

COMPORTAMIENTO DE SEMILLAS DE TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM* L.) EN EL ALMACENAMIENTO A CORTO PLAZO

Nélida Fraga Aguiar, Susana Calderón Piñar, Lissette Gutiérrez Hernández, Nivia Cantero Rodríguez y María Figueroa Montalvo.

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT), Cuba. e-mail: nelida@inifat.co.cu

RESUMEN

Las semillas almacenadas inevitablemente disminuyen su viabilidad y en esto repercuten en mayor medida las condiciones dentro de los envases utilizados que las del ambiente en que se conservan y entre ellas, el contenido de humedad de la semilla es uno de los que posee mayor incidencia. En el presente trabajo se presentan los resultados obtenidos al conservar semillas de trigo en diferentes condiciones. Se utilizaron 2 tipos de envases y 2 contenidos diferentes de humedad de la semilla y se almacenaron en cámara fría y a temperatura ambiente. Las semillas desecadas a los contenidos de humedad probados (4.3 y 6.5%) mantuvieron niveles de germinación superiores al 95% a los 16 meses de conservadas en cámara fría; e incluso, las germinaciones se mantienen por encima del 95% al almacenarse a la temperatura ambiente cuando estos niveles de humedad se combinaron con envases con cierta hermeticidad, como son los pomos de cristal sellados y los sobres de aluminio.

Palabras claves: trigo, semillas, conservación.

BEHAVIOR OF WHEAT (*Triticum aestivum* L.) SEEDS IN SHORT TERM STORAGE

ABSTRACT

The stored seeds inevitably diminish their viability and on this, influence mainly the conditions inside the used containers more than those of the atmosphere they are conserved, and among them, the content of humidity of the seed is the one which possesses the bigger incidence. In the present research, the obtained results when conserving wheat seeds under different conditions are shown. Two types of containers and two different humidity contents of the seeds were used and they were stored in cold chambers and also at environment temperature. The dried up seeds at the tested humidity contents (4.3 and 6.5%) maintained germination levels superior to 95% by 16 months of conservation at cold chambers; and even, the germinations stay above 95% when being stored to the environment temperature, when these levels of humidity were combined with containers with certain hermeticity, like sealed glass vessels and aluminium-foiled bags.

Key words: wheat, seeds, conservation.

INTRODUCCIÓN

Las semillas almacenadas, inevitablemente disminuyen su viabilidad debido al envejecimiento natural de los tejidos lo que afecta de modo global al organismo, variando la respuesta a las diferentes alternativas de conservación en dependencia de la especie de que se trate e incluso de la variedad dentro de cada especie (Hong y Ellis, 1995; Andrade *et al.*, 1993; Kovach *et al.*, 1993; Drenan *et al.*, 1993; Du y Ma, 1994; Onnis *et al.*, 1993; Herrera, 1993; Mohajery y Rasti, 1995; Capellaro *et al.*, 1993; Castro *et al.*, 1993, 1994; Asiedu *et al.*, 2000; García y Lima, 2000; Rajgopal y Chandran, 2000; Zheng *et al.*, 2001).

Las condiciones de almacenamiento y sobre todo las condiciones dentro de los envases utilizados repercuten más en la longevidad de las semillas almacenadas, que las condiciones del ambiente en la cámara climatizada (Gómez-Campo, 2002, 2006) y dentro de ellas, la humedad es uno de los que posee mayor incidencia (Diojode, 1995, Chai *et al.*, 1998, Walters *et al.*, 1998, Clerkx *et al.*, 2003).

Los objetivos del presente trabajo fueron, determinar las mejores condiciones para el almacenamiento a corto y mediano plazo, a temperaturas de $5\pm 2^{\circ}\text{C}$, de las semillas de 2 variedades representativas de trigo (*Triticum aestivum* L.)

MATERIALES Y MÉTODOS

Determinación de la humedad crítica de la especie.

Semillas producidas de las variedades RM-31 y RM-36 fueron colocadas en una desecadora con sílica gel, la cual fue renovada y activada diariamente. El contenido de humedad fue medido gravimétricamente según ISTA, 1999. El peso seco fue determinado a $130^{\circ}\text{C}\pm 2$ durante dos horas. Se utilizaron 3 réplicas para la determinación del contenido de humedad.

Los valores de humedades iniciales eran de 13% para ambas variedades utilizadas y los porcentajes de germinación de 98% para la RM-31 y 99% para la RM-36.

A los 10 y 15 días de montado el experimento se estudiaron los siguientes parámetros: Porcentaje de germinación (PG), porcentaje de plántulas normales (PN), respecto al número de semillas sembradas (N_{SS}) al final del experimento

$$PG = \frac{PN}{N_{SS}} \cdot 100 \quad (1)$$

Porcentaje de emergencia (PE): Porcentaje de plántulas normales (PN) y anormales (PA), al final del experimento

$$PE = \frac{PN + PA}{N_{SS}} \cdot 100 \quad (2)$$

Índice de velocidad de emergencia (IVE): sumatoria del número de plántulas emergidas en cada conteo diario una vez iniciada la germinación entre el número de días después de la siembra. Se calcula sobre la base de la fórmula propuesta por Maguire (1962)

$$IVE = \sum_i \frac{np_i}{ND_i} \quad (3)$$

Donde, np_i y ND_i son el número de plántulas y el número de días al conteo i -ésimo, respectivamente.

El Índice de velocidad de emergencia obtenido a los 10 y 15 días de iniciada la desecación fue correlacionado con el porcentaje de germinación (Virgen,y Ramírez, 2002), lo que nos permitió establecer para cada especie, la escala de vigor, tomándose como límite superior el resultado obtenido cuando las 25 semillas germinaron al cuarto día (100%). Para medio vigor se consideraron las semillas germinadas al quinto día (17-18 aproximadamente) lo que representa un 70 % de germinación. El bajo vigor se obtuvo con 12 a 13 semillas para un 50% de germinación.

Estudio de las condiciones adecuadas para la conservación de las semillas.

El diseño de los experimentos y los montajes se realizaron en el laboratorio de conservación de semillas del Banco de Germoplasma del INIFAT. Se emplearon semillas recién cosechadas de 2 variedades representativas de la colección de trigo.

Se determinó el contenido de humedad inicial en las variedades utilizadas en el estudio y se colocó una muestra representativa de semillas de cada variedad en desecadoras con sílica gel activada, con el objetivo de disminuir los contenidos de humedad de las mismas para el desarrollo del experimento. El contenido de humedad se determinó por el método gravimétrico recomendado en las normas del ISTA (1999).

Se tomó una muestra de 400 semillas de cada humedad utilizada por variedad y se depositaron en dos tipos diferentes de envase: pomos de cristal (E1) y sobres de aluminio (E2), los cuales se conservaron en una cámara fría a una temperatura de 5 ± 2 °C. Durante un período de 16 meses se extrajeron de la cámara las semillas de cada variante y se realizaron las pruebas de germinación al cumplirse el tiempo de conservación (C) planificado (C1: inicial, C2: 4 meses, C3: 8 meses, C4: 12 meses, C5: 16 meses). Las variedades utilizadas y los valores probados de los contenidos de humedad de la semilla se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Variedades y contenidos de humedad (H) utilizados.

Especie	Variedades	Niveles de H (%)
Trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.)	RM-31	4,3
		6,5
	RM-36	4,3
		6,5

Se almacenaron además semillas con similares condiciones de contenido de humedad y envase en condiciones ambientales y los resultados de su germinaciones al año de almacenadas fueron comparados con las variantes conservadas en frío con igual tiempo de conservación (C4).

A los datos obtenidos de porcentajes de germinación se les realizó la transformación $\text{arc sen } \sqrt{x}$ y se les efectuó análisis de varianza de clasificación triple y la prueba de Tukey, a un nivel de significación del 5%, para la comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de la humedad crítica de la especie.

En la tabla 2 se presenta la escala para la calificación del vigor en la especie estudiada. Los resultados aquí obtenidos permitieron valorar el comportamiento del vigor de las semillas asociados a la humedad de estas.

Tabla 2.- Escala para la calificación de vigor de las semillas

Trigo	Calificación		
	Alto vigor	Medio vigor	Bajo vigor
RM-31 y RM-36	≥5	≥3 y <5	<3

Los resultados obtenidos nos muestran que a los 10 días de iniciada la desecación de las semillas en sílica gel, los dos cultivares en estudio habían reducido su humedad a valores de 1.0%, disminuyendo al final del experimento (15 días) a un 0,6% de humedad. Se puede observar que el Índice de velocidad de emergencia disminuye, lo que indica una afectación del vigor de la semilla (tabla 3).

Tabla 3.- Comportamiento de las variables evaluadas a los 10 y 15 días de iniciada la desecación.

Especies	Cultivar	% Humedad		PG		PE		IVE	
		10 d.	15 d.	10 d.	15 d.	10 d.	15 d.	10 d.	15 d.
Trigo	RM-31	1,0	0,6	98	92	95	92	5,7	2,7
	RM--36	1,0	0,6	97	90	92	90	5,7	2,7

Estudio de las condiciones adecuadas para la conservación de las semillas.

En la tabla 4, se muestran los resultados del análisis de varianza para los dos cultivares de trigo estudiados. Se observa que en la variedad 'RM-31' sólo existe significación para el factor tiempo de conservación. Al analizar la variedad 'RM-36', se encontró que existen diferencias para los factores en estudio: envases y tiempo de conservación, así como para las interacciones de primer orden (envase x humedad, envase x tiempo de conservación y humedad x tiempo de conservación). Resultó significativa además la interacción de segundo orden (Envase x Contenido de humedad x Tiempo de conservación).

Tabla 4.- Resultados del análisis de varianza para envases, contenido de humedad y tiempo de conservación así como para las interacciones de 1er y 2do orden.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	Cuadrados Medios	
		RM-31	RM-36
Envases (E)	1	14,31 n. s	66,56*
Contenido de humedad (H)	1	12,25 n. s	0,25 n. s
Tiempo de Conservación (C)	4	67,18*	89,39*
E x H	1	7,96 n. s	131,90*
E x C	6	18,89 n. s	45,85*
H x C	6	6,20 n. s	35,48*
E x H x C	6	5,34 n. s	23,03*
Bloques	38	3,06	28,76
Error	54	15,62	8,10
C. V.		4,84	3,46

* significación al 0,05%; n. s.: no significación al 0,05%

Al analizar la variación de los niveles de germinación con el tiempo de conservadas las semillas en la variedad RM- 31 pudo observarse que estos se mantienen con poca variación en los 16 meses de almacenadas las semillas, independientemente del tipo de envase utilizado y de la humedad interna de estas, con valores de germinación superiores al 95% (Fig.1).

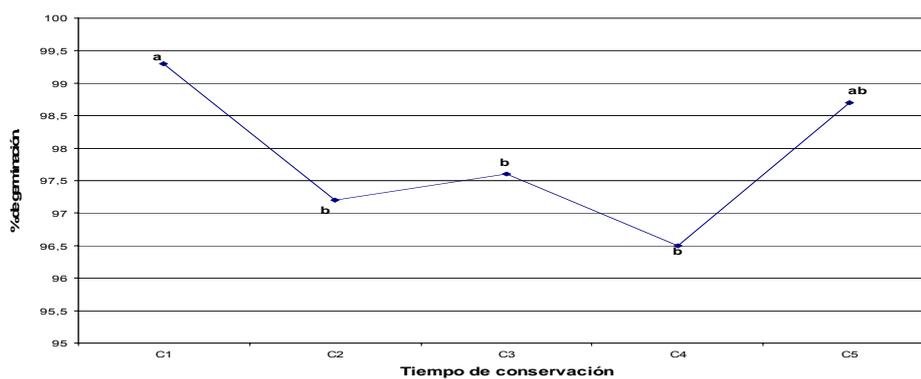


Fig. 1.- Resultados de la Prueba de Tukey para el Tiempo de conservación en la variedad RM-31. C1: inicial, C2: 4 meses, C3: 8 meses, C4: 12 meses, C5: 16 meses.

El análisis de la interacción de segundo orden (Tabla 5) muestra que a los 16 meses de conservadas las semillas en las diferentes variantes utilizadas (C5) se mantienen niveles de germinación por encima del 98% y sin diferencias significativas con la germinación inicial. En general se puede apreciar un buen comportamiento de la especie en el almacenamiento al utilizar contenidos de humedad de la semilla en los rangos recomendados por la FAO y el IPGRI (1994) donde se recomienda que las semillas deben tener un contenido de humedad entre $5 \pm 2\%$ antes de su almacenamiento.

Tabla 5.- Resultados de la prueba de Tukey para la interacción de segundo orden en la variedad RM-36. E: Envases, H: Humedades, C: Tiempo de conservación.

Interacciones	Trigo RM-36		
	Media T	Media S/T	Sign.
E1-H1-C4	88,08	99,8	A
E2-H2-C1	85,77	99,5	AB
E2-H1-C1	85,77	99,5	AB
E1-H2-C1	85,77	99,5	AB
E1-H1-C1	85,77	99,5	AB
E1-H2-C5	84,26	99,0	AB
E1-H1-C5	84,26	99,0	AB
E2-H1-C5	83,96	98,9	AB
E1-H2-C5	83,46	98,7	AB
E1-H1-C3	83,46	98,7	AB
E1-H2-C3	82,98	98,5	AB
E2-H1-C2	81,05	97,6	AB
E2-H2-C3	80,63	97,3	AB
E1-H2-C2	80,63	97,3	AB
E1-H1-C2	80,11	97,1	AB
E2-H2-C4	79,65	96,7	AB
E2-H2-C2	79,65	96,7	AB
E2-H1-C4	78,98	96,3	AB
E1-H2-C4	78,62	96,1	BC
E2-H1-C3	69,59	87,9	C

Los resultados del análisis de varianza para las dos variedades estudiadas al ser conservadas las semillas en frío y a temperatura ambiente mostraron que no existió una disminución estadísticamente significativa de los valores de los % de germinación al año de almacenadas las semillas (Tabla 6).

Tabla 6,- Resultados del análisis de varianza para envases, contenido de humedad y ambientes así como para las interacciones.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	Cuadrados Medios	
		RM-31	RM-36
Envases (E)	1	1,82 n.s	1,70 n.s
Contenido de humedad (H)	1	19,79 n.s	1,37 n.s
Ambientes (A)	1	91,34 n.s	6,98 n.s
E x H	1	0,37 n.s	21,06 n.s
E x A	1	1,84 n.s	1,34 n.s
H x A	1	0,96 n.s	1,67 n.s
E x H x A	1	0,34 n.s	41,87 n.s
Bloques	14	2,58	1,30
Error	23	23,58	18,10
C. V.		5,81	5,03

n.s. no significativo al 0,05%

CONCLUSIONES

Las semillas de trigo no deben ser desecadas por debajo del 1%, ya que se deteriora el vigor al disminuir el índice de velocidad de emergencia.

Las semillas desecadas a los contenidos de humedad probados (4.3 y 6.5%) mantienen niveles de germinación superiores al 95% a los 16 meses de conservadas en cámara fría e incluso tanto en cámara fría como a temperatura ambiente se mantienen las germinaciones por encima del 95% al almacenarse con las humedades antes señaladas y en envases con cierta hermeticidad como son los pomos de cristal sellados y los sobres de aluminio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, R.V. de, J.T. Azevedo de, C. d e S. Borba y A.C. de Oliveira (1993): Seed vigour tests for prediction of storability uin sorghum. Revista Brasileira de Sementes:171-175,

- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Milho y Sorgo.
- Asiedu, E. A.; Powell, A. A.; Stuchbury, T. (2000): Cowpea seed coat chemical analysis in relation to storage seed quality. *African Crop Science Journal* 8 (3): 283-294.
- Capellaro, C., L. Baudet, S. Peske y G. Zimmer (1993): Quality of bean seeds stored in plastic containers resistant to moisture exchange. *Revista Brasileira de Sementes*, 15 (2): 233-239.
- Castro, C.R.T. de, R.F. da Silva y E. M. Alvarenga (1993): Interaction between age, storage and coloration with hardness of *Stylosanthes capitata* Vog. Seeds. *Revista Brasileira de Sementes*.15 (2): 227-231.
- Castro, C.R.T. de, E. M. Alvarenga y R.F. da Silva, F.P. Reis y M.S. Reis (1994): Storage and vigour of seeds of *Stylosanthes capitata* Vog. *Revista Ceres*, 41 (233): 67-80.
- Clerkx, E.J. M., Blankestijn-De Vries, H., Ruys, G.J., Groot, S.P.C., and Koornneef, M. (2003): Characterization of green seed, an Enhancer of *abi3-1* in Arabidopsis That Affects Seed Longevity. *Plant Physiology*. 132, 1077-1084.
- Chai, J., Ma, R. and Du, Y. (1998): Optimum moisture contents of seeds stored at ambient temperatures. *Seed Science Research* 8, 23-28.
- Doijode SD (1995): Short term conservation of mango seed. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 104: 24- 25.
- Drennan,P.M., J. van Staden y B.M. Mitingane (1993): Factors affecting germination of the dimorphic seeds of *Atriplex lindley*. En: *Proceedings of the Fourth International Workshop on Seeds: basic and applied aspects of seed biology*, Angers, France, Vol.2. Côme, D. Y Corbineau, F. J. (eds.), París, Francia, 467-472.
- Du, G.Z. y J.R. Ma (1994): A study of seed germination in fifteen wild herbaceous plant species at different temperatures. *Acta Prataculturae Sinica*, 3(1): 18-24.
- FAO/IPGRI (1994): *Genebank Standards*. Rome, Food and Agricultural Organization of the United Nations. International Plant Genetic Resources Institute.
- García, L. C.; Lima de D. (2000): Storage behaviour of *Copaifera multijuga* seeds. *Acta Amazonica*, 30 (3): 369-365.
- Gómez- Campo, C. (2002): [Preservación a largo plazo de la semilla: el riesgo de usar los envases inadecuados es muy alto](#). Monografías ETSIA, Universidad Politécnica de Madrid 163, 1-10 (www.seedcontainers.net).
- Gómez-Campo C. (2006): Preservación a largo plazo de la semilla: los estándares actualizados son urgentes Monografías ETSIA, Univ. Politécnica de Madrid, 168: 1-4.

- Herrera, J. (1993): Effect of several physical and chemical treatments on seed dormancy in the grass *Andropogon gayanus*. *Tecnología en Marcha*, 12(2): 43-50. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, San José.
- Hong, T. D. y R. H. Ellis (1995): Interspecific variation in seed storage behavior within two genera- *Coffea* and *Citrus*. *Seed and Sci. Technol.*, 23(1): 165-181.
- ISTA (1999): International rules for seed testing. *Seed Sci & Technol.*, 27, Supplement.
- Kovach, D.A, W.S. Still y K.J. Bradford (1993): Desiccation tolerance of *Zizania palustris* seeds: temperature dependence, imbibitional damage, and role of 'dehydrin' proteins. En: *Proceedings of the Fourth International Workshop on Seeds: basic and applied aspects of seed biology*, Angers, France, Vol. 3. Côme, D. y Corbineau, F. J. (eds.), París, Francia: 851-856.
- Maguire, J.D. (1962). Speed of germination-aid. In: *Selection and evaluation for seedling emergence and vigour*. *Crop Sci.* 2: 176-177.
- Mohajery, A. Y M. Rasti (1995): Germination temperature for *Bromus tomentellus* Boiss and *Eutoria ceratoides* (L.) C.A. M. *Seed Science and Technology*, 23 (1): 241-243.
- Onnis, A., A. Stefani, I. Arduini, A. Bertacchi y T. Lombardi (1993): Germination ecophysiology of Italian Gramineae species. En: *Proceedings of the Fourth International Workshop on Seeds: basic and applied aspects of seed biology*, Angers, France, Vol. 3. Côme, D. Y Corbineau, F. J. (eds.), París, Francia, 443-448.
- Rajgopal, K. Y K. Chandran (2000): Storability of groundnut seeds in different packaging media. *International Arachis Newsletter*. No. 20: 11-13.
- Walters C, Kameswarw N. and Hu X. (1998). Optimizing seed water content to improve longevity in *ex situ* genebanks. *Seed Science Research*, 8: Supp. No.1, 15-22.
- Zheng Xiao Y.; Li Xiu Q. y Ma Lian P. (2001): Research on freeze-drying and vaccum-drying of orthodox seeds for long-term storage. *IPGRI Newsletter for Asia, Pacific and Oceania*. No. 34, 22-23.