

CALIDAD DEL SORGO ALMACENADO

M. en C. Lidia Marisela Pardavé */ Pas. de Biol. Micaela Torres Romero*

49

RESUMEN

Se trabajó con 12 muestras de sorgo obtenidas en establecimientos comerciales de la ciudad de Aguascalientes.

El sorgo almacenado a 55% de H.R. y 25°C presentó menor deterioro que la semilla de sorgo almacenada en 85% de H.R. y 25°C.

En 55% de H.R. a los 159 días la muestra número 6 presentó un porcentaje de germinación por arriba del 50%, en cambio, a 85% a los 60 días todos los muestreos tuvieron una disminución considerable en el porcentaje de germinación.

Se recomienda almacenar el sorgo a 55% de H.R. y 25°C durante períodos cortos para evitar el deterioro de la semilla.

INTRODUCCION

La palabra sorgo es de origen italiano y se emplea para citar a una gramínea que se encuentra en estado espontáneo en el Sudán Occidental. Se cultivó desde varios milenios a.C. en el Africa Ecuatorial y de aquí a Egipto, pasando después a Irán, India y China, siendo todavía ignorado a principios de la era cristiana tanto por los hebreos como por los griegos y por el mundo romano (Ibar, 1984).

El sorgo como cultivo doméstico llegó a Europa aproximadamente hacia el año 60. d.C. pero nunca se extendió mucho en este continente. No se sabe cuándo se introdujeron las plantas por primera vez en América. Las primeras semillas probablemente se llevaron al hemisferio occidental en barcos de esclavos procedentes de Africa. El Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América entregó las primeras semillas de sorgo en 1857 y desde ese momento introdujo, junto con otras agencias, numerosos materiales de diferentes partes del mundo.

La primera noticia de un sorgo crecido como cultivo en Estados Unidos de América se atribuye a William R. Prince de Nueva York, en 1853.

Los primeros sorgos dejaban mucho que desear como cultivo granífero, eran muy altos y, por lo tanto, susceptibles al vuelco y difíciles de cosechar. Además maduraban muy tardamente y sólo tuvieron éxito en las regiones del sur de E.U.A.

El progreso más trascendental se inició con las investigaciones de Oriunby y Stephens de Texas. Los híbridos se hicieron realidad hacia 1950 y actualmente los rendimientos alcanzan más de 13,440 kg/ha en los sorgos graníferos híbridos (Bennett & Tucker, 1986).

Según datos reportados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, la producción de sorgo del estado de Aguascalientes para 1991 fue de 3092 toneladas lo que representa el 0.1% del total nacional (INEGI, 1993).

El grano de sorgo está compuesto principalmente de almidones, azúcares, proteínas, grasas y aceites. La proteína promedia aproximadamente 10%, la grasa 3% y los almidones y azúcares alrededor del 10%. La cubierta de la semilla sólo contiene ceras. El resto del grano está constituido por diversas sustancias y elementos minerales. En el cuadro 1 se muestra la composición mineral promedio del grano de sorgo.

* Departamento de Biología. Centro Básico. Universidad Autónoma de Aguascalientes.



Cuadro 1.
Composición mineral promedio del grano de sorgo

Elemento	Porcentaje	Elemento	Porcentaje
Nitrógeno	1.80	Magnesio	0.15
Fósforo	0.30	Hierro	0.014
Potasio	0.40	Manganeso	0.011
Azufre	0.15	Cobre	0.008
Calcio	0.04		

El grano de sorgo se puede almacenar con 11 a 13% de humedad. La mayor parte de los elevadores de granos tienen instalados sistemas de secado y pueden recibir granos con más de 13% de humedad, pero usualmente puede disminuirse el precio ajustándolo al contenido de humedad.

El punto importante a recordar en el almacenamiento de granos, ya sea en el establecimiento o en el depósito comercial, es mantener las pérdidas en un mínimo (Bennett & Tucker, 1986). Puede haber tanto pérdidas de calidad como de cantidad. Las pérdidas de la calidad del sorgo se producen por factores bióticos y abióticos. Entre los factores bióticos se encuentran hongos, insectos, ácaros y roedores. Los hongos causan pérdida de la germinación de las semillas, ennegrecimiento o manchado de los granos, calentamiento, producción de toxinas, enmohecimiento y compactación (Jelinek, 1988).

Insectos, ácaros y roedores contaminan los granos con sus excretas, son diseminadores de esporas, influyen en el calentamiento de los granos y en casos extremos destruyen completamente el recurso alimenticio (Christensen & Kaufmann, 1976; Moreno, 1987). Los factores abióticos que causan pérdidas en la cantidad y calidad de sorgo son el contenido de humedad, humedad relativa, temperatura y tiempo de almacenamiento (Christensen & Kaufmann, 1976; Bennett & Tucker, 1986).

El sorgo granífero se utiliza en su mayoría para engorda de ganado, aves de corral, una pequeña cantidad se emplea como alimento y propósitos industriales, así como para exportación.

En lo referente a exportación, hace 10 años la mayor parte del grano de sorgo se exportó, actualmente la tendencia es la de incrementar el consumo local de los engordadores de ganado en las áreas de producción. La comercialización actual también incluye retener el grano para conseguir ventajas en los aumentos normales de precios estacionales.

Por lo anteriormente mencionado se consideró importante conocer el efecto de factores bióticos (hongos) y abióticos (contenido de humedad, humedad relativa, temperatura y tiempo de almacenamiento) sobre la calidad de la semilla de sorgo en varias muestras obtenidas en establecimientos comerciales de la ciudad de Aguascalientes.

METODOLOGIA

El estudio se realizó con 12 muestras de sorgo obtenidas en diferentes establecimientos comerciales de Aguascalientes, Ags.

El sorgo fue colocado en vasos de plástico perforados, los cuales a su vez fueron acomodados en cajas de plástico transparentes de 40 x 20 x 10 cm sobre un enrejado, de manera que los vasos no estuvieran en contacto con la solución saturada de Nitrato de Magnesio para H.R. de 55% y Cloruro de Potasio para H.R. de 85% (Winston & Bates, 1960). La caja fue sellada con cinta adhesiva e incubada a 25°C.

Cada muestra se almacenó dentro de la caja por triplicado. Posteriormente se realizaron pruebas de germinación, contenido de humedad y micoflora a los 33, 61, 95, 131 y 159 días para H.R. de 55% y a los 25, 60 y 95 días para la H.R. de 85%.

El contenido de humedad de sorgo fue determinado empleando el método de secado en la estufa (Moreno, 1984), el cual consiste en secar 5 g de sorgo a 130°C durante 18 horas. El contenido de humedad se obtuvo por diferencia de peso y se expresó en porcentaje con base al peso húmedo.

Para determinar el porcentaje de germinación fue utilizado el método descrito por Moreno & Ramírez (1989) que consiste en colocar 100 granos de sorgo entre dos toallas de papel húmedas, posteriormente se enrollaron y guardaron en bolsas de plástico a 25°C. Para inducir la germinación de las semillas de sorgo fue necesario un tratamiento de preenfriamiento durante cuatro días a 10°C. El conteo se realizó a los 4 y 10 días.

Para determinar la micoflora se utilizaron 25 granos por repetición, los cuales fueron desinfectados superficialmente con hipoclorito de sodio al 2% durante 2 min., luego se sembraron en malta-sal-agar (MSA) y se incubaron a 25°C. La obtención de cultivos puros de los hongos que atacan al sorgo se realizó en Czapek, MSA, etc. Se realizaron microcultivos para distinguir con mayor claridad conidios, conidióforos, cleistotecios, etc., según la técnica mencionada por Lappe (1977). Se utilizaron claves elaboradas por Raper & Thom (1949), Raper & Fennell (1965), Moreno (1988) para la identificación de las especies de *Aspergillus* y *Penicillium* y para la identificación de los hongos imperfectos se utilizaron las claves de Barnett & Hunter (1972).

RESULTADOS

A 55% de H.R. las muestras 1, 2, 3, 5, 9, 10 y 12 desde el inicio del experimento presentaron porcentajes de germinación por abajo de 26% y no tuvieron cambios significativos al finalizar el experimento, mientras que las muestras 4, 6, 7, 8 y 11 después de 5 meses mostraron un decremento en el porcentaje de germinación.

En las 12 muestras, el contenido de humedad disminuyó paulatinamente hasta los 95 días y aumentó a partir de los 131 días.

Desde el inicio del experimento, las muestras 1, 2, 3, 5, 9, 10 y 12 presentaron hongos de almacén correspondientes a especies de *Aspergillus* (*A. glaucus*, *A. ruber*, *A. niger*, etc.) y *Penicillium*.

Al final del experimento, se observó un aumento en el número de *A. glaucus*, *A. ruber* y *A. niger*. Como hongo de campo se encontró a *Cladosporium* en las muestras 3 y 12.

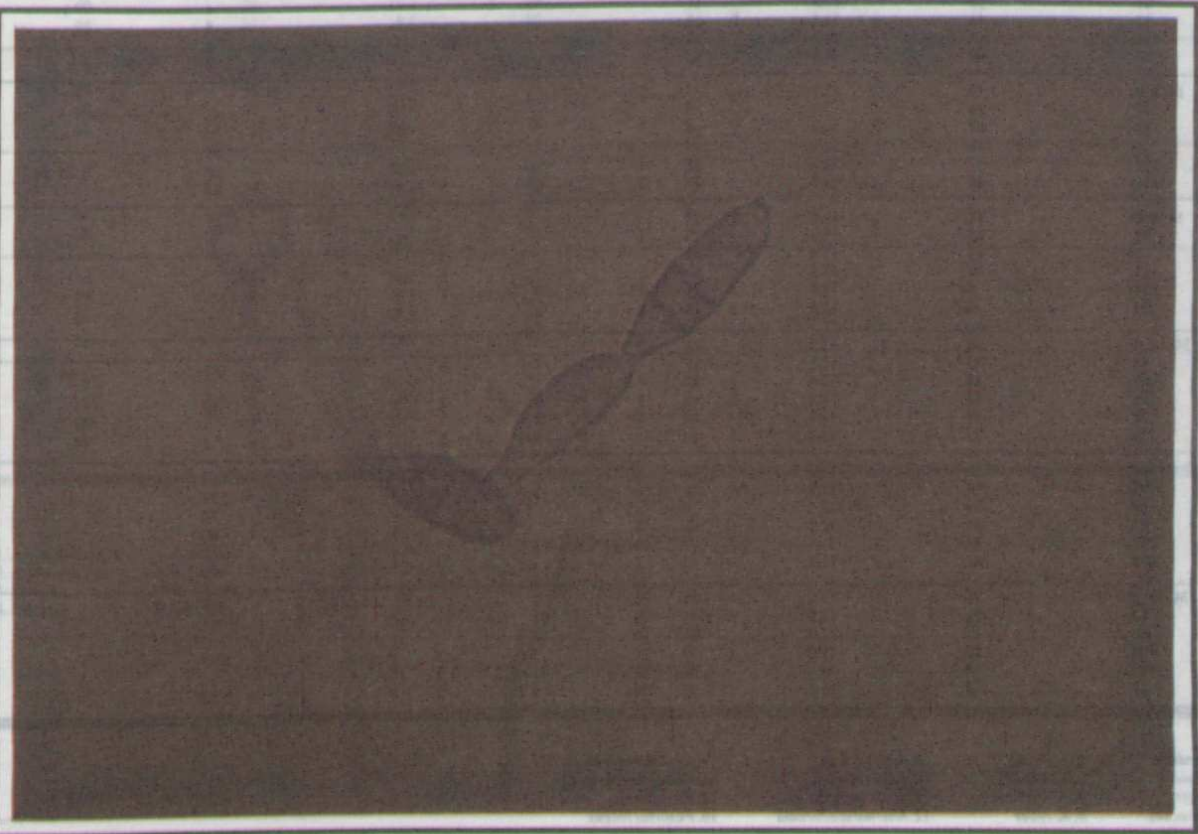
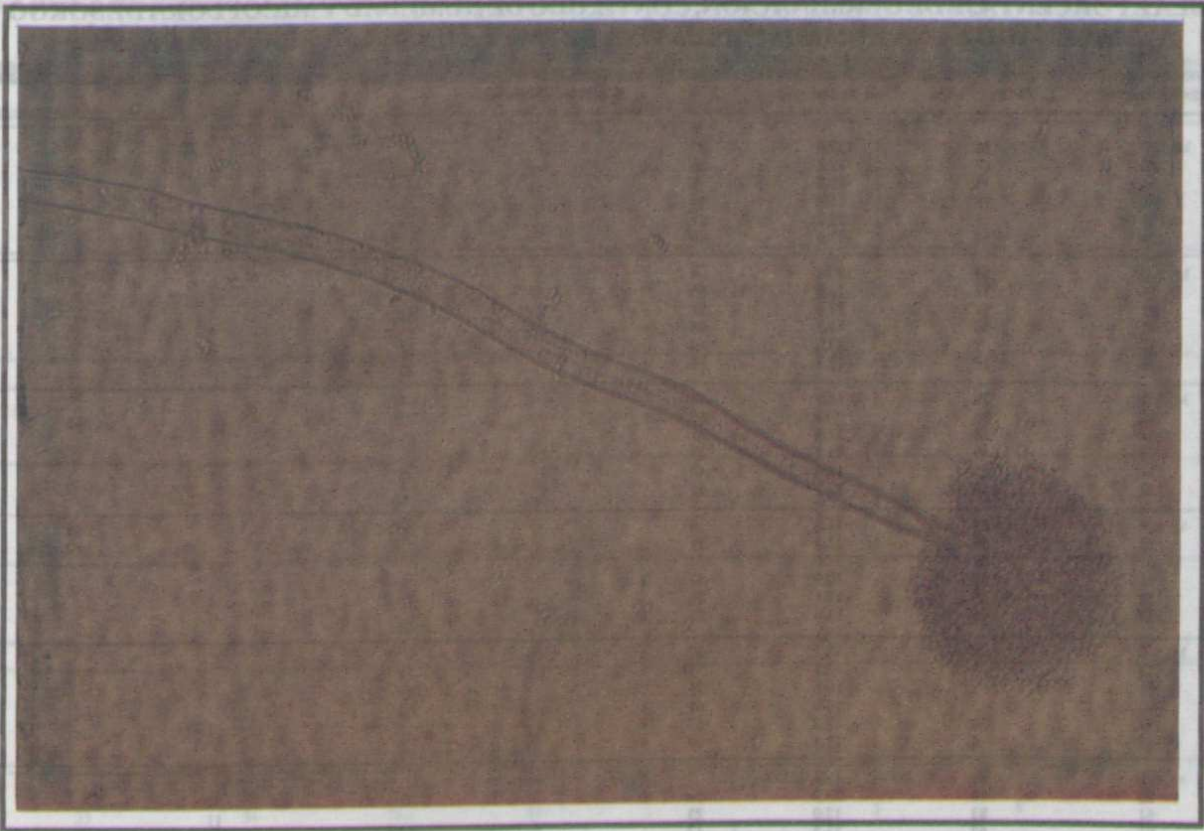


TABLA 1. PORCENTAJE DE GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y MICOFLORA DE SORGO ALMACENADO A UNA HUMEDAD RELATIVA DE 55% Y A UNA TEMPERATURA DE 25° C.

Días de almacenamiento	% Germinación	Cont. de humedad	% de Semillas infestadas															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
M. 1 0	16	12.05																
33	17	12.8		24													10	
61	17	11.7		20													8	
95	19	11.4		8													1	
131	9	12.2		44													8	
159	10	13.5		61													24	
				63													17	
M. 2 0	13	13.01		4														
33	13	12.9		63														
61	14	11.6		47														
95	15	11.5		88														
131	7	12.3		78														
159	10	13.2		89														
M. 3 0	24	11.9		8														
33	28	13		13														
61	23	11.4		17														
95	19	11.1		47														
131	15	12.4		40														
159	14	12.7		65														
M. 4 0	66	11.2		4														
33	64	12.2		11														
61	65	11.0		4														
95	68	10.9		41														
131	39	12.1		64														
159	35	12.6		25														
M. 5 0	6	12.1		30														
33	4	12.5		37														
61	1	10.8		27														
95	2	10.9		65														
131	4	12.2		67														
159	4	12.4		69														
M. 6 0	83	12.4																
33	82	12.2																
61	83	12.0																
95	67	11.3																
131	76	12.6																
159	55	12.5																
M. 7 0	66	11.8		2														
33	68	11.7		11														
61	52	12.2		11														
95	44	11.1		37														
131	41	11.5		47														
159	40	11.5		56														
M. 8 0	79	12.2																
33	74	12.1																
61	67	12.7																
95	53	12.7																
131	47	12.0																
159	46	12.8																
M. 9 0	17	12.5		26														
33	15	12.5		39														
61	13	12.4		12														
95	10	12.5		69														
131	8	11.8		71														
159	8	11.8		71														
M. 10 0	26	12.0		22														
33	25	12.1		27														
61	18	12.4		20														
95	18	12.3		43														
131	19	11.5		44														
159	22	11.7		43														
M. 11 0	69	13.1																
33	68	12.2																
61	54	12.0																
95	51	12.3																
131	43	11.4																
159	41	11.8																
M. 12 0	26	13.6		48														
33	22	12.9		31														
61	12	12.2		67														
95	10	12.2		73														
131	4	11.3		59														
159	8	11.6		73														

- | | | | |
|------------------------|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1. <i>A. candidus</i> | 5. <i>A. oryzae</i> | 9. <i>A. tamaritii</i> sp. | 13. <i>Cladosporium</i> sp. |
| 2. <i>A. glaucus</i> | 6. <i>A. petrakii</i> | 10. <i>Penicillium</i> sp. | 14. <i>Helminthosporium</i> sp. |
| 3. <i>A. niger</i> | 7. <i>A. restrictus</i> | 11. <i>Scopulariopsis</i> sp. | 15. <i>Fusarium</i> sp. |
| 4. <i>A. ochraceus</i> | 8. <i>A. ruber</i> | 12. <i>Alternaria alternata</i> | 16. <i>Fusarium roseus</i> |

TABLA 2. PORCENTAJE DE GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y MICROFLORA DE SORGO ALMACENADO A UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% Y A UNA TEMPERATURA DE 25°C.

Días de almacenamiento	% Germinación	Cont. de humedad	% de Semillas infestadas														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
M. 1 0	16	12.05		24												18	
25	9	15.8		12												8	
60	2	19.6	3	89	1	4		3	18							1	
95	0	16.9	9	79				1	16							12	
M. 2 0	13	13.01		4													
25	12	15.7		48													
60	3	18.1	1	76		1		3									
95	1	16.1	7	68				5	11				8				
M. 3 0	24	11.9	2	8												2	
25	16	15.2	3	21	1											1	
60	4	18.0	3	99		1		1									
95	3	15.7	12	93		3		7	4			8					
M. 4 0	66	11.2		4													
25	41	15.7		33	3				4							2	
60	11	17.2	15	99					4			3				1	
95	5	15.8	27	93	1				1			11					
M. 5 0	6	12.1		30	2												
25	2	15.6	1	41						5							
60	2	17.9	5	89	1	1		1	15								
95	0	15.6	1	93	1			9	6			1	1				
M. 6 0	83	12.4														64	
25	56	17.3	1	33					4							24	
60	18	20.4	3	88					4				3			6	
95	13	17.8	7	95					4	7		5					
M. 7 0	66	11.8		2												2	
25	54	16.1		51								3				5	
60	12	17.9	11	93	1				3								
95	9	16.6	12	89		1			1			5					
M. 8 0	79	12.2			2											64	
25	12	17.2		8								1				47	
60	26	19.7	1	93									4			1	
95	16	17.6		89					5			4					
M. 9 0	17	12.5	2	26												2	
25	14	16.5		39								1					
60	2	19.0	9	88	4	1		1	9			1					
95	1	17.6	15	71	1			1				4					
M. 10 0	26	13.0		22	2											4	
25	15	16.6		31	7	3			1			1				1	
60	4	18.5	19	87					1	13				1			
95	4	17.1	29	89	1	3			7			5		3			
M. 11 0	69	13.1														12	
25	50	17.1		8	1	1										94	
60	10	18.7		63						4		7				13	
95	7	16.6	1	79	4				1			21				32	
M. 12 0	26	13.6		48	30	2										8	
25	16	16.8	1	40	16	8						4				4	
60	4	19.0	8	88	19	8		4	1			1					
95	4	17.1	21	69	13			3	1			5					

- | | | | |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1. <i>A. candidus</i> | 5. <i>A. petrakii</i> | 9. <i>Penicillium</i> sp. | 13. <i>Helminthosporium</i> sp. |
| 2. <i>A. glaucus</i> | 6. <i>A. ruber</i> | 10. <i>Scopulariopsis</i> sp. | 14. <i>Fusarius</i> sp. |
| 3. <i>A. niger</i> | 7. <i>A. tamaritii</i> | 11. <i>Alternaria alternata</i> | 15. <i>Fusarius roseus</i> |
| 4. <i>A. oryzae</i> | 8. <i>A. terreus</i> | 12. <i>Cladosporium</i> sp. | |

Las muestras 4, 6, 7, 8 y 11 inicialmente presentaron hongos de campo como *Alternaria alternata*, *Fusarium*, *Cladosporium* y *Helminthosporium*. Como hongo de almacén se presentó *Aspergillus glaucus* en las muestras 4 y 7 (Tabla 1).

A 85% de H.R., todas las muestras presentaron una disminución significativa en el porcentaje de germinación desde los 25 días hasta el final del experimento.

El contenido de humedad de las semillas se incrementó durante los 2 primeros meses de almacenamiento, sin embargo, a los 95 días ya presentaron un decremento.

En lo referente a micoflora, hubo un aumento de los hongos de almacén como *A. glaucus*, *A. niger* y *A. ruber* y aparecieron otras especies como *A. petrakii*, *A. tamaritii* y *A. candidus*, etc. Como hongos de campo se encontraron *Fusarium*, *Cladosporium* y *Alternaria alternata* (Tabla 2).

DISCUSION

Cuando el sorgo se almacenó a una H. R. de 55%, la semilla se conservó sin riesgo de deterioro durante tres meses, lo que concuerda con Bennett & Tucker (1986), los cuales mencionan que el sorgo debe ser almacenado a humedades relativas bajas para evitar su deterioro. El contenido de humedad se mantuvo más o menos constante durante todo el período de almacenamiento.

Las muestras 4, 6, 7, 8 y 11 presentaron hongos de campo que luego fueron sustituidos por especies de *Aspergillus* y *Penicillium*. En las muestras restantes desde el principio se observó la presencia de *Aspergillus glaucus* y *Penicillium*, durante el transcurso del almacenamiento hubo un aumento en el número de estos hongos, también aparecieron otras especies como *A. ruber*, *A. niger*, etc. Lo anterior concuerda

con lo mencionado por Moreno (1987), el cual señala que diferentes especies de *Aspergillus* y *Penicillium* crecen en contenidos de humedad entre 13 y 20%.

A 85% de H.R. aumentó rápidamente el contenido de humedad, el deterioro del grano fue más notorio al observarse una rápida disminución de la germinación. Respecto a micoflora, disminuyeron los hongos de campo y aumentaron los hongos de almacén causantes del deterioro de las semillas como lo señala Moreno (1984).

CONCLUSIONES

1) Para el tratamiento de 55% de humedad relativa, en las muestras 4, 6, 7, 8 y 11 se observó un paulatino descenso en el porcentaje de germinación durante el período de almacenamiento, así como un aumento gradual del contenido de humedad y baja infestación de hongos de almacén, lo que indica que estas semillas pueden ser utilizadas para fines agrícolas y como alimento para el hombre. Las otras siete muestras pueden ser utilizadas como alimento para aves de corral y engorda del ganado.

2) En humedades relativas de 85%, las 12 muestras presentaron en menor tiempo disminución de la germinación, aumento en el contenido de humedad y un mayor ataque de hongos de almacén, lo que nos permite concluir que esta humedad es la menos indicada para conservar por un mayor tiempo la semilla de sorgo.

3) A mayor humedad relativa se incrementa el contenido de humedad, aumentan los hongos de almacén y decrece el poder germinativo de las semillas de sorgo.

4) El hongo de almacén predominante durante el experimento fue *Aspergillus glaucus*.

5) El hongo de campo encontrado con mayor frecuencia fue *Alternaria alternata*.

6) En las muestras estudiadas no se presentaron problemas de insectos, ácaros y roedores.

BIBLIOGRAFIA

- A de Dios, C. 1988. Mermas y pérdidas en el acopio de grano. *Postcosecha* 8:9-12.
- Barnett H.L. & Hunter, B.B. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minnesota. 241 pp.
- Bennett, W.F. & Tucker B. 1986. Producción moderna del sorgo granifero. Editorial Hemisferio Sur. 1-117.
- Christensen, C.M. & H.H. Kaufmann. 1976. Contaminación por hongos en granos almacenados. Ed. Pax. Mex. 199 pp.
- Ibar A., L. 1984. El sorgo. Editorial Aedos. Barcelona. 5-150.
- INEGI. 1993. Aguascalientes hoy. 119 pp.
- Jelinek F.C. 1988. Distribución de las micotoxinas. *Postcosecha* 8:12-33.
- Lappe O., P. 1977. Acción de algunos fungicidas en la conservación de Maíz y Triticale Tesis Fac. de Ciencias, UNAM México 112 pp.
- Magan, N. 1990. Early Detection of Fungi in Stored Grain. *International Biodeterioration & Biodegradation* 32:145-160.
- Moreno M.E. 1983. Combate de los Hongos de Granos Almacenados. Coloquio Internacional sobre la Conservación de granos y semillas almacenados. *Inst. de Biol. U.N.A.M.*:412-439.
- Moreno M., E. 1984. Análisis Físicos y Biológicos de Semillas Agrícolas. *Inst. de Biol. U.N.A.M. México*. 383 pp.
- Moreno M., E. 1987. El papel de los hongos de almacén en la conservación de granos y semillas. *Postcosecha* 7:25-27.
- Moreno M., E. 1988. Manual para la Identificación de Hongos en Granos y sus Derivados. *Inst. de Biol. U.N.A.M. México*. 109 pp.
- Moreno M., E. 1991. La Investigación en Postcosecha de Granos y Semillas. *Memorias de la II Reunión Nacional sobre la Problemática de Postcosecha de Granos y Semillas. UNIGRAS. Inst. de Biol. U.N.A.M. México*: 1-4.
- Pardavé D., M. & Moreno M., E. 1977. Efecto de Diferentes Condiciones de Almacenamiento sobre la Viabilidad de las Semillas de Soya. *An. Inst. de Biol. U.N.A.M.* 47-53. *Ser. Botánica*: 61-72.
- Pardavé D., M. 1993. La Susceptibilidad de Maíz y Frijol Almacenados al Ataque de Hongos en el Municipio de Jesús María, Ags., Tópicos de Investigación y Posgrado III (2): 16-21.
- Ramírez M., M. 1981. Insectos y Almacenamiento de Granos. *Naturaleza* 2:92-102.
- Raper K. B. & Thom C. 1949. *A manual of the Penicillia*. The Williams & Wilkins Company, Baltimore. 875 pp.
- Raper K. B. & Fennel D.I. 1965. *The Genus Aspergillus*. The Williams & Wilkins Company, Baltimore. 689 pp.
- Robles S.R. 1982. Producción de Granos y Forrajes. *Limusa. México*. 680 pp.
- Winston P.W. & Bates D.H. 1960. Saturated Solution for the Control of Humidity in Biological Research. *Ecology* 41:232-237.
- Wong C.F.J. et al. 1987. Distribución y abundancia de insectos de granos almacenados en el Estado de Sonora. *Postcosecha* 7:25-29.
- NOTA: El presente estudio fue apoyado por las estudiantes de la carrera de Biología: Yazmín Quirino, Ruth Ortega, Adriana Romero, Tania Sánchez y Lorena Castaño, como parte de su Servicio Social.