

ARTÍCULO ORIGINAL / ORIGINAL ARTICLE

**Caracterización morfológica de frutos y calidad de semillas de árboles semilleros seleccionados de *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze**

**Morphological characterization of fruits and seed quality of selected seed trees of *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze**

Enrique Benítez León<sup>1</sup>, Lourdes González Soria<sup>2</sup>, Carolina Escobar Ortíz<sup>3</sup>, Laura Rodríguez<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Sivicultura y Ordenación Forestal. San Lorenzo, Paraguay.

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Bosques y Biodiversidad. San Lorenzo, Paraguay.

<sup>3</sup> Conacyt. Asunción, Paraguay.

<sup>4</sup> Fundación Moisés Bertoni para la Conservación de la Naturaleza. Asunción, Paraguay.

Autor de correspondencia: ebenitezleon@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.32480/rscp.2019-24-1.36-47>

Recibido: 01/01/2019. Aceptado: 10/03/2019.

**Resumen:** Este trabajo tuvo como objetivo realizar la caracterización morfológica de frutos y evaluar la calidad de semillas de *Cariniana estrellensis* colectadas de diferentes árboles semilleros. Los frutos fueron colectados de cuatro árboles localizados en la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, y recibieron codificaciones de acuerdo a su nombre común (Ka'i Ka'ygua) y número de árbol: KAKA2, KAKA7, KAKA9 y KAKA11. Para la caracterización morfológica de los frutos se midieron (cm) el largo (L), diámetro superior (DS), diámetro medio (DM) y diámetro inferior (DI). Para determinar la cantidad de semillas por fruto, se tomaron al azar 10 frutos de cada lote y sus semillas contabilizadas. Fue realizado el análisis de pureza, contenido de humedad, porcentaje de germinación y calculado el índice de velocidad de germinación. En la caracterización morfológica de los frutos se observaron diferencias altamente significativas para: L, DS y DM, mientras que el DI no presentó diferencias significativas, al igual que la cantidad de semillas por fruto. El porcentaje de germinación presentó diferencias significativas, el mayor porcentaje de germinación se obtuvo en KAKA2, (66%), mientras que en KAKA9 se obtuvo 10%. Entre el índice de velocidad de germinación (IVG) de cada lote, existen diferencias significativas, KAKA2 presentó IVG de 2,33 a los 14 días, el menor índice fue para KAKA9 (0,35). Se observa marcada diferencia en el largo de los frutos de *Cariniana estrellensis*, al igual que el diámetro superior e inferior. El porcentaje de germinación y el IVG presentan valores considerados bajos aún.

**Palabras clave:** semillas forestales, restauración forestal, árboles matrices, especies nativas, bosque atlántico



**Abstract:** The objective of this work was to perform the morphological characterization of fruits and to determine the quality of *Cariniana estrellensis* seeds collected from different matrix trees. The fruits were collected from four trees located in the Mbaracayú Forest Nature Reserve, and received coding according to their common name (Ka'i Ka'ygua) and tree number: KAKA2, KAKA7, KAKA9 and KAKA11. For the morphological characterization of fruits, the length (L), upper diameter (DS), medium diameter (DM) and lower diameter (DI) of the fruits were measured (cm). To determine the amount of seeds per fruit, ten fruits were taken randomly from each batch and their seeds counted. The analysis of purity, moisture content, germination percentage were carried out and the germination speed index was calculated. In the morphological characterization of the fruits, highly significant differences were observed for: L, DS and DM, while the DI did not present significant differences, as did the number of seeds per fruit. The germination percentage presented significant differences, the highest germination percentage was obtained in KAKA2, (66%), while in KAKA9 10% was obtained. Among the germination speed indexes (IVG) of each batch, there were significant differences, KAKA2 presented an IVG of 2.33 at 14 days while the lowest index was for KAKA9 (0.35). A marked difference was observed in the length of the *Cariniana estrellensis* fruits, as well as in the upper and lower diameter. The germination percentage and the IVG presented values still considered low.

**Keywords:** forest seeds, forest restoration, matrix trees, native species, Atlantic forest

## INTRODUCCIÓN

El Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA), es una de las ecorregiones que mantiene la mayor cantidad de remanentes forestales, su área de influencia abarca los países de Brasil, Argentina, y Paraguay. En las últimas décadas la presión ejercida sobre esta ecorregión ha aumentado considerablemente, principalmente por el gran potencial productivo de sus tierras. Esto, es uno de los motivos que ha impulsado a diferentes instituciones u organizaciones a conducir trabajos direccionados a la conservación y al manejo sustentable de los recursos forestales en la mencionada ecorregión.

Considerando que la reducción de la cobertura boscosa ha llevado a una considerable disminución de la diversidad genética de especies que se encuentran en estos ecosistemas, la selección y manejo de árboles como fuente de semillas pueden representar importantes contribuciones con planes y programas de recuperación de áreas afectadas por la pérdida y la disminución de estos recursos. Por otra parte, también se estaría contribuyendo para mantener la variabilidad genética de diferentes especies por medio de criterios de selección que sean aplicados de acuerdo al objetivo de cada iniciativa.

La diversidad genética puede ocurrir en diferentes niveles, pudiendo ser de especies dentro de ecosistemas, de poblaciones dentro de especies y de individuos dentro de poblaciones de especies. Por ello, la caracterización de los diferentes niveles de diversidad es de suma

importancia para la planificación de programas de conservación genética. El conocimiento más detallado de especies forestales nativas puede contribuir en diferentes aspectos con varios sectores que hacen uso de estos recursos naturales, generando mayor dominio tecnológico para facilitar su aprovechamiento con bases más racionales, basado en el conocimiento de la diversidad genética dentro y entre poblaciones, garantizando la continuidad de la evolución de las especies (1).

Llevar a cabo un proceso de selección y manejo de árboles semilleros permite tener una fuente permanente de producción de semillas con origen conocido, se garantiza en gran medida que las buenas características de los progenitores seleccionados sean transmitidas a sus descendientes (2). Representa una alternativa económica de producir semilla de mejor calidad a corto plazo, para comercialización y/o establecimiento de plantaciones forestales, así también, representa el punto de partida para programas de mejoramiento genético forestal orientado al establecimiento de huertos semilleros y conservación del germoplasma (3). En ese sentido, realizar estudios sobre las variaciones morfológicas de las plantas se constituye la base para la interpretación de similitudes y diferencias entre ellas (4).

La especie *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze es popularmente conocida como ka'í ka'ygua (Paraguay), Jeticabá-branco (Brasil), yesquero negro o cusurú (Bolivia) entre otros nombres, pertenece a la Familia *Lecythidaceae*. Es un árbol grande, de altura aproximada de 35-45 m, con tronco erecto de 90-120 cm de diámetro. El fruto es pixidio elipsoide y leñoso, conteniendo semillas aladas, estos maduran de julio a setiembre con la planta totalmente despedida de follaje. Los frutos se deben colectar directamente de los árboles cuando inician la apertura espontánea, enseguida dejar al sol para completar la apertura y liberación de las semillas (5, 6).

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la morfología de frutos y determinar la calidad de semillas de *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze colectadas de diferentes árboles semilleros.

## METODOLOGIA

Los trabajos fueron conducidos en el Laboratorio de Semillas del Centro de Conservación de Semillas Forestales del BAAPA (CCSF), que funciona en la Carrera de Ingeniería Forestal, FCA – UNA, Campus San Lorenzo.

Los frutos fueron colectados de cuatro árboles semilleros localizados en la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú (RNBM), en el mes de Julio de 2017. Estos árboles forman parte el área de colecta de semillas instalada en la RNBM en febrero de 2016, siendo monitoreados periódicamente en su fenología desde ese momento. Los árboles semilleros utilizados para este trabajo recibieron codificaciones asignadas de acuerdo a su nombre común (Ka'í

Ka'ygua) y número de árbol, estando representado de la siguiente manera: KAKA2 (árbol semillero número 2 de *C. estrellensis*), KAKA7 (árbol semillero número 7 de *C. estrellensis*), KAKA9 (árbol semillero número 9 de *C. estrellensis*) y KAKA11 (árbol semillero número 11 de *C. estrellensis*). Cada árbol semillero representa un lote de semilla.

Luego de la cosecha los frutos fueron transportados hasta el CCSF y puestos a secar durante 15 días en un ambiente protegido y aireado hasta la dehiscencia de los mismos, verificado por la apertura del opérculo que se encuentra en la parte superior del fruto. Las semillas fueron retiradas manualmente de los frutos y las alas eliminadas para posteriormente ser almacenadas en embalajes plásticos y mantenidas en ambiente de cámara fría hasta el momento de su utilización para las diferentes pruebas.

### Caracterización morfológica de frutos y física de semillas de *C. estrellensis*

Para la caracterización morfológica de los frutos se realizaron mediciones de cada fruto colectado (126 de KAKA2, 58 de KAKA7, 134 de KAKA9 y 38 de KAKA11). Con un paquímetro digital fue tomada medidas (cm) del largo (L), diámetro superior (DS), diámetro medio (DM) y diámetro inferior (DI) de los frutos. Para determinar la cantidad de semillas por fruto, se tomaron al azar 10 frutos de cada lote y las semillas fueron contabilizadas fruto por fruto.

De las muestras obtenidas fue estimado el peso de 100 semillas separando ocho sub-muestras de 100 semillas puras. Cada sub- muestra fue pesada para obtener el promedio del peso de 100 semillas y este fue utilizado para obtener la relación del número de semillas por Kilogramo.

En laboratorio fue realizado el análisis de pureza conforme a las RAS (7), para ello se procedió a la homogenización del lote de semillas del cual se extrajo la muestra de trabajo. Luego se realizó el pesaje de cada lote de semillas (PI), fueron separados en componentes de semillas puras y material inerte (impurezas), pesadas las semillas puras y el material inerte (IM), y aplicada la fórmula para cálculo de porcentaje de pureza (fórmula1).

$$\% \text{ pureza} = \frac{PI - IM}{PI} \times 100 \quad (1)$$

El contenido de humedad de las semillas fue determinado por el método de estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  por 24 h, conforme a las RAS (7), utilizándose dos repeticiones de aproximadamente 2 g de semillas enteras de cada lote. El cálculo del porcentaje de humedad fue realizado con base en el peso húmedo de las semillas. Fue aplicada la fórmula para cálculo de contenido de humedad (fórmula 2).

$$CH(\%) = \frac{P-p}{P-t} \times 100 \quad (2)$$

Dónde: CH, contenido de humedad; P: peso inicial, peso de recipiente y su tapa más el peso de la semilla húmeda; p: peso final, el peso del recipiente y su tapa más el peso de la semilla seca; t: peso del recipiente.

### Calidad fisiológica de semillas de *C. estrellensis*

Para los ensayos de germinación se utilizó el método de rollo papel con cuatro repeticiones de 25 semillas cada una por cada lote de semilla. Primeramente, se realizó un procedimiento de desinfección de las semillas utilizando una solución de hipoclorito de sodio al 2% por 10 minutos, luego las mismas fueron sometidas a triple enjuague con agua destilada esterilizada. Las semillas fueron distribuidas de manera equidistante sobre papel de germinación humedecidos con agua destilada has alcanzar 2,5 veces su peso seco conforme al Manual de Procedimientos para el Análisis de Semillas Forestales y las Instrucciones para análisis de semillas de especies forestales (8, 9).

Las semillas fueron distribuidas sobre dos hojas de papel de germinación y cubiertas con otra hoja. Finalmente, el rollo papel con las semillas fue colocado en una bolsa de polietileno y mantenidos en cámara germinadora tipo BOD a una temperatura constante de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . Los conteos fueron realizados a los 14 y 21 días después de la siembra (8, 9).

Los parámetros analizados fueron emisión de la radícula, formación de plántulas normales y anormales, y al final del ensayo, número de semillas deterioradas o muertas. En base a los resultados obtenidos fueron calculados el porcentaje de germinación (%G), el porcentaje de plántulas normales y anormales, porcentaje de semillas deterioradas o muertas, y el índice de velocidad de germinación (IVG). Los cálculos fueron realizados en base al Manual de Procedimientos para el Análisis de Semillas Forestales y las Instrucciones para análisis de semillas de especies forestales (8, 9) (fórmulas 3 y 4).

$$\% G = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número de semillas sembradas}} \times 100 \quad (3)$$

$$IVG = \sum \frac{(ni)}{t} \quad (4)$$

Dónde: ni representa al número de semillas germinadas en el día y t al tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla.

Las variables registradas fueron analizadas según las diferentes fórmulas propuestas y posterior análisis de varianza para verificar el efecto de los lotes de semilla. Cuando se verificó diferencias significativas entre los lotes fue aplicado comparación de medias por el test de Tukey al 5% de probabilidad. Para el análisis estadístico fue utilizado el programa estadístico Sisvar (10).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización morfológica de frutos y física de semillas de *C. estrellensis*

En cuanto a la caracterización morfológica de los frutos se observaron diferencias altamente significativas para las variables largo de fruto (L), diámetro superior (DS) y diámetro medio (DM), mientras que el diámetro inferior no presentó diferencias significativas entre los lotes analizados. Se observa que los frutos cosechados de KAKA2 presentaron un largo promedio de 8,76 cm, superando significativamente a los demás árboles semilleros KAKA7, KAKA9 Y KAKA11 que presentaron largos promedio de 7,97 cm, 6,90 cm y 8,34 cm respectivamente (Tabla 1).

**Tabla 1:** Valores promedios de caracteres morfológicos de frutos de *Cariniana estrellensis* cosechadas de diferentes árboles semilleros.

Árbol semillero	Largo	Diam. Superior	Diam. Medio	Diam. Inferior
KAKA2	8,76 a*	1,90 a	3,33 a	2,31 a
KAKA7	7,97 c	1,78 a	3,22 b	1,97 a
KAKA9	6,90 d	1,58 b	2,75 c	2,72 a
KAKA11	8,34 b	1,52 b	3,27 ab	2,07 a
Promedio	7,99	1,69	3,15	2,27
CV (%)	2,56	5,48	2,11	35,54
Valor p	0,0000	0,0000	0,0000	0,3311

\*En la columna, valores seguidos de la misma letra minúscula, no presentan diferencias significativas por la prueba de comparación de medias de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Los valores obtenidos para las diferentes mediciones realizadas en los frutos cosechados se encuentran dentro del rango característico para esta especie, considerando que Carvalho (11) menciona que los frutos de *Cariniana estrellensis* miden de 5 a 11 cm de longitud y de entre 3 a 4 cm de diámetro; así mismo, para Lorenzi (11) los frutos miden de 7 a 12 cm de longitud y de entre 3 a 6 cm de diámetro; coincidiendo con los valores obtenidos en este trabajo de investigación.

La cantidad de semillas producidas por fruto presenta diferencias altamente significativas ( $p=0,0000$ ) entre los lotes analizados, con un coeficiente de variación de 13,87%. El lote perteneciente a KAKA11 fue el que presentó mayor cantidad de semillas por fruto alcanzando un promedio de 20,3 semillas, no obstante, de los frutos de KAKA2 se obtuvo 19,70 semillas por fruto en promedio, siendo estadísticamente similar al anterior semillero. De los frutos cosechados de KAKA7 y KAKA9 se obtuvieron 17 y 13 semillas por fruto en promedio, siendo diferentes entre sí, sin embargo, el primero es similar a KAKA2 y KAKA11 (Tabla 2).

Si consideramos el tamaño de los frutos estudiados y lo relacionamos con la cantidad de semillas producidas por fruto podemos suponer que el largo, el diámetro medio y el diámetro superior, en orden de importancia, son variables que pueden llegar a ejercer algún efecto sobre la capacidad de los frutos para producir buena cantidad de semillas, no obstante esto aún no representa una buena calidad del material genético, siendo necesario realizar otras pruebas para observar si estas respuestas se mantienen.

**Tabla 2:** Valores promedios obtenidos para número de semillas por fruto (NSF), número de semillas por kilogramo (Sem. Kg), porcentaje contenido de humedad (%CH) y porcentaje de pureza (%P) para semillas de *Cariniana estrellensis* cosechadas de diferentes árboles semilleros.

Árbol semillero	NSF	Sem. Kg	%CH	%P
KAKA2	19 ab*	11.557 c	8,42 a	88,67
KAKA7	17 b	11.687 c	9,64 a	90,99
KAKA9	13 c	13.001 b	15,63 c	90,83
KAKA11	20 a	25.513 a	8,77 a	90,92
Promedio	17	15.440	10,62	90,35
CV (%)	13,87	2,78	30,62	-
Valor p	0,0000	0,0000	0,2348	-

\*En la columna, valores seguidos de la misma letra minúscula, no presentan diferencias significativas por la prueba de comparación de medias de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Al analizar el número de semillas por kilogramo se observa que existe una diferencia altamente significativa entre los árboles semilleros de donde fueron cosechados los frutos. Se observa que KAKA11 es superior a los demás semilleros, demostrando capacidad para producir más de 25 mil semillas por kilogramo, siendo 50% superior a KAKA 9 que presentó 13 mil semillas por kilogramo. Los demás árboles semilleros (KAKA2 y KAKA7) fueron similares entre sí alcanzado ambos a producir más de 11 mil semillas por kilogramo (Tabla 2).

Observando las respuestas obtenidas para el porcentaje de contenido de humedad, no fue detectada diferencia significativa entre las semillas de los árboles semilleros analizados (Tabla 2). El promedio general de contenido de humedad fue 10,62%, no obstante, KAKA 11 presentó el menor valor para esta variable, 8,77%, siendo este un factor que influye directamente sobre el peso de las semillas que a su vez se verá reflejado en la cantidad de semillas que puede ser obtenido por unidad de peso. Esto es una información de gran importancia en el momento de planificar la producción de plantas en vivero, ya que de ello depende la definición de cantidad de semillas necesarias para alcanzar las metas de producción.



En cuanto al porcentaje de pureza de las semillas analizadas, tres de los cuatro lotes estudiados presentaron pureza superior al 90%, solamente KAKA2 presentó pureza inferior a 90% (Tabla 2). La pureza de las semillas es un carácter que puede ejercer influencia sobre la capacidad de almacenarlas por largos periodos de tiempo sin que estas sean afectadas por patógenos que se encuentran en residuos o material inerte que puede estar mezclado con la semilla en los embalajes si no se realiza una buena limpieza previa al almacenamiento.

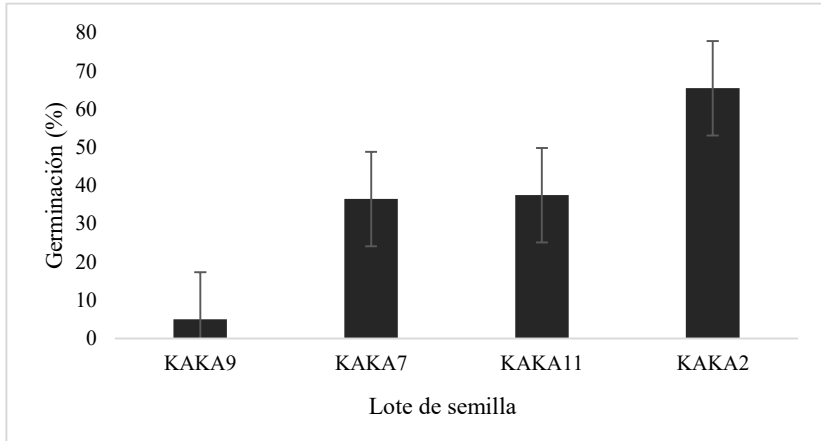
Se puede considerar que los valores de pureza obtenidos para los árboles estudiados se encuentran dentro del rango de porcentaje de pureza de especies forestales nativas. En ese sentido, Brüning et al. (14) analizando semillas de *Enterolobium contortisiliquum*, *Cedrela fissilis*, *Lafoensia pacari* y *Jacaranda micrantha* encontraron variaciones entre 85% y 99% en el porcentaje de pureza de las especies estudiadas.

### Calidad fisiológica de semillas de *C. estrellensis*

El porcentaje de germinación presenta diferencias significativas ( $p= 0,0000$ ) entre las semillas de los árboles semilleros analizados. Los resultados obtenidos indican que el mayor porcentaje de germinación se obtuvo en el KAKA2, con 66%, mientras que en KAKA9 se obtuvo 10% de germinación, siendo este el porcentaje de germinación más bajo (Figura 1).

La germinación es un fenómeno que puede estar fuertemente por el estado de maduración de los frutos en el momento de la cosecha de los mismos, siendo esta el resultado de todas las alteraciones morfológicas, físicas y fisiológicas de las semillas (12). Considerando esto, se puede suponer que las semillas de los árboles semilleros que presentaron un bajo porcentaje de germinación, posiblemente no llegaron a su completa maduración en el momento que los frutos fueron cosechados.

Otro factor que influye sobre la germinación de semillas es la latencia, esta puede presentarse de varias formas, siendo los más comúnmente mencionados la exógena que está relacionada con la resistencia del tegumento de las mismas, principalmente para la absorción de agua, y la endógena que está vinculada más bien a sustancias inhibitorias de la germinación (13).

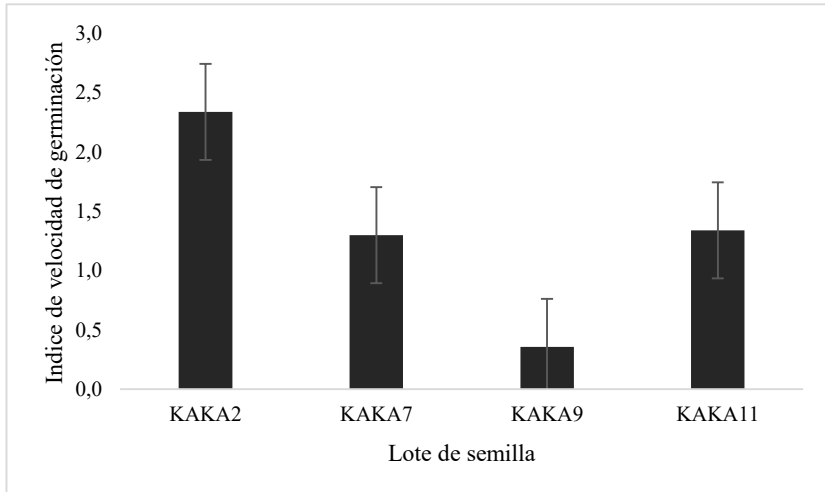


**Figura 1:** Porcentaje de germinación de semillas de *Cariniana estrellensis*.

Las semillas que no germinaron, teniendo condiciones adecuadas de humedad, temperatura y aireación al final del experimento y presentaron un aspecto inalterado fueron consideradas como semillas duras (7). Según el análisis de varianza para el porcentaje de semillas duras indicó que existen diferencias significativas entre los lotes de semillas de los árboles semilleros ( $p=0,0000$ ). El mayor porcentaje de semillas duras se presentó en el KAKA9, con 90% de semillas duras, mientras que el KAKA2 obtuvo el menor porcentaje de semillas duras (44%).

Igualmente, para el porcentaje de plántulas normales fueron observadas diferencias significativas ( $p= 0,0000$ ). Del total de 800 semillas utilizadas para los ensayos, se verificó que en los cuatro lotes se presentaron plántulas normales en la totalidad de las semillas germinadas, siendo el restante de semillas germinadas incluidas en la categoría de semillas duras, por presentar el aspecto más arriba mencionado.

En relación al índice de velocidad de germinación (IVG) de cada lote de semilla analizado, existen diferencias significativas entre los mismos ( $p= 0,0000$ ). Los resultados indican que KAKA2 presentó el mayor IVG, 2,33 a los 14 días. Mientras que el lote de semillas KAKA11 y KAKA7 presentaron 1,33 y 1,30 de IVG, respectivamente. El menor índice fue para el lote de semillas KAKA9 con 0,35 (Figura 2).



**Figura 2.** Índice de velocidad de germinación de semillas de *Cariniana estrellensis* a los 14 días después de la siembra.

## CONCLUSIONES

Se observa marcada diferencia en el largo de los frutos de *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze, al igual que el diámetro superior e inferior presentan diferencias dependiendo del árbol del cual fue cosechado. No obstante, esta diferencia no repercute directamente en la capacidad de producción de semillas por fruto.

El porcentaje de germinación de los lotes de semilla estudiados no supera el 70% y los valores del índice de velocidad de germinación (IVG) no es superior a 3, demostrando que las semillas probablemente aún no han alcanzado su maduración fisiológica completa para expresar todo su potencial.

## AGRADECIMIENTOS

Los resultados publicados en este trabajo son parte del Proyecto 14-INV-015, Proyecto financiado por el CONACYT a través del Programa PROCENCIA con recursos del Fondo para la Excelencia de la Educación e Investigación – FEEI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kageyama PY. Conservação “in situ” de recursos genéticos de plantas. IPEF, 1987;(35):7-37.
2. Dianderas AA, Fassbender D. Árboles semilleros árboles plus: consideraciones básicas para la selección y manejo de árboles semilleros. Boletín de divulgación técnica. Universidad Nacional Agraria La Molina: Lima, Perú; 2012.
3. Vallejos J, Badilla Y, Picado F, Murillo O. Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal. Revista Agronomía Costarricense. 2010;34(1):105-119.
4. Pérez-García B, Mendoza A. Morfología vegetal neotropical. Revista Biología Tropical. 2002;50:893–902.
5. Lorenzi, H. Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 7 ed. São Paulo, Brasil; 2016.
6. López JÁ, Little LE, Ritz G, Rombold JS, Honhn WJ. Árboles comunes del Paraguay: ñande vyvra mata kuera. 2 ed. Asunción, Paraguay: Cuerpo de Paz; 2002. .
7. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuaria e Abastecimento. Regras para Análise de sementes. Brasília, MAPA/ACS; 2009.
8. Lima Junior MJV, editor. Manual de Procedimentos para Análise de Sementes Florestais, UFAM. Manaus-Amazonas, Brasil; 2010. 146 p.
9. Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instruções para análise de sementes de espécies florestais, Brasília: MAPA; 2013. 98 p.
10. Ferreira DF. Sisvar: A computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia. 2011;35(6):1039-1042.
11. Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; 2003.
12. Marcos-Filho, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ; 2005.
13. Fowler AJP, Bianchetti A. Dormência em sementes florestais. Colombo: Embrapa Florestas; 2000.
14. Brüning, FO, Lúcio, ADC, Muniz, MFB. Padrões para germinação, pureza, umidade e peso de mil sementes em análises de sementes de espécies florestais nativas do Rio Grande do Sul. Ciência Florestal. 2011;21(2):193-202.