

Preservación de Semilla de Maíz Tratada con Fungicidas, Almacenada con Diferentes Contenidos de Humedad¹

E. Moreno M. *, J. Ramirez G. *, H. Plata B. *

ABSTRACT

Fungicide-treated seeds of maize, previously infected with storage fungi, lost their viability faster than treated seeds not previously infected with fungi.

However, some of the fungicides protected the seed viability up to 120 days; germination of previously infected seeds, when treated, ranged from 83 to 88%, while only 64% of control seeds germinated. On the other hand, the germination of the initially non-infected seeds, during the same storage period, ranged from 87 to 92% and the control seed germination was 66%.

At 180 days the initially infected seeds treated with carbendazim*m, captan and chlorotalonil had 78, 76 and 76% germination, respectively; the other treated and control seeds had lower rates of germination, ranging from 42 to 62%.

Non-infected seed treated with carbendazim*m, captan, captafol and chlorotalonil had germination rates of 86, 89, 89 and 92% respectively. Seeds treated with benomyl, thiabendazole, and the control seed had germination rates of 68, 71 and 62%, respectively.

Seed with a high initial humidity content (18%) lost its viability faster than that with medium (14%) or low (10%) content. Such loss occurred faster when seed was treated with benomyl than with carbendazim*m.

According to the results, it seems that the viability loss for treated seeds is due in part to high seed moisture content, the action of undetected fungi, and perhaps to a phytotoxicity effect of the fungicides which, under these storage conditions, was not clearly defined.

INTRODUCCION

El combate de los hongos de almacén mediante el uso de fungicidas es una alternativa en la preservación de las semillas almacenadas en las regiones calientes y húmedas Moreno y Vidal (1); Moreno y Ramírez (4). Para emplear los fungicidas en forma eficiente y segura es necesario conocer sus limitaciones de uso. En este sentido se han realizado diversos trabajos con el fin de definir la dosis más adecuada, la efectividad del fungicida en semillas con bajo y alto contenido de humedad, los períodos de pro-

COMPENDIO

Semillas de maíz tratadas con fungicidas, previamente invadidas con hongos de almacén, perdieron su viabilidad más rápidamente que las semillas no invadidas por estos hongos. Sin embargo, algunos de los fungicidas protegieron la viabilidad de las semillas por más de 120 días; la germinación de semilla tratada, previamente invadida, presentó promedios de 83 a 88%, mientras que el testigo tuvo 64%. Por otro lado la germinación de la semilla inicialmente no invadida, en el mismo tiempo de almacenamiento, fue de 87 a 92% y del testigo 66%.

A los 180 días de almacenamiento la semilla inicialmente no invadida y tratada con carbendazim*m, captan, captafol y clorotalonil tuvo germinaciones de 86, 89, 89 y 92% respectivamente; y la semilla tratada con benomyl, con tiabendazol y testigo 68, 71 y 62% respectivamente.

La semilla de maíz con un alto contenido de humedad inicial (18%) perdió más rápidamente su viabilidad que la de contenido medio (14%) o bajo (10%). Tal pérdida fue más rápida cuando se trató la semilla con benomyl que con carbendazim*m.

De acuerdo a los resultados la pérdida de viabilidad de la semilla de maíz tratada con fungicidas se debe al contenido de humedad; a la posible actividad de hongos que no fueron detectados por la acción de residuos del fungicida en el medio de cultivo y tal vez a un ligero efecto fitotóxico de los fungicidas, que bajo las condiciones en que se realizaron estas pruebas de almacenamiento no fue posible definir con claridad.

tección y la acción de los fungicidas en semillas ya invadidas por hongos de almacén Moreno *et al.* (2) almacenaron lotes de semillas de maíz, invadida y no invadida por hongos de almacén, tratada con fungicidas. En este trabajo utilizaron semilla con contenido de humedad de 16.5% e hicieron la prueba a una humedad relativa de 85% encontrando que, una vez invadida la semilla, los fungicidas no tenían la misma efectividad que cuando se les aplica como preventivos. La humedad inicial de la semilla en ese experimento fue alta, 16.5% por lo que la pérdida de viabilidad de la semilla fue rápida; una de las posibles causas de la rápida pérdida de viabilidad, entre otras, pudo ser la fitotoxicidad de algunos de los fungicidas bajo esas condiciones de humedad, por lo que se consideró interesante probar los mismos fungicidas en semillas con humedad más baja (15.0-15.3%), tanto

¹ Recibido para publicación el 14 de mayo de 1985.

* Laboratorio de Conservación de Granos y Semillas Instituto de Biología, UNAM. 04510 México, D.F. México.

en semillas invadidas, como en semilla libre de hongos de almacén al momento de aplicar los fungicidas; así como la realización de una prueba de almacenamiento con semillas con diferente contenido de humedad iniciales, 14, 16 y 18%, para tratar de determinar el efecto protector de dos de los fungicidas estudiados, carbendazim^m M y benomyl, en función del contenido inicial de humedad al momento de la aplicación del fungicida

MATERIALES Y METODOS

Semilla de maíz. Para las pruebas con semilla invadida o no invadida tratada con fungicidas se utilizó semilla del híbrido comercial H-412, con 99% de germinación, humedad de la semilla de 9.7% y libre de invasión por hongos de almacén. Para la prueba de aplicación de fungicidas a semilla almacenada con diferentes contenidos de humedad, se utilizó semilla de la variedad V-524, con una germinación inicial de 99% y un contenido de humedad de 9.8%. Igualmente las semillas de la variedad V-524 no estaban invadidas por hongos de almacén.

Germinación. La viabilidad de las semillas se midió a través del porcentaje de germinación el cual se determinó colocando 100 semillas de cada repetición entre toallas de papel húmedas, las que se enrollaron e incubaron a 25°C, durante siete días, llevándose a cabo conteos de germinación a los cuatro y siete días Moreno (3)

Contenido de humedad. Para determinar el contenido de humedad de las semillas empleó el método de secado en estufa del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (6) El contenido de humedad se expresó en porcentaje con base en peso húmedo de la semilla. El contenido de humedad deseado en la semilla se ajustó mediante la adición de agua Pixton (5)

Micoflora. Para la determinación del número y clase de hongos se utilizaron 25 semillas en cada repetición del experimento, que fueron desinfectadas superficialmente con hipoclorito de sodio al 2% durante dos minutos, sembradas en MSA (2% de malta, 6% de sal y 2% de agar) e incubadas a 27°C, hasta que las colonias pudieran ser contadas e identificadas

Fungicidas. Para la prueba de fungicidas en semilla invadida o no invadida por hongos, se utilizaron seis fungicidas: benomyl, captan, clorotalonil, carbendazim^m, captafol y tiabendazol. Para la segunda prueba, sobre la aplicación de fungicidas en semilla con diferentes contenidos de humedad, se utilizaron dos fungicidas, benomyl y carbendazim^m. En ambas pruebas se utilizaron dosis de 750 ppm de ingrediente

activo. La cantidad de fungicida se aplicó junto con 7 ml de agua y 0.8 ml de adherente (Spreader Sticker, de Dupont), por kg de semilla.

Almacenamiento de las semillas. Aplicación de fungicidas a semillas previamente invadidas o no invadidas por hongos. El lote inicial de la semilla utilizada en este experimento fue de 18 kg, el cual se dividió en dos lotes iguales de 9 kg cada uno (lote 1 y lote 2). El lote 1 fue ajustado a un contenido de humedad de 16.5% y se almacenó durante siete días a 27°C, para favorecer la invasión de la semilla por hongos de almacén; al término de este periodo, el lote se secó a un contenido de humedad de 12.1%. Un día antes de la aplicación de los fungicidas los lotes 1 y 2 se ajustaron a un contenido de humedad aproximado de 14.5% y antes de almacenar las semillas se determinaron en cada lote los porcentajes de germinación, contenido de humedad y micoflora (Cuadro 1)

La aplicación de los fungicidas se hizo en forma aleatoria para cada una de las cuatro repeticiones de cada tratamiento. Cada repetición fue de 390 g, que se almacenaron en cestas perforadas de plástico, las cuales a su vez se colocaron en cámaras conteniendo una solución saturada de sulfato de amonio, para mantener una humedad relativa de 80% Winston y Bates (7). Las unidades experimentales se colocaron al azar dentro de las cámaras de humedad relativa bajo un diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones. Las cámaras con la humedad relativa se mantuvieron en un cuarto incubadora a 27°C durante todo el periodo de almacenamiento, que fue de 180 días. Se realizaron muestreos a los 60, 120 y 180 días y en cada uno de ellos se determinaron los porcentajes de germinación, contenido de humedad y micoflora, mediante los métodos descritos anteriormente.

Aplicación de los fungicidas de benomyl y carbendazim^m a semilla con diferentes contenidos de humedad. El lote inicial de semilla de maíz V-524 fue de 7.2 kg, el cual se dividió en 24 unidades experimentales de 300 g cada una, para obtener cuatro repeticiones para cada uno de los tres contenidos de humedad (10, 14 y 18%) probados por fungicida. Los fungicidas fueron aplicados en forma aleatoria e independiente a cada una de las cuatro repeticiones del experimento. Cada repetición se almacenó en cestas perforadas de plástico, las cuales a su vez se colocaron dentro de cámaras de humedad relativa de 85%, manteniéndose ésta con una solución saturada de cloruro de potasio Winston y Bates (7).

Las 24 unidades experimentales se distribuyeron completamente al azar dentro de las cámaras de humedad relativa de 85% y el experimento se realizó bajo un diseño de parcelas divididas con cuatro repe-

Cuadro 1. Germinación, contenido de humedad y micoflora iniciales de la semilla de maíz H-412.

Lote de semilla		Germinación ¹ %	Contenido de humedad ² %	Semillas invadidas por hongos % <i>Aspergillus glaucus</i>
1	(Invadido)	96	14.7	12
2	(No invadido)	98	14.6	0

1 Promedio de cuatro repeticiones de 100 semillas cada una
2 Promedio de cinco repeticiones.

ciones. Las cámaras de almacenamiento se mantuvieron en cuatro incubadoras con temperatura controlada de 26-27°C. El período de almacenamiento fue de 150 días, realizándose muestreos a los 50, 100 y 150 días. En cada uno de los muestreos se determinaron los porcentajes de germinación, contenido de humedad y micoflora de la semilla mediante los métodos descritos anteriormente.

RESULTADOS Y DISCUSION

Aplicación de fungicidas a semillas previamente invadidas por hongos.

Los resultados de germinación se muestran en el Cuadro 2. El contenido de humedad se mantuvo entre 15.0 y 15.3% durante los 180 días de almacenamiento.

El análisis de varianza de los datos de germinación durante los 180 días de almacenamiento, no mostró

diferencias significativas (0.05) en la interacción de los tres factores, (invasión, tratamientos y tiempo), pero sí se detectaron diferencias altamente significativas (0.01), en las interacciones de tratamientos con tiempo, invasión con tiempo y de invasión con tratamientos; por lo tanto se decidió fijar al tiempo, para poder determinar la relación entre invasión y tratamientos en cada uno de los períodos de muestreo de 60, 120 y 180 días.

Almacenamiento a 60 días. El contenido de humedad de las semillas fluctuó entre 15.1 y 15.3%. El análisis de varianza de los datos de germinación a los 60 días de almacenamiento no mostró efectos significativos (0.05) en la interacción invasión-tratamientos, pero sí se encontraron diferencias altamente significativas (0.01), entre los lotes invadidos y no invadido, y entre tratamientos. Por lo que se realizó un análisis de varianza por separado para cada uno de los lotes, encontrándose en el lote 1, (invadido), por medio de la prueba de rango múltiple de Duncan, que los trata-

Cuadro 2. Germinación* de semilla de maíz, invadida y no invadida por hongos de almacén, tratada con fungicidas, almacenada 180 días en una humedad relativa de 80% a 26°C**.

Tratamiento (750 ppm)	Semilla previamente invadida			Semilla previamente no invadida		
	60	120 (Días)	180	60	120 (Días)	180
Benomyl	96 a***	88 a	44 c	98 a	95 a	68 b
Captan	97 a	88 a	76 a	98 a	96 a	89 a
Clorotalonil	95 ab	86 a	76 a	98 a	94 ab	92 a
Carbendazim*m	94 ab	85 a	78 a	97 a	92 abc	86 a
Captafol	93 ab	85 a	62 b	97 a	89 bc	89 a
Tiabendazol	93 ab	83 a	46 c	96 a	87 c	71 b
Testigo	85 b	64 b	42 c	88 b	66 d	62 c

* Porcentaje de germinación promedio de cuatro repeticiones de 100 semillas cada una

** El contenido de humedad de la semilla se mantuvo entre 15.0 y 15.3% durante todo el período de almacenamiento

*** Números con letras diferentes son significativamente diferentes (Duncan, 0.05)

mientos captan y benomyl, que fueron los que presentaron los porcentajes de germinación más altos, 97 y 96% respectivamente, fueron estadísticamente superiores al tratamiento testigo, presentando éste el porcentaje de germinación más bajo, 85% (Cuadro 2); los tratamientos clorotalonil, carbendazim^m, captafol y tiabendazol, no pudieron diferenciarse de los dos grupos anteriores. En el lote 2 (no invadido), la prueba de Duncan mostró que todos los tratamientos con fungicidas fueron estadísticamente iguales entre sí y superiores al tratamiento testigo, que fue el que presentó el porcentaje más bajo de germinación, por lo que las diferencias detectadas entre tratamientos está dada por la diferencia entre el testigo y los tratamientos con fungicidas (Cuadro 2)

Almacenamiento a 120 días. El contenido de humedad de la semilla fluctuó entre 15.1 y 15.3%. El análisis de varianza para los datos de germinación a los 120 días de almacenamiento, no mostró efectos significativos (0.05) en la interacción invasión-tratamientos, pero sí se encontraron diferencias altamente significativas (0.01) entre los lotes invadido y no invadido y entre tratamientos. Por lo que se realizó un análisis de varianza por separado para cada uno de los lotes

El análisis de varianza de los datos de germinación de la semilla del lote 1 (invadido) mostró diferencias significativas (0.05) entre tratamientos, por lo que se llevó a cabo la prueba de rango múltiple de Duncan, encontrándose que todos los tratamientos con fungicidas resultaron iguales entre sí y superiores al tratamiento testigo, que fue el que presentó el promedio de germinación más bajo, 64% (Cuadro 2).

El análisis de varianza de los datos de germinación del lote 2 (no invadido) mostró diferencias altamente significativas (0.01) entre tratamientos, por lo que se realizó la prueba de Duncan, encontrándose que los tratamientos captan y benomyl fueron iguales entre sí y superiores a los tratamientos captafol, triabendazol y testigo. Los tratamientos clorotalonil y carbendazim^m, no pudieron diferenciarse de los tratamientos captan y benomyl ni del tratamiento captafol (Cuadro 2).

Almacenamiento a 180 días. El contenido de humedad fluctuó entre 15.1 y 15.3%. El análisis de varianza para los datos de germinación a los 180 días de almacenamiento no mostró efectos significativos (0.05) en la interacción invasión-tratamientos, pero sí entre los lotes invadido y no invadido y entre tratamientos. Por lo que se realizó un análisis de varianza por separado para cada uno de los lotes

El análisis de varianza de los datos de germinación de la semilla del lote 1 (invadido) mostró diferencias

significativas (0.05) entre tratamientos, por lo que se llevó a cabo una prueba de rango múltiple de Duncan, encontrándose que los tratamientos carbendazim^m, captan y clorotalonil resultaron estadísticamente iguales entre sí y superiores a todos los demás tratamientos. A pesar de que estos fungicidas protegieron la viabilidad de la semilla de maíz inicialmente invadida por hongos de almacén, esta protección no fue suficiente para mantener el porcentaje de germinación superior al 85%, que es el requerido para las siembras agrícolas con semilla certificada

El análisis de varianza de los datos de germinación del lote 2 (no invadido) mostró diferencias altamente significativas (0.01) entre tratamientos, por lo que se realizó la prueba de Duncan, encontrándose que los tratamientos captan, clorotalonil, captafol y carbendazim^m resultaron iguales entre sí y superiores a los tratamientos tiabendazol, benomyl y testigo, que fue el que presentó el promedio de germinación más bajo, 62% (Cuadro 2).

En general, se puede decir que en las semillas tratadas con los diferentes fungicidas no se manifestaron los hongos durante el almacenamiento, con excepción de las tratadas con captafol y captan, que presentaron una ligera invasión por estos microorganismos

Al comparar los resultados de este trabajo con los obtenidos por Moreno *et al.* (2), resalta la importancia de la humedad sobre la viabilidad de las semillas. Las semillas tratadas por ellos, con los mismos fungicidas utilizados en este trabajo, pero con contenido de humedad entre 16.4 y 16.9%, perdieron más rápidamente su poder germinativo. La germinación de la semilla inicialmente no invadida por hongos, tratada con fungicidas y almacenada 120 días, fluctuó de 54 a 91% y de la semilla testigo solamente germinó 26% Moreno *et al.* (2). En cambio en el mismo periodo de almacenamiento, pero con menor contenido de humedad, 15.0-15.3% las germinaciones fluctuaron entre 87 y 96% y las semillas testigo tuvieron una germinación de 66%. En ambos trabajos se ha demostrado el efecto protector de los fungicidas, cuando las semillas son almacenadas en contenidos de humedad de 15.0 a 16.9%; en los cuales la germinación de las semillas tratadas con algunos de los fungicidas fue muy superior a la de la semilla testigo. También hay que resaltar que en ambos trabajos se puede inferir el efecto de la humedad de la semilla sobre su deterioro biológico, independientemente del ocasionado por los hongos, ya que no obstante que los fungicidas prácticamente no permitieron el desarrollo de los hongos, la viabilidad de las semillas sigue decreciendo a través del periodo de almacenamiento.

En el presente trabajo se observó que al final del período de almacenamiento, 180 días, las semillas tratadas con benomyl y tiabendazol tuvieron germinaciones semejantes a las de las semillas testigo, tanto las semillas previamente invadidas como las que al inicio del almacenamiento estaban libres de hongos; en cambio, a los 120 días, estos mismos tratamientos sí protegieron la viabilidad de las semillas. Este comportamiento puede deberse a la pérdida de efectividad de los fungicidas a través del tiempo, lo que se puede agudizar al aumentar el contenido de humedad. Para estudiar lo anterior se realizó el siguiente experimento, en el cual se almacenaron semillas de maíz en una humedad relativa de 85%, favorable para el deterioro biológico y desarrollo de hongos, con tres diferentes contenidos de humedad inicial, 10, 14 y 18%, tratadas con dos de los fungicidas probados, benomyl, que protegió la germinación de la semilla por menor tiempo que otros fungicidas y carbendazim*m, que tuvo una protección mejor de la viabilidad de la semilla durante todo el período de almacenamiento, siendo superior al tratamiento testigo. Los resultados de este experimento se describen a continuación.

Aplicación de benomyl y carbendazim*m a semilla de maíz con diferentes contenidos de humedad.

Los Cuadros 3 y 4 muestran los promedios de germinación de la semilla tratada con benomyl y carbendazim*m, que fueron almacenadas por 150 días con contenidos de humedad iniciales de 10, 14 y 18%

Los contenidos de humedad de las semillas de la prueba con benomyl y carbendazim*m a lo largo del período de almacenamiento, fluctuaron entre 15.1 y 16.0%

El análisis de varianza de los datos de germinación de la semilla tratada con carbendazim*m mostró diferencias significativas entre tiempos de almacenamiento (0.05) por lo que se realizó un análisis de varianza en cada uno de los tiempos de muestreo.

El análisis de varianza a los 50 días de almacenamiento no mostró diferencias significativas (0.05) entre tratamientos, indicando que durante ese tiempo el fungicida protegió por igual la viabilidad de las semillas en los tres contenidos de humedad, (Cuadro 3).

El análisis de varianza a los 100 días de almacenamiento mostró diferencias altamente significativas (0.01) entre tratamientos, por lo que se llevó a cabo una prueba de rango múltiple de Duncan, la cual mostró que no hubo diferencias significativas entre los promedios de germinación de las semillas con contenidos de humedad de 10 y 14% y que estas resultaron superiores a los de las semillas con humedad de 18%, que fueron las que presentaron el porcentaje de germinación más bajo, 62% (Cuadro 3)

El análisis de varianza a los 150 días de almacenamiento también mostró diferencias significativas (0.05) entre tratamientos, por lo que se realizó la prueba de Duncan, la cual mostró que nuevamente los promedios de germinación de las semillas con contenidos de humedad de 10 y 14% fueron iguales entre sí y superiores al promedio de germinación de la semilla con contenido de humedad de 18%. A pesar de que se encontraron diferencias entre los tratamientos de humedad en este período de almacenamiento los promedios de germinación de los tratamientos son muy bajos para propósitos agrícolas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Semilla de maíz V-524 con diferente contenido de humedad inicial, tratada con carbendazim*m, almacenada durante 150 días en una humedad relativa de 85% a 26°C.

Días de almacenamiento	Contenido de humedad*		Germinación** (%)	Porcentaje de semillas invadidas por <i>Aspergillus glaucus</i>
	Inicial	Final		
50	10	15.3	99 a***	0
	14	15.5	97 a	0
	18	16.0	98 a	0
100	10	15.3	82 a	0
	14	15.5	85 a	0
	18	15.8	62 b	0
150	10	15.3	36 a	0
	14	15.5	34 a	0
	18	15.7	22 b	0

* Contenido de humedad promedio de ocho repeticiones

** Germinación promedio de cuatro repeticiones de 100 semillas cada una

*** Números con letras diferentes son significativamente diferentes (Duncan, 0.05)

Cuadro 4. Semilla de maíz V-524 con diferente contenido de humedad inicial, tratada con benomyl, almacenada durante 150 días en una humedad relativa de 85% a 26°C.

Días de almacenamiento	Contenido de humedad*		Germinación** (%)	Porcentaje de semillas invadidas por <i>Aspergillus glaucus</i>
	Inicial	Final		
50	10	15.1	98 a***	0
	14	15.5	97 a	0
	18	16.0	98 a	0
100	10	15.4	64 a	0
	14	15.5	54 b	0
	18	15.9	29 c	0
150	10	15.3	12 a	0
	14	15.4	11 a	25
	18	15.5	3 b	25

* Contenido de humedad promedio de ocho repeticiones

** Germinación promedio de cuatro repeticiones de 100 semillas cada una

*** Números con letras diferentes son significativamente diferentes (Duncan, 0.05).

El análisis de varianza de los datos de germinación de la semilla tratada con benomyl mostró diferencias altamente significativas entre tiempos de almacenamiento (0.01), por lo que se realizó un análisis de varianza en cada uno de los tiempos de muestreo.

El análisis de varianza a los 50 días de almacenamiento no mostró diferencias significativas entre tratamientos, es decir, que durante ese tiempo el fungicida protegió por igual la viabilidad de las semillas en los tres contenidos de humedad (Cuadro 4).

El análisis de varianza a los 100 días de almacenamiento mostró diferencias altamente significativas (0.01) entre tratamientos, por lo que se llevó a cabo una prueba de rango múltiple de Duncan, la cual mostró que hubo diferencias significativas entre los promedios de germinación de las semillas de los tres contenidos de humedad; en la humedad de 10% el fungicida protegió mejor la viabilidad de la semilla, en cambio en la humedad de 18% el fungicida no protegió la viabilidad con la misma efectividad (Cuadro 4).

El análisis de varianza a los 150 días de almacenamiento también mostró diferencias significativas (0.05) entre tratamientos, por lo que se realizó la prueba de Duncan. Esta prueba mostró que los promedios de germinación de la semilla con contenido de humedad de 10 y 14% fueron iguales entre sí y superiores al promedio de germinación de la semilla con contenido de humedad de 18% (Cuadro 4).

En este experimento se observaron grandes diferencias entre la germinación de las semillas tratadas con ambos fungicidas. Después de 100 días de alma-

cenamiento la semilla tratada con benomyl presentó germinaciones más bajas que la tratada con carbendazim*^m y entre más alto fue el contenido de humedad mayor fue la diferencia entre los fungicidas.

Con el tratamiento de benomyl el desarrollo de hongos de almacén no fue evidente a 50 y 100 días, sino hasta los 180 días y solamente en las humedades de 14 y 18%, lo cual puede ser indicativo de una degradación del compuesto activo de este fungicida.

Por otra parte, estos resultados muestran la importancia del contenido de humedad de las semillas al momento de la aplicación del fungicida, siendo más efectiva la acción del fungicida cuando el contenido de humedad es inferior al 14%. La pérdida de viabilidad de la semilla de maíz en estos experimentos en parte se debe al deterioro biológico normal que es favorecido por la humedad y también, posiblemente debido a cierta acción de los hongos, que si bien no se manifiestan al sembrar las semillas en el medio de cultivo porque pueden ser inhibidos por residuos activos de los fungicidas que no son eliminados con el lavado de hipoclorito de sodio, ya que éste no es un inhibidor de los fungicidas. Por último podría pensarse en un ligero efecto fitotóxico que se va manifestando a lo largo del período de almacenamiento, aún cuando en el primer experimento no hubo germinaciones más bajas que las del tratamiento testigo, sin embargo la viabilidad se vio más afectada a los 180 días en los tratamientos con benomyl y tiabendazol ya que fue similar a la del testigo, requiriéndose un período mayor de 180 días para observar si la viabilidad de las semillas tratadas con estos fungicidas es menor que la del testigo.

Con base en estos resultados se hace necesario realizar una investigación para determinar el efecto de la humedad por sí sola en el deterioro fisiológico, así como el posible efecto fitotóxico de los fungicidas, almacenando lotes de semillas con diferentes contenidos de humedad, tanto libres de hongos de almacén como inoculados, tratados y no tratados con fungicidas y con períodos de almacenamiento superiores a los 180 días; lo cual dará mayor información respecto a las causas de pérdida de viabilidad de las semillas tratadas con estos fungicidas.

LITERATURA CITADA

1. MORENO, M.E.; Vidal, G. 1981 Preserving the viability of sorted maize seed with fungicides *Plant Disease* 65:260-261
2. MORENO, M.E.; RAMIREZ, G.J.; MENDOZA, M.; VALEN-CIA, G. 1982 Efecto de fungicidas sobre la con-servación de semilla de maíz previamente invadida por hongos de bodegaje *Turrialba* 32(2):97-101
3. MORENO, M.E. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas Instituto de Biología, UNAM, México. 385 p.
4. MORENO, M.E.; RAMIREZ, G.J. 1985 Protective effect of fungicides on corn seed stored with low and high moisture contents. *Seed Science and Technology* 13:285-290.
5. PIXTON, S.W. 1967. Moisture content, its significance and measurement in stored products *Journal Stored Production Research* 3:35-47
6. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1979. Grain equipment manual G R 916-6 Federal grain inspection service, Standarization Division, Richards-Geabayer A.F.B. Kansas City Mo
7. WINSTON, P.W.; BATES, D.H. 1960. Saturated solutions for the control of humidity in biological research. *Ecology* 41:232-237.

Reseña de libros

LEOPOLD, A.C. 1985. *Membranes, metabolism, and dry organisms*. Ithaca, New York. Cornell University.

“Membranas, metabolismo y organismos desecados” es un excelente libro de anhidrobiología. Esta es la ciencia que estudia las ventajas adaptativas que por evolución han adquirido ciertos organismos con capacidad para tolerar los efectos de la deshidratación casi absoluta. En consecuencia, también se ocupa de investigar los mecanismos fisiológicos o bioquímicos directamente asociados con la adquisición de dicha tolerancia. Generalmente se admite que las ventajas adaptativas son tres: 1) La desecación provee medios para eludir períodos de estrés ambiental. 2) La desecación permite la suspensión de la actividad metabólica en tiempo de estrés, y 3) la desecación provee un estado de tolerancia a extremos de temperatura que van desde -270°C hasta 370°C .

En esta obra el Dr. Leopold reunió los trabajos presentados por un selecto y variado grupo de profesores de Agricultura, Bioquímica y Biofísica, en una conferencia que se llevó a cabo en la Villa Serbelloni, Bellagio, Italia, entre el 21 y el 25 de octubre de 1985, bajo los auspicios de la Fundación Rockefeller. Consideramos que tanto el Comité de Planeamiento de la reunión como la Editorial de la Universidad de Cornell, han hecho una contribución de alto valor científico y práctico, al presentarnos un libro poco común por la naturaleza de su contenido y por la habilidad con que se organizó el material. Por tanto deseamos congratular a quienes hicieron posible este suceso y recomendamos llenos de confianza su lectura. Además creemos que “Membranes, Metabolism, and Dry Organisms” puede ser de gran provecho como texto en cursos superiores sobre Conservación de Semilla y Polen, o en cursos regulares de Biología Celular Vegetal.

La capacidad de perder agua celular hasta el punto en que la deshidratación del organismo es casi total,

y aún así los efectos no son letales, necesariamente va acompañada de la capacidad para absorber agua, también sin menoscabo de la integridad celular, cuando el organismo vuelve a encontrar condiciones adecuadas para el crecimiento, y debe entonces reactivar su metabolismo. ¿Cómo es que tales procesos se llevan a cabo? ¿Qué reajustes estructurales y funcionales demandan la adquisición de tolerancia al secamiento drástico? ¿A qué velocidad se dan normalmente esos cambios? ¿Cuáles son las sustancias endógenas (metabolitos) que proporcionan mayor protección contra la sequedad y el frío? ¿A qué nivel celular se da la protección? ¿Bajo qué condiciones fisiológicas la deshidratación puede tener efectos irreversibles? ¿Qué grado de control puede ejercer el hombre en materia de regulación de la capacidad para tolerar la desecación en plantas recalcitrantes (muy sensibles a la pérdida de humedad)? Algunas de las preguntas anteriores tienen respuestas concretas en el libro; otras no, porque la experimentación aún no ha concluido o no se ha iniciado todavía. Casualmente, podría argumentarse que uno de los objetivos de un libro como el presente es estimular a un mayor número de científicos para que se unan al grupo de especialistas que asistió a la Villa Serbelloni a comunicar no sólo sus experiencias, sino también a discutir el conocimiento generado en otros laboratorios y épocas.

El libro consta de 20 capítulos y 4 apéndices. Por las características de los diferentes temas abordados, podría conjeturarse que los 9 primeros capítulos son fisiológicos (con excepción del quinto). Por otra parte, el enfoque es marcadamente bioquímico y fisicoquímico en la segunda mitad del libro. Aunque esto podría dificultarle a ciertos lectores la asimilación

del material correspondiente, pensamos que si se observa el cuidado de leer los capítulos ordenadamente, tal dificultad desaparece. Al menos así nos sucedió a nosotros. Acerca del último capítulo quisiéramos destacar que ahí se analizan algunos problemas asociados con el almacenamiento y preservación de semillas y germoplasmas. Esta información es muy importante en vista de que la agricultura moderna depende para su desarrollo, de la riqueza y variabilidad de los recursos genéticos vegetales. Por lo tanto, el valor de la investigación en preservación de materiales vegetales estriba en que tiene aplicación permanentemente. En los apéndices el lector va a encontrar información sobre los métodos fisicoquímicos actualmente en uso en Anhidrobiología, así como discusiones sobre conceptos básicos, por lo cual juzgamos que es útil tanto para el biólogo como para el agrónomo moderno.

Para finalizar esta reseña quisiera hacer un comentario muy particular y es el siguiente: para un fitofisiólogo que por años trató de someter la semilla de cacao, recalcitrante por excelencia, a un periodo de descanso forzado pero sin que sufriera deterioro la semipermeabilidad de sus membranas celulares y, por ende, su viabilidad, resultó confortante leer "Membranes, Metabolism, and Dry Organisms", pues ahora tenemos una visión clara de la complejidad del problema que nos habíamos propuesto resolver. Y si antes nos sentimos "derrotados" por la semilla de cacao, al menos hoy nos queda el consuelo de saber que perdimos en una lucha desigual.

EDUARDO JIMENEZ SAENZ
ESCUELA DE BIOLOGIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA