

ALMACENAMIENTO HERMETICO DE SEMILLAS DE MAIZ TRATADAS CON FUNGICIDAS

por *Ernesto Moreno**,
*Jorge Ramírez **
y *Carmen Márquez***

HERMETIC STORAGE OF MAIZE SEEDS TREATED WITH FUNGICIDES

SUMMARY

Storage tests were performed in order to define the possible phytotoxic effects of the fungicides benomyl, captan, carbendazim*m and thiabendazole on maize seed stored under hermetic conditions. The maize kernels with moisture contents of 16.9-17.3% were treated with the fungicides, at a rate of 750 ppm. of active ingredient, and stored for 120 days at 27°C. Benomyl and thiabendazole had phytotoxic effects. Seeds treated with these fungicides had lower percentages of germination than the control seeds, and lower than those treated with captan and carbendazim*m.

RESUMEN

Se almacenaron durante 120 días a 27°C y bajo condiciones herméticas, semillas de maíz con contenidos de humedad de 16.9-17.3%, tratadas con los fungicidas: benomyl, captan, carbendazim*m y tiabendazol, con una dosis de 750 ppm. de ingrediente activo, con el objeto de determinar el posible efecto fitotóxico de los fungicidas bajo estas condiciones de almacenamiento. Los fungicidas benomyl y tiabendazol mostraron ser fitotóxicos. Las se-

* Instituto de Biología, UNAM, México, D.F., 04510.

** Instituto de Química, UNAM, México, D.F., 04510.

millas tratadas con estos fungicidas tuvieron germinaciones más bajas que las usadas como testigo y también más bajas que las tratadas con captan y carbendazim *m.

INTRODUCCION

Es difícil mantener la viabilidad de semilla de maíz en áreas tropicales donde la humedad relativa es alta, ya que la semilla alcanza contenidos de humedad alrededor de 16-18%, lo que propicia el desarrollo de los hongos de almacén (*Aspergillus* y *Penicillium*), siendo éstos una de las principales causas de la pérdida de viabilidad de las semillas (Christensen y Kaufmann, 1969). Actualmente se utilizan diferentes tecnologías para contrarrestar el efecto nocivo de los hongos e insectos del almacén sobre la calidad de los productos almacenados. Entre estas tecnologías se encuentran el secado y aereación de los granos o semillas, el uso de bajas temperaturas en los almacenes, el almacenamiento hermético, el de atmósferas controladas y el uso de sustancias químicas, principalmente para el control de insectos (Burrell, 1982; Foster, 1982; Foster y Tuite, 1982; Harein, 1982; Hyde y Burrell, 1982).

En cuanto al combate químico de los hongos de almacén, éste se ha restringido al uso de ciertos ácidos orgánicos y sus sales, como el ácido propiónico, para preservar granos húmedos, con 20-30% de contenido de humedad, destinados a la alimentación de animales (Christensen y Sauer, 1982). En el caso de semillas y granos con contenidos de humedad más bajos, 15 a 18%, no se había tenido éxito con el uso de fungicidas en el combate de los hongos de almacén (Christensen, 1972). Sin embargo, recientemente se han obtenido resultados muy promisorios para el combate químico de estos microorganismos (Moreno y Vidal, 1981; Moreno y Ramírez, 1985). Como ya se señaló, otra de las alternativas para preservar granos y semillas es el almacenamiento hermético, ya que niveles bajos de oxígeno y altos de CO₂, inhiben el desarrollo de los hongos (Banks, 1981).

Se sabe que en granos almacenados en forma hermética, con contenido de humedad superiores al 16%, ocurre cierta fermentación anaeróbica, lo cual ocasiona que el microambiente de las semillas sea diferente al de semillas que se encuentran en la atmósfera de un almacenamiento normal. Este microambiente, por los productos de la fermentación anaeróbica, puede interactuar con los fungicidas aplicados a la semilla, lo cual podría interferir con el efecto benéfico que se ha observado con estos fungicidas (Moreno y Vidal 1981).

Por lo anteriormente expuesto, el presente trabajo se llevó a cabo con el fin de determinar si existe algún efecto deletéreo, para la semilla tratada con fungicidas cuando se almacena con contenidos de humedad y temperatura, que favorecen la formación de una atmósfera con alto contenido de CO₂ y bajo contenido de oxígeno, como ocurre en el almacenamiento hermético.

MATERIALES Y METODOS

MAIZ. Se utilizó semilla de maíz de la variedad comercial V-524, con 95% de germinación y 10.9% de contenido de humedad. No se detectaron hongos de almacén.

CONTENIDO DE HUMEDAD. El contenido de humedad de las semillas se determinó con el método de secado en estufa a 103°C, durante 72 horas, utilizando para ello dos muestras de 5-10 g de cada una de las repeticiones del experimento, calculándose el contenido de humedad con base al peso húmedo de la semilla. El contenido de humedad del lote original se determinó con ocho repeticiones.

GERMINACION. El porcentaje de germinación de la semilla de maíz se determinó colocando 200 semillas de cada repetición entre toallas de papel húmedo, las que se incubaron a 25°C. El conteo de las plántulas se hizo a los 4 y 7 días.

AJUSTE DEL CONTENIDO DE HUMEDAD. El contenido de humedad de la semilla se ajustó mediante la adición de agua (Pixton, 1967).

MICOFLOA. Para la determinación del número y clase de hongos en las semillas, 25 de ellas, de cada repetición, fueron desinfectadas superficialmente con hipoclorito de sodio al 2% durante dos minutos y sembradas en un medio selectivo para hongos de almacén, MSA (2% malta, 6% sal y 2% de agar), e incubadas a 27°C, hasta que los hongos pudieron ser contados e identificados. La micoflora del lote original se determinó con cien semillas.

DETERMINACION DEL OXIGENO Y BIOXIDO DE CARBONO. Las determinaciones de las concentraciones de oxígeno y bióxido de carbono, de cada una de las repeticiones, se llevó a cabo por cromatografía de gases en un equipo Perkin Elmer modelo Sigma 1, en el cual se inyectaron por duplicado muestras de 0.5 ml de aire que se extrajo de la atmósfera de los frascos cerrados herméticamente, en los que se almacenó la semilla de maíz.

FUNGICIDAS. Se utilizaron cuatro fungicidas, benomyl, captan, carben-dazim*m y tiabendazol, que fueron aplicados a la semilla en una dosis de 750 ppm., junto con 7 ml de agua y 0.8 ml de adherente Dupont por kilo-gramo de semilla.

ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA. El lote inicial de la semilla fue de seis kilogramos, que fueron ajustados a un contenido de humedad de la se-milla de 16.5%, 24 horas antes de la aplicación de los fungicidas. La aplica-ción se hizo independientemente y en forma aleatoria para cada una de las cuatro repeticiones de cada tratamiento con una dosis de 750 ppm. de ingre-diente activo. Cada repetición fue de 100 g de semilla que se almacenaron en un frasco de vidrio que se cerró herméticamente y se incubaron a 27°C. El tratamiento testigo consistió de semilla sin fungicida.

El experimento se realizó bajo un diseño factorial con cuatro repeticio-nes. El período de almacenamiento fue de 120 días llevándose a cabo mues-treos a los 40, 80 y 120 días. En cada uno de los muestreos se determinaron los porcentajes de germinación, contenido de humedad, micoflora, concen-tración de oxígeno y bióxido de carbono mediante los métodos descritos an-teriormente.

Además del experimento antes mencionado, se almacenaron semillas de maíz de la misma variedad, en una humedad relativa de 85%, la cual se man-tuvo mediante el uso de una solución saturada de KCl (Winston y Bates, 1960), con el objeto de observar el desarrollo de hongos y su efecto sobre la viabilidad de la semilla de maíz.

RESULTADOS Y DISCUSION

El cuadro 1 muestra los resultados obtenidos a los 40 días de almacena-miento, de la semilla de maíz almacenada bajo condiciones herméticas con contenidos de humedad de 17.0-17.4%. La germinación de las semillas tes-tigo y las tratadas con fungicidas, a excepción de las tratadas con benomyl, prácticamente se mantuvo igual que la germinación original de la semilla. De acuerdo con el análisis estadístico, solamente la germinación de la semi-lla tratada con el fungicida benomyl fue significativamente diferente del resto de los tratamientos, incluyendo el testigo que no tuvo aplicación de fungicidas.

A los 80 días de almacenamiento, cuadro 2, el contenido de humedad se mantuvo estable, 16.9-17.1% y las semillas tratadas con carbendazim^m fueron las que tuvieron el más alto porcentaje de germinación, observándose nuevamente que las tratadas con benomyl fueron las que presentaron el mayor deterioro de su viabilidad. A los 120 días, cuadro 3, con contenidos de humedad de 17.1-17.3%, la germinación declinó drásticamente en todos los tratamientos, siendo la semilla tratada con benomyl la que presentó el porcentaje más bajo de germinación.

En ninguno de los tres muestreos, 40, 80 y 120 días, se aislaron hongos de almacén cuando las semillas se sembraron en el medio de cultivo selectivo para estos hongos; lo cual se debió tanto al tratamiento con fungicidas como al efecto de la atmósfera que se generó principalmente por la respiración de las semillas. Como era de esperarse en almacenamiento hermético, el nivel de oxígeno bajó drásticamente desde los primeros 40 días y el nivel de CO₂ aumentó hasta alcanzar niveles de 45.9 a 73.4%.

En el cuadro 4 se muestra la germinación y los hongos de semillas de maíz almacenadas con un contenido de humedad de 16.1 a 16.7% , en una humedad relativa de 85%. En este caso debido a la presencia de oxígeno si hubo desarrollo de hongos, los cuales ocasionaron una rápida pérdida de viabilidad de las semillas, en comparación con las semillas en almacenamiento hermético.

La germinación de las semillas sin fungicida en almacenamiento hermético, fue superior a la germinación de las semillas almacenadas en una atmósfera normal, lo que puede observarse al comparar los cuadros 1, 2 y 3 con el cuadro 4, lo cual señala el beneficio que se tiene con éste método de almacenamiento.

De los resultados obtenidos, se puede concluir que bajo estas condiciones de almacenamiento, benomyl y tiabendazol tuvieron un efecto fitotóxico, ya que la germinación de las semillas tratadas con estos fungicidas fue inferior a la germinación de las semillas testigo. La germinación de las semillas tratadas con captan y carbendazim^m fue semejante a la semilla que no fue tratada con fungicidas por lo que se concluye que éstos no fueron fitotóxicos.

CUADRO 1

SEMILLA DE MAIZ V-524 TRATADA CON FUNGICIDAS (750ppm),
ALMACENADA 40 DIAS BAJO CONDICIONES HERMETICAS A 27°C

TRATAMIENTO	%* C.H.	**% GERMINACION	% CO ₂	% O ₂
Carbendazim*m	17.0	97 ₁ ***	31.4	2.4
Captan	17.1	96a	41.5	2.5
Tiabendazol	17.4	96a	36.0	4.3
Testigo	17.1	95a	38.8	2.5
Benomyl	17.0	83b	30.2	7.0

* Contenido de humedad promedio de ocho repeticiones

** Germinación promedio de 4 repeticiones de cien semillas cada una.

*** Números con letras diferentes son significativamente diferentes.

CUADRO 2

SEMILLA DE MAIZ V-524 TRATADA CON FUNGICIDAS (750 ppm),
ALMACENADA 80 DIAS BAJO CONDICIONES HERMETICAS A 27°C

TRATAMIENTO	%* C.H.	**% GERMINACION	% CO ₂	% O ₂
Carbendazim*m	17.0	95a***	52.6	1.8
Captan	17.1	90b	57.2	2.0
Tiabendazol	16.9	90b	66.7	1.6
Testigo	17.1	88b	54.9	1.4
Benomyl	17.1	57c	58.5	1.2

* Contenido de humedad promedio de ocho repeticiones

** Germinación promedio de 4 repeticiones de cien semillas cada una.

*** Números con letras diferentes son significativamente diferentes.

CUADRO 3

SEMILLA DE MAIZ V-524 TRATADA CON FUNGICIDAS (750 ppm),
ALMACENADA 120 DIAS BAJO CONDICIONES
HERMETICAS A 27°C

TRATAMIENTO	%* C.H.	%** GERMINACION	% CO ₂	% O ₂
Captan	17.1	44a***	58.1	3.0
Carbendazim*m	17.3	43a	68.6	1.7
Testigo	17.2	42a	63.9	1.7
Tiabendazol	17.2	25b	73.4	1.6
Benomyl	17.2	3c	45.9	2.4

* Contenido de humedad promedio de ocho repeticiones

** Germinación promedio de 4 repeticiones de cien semillas cada una

*** Números con letras diferentes son significativamente diferentes según la prueba de Duncan al 0.05%.

CUADRO 4

SEMILLAS DE MAIZ V-524 ALMACENADA 120 DIAS EN UNA
HUMEDAD RELATIVA DE 85% A 27°C.

PERIODO DE ALMACENA- MIENTO.	CONTENIDO DE HUMEDAD* %	GERMINA- CION** %	%SEMILLA INVADIDA POR		
			<i>Aspergillus</i>		<i>Penicilium</i> sp.
			1	2	
30	16.7	75	15	23	9
60	16.5	33	51	36	26
90	16.5	19	46	37	34
120	16.1	14	20	21	60

* Contenido de humedad promedio de ocho repeticiones

** Germinación promedio de 4 repeticiones de cien semillas cada una.

1: *A. glaucus*; 2: *A. tamari*

LITERATURA CITADA

- Banks, H.J., 1981. Effects of controlled atmosphere storage on grain quality: a review. *Food Technology in Australia* 33: 355-340.
- Burrell, N.L. 1982. Refrigeration, In: C. M. Christensen (ed.): *Storage of Cereal grains and their products*. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, 407-441.
- Christensen, C.M., 1972. *Micoflora and seed deterioration*, In: Roberts, E.H. (ed.): *Viability of Seeds*. Chapman and Hall, Londres. 59-93.
- Christensen, C.M. y D.B. Saucer, 1982. Micoflora, In: C.M. Christensen (ed.): *Storage of cereal grains and their products*. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, 219-240
- Foster, G. H., 1982. Dying cereal grains, In: C.M. Christensen (ed): *Storage of cereal grains and their products*. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, 79-116.
- Foster, G. H. y J. F. Tuite, 1982. Aeration an stored grain management, In: C.M. Christensen (ed): *Storage of cereal grains and their products*. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, 117-143.
- Harein, P.K., 1982. Chemical control alternatives of stored-grain insects, In: C.M. Christensen (ed): *Storage of cereal grains and their products*. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, 319-362.
- Hyde, M.B. y N.J. Burrell, 1982. Controlled atmosphere storage, In: C.M. Christensen (ed.): *Storage of cereal grain and their products*. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, 443-478.
- Moreno, M.E. y G. Vidal G., 1981. Preserving the viability of stored maize seed with fungicides. *Plant Disease* 65: 260-261.
- Moreno, M.E. y J. Ramírez G., 1985. Protective effect of fungicides on corn seed stored with low and high moisture content. *Seed Sci. and Technol.* 13: 285-290.
- Pixton, S.W., 1967. Moisture content-its significance and measurement in stored product. *J. Stored Prod. Res.* 3: 35-47.
- Winston, P.W. y U.H. Bates, 1960. Saturated solutions for the control of humidity in biological research. *Ecology* 41: 232-237.