

EFFECTO DE DIFERENTES CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO SOBRE LA VIABILIDAD DE LA SEMILLA DE SOYA*

MARISELA PARDAVÉ-DÍAZ**

ERNESTO MORENO-MARTÍNEZ**

RESUMEN

Se almacenó semilla de soya de las variedades Bragg, Cajeme y Hood en humedades relativas de 55, 75 y 85%, a temperaturas de 20, 25 y 30°C. En todas las humedades relativas hubo pérdida de viabilidad de las semillas, la cual se acentuó a temperaturas más altas. La semilla de la variedad Tropicana mantuvo su poder germinativo en la humedad relativa de 55% en las tres temperaturas probadas y aún en la humedad relativa de 75% su comportamiento fue superior al de las otras variedades. El fungicida Captan no tuvo efecto protector de la viabilidad de la semilla. La semilla con daño físico germinó en menor proporción que la semilla no dañada. Se discute el papel de los hongos y otros factores sobre la conservación de la viabilidad de esta semilla.

ABSTRACT

Soybean seed of the varieties Bragg, Cajeme and Hood were stored at different relative humidities, 55, 75 and 85%, and 20, 25, and 30°C. The seeds lost viability under all storage conditions, higher temperatures increased the loss of viability the seed of the Tropicana variety kept its viability in a better way than the other varieties. The fungicide Captan did not protect the seed viability. The seed with physical damage had a lower germination than the seed without damage. The role of storage fungi as well as other factors on the loss of seed viability are discussed.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la soya en México ha alcanzado gran importancia por su amplio uso en la industria y en la alimentación. En 1958 se sembraron solamente 300 hectáreas y en 1975 se sembraron más de 300,000 hectáreas, lo cual demuestra el impulso que ha tenido este cultivo en nuestro país.

* Manuscrito recibido el 13 de abril de 1977.

** Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F.

La producción nacional de semilla certificada de soya en 1975 fue alrededor de 20,000 toneladas, siendo necesario importar más de 10,000 toneladas para cubrir la demanda total de semilla en ese año (Lira, *et al.*, 1976). Para eliminar totalmente las importaciones es necesario, además de incrementar las zonas de producción, producir soya de la más alta calidad, y en este sentido se ha avanzado en forma acelerada. Sin embargo, frecuentemente existe el problema del abatimiento de la viabilidad de la semilla durante su almacenamiento. En algunas zonas de Sinaloa y Sonora, la soya es almacenada en bodegas climatizadas, 55-60% de humedad relativa y 15-20°C, y aún así es muy frecuentemente que la semilla reduzca su poder germinativo, abajo del 80%, ocasionando que se descarten lotes de semilla para propósitos agrícolas, con las consiguientes pérdidas económicas para los productores de semilla, lo que además representa salida de divisas al tener que importar considerables volúmenes de semilla, para cumplir con los programas agrícolas. Por ésto se consideró importante realizar una serie de estudios sobre ciertos factores como la temperatura, la humedad relativa, los hongos del almacén (*Aspergillus* spp.), el efecto de fungicidas y el daño físico de la semilla, en la pérdida de viabilidad de la semilla, con el fin de recabar información que permita tomar medidas preventivas para evitar la pérdida de viabilidad de esta semilla durante su almacenamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Semilla. La variedad de soya (*Glycine max* (L.) Merr.), utilizadas en estos estudios fueron proporcionadas por la Productora Nacional de Semillas. En la primera fase de este estudio, sobre el almacenamiento en humedades relativas de 55, 75 y 85% y temperaturas de 20, 25 y 30° C (Tablas 1, 2 y 3), se utilizaron las variedades Bragg, Cajeme y Hood. Al inicio de su almacenamiento la variedad Bragg tenía 9.7% de humedad, 95% de germinación y 2% de las semillas estaban invadidas por *Fusarium* spp. La variedad Cajeme tenía 10.1% de humedad, 96% de germinación y 12% de las semillas presentaban invasión por *Fusarium* spp. La variedad Hood tenía 10.5% de humedad, 94% de germinación y presentaba 1% de semillas invadidas por *Penicillium* spp. En la segunda parte de este trabajo se utilizó otro lote de semilla de la variedad Hood, así como semilla de la variedad Tropicana (Tablas 4, 5) las que fueron tratadas con el fungicida-insecticida Evershield Captán-Dieldrín (25% de Captán 6% de Dieldrín); la dosis empleada fue la comercial, 1,800 cc por tonelada de semilla. La semilla de la variedad Hood al inicio de las pruebas de almacenamiento tenía 8.4% de contenido de humedad, 93% de germinación, y no presentaba invasión por hongos. La semilla de la variedad Tropicana tenía 7.4% de humedad, 100% de germinación y 4% de semillas invadidas por *Fusarium* spp.

Con el fin de conocer la germinación de semillas con y sin daño físico de una misma muestra de semilla, se utilizaron las variedades Bragg, Hood, Lee, Tropicana y Semmes, a las que se les determinó su germinación antes de separar las

semillas dañadas de las sanas, mediante la prueba de inmersión en agua que más adelante se describe.

Determinación de la micoflora. Para la determinación del número y clase de hongos presentes en el interior de las semillas, se desinfectaron superficialmente las semillas con una solución de hipoclorito de sodio al 2% durante dos minutos; enseguida fueron enjuagadas con agua estéril y colocadas en cajas de Petri conteniendo malta-sal-agar (6% de cloruro de sodio). Se sembraron cincuenta semillas por repetición. Las cajas de Petri fueron colocadas en una incubadora a 25°C, durante siete días para luego proceder a su identificación y cuantificación.

Pruebas de germinación. Las pruebas de germinación se hicieron con 200 semillas por repetición en toallas de papel húmedas, las condiciones de temperatura y tiempo de la prueba fueron las recomendadas por la International Seed Testing Association (1966).

Contenido de humedad. El contenido de humedad se determinó mediante el método de secado en estufa, 103°C durante 72 horas, secando por duplicado muestras de 5-10 g de semilla, el porcentaje de humedad se calculó en base a peso húmedo.

Prueba de almacenamiento. La semilla se colocó en vasos de plástico perforados conteniendo cada vaso aproximadamente mil semillas. Los vasos fueron colocados en cámaras de plástico que contenían soluciones saturadas de nitrato de magnesio, $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$; cloruro de sodio, NaCl y cloruro de potasio, KCl; para mantener en un sistema estático humedades relativas de 55, 75 y 85%, respectivamente (Winston y Bates, 1960). Las temperaturas de almacenamiento fueron de 20, 25 y 30°C. Se tuvieron tres repeticiones por tratamiento. En cada muestreo se determinó germinación, humedad y micoflora.

Determinación del daño físico. Para determinar el daño físico de la semilla de las variedades Bragg, Hood, Lee, Tropicana y Semmes (Tabla 6), se colocaron las semillas de cada variedad en un recipiente con agua durante 15 minutos; al término de este periodo se procedió a decantar el agua y a separar la semilla en tres fracciones de acuerdo con su aspecto; lisa, arrugada e hinchada. Siendo esta última la que se consideró como semilla dañada físicamente. Estas semillas presentan fisuras que permiten el paso del agua, entre la cubierta de la semilla y los cotiledones, ocasionando así el aumento al doble del tamaño de la semilla. El porcentaje de daño se calculó en relación al número de semillas hinchadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Almacenamiento de semilla de soya, de las variedades Bragg, Cajeme y Hood, bajo humedades relativas de 55, 75 y 85% y temperaturas de 20, 25 y 30°C

Variedad Bragg. Los resultados del almacenamiento de la semilla de la variedad Bragg se muestran en la Tabla 1.

TABLA I

GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DE SOYA, VARIEDAD BRAGG, ALMACENADA EN HUMEDADES RELATIVAS DE 55, 75 Y 85% Y TEMPERATURAS DE 20, 25 Y 30°C.

Humedad relativa %	Temperatura °C	Días de almacenamiento	Contenido de humedad %	Germinación %	% Semillas invadidas por hongos <i>Aspergillus glaucus</i>
55	20	141	9.8	74	0
	25	141	8.8	70	0
	30	141	8.3	74	0
75	20	59	16.2	71	75
		98	15.7	33	80
	25	59	15.0	79	64
85		98	14.6	24	55
	30	59	15.2	18	83
	20	30	19.0	91	75
		141	*	0	*
	25	30	18.2	60	100
	30	30	18.3	29	99

* No se determinó.

A mayor humedad relativa y temperatura de almacenamiento la viabilidad de la semilla se redujo rápidamente. En la humedad relativa de 55% a los 141 días de almacenamiento la germinación se redujo a 70-74% en las diferentes temperaturas, aparentemente no existió ningún efecto de la temperatura sobre la viabilidad de la semilla. Bajo estas condiciones de humedad no puede haber desarrollo de hongos de almacén, por lo que la pérdida de viabilidad sólo puede ser atribuida a la acción de los procesos fisiológicos de la misma. En la humedad relativa de 75% la pérdida de viabilidad fue notoria, en 59 días a temperaturas de 20, 25 y 30°C la germinación bajó a 71, 79 y 18% respectivamente. En esta humedad relativa sí se observó el efecto de la temperatura sobre la pérdida de viabilidad de la semilla. La semilla almacenada en la humedad relativa de 85% igualmente perdió su viabilidad en forma drástica conforme aumentó la temperatura de almacenamiento. Los hongos que se desarrollaron en las semillas almacenadas en las humedades relativas de 75 y 85% fueron especies del grupo *Aspergillus glaucus*.

Variedades Cajeme y Hood. En las tablas 2 y 3 se pueden observar los resultados de las pruebas de almacenamiento de las variedades Cajeme y Hood.

Al igual que en la variedad Bragg la germinación de las semillas de las variedades Cajeme y Hood fueron perdiendo con mayor rapidez su poder germinativo conforme aumentó la humedad relativa y temperatura, siendo más notorio en la variedad Hood, ya que esta semilla aún en la humedad relativa de 55% la pérdida de viabilidad fue muy drástica. Los hongos que se desarrollaron bajo la influencia de las humedades relativas de 75 y 85% fueron especies del grupo *Aspergillus glaucus*.

Almacenamiento de semilla de soya de las variedades Hood y Tropicana tratadas con el fungicida-insecticida Evershield Captán-Dieldrin

La semilla de la variedad Tropicana almacenada en una humedad relativa de 55%, tanto tratada como no tratada con fungicida retuvo su alto poder germinativo (Tabla 4), lo cual es atribuible a la calidad específica de esta semilla, que no es afectada por estas condiciones de almacenamiento y no al tratamiento con el fungicida.

Por otra parte, la semilla de la misma variedad almacenada 181 días en la humedad relativa de 75%, tratada y sin tratar con fungicida mantuvo una germinación aceptable de 85 a 88% en las temperaturas de 20 y 25°C, no así en la temperatura de 30°C, donde la semilla perdió totalmente su poder germinativo. La semilla de la variedad Hood tanto la tratada como la no tratada perdió su poder germinativo, debido al efecto de la humedad y temperatura de almacenamiento (Tabla 5).

TABLA 2

GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DE SOYA VARIEDAD CAJEME, ALMACENADA EN HUMEDADES RELATIVAS DE 55, 75 Y 85% Y TEMPERATURAS DE 20, 25 Y 30°C.

<i>Humedad relativa %</i>	<i>Temperatura °C</i>	<i>Días de almacenamiento</i>	<i>Contenido de humedad %</i>	<i>Germinación %</i>	<i>% Semillas invadidas por hongos Aspergillus glaucus</i>
55	20	90	9.7	75	0
		135	*	82	*
	25	90	9.2	69	1
		135	*	77	*
	30	90	8.8	73	0
75	20	135	*	64	*
		59	17.2	77	98
	25	98	*	28	86
		59	14.6	70	33
	30	98	15.0	27	40
85	30	59	15.5	7	75
		30	19.0	85	31
	20	98	*	45	46
		30	18.4	64	92
	25	30	17.7	17	100

* No se determinó.

TABLA 3

GERMINACION DE LA SEMILLA DE SOYA, VARIEDAD HOOD, ALMACENADA EN HUMEDADES RELATIVAS DE 55, 75 Y 85% Y TEMPERATURAS DE 20, 25 Y 30°C.

Humedad relativa %	Temperatura °C	Días de almacenamiento	Contenido de humedad %	Germinación %	% Semillas invadidas por hongos <i>Aspergillus glaucus</i>
55	20	90	10.4	71	0
	25	90	9.1	13	0
	30	90	8.5	30	●
75	20	59	15.5	50	72
		98	17.0	23	55
	25	59	15.2	56	44
85		98	14.7	13	61
	30	59	14.8	3	90
	20	30	18.2	81	28
		98	*	12	56
	25	30	18.2	22	100
	30	30	17.6	8	100

* No se determinó.

TABLA 4

GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DE SOYA, VARIEDAD TROPICANA. ALMACENADA EN HUMEDADES RELATIVAS DEL 55 Y 75% Y A TEMPERATURAS DE 20, 25 Y 30°C, TRATADA Y SIN TRATAR CON EL FUNGICIDA-INSECTICIDA EVERSHIELD CAPTAN-DIELDRIN

Humedad relativa %	Temperatura °C	Días de almacenamiento	Contenido de humedad %	Germinación %	% Semillas invadidas por hongos Aspergillus glaucus
55	Sin fungicida	194	9.2	100	1
		25	9.3	95	3
		30	9.3	98	3
55	Con fungicida	194	9.3	99	0
		25	9.3	97	1
		30	9.4	94	0
75	Sin fungicida	125	15.3	97	24
		181	15.0	85	100
		125	14.4	99	54
	30	181	14.0	88	99
		125	14.0	86	82
		181	14.1	0	76
75	Con fungicida	125	15.0	98	2
		181	14.6	84	4
		125	14.8	98	0
	25	181	13.6	78	0
		125	14.0	72	0
		181	14.0	10	0

TABLA 5

GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DE SOYA, VARIEDAD HOOD, ALMACENADA EN HUMEDADES RELATIVAS DE 55 Y 75% Y A TEMPERATURAS DE 20, 25 Y 30°C; TRATADA Y SIN TRATAR CON EL FUNGICIDA-INSECTICIDA EVERSIELD CAPTÁN-DIELDRIN

Humedad relativa %	Temperatura °C	Días de almacenamiento	Contenido de humedad %	Germinación %	% Semillas invadidas por hongos Aspergillus glaucus
55	Sin Fungicida	194	9.0	80	13
	20	194	9.4	74	10
	25	194	8.9	42	12
55	Con fungicida	194	9.2	72	0
	20	194	9.3	77	0
	25	194	9.2	61	0
75	Sin fungicida	53	14.5	82	20
	20	125	14.6	77	75
	25	53	13.8	96	0
	30	125	13.8	47	98
	53	53	13.9	80	98
	125	125	13.9	1	93
/)	Con fungicida	53	15.0	86	0
	20	125	14.9	53	4
	25	53	13.9	84	0
	30	125	14.2	37	0
	53	53	13.6	88	0
	125	125	14.3	1	0

Germinación de semilla no dañada y dañada físicamente

En la Tabla 6 se muestra la germinación de semilla no dañada (lisa y arrugada) y dañada (hinchada).

Las semillas lisas y arrugadas, que no presentan daño físico mayor, tuvieron altos porcentajes de germinación, de 85-100%, en cambio las semillas dañadas tuvieron una germinación baja que fluctuó de 7 a 60%, lo cual muestra el efecto del daño físico sobre la germinación de las semillas.

La germinación de las semillas sometidas a la prueba de inmersión, pero no separadas en las fracciones lisa, arrugada e hinchada, tuvieron germinaciones ligeramente más bajas que en las pruebas normales, lo cual seguramente se debe al daño físico que se manifiesta en la prueba de inmersión, por ejemplo la separación o movimiento de los cotiledones por la acción del agua al penetrar por las fisuras de la testa.

Por los resultados obtenidos en este trabajo se puede decir que los hongos de almacén juegan un papel secundario en la pérdida de viabilidad de la semilla de soya y que la humedad y temperatura aceleran el deterioro fisiológico de esta semilla. La temperatura tiene un efecto importante a medida que aumenta la humedad de almacenamiento.

Además se observó que existen diferencias entre variedades, por ejemplo la variedad Tropicana fue superior a las otras variedades almacenadas bajo las mismas condiciones, diferencias que pueden ser debidas al genotipo, lo cual debe ser utilizado para la formación de variedades más resistentes a perder su viabilidad en el almacén.

Toole y Toole (1946) señalaron que una temperatura de 20°C y un contenido de humedad de la semilla de 13.5%, que es superior al contenido de humedad de la semilla en equilibrio con una humedad relativa de 55%, permite el almacenamiento de la semilla de soya durante un año sin perder su alto poder germinativo. De acuerdo a lo anterior, no se debería tener problema de pérdida de viabilidad de esta semilla en las bodegas climatizadas de Sonora y Sinaloa, lo cual también se observó en este trabajo en la humedad relativa de 55%. Por lo tanto se considera que la pérdida de viabilidad aún bajo buenas condiciones de almacenamiento se debe a factores que no le estamos dando la importancia que tienen tales como genotipo, zona de producción, condición física de la semilla, fertilización, fecha de siembra, etc., que seguramente se reflejan en el vigor y en la longevidad de la semilla durante su almacenamiento, factores que deben ser investigados para resolver en forma integral el problema de la pérdida de viabilidad de la semilla de esta oleaginosa.

TABLA 6

GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DE SOYA EN PRUEBA NORMAL (1), DE LOS SEPARADOS DE LA PRUEBA DE INMERSIÓN, LISA, ARRUGADA E HINCHADA (2) Y PRUEBA DE INMERSIÓN SIN SEPARAR LAS SEMILLAS (3).

Variedad	(1)		(2)				(3)	
	% Germinación (prueba normal)	Número de semillas en la prueba de inmersión	Semilla lisa		Semilla arrugada		Semilla hinchada (dañada)	
			% Germ.	%* Germ.	% Germ.	%* Germ.	% Germ.	% Germinación (prueba de inmersión)
Bragg	94	800	25	99	50	98	25	60
Hood	72	392	2	100	69	92	29	45
Lee	93	338	2	85	89	92	9	34
Tropicana	97	410	73	97	15	97	12	56
Semmes	82	390	3	100	75	99	24.7	7

* Porcentaje en relación al número de semillas en la prueba de inmersión.

LITERATURA CITADA

- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION, 1966. International rules for seed testing. *Proc. Int. Seed Testing Assoc.* 31 (1): 1-152.
- LIRA, I. M., V. ENRIQUE DE LA C. y M. NAVARRO M.. 1976. *La producción y certificación de semilla de soya en México*. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, S.A.G. México, D. F., 33 p.
- TOOLE, E. H. y V. K. TOOLE, 1946. Relation of temperatures and seed moisture to the viability of stored soybean seed. U.S.D.A. *Circular No. 753*. Washington, D. C., 9 p.
- WINSTON, P. W. y D. H. BATES, 1960. Saturated solutions for the control of humidity in biological research. *Ecology* 41: 232-237.