

Longevidad de las semillas de árboles leguminosos durante el almacenamiento en condiciones ambientales en Cuba

Longevity of Seeds from Legume Trees in Cuba under Environmental Condition Storage

Jorge Reino Molina*
Marlen Navarro Boulandier

Universidad de Matanzas. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey".
CP 44280. Matanzas, Cuba.

*Autor de correspondencia: jreino@ihatuey.cu

Resumen

Con el objetivo de estudiar el efecto de la edad de almacenamiento en condiciones de finca sobre el deterioro de las semillas de *Erythrina berteroana* (erythrina), *Albizia lebbekç* (albizia), *Gliricidia sepium* (gliricidia) y *Bauhinia purpurea* (bauhinia), en cada especie se utilizó un diseño de clasificación simple con cuatro réplicas de 100 semillas cada una. Se determinó la viabilidad (%) y la germinación (%) a través de análisis de varianza y la matriz de comparación múltiple de medias de Student Newman Keul (SNK) de SAS®. La germinación en erythrina mostró un incremento significativo durante el estudio (de 20% a 0 mes a 68% a los 12 meses), mientras que en albizia presentó un comportamiento variable; en ambas especies la viabilidad decreció, pero aún en la evaluación final sobrepasó el 80%. La edad de las simientes de erythrina y albizia influyó decisivamente sobre el reforzamiento de la impermeabilidad de las cubiertas y, por ende sobre su alta supervivencia. Los valores de germinación y viabilidad coincidieron durante todo el estudio para bauhinia y gliricidia y disminuyeron significativamente durante el transcurso

Abstract

The effect of age of storage under farm conditions on the deterioration of seeds from *Erythrina berteroana* (erythrina), *Albizia lebbekç* (albizia), *Gliricidia sepium* (gliricidia) and *Bauhinia purpurea* (bauhinia) was studied. For this purpose, a simple classification design was used in each species with four replications of 100 seeds each. The viability (%) and germination (%) were determined, which analysis was conducted through variance analysis and the mean multiple comparison matrix of Student-Newman Keuls (SNK) of SAS®. The variable germination in erythrina showed a significant increase during the study (from 20% in month 0 to 68% in month 12); while in albizia it showed a variable performance. In both species, viability decreased but in the final evaluation, it still exceeded 80%. Seed age in erythrina and albizia decisively influenced the reinforcement of the coat impermeability and thus their high survival. The germination and viability values coincided during the whole study for bauhinia and gliricidia and decreased significantly during storage; in the former, the seeds evaluated after

del almacenamiento. En la primera, las semillas evaluadas a los 10 meses resultaron de inferior calidad; mientras que en la segunda, se alcanzó la muerte fisiológica a los nueve meses. Dichas especies, durante el almacenamiento al ambiente, se deterioran a ritmo acelerado.

Palabras clave

Albizia lebbek, *Bauhinia purpurea*, deterioro, *Erythrina berteroana*, *Gliricidia sepium*.

10 months had lower quality, while in the latter physiological death was reached after nine months; such species have a high deterioration rate during storage.

Keywords

Albizia lebbek, storage, *Bauhinia purpurea*, deterioration, *Erythrina berteroana*, *Gliricidia sepium*.

Introducción

En el trópico es común que las semillas de especies leñosas perennes sean almacenadas en condiciones ambientales (Vernooy *et al.*, 2018); sin embargo, cuando las condiciones de humedad y temperatura (Baskin y Baskin, 2014) imperantes en dichos almacenes no son lo suficientemente favorables para el mantenimiento de la longevidad poscosecha de las simientes de algunos árboles leguminosos, sus índices de calidad también se afectan. El índice de calidad no sólo puede estar relacionado con la respuesta germinativa de las simientes, sino también implica aspectos genéticos, fisiológicos y morfológicos (Carvalho y Nakagawa 2012).

Podría pensarse entonces en otras alternativas para la siembra, pues varias de estas especies tienen la habilidad de reproducirse tanto por estacas como por semillas, aunque existe un amplio grupo de especies tropicales de la familia Leguminosae cuyas semillas muestran dormancia (Kigel *et al.*, 2015), desde ligera hasta intensa (Nonogaki 2014), aspecto que debe considerarse en su reproducción. Se conoce que el establecimiento por estacas es a menudo impracticable, debido a la dificultad de encontrar suficientes árboles madres y por el costo inicial de transporte.

Para planificar racionalmente las siembras y, sobre todo, conservar el recurso natural, el presente trabajo tuvo por objetivo determinar el efecto de la edad de almacenamiento en condiciones de finca sobre el deterioro de las simientes de *Erythrina berteroana* (*erythrina*), *Albizia lebbek* (*albizia*), *Gliricidia sepium*, (*gliricidia*) y *Bauhinia purpurea* (*bahuinia*), con base en la versatilidad y naturaleza multipropósito de estas especies que sobresalen como árboles leguminosos para integrarlos en sistemas agroforestales en el trópico.

Materiales y métodos

La procedencia del material experimental aparece descrita en el cuadro 1, y en el cuadro 2 se describen las condiciones de temperatura y humedad relativa existentes durante el almacenamiento en condiciones de finca.

Cuadro 1

Procedencia y frecuencia de evaluación del material experimental

Especie	Procedencia Ubicación geográfica	Frecuencia de evaluación (meses)
<i>Erythrina berteroana</i>	EEPFH	0, 6 y 12
<i>Albizia lebeck</i>	22°48'7" N y 81°2' O	0, 2, 5, 7, 9 y 11
<i>Bauhinia purpurea</i>	Árboles de generación espontánea 22°46'N y los 81°08'O	0, 2, 4, 6, 8, 10 y 12
<i>Gliricidia sepium</i>	Rodal natural	0, 2, 4, 6, 8 y 10

Cuadro 2

Factores climáticos del almacén bajo condiciones ambientales

	Máxima	Mínima	Media
Temperatura (°C)	30.7	17.5	23.6
Humedad relativa (%)	98.6	50.7	81.1

Procedimiento experimental

E. berteroana y *A. lebeck*: posterior a la colecta, se procedió al desgrane y secado de las legumbres y semillas durante 48 horas al sol, respectivamente, y luego se almacenaron en sacos de yute de 40 kg.

B. purpurea y *G. sepium*: las semillas fueron separadas de las legumbres y expuestas al sol por períodos de seis horas durante tres días. Se colocó una malla sobre las legumbres para evitar que al abrirse se dispersaran. Posteriormente se envasaron en bolsas de papel de 10 kg.

Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó un diseño de clasificación simple con cuatro réplicas de 100 semillas cada una; la frecuencia de evaluación se muestra en el cuadro 1.

Ensayos biológicos

Determinación de la viabilidad: se empleó el ensayo topográfico de tetrazolium (TZ), descrito por ISTA (2007).

Prueba estándar de germinación: se emplearon cápsulas Petri con un sustrato de arena sílice, las cuales se mantuvieron en la cabina bajo condiciones controladas durante 21 días, de acuerdo con lo normado por el ISTA (2007). Se interpretó la *germinación*, en términos visuales, como el momento de la emergencia de la radícula.

Procesamiento estadístico de los resultados: todos los valores expresados en porcentajes (%) se transformaron según $\text{sen}^{-1}\sqrt{\%}$; para procesar los datos experimentales se realizó el ANOVA y la matriz de comparación múltiple de medias de Student Newman Keul (SNK) de SAS® (1996). Las diferencias fueron declaradas significativas a valores de $P < 0.05$.

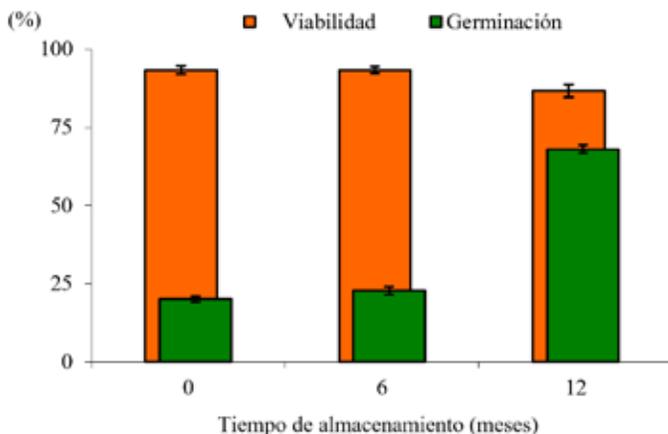
Resultados

Erythrina

La viabilidad de las simientes de erythrina (figura 1) se mantuvo en 93.3% desde 0 hasta 6 meses, y luego decreció hasta alcanzar 86.7% a los 12 meses. Se observó un marcado ascenso en el porcentaje germinativo al pasar de 22.7 % (6 meses) a 68.0 % (su máximo valor, a los 12 meses), a la vez que los valores de dureza descendieron drásticamente (70.7 y 15.3 %, respectivamente).

Figura 1

Comportamiento de la viabilidad y la germinación durante la conservación en condiciones ambientales de las semillas de *E. berteroana*. Los puntos de datos indican la media de las cuatro réplicas en cada evaluación y las barras verticales el error estándar (\pm ES)



Albizia

En la figura 2 se aprecia que la germinación en *A. lebeck*, presentó un comportamiento variable; el porcentaje más alto de este indicador (46.9%) se observó en la primera evaluación realizada (0 mes), posteriormente declinó hasta 34.2% (7 meses) y luego de un ascenso moderado en la evaluación siguiente (o sea a los 9 meses) con 38.5%, se registró el valor mínimo de todo el período experimental de 31.5% (11 meses).

Bauhinia

La figura 3 representa un comportamiento similar de viabilidad y germinación en *bauhinia*, evaluadas durante un período equivalente a 12 meses de edad fisiológica de las semillas de esta especie, para las cuales hubo diferencias significativas ($P < 0.05$), por la prueba de Student Newman Keuls (SNK).

La capacidad germinativa en *bauhinia* alcanzó su máximo valor en el momento de iniciar su estancia en almacén; es decir, al comienzo del estudio (98.7%), el cual no difirió estadísticamente de la evaluación realizada al primer mes (95.3%). Luego comenzó a disminuir gradualmente hasta los tres meses (74.0%), momento en el cual se acentuó la reducción de los índices germinación y viabilidad, hasta alcanzar a los siete meses la muerte fisiológica de las semillas. No obstante, desde los cinco meses de almacenamiento (21.3%) se percibió una pérdida considerable de los índices mencionados.

Figura 2

Comportamiento de la viabilidad y la germinación durante la conservación en condiciones ambientales de las semillas de *A. lebbek*. Los puntos de datos indican la media de las cuatro réplicas en cada evaluación y las barras verticales el error estándar (\pm ES)

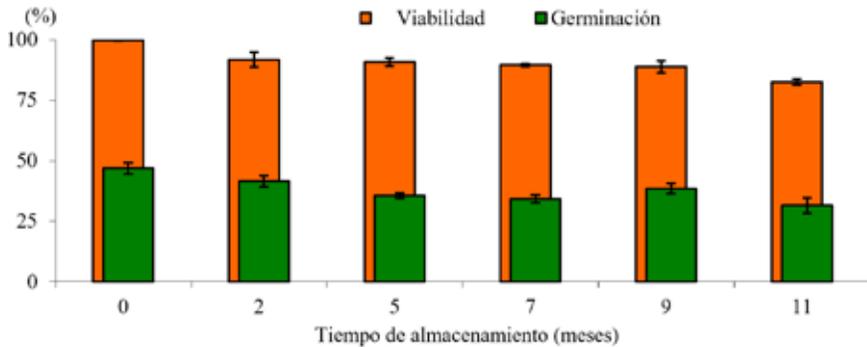
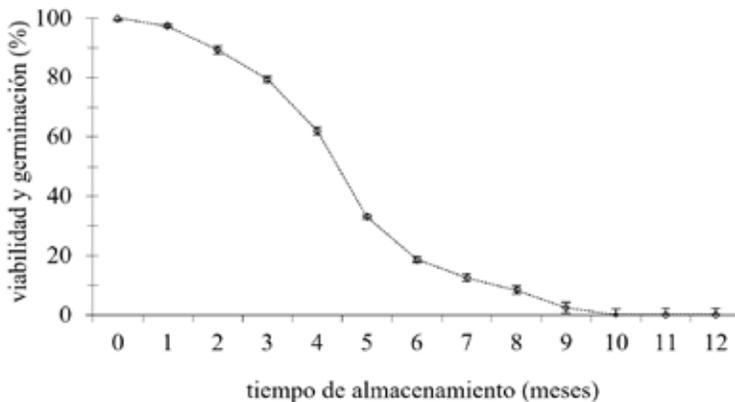


Figura 3

Valores de viabilidad y germinación durante la conservación en condiciones ambientales de las semillas de *B. purpurea*. Los puntos de datos indican la media de las cuatro réplicas en cada evaluación y las barras verticales el error estándar (\pm ES)

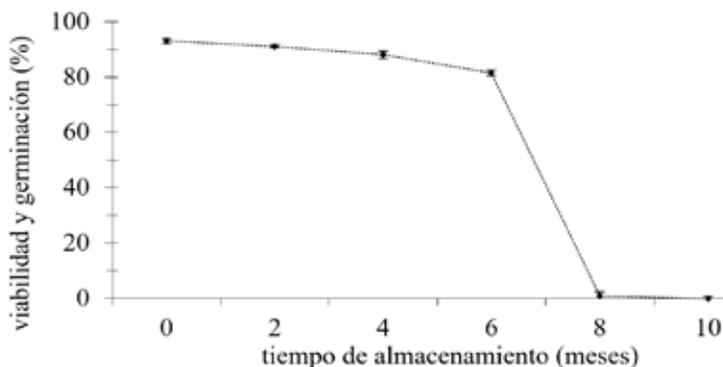


Gliricidia

Los indicadores germinación y viabilidad de las semillas de *gliricidia* se indican en la figura 4, se observó una declinación abrupta a los ocho meses (1.0 %). La cinética de la germinación mostró algunas diferencias que indican que las semillas evaluadas a los ocho y 10 meses son de inferior calidad, basado en su menor velocidad de germinación, representada por la pendiente de la curva. Este indicador alcanzó su máxima expresión al inicio de la recolección (93.0%).

Figura 4

Variaciones de la viabilidad y la germinación durante la conservación en condiciones ambientales de las semillas de *G. sepium*. Los puntos de datos indican la media de las cuatro réplicas en cada evaluación y las barras verticales el error estándar (\pm ES)



Discusión

Los resultados de la prueba TZ mostraron que las semillas de *albizia* iniciaron su vida en el almacén con 99.7% de viabilidad (figura 2). La prueba de Student Newman Keuls (SNK) detectó diferencias significativas ($p < 0.05$), no así entre los 2 y 9 meses. Luego de un descenso entre 0 y 2 meses (99.7 y 91.7%, respectivamente), el porcentaje de viabilidad comenzó a decrecer ligeramente; a partir de los 5 y hasta los 9 meses se observó una estabilización de los valores alcanzados, por lo que en este período no se encontraron diferencias estadísticas; sin embargo, a los 11 meses las semillas de *albizia* mostraron un 82.5% de viabilidad, valor que difirió de los resultados obtenidos en el período anterior.

Los resultados indican que el deterioro de las semillas de *albizia* está asociado al envejecimiento, mismo que se caracteriza por ser un proceso lento, progresivo y natural. Por otra parte, estos resultados concuerdan con Bruggink *et al.* (1999) y Bhanuprakash y Umesha (2015), respecto al comportamiento del porcentaje de la viabilidad durante el almacenamiento, quienes afirman que la pérdida de longevidad no es lineal en el tiempo, sino que sigue un patrón sigmoideo que depende de la especie.

El análisis del comportamiento de las variables de viabilidad y germinación durante la conservación en condiciones ambientales de las semillas de *E. berteroana*, permitió afirmar que las de esta especie presentan una fuerte dormancia hasta los seis meses de almacenamiento al ambiente, aunque esta característica se mantiene con valores medianamente bajos hasta los 18 meses.

La longevidad de las semillas es una característica propia de cada especie e incluso de variedades. La calidad inicial determina su longevidad bajo cualquier condición de almacenaje; su deterioro se refleja en la viabilidad cuando las semillas transitan hacia un estadio avanzado, debido a que son capaces de reparar el daño únicamente cuando éste no se convierte en irreversible (Rosental *et al.*, 2014), y se inicia desde el momento en que la semilla alcanza la madurez fisiológica.

Los valores de la viabilidad en cada evaluación tanto para *erythrina* como para *albizia*, siempre fueron superiores a los de la germinación y que demuestra la presencia de dormancia en estas semillas. La relación inversamente proporcional entre los indicadores viabilidad y edad fisiológica (figura 1), en las semillas de ambas leguminosas arbóreas, pudo estar asociada a diversos factores intrínsecos entre los que, de acuerdo con Priestley (1986) y Smith y Berjak (1995), se encuentran el resquebrajamiento de las membranas celulares, la pérdida de la actividad catalítica de las enzimas, la acumulación de mutaciones en los cromosomas y la merma de las reservas alimenticias. Además, la disminución del valor de la viabilidad constituye un proceso lógico, ya que se conoce que aún en condiciones óptimas de almacenamiento, solo se puede mantener la viabilidad, nunca mejorarla (Hilhorst y Bradford, 2000).

En otras especies arbóreas de la familia *Leguminosae*, cuyas semillas (al igual que *A. lebbek* y *E. berteroana*) presentan comportamiento ortodoxo, el almacenamiento en condiciones ambientales no les limita la viabilidad. Así Timyan (1996) afirmó que las semillas de *Acacia farnesiana* (L.) Willd. pueden permanecer viables por 30 años o más bajo temperatura ambiental; mientras que González *et al.* (1998) indicaron que las simientes de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham pueden conservarse por más de 12 años con una viabilidad aceptable. De acuerdo con CATIE (2000) *Mimosa scabrella* Benth. y *Prosopis tamarugo* F. Phil. pueden hacerlo por períodos de tres y dos años respectivamente y *Calliandra calothyrsus* Meisn. sólo por 12 meses (Powell, 1997).

Mientras que, Navarro *et al.* (2015) al comparar diferentes lotes de semillas de *albizia* reportaron que el comportamiento germinativo de dichas simientes depende del tiempo que permanecen en el almacén. Estos mismo autores afirmaron que la pérdida de la viabilidad puede tener, como principal agente causante, los factores intrínsecos.

Los valores de germinación y viabilidad para *bauhinia* y *glicicidia* coincidieron durante todo el estudio. Es importante destacar que las dos variables en estudio presentaron los mismos valores, ya que las simientes de esta especie no presentan dormancia (González, 2003). Al igual que en *bauhinia*, las semillas de *glicicidia* no presentan dormancia (Navarro y González, 2000) y por ello las curvas de germinación y viabilidad coinciden durante todo el estudio.

A medida que aumentó la edad fisiológica de las semillas de bauhinia y gliricidia, disminuyeron los porcentajes de viabilidad y germinación, lo que revela que el deterioro en ambas arbóreas, además de estar relacionado con la ausencia de cubiertas duras, pudo deberse a la ausencia de endospermo en sus semillas y a que el embrión ocupa toda la cavidad seminal, por lo que queda más expuesto a alcanzar la muerte fisiológica. Tales particularidades provocan que la vida de estas simientes —cuando son almacenadas en condiciones ambientales— no rebase los 10 meses. Algunos autores informan comportamientos similares a los del presente trabajo (Powell, 1997; CATIE, 2000). Según Reis *et al.* (2012) semillas de *G. sepium* almacenadas a temperatura ambiente mostraron un decrecimiento en la velocidad de germinación durante 12 meses, independientemente del tipo de envase empleado, así como una disminución drástica del porcentaje de germinación y otros parámetros, que comenzó a los seis meses de iniciado el almacenamiento.

La longevidad de las semillas puede estar relacionada con sus tasas de respiración, la cual puede ser diferente dependiendo de las condiciones de almacenamiento (Martínez, 2012). A su vez, Ríos-García *et al.* (2018) afirmaron que el almacenamiento es un factor que influye en la viabilidad y la germinación de las semillas al evaluar la pérdida de viabilidad y germinación con el tiempo de almacenamiento de *Cochlospermum vitifolium* y *Quararibea funebris*.

Conclusiones

Se determinó que la edad de las simientes de erythrina y albizia influyó decisivamente sobre el reforzamiento de la impermeabilidad de las cubiertas. Además, ambas especies pueden soportar periodos largos de almacenamiento en condiciones de finca.

Los índices de germinación calculados ratifican los efectos negativos de la edad de almacenamiento en la capacidad germinativa de *gliricidia* y *bauhinia*, de ahí que los periodos de 0-6 y 0-4 meses fueron, respectivamente, los de máxima expresión de la calidad en las semillas.

Literatura citada

- Baskin, C.C. y Baskin, J.M. (2014). *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Second Edition. Academic Press. Elsevier Inc. USA. 1600 p.
- Bhanuprakash, K. y Umesha (2015). *Seed Biology and Technology*. In *Plant Biology and Biotechnology*. Volume I: Plant Diversity, Organization, Function and Improvement (B. Bahadur, M.V. Rajam, L. Sahijram and K.V.Krishnamurthy; Eds). Springer New Delhi, India. Pp 469-497.
- Bruggink, G.T.; Ooms, J.J.J. y van der Toorn, P. (1999). Induction of longevity in primed seeds. *Seed Sci. Res.* 9: 49-58.
- Carvalho, N.M. y Nakagawa, J. (2012). *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. Jaboticabal: FUNEP. 5ta Ed. Jaboticabal, Brasil. 590 p.
- CATIE. (2000). *Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina*. Volumen 1. Serie Técnica. Manual Técnico N. 41. CATIE-PROSEFOR-DFSC. Turrialba, Costa Rica. 204 p.
- González, Y.; Hernández, A. y Mendoza, F. (1998). Comportamiento de la germinación y la viabilidad de las semillas de leguminosas arbustivas. I. *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. Memorias III Taller

- Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. Pp. 107.
- González, Y. (2003). Comportamiento germinativo y deterioro de las semillas de *Bauhinia purpurea* almacenadas al ambiente. *Pastos y Forrajes*. 26(2): 115-118.
- Hilhorst, H.W.M. y Bradford, K.J. (2000). Seed physiology. International Course on Seed Production and Seed Technology. IAC. Wageningen, The Netherlands. 74 p.
- ISTA (International Seed Testing Association). (2007). International rules for seed testing. Bassersdorf, Switzerland.
- Kigel, J.; Rosental, L. y Fait, A. (2015). Seed Physiology and Germination of Grain Legumes. In Grain Legume. Handbook of Plant Breeding. (A. M. De Ron, Ed.) Springer New York, USA. 327 p.
- Martínez, F.E. (2012). Caracterización morfoanatómica de semillas de anón (*Annona squamosa* L.) y evaluación de algunos parámetros fisiológicos del proceso de germinación y latencia. *Escuela de Posgrados*. Universidad Nacional de Colombia. 113 p.
- Navarro, M. y González, Y. (2000). Almacenamiento de las semillas de *Gliricidia sepium* bajo condiciones ambientales en Cuba. *Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales*. 24(6): 9-11.
- Navarro, M.; Febles, G.; Torres, V.; Herrera, R.S. y Noda, A. (2015) Effect of storage time of *Albizia lebbek* (L.) Benth. seeds on the germinative capacity. *Cuban Journal of Agriculture Science*. 50(2): 305-313.
- Nonogaki, H. (2014). Seed dormancy and germination-emerging mechanisms and new hypotheses. *Frontiers in Plant Science*. 5: 233. doi.org/10.3389/fpls.2014.00233.
- Powell, H. (1997). *Calliandra calothyrsus* production and use. A field manual. Winrock International Institute for Agricultural Development. Arkansas, USA. 62 p.
- Priestley, D. A. (1986). Seed aging. Comstock Publishing Associates. Ithaca NY – London. New York, United State. 129 p.
- Reis, R.C.R.; Pelacani, C.R.; Antunes, C.G.C.; Dantas, B.F. y Castro, R.D.D. (2012). Physiological quality of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud (Leguminosae-Papilionoideae) seeds subjected to different storage conditions. *Revista Árvore*. 36(2): 229-235.
- Ríos-García, C.A.; Orantes-García, C.; Moreno-Moreno, R.A. y Farrera-Sarmiento, Ó. (2018). Efecto del almacenamiento sobre la viabilidad y germinación de dos especies arbóreas tropicales. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*. 5(13): 103-109.
- Rosental, L.; Nonogaki, H. y Fait, A. (2014). Activation and regulation of primary metabolism during seed germination. *Seed Science Research*. 24(1): 1-15.
- SAS® User’s Guide: Statistics, Version 6.12. (1996). SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Smith, M.T. y Berjak, P. (1995). Deteriorative changes associated with the loss of viability of stored desiccation-tolerant and desiccation-sensitive seeds. In: Seed development and germination. (J. Kigel y G. Galili, Eds). Marcel Dekker, Inc. New York, United State. 853 p.
- Thimyan, J. (1996). Bwa yo: Important tree of Haiti. South-East Consortium for International Development. Washington, USA. 418 p.
- Vernooy, R.; Sthapit, B.R. y Bessette, G. (2018). Bancos comunitarios de semillas: Concepto y práctica. Manual para el facilitador. Bioversity International, Roma, Italia. 150 p.

Recepción: 27 de octubre 2020

Arbitraje: 6 de noviembre 2020

Dictamen: 11 de noviembre 2020

Aceptado: 08 de enero 2020