



## MORFOMETRÍA DE LOS FRUTOS Y EVALUACIÓN POST-SEMINAL DE *FRAXINUS CAROLINIANA* MILL. SUBSP. *CUBENSIS* (GRISEB.) BORHIDI

### FRUIT MORPHOMETRY AND POST-SEMINAL EVALUATION OF *FRAXINUS CAROLINIANA* MILL. SUBSP. *CUBENSIS* (GRISEB.) BORHIDI

YOHAN FERNÁNDEZ HERNÁNDEZ<sup>1</sup>, MABELKIS TERRY ROSABAL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unidad Científico Tecnológica de Base Estación Experimental Agro-Forestal Itabo, Matanzas, Cuba.

<sup>2</sup>Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Matanzas, Cuba. E-mail: [mabelkys.terry@umcc.cu](mailto:mabelkys.terry@umcc.cu)

\*Autor para correspondencia: [yfernandezh100@gmail.com](mailto:yfernandezh100@gmail.com)

#### RESUMEN

La conservación de especies maderables en peligro crítico de extinción, como *Fraxinus caroliniana* subsp. *cubensis*, es crucial para preservar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Este estudio tuvo como objetivo caracterizar la morfometría de los frutos y el desarrollo post-seminal de esta subespecie endémica de Cuba. Se recolectaron frutos maduros de seis árboles en la Ciénaga de Majagüillar, se midieron variables como largo, ancho y grosor del área seminífera en 180 muestras. Para la evaluación post-seminal, se sembraron 140 frutos en sustrato de arena y suelo orgánico, registrándose porcentajes de brotación (15.8 %) y supervivencia (85.1 %), así como la longitud de raíces, tallos y plúmulas. Los resultados mostraron homogeneidad morfométrica en los frutos, con dimensiones promedio de 3.88-3.99 mm (largo) y 0.93-0.98 mm (ancho). Las plántulas presentaron un desarrollo satisfactorio post-trasplante, aunque con baja germinación, posiblemente asociada a condiciones ambientales. Se concluyó que la morfología de los frutos es consistente dentro de la población estudiada y que las plántulas exhiben adaptabilidad al cultivo ex situ, lo que respalda estrategias de conservación basadas en propagación sexual.

**Palabras clave:** germinación, plántulas, endémica, sámara, dispersión

#### ABSTRACT

The conservation of critically endangered timber species, such as *Fraxinus caroliniana* subsp. *cubensis*, is crucial for preserving biodiversity and ecosystem services. This study aimed to characterize fruit morphometry and post-seminal development of this endemic Cuban subspecies. Mature fruits were collected from six trees in the Ciénaga Majagüillar, and variables such as length, width, and seminiferous area thickness were measured in 180 samples. For the post-seminal evaluation, 140 fruits were planted in a sand and organic soil substrate, recording sprouting (15.8 %) and survival (85.1 %) percentages, as well as root, stem, and plumule lengths. The results showed morphometric homogeneity in the fruits, with average dimensions of 3.88-3.99 mm (length) and 0.93-0.98 mm (width). The seedlings developed satisfactorily post-transplant, although germination was low, possibly due to environmental conditions. It was concluded that fruit morphology is consistent within the studied population and that the seedlings exhibit adaptability to ex situ cultivation, supporting conservation strategies based on sexual propagation.

**Keywords:** germination, seedlings, endemic, samara, dispersal

#### INTRODUCCIÓN

La caracterización de la morfología de los frutos y el desenvolvimiento post-seminal en especies maderables en peligro crítico de extinción es fundamental para identificar caracteres con valor taxonómico y conservacionista. Estos estudios permiten elucidar aspectos clave de la biología reproductiva y el ciclo de vida de las especies, lo que facilita su correcta clasificación y diferenciación de taxones

cercanos. Además, el análisis de las etapas iniciales del desarrollo de la plántula aporta información crucial sobre su adaptabilidad y vulnerabilidad, lo que resulta esencial para diseñar estrategias de propagación y restauración ecológica. La identificación de caracteres morfológicos distintivos no solo refina los criterios taxonómicos, sino que también orienta acciones prioritarias de conservación, lo que garantiza la preservación de estas especies y sus ecosistemas asociados.

Recibido: 28/3/2021

Aceptado: 19/5/2021



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



La especie forestal *Fraxinus caroliniana* Mill. subsp. *cubensis* (Griseb.) Borhidi es un endemismo de la provincia de Matanzas. Su distribución se limita al norte, en la Ciénaga de Majagüillar, municipio Martí, y al sur, en la Ciénaga de Zapata, municipio de Jagüey Grande. La explotación irracional de su madera y el cambio de uso de los suelos han provocado la reducción y fragmentación de sus poblaciones.

Debido a esta situación, la especie se categorizó como en Peligro Crítico de extinción en el Primer Taller de Categorización de Árboles Cubanos (2005). También está incluida en la Lista Roja de la Flora Vasculare Cubana (González Torres et al., 2016) y en la Instrucción Técnica N° 01/90 del Ministerio de la Agricultura (MINAG, 1990).

El proceso de reproducción de plantas es una etapa fundamental para la conservación de especies que se propagan por vía sexual. Este proceso responde a diferentes objetivos, como el refuerzo de poblaciones para apoyar la conservación *in situ*. También se emplea en la regeneración para reponer accesiones, crear nuevas poblaciones, establecer colecciones vivas *ex situ* o realizar estudios científicos.

La caracterización del recurso genético mediante mediciones morfológicas es uno de los pasos iniciales para la conservación y protección del germoplasma (Arellano Durán, 2012). Este enfoque permite identificar variaciones importantes dentro de las poblaciones. Además, contribuye a establecer estrategias de manejo adecuadas para la preservación de la diversidad genética.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la morfología de los frutos y el desenvolvimiento post-seminal de *Fraxinus caroliniana* Mill. subsp. *cubensis* (Griseb.) Borhidi. Los resultados aportan información valiosa para identificar caracteres con posible relevancia taxonómica. Asimismo, estos datos pueden ser útiles para la implementación de estrategias de conservación efectivas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Recolección de los frutos de *Fraxinus caroliniana*

Los frutos de *F. caroliniana* se recolectaron en el área de Las Maravillas, ubicada en la Ciénaga de Majagüillar. La recolección se llevó a cabo en noviembre de 2017, se seleccionaron muestras de seis árboles en base a sus características fenotípicas, como su vigor y buen estado de salud. Se consideró que los frutos habían alcanzado su madurez cuando presentaban una cubierta de color pardo claro y se desprendían con facilidad de las ramas.

En los árboles de mayor altura, los frutos se desprendieron con la ayuda de un gancho y se depositaron en bolsas de papel. Cada bolsa se etiquetó con información detallada, incluyendo la fecha, el sitio y el municipio de recolección, para evitar la mezcla de las muestras. Este procedimiento garantizó la trazabilidad y organización del material recolectado.

### Morfometría del fruto de *Fraxinus caroliniana*

El procesamiento de los frutos se realizó en el Laboratorio de Botánica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Matanzas. Los frutos se extendieron sobre papel periódico para eliminar impurezas, como restos de hojas y ramas. Para evaluar la variabilidad en el tamaño, se midieron el largo del fruto y del ala, así como el largo, ancho y grosor del área seminífera.

Las mediciones se efectuaron en 30 frutos seleccionados al azar por árbol, lo que totalizó 180 muestras. Este enfoque permitió obtener datos representativos de la diversidad morfológica presente en la población estudiada.

### Caracterización morfológica de las plántulas de *Fraxinus caroliniana*

#### Obtención y preparación de material para el sustrato

El sustrato utilizado consistió en arena de río, la cual se lavó dos veces con agua común y una vez con agua destilada para eliminar impurezas. Posteriormente, se mezcló con tierra y suelo orgánico en una proporción 1:1, siguiendo la metodología propuesta por Escobar & Suárez (2013). Esta preparación aseguró las condiciones adecuadas para el desarrollo de las plántulas.

#### Selección de los frutos

Una vez obtenidas las semillas, se procedió a su selección en base a criterios como el tamaño y el estado sanitario. Este proceso buscó maximizar la tasa de brotación, tal como lo recomienda (Terry Rosabal, 2011). La uniformidad en la calidad de las semillas fue fundamental para garantizar resultados consistentes en el estudio.

#### Siembra

La siembra se realizó de forma manual en dos bandejas de poliestireno, cada una con 70 alvéolos, con un total de 140 unidades. Con la ayuda de un espeque, se preparó un hoyo de 1 cm de profundidad en el centro de cada alvéolo. En cada hoyo se colocó un fruto en posición vertical, asegurando las condiciones óptimas para su germinación (Figura 1). A los 120 días de germinadas, las plántulas se trasplantaron a bolsas de polietileno de 10 cm de longitud.



Figura 1. Bandeja de germinación.

### Evaluación post-seminal de *Fraxinus caroliniana* Porcentaje de brotación (PB)

Esta variable se evaluó mediante observación directa. Se contó cada una de las plántulas brotadas por unidad experimental y se relacionó con el número total de semillas sembradas. El resultado se expresó en porcentaje.

### Porcentaje de sobrevivencia (PS)

Este parámetro se determinó con base en el número de plantas que sobrevivieron después de 120 días de la siembra. Se comparó con la cantidad inicial de plántulas brotadas. El valor final se expresó en términos porcentuales.

### Longitud del tallo (LT)

La medición de esta variable se realizó con una regla métrica. Se midió la distancia desde la base de la planta hasta el ápice a los 120 días después de la germinación y 30 días posteriores al trasplante a bolsas de polietileno. Todos los datos se registraron en centímetros.

### Longitud de la raíz principal (LR)

Esta medición se llevó a cabo con una regla métrica. Se midió la distancia desde el cuello de la raíz hasta su ápice en todas las plántulas. Los resultados se expresaron en centímetros.

### Largo del limbo de la plúmula (LL)

Esta variable se registró en centímetros con una regla métrica. La medición abarcó desde la inserción del limbo con el peciolo hasta su ápice. Las observaciones se realizaron a los 120 días de la germinación y 30 días después del trasplante.

### Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de los datos numéricos obtenidos en cada variable. Entre las medidas de posición, se destacó la media, mientras que entre las medidas de variación se consideró el error estándar. Para este proceso, se utilizó el programa STATGRAPHIC Plus versión 5.0. Además, se determinó el intervalo de confianza de la media. Las variables analizadas incluyeron el ancho y largo del fruto, el ancho y largo de las semillas, y el largo del peciolo en la morfometría del fruto. En la caracterización de las plántulas, se evaluaron la longitud de la plántula, la longitud de la raíz principal, la longitud del tallo y la longitud de la plúmula. En ambos casos, se calculó la media ( $\bar{X}$ ) y el error estándar ( $E_s$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Morfometría del fruto de *Fraxinus caroliniana*

Los valores mínimos y máximos para el largo y ancho de los frutos se registraron en 3,88 mm y 3,99 mm, y 0,93 mm y 0,98 mm, respectivamente, con un error estándar de 0,01 y 0,02. En el caso de las simientes, los valores mínimos y máximos para el ancho y largo fueron de 0,24 mm y 0,26 mm,

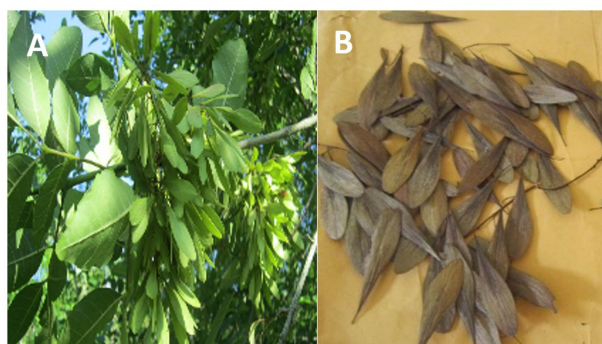
y 1,98 mm y 2,06 mm, con un error estándar de 0,005 y 0,02. Estos resultados coinciden con los datos morfométricos informados por Terry Rosabal (2011) (Tabla 1).

**Tabla 1.** Datos morfométricos del fruto y la semilla.

Variables	Intervalos de confianza de la Media	Error estándar
Ancho/Fruto	$0,93 \leq M \leq 0,98$	$\pm 0,01$
Ancho/Semilla	$0,24 \leq M \leq 0,26$	$\pm 0,005$
Largo/Fruto	$3,88 \leq M \leq 3,99$	$\pm 0,02$
Largo/Semilla	$1,98 \leq M \leq 2,06$	$\pm 0,02$

Los valores obtenidos confirman la correspondencia entre las variables morfométricas analizadas, lo cual respalda los hallazgos de Guzmán & Cruz (2014) en la caracterización física de sámaras de *Amphipterygium adstringens* (Schltdl.). Esta similitud refuerza la validez de los parámetros evaluados en el estudio.

Según González (2008), los frutos de *Fraxinus caroliniana* Mill. subsp. *cubensis* (Griseb.) Borhidi son secos, del tipo sámara, y presentan alas aplanadas de tejido fibroso formadas por las piezas del perianto. Estas estructuras les permiten dispersarse mediante el viento. Cuando están inmaduros, los frutos son verdes, lo que les permite mimetizarse con el follaje y evitar la depredación por aves, mamíferos e insectos (Raven et al., 1992). Al madurar, adoptan un color pardo (figura 2A) y contienen una semilla (monosperma) que permanece dentro del fruto hasta que las condiciones de humedad son adecuadas para la germinación (figura 2B).



**Figura 2.** Frutos de *Fraxinus caroliniana* Mill. subsp. *cubensis* (Griseb.) Borhidi. A) inmaduros y B) maduros. Localidad “Las Maravillas”, Ciénaga de Majagüillar, municipio Martí.

El ala del fruto de *F. caroliniana* (Figura 3) desempeña un papel clave en la adaptación ecológica de la especie, ya que protege a la semilla de las altas temperaturas y reduce su deshidratación. Además, facilita la dispersión a distintos microhábitats mediante el viento (Guzmán & Cruz, 2014). Esta característica morfológica contribuye a la supervivencia y éxito reproductivo de la especie.

### Desenvolvimiento pos-seminal de *Fraxinus caroliniana*

Durante el seguimiento del ensayo de germinación iniciado en febrero, se observó que de 140 semillas germinaron 27, lo que representa un 15,8 % en un período aproximado de 60 días (figura 4). Estos resultados difieren de los obtenidos por Terry Rosabal (2011) quien informó un 93,8 % de germinación en 100 días, sugiriendo que abril es el mes óptimo para la brotación de las plántulas.

La variación en los porcentajes de germinación pudo deberse a factores como la temperatura, la humedad, el momento de la colecta o la posición vertical en la siembra de los frutos. Berrios et al. (2013) estudiaron la germinación de frutos de esta especie procedentes de la Ciénaga de Zapata y encontraron diferencias según la posición de siembra. Obtuvieron el mayor porcentaje de germinación cuando los frutos se colocaron en posición horizontal.

El porcentaje de supervivencia de las plántulas alcanzó un 85,1 %, lo que indica su adaptación a las condiciones ambientales. Estas mantuvieron su desarrollo después de ser trasplantadas a bolsas de polietileno a los 60 días de germinadas (figura 5). Este resultado refleja la viabilidad del proceso bajo las condiciones experimentales.

La tabla 4 muestra las medias correspondientes a las variables LR, LT y LL a los 60 días después de la germinación y a los 30 días posteriores al trasplante. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en todas las variables como respuesta de la especie en ambos periodos evaluados. La variable longitud de la plúmula registró los valores más altos.

Se observó que las dos primeras hojas (plúmula) presentan una forma simple y lanceolada, con bordes lisos. Esto difiere de lo informado por Curtis (2013), quien describió las primeras hojas de *Fraxinus angustifolia* como romboidales lanceoladas y con bordes aserrados. Estas discrepancias podrían deberse a variaciones morfológicas intrínsecas de la especie.

Según Escobar & Suárez (2013), esta diferencia podría atribuirse a las características morfológicas propias de la especie y a la composición de macro y micronutrientes en

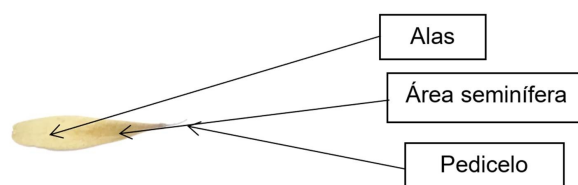


Figura 3. Partes del fruto de *Fraxinus caroliniana* Mill. subsp. *cubensis* (Griseb.) Borhidi.



Figura 4. Brotación de las plántulas *Fraxinus caroliniana* Mill. subsp. *cubensis*.



Figura 5. Plántulas trasplantadas después de 60 días de germinadas.

el sustrato. Además, estos autores señalaron que la altura de las plantas es una característica varietal que depende de la interacción entre el genotipo y el ambiente. Estos factores explican las variaciones observadas en el desarrollo de las plántulas.

Tabla 4. Datos estadísticos obtenidos en las mediciones de las variables longitud de la raíz principal (LR), Longitud del tallo (LT) y largo del limbo de la plúmula (LL).

Variables	60 días después germinadas		30 días después de trasplantada	
	Intervalos de confianza de la Media	Error estándar	Intervalos de confianza de la Media	Error estándar
Longitud/Raíz principal	3,03≤M≤3,86	±0,19	3,44≤M≤4,17	±0,18
Longitud/Tallo	6,39≤M≤7,55	±0,27	10,33≤M≤11,81	±0,17
Longitud/Plúmula	1,37≤M≤1,88	±0,12	6,62≤M≤7,84	±0,29

### Valoración económica, social y ambiental de la investigación

La biodiversidad cumple un papel fundamental en el bienestar humano a través de los servicios ecosistémicos, que incluyen contribuciones directas e indirectas. Entre estos servicios se encuentran los de abastecimiento, como la producción de alimentos y madera; los de regulación, como el control de plagas y la depuración de agua; y los culturales, como el ecoturismo y la educación ambiental. Estos beneficios resaltan la importancia de conservar los ecosistemas.

Los beneficios económicos se manifiestan en actividades vinculadas a la biodiversidad, como el turismo, la industria farmacéutica y la biotecnología. Además, se generan ahorros en la prevención de riesgos naturales, como inundaciones, y en gastos sanitarios relacionados con enfermedades respiratorias. La redistribución de la riqueza entre zonas urbanas y rurales también crea incentivos para recuperar áreas marginadas por el modelo económico actual.

La especie *Fraxinus caroliniana* Mill. subsp. *cubensis* (Griseb.) Borhidi, presente en ecosistemas de ciénaga, podría tener un potencial significativo para la industria maderera y farmacéutica si no estuviera categorizada en peligro crítico de extinción. Los resultados de esta investigación respaldan su valor farmacéutico debido a la presencia de fitoquímicos con posibles aplicaciones médicas. Su conservación podría aportar soluciones terapéuticas para diversas enfermedades humanas.

La colección *ex situ* ubicada en el Jardín Botánico de Matanzas facilita la realización de actividades ambientalistas con niños, jóvenes y adultos. Estas acciones promueven la conservación de la especie al destacar su importancia ecológica. De esta manera, se fomenta una mayor conciencia sobre los servicios que esta planta brinda al ecosistema.

### CONCLUSIONES

1. La morfometría de los frutos de *Fraxinus caroliniana* subsp. *cubensis* (Griseb.) Borhidi demostró correspondencia entre las variables largo y ancho de los frutos y las simientes lo que indica homogeneidad entre los individuos de una misma procedencia.
2. Las plántulas de *Fraxinus caroliniana* subsp. *cubensis* (Griseb.) Borhidi mostraron un buen crecimiento y desarrollo después que se trasplantaron en bolsa de polietileno.

### BIBLIOGRAFÍA

- Arellano Durán, N. (2012). Caracterización morfológica, estudio molecular y determinación de azúcares en zapote mamey (*Pouteria sapota* Jacq HE Moore & Stearn) [Master's Thesis]. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/1091>
- Berrios, M. C., Vila, I., Cruz, H., Pérez, M., Martínez, D., Ramos, R., & Morales, O. (2013). Manejo y conservación de la especie arbórea forestal *Fraxinus caroliniana* subsp. *Cubensis* endémica de la flora, amenazada de extinción en los humedales de la Ciénaga de Zapata.
- Courtis, A. (2013). Germinación de semillas. En Fisiología Vegetal. Guía de estudios de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Cátedra de Fisiología Vegetal.
- Escobar, D. A., & Suárez, K. L. (2013). Evaluación morfológica de las plántulas de cinco especies forestales mediante la aplicación de tres tratamientos pregerminativos en el cantón Echeandía, provincia Bolívar [Tesis de grado previo a la obtención del título de ingeniero forestal]. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela ....
- González, P. A. (2008). Oleaceae. Flora de la República de Cuba. Fascículo 14 (2): 1-46. Koeltz Scientific Books, Alemania.
- González Torres, L. R., Palmarola Bejerano, A., González Oliva, L., Bécquer, E. R., Testé, E., Barrios Valdés, D., Acosta Ramos, Z., Alomá Moreno, O., Álvarez Montes de Oca, J. C., & Berazaín Iturralde, R. C. (2016). Lista Roja de la Flora de Cuba 2016.
- Guzmán, A. M., & Cruz, E. (2014). Características físicas de frutos de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* (Schltdl.) Standl) de tres procedencias. Revista fitotecnia mexicana, 37(3), 255-260.
- MINAG. (1990). Instrucción Técnica N° 01/90. Ministerio de la Agricultura. La Habana. 43p.
- Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (1992). Biología de las plantas (Vol. 2). Reverté. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=xvNd3udrh1YC&oi=fnd&pg=PA359&dq=Desarrollo+del+fruto.+Biolog%C3%ADa+de+las+Plantas+Raven&ots=jpb0T0ID2E&sig=MBUnF9qSOLYrj-KFCH4\\_UAzF0VU](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=xvNd3udrh1YC&oi=fnd&pg=PA359&dq=Desarrollo+del+fruto.+Biolog%C3%ADa+de+las+Plantas+Raven&ots=jpb0T0ID2E&sig=MBUnF9qSOLYrj-KFCH4_UAzF0VU)
- Terry Rosabal, M. (2011). Conservación de *Fraxinus caroliniana* subsp. *Cubensis* (Griseb.) Borhidi y establecimiento de una colección *ex situ* en el Jardín Botánico de Matanzas. [Tesis en opción a Máster en Ciencias Agrícolas, Universidad de Matanzas. Facultad de Ciencias Agropecuarias]. <https://rein.umcc.cu/handle/123456789/675?locale-attribute=es>