

## COMPORTAMIENTO DE CINCO GRUPOS DE GENOTIPOS DE MAIZ *Zea mays* L. CON DOS TIPOS DE GRANO EN DOS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Javier Orozco \*

Diosdado Baena \*\*

Carlos Gómez \*\*\*

### COMPENDIO

Se evaluó el deterioro de la calidad de semilla con diferente constitución genética (líneas endocriadas, variedades, híbridos- sencillos, dobles y triples) y forma del grano (plano, redondo). Se almacenaron de 2-12 meses lotes de semillas de 5 kg, en dos ambientes (controlado: 50% HR y 16°C y no-controlado: 40-98% HR y 15-33°C). En condiciones ambientales controladas, las semillas pueden almacenarse por cuatro meses más que en ambientes no controlados, antes que los porcentajes de germinación alcancen niveles inferiores al 90% (LÍMITE TOLERABLE DE ACEPTACION LTA, según normas oficiales para comercialización de semillas en Colombia). La calidad fisiológica de los granos redondos se reduce al LTA, cinco meses antes que la de granos planos. De acuerdo con la constitución genética se pudo establecer la siguiente escala decreciente de tolerancia al almacenamiento prolongado: Líneas > Híbridos triples > Híbridos simples > Híbridos dobles > variedades, en condiciones controladas.

### ABSTRACT

The corn seed quality damage was evaluated in materials with different genetic constitution (inbreeding lines, simple-double-triple hybrids and varieties), and two grain shapes (plane, round) when they were stored for 2-12 months in two environments (controlled : 50% at relative humidity and Temperature at 16°C and no-controlled with relative humidity between 40-98% and temperature at 16-33°C). Controlled environments, the seed was more resistance at storage for four months than no-controlled conditions with germination percentages upper 90% (acceptation limiter tolerable for comercial seeds in Colombia). The plane grains can be stored four months more than round seed. The order of tolerance to storage controlled condition is as follow: Inbred lines > Three ways hybrids > Single hybrids > Double hybrids > Varieties.

### INTRODUCCION

Las semillas como organismos vivos que son, sufren un proceso de envejecimiento y muerte más o menos rápido dependiendo de factores ambientales y genéticos. Los factores ambientales que más influyen en el envejecimiento de las semillas son la alta humedad relativa y la elevada temperatura de almacenamiento. En general se ha demostrado que por cada 1% de disminución en la humedad del grano y por cada 5% de reducción en la temperatura, la viabilidad se duplica (Dey y Mukherjee, 1988).

En lo que se refiere al control genético de la longevidad de las semillas de maíz, algunos autores (Rood *et al.*, 1990; Barton, 1961), sostienen que las líneas pierden más rápidamente su

capacidad de germinación que los híbridos y las variedades, probablemente debido a una deficiencia parcial de ácido giberélico endógeno. La viabilidad de la semilla parece también estar asociada con herencia materna (Barton, 1961).

Con base en las consideraciones anteriores se plantearon los siguientes objetivos:

- i. Estudiar los cambios en la calidad fisiológica de la semilla de maíz en ambientes controlados y no controlados y diferentes períodos de almacenamiento,
- ii. Comparar el comportamiento en condiciones de almacenamiento de granos planos vs. semillas de formato redondo y

---

\* Estudiante de Posgrado de Producción Vegetal. Universidad Nacional de Colombia. A.A. 237. Palmira.

\*\* Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia. A.A. 237 Palmira.

\*\*\* Instituto Colombiano Agropecuario ICA. A. A. 233. Palmira.

- iii. Estudiar el comportamiento de lotes de semillas con diferente estructura genética cuando se someten a almacenamiento prolongado en diferentes ambientes.

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para la realización del trabajo se escogieron dos condiciones de almacenamiento: i. **Controlada:** Cuarto frío de la Unidad de Semillas del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, con temperatura de 16°C y humedad relativa del 50%. ii. **No - controlada:** Bodega de producto terminado en la planta de CRESEMILLAS de la Caja Agraria en Palmira, con temperatura fluctuando entre 15 y 33°C y humedad relativa entre 40 y 98%.

Las semillas almacenadas correspondían a genotipos con diferente constitución genética

(Cuadro 1), previamente clasificadas por forma del grano (plano, redondo). Se utilizaron 5 kg de cada combinación genotipo x tipo de grano x condición de almacenamiento. Los muestreos para evaluar el grado de deterioro de la semilla almacenada se realizaron cada dos meses hasta completar el año (2-12 meses). La estimación de porcentajes de germinación, velocidad de germinación y porcentaje de emergencia se realizaron según las normas del ISTA (1976), tomando cuatro repeticiones de 100 semillas por lote y por prueba. El porcentaje de germinación se estimó con base en el número de plántulas normales que habían germinado a los siete días después de montada la prueba, la velocidad de germinación con base en el número de plantas germinadas a los cuatro días y el porcentaje de emergencia con base en el número de plántulas emergidas a los 7 días después de la siembra en caso de malla.

**CUADRO 1. Constitución genética de los genotipos experimentales**

GRUPO	GENOTIPO
HIBRIDOS SENCILLOS	ICA L225 x L226
HIBRIDOS TRIPLES	ICA H-260 = L237 x L238 ICA H-211 : (L225 x L226) L210 SV901 (Dasar 238 x Dasar 248) Dasar 258
HIBRIDOS DOBLES	ICA H-302 (L321 x L319) (L1 x L320) PIONNER P3078: (LOO3 x LPHJO4) (LPHJ97 x LPHM13) PIONNER P6816: (L892 x L974) (L899 x L965)
VARIETADES	ICA V-156 ICA V-157 ICA V-214
LINEAS	L-210 parental macho del Híbrido ICA H-211 L-237 Parental hembra del Híbrido ICA H-260 L-1 Parental hembra de Híbridos sencillos que hacen de parental macho en el Híbrido doble ICA H-302.

# ACTA AGRONOMICA

Los ensayos se condujeron en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones donde los tratamientos quedaron constituidos por todas las combinaciones de la estructura factorial Condiciones de almacenamiento (2) x genotipos (13) x forma del grano (2).

## RESULTADOS Y DISCUSION

La calidad fisiológica de la semilla de maíz (expresada en función de su capacidad de germinación y de emergencia) sufre un deterioro gradual (lineal) a medida que el tiempo de almacenamiento se prolonga (Cuadro 2). El tiempo crítico de almacenamiento definido como el momento en que un lote de semillas alcanza un porcentaje de germinación del 90% (límite tolerable para la comercialización según las normas oficiales colombianas) varía de manera significativa dependiendo del ambiente de alma-

cenamiento. Semillas mantenidas en condiciones de ambiente controlado pueden durar como tal hasta 21.2 meses (Cuadro 2), en contraste con los 14.7 meses que puede durar en un ambiente sin control de temperatura y humedad relativa. Parámetros de calidad como velocidad de germinación (VG) y porcentaje de emergencia (PE) restringen en mayor grado el tiempo de almacenamiento tanto en ambientes controlados (13.6 y 12.2 meses para VG y PE respectivamente), como en condiciones no-controladas (11.9 y 7.6 meses para VG y PE respectivamente). Esto implica que lotes de semillas almacenadas por tiempo prolongado y que aparentan buena calidad fisiológica en términos del porcentaje de germinación pueden ser rechazados cuando se juzgan en función del vigor y la emergencia, características de trascendental importancia en el comportamiento agronómico de un cultivo.

**CUADRO 2. Modelos ajustados y tiempo crítico en meses para las variables evaluadas bajo las dos condiciones de almacenamiento.**

PARAMETRO	CONDICION CONTROLADA	CONDICION NO CONTROLADA	TIEMPO CRITICO (MESES)	
			CONDICION CONTROLADA	CONDICION NO CONTROLADA
VELOCIDAD DE GERMINACION	VG = 99.0 - 0.66T R <sup>2</sup> = 97	VG = 98.0 - 0.67T R <sup>2</sup> = 96.5	13.6	11.9
PORCENTAJE DE GERMINACION	PG = 98.7 - 0.41T R <sup>2</sup> = 86.0	PG = 98.8 - 0.60T R <sup>2</sup> = 98.2	21.2	14.7
PORCENTAJE DE EMERGENCIA	PE = 98.4 - 0.69T R <sup>2</sup> = 95.8	PE = 99.6 - 1.26T R <sup>2</sup> = 95.0	12.2	7.6

T: TIEMPO EN MESES

La forma del grano (plano o redondo) es un carácter que también muestra cierto grado de influencia sobre la longevidad de la semilla. Según criterio de los autores, los granos redondos son susceptibles de sufrir en mayor grado daños a nivel de embrión como consecuencia de la mayor energía cinética que acumula en los desplazamientos sobre bandas y superficies durante el proceso de beneficio; ésta energía afecta en forma directa el embrión cuando colisiona con diferentes obstáculos o gira sobre si misma. El grado de deterioro del embrión afecta el estado fisiológico de la semilla a ser almacenada y por consiguiente el tiempo crítico de almacenamiento (Cuadro 3).

Tomando como punto de comparación un tiempo de almacenamiento de 12 meses y porcentajes de germinación, emergencia y velocidad de germinación

del 90% (Límite tolerable de aceptación - LTA), se deduce que en ambiente controlado, la constitución genética de los grupos de genotipos sometidos a prueba no afecta de manera significativa la aptitud para el almacenamiento (Cuadro 4).

Cuando se almacena semilla en bodegas sin control de temperatura y humedad relativa, la interacción genotipo x ambiente se hace evidente. Los híbridos sencillos dobles y las variedades presentan porcentajes de emergencia 8 -12% mas bajos que el LTA; los efectos sobre el porcentaje de germinación y la velocidad de germinación se manifiestan en mayor grado en los híbridos dobles y en las variedades con reducciones que no sobrepasan el 5% con relación al LTA.

**CUADRO 3. Modelos ajustados para cada uno de los parámetros evaluados en semilla de tipo de grano redondo y plano, a través del tiempo de almacenamiento**

	CONDICION CONTROLADA	CONDICION NO CONTROLADA	TIEMPO CRITICO (MESES)	
			CONTROLADA	NO CONTROLADA
<b>GRANO REDONDO</b>				
VELOCIDAD DE GERMINACION	98.3 - 0.6T R <sup>2</sup> = 0.96	97.2 - 0.7T R <sup>2</sup> = 0.98	13.8	10.3
PORCENTAJE DE GERMINACION	98.4 - 0.5T R <sup>2</sup> = 0.94	98.4 - 0.7T R <sup>2</sup> = 1.00	16.8	12.0
PORCENTAJE DE EMERGENCIA	73.3 - 0.7T R <sup>2</sup> = 0.96	99.7 - 1.5T R <sup>2</sup> = 0.95	10.4	6.5
<b>GRANO PLANO</b>				
VELOCIDAD DE GERMINACION	99.7 - 0.7T R <sup>2</sup> = 0.96	98.8 - 0.6T R <sup>2</sup> = 0.87	13.9	14.7
PORCENTAJE DE GERMINACION	99.3 - 0.4T R <sup>2</sup> = 0.98	99.2 - 0.5T R <sup>2</sup> = 0.87	23.3	18.4
PORCENTAJE DE EMERGENCIA	99.5 - 0.7T R <sup>2</sup> = 0.83	99.5 - 1.1T R <sup>2</sup> = 0.95	13.6	8.6

# ACTA AGRONOMICA

**CUADRO 4. Promedios de cada grupo de genotipo a través del tiempo de almacenamiento para los parámetros evaluados.**

EMERGENCIA (%)	MESES DE ALMACENAMIENTO											
	2		4		6		8		10		12	
	C*	NC*	C	NC								
LINEAS	97.3	97.2	----	----	95.8	94.0	94.2	92.9	93.4	90.3	91.0	88.5
H. SENCILLOS	96.3	95.2	----	----	95.3	92.8	93.5	90.5	92.4	86.5	87.4	77.9
H. TRIPLES	97.1	96.8	----	----	94.9	94.6	94.8	92.0	93.5	90.3	89.8	89.1
H. DOBLES	95.5	95.8	----	----	94.8	91.6	93.5	91.2	90.8	86.1	87.9	81.6
VARIEDADES	95.3	95.3	----	----	93.3	91.8	92.0	88.5	90.0	82.5	88.9	79.5
% GERMINACION												
LINEAS	98.6	98.2	98.0	98.0	97.9	97.8	97.3	96.2	96.5	95.2	94.5	94.2
H. SENCILLOS	98.5	98.4	98.0	97.2	96.8	95.9	95.4	95.8	94.7	94.1	91.4	91.1
H. TRIPLES	98.3	98.3	98.0	98.4	97.5	97.4	97.0	96.9	96.3	95.8	95.0	94.9
H. DOBLES	98.6	96.2	95.8	95.8	95.0	93.4	94.0	92.3	92.6	91.4	91.8	86.9
VARIEDADES	96.6	95.8	95.6	94.3	95.3	93.5	94.0	92.4	93.3	90.5	92.3	88.9
VELOCIDAD DE GERMINACION												
LINEAS	98.8	98.1	97.9	97.8	97.5	96.1	96.0	95.2	94.9	93.6	92.5	91.5
H. SENCILLOS	98.1	97.0	97.1	96.1	95.8	95.3	93.8	93.9	91.8	93.1	90.1	89.6
H. TRIPLES	97.9	97.5	97.9	97.5	97.0	96.8	96.4	96.1	95.6	95.5	94.4	93.8
H. DOBLES	96.3	95.7	94.9	93.3	93.8	92.5	92.8	91.3	90.3	89.3	88.3	84.9
VARIEDADES	95.6	94.2	94.5	92.6	93.6	91.8	92.8	90.5	92.0	89.3	89.9	86.9

\* C: Condición controlada  
 \* NC: Condición no controlada

Con referencia a la base genética de los genotipos sometidos a prueba, conviene hacer las siguientes anotaciones: las líneas mostraron buen desempeño en lo que se refiere a tolerancia al almacenamiento como consecuencia de la selección indirecta aplicada sobre otros caracteres de importancia agronómica; el comportamiento de los híbridos parece estar relacionado no solo con el número de líneas que lo conforman sino también con la constitución genética de

éstas. Los híbridos triples fueron más tolerantes al almacenamiento prolongado que los simples (por efecto del número de líneas); sin embargo los híbridos dobles mostraron menor aptitud al almacenamiento que los grupos anteriores (como consecuencia de la constitución genética de las líneas). Las variedades, por su amplia base genética son más susceptibles al deterioro durante el almacenamiento prolongado.

# ACTA AGRONOMICA

En el Cuadro 5 se registran las tasas mensuales de deterioro de la calidad fisiológica de acuerdo con la base genética de los genotipos probados. Es evidente que el porcentaje de emergencia es el parámetro de calidad que más restringe el almacenamiento de semillas por tiempo prolongado. Las líneas y los híbridos triples en condiciones de ambiente no controlado presentan

períodos críticos de almacenamiento de 10 meses; para los demás grupos (híbridos simples y dobles y variedades), los tiempos críticos están alrededor de los seis meses. Los parámetros porcentaje y velocidad de germinación alcanzan niveles críticos con tiempos de almacenamiento más prolongados. En condiciones de ambiente controlado el tiempo crítico de almacenamiento

**CUADRO 5. Modelos ajustados para los grupos de genotipos evaluados a través del tiempo de el almacenamiento, para cada parametro de calidad, bajo las dos condiciones de almacenamiento.**

	CONDICION CONTROLADA	CONDICION NO CONTROLADA	TIEMPO CRITICO (MESES)	
			CONTROLADA	NO CONTROLADA
VEL. GERMINACION				
LINEAS	100.0 - 0.6T R <sup>2</sup> = 0.94	100.0 - 0.7T R <sup>2</sup> = 0.96	16.7	14.3
H. SIMPLES	100.0 - 0.8T R <sup>2</sup> = 0.99	98.9 - 0.7T R <sup>2</sup> = 0.91	12.5	12.7
H. TRIPLES	99.0 - 0.4T R <sup>2</sup> = 0.95	98.7 - 0.4T R <sup>2</sup> = 0.91	22.5	21.8
H. DOBLES	98.2 - 0.8T R <sup>2</sup> = 0.97	97.9 - 1.0T R <sup>2</sup> = 0.93	10.3	7.9
VARIETADES	96.7 - 0.5T R <sup>2</sup> = 0.97	95.7 - 0.7T R <sup>2</sup> = 0.97	13.4	8.1
% GERMINACION				
LINEAS	99.7 - 0.4T R <sup>2</sup> = 0.86	99.6 - 0.4T R <sup>2</sup> = 0.93	24.3	24.0
H. SIMPLES	100.0 - 0.7T R <sup>2</sup> = 0.86	100.0 - 0.7T R <sup>2</sup> = 0.92	14.3	14.3
H. TRIPLES	99.2 - 0.3T R <sup>2</sup> = 0.94	99.5 - 0.4T R <sup>2</sup> = 0.92	30.7	23.8
H. DOBLES	97.9 - 0.7T R <sup>2</sup> = 0.99	98.7 - 0.9T R <sup>2</sup> = 0.91	15.8	9.7
VARIETADES	97.5 - 0.4T R <sup>2</sup> = 0.99	97.3 - 0.7T R <sup>2</sup> = 0.98	18.8	10.4

es considerablemente mayor que en ambiente de bodega y depende en lo fundamental de la constitución genética de la semilla.

## BIBLIOGRAFIA

BARTON, V, LELA. Seed preservation and longevity. New York : Intercience, 1961.

DEY, M. and MUKHERJEE, R. K. Determination of maize and mustard seed, changes in phospholipid and tocopherol content in relation to membrana leakiness and lipid peroxidation. Plant Physiology and Biochemistry Pans. 26: 1, 65-71. 1988.

ROOD, S. B. et al . Giberellins and heterosis in maize quantitative relationships. Crop Science 30(2); p. 281-286. 1990

INTERNATIONALSEED TESTING(ISTA). Seed Science and Technology 4:51-117. 1976.