

TRATAMIENTO QUÍMICO PARA LA PRESERVACIÓN DE SEMILLA DE MAÍZ ALMACENADA EN UNA ALTA HUMEDAD RELATIVA

ERNESTO MORENO-MARTÍNEZ*

JORGE RAMÍREZ-GONZÁLEZ*

RESUMEN

Semillas de maíz tratadas con los fungicidas benomyl, captan, clorotalonil, captafol, carbendazim m y tiabendazol, así como con las mezclas benomyl+clorotalonil, benomyl+captan, carbendazim m+clorotalonil y captafol+tiabendazol, fueron almacenadas a 26°C durante 220 días en una humedad relativa de 85%, con el objeto de observar el efecto protector de estos fungicidas sobre el poder germinativo de las semillas de maíz almacenadas bajo condiciones que favorecen un rápido desarrollo de los hongos de almacén.

La dosis fue de 750 ppm de ingrediente activo, en el caso de los fungicidas individuales y de 375 ppm de cada fungicida en la mezcla.

El fungicida clorotalonil y las mezclas en las que interviene este fungicida fueron los mejores tratamientos. Los fungicidas captan, carbendazim m y captafol y las mezclas benomyl+captan y captafol+tiabendazol protegieron, en forma satisfactoria, la viabilidad de la semilla de maíz durante 200 días.

Estos resultados representan una alternativa para preservar la viabilidad de la semilla de maíz en ciertas zonas cálidas húmedas de nuestro país, por ejemplo algunas áreas de Veracruz en donde no se puede almacenar esta semilla por más de tres meses sin que pierda su poder germinativo.

ABSTRACT

Maize seeds treated with fungicides benomyl, captan, chlorothalonil, captafol, carbendazim m and thiabendazole; as well as with a mixture of benomyl+chlorothalonil, benomyl+captan, carbendazim m+chlorothalonil and captafol + thiabendazole were stored at 26°C for 220 days under 85% relative humidity, in order to determine the protective effect of those fungicides on the germinability of maize seeds stored under conditions which allow a fast growth of storage fungi. The seed treatment rate was 750 ppm of active ingredient for the individual products and 375 ppm for each product in the mixture for two fungicides.

The fungicide chlorothalonil and its mixtures, were more effective in maintaining seed viability for the entire storage period than the others. The fungicides captan, carbendazim m and captafol+thiabendazole effectively maintained seed viability for 200 days.

These results represent an effective alternative for preserving the viability of maize seeds in those areas where the climatic conditions do not allow to stored maize seeds for more than three months without losing germinability.

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

INTRODUCCIÓN

Uno de los efectos nocivos causados por los hongos de almacén es la pérdida de la viabilidad de las semillas agrícolas; esto es común que ocurra con la semilla de maíz que se almacena en las regiones cálidas húmedas de nuestro país. En estas regiones, debido a las condiciones climáticas que favorecen el rápido desarrollo de los hongos, el almacenamiento de las semillas de maíz resulta altamente riesgoso y frecuentemente se tienen pérdidas que afectan la economía de los agricultores. Por estas razones es necesario desarrollar técnicas para el combate de estos hongos y una alternativa para la solución de este problema es el uso de fungicidas.

En trabajos recientes se ha demostrado plenamente que los hongos de almacén pueden ser combatidos mediante el uso de ciertos fungicidas (Moreno y Vidal, 1981; Moreno *et al.* 1982; Moreno y Ramírez, 1984). Además de demostrar la posibilidad del uso de los fungicidas para la conservación de las semillas, lo cual no se consideraba factible (Christensen, 1969), la investigación sobre el combate químico de los hongos de almacén tiene como objetivos determinar los límites del uso de ciertos fungicidas que han sido efectivos en el combate de los hongos de almacén, así como estimular el desarrollo de fungicidas más específicos, que tengan una mayor efectividad bajo las condiciones en que se almacenan las semillas agrícolas.

Con base en los resultados de un trabajo previo (Moreno y Ramírez, 1983), en el cual se observó que si bien los fungicidas protegieron la viabilidad de la semilla durante 150 días, no hubo una clara diferenciación entre tratamientos, ya que la germinación de las semillas tratadas con algunos fungicidas era alta y similar (86-92%); por lo que para el presente trabajo se seleccionaron algunos de los fungicidas y mezclas más efectivos, y la semilla tratada con los fungicidas se almacenó durante 220 días con el fin de permitir que se manifestaran diferencias de efectividad entre tratamientos, así como para determinar el máximo periodo de protección.

MATERIAL Y MÉTODOS

Semilla de maíz. Se usó semilla de híbrido comercial H-412, la cual inicialmente tenía una germinación del 98% y una humedad de 11.3%. La semilla se secó al sol inmediatamente después de la cosecha, por lo que no presentaba invasión por hongos de almacén.

Contenido de humedad. Para la determinación del contenido de humedad de la semilla, se utilizó el método de secado en estufa recomendado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1979). El contenido de humedad se calculó con base al peso húmedo de la semilla.

Porcentaje de germinación. El porcentaje de germinación se determinó colocando 200 semillas de cada repetición, en toallas de papel húmedo, los que se enrollaron e incubaron a 25°C durante 7 días. La determinación del porcentaje de

germinación de la semilla del lote original se realizó con 400 semillas, de acuerdo con las reglas de la Association of Official Seed Analysts (1981).

Determinación del número y clase de hongos. La determinación del número y clase de hongos en la semilla, se llevó a cabo con 25 semillas de cada repetición, que 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% agar), e incubadas durante 7 días a 26°C, tiempo en que se realizó la cuantificación y determinación de los hongos. Para la determinación de la micoflora de la semilla del lote inicial, se utilizaron 100 semillas, no habiéndose observado desarrollo de hongos del almacén.

Fungicidas. En la realización de este trabajo se utilizaron seis fungicidas, (benobyl, captan, clorotalonil, captafol, carbendazim y tiabendazol) y las mezclas entre los fungicidas: benomyl y clorotalonil, benomyl y captan, carbendazim m y clorotalonil y captafol con tiabendazol. Los fungicidas individuales y las mezclas se aplicaron con 7 ml de agua y 2 ml de adherente (spreader sticker) por kilogramo de semilla, con una dosis de 750 ppm de ingrediente activo en el caso de los fungicidas individuales y 375 ppm de cada uno de los fungicidas en la mezcla, excepto en la mezcla entre carbendazim m (10% carbendazim + 65 maneb), y clorotalonil, en la que la dosis fue de 50 ppm de carbendazim, 325 ppm de maneb y 375 ppm de clorotalonil.

Almacenamiento de la semilla. Para la prueba de almacenamiento se utilizaron 17.6 kg de la semilla del híbrido H-412, los cuales fueron distribuidos en 44 unidades experimentales de 400 gramos cada una. La aplicación de los fungicidas individuales y de las mezclas se llevó a cabo en forma aleatoria para cada una de las unidades experimentales. Las cuatro repeticiones de cada tratamiento fueron colocadas al azar dentro de una cámara de almacenamiento, cuya humedad relativa de 85% fue mantenida mediante una solución saturada de cloruro de potasio (Winston y Bates, 1960). La temperatura fue de 26°C durante todo el periodo de almacenamiento que fue de 220 días.

En cada uno de los muestreos, a los 180, 200 y 220 días, se determinaron los porcentajes de germinación, contenido de humedad y la micoflora de las semillas. El experimento se realizó bajo un diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados más importantes se sumarian en las tablas 1, 2 y 3. El contenido de humedad de las semillas tratadas con los fungicidas individuales y las mezclas, así como el de las semillas testigo, fluctuó entre 15.4 y 16.0; humedad que favoreció el desarrollo de los hongos de almacén.

Un análisis de varianza de los datos de germinación durante el periodo de almacenamiento de 220 días, mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en la interacción tiempo/tratamientos, por lo que se decidió fijar el tiempo y realizar un análisis de varianza por cada tiempo de almacenamiento o muestreo.

A los 180 días de almacenamiento (Tabla 1) el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre tratamientos, por lo que se llevó a cabo la prueba de contraste de medias de Duncan, para detectar las diferencias entre tratamientos. Esta prueba de rango múltiple mostró que con excepción de los tratamientos benomyl, tiabendazol y testigo, la mayoría de los fungicidas y las mezclas utilizadas protegieron eficientemente la viabilidad de las semillas, manteniendo germinaciones superiores al 90%. Las semillas que mantuvieron un alto porcentaje de viabilidad prácticamente no presentaron invasión por hongos, en cambio las semillas no tratadas con fungicidas y las tratadas con benomyl y tiabendazol presentaron una severa invasión por especies del grupo *Aspergillus glaucus*.

El análisis de varianza de los datos de germinación a los 220 días de almacenamiento (Tabla 2), igualmente detectó diferencias altamente significativas ... ($P < 0.01$) entre tratamientos.

La prueba de rango múltiple de Duncan mostró que los tratamientos clorotalonil, benomyl+clorotalonil, benomyl+captan y captan fueron iguales entre sí y superiores a los tratamientos captafol y captafol+tiabendazol. Por otra parte, los tratamientos carbendazim m y carbendazim m+clorotalonil no se pudieron diferenciar de los dos grupos mencionados. Los tratamientos benomyl, tiabendazol y tuvieron germinaciones entre 42 y 50%; benomyl fue superior al tratamiento testigo y tiabendazol no se pudo diferenciar de estos dos tratamientos. Al igual que a los 180 días, se observó que las semillas con alto poder germinativo no presentaron invasión de hongos en el grado que la presentaron las semillas testigo y las tratadas con benomyl y tiabendazol.

A los 220 días de almacenamiento (Tabla 3) el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre tratamientos; con el fin de determinar las diferencias entre tratamientos, se llevó a cabo la prueba de rango múltiple de Duncan. Esta prueba mostró que los tratamientos benomyl + clorotalonil, y carbendazim+clorotalonil fueron iguales entre sí y superiores a todos los demás tratamientos con excepción de benomyl+captan que no se pudo diferenciar de los tratamientos mencionados. Igual que a los 180 y 200 días los tratamientos benomyl, tiabendazol y testigo fueron los que tuvieron los promedios de germinación más bajos. En cuanto a la micoflora se observó que los tratamientos benomyl y tiabendazol al igual que el testigo presentaron altos porcentajes de hongos de almacén. Los demás tratamientos prácticamente no presentaron invasión por hongos de almacén.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran que el fungicida clorotalonil y las mezclas con este fungicida fueron los tratamientos que mejor mantuvieron su capacidad protectora a través del periodo de almacenamiento, además los fungicidas captan, carbendazim m y captafol y las mezclas benomyl+captan y captafol+tiabendazol protegieron en forma satisfactoria la viabilidad de la semilla almacenada durante 200 días. Los fungicidas benomyl y tiabendazol no protegieron la viabilidad de las semillas en ninguno de los periodos de almacenamiento.

Aparentemente no hubo efecto "sinérgico" entre fungicidas, ya que las se-

millas tratadas con las mezclas no presentaron germinaciones más altas que las semillas tratadas con alguno de los fungicidas de la mezcla.

Los resultados obtenidos representan una buena alternativa para preservar la viabilidad de la semilla de maíz en ciertas áreas cálidas húmedas de nuestro país, en donde no se puede almacenar esta semilla por más de tres meses sin que pierda su poder germinativo.

LITERATURA CITADA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS, 1981. Rules for testing seeds. *J. of Seed Tech.* 6 (2) 125.
- CHRISTENSEN, C. M. y H. KAUFMANN, 1969. *Grain Storage. The role of storage fungi in the loss of quality.* University of Minnesota Press, Minneapolis, 153 p.
- MORENO, M. E. y G. G. VIDAL, 1981. Preserving the viability of stored maize seed with fungicides. *Plant Diseases* 65 260-261.
- , G. J. RAMÍREZ, M. MENDOZA y G. VALENCIA, 1982. Efecto de fungicidas sobre la conservación de semillas de maíz previamente invadida por hongos de bodegaje. *Turrialba* 32 (2): 97-101.
- , y G. J. RAMÍREZ, 1983. Mezcla de fungicidas para la preservación de semillas de maíz almacenadas en una humedad relativa de 85%. *Anales Inst. Biol. Univ. Nat. Autón. México*, Ser. Bot. 54 (en prensa).
- , y G. J. RAMÍREZ, 1984. Protective effect of fungicides on corn seed stored with low and high moisture content. *Seed Science and Technology* (en prensa).
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 1976. *Grain equipment Manual GR 916-6.* Federal Grain Inspection Service, Standardization Division, Richards - Geabayer A. F. B., Kansas City, MO.
- WINSTON, P. W., y BATES, V. H., 1960. Saturated solutions for the control of humidity in biological research. *Ecology* 41: 242-237.

TABLA 1

GERMINACIÓN, CONTENIDO DE HUMEDAD Y MICOFLORA DE MAÍZ H-412, TRATADO CON FUNGICIDAS Y ALMACENADO DURANTE 180 DÍAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% A 26°C

<i>Tratamiento</i>	* <i>Contenido de humedad %</i>	** <i>Germinación %</i>	% <i>semillas invadidas por Aspergillus glaucus</i>
Captan	15.5	94 a	0
Carbendazim *M	15.5	94 a	5
Carbendazim *M + Clorotalonil	15.5	94 a	2
Clorotalonil	15.5	93 a	0
Benomyl + Captan	15.4	92 a	0
Benomyl + Clorotalonil	15.5	92 a	3
Captafol + Tiabendazol	15.5	91 a	5
Captafol	15.5	90 a	8
Benomyl	15.4	54 b	89
Tiabendazol	15.5	54 b	100
Testigo	15.4	50 c	86

* Promedio de 8 repeticiones.

** Promedio de 8 repeticiones de 100 semillas cada una. Números con letras diferentes son significativamente diferentes (P=0.05; contraste de Duncan).

TABLA 2

GERMINACIÓN, CONTENIDO DE HUMEDAD Y MICOFLORA DE MAÍZ H-412, TRATADO CON FUNGICIDAS Y ALMACENADO DURANTE 200 DÍAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% A 26°C

<i>Tratamiento</i>	* <i>Contenido de humedad %</i>	** <i>Germinación %</i>	% <i>semillas invadidas por Aspergillus glaucus</i>
Clorotalonil	15.8	92 a	1
Benomyl + Clorotalonil	15.7	91 a	0
Benomyl + Captan	15.6	90 a	6
Captan	15.7	89 a	6
Carbendazim *M	15.6	87 ab	2
Carbendazim *M + Clorotalonil	15.6	87 ab	1
Captafol	15.7	82 b	15
Captafol + Tiabendazol	15.7	82 b	5
Benomyl	15.7	50 c	85
Tiabendazol	15.8	45 cd	100
Testigo	15.6	42 d	97

* Promedio de 8 repeticiones.

** Promedio de 8 repeticiones de 100 semillas cada una. Números con letras diferentes son significativamente diferentes (P=0.05; contraste de Duncan).

TABLA 3

GERMINACIÓN, CONTENIDO DE HUMEDAD Y MICROFLORA DE MAÍZ H-412, TRATADO CON FUNGICIDAS Y ALMACENADO DURANTE 220 DÍAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% A 26°C

<i>Tratamiento</i>	* <i>Contenido de humedad %</i>	** <i>Germinación %</i>	<i>% semillas invadidas por Aspergillus glaucus</i>
Benomyl + Clorotalonil	15.7	82 a	0
Clorotalonil	15.8	81 a	0
Carbendazim *M + Clorotalonil	15.7	81 a	0
Benomyl + Captan	15.7	74 ab	2
Captan	15.9	71 b	3
Captafol	15.7	71 b	4
Carbendazim *M	15.7	68 b	10
Captafol + Tiabendazol	15.9	67 b	12
Benomyl	15.7	39 c	90
Testigo	15.7	39 c	100
Tiabendazol	16.0	35 c	100

* Promedio de 8 repeticiones.

** Promedio de 8 repeticiones de 100 semillas cada una. Números con letras diferentes son significativamente diferentes ($P=0.05$; contraste de Duncan).