COMPORTAMIENTO DEL GRANO DE SORGO (*Sorghum vulgare* L.) ALMACENADO*

CATALINA MA. DE JESÚS TAPIA RANGEL**
MARTHA ZENTENO ZENADA**

RESUMEN

En el presente trabajo se estudia el comportamiento de diferentes variedades de sorgo, almacenadas durante 90 días en 85% de humedad relativa y 26°C, condiciones favorables para el desarrollo de hongos, los que son considerados como una de las causas principales de daños en granos y semillas en el almacén. Fueron tomados tres muestreos del material en estudio, a los 30, 60 y 90 días; en cada uno fue determinado: a) por ciento de germinación, b) contenido de humedad y c) micolora. Estos mismos datos fueron consignados inmediatamente antes de almacenar el grano (pruebas iniciales).

Por los resultados obtenidos se puede considerar que las condiciones utilizadas en estas pruebas de almacenamiento, que corresponderían a condiciones drásticas de humedad y temperatura, no son favorables para conservar la viabilidad y calidad del grano de sorgo. Por otro lado no se encontró diferencia entre variedades con respecto a su lugar de procedencia.

ABSTRACT

The behavior of several sorghum varieties was observed during a 90 days storage period at 85% relative humidity and 26°C. Such conditions promoted the growth of molds, which are one of the main factors in the deterioration of grains and seeds in storage.

Grain samples were taken at 3 periods 30, 60 and 90 days of test for: a) percentage of germination, b) content of humidity, and c) mycoflora. The same data were taken immediately before storage (initial data).

From the results, it may be concluded that the drastic conditions of humidity and temperature used in these storage test, are not favorable for keeping the viability and quality of sorghum grain. On the other hand, there was not difference among sorghum varieties with respect to its procedence.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de sorgo (*Sorghum vulgare* L.) en México se considera reciente, ya que empezó a partir de 1958, y desde entonces su producción se ha ido incrementado como se puede observar en la Tabla 1, llegando a ser uno de los cultivos más importantes en el país, ya que actualmente ocupa el tercer lugar por superficie sembrada.

* Parte de tesis presentada por la primera autora para obtener el título de Biólogo en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Manuscrito recibido el 13 de febrero de 1979.

** Instituto de Biología, UNAM.

TABLA I
PRODUCCIÓN DE SORGO EN MÉXICO

Año	Producción de sorgo a nivel nacional (Toneladas)*
1958	156,294
1964	525,554
1969	2,455,928
1974	3,146,582
1976**	4,193,800

* Tomado y modificado de: Boletín. 1974. S.A.G.
Boletín. 1975. S.A.G.

** Producción estimada.

De acuerdo al uso que se le da al sorgo, se le ha clasificado como sorgo para "grano", sorgo "escobero" y sorgo "forrajero".

El sorgo para "grano", y del cual nos ocupamos en estos estudios, ha venido cobrando mayor importancia en la agricultura del país (Tabla I); el "grano" es ampliamente usado en la elaboración de alimentos balanceados, constituyendo hasta el 60% de la fórmula, siendo actualmente el principal grano utilizado para este propósito.

A pesar de que los granos y semillas en general son altamente durables, depende de las condiciones de almacenamiento durante un determinado periodo, el que se logren conservar, la calidad original para su industrialización y el poder germinativo.

Entre los factores más importantes que determinan un mal o un buen almacenamiento de granos y semillas, tenemos los abióticos que son humedad, temperatura y tiempo; entre los bióticos, ataque por hongos, insectos, ácaros y roedores (Jamieson y Jobber, 1975; Wall y Ross, 1975).

Se considera que la temperatura y la humedad tienen una influencia decisiva en la conservación de los granos y semillas y su efecto puede ser directo o indirecto. Directo cuando estimula los procesos metabólicos involucrados en la germinación de los granos y semillas, reduciendo su potencialidad al agotarse los sustratos energéticos (Barton, 1961; Coutiño, Moreno y Zenteno, 1970). Indirectamente al favorecer la aparición de factores bióticos como lo son los hongos e insectos (Christensen y Kaufmann, 1969).

Investigadores como Barton (1961) Crocker y Barton (1953), y Lovato y Amaducci (1965), que han trabajado en almacenamiento de semillas hortícolas, afirman que la pérdida de la capacidad de germinación es debida a los procesos fisiológicos inherentes a las semillas, que son influenciados por el contenido de humedad, y no consideran que los hongos que pueden desarrollarse bajo condiciones de almacenamiento, sean los causantes de la pérdida de germinación.

Los mohos pueden atacar a los granos durante el almacenamiento. Christensen y López (1964), demostraron que los hongos presentes en el sorgo almacenado,

fueron la causa principal de la muerte de las semillas y no los procesos inherentes a ellas. La micoflora puede ser muy diversa, dependiendo de la humedad relativa de equilibrio o actividad acuosa, ya que dicha micoflora incluye esporas de mohos que sólo entran en actividad cuando la humedad se incrementa a valores adecuados para su desarrollo (Jamieson y Jobber, 1975). Se considera que a un contenido de humedad de 13 a 16% pueden desarrollarse especies de hongos resistentes a la sequía y que conforme va aumentando este contenido de humedad, temperatura y el abastecimiento de materias nutritivas, se favorecerá la aparición de toda una sucesión de hongos (Jamieson y Jobber, 1975).

Por tanto, el objeto de este trabajo es observar el comportamiento comparativo de algunas variedades de sorgo durante su almacenamiento, bajo condiciones de alta humedad relativa (85%) y temperatura de 26°C que favorecen el desarrollo de hongos. Para precisar este estudio se hicieron pruebas de germinación, contenido de humedad y micoflora.

MATERIALES Y MÉTODOS

Semilla: La semilla de sorgo utilizada en este trabajo fue proporcionada por la Productora Nacional de Semilla, en la Tabla 2 se indican las variedades y sus zonas de producción.

Pruebas de germinación: Se utilizaron cuatrocientas semillas de acuerdo a lo recomendado por la International Seed Testing Association (Schoorel, 1966). Se colocaron las semillas en toallas de papel húmedo, las cuales se enrollaron y metieron en bolsas de plástico perforadas, para evitar la rápida desecación del papel.

Para determinar la germinación inicial de la semilla recién cosechada, las toallas enrolladas o "muñecas", conteniendo la semilla, fueron colocadas en un refrigerador a 4°C durante cuatro días, con el objeto de vencer la posible latencia de la semilla. Después de ese periodo se incubaron a 26°C, por diez días, haciéndose el primer conteo a los cuatro días. El porcentaje de germinación es el promedio de la germinación de las cuatro repeticiones, de cien semillas cada una.

Determinación de la micoflora: Para la determinación de la micoflora de la semilla de sorgo, se utilizaron dos medios de cultivo: Extracto de Malta-sal-agar (MSA) con el 6% de cloruro de sodio y Extracto de malta-agar (EMA).

Se sembraron cien semillas de sorgo en cajas de petri con cada medio de cultivo, para lo cual fueron previamente desinfectadas con hipoclorito de sodio al 2.0% durante tres minutos, para luego ser enjuagadas en agua estéril. El enjuagado se hizo con el fin de eliminar el exceso de hipoclorito de sodio.

Las cajas de petri conteniendo las semillas de sorgo fueron colocadas en una incubadora a 26°C durante 6-7 días. El número de semillas invadidas por los diferentes hongos fue registrado, procediéndose a aislar en forma individual las diferentes cepas que se pudieron observar. El aislamiento se hizo en tubos de ensaye conteniendo MSA o EMA.

Para la identificación de hongos se utilizaron las claves de: Raper y Fennell (1965), Barnett y Hunter (1972) y Ellis (1971).

TABLA 2

VARIETADES DE SORGO UTILIZADAS EN ESTOS ESTUDIOS

<i>Variedad</i>	<i>Lote</i>	<i>Zona de producción</i>	<i>Fecha de cosecha</i>	<i>Almacenado en</i>
Otomí	1	Mochis, Sin.	1975	Durango
Otomí	2	Mochis, Sin.	1975	Durango
Otomí	3	Mochis, Sin.	1975	Durango
Tepehua				
raya verde	1	Río Bravo, Tamps.	1975	Durango
Tepehua				
raya verde	2	Río Bravo, Tamps.	1975	Durango
Purépecha				
raya azul	1	Río Bravo, Tamps.	1975	Durango
Olmeca				
raya amarilla	1	Río Bravo, Tamps.	1975	Durango
Olmeca				
raya amarilla	2	Río Bravo, Tamps.	1975	Durango

Contenido de humedad. Para determinar el contenido de humedad se usó el método de secado en estufa de acuerdo a lo señalado por la American Association of Cereal Chemists (1974) que consiste en secar la muestra de semilla a una temperatura de 103°C durante 72 horas.

La semilla se almacenó en una humedad relativa de 85%, la cual se mantuvo mediante el uso de una solución sobresaturada de cloruro de potasio (Winston y Bates, 1960)

La semilla se colocó en pequeños envases de cartón perforado, éstos a su vez se colocaron dentro de cajas de plástico de 40 x 20 x 10 cm, las que contenían la solución de cloruro de potasio. Las cajas de plástico, herméticamente cerradas, fueron colocadas en un cuarto incubadora a 26°C.

Los muestreos se hicieron aproximadamente cada treinta días, determinándose en cada ocasión, germinación, número y clase de hongos y contenido de humedad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se menciona en materiales y métodos, se utilizaron dos medios de cultivo para determinar la micoflora, el de extracto de malta-agar (EMA) y el de malta-sal-agar (MSA), esto fue con el objeto de detectar los "hongos de campo" y de "almacén" respectivamente, ya que son medios de cultivo adecuados para el desarrollo de uno u otro grupo.

En la Tabla 3 se pueden observar las condiciones de contenido de humedad que va de 10.5 a 11.6%, germinación de 79 a 94% y micoflora de la semilla de sorgo antes del almacenamiento. En cuanto a la micoflora se observó que los hongos que predominan antes de su almacenamiento son los llamados "hongos de campo", con porcentajes de 7 a 90%, según la variedad y medio de cultivo.

El hecho de que se haya obtenido un alto porcentaje de granos invadidos por *Alternaria* spp. en estas pruebas preliminares, se considera como una buena evidencia, según Christensen y Kaufmann (1969), de que la semilla es de cosecha reciente y que ha sido almacenada bajo condiciones que no permiten la deterioración del grano, lo cual es corroborado por la germinación que se puede considerar buena, con excepción de Purépecha con 79%. La variedad Purépecha, presentó en las pruebas iniciales colonias de hongos del grupo *Aspergillus glaucus* que se consideran "hongos de almacén", por lo que en este caso se puede evidenciar que esta variedad fue almacenada bajo condiciones no adecuadas, ya que permitió el desarrollo de hongos como *A. glaucus*, posible causa de la baja germinación, lo cual concordaría con lo encontrado por Christensen y López (1964), de que la principal causa de la baja germinación de los granos de sorgo es la presencia de "hongos de almacén". En el caso de la variedad Tepehua (raya-verde lote 1) no se encontró la presencia de ningún "hongo de almacén", sólo "hongos de campo", sin embargo su germinación se encuentra en el límite tolerable (84%) que es ligeramente menor en comparación con las otras variedades. Tal situación puede deberse a que los granos han sufrido daño o cierto grado de deterioro antes o durante el secado (Sorenson y Pearson, 1967; Koopman, 1963).

Por lo que respecta a los "hongos de campo" especialmente las especies de *Alternaria* que abundan en el material aquí tratado, sería interesante investigar el efecto de dichos hongos en las variedades mexicanas de sorgo; ya que algunas de estas especies son capaces de producir micotoxinas (alternarioles) (Seitz, *et al.*, 1975).

Al encontrar una proporción muy pequeña de *Cladosporium* sp. se puede deducir que el grano de sorgo no estuvo expuesto a periodos húmedos durante la cosecha; ésto es con base en lo señalado por Christensen y Kaufmann (1969), que dicen que la presencia de *Cladosporium* en cereales como, cebada, avena y arroz, es evidencia de que estos granos no estuvieron expuestos a periodos húmedos durante la cosecha. Dichos investigadores también reportan que especies de *Helminthosporium* no causan pérdidas en el almacén, género que fue aislado en un porcentaje bajo (Tabla 3) en el material aquí estudiado.

Como se sabe la presencia de hongos de diversas especies de *Fusarium* hace tóxicos a los granos (Christensen y Kaufmann, 1969); la presencia de este hongo en el grano de sorgo, al igual que la de los otros hongos considerados como "hongos de campo", confirma que este grano se había almacenado en condiciones que no permitían el desarrollo de "hongos de almacén" los cuales eventualmente en diversos granos compiten y desplazan a los "hongos de campo" bajo condiciones de almacenamiento que permitan su desarrollo.

No obstante que Christensen y Kaufmann (1969), reportan que los "hongos de campo" mueren rápidamente en granos con humedades relativas superiores a 70% que corresponde a un contenido de humedad superior al 14% en cereales, si se observa la Tabla 6, se verá que a pesar de que el contenido de humedad de los granos de sorgo y la humedad relativa son mayores que el 14% y 70% respectivamente, los "hongos de campo" disminuyeron, pero no desaparecieron por completo como por ejemplo *Alternaria* spp. La diferencia entre lo mencionado

TABLA 3

DATOS INICIALES SOBRE PORCIENTO DE GERMINACION Y CONTENIDO DE LA HUMEDAD DE SEMILLAS INVADIDAS POR HONGOS, DE LAS VARIETADES DE SORGO UTILIZADAS EN ESTOS ESTUDIOS

Variedad	Lote	C.H. %	Germ. %	% de semillas invadidas por hongos en los medios de cultivo de (F:MA) y de (MSA)												
				Alternaria spp.		Hermithosporium sp.		Fusarium sp.		Penicillium sp.		Cladosporium sp.				
				EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA	
Otomí	1	11.6	92	90	90	10	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otomí	2	10.8	93	90	85	8	15	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Otomí	3	10.9	94	90	90	8	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Tepéhua raya verde	1	10.7	84	87	90	9	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0
Tepéhua raya verde	2	10.5	91	90	92	15	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Purépecha raya azul	1	10.7	79	80	80	9	10	9	0	6	0	0	10	0	0	0
Olmecca raya amarilla	1	11.3	91	93	87	7	14	●	6	0	0	0	0	0	5	0
Olmecca raya amarilla	2	11.5	91	80	83	15	13	9	4	7	0	0	0	0	4	0

por Christensen y Kaufmann (1969), respecto a las humedades, y los resultados del presente estudio puede deberse a las siguientes causas:

1) Al material, ya que ellos se refieren a semilla de soya y en el presente estudio se trabajó con grano de sorgo, cuyas propiedades químicas, físicas y nutritivas son diferentes a las de la soya.

2) La cantidad de conidios de *Alternaria*, inicialmente presentes en los granos y altamente resistentes a la humedad letal de 14% (contenido de humedad del grano); contrario a lo reportado por Christensen y Kaufmann (1969).

3) Antagonismo causado por ciertos metabolitos producidos por *Alternaria* spp. en contra de los "hongos de almacén", puesto que se ha demostrado la acción tóxica de algunas especies de *Alternaria* en vegetales (Seitz, et al., 1975).

A los 30 días de almacenamiento, Tabla 4, ya se pueden observar diferencias entre variedades en cuanto al porcentaje de germinación, que va de 60 a 82%; igualmente se puede observar que aumentó sensiblemente el contenido de humedad en todas las variedades, siendo dicho porcentaje de 11.9 a 13.2%. Por lo que se refiere a la micoflora, el porcentaje de granos invadidos por "hongos de campo" fue ligeramente menor que en la prueba inicial; empezaron a aparecer los "hongos de almacén" en todas las variedades, siendo bajos los porcentajes de granos invadidos por estos hongos, excepto para la variedad Purépecha lote 1, que ya tenía hongos del grupo *A. glaucus* en un 10% en la prueba inicial y que a los 30 días llegó hasta el 30%. Por lo que respecta a la variedad Otomí lote 2, la cual inicialmente no presentaba *A. glaucus*, en este muestreo presentó una fuerte invasión del 39% de dicho hongo. Considerando que los contenidos de humedad que presentaban en este muestreo las variedades Otomí lote 2 (11.9%) y Purépecha lote 1 (12.2%), no son favorables para el desarrollo de *A. glaucus*, posiblemente hubo una falla de técnica en este muestreo o en la determinación de la micoflora inicial al igual que pudo haberse presentado en el caso de *A. ochraceus* en las Tablas 4, 5 y 6. Por otra parte se supone que la pérdida de germinación en este muestreo, se debió a otros factores distintos de los hongos, como lo son procesos fisiológicos de los granos favorecidos por las humedades y temperaturas a que fueron sometidos, ya que como anteriormente se señaló, dichas condiciones no favorecen un desarrollo abundante de los "hongos de almacén".

Por lo que respecta a los resultados obtenidos del almacenamiento a 60 y 90 días, que aparecen en las Tablas 5 y 6, se observa que el contenido de humedad de los granos, subió en todas las variedades llegando a un equilibrio con la humedad relativa de almacenamiento (85%), variando este contenido de 17.2% como promedio a los 60 días y 16.6% como promedio a los 90 días. Las diferencias entre estos dos valores promedios son normales, considerando las actividades metabólicas del conjunto de granos, y hongos, con los factores del microambiente. A los 60 días la germinación se redujo drásticamente en todas las variedades, fluctuando de 56 a 66%, lo que significa un porcentaje de germinación muy similar para todas las variedades, con un promedio de 61%. La germinación a los 90 días decreció en forma considerable, variando de 28 a 45%, con un promedio de 35%, lo que igualmente indica que no hay diferencia entre variedades.

TABLA 4

PORCIENTO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD, HONGOS Y GERMINACION DE GRANO DE SORGO ALMACENADO DURANTE 30 DIAS A UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% Y 26°C.

Variedad	Lote	C.H. %	Germ. %	% de semillas invadidas por hongos en medio de cultivo de (EMA) y de (MSA)																		
				Alternaria spp.	Fusarium sp.	Helminthosporium sp.	Cladostrium sp.	Penicillium sp.	A. glaucus	A. ochraceus	A. niger	A. candidus										
				EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA					
Otomí	1	12.9	82	86	78	1	0	10	0	0	0	1	0	1	8	0	0	0	0	4	12	
Otomí	2	11.9	80	71	60	15	3	15	0	0	●	0	0	3	39	0	0	0	0	0	0	10
Otomí	3	12.8	70	84	85	0	0	17	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	3
Tepehua	1	12.9	70	74	84	12	7	12	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0
Tepehua	2	13.0	80	85	81	18	5	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0
Purépecha	1	12.2	60	43	56	12	13	14	0	0	0	9	0	4	30	0	1	2	1	0	0	3
Olmeca	1	12.7	71	84	80	4	10	12	0	2	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0
Olmeca	2	13.2	82	42	86	15	7	16	0	3	0	23	0	0	0	3	0	0	0	0	0	7

Tabla 5

PORCIENTO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD, HONGOS Y GERMINACION DE GRANO DE SORGO ALMACENADO DURANTE 60 DIAS A UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% Y A 26 °C.

Variedad	Lote	C.H. %	Germ. %	% de semillas invadidas por hongos en medio de cultivo de (EMA) y de (MSA)															
				Alternaria spp.	Fusarium sp.	Ciadosporium sp.	Penicillium sp.	A. glaucus	A. niger	A. tamarii	A. candidus								
				EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA		
Otomí	1	17.4	65	67	50	0	0	0	0	2	0	15	58	0	0	0	1	44	54
Otomí	2	17.4	62	76	49	7	0	0	5	0	20	66	66	0	0	0	0	0	1
Otomí	3	17.3	62	81	54	2	0	0	8	0	16	50	50	0	0	0	0	24	33
Tepéhua	1	17.4	66	81	50	17	4	0	1	16	12	1	46	0	1	0	0	0	0
Tepéhua	2	17.2	57	71	75	14	4	0	0	18	5	3	47	1	0	0	.0	0	0
Purépecha	1	17.1	60	40	25	26	7	0	0	55	35	1	35	2	0	2	3	0	0
Olmecca	1	17.1	56	74	74	15	3	0	0	4	0	4	32	0	1	0	0	0	0
Olmecca	2	17.0	57	80	50	12	6	0	0	14	24	0	16	0	0	0	0	0	0

TABLA 6

PORCIENTO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD, HONGOS Y GERMINACION DE GRANO DE SORGO ALMACENADO DURANTE 90 DIAS A UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% Y 26°C.

Variedad	Lote	C.H.		% de semillas invadidas por hongos en medio de cultivo de (EMA) y de (MSA)																	
		%	Germ. %	Alternaria spp.	Helminthosporium sp.	Fusarium sp.	Penicillium sp.	A. glaucus	A. candidus	A. ochraceus	A. niger	A. tamaritii									
				EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA		
Otomí	1	16.8	28	48	40	0	0	2	0	0	10	64	81	3	3	0	0	1	0	0	0
Otomí	2	16.5	31	53	26	0	0	3	0	15	19	56	88	0	0	0	0	0	0	0	0
Otomí	3	16.5	36	51	44	0	0	2	0	9	18	49	73	5	0	0	0	0	0	0	0
Tepichua																					
raya verde	1	16.7	32	64	20	0	13	4	5	28	16	26	65	0	0	0	0	0	0	0	0
Tepichua																					
raya verde	2	16.7	40	69	34	0	10	5	8	24	11	19	72	1	0	0	0	1	0	0	2
Purépecha																					
raya azul	1	16.4	28	23	8	0	4	6	9	65	45	3	41	0	0	2	2	11	5	4	1
Olmeca																					
raya amarilla	1	16.4	45	65	31	0	16	4	4	39	33	10	30	0	0	0	0	0	0	0	0
Olmeca																					
aya amarilla	2	16.6	40	76	40	0	0	4	3	17	34	21	90	5	5	0	0	5	0	0	0

TABLA 7

PORCENTAJES DE HUMEDAD Y GERMINACION SOBRE EL GRANO DE SORGO ALMACENADO DURANTE 30, 60 Y 90 DIAS A UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% Y A 26°C.

Variedad	Lote	Condiciones iniciales		Días de almacenamiento					
				30		60		90	
		C.H. %	Germ. %	C.H. %	Germ. %	C.H. %	Germ. %	C.H. %	Germ. %
Otomí	1	11.6	92	12.9	82	17.4	65	16.8	28
Otomí	2	10.8	93	11.9	80	17.4	62	16.5	31
Otomí	3	10.9	94	12.8	70	17.3	62	16.5	36
Tepehua raya verde	1	10.7	84	12.9	70	17.4	66	16.7	32
Tepehua raya verde	2	10.5	91	13.0	80	17.2	57	16.7	40
Purépecha raya azul	1	10.7	79	12.2	60	17.1	60	16.4	28
Olmeca raya amarilla	1	11.3	91	12.7	71	17.1	56	16.4	45
Olmeca raya amarilla	2	11.5	91	13.2	82	17.0	57	16.6	40

En cuanto a la micoflora, se puede decir que los "hongos de campo", fueron bajando a medida que aumentaron los "hongos de almacén". Los "hongos de almacén" más abundantes fueron especies del grupo *A. glaucus*, después especies de *Penicillium* y en menor número representantes de los grupos *A. candidus*, *A. niger*, y la especie *A. tamarii*.

En la Tabla 7, se observan en forma resumida los resultados que ya fueron discutidos sobre el porciento de contenido de humedad, porciento de germinación y periodo de almacenamiento.

De los resultados obtenidos en este trabajo se puede concluir que la humedad relativa y temperatura utilizadas en estas pruebas de almacenamiento no son favorables para conservar la viabilidad y calidad del grano de sorgo, por lo tanto se sugiere que se prueben otras condiciones de humedad y temperatura menos drásticas para poder determinar cuáles son las condiciones óptimas para la conservación de grano de sorgo; e igualmente poder determinar si existen diferencias entre variedades de sorgo, en cuanto a su comportamiento en el almacén, ya que en el muestreo de los 30 días, en este trabajo, se observó una tendencia a mostrar diferencias entre variedades, la que se perdió conforme aumentó la humedad y el periodo de almacenamiento, además de que no se encontró diferencia varietal con respecto a su lugar de procedencia.

Otro aspecto de investigación sería el determinar el efecto por separado de a) la humedad y temperatura y b) los hongos, sobre la viabilidad del grano de sorgo, ya que estudios realizados por Barton (1961), Crocker y Barton (1953), Lovato y Amaducci (1965), Pardavé y Moreno (en preparación), demuestran que la humedad y temperatura son factores determinantes en la viabilidad de las semillas, por afectar su fisiología.

LITERATURA CITADA

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS, 1974. *Storage of cereal grains and their products*. American Association of Cereal Chemists. Saint Paul, 54 p.
- BARNETT, H. L. y B. B. HUNTER, 1972. *Illustrated genera of imperfect fungi*. Burgess. Minéapolis, 241 p.
- BARTON, L. V., 1961. *Seed preservation and longevity*. Interscience. Nueva York, 216 p.
- CHRISTENSEN, C. M. y L. C. LÓPEZ, 1964. Estudio sobre almacenamiento de semillas de sorgo. *Agric. Técn. México* 2: 156-160.
- CHRISTENSEN, C. M. y H. H. KAUFFMANN, 1969. *Grain storage*. University of Minnesota Press. Mineápolis, 148 p.
- COUTIÑO DE MORENO, B., E. MORENO y M. ZENTENO, 1970. Efecto de ciertas condiciones de almacenamiento sobre la viabilidad de la semilla de cebolla (*Allium cepa* L.) y coliflor (*Brassica oleracea* L.). *Rev. Lat.-amer. Microbiol.* 12: 109-114.
- CROCKER, W. y L. BARTON, 1953. *Physiology of seeds*. Chronica Botanica. Waltham, 267 p.
- ELLIS, M. B., 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute. Kew, 608 p.
- JAMIESON, M. y P. JOBBER, 1975. *Manejo de alimentos No. 2*. Pax. México, D. F., 393 p.
- KOOPMAN, M. J. F., 1963. Results of a number of storage experiments conducted under controlled conditions. *Proc. Int. Seed Testing Assoc.* 28: 853-860.
- LOVATO, A. y M. T. AMADUCCI, 1965. Examination of the problem of whether dormancy exists in seeds of onion (*Allium cepa* L.) and leek (*Allium porrom* L.). II. Effects of temperature, prechilling and light in germination. *Proc. Int. Seed Testing Assoc.* 30: 803.
- RAPER, K. B. y D. I. FENNEL, 1965. *The genus Aspergillus*. Williams and Wilkins. Baltimore, 686 p.

- SEITZ, L. M., D. B. SAUER, H. E. MOHR y R. BURROUGHS, 1975. Weathered grain sorghum. *Phytopath.* 65: 1259-1263.
- SCHOOREL, A. F. (Ed.), 1966. *Proceedings of the International Seed Testing Association* 31. 152 p.
- SORENSEN, J. W. y N. K. PEARSON, 1967. *Producción y usos del sorgo*. Hemisferio Sur. Buenos Aires, 399 p.
- WALL, J. S. y W. M. ROSS, 1975. *Producción y usos del sorgo*. Hemisferio Sur. Buenos Aires, 399 p.
- WINSTON, W. P. y H. D. BATES, 1960. Saturated solutions for the control of humidity in biological research. *Ecology* 41: 232-237.