13 % de humedad.

Tabla 3. Promedio y Coeficiente de variación (C.V) de los caracteres de semillas en los lotes de maíz estudiados.

Lotes	Longitud de semilla (cm)		Grosor de semilla (cm)		Ancho de semilla (cm)		Peso de mil semillas (gr)	
	Media	C.V. (%)	Media	C.V. (%)	Media	C.V. (%)	Media	C.V. (%)
H-5	1.35	7.38	0.38	15.32	0.86	3.94	343.80	3.92
NB-12 A	1.10	20.67	0.43	15.76	0.90	7.13	308.40	7.32
NB-12 B	1.19	20.24	0.46	31.71	0.89	15.73	306.70	7.52
Nb-6	1.08	10.51	0.44	12.47	0.85	10.98	284.10	6.85

Según Bauman (1990), la calidad de las semillas está determinada principalmente por la germinación y el establecimiento de las plántulas en el campo, dependiendo éstas en gran medida del vigor.

3.1 Análisis estadísticos realizados a las pruebas de germinación estándar y envejecimiento acelerado

En la Tabla 4 se presenta la probabilidad de significancia aleatoria (Pr) para las fuentes de variación y sus respectivas interacciones.

Tabla. 4 Probabilidad de significancia aleatoria (Pr) de las fuentes de variación en estudio tomadas en tres períodos de almacenamiento (modelo trifactorial).

Fuentes de variación	10 dda	100 dda	143 dda
Ambiente	0.9951	0.0001	0.1674
Prueba	0.0001	0.0001	0.0001
Variedad	0.0001	0.0001	0.0010
Ambiente*Prueba	0.9863	0.3235	0.3235
Ambiente*Variedad	0.8054	0.8266	0.0001
Prueba*Variedad	0.2836	0.0023	0.0244
Ambiente*Prueba*Variedad	0.7460	0.0001	0.1877
R ²	0.55	0.55	0.84
C.V.	1.19	4.91	3.97

dda = días después de almacenado

Nota: Valores de Pr>0.05, no existe significancia estadística.

Valores de Pr<0.05, hay significancia al 95 % de confianza.

En la Tabla 5 se muestran la separación de medias para los factores estudiados. Como se puede observar, los ambientes estudiados se diferenciaron sólo en la última evaluación (143 dda). Las variedades lograron diferenciarse estadísticamente para las tres fechas al igual que las pruebas de germinación.

Se observa que el ambiente en cuarto frío obtuvo el mayor vigor a los 143 dda (73.24 %) y la germinación al medio ambiente resultó menor (56.28 %). El híbrido H-5 presentó el mayor valor con 80 % a los 143 dda y, la variedad NB-6 el menor porcentaje de germinación.

Tabla. 5 Separación de medias de la germinación según Scheffe en los efectos principales durante tres periodos de almacenamiento

Factor	Nivel	10 dda	100 dda	143 dda
Pruebas	Estándar	97.04 a	80.18 a	72.81 a
	Envejecida	91.83 b	60.21 b	54.83 b
Ambientes	Cuarto de secado	94.50 a	74.38 a	64.40 b
	Ambiente	94.44 a	67.75 a	56.28 c
	Cuarto frío	94.38 a	71.44 a	73.24 a
Variedades (Lotes)	H-5	99.58 a	77.18 a	80.00 a
	NB-6	94.25 b	65.08 b	57.34 b
	NB-12B	92.75 bc	76.58 a	62.00 b
	NB-12 A	91.18 c	65.92 ab	59.50 b

Nota: Letras iguales indica que no existen diferencias significativas con $\alpha = 0.05$

dda = días después de almacenado

La interacción Ambiente*Prueba (Tabla 6) resultó ser no significativa en las diferentes fechas, lo que indica que estas fuentes de variación son independientes (Pedroza, 1993).

Tabla. 6 Separación de medias de la germinación según Scheffe de la interacción Ambiente*Prueba durante tres periodos de almacenamiento

Ambiente	Prueba	10 dda	100 dda	143 dda
Cuarto de secado	Estándar	97.13 a	82.25 a	76.05 a
Ambiente	Estándar	97.13 a	74.63 a	61.25 a
Cuarto frío	Estándar	96.88 a	83.63 a	81.13 a
Cuarto de secado	Envejecida	91.88 a	66.50 a	51.00 a
Cuarto frío	Envejecida	91.88 a	59.25 a	63.54 a
Ambiente	Envejecida	91.75 a	60.88 a	50.57 a

Nota: Letras iguales indica que no existen diferencias significativas con $\alpha = 0.05$
dda = días después de almacenado

En la Tabla 7 se presentan los promedios y su significancia estadística para interacción Variedad*Prueba. Se observa que hubo diferencias significativas en la segunda y tercera fecha de evaluación. El híbrido H-5 fue el que presentó los mayores promedios en la prueba de germinación. La variedad NB-6 fue la que presentó el menor vigor durante el envejecimiento acelerado a los 100 (52.83 %) y 143 (46.50 %) días después de almacenada la semilla.

Tabla. 7 Separación de medias de la germinación según Scheffe de la interacción Variedad*Prueba durante tres periodos de almacenamiento

Variedad	Prueba	10 dda	100 dda	143 dda
H-5	Estándar	99.83 a	84.00 a	83.67 a
H-5	Envejecida	99.33 a	70.33 ab	75.11 ab
NB-12B	Estándar	97.33 a	85.33 ab	71.33 ab
NB-6	Estándar	96.67 a	77.33 ab	64.56 bc
NB-12A	Estándar	94.33 a	73.67 ab	71.67 ab
NB-6	Envejecida	91.83 a	52.83 b	46.50 c
NB-12B	Envejecida	88.17 a	67.50 ab	52.67 c
NB-12A	Envejecida	88.00 a	58.17 b	47.33 c

Nota: Letras iguales indica que no existen diferencias significativas con $\alpha = 0.05$
dda = días después de almacenado

La interacción Ambiente*Variedad (Tabla 8) presentó significancia estadística a los 143 dda. El híbrido H-5 fue el que presentó los mayores promedios en las pruebas de germinación, siendo el cuarto frío el que presentó los promedios mayores. Las variedades NB-6 y NB-12 A presentaron el vigor más bajo (41.33 % y 45.50 %, respectivamente) en condiciones de almacenamiento al medio ambiente.

Tabla. 8 Separación de medias de la germinación según Scheffe de la interacción Ambiente*Variedad durante tres periodos de almacenamiento

Ambiente	Variedad	10 dda	100 dda	143 dda
Cuarto de secado	H-5	100.00 a	76.75 a	76.67 ab
Cuarto frío	H-5	100.00 a	79.00 a	81.71 a
Ambiente	H-5	98.75 a	75.80 a	81.00 a
Ambiente	NB-6	96.00 a	61.50 a	41.33 c
Cuarto de secado	NB-6	93.75 a	69.00 a	60.85 bc
Cuarto de secado	NB-12B	93.25 a	83.25 a	58.75 bc
Cuarto frío	NB-6	93.00 a	64.80 a	68.67 b
Ambiente	NB-12B	92.75 a	68.50 a	53.50 bc
Cuarto frío	NB-12B	92.25 a	78.00 a	73.75 b
Cuarto frío	NB-12A	92.25 a	64.00 a	68.75 b
Cuarto de secado	NB-12A	91.00 a	68.50 a	64.25 b
Ambiente	NB-12A	90.25 a	65.30 a	45.50 c

Nota: Letras iguales indica que no existen diferencias significativas con $\alpha = 0.05$
dda = días después de almacenado

La interacción Ambiente*Prueba*Variedad (Tabla 4) resultó significativa sólo en la segunda fecha de evaluación (100 dda). En las Figuras del 1 al 14 se pueden apreciar los valores promedios de germinación estándar y la prueba de envejecimiento acelerado en las variedades y ambientes estudiados en los periodos de almacenamiento.

3.1.1. Prueba de germinación estándar

3.1.1.1 Prueba de germinación estándar en semillas almacenadas al medio ambiente

El comportamiento de la germinación estándar en la variedad H-5 en el medio ambiente durante los tres períodos de almacenamiento mantiene mayor porcentaje de germinación a los 100 días. Según Moreira (1988), en experimento sobre semilla de Cebada (*Hordem vulgare* L.) híbrida presentó germinación y crecimiento más rápido así como también una tasa respiratoria mayor que la de sus progenitores, por lo tanto se observa que el vigor tiene influencia genética, lo que se comprueba bien en los híbridos, esta semilla se caracteriza por su buena capacidad de germinación y vigor.

Pollock & Roos (citados por Gómez, 1992b) indican que en el termino vigor, conviene considerar dos aspectos: el genético y el fisiológico. El vigor genético es aquel observado en la heterosis o en las diferencias de vigor entre dos linajes, mientras que el fisiológico es observado entre lotes de un mismo linaje, cultivar o especie. Romero (1989); citado por Hernández (1990), menciona que el mayor vigor observado en híbridos de líneas puras de cebada y de guisantes está asociado al fenómeno de heterosis en lo referente al número y a la actividad de las mitocondrias, es decir, los híbridos presentan sistemas bioquímicos más potentes o eficaces.

La variedad NB-12A y NB-12B obtuvo un comportamiento similar a la variedad NB-6 en la última fecha, se observa una reducción drástica en su germinación (Figura 1) durante los

tres períodos de almacenamiento al medio ambiente, esto puede deberse a la capacidad de la semilla de germinar bajo determinadas condiciones ambientales, ya que las pérdida de germinación y vigor de la semillas está en función del tiempo puesto que el vigor está influido por varios factores como daños de la semillas, deficiencia de la planta madre, el tamaño de la semilla, las condiciones de conservación, el tamaño de la semilla, entre otros.

En la práctica, el vigor incluye la capacidad, velocidad y uniformidad de germinación, el poder de empuje del cogollo, la resistencias a las enfermedades en la primera fase de desarrollo de la plántula y la capacidad de la semilla de germinar (Gómez, 1992a).

Rincón (1990), encontró que las semillas envejecidas artificialmente, así como aquellas que han sido expuestas a un envejecimiento natural bajo condiciones favorables de temperatura y humedad relativa, sufrieron deterioro durante el almacenamiento, el cual se expresa en cambios fisiológicos y bioquímicos y como consecuencia pérdidas irreversibles del poder germinativo y viabilidad, ocurrencia e incremento de plántulas anormales.

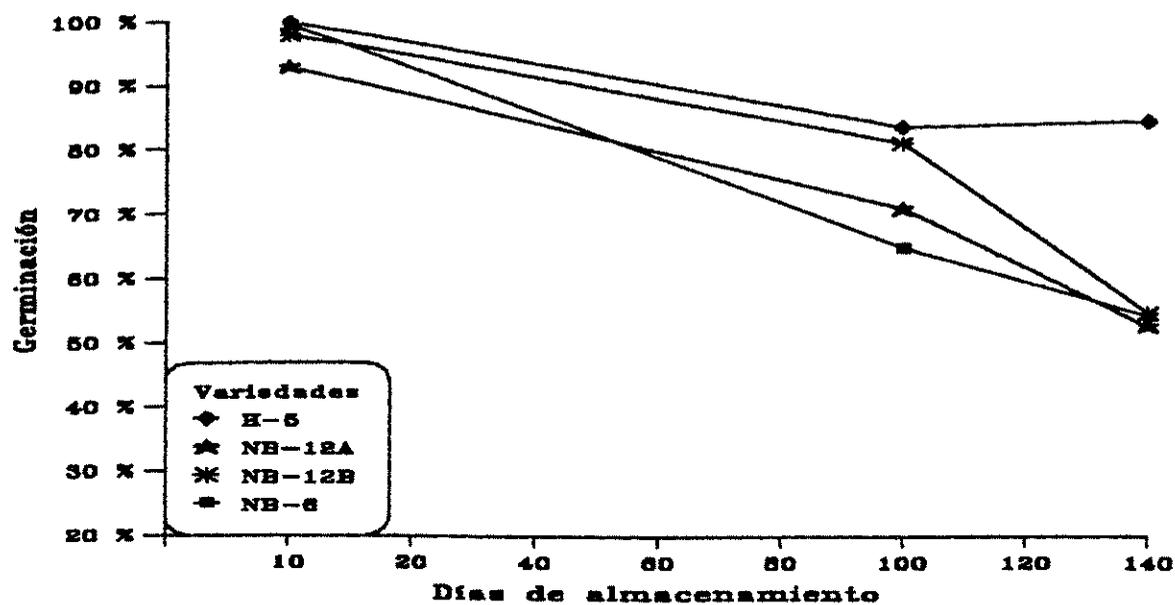


Figura 1. Comportamiento de la germinación estándar en cuatro variedades de maíz durante tres períodos de almacenamiento al medio ambiente.

3.1.1.2 Prueba de germinación estándar en semillas almacenadas en cuarto de secado

En la variedad NB-12B y NB-6, el comportamiento de la germinación estándar en el cuarto de secado durante los tres períodos de almacenamiento se observa que a medida que la semilla son almacenadas a los 100 días estas van perdiendo su germinabilidad, en cambio para la variedad H-5 esta se comporta de manera similar a las variedades anteriores pero esta no pierde drásticamente su vigor, sino que lo hace paulatinamente a través que el tiempo pasa como se observa en la Figura 2, ya que la germinabilidad es una medida de la calidad, al evaluar el deterioro de la misma es necesario examinar también el vigor de la semilla. La variedad NB12-A mostró una germinabilidad mayor a los 100 días, lo que se debe al efecto de hongos encontrados frecuentemente en las pruebas realizadas.

Hernández (1990), menciona que el vigor de la semilla es uno de los factores de la viabilidad de la misma, además indica que el vigor está expresado como conversiones fisiológicas y bioquímicas complejas, las cuales se dan durante el proceso de germinación y establecimiento de la misma, ya que el vigor es un índice para determinar la viabilidad de las semillas almacenadas a largo plazo.

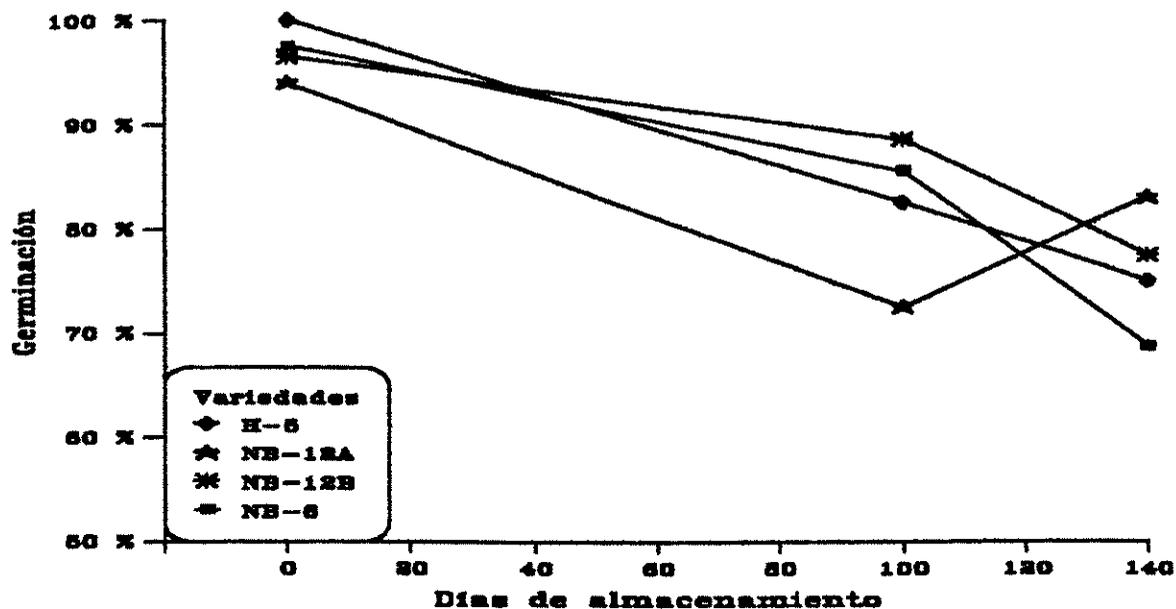


Figura 2. Comportamiento de la germinación estándar en cuatro variedades de maíz durante tres periodos de almacenamiento en cuarto de secado.

Según la FAO (1981), las razones para reducir la germinación, son semillas viejas, condiciones desfavorables para la germinación, semillas dañadas por la limpieza, transporte, semillas duras, alto contenido de humedad de la semillas almacenadas, altas temperaturas de secado arriba de 40 °C, así como infestación por plagas y enfermedades.

Hernández (1990), al estudiar el almacenamiento de semillas de sorgo a diferentes temperaturas y humedades relativas, encontraron que la humedad relativa tiene mayor efecto en la longevidad de la semilla que la temperatura. Además, recomiendan que para lograr un almacenamiento seguro se

debe reducir la temperatura a medida que el contenido de humedad de la semilla aumenta.

3.1.1.3 Prueba de germinación estándar en semillas almacenadas en cuarto frío

El comportamiento de la germinación estándar en la variedad de maíz H-5 en el cuarto frío, durante los tres períodos de almacenamiento, mantienen mayor porcentaje de germinación a partir de los 100 días, lo cuál no significa que a más tiempo de estar almacenada las semillas estas mismas seran mejores, ya que la calidad de la semilla no mejora con el almacenamiento sino que se mantiene dependiendo de las condiciones de almacenamiento. Al respecto Barton (1961) citado por Hernández (1990), encontró que en semillas de soya con un contenido de humedad del 14%, con temperaturas altas y escasa ventilación la viabilidad se disminuye drásticamente. En la Figura 3, la variedad NB12-A, tiene un comportamiento similar a la variedad H-5, a los 140 días se observa un aumento de la germinación, lo que puede ser debido al ataque de hongos en las cajas petri obtenidos en la segunda fecha (100 días) para estas dos variedades.

Las mejores condiciones para el almacenamiento de la calidad de la semilla son aquellas en que se mantiene al embrión en su más baja actividad metabólica, lo que se logra en general en condiciones de baja humedad relativa del aire y baja temperatura (Moreira, 1988).

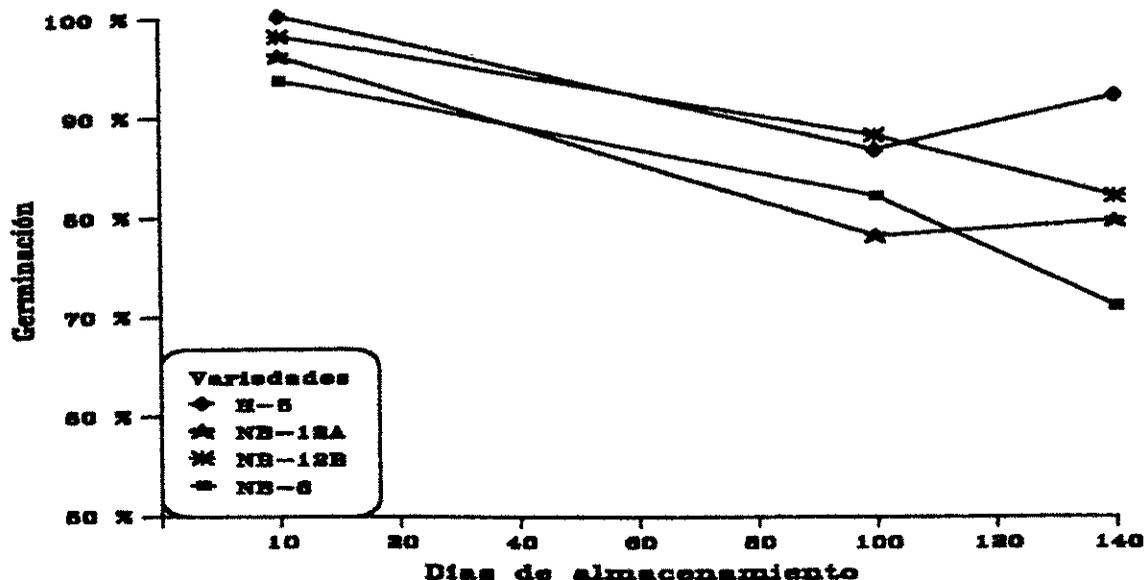


Figura 3. Comportamiento de la germinación estándar en cuatro variedades de maíz durante tres periodos de almacenamiento en cuarto frío.

Toole, 1980 (citado por Hernández, 1990), encontró que semillas de soya con 13.5% de humedad mantienen su capacidad germinativa por más de diez años cuando son almacenadas a menos 10 °C.

Harman, (1983) (citado por Hernández, 1990) menciona que durante el tiempo de almacenamiento de las semillas, se pierden gradualmente vigor y viabilidad, aún bajo las mejores condiciones; por otra parte, si se presenta durante el almacenamiento alta humedad y temperatura elevada, más rápido será el deterioro fisiológico de la semilla; además, la presencia de patógenos es notoria, ocasionando pérdidas en la calidad de la semilla.

3.1.1.4 Prueba de germinación estándar de la variedad H-5 almacenada bajo tres tipos de condiciones

El comportamiento de la germinación estándar de la variedad de maíz H-5 almacenada en cuarto frío a los 100 días y 143 días el porcentaje de germinación de la semilla fue de 85% y, se observa que en esta condición se obtuvieron los mayores valores de germinación. En cambio en el cuarto de secado la variedad H-5 tiene un comportamiento de manera descendente, en las distintas fechas de almacenamiento que corresponden a los 10, 100, 143 días, esto posiblemente se deba a la presencia de patógenos en las semillas de maíz durante las diferentes evaluaciones realizadas (Figura 4).

López (1964); citado por Gómez (1992b) señala trabajando con semillas de frijol previamente almacenadas bajo diferentes condiciones de humedad, microflora y tiempo de almacenamiento, encontró que los límites críticos en el contenido de humedad de la semilla son entre 12 y 14%, dentro de los cuales la calidad de la semilla puede conservarse por un período de siete meses, tiempo durante el cual la viabilidad de la semilla permanece casi intacta.

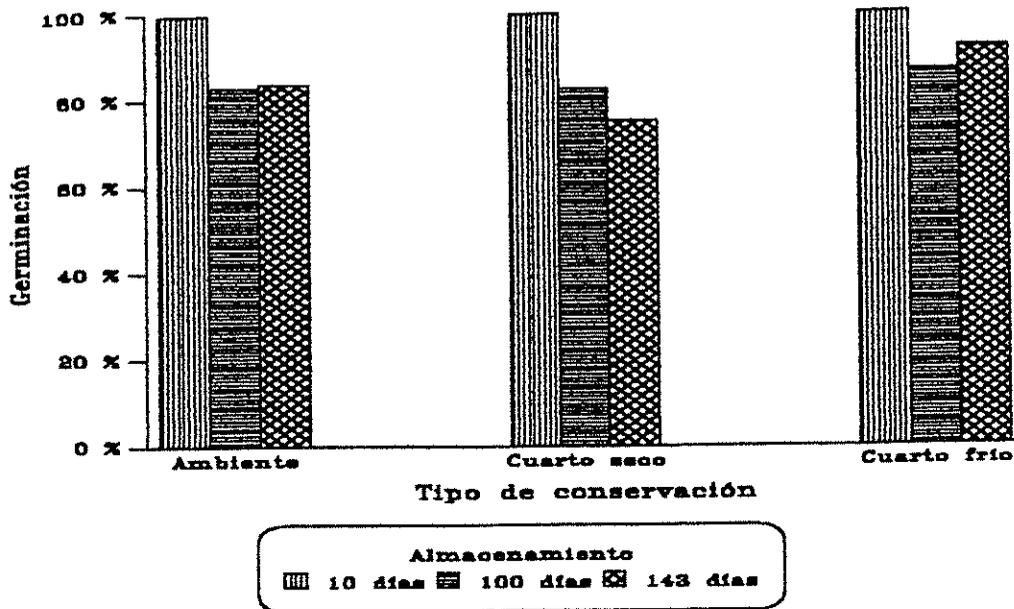


Figura 4. Comportamiento de la germinación estándar en la variedad de maíz H-5 en tres tipos de conservación durante tres periodos de almacenamiento.

Mc Gee (1983); citado por Hernández (1990), señala que durante el almacenamiento de semillas se puede reducir el poder germinativo y vigor, así como el ataque de hongos e insectos provocando la aparición de plántulas anormales.

Según Moreira (1988), el vigor de una semilla es una característica que acompaña de manera general en la misma proporción a la acumulación de materia seca. Una semilla alcanza su máximo vigor cuando presenta su máximo contenido de materia seca. La germinación es un proceso que como todos los seres biológicos consume energía, la que proviene de la degradación de sustancias de reservas. Una semilla por más bajo que sea su contenido de humedad, nunca deja de respirar; entonces el proceso de maduración germinación es interrumpido.

Aquí ocurre una reducción en la intensidad del fenómeno al punto que parece que nada está ocurriendo. La actividad metabólica de la semilla termina con el reinicio efectivo del crecimiento del eje embrionario y se acelera a medida que la semilla puesta en el substrato apropiado absorbe humedad.

3.1.1.5 Prueba de germinación estándar de la variedad NB-12A almacenada bajo tres tipos de condiciones

La variedad de maíz NB-12A almacenada en el medio ambiente disminuyó con el tiempo la germinación (menos del 60% a los 143 días). En el cuarto de secado y cuarto frío la germinación fue similar (promedio de 80% a los 143 días) y, superior a la del medio ambiente (Figura 5).

Por su parte Anderson & Baker (1983); citado por Hernández (1990), indican que las condiciones de almacenamiento tienen influencia sobre la viabilidad de las semillas; en general un contenido de humedad del 5 al 8% en la semilla pueden mantener por más tiempo la viabilidad.

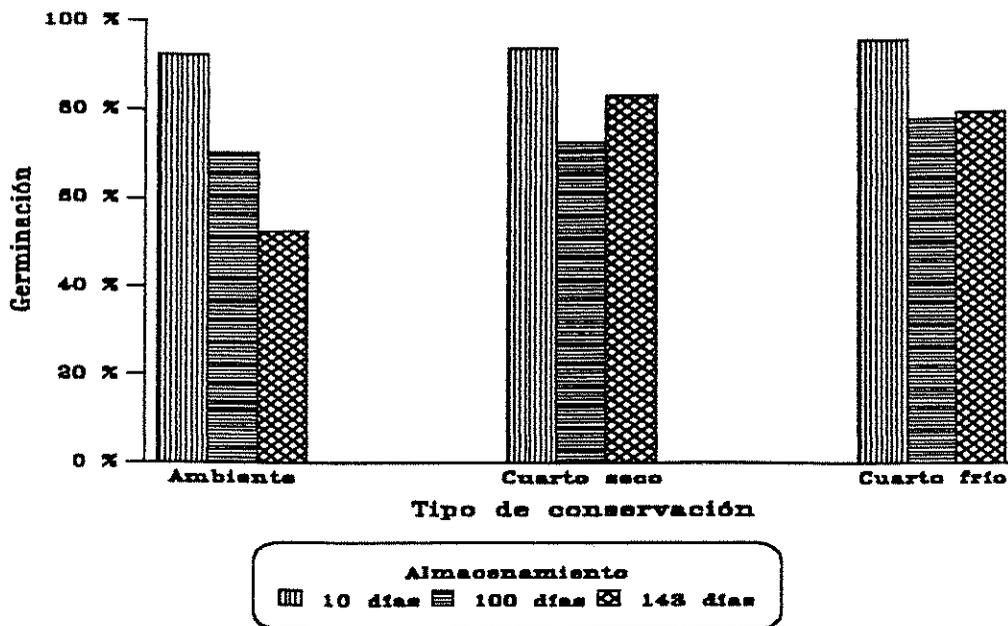


Figura 5. Comportamiento de la germinación estándar en la variedad de maíz NB-12A en tres tipos de conservación durante tres periodos de almacenamiento.

3.1.1.6 Prueba de germinación estándar de la variedad NB-12B almacenada bajo tres tipos de condiciones

La variedad NB12-B tuvo mejor comportamiento de germinación estándar en el cuarto frío y de secado (100 y 143 días de almacenamiento). Sin embargo, en condiciones de ambiente de laboratorio se observa que la germinación es menor en las tres evaluaciones realizadas, éstas pérdidas se debieron a fluctuaciones de temperaturas y humedad relativa del ambiente, teniendo como resultado un deterioro fisiológico de la semilla ocasionando pérdidas en la germinación de la semillas (Figura 6).

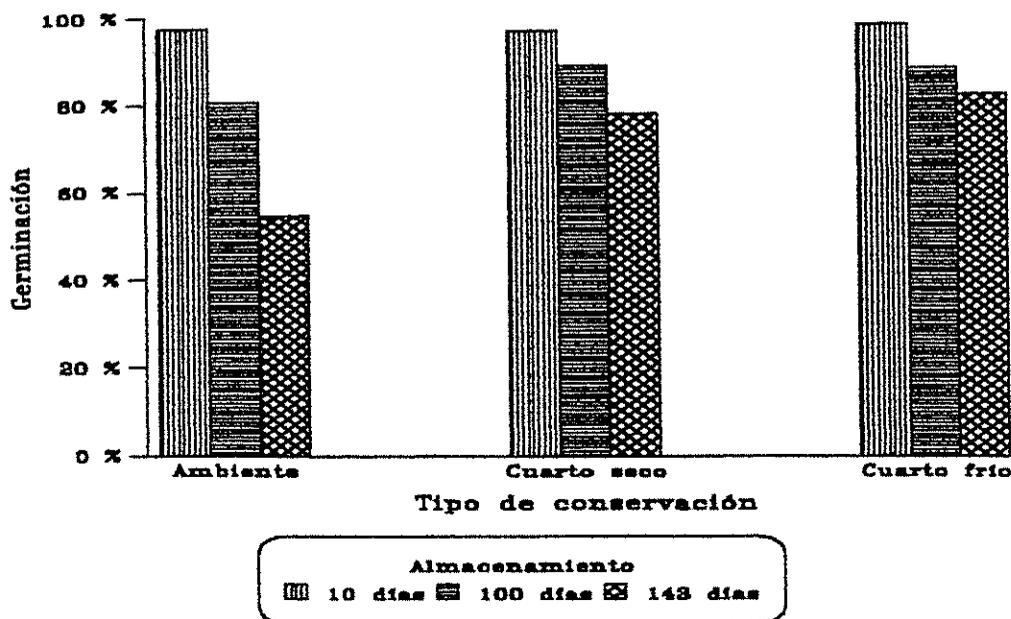


Figura 6. Comportamiento de la germinación estándar en la variedad de maíz NB-12B en tres tipos de conservación durante tres periodos de almacenamiento.

Tigerina & Paredes (1983); citado por Gómez (1992b), mencionan que la semilla al encontrarse en reposo, realiza funciones de respiración que con el incremento de la humedad relativa y temperatura se estimula y provoca la germinación, hay desprendimiento de calor y reducción de la viabilidad del embrión.

Por su parte Villier & Edgcumbe (1975) citado por Hernández (1990), afirman que la pérdida de viabilidad en semillas por efecto del almacenamiento en seco, se debe a la incapacidad de los tejidos para restaurarse por el bajo contenido de humedad.

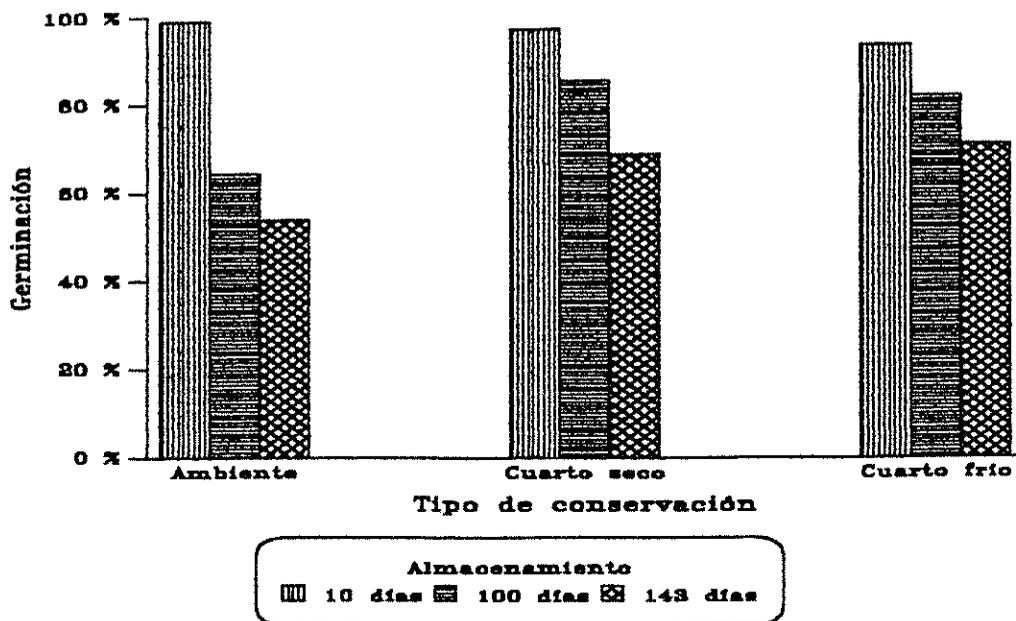


Figura 7. Comportamiento de la germinación estándar en la variedad de maíz NB-6 en tres tipos de conservación durante tres periodos de almacenamiento.

3.1.1.7 Prueba de germinación estándar de la variedad NB-6 almacenada bajo tres tipos de condiciones

El comportamiento de la variedad maíz NB-6 fue mayor en las condiciones de almacenamiento en cuarto frío, teniendo un comportamiento de manera similar al ambiente de secado (Figura 7). Se observa que la germinación en condiciones de ambiente de laboratorio, hubo un descenso de casi un 20% hasta los 100 días; ésto puede deberse a las condiciones de almacenamiento, las cuales fueron muy variables.

3.1.2 Prueba de germinación de envejecimiento acelerado

De acuerdo con Delouche (1973), la prueba de envejecimiento acelerado es útil para estudiar los procesos de deterioro ocurridos en la semilla, evaluar calidad, y predecir su longevidad y capacidad de almacenamiento. Estas características se relacionan mucho con la emergencia en el campo bajo condiciones adversas, de tal manera que una alta germinación después de la prueba determina la capacidad de la semilla para sobrevivir por largo tiempo en condiciones de almacenaje.

Copeland (1976) menciona que los procesos de deterioro, la capacidad de almacenamiento y la producción se ven afectados y un deterioro severo resulta en una mala germinación y deficiente establecimiento de plántulas, aún en condiciones adversas o favorables.

3.1.2.1 Prueba de envejecimiento en semillas almacenadas al medio ambiente

Respecto al comportamiento de la germinación se observa que la variedad H-5 presenta un ligero descenso a los 100 días, lo que se debe al ataque de hongos en las cajas petri. Este lote de semilla presenta el mayor porcentaje de germinación a los 143 días mayor que los otros lotes, esto se debe al vigor que tiene este cultivar (Figura 8).

Los lotes de la variedad NB12 tienen un comportamiento similar en la germinación; en cambio la variedad NB-6 a partir de los 100 días de almacenadas, las semillas empiezan a reducir de manera drástica su capacidad de germinación (Figura 8).

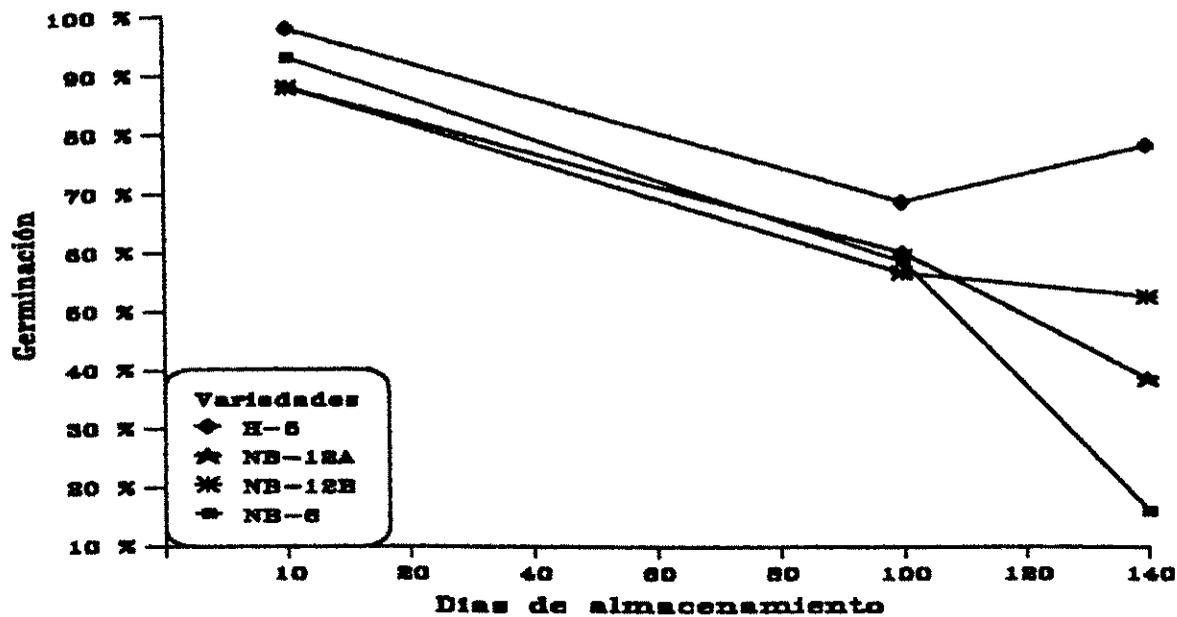


Figura 8. Comportamiento de la germinación en semilla envejecida en cuatro variedades de maíz durante tres periodos de almacenamiento al medio ambiente.

Rodríguez & Martínez (citado por Hernández, 1990) sometieron semillas de maíz a la prueba de envejecimiento acelerado y obtuvieron repuestas diferenciadas dependiendo de la constitución genética de los materiales.

3.1.2.2 Prueba de envejecimiento acelerado en semillas almacenadas en cuarto de secado

En la Figura 9 se puede apreciar un descenso en la germinación del híbrido H-5 y la variedad NB-6 a los 100 días, esto se debió al ataque de hongos en las pruebas realizadas. La germinación evaluada finalmente se observó que el lote H-5 fue

el que presentó el mayor porcentaje de germinación, dicha variedad es un híbrido comercial.

Usberti (1982); citado por Hernández (1990), haciendo pruebas de envejecimiento acelerado (12, 24, 36 y 48 horas a 43 °C y 100% de humedad relativa) en semillas de *Panicum maximum* Jacq., determinó diferencias de vigor en 18 lotes de semilla con valores de germinación similar.

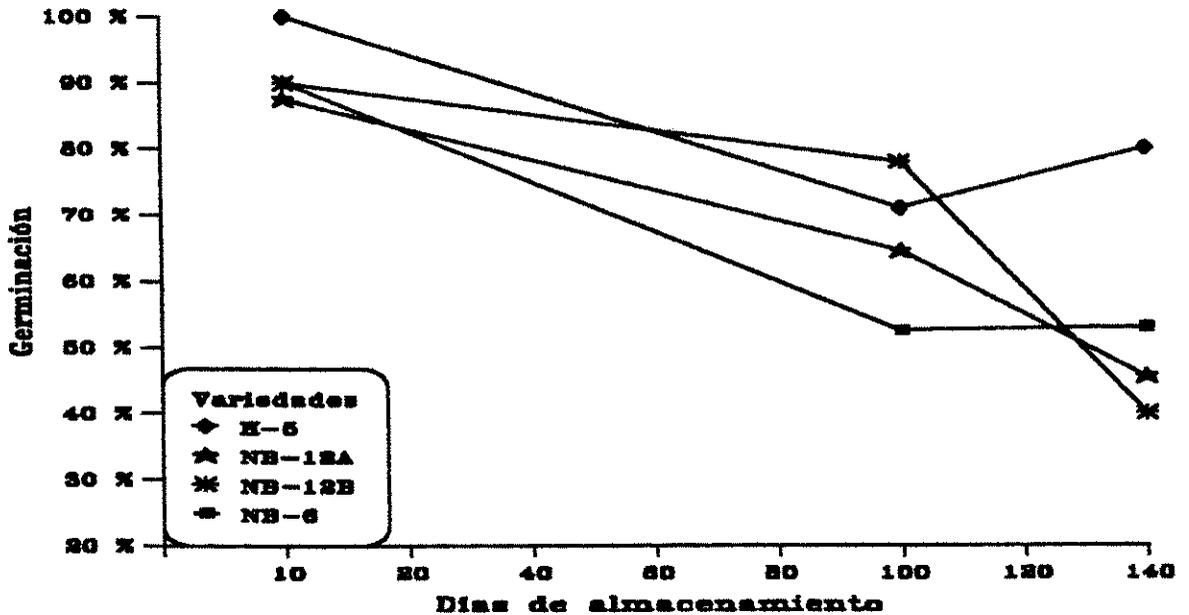


Figura 9. Comportamiento de la germinación en semilla envejecida en cuatro variedades de maíz durante tres periodos de almacenamiento en cuarto de secado.

Cherry (1983); citado por Hernández (1990) indica que el envejecimiento en las semillas produce alteraciones ultra estructurales y fisiológicas, las que tienen que ver con la reducción en el porcentaje de germinación y vigor, sumándose los deterioros ocasionados por patógenos.

3.1.2.3 Prueba de envejecimiento acelerado en semillas almacenadas en cuarto frío

Respecto al comportamiento de la germinación en las semillas envejecidas durante los tres periodos de almacenamiento en cuarto frío, se observa que el mayor porcentaje de germinación el híbrido H-5 con un 70 % en la evaluación final (Figura 10).

Las variedades NB-6 y NB-12 A tuvieron una disminución de la germinación en la segunda evaluación (100 dda), lo que indica que hubo problemas de patógenos en las evaluaciones realizadas.

Toole (1961), considera que el evaluar el vigor de las semillas es de gran valor para predecir el comportamiento de un lote de cualquier especie en condiciones de ambiente desfavorables. Esta prueba es importante para comparar el potencial biológico de lotes de semillas con porcentajes de germinación similares, y también para tomar decisiones sobre el tiempo de almacenamiento al que pueden ser sometidas las semillas, ya que se ha visto que el vigor y longevidad están altamente correlacionadas.

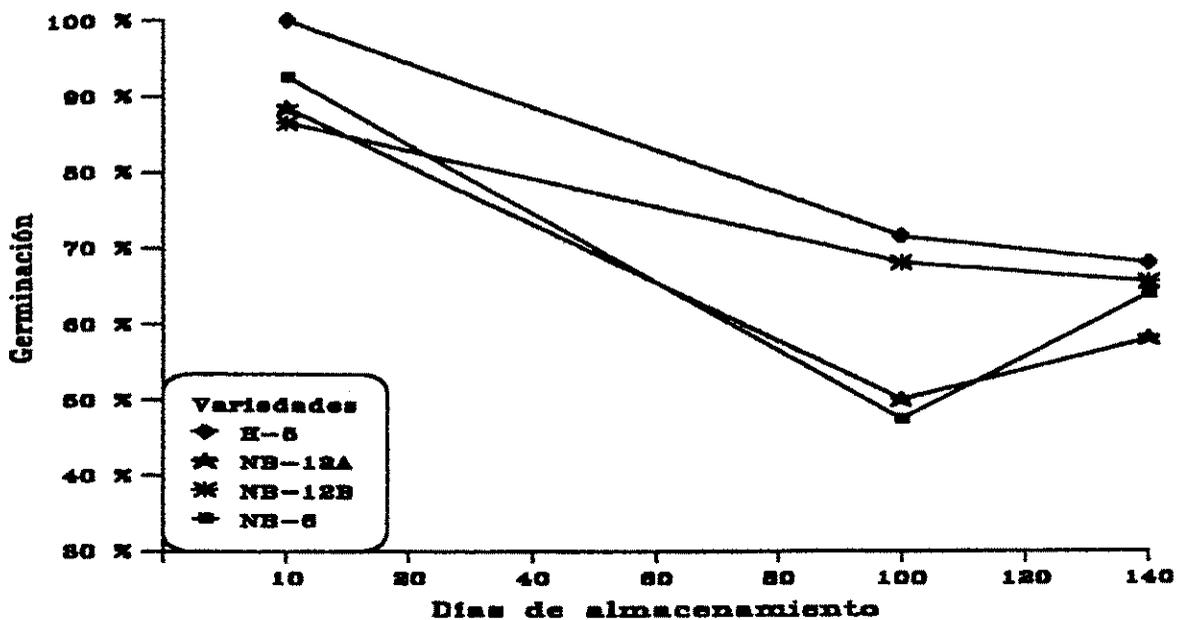


Figura 10. Comportamiento de la germinación en semilla envejecida en cuatro variedades de maíz durante tres períodos de almacenamiento en cuarto frío.

Rodríguez (1987); citado por Hernández (1990), evaluando diferentes líneas de maíz sometidas a las pruebas de envejecimiento acelerado (durante 108 y 132 horas a 40 °C y 100% de humedad relativa, respectivamente) detectó diferencias de comportamiento entre líneas sometidas al estudio. Asimismo observó diferencias en los tratamientos de 108 y 132 horas, siendo el segundo tratamiento el que produjo una mayor disminución en la velocidad y porcentaje de germinación.

Thomson (1979); citado por Gómez (1992b), menciona que hay una variación considerable en el período de vida que las semillas de las diferentes especies cultivadas pueden tener en almacén, y en su capacidad para soportar malas condiciones de

almacenaje. También indica que hay diferencias en vigor incluso entre variedades de la misma especie.

3.1.2.4 Prueba de envejecimiento acelerado del híbrido H-5 almacenado bajo tres tipos de condiciones

En la Figura 11, se presenta el comportamiento de la germinación del cultivar de maíz H-5, lo cual se puede observar que hubo similitud en las diferentes condiciones de ambiente (tipo de conservación).

Likhachev *et al* (1985) citado por Gómez (1992), determinaron que para utilizar el método de envejecimiento acelerado en maíz, centeno, chícharo, soya, girasol; se deben almacenar herméticamente las semillas en recipientes con una temperatura de 37 °C, asimismo indican que esta prueba es útil para determinar el potencial de almacenamiento en semillas.

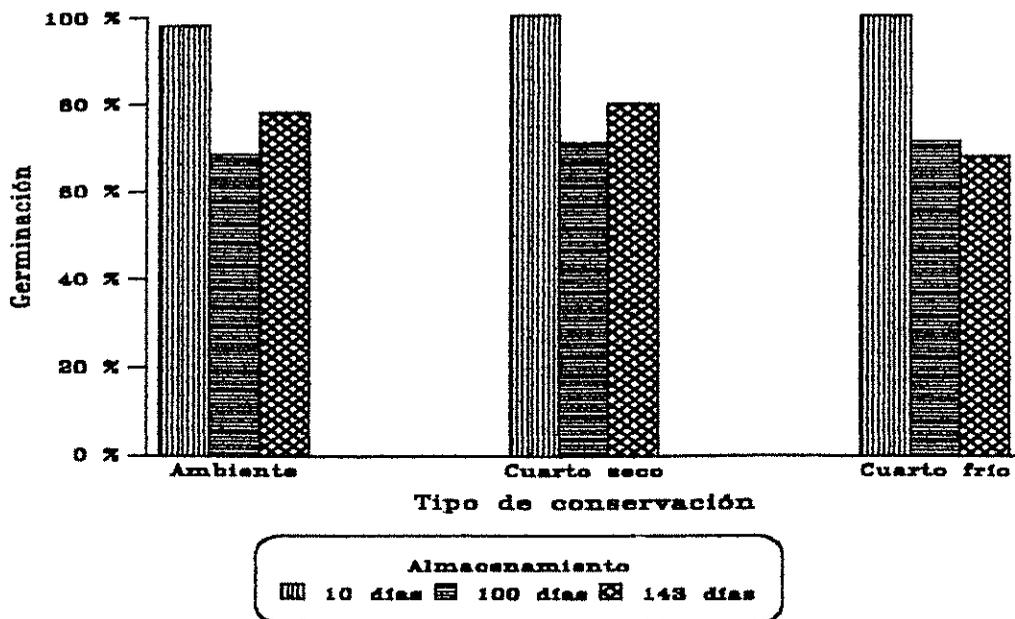


Figura 11. Comportamiento de la germinación en semilla envejecida durante tres periodos de almacenamiento en la variedad de maíz H-5 en tres tipos de conservación durante tres periodos de almacenamiento.

3.1.2.5 Prueba de envejecimiento acelerado en la variedad NB-12A almacenado bajo tres tipos de condiciones

Según la Figura 12, el comportamiento de la germinación de la semillas envejecidas, durante los tres periodos de almacenamiento en la variedad de maíz NB-12A en cuarto frío tuvo los mayores resultados a los 143 dda, no así para el cuarto a temperatura ambiente en donde los resultados fueron inferiores.

Hernández (1990), cita que los factores más importantes para prolongar la vida de las semillas son: a) el contenido de humedad de la semilla, b) la temperatura del aire, c) la humedad del depósito y d) la velocidad de absorción de agua.

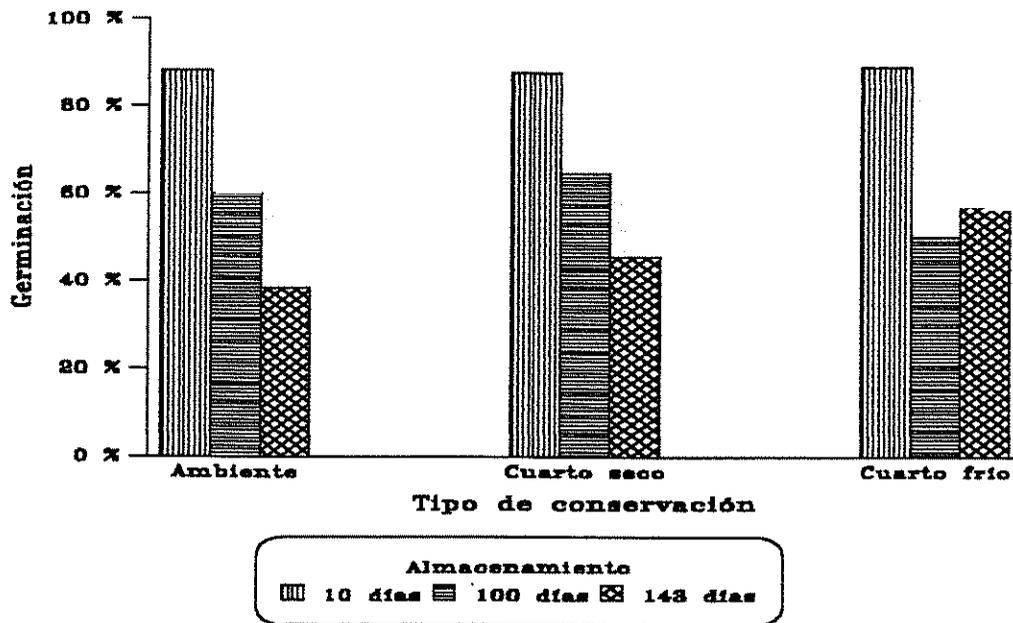


Figura 12. Comportamiento de la germinación en semilla envejecida durante tres periodos de almacenamiento en la variedad de maíz NB-12A en tres tipos de conservación durante tres periodos de almacenamiento.

3.1.2.6 Prueba de envejecimiento acelerado de la variedad NB-12B almacenado bajo tres tipos de condiciones

En la Figura 13, se puede apreciar que el comportamiento de la germinación en el ambiente del cuarto frío la variedad NB-12B fue la que obtuvo los mayores porcentajes de germinación.

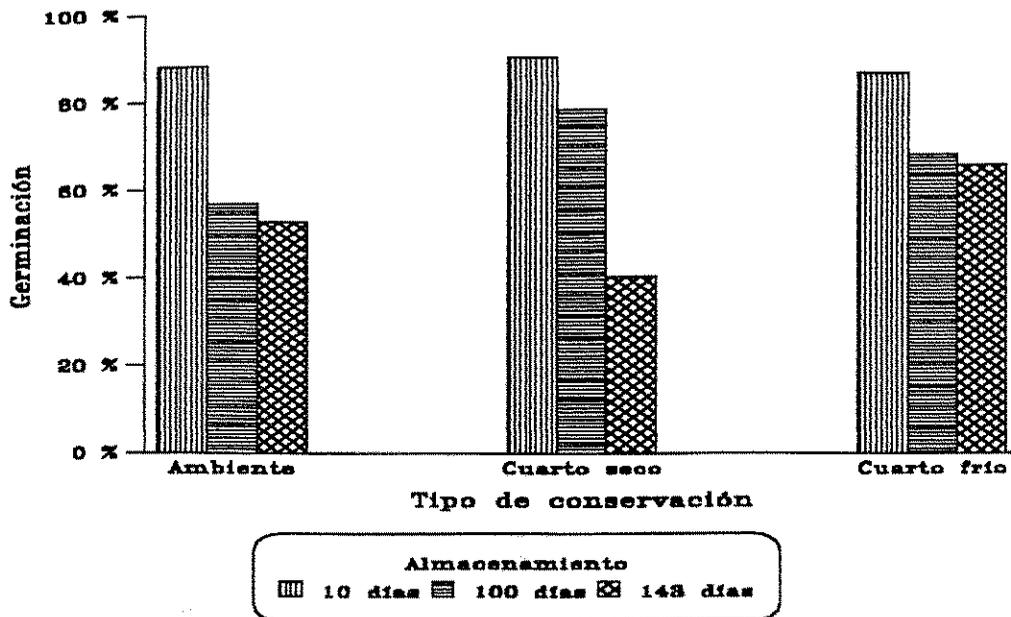


Figura 13. Comportamiento de la germinación en semilla envejecida durante tres periodos de almacenamiento en la variedad de maíz NB-12B en tres tipos de conservación durante tres periodos de almacenamiento.

Perry (1980), citado por Hernández (1990) señala que la velocidad del deterioro esta en función directa con el contenido de humedad y la temperatura del lugar donde se almacena, conduciendo a la muerte de la semilla.

3.1.2.7 Prueba de envejecimiento acelerado en la variedad NB-6 almacenado bajo tres tipos de condiciones

Respecto a la Figura 14, el comportamiento de la germinación en la variedad NB-6, durante los diferentes periodos de almacenamiento, los mayores porcentajes de germinación y vigor se obtuvieron en el cuarto frío y cuarto de secado, en cambio en el laboratorio ambiente a los 143 días de

almacenamiento se observa una reducción drástica del porcentaje de germinación, esto se debió a las oscilaciones de temperaturas y humedad relativa, lo que determinaron el ataque de hongos.

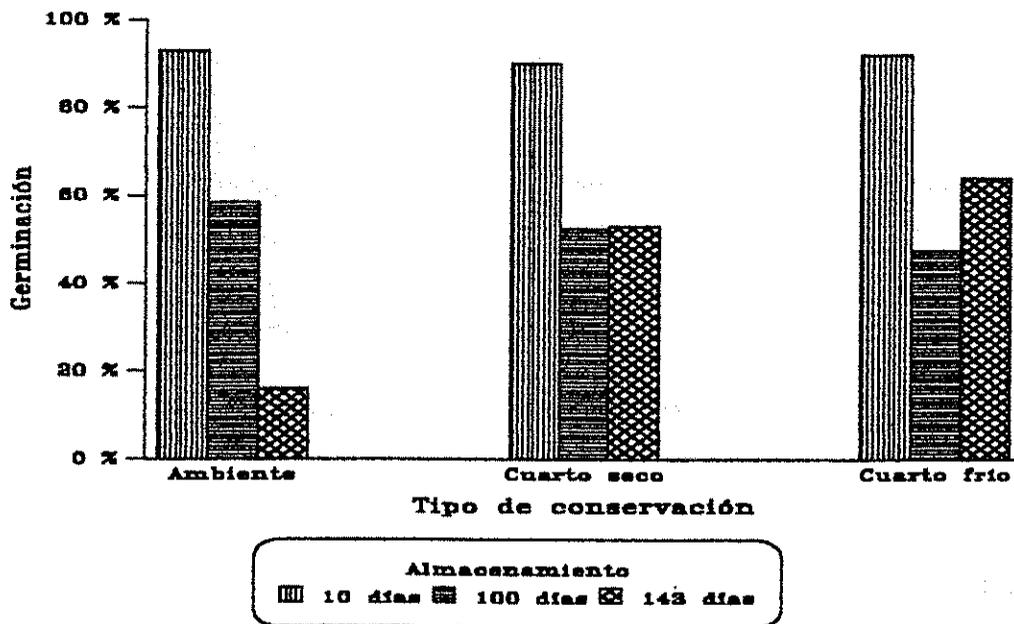


Figura 14. Comportamiento de la germinación en semilla envejecida durante tres periodos de almacenamiento en la variedad de maíz NB-6 en tres tipos de conservación durante tres periodos de almacenamiento.

Según González (1995), las semillas se conservan mejor cuando son menores las temperaturas del almacén; cualquier estrés que la semilla sufra debido a condiciones de elevada temperatura y humedad relativa provocan la aceleración de la respiración en las semillas y como consecuencia, la disminución de la calidad de las mismas.

IV. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. Los lotes de semillas NB-12 A, NB-12 B y NB-6 no cumplieron con la norma del peso de mil semillas establecido por el ISTA, ya que superaron el 6 % en cuanto a coeficiente de variación se refiere.
2. Según el análisis estadístico realizado a las pruebas de germinación, los cultivares evaluados se diferenciaron en los tres periodos de almacenamiento, en cambio los ambientes presentaron efectos significativos sólo a los 143 días después de almacenado.
3. La variedad H-5 fue el lote que presentó el mayor vigor en la prueba de germinación estándar y envejecida en los diferentes ambientes.
4. La variedad NB-6 y NB-12 A fueron las que presentaron el menor vigor en la prueba de germinación estándar y envejecida en los diferentes ambientes.
5. Los lotes presentaron el mayor porcentaje de germinación en el cuarto frío y cuarto de secado y, menores porcentajes de germinación en el cuarto con temperatura ambiente.
6. Se puede concluir en este trabajo que los lotes de semillas NB-12 A, NB-12 B y NB-6 no cumplieron con las normas y reglamentos de certificación.

V. RECOMENDACIONES

1. Para futuros trabajos de evaluación de la germinación de lotes de semillas se deben seleccionar lotes que cumplan los requisitos o normas establecidas por el ISTA.
2. Establecer pruebas de humedad cuando se realicen evaluaciones durante diferentes períodos de almacenamiento y tratamientos.
3. Después de realizar evaluaciones de germinación en lotes de semillas de maíz, se debe de realizar pruebas tanto en laboratorio como en el campo.
4. Hacer estudios específicos sobre los patógenos que afecten a los lotes de semillas de maíz.
5. Continuar estudios fisiológicos específicos sobre el comportamiento de la semilla de maíz durante períodos prolongados de almacenamiento y estrés, para determinar su respuesta.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bauman, L.** (1990). Maíz de alta calidad proteínica. CIMMYT Purdue. Editorial Limusa. México, D.F. p 569.
- Brown, W.** (1998). Quality - Protein Maize. Report of an Adhoc Panel of the Advisory Committee on Technology Innovation Board on Science & Tecnology for International Development National Research Council. National Academy Press. Washington, D.C. p 101.
- Copeland. I. E.** (1976). Principles of seed science and techonog. Edit. Burguess publishing Co. Mineapolis. Min U.S.A..
- Delouche, J. C.** (1973). Storage of seed in sub tropical & tropical regions. Seed Sci. Technology, p 671-700. Principles of Seed Science & Techonog. P 671-700.
- FAO.** (1981). Cereal and Agriculture organization of the united nations. FAO. Rome Italy 1981. p.156.
- Gómez, O.** (1990a). La producción de semillas. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Escuela de producción vegetal. Impreso por IMPRENTA UCA Universidad Centroamericana, Managua, Nicaragua. junio 1990.
- Gómez, O.** (1992b). Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) considerando longevidad y vigor de semillas como criterios iniciales de selección. Colegio post graduados. Montecillos, México. Diciembre 1992. p 88 Imprenta Sagitario plaza teks.

González E. D. (1995). Efecto de tres tipos de empaques y tres ambientes sobre la calidad fisiológica de la semilla de cebolla (*Allium cepa* L.) variedad Sebaqueña mejorada. Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 43 pág.

International Seed Testing Association (ISTA), 1985. International rules for testing. Zurich. p 117.

Hernández, A. (1990). Variación genética para la longevidad de semillas en frijol (*Phaseolus vulgaris* L) Tesis profesional. Departamento de fitotécnica chapingo, México. P 117.

Miranda, C. S., (1966). Discusión sobre el origen y la evolución del maize. Memorias del Segundo Congreso Nacional de Fitogenética, Sociedad Mexicana de Fitogenética A. C., Mexico D. F., pág. 233-252

Moreira, N. (1998). Semillas: Ciencia, tecnología y producción. Editorial Agropecuaria, Hemisferio sur S.R.L. Uruguay. P 406. primera edición.

Pedroza H.. 1993. Fundamentos de experimentación agrícola. EDITARTE, 226 pág.

Parson, D. (1991). Maíz, manuales para la educación agropecuaria, segunda, edición, Editorial, Trilla. P. 59.

- Rincón, F.** (1990).XXXV Reunion anual, Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (PFCMCA). Memoria, Volumen III Recursos Fitogeneticos. 109-113.Impresion Departamento de comunicaciones.
- Tapia, H.** (1983). Semillas del almacen de la planta de beneficio al campo del agricultor. Ministerio de desarrollo agropecuario y reforma agraria.Dirección general de tecnicas agropecuarias MIDINRA. primera edicion 1983 Impreso en Managua Nicaragua por empresas Nicaragüenses de ediciones culturales.
- Toole, E. H.** (1961). Procesos vitales de las semillas. Anuario de Agricultura. USDA. 1982. P 190-201.
- Urbina, R.** (1991). Guía técnica; El Maíz. Centro Nacional de Investigación en Granos Básicos. DGTA.MAG. Managua, Nicaragua. Vol 5:24-32. p,36.