

INFLUENCIA DEL BIOPRODUCTO IHPLUS EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *PINUS CARIBAEA* MORELET VAR. *CARIBAEA* BARRET Y GOLFARI

INFLUENCE OF IHPLUS BIOPRODUCT ON GERMINATION OF SEEDS OF *PINUS CARIBAEA* MORELET VAR. *CARIBAEA* BARRET AND GOLFARI

ING. YUSLEIDY CARMONA-CABALLERO¹, M.Sc. LOURDES SORDO-OLIVERA¹ Y M.Sc. ALEXIS LAMZ-PIEDRA²

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB de Investigación e Innovación Tecnológica. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, yusleidy@forestales.co.cu

² Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Departamento de Genética y Mejoramiento de las Plantas. Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, C.P. 32 700, Cuba

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del bioproducto IHPLUS sobre la germinación de semillas de pino de diferentes años de almacenamiento. Se sometió tres repeticiones de 100 semillas a diferentes concentraciones (5 y 10 mL/L) y un control con agua corriente. Se empleó un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial (3 años de almacenamiento x 3 soluciones). Los resultados de la prueba de viabilidad por tetrazolio indicaron que las semillas de un año almacenadas mostraron mayor viabilidad que el resto, así como el mayor número de semillas sanas, lo que significa que el tiempo de almacenamiento influye negativamente en el porcentaje de germinación. Las soluciones del bioproducto fueron capaces de promover la germinación (T₀) independientemente del tiempo de almacenamiento. En el día de vigor no hubo efecto significativo para la solución y años de almacenamiento, lo que indica que las soluciones fueron capaces de homogenizar la germinación.

Palabras claves: germinación, bioproducto, tratamiento pregerminativo, almacenamiento.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of the IHPLUS Bioproduct on the germination of pine seeds from different storage years. Three repetitions of 100 seeds were subjected to different concentrations (5 and 10 mL/L) and a control with running water. A completely randomized design with factorial arrangement (3 years of storage x 3 solutions) was used. The results of the tetrazolium viability test indicated that the stored one-year seeds showed greater viability than the rest, as well as the greater number of healthy seeds; which means that the storage time negatively influences the germination percentage. The bioproduct solutions were able to promote germination (T₀) regardless of storage time. On the day of vigor there was no significant effect for the solution and years of storage, indicating that the solutions were able to homogenize germination.

Key words: germination, bioproduct, pregerminative treatment, storage.

INTRODUCCIÓN

En la región occidental, provincia de Pinar del Río, la de mayor extensión de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret & Golfari, se encuentran diferentes fuentes semilleras para la obtención de semillas de calidad utilizadas en los planes de reforestación del país, plan-

taciones productivas y pequeñas cantidades para la exportación. Una de estas fuentes es el huerto semillero clonal de tres generaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret & Golfari (pino macho) ubicada en Malas Aguas, Viñales. Sin embargo, en los últimos años se

ha estado presentando una disminución de la capacidad germinativa de las semillas, lo que pudiera estar dado, entre otros factores, por la disminución de su peso, relacionado con el aumento de su cantidad por kilogramo (Álvarez, *et al.*, 2016 (inédito)), pero también pudieran estar determinadas tanto por factores naturales como por antrópicos y la incidencia de las variadas condiciones climáticas (Geada, 2011). Estos últimos elementos se relacionan con lo informado por Wang (1988) sobre nuevos campos de investigación en semillas de árboles y arbustos, donde deja claro la importancia de la calidad de la semilla forestal para obtener buen establecimiento en campo. Indicaba este autor que la calidad estaba relacionada con cuatro factores: la madurez de las semillas en la recogida, el manejo del cono o fruto, el proceso de extracción y el almacenamiento de las mismas.

Si bien se conocen los principales factores que promueven la disminución de la capacidad germinativa en esta especie, también es conocido que la solución a esta problemática es a mediano y largo plazo, por lo que se hace necesario acudir a otras estrategias que contribuyan a estimular la germinación de las semillas. En este sentido, se ha expresado que la aplicación de tratamientos pregerminativos promueve la germinación rápida y uniforme de las semillas (Gutiérrez *et al.*, 2011).

Entre los factores internos que afectan la germinación se encuentran la viabilidad de las semillas que corresponde al período durante el cual las mismas conservan su capacidad para germinar, y el vigor que se define como el conjunto de propiedades que determinan el nivel de actividad y capacidad de las semillas durante la germinación y la emergencia de las plántulas (ISTA, 1977). La viabilidad se puede evaluar por medio de la prueba de viabilidad con sal de tetrazolio (2,3,5-trifenil cloruro de tetrazolio) (Gutiérrez *et al.*, 2011), así como otros métodos que han sido estandarizados para varias especies (Cárdenas, 2011).

En los últimos años se ha fomentado la tendencia de utilizar medios inocuos a la salud y al medio ambiente, destinados a incrementar los niveles de producción. La vía para lograr estos objetivos es la producción y utilización de bioproductos de amplio espectro desarrollados sobre la base de los microorganismos benéficos,

en el marco de tecnologías sostenibles, que aportan una nueva dimensión en la optimización del uso de los suelos, el manejo de los residuales, la rotación de cultivos, la utilización de aditivos orgánicos en la producción animal, la conservación en forma de ensilajes, el reciclaje de los residuos de cosechas y los biocontroles para el tratamiento de plagas y enfermedades (Higa y Wididana, 1991).

La utilización de microorganismos que se encuentra en los estratos bajos de los bosques menos afectados por la explotación del hombre es una práctica bien conocida desde hace varios años. En la década de los ochenta del siglo XX, el profesor japonés Dr. Teruo Higa, de la Universidad de Ryukyus, Okinawa, desarrolló la tecnología de los EM (Effective Microorganisms), que propone la sinergia entre las diferentes familias de microorganismos presentes en suelos no perturbados (Sánchez, 2011).

En este sentido, en la Estación Experimental Indio Hatuey se introdujo la tecnología EM, a la que se le realizó un proceso de innovación para adaptarla a las condiciones cubanas, lo que trajo como resultado mejoras tecnológicas y el desarrollo del bioproducto IHplus (primero se produce un fermentado sólido y después uno líquido, que es el comercial) (Sánchez, 2011).

Higa (1994) señala que la aplicación del EM induce los siguientes efectos benéficos: promueve la mejora física, química y biológica del ambiente del suelo y suprime los patógenos que promueven enfermedades, aumenta la capacidad fotosintética de los cultivos, asegura y mejora la germinación y desarrollo de las plantas, incrementa la eficacia de la materia orgánica como fertilizante y promueve la germinación, la floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas.

Por tales razones el objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia del bioproducto IHPLUS sobre la germinación de semillas de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari con diferentes años de almacenamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del trabajo se tomaron tres lotes de semillas de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari (pino macho) de dife-

rentes años de almacenamiento (uno, dos y cinco años) procedentes de Malas Aguas, en Viñales, Pinar del Río. A cada lote se le analizó la cantidad de semillas sanas, vanas y enfermas, con el apoyo de la metodología establecida en la Norma Cubana. Semillas Forestales. Método de Ensayo (NC 71-04, 1987), y para evaluar y cuantificar la viabilidad inicial de las semillas se realizó el test de tetrazolio (2,3,5-trifenil cloruro de tetrazolio al 0,1 % aplicado a 100 semillas de cada lote durante un período de 24 horas a temperatura ambiente, a las que se les realizó un corte longitudinal en la testa y exponer el embrión a la solución de tinción (Grabe, 1970).

Tratamientos pregerminativos con bioproducto IHPLUS

Se utilizaron dos concentraciones del bioproducto IHPLUS (5 mL/L y 10 mL/L) a la que fueron sometidas las semillas antes de ser sembradas y un testigo (inmersión en agua corriente a temperatura ambiente). En todos los casos la inmersión fue por un tiempo de 48 h y las soluciones fueron cambiadas a las 24 h.

Variables evaluadas

Ensayo de germinación después de aplicar los tratamientos

Para la realización de este ensayo las semillas fueron colocadas sobre algodón y papel de filtro humedecido con agua corriente en placas Petris, sembrándose tres repeticiones de 100 semillas por tratamiento.

Los conteos de germinación se realizaron diarios a partir de hacerse visible la germinación y se detuvo luego de no observarse más la misma.

Con los datos obtenidos se calcularon los porcentajes de germinación, así como el T_0 (número de días transcurridos entre el momento de la siembra y el comienzo de la germinación) según Díaz-Lifante (1993) y día de vigor (DV).

Diseño experimental y análisis estadístico

Se realizó un diseño experimental completamente aleatorizado con arreglo factorial 3 x 3 (año de almacenamiento por solución de inmersión). Los datos que no presentaron una distribución normal se transformaron con $\arcsen \sqrt{(x/100)}$.

Luego fueron sometidos a análisis de varianza y se realizó una prueba de comparación múltiple de medias por Tukey para $p \leq 0,05$ utilizando el paquete estadístico SPSS-19 Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar los resultados de la prueba de tetrazolio (*Fig. 1*) se detectó que las semillas de un año almacenadas mostraron mayor porcentaje de viabilidad, siendo del 72 %, mientras que para los años cinco y dos de almacenadas las mismas presentaron valores muy altos de semillas calificadas como no viables. Estos resultados pueden ser un efecto del deterioro de las semillas, lo que se sustentan en lo expresado por Delouche (2002), donde el deterioro de las mismas puede ser visto como un complejo de cambios que ocurren con el pasar del tiempo, causando perjuicios a sistemas y funciones vitales, resultando la disminución en el grado de la capacidad de desempeño de la semilla, y este está determinado principalmente por la interacción entre herencia genética, su contenido de humedad y la temperatura.

Así mismo se identificó que las semillas sanas, vanas y enfermas estuvieron relacionadas con la prueba de viabilidad (*Fig. 2*), detectándose el mayor número de semillas sanas en el lote de un año, mientras que en los lotes de dos y cinco años las semillas vanas y enfermas se duplicaron respecto al lote de un año. Esto puede estar relacionado con la incidencia de patógenos que se desarrollan durante el almacenamiento; por tanto, es importante tener en cuenta que la viabilidad de estas es fuertemente influenciada por varios factores como la humedad interna de la semilla, la temperatura y la humedad relativa del local donde son conservadas, así como el período de conservación y el tipo de envase (FAO, 2011).

Se ha informado que la exposición de las semillas a estos factores desencadena varios procesos metabólicos que pueden provocar una disminución de la viabilidad a medida que pasa el tiempo. Todos ellos están directamente relacionados con el tipo de semilla en estudio, lo que hace aún más difícil el entendimiento de este fenómeno, ya que cada especie vegetal tiene sus parámetros de mantenimiento de la viabilidad durante la conservación (Mahjabin *et al.*, 2015). Así, se ha expresado que el período

en que las semillas se mantienen viables en el almacén (longevidad) está determinado por

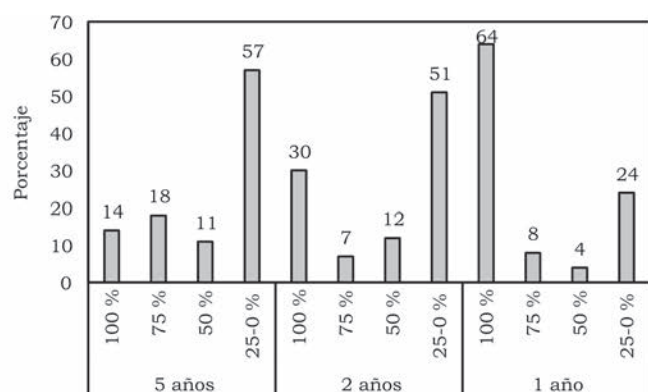


Figura 1. Evaluación de la viabilidad con Test de tetrazolio de las semillas de *Pinus caribaea* M. var. *caribaea* Barret & Golfari de cinco, dos y un año de almacenamiento.

En análisis de la interacción de los factores (año de almacenamiento y soluciones de inmersión) para el porcentaje de germinación (PG), se detectó que esta variable no tuvo influencia de la solución empleada ni interacción entre la solución y año de almacenamiento (Tabla 1), estando ello en concordancia con lo expresado por Gómez (2011), que indica

factores genéticos, fisiológicos, ambientales y por la interacción entre ellos (Navarro, 2009).

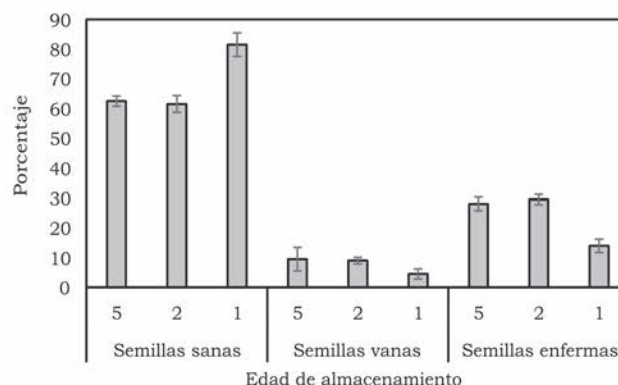


Figura 2. Semillas sanas, vanas y enfermas por edad de almacenamiento en semillas de *Pinus caribaea* M. var. *caribaea* Barret & Golfari de cinco, dos y un año de almacenamiento (Barras verticales indican intervalo de confianza al $p \leq 0,05$ %).

que la respuesta a los tratamientos con determinadas sustancias estará relacionada con la concentración empleada. Sin embargo, el PG sí fue influenciado por el tiempo de almacenamiento de las semillas (Tabla 1, Fig. 3A), estando ello relacionado a la viabilidad determinada con el test de tetrazolio (Fig. 1), lo que ha sido informado por Delouche (2002).

Tabla 1. Análisis factorial de T0, DV, PG de semillas de *Pinus caribaea* M. var. *caribaea* Barret & Golfari de cinco, dos y un año de almacenamiento

Fuente	T0		DV		PG	
	gl	Sig.		Sig.		Sig.
Modelo corregido	8	0,044		0,502		0,000
Intersección	1	0,000		0,000		0,000
Solución	2	0,001***		0,259 ^{ns}		0,221 ^{ns}
Años de almacenamiento	2	0,821 ^{ns}		0,217 ^{ns}		0,000***
Solución por año almacenamiento	4	0,935 ^{ns}		0,849 ^{ns}		0,684 ^{ns}
Error	18					
Total	27					
Total corregida	26					

^{ns} (No significativo) *** (Significativo para $p \leq 0,001$ %)

T0 (Número de días transcurridos entre el momento de la siembra y el comienzo de la germinación)

DV (Día de vigor o día en que se observó el mayor número de semillas germinadas)

PG (Porcentaje de germinación).

El deterioro de las semillas se evidencia como pérdida de la germinación, producción de plán-

tulas débiles, disminución del vigor y últimamente muerte de la semilla (Tilebeni y Golpayegani,

2011). Dado que el deterioro de las semillas ocasiona disminución de la emergencia, el empleo de semillas deterioradas para la producción trae

aparejado grandes irregularidades, poca sobrevivencia de plantas en el campo y menor población de plantas por hectáreas (Biabani *et al.*, 2011).

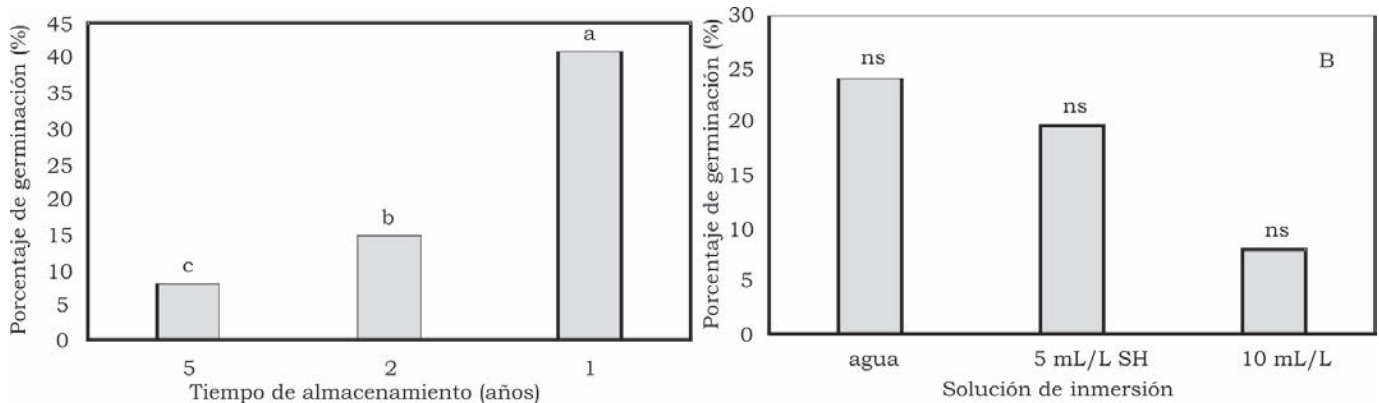


Figura 3. Porcentaje de germinación de semillas de *Pinus caribaea* M. var. *caribaea* Barret & Golfari de cinco, dos y un año de edad y tratamiento de soluciones del bioproducto. Letras diferentes indican diferencias estadísticas según para Tukey $p \leq 0,05$ %.

En el análisis factorial para el T0 se identificó un efecto significativo ($p \leq 0,05$) para la solución de inmersión; sin embargo, para la edad de las semillas se detectó que no influyó en el T0 ni hubo interacción entre solución y año de almacenamiento (Tabla 1). Este resultado es de gran importancia si tenemos en cuenta que se hace necesario realizar pretratamientos a las semillas que promuevan la germinación rápida y uniforme de las mismas (De la Rosa *et al.*, 2012).

En el análisis de varianza se constató que las soluciones del bioproducto tanto a 5 mL/L como a 10 mL/L fueron capaces de promover el inicio de la germinación sin diferencias estadísticas entre estas (Fig. 4A), indicando ello que las semillas tratadas con el bioproducto son capaces de germinar antes que las tratadas con agua

(tratamiento pregerminativo que se emplea en actualidad). Sin embargo, al analizar el T0 por año, se identificó que, independientemente de esta, no hubo diferencias en el inicio de la germinación (al menos en semillas de cinco años de almacenamiento), aunque sí se observó tendencia a un retardo del inicio de la germinación en semillas con este período.

Se ha informado que la aplicación de diferentes métodos pregerminativos para lograr restablecer el vigor de las semillas fortalece la respuesta antioxidante de estas (Loake y Grant, 2007) ante los daños resultantes de las especies activas de oxígeno (EAO) o el estrés oxidativo, quienes juegan un papel importante en el proceso de envejecimiento de las semillas (Rajjou y Debeaujon, 2008).

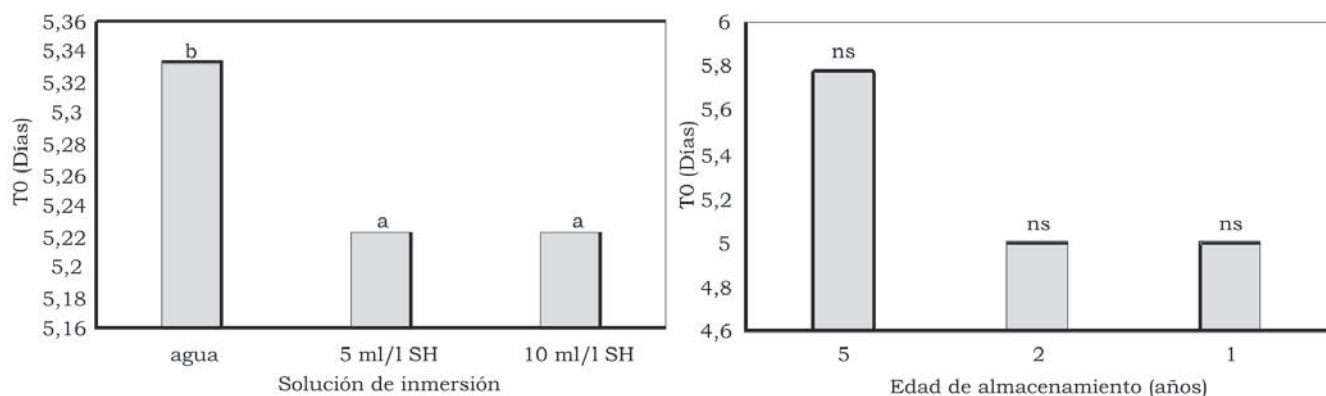


Figura 4. Efecto en de la solución en T0 (Tiempo transcurrido en días desde que se siembra la semilla hasta que germina la primera semilla de la muestra). En semillas de *Pinus caribaea* M. var. *caribaea* Barret & Golfari de cinco, dos y un año de almacenamiento.

Al desarrollar el análisis factorial para el día de vigor (DV) se observó que no hubo efecto significativo para la solución y tiempo de almacenamiento, así como no se detectó interacción entre estos dos factores (Tabla 1, Fig. 5A y B). Si bien las soluciones del bioproducto no fueron capaces de promover el DV, al analizar esta variable por años esto resulta de gran valor, ya que aun

cuando las semillas presentan diferencias en su viabilidad inicial y porcentaje de germinación, como en este caso mostraron las semillas de cinco y dos años de almacenamiento (Figs. 1 y 3, respectivamente), las soluciones fueron capaces de homogenizar la germinación, siendo este el principal propósito de los tratamientos pregerminativos (Ramos, 2015).

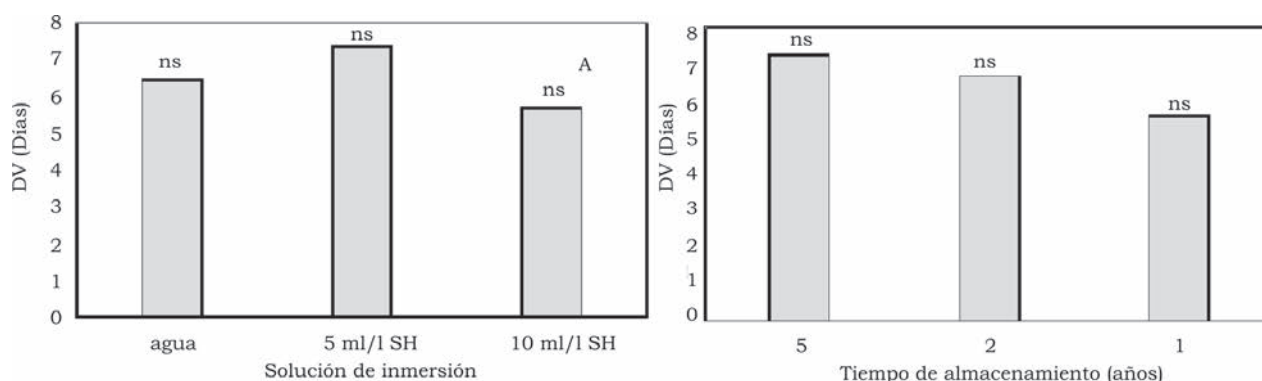


Figura 5. Día de vigor para soluciones (A) y para años de almacenamiento ^{ns} (B). En semillas de *Pinus caribaea* M. var. *caribaea* Barret & Golfari ^{ns} (no significativo para $p \leq 0,05$)

Algunos autores han señalado que, en condiciones donde los daños en las semillas no han alcanzado niveles críticos, la eliminación de sustancias tóxicas promovidas por propio metabolismo de las semillas o por la incidencia de determinados factores durante el almacenamiento de la semilla puede ser restaurada por un tratamiento inicial de fortalecimiento de las semillas basado en imbibición controlada que mejora su vigor (Goel *et al.*, 2003). En este estudio se observó como que los tratamientos con soluciones del bioproducto IHPLUS fueron capaces de restablecer la germinación homogénea independientemente de la viabilidad inicial y la germinación mostrada por las semillas de pino *Pinus caribaea* M. var. *caribaea* Barret & Golfari. Estos tratamientos pudieran estar reestableciendo los sistemas de reparación, ya que se ha demostrado que los daños causados en el ADN durante el almacenamiento de las semillas son reparados durante el cebado de estas (hidratación controlada) (Huang *et al.*, 2008).

CONCLUSIONES

- Se confirmó que el período de almacenamiento influye negativamente en el porcentaje de germinación.

- Las soluciones de 5 mL/L y 10 mL/L del bioproducto IHPLUS fueron capaces de promover y homogeneizar el inicio de la germinación independientemente del año de almacenamiento de las semillas, siendo este el principal propósito de los tratamientos pregerminativos.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A., Peña, A. 1980. Comportamiento de las características que definen la calidad intrínseca de las semillas de cuatro especies forestales. En: Inf. Final Proy. 02: Estudio sobre utilización de semillas forestales, tomo 3. Prog. Princ. Estatal 010: Recursos Forestales. La Habana. Instituto Investigaciones Forestales. Cuba. 143 p.
- Biabani, A., Boggs, L.C., Katozi, M., Sabouri, H. 2011. Effects of seed deterioration and inoculation with *Mesorhizobium cicerion* yield and plant performance of chickpea. Australian Journal of Crop Science (AU) 5(1): 66-70.
- Cárdenas, J. 2011. Morfología y tratamientos pregerminativos de semillas de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). 75 h. Tesis (en opción al título de Máster en Ciencias Agrarias). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- De la Rosa, M., et al. 2012. Germinación de semillas de chile simojovel (*Capsicum annuum* L.) previamente expuestas a NaCl y ácido giberélico. International Journal of Experimental Botany (GB) 81: 165-168. ISSN 0031 9457.
- Delouche, J.C. 2002. Germinación, Deterioro y Vigor de Semillas. Revista Seed News (BR) 6:6. Consultado: 05 de agosto

- de 2016. Disponible en: http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed66/artigocapa66_esp.shtml
- Díaz Lifante, Z. 1993. Observaciones sobre el comportamiento en la germinación de las semillas de *Asphodelus* L. (Asphodelaceae). Lagasalia (ES) 17(2): 329-352.
- Geada, G. 2011. Variabilidad genética y estructura en poblaciones naturales y domesticadas de *Pinus caribaea* var. *caribaea* usando ADN del cloroplasto y nucleares (nDNA). V Congreso Forestal de Cuba. La Habana, Cuba, 25-29 abril. 6 p.
- Goel, A., Goel, A.K., Sheoran, I.S. 2003. Changes in oxidative stress enzymes during artificial ageing in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seeds. Journal of Plant Physiology (NL) 160:1093-1100.
- Gómez, A. 2011. Germinación de la Semilla de Chile Piquín (*Capsicum annum*) Como Respuesta a la Aplicación Humus Líquido de Lombriz a Diferentes Concentraciones. Mexico. 40h. Tesis (en opción al título de Ingeniero Agrónomo en Producción)-- Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México.
- Grabe, D.F. 1970. Tetrazolium testing handbook for agricultural seed. Stillwater: Association of Official Seed Analysts. 62 p.
- Gutiérrez, M.I., Miranda, D., Cárdenas Hernández, J.F. 2011. Efecto de tratamientos pregerminativos sobre la germinación de semillas de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.), granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) y cholupa (*Passiflora maliformis* L.). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas (CO) 5(2): 209-219.
- Huang, Z.Y., et al. 2008. Possible role of pectin-containing mucilage and dew in repairing embryo DNA of seeds adapted to desert conditions. Annals of Botany (GB) 101:277-283.
- ISTA. International Seed Testing Association. 1977. Rules for testing seeds. Bassersdorf, Suiza. ISTA. 1996. International Seed Testing Association. International rules for seed testing. Seed Sci. Technol. 24 (Supplement). pp. 1-343
- Loake, G., Grant, M. 2007. Salicylic acid in plant defense: the players and protagonists, Curr. Opin. Plant Biology (NL). 10:466-472.
- Mahjabin, Bilal. S., Abidi, A.B. 2015. Physiological and biochemical changes during seed deterioration: A review. International Journal of Recent Scientific Research (IN) 6(4):3416-3422. ISSN: 0976-3031
- NC 71-04. 1987. Norma cubana. Silvicultura. Semillas forestales. Métodos de ensayos.
- Molina-Pelegri, Y., et al. 2014. Método de la conductividad eléctrica para la estimación del por ciento de germinación y las clases de calidad de las semillas de *Pinus caribaea* var. *Caribaea*. Revista Forestal Baracoa (CU) 33(2):13-19.
- Navarro, M. 2009. Comportamiento interactivo de la germinación, la dormancia, la emergencia y el crecimiento inicial como atributos biológicos para evaluar el vigor de las semillas de *Albizia lebbek* (L.) Benth. 100 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas)-- Instituto de Ciencia Animal.
- Rajjou, L., Debeaujon, I. 2008. Seed longevity: Survival and maintenance of high germination ability of dry seeds. Comptes. Rendus Biologies (FR) 331:796-805.
- Ramos, A.E. 2015. Efecto de los tratamientos pregerminativos en semillas de irapay (*Lepidocaryum tenue* Mart.). Xilema (Peru) 28:79-85. ISSN: 19976321.
- Tilebeni, G.H., Golpayegani, A. 2011. Effect of seed ageing on physiological and biochemical changes in rice seed (*Oryza sativa* L.). International Journal of AgriScience (IN) 1(3):138-143.
- Wang, B.S.P. 1988. Review of new developments in tree seed. Seed Science and Technology (NL) 16:215-225.
- Sánchez, V. 2011. Evaluación de alternativas de inversión para la producción del bioproducto IHplus. 77 h. Tesis (en opción al Título de Máster en Administración de Empresas)-- Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Matanzas, Cuba.
- Higa, T. 1994. Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment. International Nature Farming Research Center, Atami, Japan. 16 p.
- Higa, T., Wididana, G.N. 1991. The concept and theories of effective microorganisms. In: Parr, S.; Hornick, B. & Whitman, C.E. (Eds.): Proceedings of 1st International Conference on Kyusei Nature Farming. USDA. Washington, D.C. p. 118-124.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Yusleidy Carmona Caballero

Ingeniera Forestal, aspirante a Investigadora, desarrolla la temática de Análisis Físico y Fisiológico de Semillas Forestales para la Certificación. Ha participado en proyectos de investigación, así como eventos nacionales e internacionales.