

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS



**COMPORTAMIENTO DE GRANO DE SORGO
(SORGHUM VULGARE) ALMACENADO**

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 :

CATALINA MARIA DE JESUS TAPIA RANGEL



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.

A MIS PADRES
Con mi más grande
Cariffo y Agradecimiento

A MIS HERMANAS
Con Todo Mi Cariño

A LA DRA. CELIA DUBOVOY RUDOY
Con Cariño.

A MIS MAESTROS
Con Agradecimiento

A TONO CON CARINO

Agradecimientos

A la Dra. Martha Zenteno Zevada, por haber planeado y dirigido el presente trabajo, así como por la ayuda que me brindó en el desarrollo del mismo.

Al Dr. Ernesto Moreno Martínez, por su entusiasta ayuda en la realización de este estudio.

A los maestros: Dra. Martha Zenteno Zevada, Dr. Ernesto Moreno Martínez, Dra. Celia Dubovoy Rudoy, Biól. Cora Salinas Chapa, Biól. Mario Ramírez Martínez; por haber leído y revisado el manuscrito.

Al Dr. Teófilo Herrera Suárez, Jefe del Departamento de Botánica del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México; por haber permitido la realización de este estudio.

Contenido

I. Introducción	1-7 pag.
II. Objetivo	8 pag.
III. Materiales y Métodos	9-12 pag.
IV. Resultados y Discusión	13-24 pag.
V. Conclusiones	25 pag.
VI. Literatura citada	26-28 pag.

Introducción

El sorgo (Sorghum vulgare) parece ser originario del África (probablemente de Etiopía o Sudán), entre 5000 y 7000 años atrás. En el siglo X ya se le conocía en Botswana (Bechuanalandia), en Zambia alrededor del siglo XIV y en el sur de África en el siglo XVI (Clark, 1959). La producción de sorgo se extendió por el sur de Asia, y aparentemente llegó a China en el siglo XIII (Hagerty, 1941). Quizás haya sido introducido desde el sudeste de Asia o la India.

Las semillas de sorgo fueron llevadas desde África a diversas partes del hemisferio occidental, por esclavos cautivos durante los siglos XVII y XVIII.

En Estados Unidos, el cultivo de sorgo fue posterior a la introducción del sorgo ambar chino por intermedio de Francia, en 1853, y 15 variedades fueron traídas en 1857 desde sudafrica por un productor inglés, Leonard Wray, que se dedicaba al cultivo de la caña de azúcar. Algunas de estas variedades dieron origen a las de "sorgo dulce", todavía muy apreciado hasta hace algunos años; tales como las variedades Orange, White African y Honey (Wall y Ross, 1975).

En los Estados Unidos la producción de sorgo para "grano" aumentó como consecuencia de la introducción en 1874 de diferentes variedades procedentes de Egipto. Actualmente, los fitomejoradores exploran regiones remotas de África y Asia en busca de variedades que presenten características adecuadas para

la producción de forraje y "grano" que puedan incorporarse a los sorgos cultivados.

Aunque este vegetal se utilizaba en Argentina, Paraguay y Australia durante los primeros años de la colonización, el sorgo de "grano" no alcanzó mucha importancia en estos países hasta el siglo actual, en que se introdujeron otras variedades traídas de los Estados Unidos.

El cultivo de sorgo en México se considera reciente, ya que empezó a partir de 1958, y desde entonces su producción se ha ido incrementando 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 entre todos los cultivos, por superficie sembrada.

Usos y algunas características del grano de sorgo

De acuerdo al uso que se le da al sorgo se les ha clasificado como sorgos para "grano", sorgos "escoberos" y sorgos "forrajeros".

El sorgo para "grano", y del cual nos ocupamos en estos estudios, ha venido cobrando mayor importancia en la agricultura del país, lo que fue señalado en la Tabla 1; 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.

De acuerdo a las propiedades físicas del sorgo, la-

Tabla 1.

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.

dureza del grano, caracter que depende en parte de su endospermo almidonoso, y en parte del contenido de humedad del grano, se considera en un término intermedio de dureza. Esta propiedad es importante ya que si un grano es muy blando, tiene más posibilidades de ser atacado e infestado por insectos. Sin embargo una dureza extrema igualmente puede ser un problema, pues al serlo, por un lado es muy quebradizo y por tanto favorecería también el ataque por insectos.

El endospermo del grano contiene la mayor parte de los carbohidratos en forma de almidón, mientras que la mayor parte de las proteínas, las grasas y vitaminas B se encuentran en el pericarpio y en el germen. Los granos enteros de cereales y sus productos de molienda, contienen también muchas enzimas necesarias para el funcionamiento de la semilla intacta, y algunas de estas enzimas pueden ser la causa de cambios químicos durante el almacenamiento.

En cuanto a las propiedades nutritivas, el sorgo es comparable con otros cereales de gran importancia en México, como lo son el maíz y el trigo. Tabla 2.

Almacenamiento

A pesar de que los granos y semillas en general son altamente durables, depende de las condiciones de almacenamiento durante un determinado período, el que se logren

Tabla 2. Composición de algunos cereales
(por 100 gramos de la parte comestible)*

Cereal	Humedad (ml)	Calorias	Proteínas (g)	Grasa (g)	Carbohi- dratos (g)	Fibras (g)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Tiamina (mg)	Rivofia_ vina (mg)	Nicotín_ nida (mg)
Trigo(entero- y bulgur)	13	344	11.5	2.0	70	2.0	30	3.5	0.4	0.1	5.0
Maíz (entero)	12	363	10.0	4.5	71	2.0	12	2.5	0.35	0.13	2.0
Sorgo (entero)	12	355	10.4	3.4	71	2.0	32	4.5	0.50	0.12	3.5

* Tomado y modificado de: Jamieson y Jobber (1975).

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).

La temperatura y la humedad se considera que tienen una influencia decisiva en la conservación de los granos y semillas. Su efecto puede ser directo o indirecto. Directo cuando estimula los procesos metabólicos involucrados en la germinación de los granos y semillas, reduciéndose 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 (1953), y Lovato (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.

Iguales afirmaciones han sido hechas por otros investigadores como Christensen (1957), López y Christensen (1963) Moreno y Christensen (1970).

Entre los factores bióticos, podemos mencionar el ataque por insectos, a los cuales se les considera plagas primarias, secundarias y terciarias. Las plagas primarias causan daños que tienden a quebrar el grano entero en fragmentos, y el grano se contamina con los desechos producidos por insectos. Estos cambios favorecen la infestación por plagas secundarias, particularmente por escarabajos de la harina y por escarabajos negros. Además de que con el alto contenido de humedad se favorece la aparición de mohos, al mismo tiempo se propicia la aparición de escarabajos comedores de detritus, los cuales se alimentan de mohos (Jamieson y Jobber, 1975).

Los mohos al igual que los insectos, como se menciona anteriormente, 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).

Objetivo

En base a la importancia y usos del grano de sorgo, - así como en la importancia del almacenado, el objetivo 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 Semillas, en la Tabla 3 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 (1966). Se colocaron las semillas en toallas de papel húmedo, las cuales se enrollaron y metieron en bolsas de plástico perforadas, para evitarla 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 período 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: Malta-sal-agar con el 6% de Cloruro de Sodio y Extracto de malta-agar. La composición de estos -

medios, es la siguiente:

Malta-sal-agar (MSA)	Extracto de malta-agar (EMA)
20g de extracto de malta	20g de extracto de malta
60g de cloruro de sodio	15g de agar
15g de agar	1,000ml de agua destilada
1,000ml de agua destilada	

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 algunos hongos, se requirió hacer microcultivos, los que fueron realizados mediante la siguiente técnica:

De una caja de petri conteniendo malta-sal-agar o extracto de malta-agar, se cortaron cuadritos de 3 x 3 cm de medio de cultivo; dichos cuadritos se colocaron en --

otra caja de petri que contenía del mismo medio de cultivo, a continuación se inocularon los cuadritos con el hongo en estudio y se les colocó un cubreobjetos. Las cajas así preparadas, fueron metidas en un cuarto de incubación a 26°C, hasta observar el desarrollo del hongo. (Fig.1)

Una vez que el hongo se desarrolló, se colocó el cubreobjetos en un portaobjetos con lactofenol y/o azul algodón y se procedió a su observación.

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

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, para lo cual se hizo lo siguiente: Para cada muestra se pesaron en la balanza analítica dos cajas de aluminio con tapa, con una precisión de 0.001 g. Una vez determinado el peso de la caja se pusieron en cada una aproximadamente 10 g de semilla de sorgo; se pesaron nuevamente y las cajas se colocaron destapadas en un horno a 103°C durante 72 horas.

Al término de las 72 horas, se taparon las cajitas, se sacaron y se pusieron a enfriar en un desecador conteniendo gel de sílice. Una vez frías se pesaron y el conte

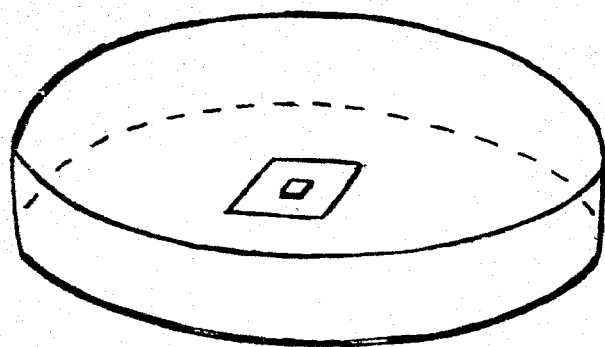


Fig. 1. Técnica para hacer microcultivos.

nido de humedad se calculó en base a peso seco húmedo mediante la siguiente fórmula:

$$\% H = \frac{A}{B} \times 100$$

en donde:

% H = Porcentaje de humedad

A = Pérdida de peso en gramos

B = Peso original de la semilla

De las dos repeticiones se determinó el contenido de humedad promedio, expresándolo con una cifra decimal.

Almacenamiento de las muestras. 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 treinta días, determinándose en cada ocasión, germinación, número y clase de hongos y contenido de humedad, todo ello de acuerdo con la metodología descrita en esta sección.

Tabla 3. Variedades de sorgo utilizadas en estos estudios.

Variedad	Lote	Zona de Producción	Fecha de cosecha	Almacenado en
Otomí	1	Mochis, Sin.	1975	Durango
Otomí	2	Mochis, Sin.	1975	Durango
Otomí	3	Mochis, Sin.	1975	Durango
Tepehua raya-verde	1	Río Bravo, Tamp.	1975	Durango
Tepehua raya-verde	2	Río Bravo, Tamps.	1975	Durango
Purepecha 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

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 4 podemos 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 invadi_ dos 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 pueda considerar buena, con excepción - de Purepecha con 79% y Tepehua lote 2 con 84%. La varie_ - dad Purepecha, presentó en las pruebas iniciales colonias de Aspergillus glaucus que se consideran "hongos de alma_

Tabla 4. Datos iniciales sobre porcentaje de germinación y contenido de humedad de semillas invadidas por hongos, de las variedades de sorgo utilizadas en estos estudios.

Variedad	Lote	C.H. %	Germ %	% de semillas invadidas por hongos en los medios de cultivo de (EMA) y de (MSA).											
				<u>Alternaria spp.</u>		<u>Helminthosporium sp.</u>		<u>Fusarium sp.</u>		<u>Penicillium sp.</u>		<u>A. glaucus</u>		<u>Cladosporium sp.</u>	
				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
Otomí	2	10.8	93	90	85	8	15	3	0	0	0	0	0	0	0
Otomí	3	10.9	94	90	90	8	10	2	0	0	0	0	0	0	0
Tepehua raya verde	1	10.7	84	87	90	9	10	6	0	0	0	0	0	0	0
Tepehua raya verde	2	10.5	91	90	92	15	18	0	0	0	0	0	0	0	0
Purepecha raya azul	1	10.7	79	80	80	9	10	9	0	6	0	0	10	0	0
Olmeca raya amarilla	1	11.3	91	93	87	7	14	0	6	0	0	0	0	5	0
Olmeca raya amarilla	2	11.5	91	80	83	15	13	9	4	7	0	0	0	4	0

cén", 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 (85%) 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, Sauer, Mohr and Burroughs, 1975).

Al encontrar una proporción muy pequeña de Cladosporium sp. se puede deducir que el grano de sorgo no estuvo expuesto a períodos húmedos durante la cosecha; esto es -

en base a 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 períodos húmedos durante la cosecha. Dichos investigadores también reportan que - Helminthosporium no causa pérdidas en el almacén, género - que fue aislado en un porcentaje bajo (Tabla 4) en el ma - terial aquí estudiado.

Como se sabe la presencia 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", con - firmas que este grano se había almacenado en condiciones - que no permitían el desarrollo de "hongos de almacén" los - cuales eventualmente compiten y desplazan a los "hongos - de campo" bajo condiciones de almacenamiento que permiten su desarrollo.

No obstante que Christensen y Kaufmann (1969), repor - tan que los "hongos de campo" mueren rápidamente en gra - nos con humedades relativas superiores a 70% que corres - ponde a un contenido de humedad superior al 14% en cerea - les. Si observamos la Tabla 7 vemos 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 desaparecie -

ron por completo como por ejemplo Alternaria spp. La diferencia entre lo mencionado 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, Sauer, Mohr and Burroughs, 1975).

A los 30 días de almacenamiento, Tabla 5, 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

Tabla 5. Porcentaje del contenido de humedad, hongos y germinación de grano de sorgo almacenado durante 30 días 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)																	
				<u>Alternaria</u>		<u>Fusarium</u>		<u>Helminthos</u>		<u>Cladospo</u>		<u>Penicillium</u>		<u>A. glaucus</u>		<u>A. ochraceus</u>		<u>A. niger</u>		<u>A. candidus</u>	
				app.	sp.	sp.	sp.	sp.	sp.	sp.	sp.	sp.	sp.	sp.	sp.	sp.	sp.	sp.	sp.	sp.	sp.
				EMA	MSA	EMA	MSA	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	0	3	39	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	3
Tepesua raya verde	1	12.9	70	74	84	12	7	12	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0
Tepesua raya verde	2	13.0	80	85	81	18	5	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0
Purespecha raya azul	1	12.2	60	43	56	12	13	14	0	0	0	9	0	4	30	0	1	2	1	0	3
Olmeca raya amarilla 1	1	12.7	71	84	80	4	10	12	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Olmeca raya amarilla 2	2	13.2	82	42	86	15	7	16	0	3	0	23	0	0	0	3	0	0	0	0	7

a aparecer los "hongos de almacén" en todas las variedades, siendo bajos los porcentajes de granos invadidos por estos hongos, excepto para la variedad Purepecha lote 1, que ya tenía 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 Purepecha 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 5, 6 y 7. 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 6 y 7, se observa que el contenido de humedad de los granos, subió en todas las variedades llegando a un equili-

Tabla 6. Porcentaje del contenido de humedad, hongos y germinación de grano de sorgo almacenado durante 60 días 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		Fusarium		Cladosporium		Penicillium		A. glaucus		A. niger		A. tamaritii		A. candidus	
				sp.		sp.		sp.		sp.		EMA		MSA		EMA		MSA	
				EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA	EMA	MSA
Orcanf	1	17.4	65	67	50	0	0	0	0	2	0	15	58	0	0	0	1	44	54
Otomf	2	17.4	62	76	49	7	0	0	0	5	0	20	66	0	0	0	0	0	1
Otomf	3	17.3	62	81	54	2	0	0	0	8	0	16	50	0	0	0	0	24	33
Tepehua raya verde	1	17.4	66	81	50	17	4	0	1	16	12	1	46	0	1	0	0	0	0
Tepehua raya verde	2	17.2	57	71	75	14	4	0	0	18	5	3	47	1	0	0	0	0	0
Purepecha raya azul	1	17.1	60	40	25	26	7	0	0	55	35	1	35	2	0	2	3	0	0
Olmeca raya amarilla	1	17.1	56	74	74	15	3	0	0	4	0	4	32	0	1	0	0	0	0
Olmeca raya amarilla	2	17.0	57	80	50	12	6	0	0	14	24	0	16	0	0	0	0	0	0

Tabla 7. Porcentaje del contenido de humedad, hongos y germinación de grano de sorgo almacenado durante 90 días a una humedad relativa de 85% y a 26°C.

Variedad	Lote	C.H. %	Germ %	X de semillas invadidas por hongos en medio de cultivo de (EMA) y de (MSA),																	
				<u>Alternaria</u>		<u>Helminthosporium</u>		<u>Fusarium</u>		<u>Penicillium</u>		<u>A. glaucus</u>		<u>A. candidus</u>		<u>A. ochraceus</u>		<u>A. niger</u>		<u>A. tamaritii</u>	
				EMA	MSA	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
Tepehua raya verde	1	16.7	32	64	20	0	13	4	5	28	16	26	65	0	0	0	0	0	0	0	0
Tepehua raya verde	2	16.7	40	69	34	0	10	5	8	24	11	19	72	1	0	0	0	1	0	0	2
Purepecha 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 raya amarilla	2	16.6	40	76	40	0	0	4	3	17	34	21	90	5	5	0	0	5	0	0	0

brio 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.

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 8, se observan en forma resumida los resultados que ya fueron discutidos sobre el porcentaje de contenido de humedad, porcentaje de germinación y período de almacenamiento.

De los resultados obtenidos en este trabajo se pueden concluir que la humedad relativa y temperatura utilizadas

Tabla 8. Porcentajes de humedad y germinación sobre el grano de sorgo almacenado durante 30, 60 y 90 días 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. %
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
Tepéhua raya verde	1	10.7	84	12.9	70	17.4	66	16.7	32
Tepéhua raya verde	2	10.5	91	13.0	80	17.2	57	16.7	40
Purepecha 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 estas pruebas de almacenamiento no son adecuadas 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 cuales 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 cual se perdió conforme aumentó la humedad y el período 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 (1953), Lovato (1965), Pardave 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

- 1) American Association of Cereal Chemists. (1974). Storage of cereal grains and their products. Publicado por la Asociación. Paul Minn. 54pp.
- 2) Barnett, H.L. and B.B. Hunter. (1972). Illustrated genera of imperfect fungi. Burgess Publish. Co. U.S.A. - 241pp.
- 3) Barton, L.V. (1961). Seed preservation and longevity. - Intercience Publish. Inc. New York. 216pp.
- 4) Boletín. (1974). Consumos aparentes 1925-1971. Dirección General de Economía Agrícola. S.A.G. México. 46pp.
- 5) Boletín. (1975). Consumos aparentes 1970-1974. Dirección General de Economía Agrícola. S.A.G. México. 46pp.
- 6) Christensen, C.M. (1957). Deterioration of stored grains by fungi. Bot. Rev. 23: 108-134
- 7) Christensen, C.M. y L.C. López. (1964). Estudio sobre almacenamiento de semillas de sorgo. Agric. Tecn. México 2:156-160
- 8) Christensen, C.M. (1969). Factors affecting invasion of sunflower-seeds by storage fungi. Phytopathology 55: 1699-1702.
- 9) Christensen, C.M. and Kaufmann. (1969). Grain storage. - University of Minnesota Press. Minneapolis. 148pp.
- 10) Clark, J.C. (1959). The prehistory of southern Africa. Penguin Books. Inglaterra.
- 11) Coutiño de M., B.R., E. Moreno y M. Zenteno. (1970). - Efecto de ciertas condiciones de almacenamiento sobre la viabilidad de semilla de cebolla (Allium cepa L.) y coliflor (Brassica oleracea L.). Rev. Lat-amer. Microbiol. 12:109-114.
- 12) Crocker, W. and L. Barton. (1953). Physiology of seeds. Published by The Chronica Botanica Co. U.S.A.

- 13) Ellis, M.B. (1971). Dematiaceus Hyphomycetes. Common -
Weath Agricultural Bureaux. Inglaterra. 608pp.
- 14) Hagerty, M.J. (1941). Comments on writings concerning-
chinese sorghums. Harvard J. Asiatic. Studies. 5: 234-
-260.
- 15) Jamieson, M. y P. Jobber. (1975). Manejo de Alimentos
No. 2. Paḡ-México. México. 393pp.
- 16) Koopman, M.J.F. (1963). Results a member of storage ex
periments conducted under controlled conditions. Proc.
Int. Seed Test. Assoc. 28:853-860.
- 17) López, L.C. y C.M. Christensen. (1963). Efecto del ata
que de hongos en frijol almacenado. Agric. Tecn. México
2:33-37.
- 18) Lovato, A. and M.T. Amaducci. (1965). Examination of -
the problem of wether dormancy exists in seeds of union
(Allium cepa L.) and leek (Allium porrom L.). II. -
Effects of temperature, prechilling and light in germi
tion. Proc. Int. Seed Test. Assoc. 30:803
- 19) Moreno, E.M. y C.M. Christensen. (1970). Efecto de la-
humedad y hongos sobre la viabilidad del maíz almacena
do. Rev. Lat-amer. Microbiol. 12:115-121.
- 20) Raper, K.B. and D.I. Fennell. (1961). The genus Aspergi
llus. Williams and Wilkins. U.S.A. 686pp.
- 21) Sánchez, D.R., E. Moreno y M. Zenteno. (1971). Estudios
sobre almacenamiento de semilla de soya de la variedad
Tropicana. Bol. Soc. Mex. Mic. 5 :47-55
- 22) Seitz, L.M., D.B. Sauer, H.E. Mohr and R. Burroughs. -
(1975). Weathered Grain Sorghum. Phytopathology. 65: -
:1259-1263.
- 23) Schoorel, A.F. (Editor.) (1966). Proceeding of the In-
ternational Seed Testing Association. 31:1-152.
- 24) Sorenson, J.W y N.K. Pearson. (1967). in Producción y
usos del sorgo. Hemisferio sur. Argentina. 399pp.

- 25) Wall, J.S. y W.M. Ross. (1975). Producción y usos del-sorgo. Hemisferio sur. Argentina. 399pp.
- 26) Winston, W.P. and H.D. Bates. (1960). Saturated solutions for the control of humidity in biological research. - Ecology. 41:232-237.