

EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD DE LA GERMINACIÓN EN LA COLECCIÓN DE CULTIVARES DE MAÍZ (*ZEAMAYS* L.) DEL INIFAT.

Alberto Tarraza Rodríguez, Alberto Josué Odales Pérez y Tomás Shagarodsky Scull.

RESUMEN

El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo esencial en la alimentación humana y animal debido a su alto valor nutricional y además tiene numerosas aplicaciones en la industria. El INIFAT cuenta con una colección de germoplasma de maíz que supera las 200 accesiones representativas de Cuba. Esta es una fuente de diversidad genética, no explotada del todo, por lo que es vital garantizar que su conservación y mantenimiento sean efectivos para la futura utilización. Se caracterizó y se evaluó una muestra de 28 cultivares tradicionales, emparejando tres variedades comerciales del INIFAT como testigos. Se evaluaron seis atributos de la germinación bajo dos condiciones de temperatura. Para el ensayo de germinación se empleó el método de papel periódico como alternativo al método de ensayo entre papel. Las temperaturas analizadas no influyeron en la expresión final de las variables relacionadas con la germinación. Se determinó mediante análisis estadístico que el ancho y el largo del coléoptilo son caracteres que permiten la diferenciación varietal favoreciendo en un análisis de conglomerado la formación de tres grupos de cultivares. Se detectó una pérdida de variabilidad en la colección debido a que ninguno de los cultivares analizados alcanzó un 85% de germinación, por lo cual hay que encaminar futuros trabajos a su regeneración y se recomienda extender el estudio al resto de la colección para tener un mejor conocimiento de la variabilidad de la germinación en todas las accesiones de la colección.

Palabras clave: germinación, plántula, maíz

Variability of germination of cultivars of corn (*Zea mays* L.) of INIFAT collection.

Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT), Cuba.

genetica10@inifat.co.cu

ABSTRACT

Corn (*Zea mays* L.) is an essential crop for the human and animal diets due to both its high nutritional value and its several applications in industry. The INIFAT has a collection of over 200 accessions of corn germplasm representative of Cuba. It is a non-totally exploited source of genetic diversity; hence, we need to guarantee a proper conservation and maintenance for future uses. A sample of 28 traditional cultivars was characterized and evaluated using three INIFAT's commercial varieties as control. Six attributes of the germination under two temperature conditions were evaluated. For the germination trial the newspaper method was used as alternative to between papers method. The analyzed temperatures did not alter the final expression of the variables related to the germination. It was determined by statistical analysis that the length and width of the coleoptile are varietal characters that allow for the varietal differentiation and favor in the cluster analysis the formation of three cultivar groups. In this collection, a loss of variability was detected because none of the analyzed cultivars reached 85% of germination; therefore, it is necessary to conceive future research projects for its regeneration and it is advisable to extend this study to the rest of the collection in order to reach a more comprehensive understanding of the variability of the germination in every sample in the collection

Key Words: germination, seedling, corn

INTRODUCCIÓN

Los orígenes del maíz (*Zea mays* L.) fueron en América Central, especialmente en México (Hatheway, 1957). Cristóbal Colón en su primer viaje refirió haber visto en Cuba cuatro tipos de granos: amarillos, blancos, morados y colorados (Collazo, 2001). Sin embargo, en Cuba, el manejo de este recurso no tiene la tradición milenaria de Mesoamérica. Este cultivo constituye una materia prima básica de la

industria alimenticia tanto para el consumo humano como animal.

En el INIFAT se conserva una colección de germoplasma de maíz que supera las 200 accesiones la cual es representativa de las razas de maíz propias de Cuba que no han sido explotadas en todo su potencial unido a germoplasma introducido de otros países y materiales generados en los programas de mejoramiento nacional. Para su conservación se requiere un monitoreo

periódico de manera que se pueda conocer la viabilidad y calidad de las semillas. El presente trabajo se realizó con los objetivos de evaluar el comportamiento de diferentes descriptores del maíz en la fase de plántula e incorporar a la caracterización existente los atributos evaluados durante dicha fase.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon semillas con distintas fechas de almacenamiento de la colección base y de trabajo de maíz (*Zea mays* L.) del INIFAT para un total 28

cultivares (Tabla 1). El montaje se realizó atendiendo a las normas ISTA (2013) para maíz, evaluando 50 semillas por cultivar para lo cual se emplearon los criterios de Rao *et al.* (2006) para el monitoreo en Banco de Germoplasma. Se empleó como método alternativo el papel de periódico (Barros, 2007). La germinación se realizó en dos condiciones, con 25 semillas por condición, una a temperatura constante de 25 °C y otra a temperatura ambiente no controlada. Se registró la temperatura máxima diurna con un termómetro de mercurio.

Tabla.1 Relación de las variedades empleadas con la fecha en que fueron almacenadas y su origen. F Env fecha de envase, F.M variedad Francisco Mejorado, Gnt Guantánamo, P.Río Pinar del Río.

Cultivar	F. Env	Origen	Cultivar	F. Env	Origen
PAJIMACA	dic-89	INIFAT	P-3549	2007	Gnt
GIBARA	dic-92	INIFAT	P-3546	2009	Gnt
F.M	dic-96	INIFAT	P-3502	2009	P.Río
P-3518C	2003	Gnt	P-3504	2009	P.Río
P-3523A	2005	Gnt	P-3506	2009	P.Río
P-3519B	2005	Gnt	P-3507	2009	P.Río
P-3521A	2005	Gnt	P-3498	2009	P.Río
P-3550B	2006	Gnt	P-3505	2009	P.Río
P-3527D	2006	Gnt	P-3508	2009	P.Río
P-3552C	2006	Gnt	P-3490	2009	P.Río
P-3544B	2006	Gnt	P-3492	2009	P.Río
P-3551A	2006	Gnt	P-3495	2009	P.Río
P-3549C	2007	Gnt	P-3503	2009	P.Río
P-3539	2007	Gnt	P-3488	2009	P.Río

Al séptimo día se calculó el porcentaje de germinación y de semillas con contaminación por variedad y por condición experimental clasificándolas en plántulas normales plántulas anormales según los siguientes criterios: i **(PA)** atrofia de la parte aérea, plántulas sin desarrollo del coléoptilo, ii **(RP)** atrofia de la raíz principal, plántulas sin desarrollo de la raíz principal y iii **Formas anómalas**, plántulas con un desarrollo completo, pero cuyo coléoptilo forma un lazo.

Se empleó un pie de rey, con una precisión de 0,05 mm para realizar mediciones a caracteres sugeridos por UPOV (2009) en 12 plántulas referidos como: largo de la raíz, ancho de la raíz, largo del coléoptilo y ancho del coléoptilo. Además se evaluó el número de raíces laterales y el peso fresco de la plántula con el empleo de una balanza técnica (Rawag) de una precisión de 0.01 g.

Con el programa InfoStat versión 2008 (Di Rienzo *et al.*, 2008) se comparó la influencia de la temperatura en diferentes caracteres de las plántulas y se realizó un análisis de conglomerados empleando como criterio de agregación a la distancia Euclidiana para determinar las relaciones

cuantitativas entre las variedades. Se calculó análisis de varianza para validar las agrupaciones formadas estableciendo para cada variable las diferencias entre grupos a través de la prueba de rango múltiple de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de germinación

Los materiales evaluados tienen un período de conservación que oscila entre cinco y 26 años. Los resultados de las pruebas de germinación permitieron registrar porcentajes de germinación relativamente bajos. Lo que permite recomendar la regeneración de todos los materiales evaluados. No obstante, el cultivar 'Pajimaca' luego de conservados 26 años mostró un porcentaje de plántulas normales de 52%, que no es un índice óptimo para la conservación (85 %), pero permite recuperar esta variedad cultivada luego de un período de almacenamiento prolongado. Los otros cultivares evaluados con períodos más corto de almacenamiento muestran índices de germinación no óptimos para el cultivo del maíz que es una especie de comportamiento ortodoxo con períodos de almacenamientos

prolongados en condiciones de Banco de Germoplasma que superan los 20 años en las condiciones de almacenamiento a corto y mediano plazo con temperaturas de 5-7°C.

El promedio de germinación de las variedades envasadas en el período de los años 2006 al 2007 fue el mayor, inclusive en comparación con variedades almacenadas recientemente (ver tab1). Los datos obtenidos de la germinación de estas variedades almacenadas después del 2007 indica que el manejo en la

cosecha y/o colecta de los cultivares no fue el más adecuado. Tres de las variedades analizadas no germinaron (Francisco Mejorado, P-3519B y P-3505) dentro de estas, la última, fue conservada hace solo 6 años (Figura 1).

El cultivar con mayor porcentaje de germinación fue P-3552C con un 70% y no satisface el valor de germinación establecido en un banco de germoplasma. El resto de los cultivares se encuentran entre un 2% y 66% de germinación.

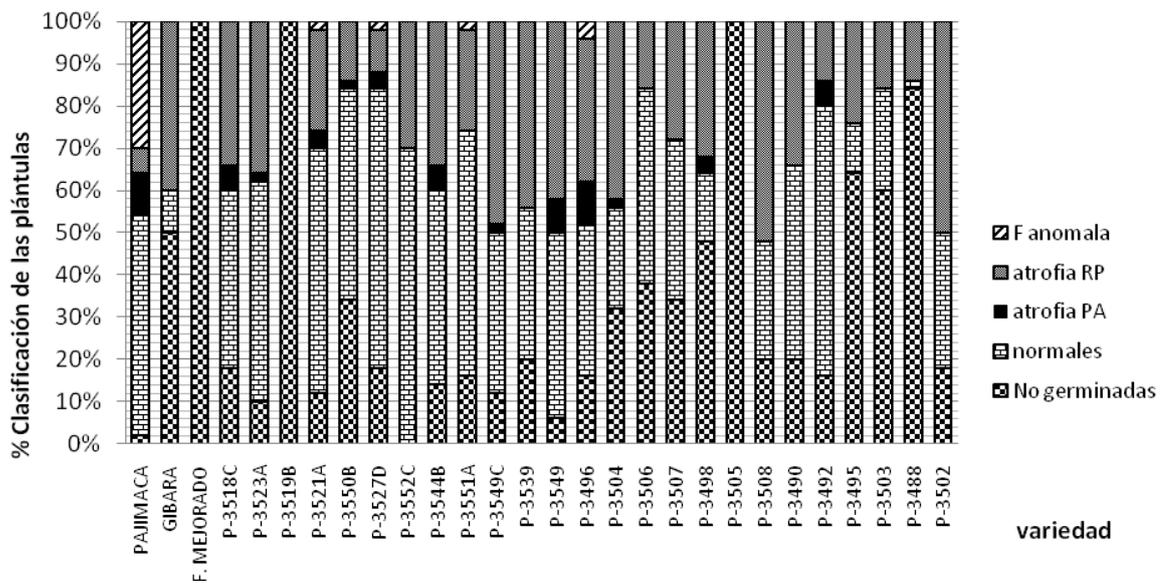


Figura 1. Análisis de germinación de cultivares de maíz (*Zea mays L.*)

Análisis de la calidad de las Plántulas

La formación adecuada de los componentes de las plántulas es factor importante para garantizar su sobrevivencia posterior. Diferentes estudios han confirmado que el almacenaje de las semillas por períodos de tiempo prolongados afecta el desarrollo de las estructuras de las plántulas (Balaban *et al.*, 2005). La variedad Pajimaca presentó el mayor porcentaje (30%) de plántulas en forma de lazo y en los cultivares P-3521A, P-3527D, P-3551A y P-3496 esta anomalía presentó un porcentaje inferior a 10 % (Figura 1). En el resto de los cultivares analizados no se detectaron plántulas con esta anomalía. La atrofia de la raíz principal se encontró en todos los grupos de estudio siendo mayores a un 50% en los cultivares P-3508 y P-3502. La atrofia de la parte aérea tuvo sus mayor porcentajes (10%) en los cultivares Pajimaca y P-3496.

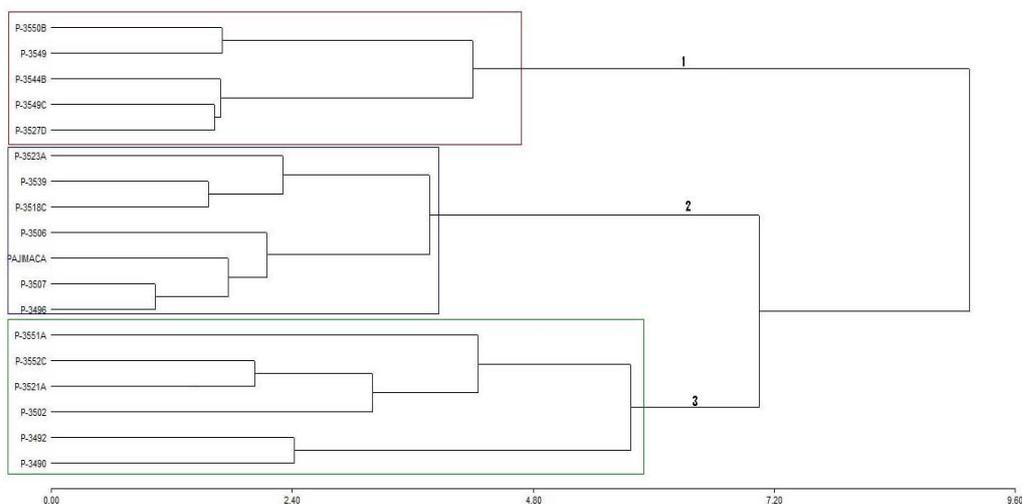
El envejecimiento de las semillas de maíz provoca cambios en el metabolismo de las células (Dreyer y Van de Venter, 1992), disminución de la actividad de las enzimas (Bernal-Lugo *et al.*, 1999) y lesiones en el ADN (Roberts, 1988) y el aumento del número de plántulas con morfología anormal (Mackay, 1972); como es el caso de las variedades

anteriormente mencionadas. La causa de la mayoría de estos comportamientos anómalos se deben a la presencia de especies reactivas del oxígeno (ROS) que forman radicales libres que son capaces de alterar las estructuras y las funciones de las células. Aún cuando las enzimas catalasa, peroxirredoxina y superóxido dismutasa son ejemplo de enzimas encargadas de mantener bajo los niveles de ROS (Balaban *et al.*, 2005). Se ha observado que estas enzimas disminuyen su actividad y que la mitocondria aumenta la liberación de ROS con el envejecimiento celular (Balaban *et al.*, 2005).

Análisis entre variedades

Las variedades se relacionaron en tres grupos acorde a un agrupamiento entre cultivares de distancias Euclidianas atendiendo a las diferencias de los caracteres analizados (Figura 2).

Se observó que los grupos 2 y 3 se encuentran más cercanos entre sí que el grupo 1 y la agrupación en los mismos fue independiente de la fecha de almacenamiento estando indistintamente en todos los grupos representados de todos los años. Las comparaciones realizadas entre grupos muestran que el grupo 1 guarda relación con el 3 en las variables peso y ancho de la raíz y con el 2 en cuanto al número de raíces laterales.



Los grupos 2 y 3 están relacionados por las variables largo de la raíz y ancho de la raíz. El ancho del coléoptilo y largo del coléoptilo son los que diferenciaron por completo a los tres grupos, siendo este último descriptor varietal sugerido por Muñoz *et al* (1993). El largo de la raíz también fue sugerido por Muñoz *et al* (1993) como descriptor varietal, en nuestro trabajo el largo de la raíz no diferencia los grupos 2 y 3.

Debido a la importancia de la temperatura en el crecimiento vegetal se decidió analizar cómo varían las variables relacionadas con la germinación ante diferentes temperaturas. Este estudio preliminar no mostró diferencias en el número de plántulas que germinaron, ni en las tallas y tampoco influyó en el número de plántulas que se contaminaron

con hongos. Con este resultado no podemos descartar el efecto de la temperatura en la germinación y crecimiento de las plántulas de maíz, por lo que estudios posteriores con este fin serían necesarios para un mejor esclarecimiento.

CONCLUSIONES

Los resultados de estas pruebas significan que el manejo de los materiales evaluados no fue adecuado en la etapa previa a su almacenamiento lo que ha llevado a mostrar índices de germinación inferiores al 85 % que es el índice general empleado para el mantenimiento de la integridad genética de las variedades en Banco de Germoplasma. Estos datos permiten resaltar la urgencia

de la regeneración evaluada que ya ha sido emprendida posterior a este análisis y nos obliga a realizar una revisión de toda la colección conservada unido a la colección de trabajo de los mejoradores o a la recolección in situ de los materiales de colecta conservados. En el caso de los materiales de colecta una de las problemáticas está relacionada con la calidad del material de recolección que en muchas ocasiones está afectado por plagas de almacén como los gorgojos (*Sitophylus zeamays*) y los hongos relacionados con el deterioro en el almacenamiento como *Fusarium* spp., *Penicillium oxalicum*, *Aspergillum flavus* y *A. niger*. Estos atacan y dañan el grano cuando su humedad durante el almacenamiento está entre 14 y 18% (Smith y White, 1988), unido a un tamaño de muestra pequeño cuando para un cultivo alógeno como el maíz se requieren entre 4000 y 12000 granos. Las colecciones del banco de germoplasma del INIFAT estuvieron expuestas a condiciones de corte de electricidad prolongado de hasta 16 horas durante el período especial lo que ha conspirado contra la calidad de la conservación, lo cual ha provocado deterioro de la viabilidad de la colección de maíz en los cultivares analizados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balaban, R., Nemoto, S. y Finkel, T. (2005) Mitochondria, oxidants and aging. *Cell* 120, 483-495.
- Barros A. 2007. Producto de semillas em pequenas propriedades. 2ª Ed revisada y ampliada. Instituto Agronómico do Paraná, Londrina, Brasil Circular Técnica No. 129 Agosto, 98-112.
- Bernal-Lugo, I., Camacho, A. y Carballo, A. (1999) Effects of seed ageing on the enzymic antioxidant system of maize cultivars. *Seed biology, advances and applications*. CAB international, cap 14, 151-160.
- Collazo Gladiz. 2011. Acercamiento a la cultura del maíz en Cuba. *Revista Ambienta*. www.revistaambienta.com. Visitado el 6 de diciembre del 2014.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2008). *InfoStat, versión 2008*, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Dreyer, M. and Van de Venter, H.A. (1992) Differential effect of temperature on mitochondrial activity in shoots from freshly and

- moderately aged kernels of maize (*Zea mays* L.). *Plant Growth Regulation* 11, 267–271.
- Hatheway, W. (1957). *Races of Maize in Cuba*. Washington: National Academy Of Sciences-National Research Council. 74pp.
- ISTA. 2013. International Rules for Seed Testing. Edition 2012. International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland. ISTA home page available from: www.seedtest.org/en/home.html Visitado el 21 de octubre 2014.
- Mackay, D.B. (1972) The measurement of viability. In: Roberts, E.H. (ed.) *Viability of Seeds*. Syracuse University Press, 172–208.
- Muñoz G, Giraldo G. y Fernández J. 1993 Descriptores varietales Arroz, frijol, maíz, y sorgo. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, 87-108.
- Rao NK, Hanson J, Dulloo ME, Ghosh K, Nowel D, Larinde M. 2006. Manual of seed handling in gene banks. Handbooks for Gene banks No. 8. Bioversity International, Rome, Italia.
- Roberts, E.H. (1988) Seed aging: the genome and its expression. In: Nooden, L.D. and Leopold, A.C. (eds) *Senescence and Aging in Plants*. Academic Press, 465–498.
- UPOV. 2009. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad del maíz (*Zea mays* L.). Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales Ginebra, 64 pp.
- Smith, D.R. & White, D.G. 1988. Diseases of corn. In G.F. Sprague & J.W. Dudley, eds. *Corn and corn improvement*, 3rd ed., p. 687-766. Madison, WI, USA, American Society of Agronomy Documentos del depósito de la FAO. www.fao/repositorio.com. Visitado el 15 de octubre 2014.