

II. CALIDAD EN SEMILLAS DE ARROZ

CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLAS DE ARROZ ALMACENADAS

Ana Laura Pereira^{1/}, Mabel Oxley^{1/}, Matheus Betemps^{2/}, Bruna Obes Corrêa^{2/}, Caroline Leal^{2/}

INTRODUCCIÓN

El área que ocupa el cultivo de arroz en Uruguay en los últimos años se encuentra entre 150 mil y 200 mil hectáreas, siendo sembrada más del 90% de la misma con semilla certificada de las variedades El Paso 144, Tacuari y Olimar. La producción de semilla básica de arroz es el inicio de la multiplicación de la semilla que abastecerá a los productores. Esta se realiza en un área muy pequeña de aproximadamente 15 ha y está sujeta a la variabilidad climática de la región. Es importante asegurar el suministro de esta semilla produciendo excedentes que superen lo requerido para la zafra del año como forma de asegurar el suministro de esta semilla en años malos. La semilla sobrante se mantiene almacenada en condiciones de humedad y temperatura ambiente hasta la siguiente zafra en el galpón de INIA Treinta y Tres.

La longevidad de las semillas en el almacenamiento puede ser influenciada por la especie, la variedad, la calidad inicial de la semilla, el contenido de humedad de la semilla y la temperatura de almacenamiento (Tekrony et al., 1987).

Al considerar las causas de deterioro de las semillas, los dos factores más importantes son el contenido de humedad de la semilla y la temperatura a la que se almacena (Desai). Las mejores condiciones para mantener la calidad fisiológica son bajas temperaturas y humedad relativa del aire debido a que mantienen al embrión en baja actividad metabólica (Carvalho & Nakagawa, 1983 y Aguiar et al., 1993). La humedad ejerce una influencia mucho más

pronunciada y directa en la longevidad de la semilla que la temperatura (Gregg y Fagundes, 1977).

Al abordar la influencia de la temperatura sobre la calidad de semilla, BASS, observa que las temperaturas entre 5 y 29° C son satisfactorias para el almacenamiento, pero las inferiores a 18° C son las más recomendables para la mayoría de las semillas.

La duración del almacenamiento es otra variante importante que debe ser considerada. Según Paricha et al. (1977) el deterioro de las semillas aumenta progresivamente con la extensión del tiempo de almacenamiento.

La reducción de la calidad fisiológica es una consecuencia determinada por el proceso de deterioro de la semilla, pues el deterioro es inexorable, irreversible, mínimo en la madurez fisiológica y variable entre semillas de una misma especie y entre semillas del mismo lote (Delouche y Baskin, 1973). La calidad fisiológica de las semillas influye directamente el stand inicial de plantas y el primer componente de calidad que muestra señales de deterioro es el vigor de las semillas, luego la reducción en la germinación y plántulas normales y, finalmente, la muerte de las semillas (Ferguson, 1995).

Existen varios métodos para determinar la calidad fisiológica de las semillas, donde la germinación, pureza y sanidad son tres criterios generalmente aceptados y determinados por análisis de rutina en los laboratorios de semillas. El vigor de semillas aparece como un cuarto criterio de calidad que se refiere principalmente al comportamiento en el campo.

De acuerdo con Franco y Petrini 2002, el test de germinación es un parámetro

^{1/} INIA Treinta y Tres

^{2/} Universidad Federal de Pelotas

utilizado para medir la viabilidad y predecir la emergencia en el campo cuando la siembra se realiza en condiciones ideales de suelo. Estas condiciones rara vez ocurren y este parámetro para la evaluación de la viabilidad sobre-estima la emergencia a campo, en porcentajes variables. Esto se debe al hecho de que el vigor integra factores que van más allá de la simple viabilidad.

Para Delouche (1974) el test de germinación es un parámetro poco sensible y engañoso del vigor de las semillas, porque se centra en la consecuencia final del deterioro y no tiene en cuenta la pérdida que se produce antes de que disminuya la capacidad de germinación.

El vigor de la semilla se entiende como la suma de las propiedades que determinan el nivel potencial de actividad y el desarrollo de una semilla o un lote de semillas durante la germinación y emergencia de plántulas (ISTA, 1981). Según AOSA (1983), el vigor comprende aquellas propiedades que determinan el potencial para una emergencia rápida, uniforme y para el desarrollo de plántulas normales en una amplia gama de condiciones ambientales.

Entre las varias causas que pueden inducir cambios en el nivel de vigor debe ser destacado: la constitución genética, ambiente y la nutrición de la planta madre, peso y tamaño de la semilla, la integridad de la semilla, deterioro y edad de la semilla, y patógenos (AOSA, 1983).

Varios test fueron desarrollados para evaluar el vigor en los lotes de semillas. Dentro de los considerados más importantes por la International Seed Testing Association (ISTA 1995) se encuentran:

- a) métodos que se basan en la evaluación o el comportamiento de las plántulas;
- b) métodos que someten la semilla a condiciones de estrés.

En el primer grupo se encuentran los tests que evalúan las características de la germinación o de las plántulas, tales como primer conteo del test de germinación, largo

y peso de plántulas y la velocidad de germinación. Dentro de los test que someten la semilla a condiciones de estrés el más común es el de envejecimiento acelerado (Vieira & Carvalho, 1994). Este somete a la semilla a condiciones de alta humedad y temperatura previamente al test de germinación.

La germinación de la semilla básica de INIA almacenada hasta la zafra del año siguiente alcanza los valores requeridos por el Instituto Nacional de Semillas para su comercialización en esta categoría pero poco se sabe sobre su calidad fisiológica cuanto al vigor de las mismas. El objetivo de este estudio es comparar la calidad fisiológica de lotes de semillas de arroz almacenados en condiciones de humedad y temperatura ambiente durante seis y dieciocho meses.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el laboratorio de semillas del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) en el departamento de Treinta y Tres. El trabajo constó de dos experimentos de igual diseño que fueron conducidos en el período de setiembre a noviembre del 2008 (experimento 1) y en el mismo período de 2009 (experimento 2).

El estudio consistió en comparar la calidad fisiológica de lotes de semillas almacenados por seis meses y lotes almacenados por 18 meses para las variedades Tacuarí, El Paso 144 y Olimar. En el experimento 1 se utilizaron lotes de las zafras agrícolas de 2006/07 y 2007/08 y en el experimento 2 fueron utilizados lotes de las zafras agrícolas de 2007/08 y 2008/09.

Para los dos años de experimentos el procedimiento experimental fue el mismo. Una vez cosechadas las semillas estas fueron secadas, maquinadas y almacenadas en bolsas de plastillera en condiciones de humedad y temperatura ambiente en el galpón de INIA Treinta y Tres. Las muestras utilizadas en el experimento fueron tomadas de una muestra compuesta de las bolsas

almacenadas en el galpón por 6 y 18 meses.

El análisis de la calidad fisiológica de los lotes se realizó a través de la germinación y tests de vigor. Los tests de vigor realizados en laboratorio fueron: el primer conteo del test de germinación, largo total de plántula, largo de raíz de plántula, peso de plántula, índice de velocidad de germinación y envejecimiento acelerado. Posteriormente se realizó el test de emergencia en el campo.

Test de germinación - se realizó con 200 semillas (cuatro repeticiones de 50) entre papel a 25°C y los conteos de plántulas realizados a los cinco y catorce días luego de la instalación del test.

Test del primer conteo de germinación - fue realizado conjuntamente con el test anterior y consta del registro del porcentaje de plántulas normales verificadas en el quinto día después de la instalación.

Largo de plántula - se sembraron entre papel cuatro repeticiones de 20 semillas colocadas en el germinador a 25 °C. Luego de 7 días se midió el largo total de plántulas normales y de sus raíces.

Peso de la materia seca de plántula - se determinó utilizándose las mismas plántulas del test de largo de plántula, colocadas en una estufa a 80 ° C durante 24 horas.

Test del índice de velocidad de germinación - se sembraron 200 semillas y se contaron diariamente las plántulas que tenían un tamaño mínimo de 3 cm hasta el decimocuarto día. Con los datos diarios de las plántulas germinadas se calculó la velocidad de germinación utilizando la fórmula del índice de velocidad de germinación de Maguire (1962).

Test de envejecimiento acelerado - fue conducido en la cámara de envejecimiento acelerado colocándose las semillas en cajas plásticas a 42 °C y 100% de humedad relativa durante 72 horas. Transcurrido dicho período las semillas fueron colocadas a germinar de acuerdo a las recomendaciones del test de germinación.

Emergencia a campo - fue realizada sembrándose en 4 líneas de 5 m con 100 semillas cada una. El conteo de plántulas se realizó 21 días después de la siembra.

El diseño experimental fue completamente al azar siendo las medias comparadas a través del test de Tukey con un 5% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La germinación y el vigor de las semillas básicas de las variedades Tacuarí, El Paso 144 y Olimar con seis y 18 meses de almacenamiento para el experimento 1 y el experimento 2 se presentan los cuadros 1 y 2 respectivamente.

Cuadro 1. Resultados de análisis de germinación y los test de vigor de primer conteo de germinación (PCG), largo total de plántula (LTP), largo de raíz (LR), peso seco de plántula, índice de velocidad de germinación (IVG), envejecimiento acelerado (EA) y emergencia a campo para el experimento 1.

	Germ (%)	PCG (%)	LTP (mm)	LR (mm)	PSP (mg)	IVG	EA (%)	EC (%)
Tacuari 18 ma	89,1 <i>b</i>	86,4 <i>b</i>	113,4 <i>a</i>	83,6 <i>b</i>	3,2 <i>a</i>	9,8 <i>b</i>	72,8 <i>ab</i>	52,8 <i>a</i>
Tacuari 6 ma	92,3 <i>ab</i>	90,1 <i>a</i>	117,5 <i>a</i>	91,1 <i>a</i>	3,2 <i>a</i>	11,4 <i>a</i>	86,3 <i>a</i>	57,8 <i>a</i>
El Paso - 18 ma	93,3 <i>ab</i>	92,6 <i>a</i>	139,6 <i>a</i>	101,7 <i>b</i>	4,2 <i>a</i>	14,1 <i>b</i>	73,0 <i>a</i>	66,5 <i>a</i>
El Paso - 6 ma	93,7 <i>ab</i>	92,8 <i>a</i>	142,2 <i>a</i>	107,4 <i>a</i>	4,0 <i>a</i>	14,6 <i>a</i>	75,9 <i>a</i>	64,5 <i>a</i>
Olimar 18 ma	91,8 <i>ab</i>	90,9 <i>ab</i>	151,0 <i>a</i>	110,0 <i>a</i>	4,3 <i>a</i>	13,0 <i>b</i>	65,0 <i>b</i>	58,4 <i>a</i>
Olimar 6 ma	95,4 <i>a</i>	94,8 <i>a</i>	158,2 <i>a</i>	117,9 <i>a</i>	4,3 <i>a</i>	14,8 <i>a</i>	77,6 <i>a</i>	65,8 <i>a</i>

Cuadro 2. Resultados de análisis de germinación y los test de vigor de primer conteo de germinación (PCG), largo total de plántula (LTP), largo de raíz (LR), peso seco de plántula, índice de velocidad de germinación (IVG), envejecimiento acelerado (EA) y emergencia a campo para el experimento 2.

	Germ (%)	PCG (%)	LTP (mm)	LR (mm)	PS (mg)	IVG	EA (%)	EC (%)
Tacuari 18 ma	93,1 <i>b</i>	87,6 <i>b</i>	90,1 <i>a</i>	71,6 <i>b</i>	2,24 <i>a</i>	12 <i>b</i>	68,8 <i>b</i>	62,4 <i>a</i>
Tacuari 6 ma	95,3 <i>ab</i>	92,8 <i>a</i>	91,7 <i>a</i>	74,6 <i>a</i>	2,20 <i>a</i>	12,7 <i>a</i>	85,4 <i>a</i>	68,2 <i>a</i>
El Paso - 18 ma	95,6 <i>ab</i>	93,4 <i>a</i>	93,9 <i>a</i>	76,2 <i>a</i>	2,53 <i>a</i>	13,9 <i>a</i>	75,5 <i>b</i>	60,7 <i>a</i>
El Paso - 6 ma	94,6 <i>ab</i>	93 <i>a</i>	99,4 <i>a</i>	81,9 <i>a</i>	2,73 <i>a</i>	13,3 <i>b</i>	87,9 <i>a</i>	71,2 <i>a</i>
Olimar 18 ma	97,6 <i>a</i>	96 <i>a</i>	98,6 <i>b</i>	80,2 <i>b</i>	2,51 <i>a</i>	14,9 <i>a</i>	74,9 <i>a</i>	70,4 <i>a</i>
Olimar 6 ma	94,9 <i>ab</i>	93,3 <i>a</i>	103,7 <i>a</i>	85,3 <i>a</i>	2,55 <i>a</i>	14 <i>b</i>	83,6 <i>a</i>	73,6 <i>a</i>

La germinación de las semillas en el año de cosecha (seis meses de almacenamiento) es superior al 90% para todos los lotes y durante los dos años analizados. Estos valores indican una alta germinación y superan ampliamente el valor requerido por la legislación vigente en Uruguay para la comercialización de semilla básica de arroz. Al comparar el resultado de la germinación de los lotes almacenados durante 6 meses frente a los almacenados 18 meses no se encontraron diferencias significativas en ninguna variedad en los dos experimentos. Esto concuerda con los resultados de diez años obtenidos en el laboratorio de semillas de INIA Treinta y Tres (datos no publicados), donde no se detectaron diferencias entre la germinación

a los cinco meses de almacenamiento y la almacenada por 17 meses para las mismas variedades.

En un estudio que verificaba la longevidad de semillas de arroz en condiciones normales de galpón en Minas Gerais con temperaturas medias de 22°C y humedad de 70%, Fonseca et al. (1979), encontraron estabilidad de la germinación de semillas de arroz hasta el décimo cuarto mes y sin que sufrieran pérdidas en su calidad fisiológica durante 16 meses.

A partir de los resultados presentados en los cuadros 1 y 2 se observa que para los tests de vigor se verifican diferencias en largo de raíz, índice de velocidad de

germinación, primer conteo de germinación y envejecimiento acelerado.

Para el primer conteo de germinación se observa que la variedad Tacuarí presentó menor germinación en los lotes con 18 meses de almacenamiento en comparación a los de seis meses para los dos experimentos.

La variedad Tacuarí fue la única que presentó diferencias en el primer conteo de germinación, donde se identificó menor porcentaje en las semillas almacenadas por 18 meses.

La velocidad de germinación varió entre tiempo de almacenamiento. En el experimento 1 las tres variedades tuvieron una mayor velocidad de germinación en los lotes almacenados por seis meses. Lo mismo ocurre con la variedad Tacuarí en el experimento 2, pero no para Olimar y El Paso 144 en que se da lo contrario. Esto probablemente puede ser debido a la presencia de hongos encontrados en la semilla como *Curvularia* sp. y *Helminthosporium* sp. en los lotes de la zafra 08/09 que estarían interfiriendo y disminuyendo la velocidad de germinación de estas semillas.

En los tests relacionados al crecimiento de plántulas se observaron diferencias principalmente en el largo de raíz donde las plántulas provenientes de semillas de los lotes con seis meses de almacenamiento fueron más largas para las variedades Tacuarí y Olimar en el experimento 1 y en la variedad El Paso 144 en el experimento 2. En el largo total de plántula, a pesar de registrarse valores algo menores para las plántulas provenientes de semillas con mayor tiempo de almacenamiento, fue significativo sólo para la variedad Olimar en el experimento 2.

El peso seco de las plántulas no difirió entre tiempos de almacenamiento, o sea que a pesar de observar-se diferencias en el largo de las mismas, este crecimiento no fue suficiente para manifestarse en el peso. Este test parece no ser eficaz en la diferenciación del vigor de lotes como se ha

observado en varios estudios tanto para arroz como para otras especies.

En los resultados del test de envejecimiento acelerado, en el experimento 1, la variedad Olimar presentó menor germinación en los lotes con 18 meses de almacenamiento. En el experimento 2 el mismo resultado se da para las variedades Tacuarí y El Paso 144 manifestándose menor germinación en los lotes de mayor tiempo de almacenamiento.

La emergencia a campo no presentó diferencias entre tiempos de almacenamiento en los dos experimentos para ninguna de las variedades.

Analizando el resultado de la emergencia a campo se observa que a pesar de algunos tests dejar en evidencia mayor vigor para los lotes con menor tiempo de almacenamiento, esto no se refleja en las condiciones de campo. Se podría decir entonces, que para la región este, cuando la semilla de buena calidad es mantenida en buenas condiciones de almacenamiento de un año para otro no llevaría a problemas en la emergencia del cultivo de arroz.

Observándose los valores obtenidos en los tests que involucran el crecimiento de las plántulas y la velocidad de la germinación puede verificarse el mayor crecimiento y vigor de las variedades tropicales en relación a Tacuarí. Esto se repite en la emergencia a campo.

Dentro de las variedades en estudio se observó que la más susceptible al tiempo de almacenamiento es INIA Tacuarí debido a que para los dos años fue la que mostró diferencias en más tests de vigor.

Los tests en que las diferencias de vigor entre el tiempo de almacenaje fueron más notorios son el envejecimiento acelerado, largo de raíz e índice de velocidad de germinación.

CONCLUSIÓN

La calidad fisiológica de semillas de arroz de buena calidad y bien almacenadas es

poco afectada por un período de almacenamiento de hasta 18 meses para las condiciones de humedad y temperatura de la región. La germinación de lotes almacenados por 18 meses no es menor a los lotes almacenados por seis meses, pero si su vigor, verificado en diferentes test para las tres variedades sin que esto afectara la emergencia a campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bass, L.N. Controlled atmosphere and seed storage. *Seed Science and Technology*, 1 (2): 463-92, 1973.

Delouche, J.C., Baskin, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science & Technology*, v. 1, p. 427-452, 1973.

Delouche, J.C. Maintaining soybean seed quality. *Proc. TVA SYMPSON Soybean Prod., Marketing and Use. TVA Bull. Y69m Muscle Shoals, Ala.: 40-63 USA. 1974.*

Ferguson, J.N. An introduction to seed vigour testing. In: *Seed vigour testing seminar, 1995, Copenhagen. (Proceedings...)* Zurich: International Seed Testing Association, p. 1-9, 1995.

Franco, D.F., Petrini, J.A. Testes de Vigor em Sementes de Arroz. Comunicado Técnico 68. Embrapa, 2002.

ISTA. International Seed Testing Association, *Handbook of Vigour Test Methods*. Zurich, Switzerland, ISTA. 72 p., 1981.

Seeds Handbook. Biology, production, processing, and storage. Second Edition. AOSA (Association of Official Seed Analysts). *Seed vigor testing handbook*. Zurich, AOSA, 88 p (Contribution N° 32 The Handbook on Seed Testing). 1983.

Tekrony, D.M.; Egly, D.B.; White, G.M. Seed production and technology. In: Wilcox, J.R. (Ed). *Soybeans: Improvement, Production and Uses. 2.ed.* Madison: American Society of Agronomy, p.295-353, 1987.

Vieira, R.D.; Carvalho, N.M. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: UNESP. 163 p. 1994.

AGRADECIMIENTOS

A los funcionarios de la Unidad de Semillas Ariel Pimienta, Miguel Duplatt y Juan Duplatt.