

Morfología de frutos – semillas, fenología y crecimiento de plántulas de manglillo (*Aspidosperma cruentum* Woodson) en vivero, Península de Osa, Costa Rica

Fruit - seed morphology, seedling phenology and initial growth of nursery plants of the manglillo (*Aspidosperma cruentum* Woodson) from the Osa Peninsula, Costa Rica

David Antonio Carvajal-Arroyo¹  • Juan Pablo Villegas-Espinoza²  • Gustavo Vargas-Rojas² 
• Rafael Murillo-Cruz³  • Carlos Ávila-Arias³  • Ana Isabel Barquero-Elizondo³ 

Recibido: 6/5/2021

Aceptado: 11/11/2021

Abstract

The morphological and descriptive analysis of fruits, seeds, and seedlings is a useful tool for their identification and management, as well as for ecological studies of vegetation and production in forest nurseries. A morphological description of *Aspidosperma cruentum* Woodson was made in different stages of development, to identify initial characteristics of fruits, seeds, seedlings, and plants in the nursery. The study was carried out both in the La Amapola nursery, as well as in the forest nursery of the School of Environmental Sciences of the National University of Costa Rica, located in the Osa peninsula and Heredia, respectively. A number of 220 fruits with ages between 87 and 207 days were evaluated, the number of seeds, weight, shape, as well as other morphological characteristics, were quantified. A germination test was carried out using a suspension treatment in water and a control, later the seedlings were evaluated and described in the nursery. The seeds of *A. cruentum* do not require pregerminative treatment, reporting statistically significant differences in both treatments. The seeds measured an average of 8.30 cm in diameter with the wing and 2.64 cm in the embryo. An average of 18 seeds per fruit was recorded, of which a germination percentage of 75 % was obtained. The seeds located at the ends of the fruit and with lower weight reported a higher germination percentage. The seedlings are characterized by being phanerocotilar and having epigeal germination. The incorporation of vermicompost in the substrate significantly influenced the initial growth of plants, increasing the diameter, height, and production of leaves.

Keywords: Morphological analysis, biomass, germination, nursery production.

1. Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. david.carvajal.arroyo@est.una.ac.cr

2. Vivero Forestal, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. gvargasr.2010@gmail.com, juan.villegas.espinoza@una.cr

3. Instituto de Investigación y Servicios Forestales, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. rafael.murillo.cruz@una.cr, carlos.avila.arias@una.ac.cr, ana.barquero.elizondo@una.ac.cr

Resumen

El análisis morfológico y descriptivo de frutos, semillas y plántulas es una herramienta útil para su identificación y manejo, además para estudios ecológicos de vegetación y producción en viveros forestales. Se realizó una descripción morfológica de *Aspidosperma cruentum* Woodson en diferentes etapas de desarrollo, con el objetivo de identificar características iniciales de frutos, semillas, plántulas y plantas en vivero. El estudio se realizó tanto en el vivero La Amapola, así como en el vivero forestal de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional de Costa Rica, localizados en la península de Osa y Heredia, respectivamente. Se evaluaron 220 frutos con edades entre los 87 y 207 días, se cuantificó la cantidad de semillas, peso, forma, así como otras características morfológicas. Se realizó una prueba de germinación utilizando un tratamiento de suspensión en agua y un testigo, posteriormente se evaluaron y describieron las plántulas en vivero. Las semillas de *A. cruentum* no requieren tratamiento pregerminativo, reportando diferencias estadísticamente significativas en ambos tratamientos. Las semillas miden en promedio 8,30 cm de diámetro con el ala y 2,64 cm el embrión. Se registró un promedio de 18 semillas por fruto de las cuales se obtuvo un porcentaje de germinación de 75 %. Las semillas ubicadas en los extremos del fruto y con menor peso reportaron un mayor porcentaje de germinación. Las plántulas se caracterizan por ser fanerocotilar y tener una germinación epigea. La incorporación de lombricompost en el sustrato influyó significativamente en el crecimiento inicial de plantas aumentando el diámetro, la altura y la producción de hojas.

Palabras clave: Análisis morfológico, biomasa, germinación, producción en vivero.

Introducción

El análisis morfológico y descriptivo de frutos, semillas y plántulas sirve de herramienta para la identificación de las especies, recolección y manejo de frutos y semillas. Además, genera información aplicable para la germinación, producción de plántulas en viveros forestales y estudios ecológicos de vegetación, especialmente en los trópicos, por la gran riqueza ecológica y composición heterogénea de su vegetación [1]-[2]-[3]. En términos prácticos este tipo de análisis genera información para la clasificación y conservación de especies, así como la respuesta de esta ante condiciones de invernadero.

Aspidosperma cruentum Woodson es conocida en Costa Rica como manglillo o amargo y ha sido erróneamente

identificado e incluido en la sinonimia de *A. spruceanum*, *A. desmanthum* y *A. megalocarpon*; en donde, *A. spruceanum*, *A. desmanthum* están restringidos a la cuenca amazónica en Sudamérica [4]-[5]-[6]-[7]. Morfológicamente, *A. cruentum* se distingue de las otras especies del género por tener un cáliz bilobulado y frutos de lepitoda, sin costillas longitudinales [5]. Se encuentra de 0 a 1 000 msnm, en los bosques húmedos y muy húmedos del Norte, Pacífico Sur y Pacífico Central de Costa Rica. Es una especie neotropical que se distribuye desde México hasta Colombia [1]-[5]. Es un árbol de hasta 45 metros de altura, fuste recto y cilíndrico [6]-[8], maderable, considerado como una madera pesada y valorada por su textura y durabilidad, con la corteza lenticelada y de sabor amargo, con presencia de látex blanco [9]-[10].

Los estudios realizados con la especie se encuentran enfocados principalmente a la distribución, descripción de árboles adultos, usos y características de la madera, así como estudios fenológicos que involucran otras especies en bosques naturales [5]-[10]-[11]. Adicionalmente, se han registrado algunas características de los frutos, flores, semillas y plantas tanto para la *A. cruentum* en Centroamérica y México, así como para otras especies del mismo género [12]-[13]-[14]. No obstante, las investigaciones no profundizan en la caracterización de los frutos según su desarrollo, ni la respuesta de las semillas ante tratamientos pregerminativos y bajo condiciones de invernadero.

Según Flores [15], la etapa de maduración del fruto de especies vegetales involucra procesos asociados con el máximo tamaño y transformaciones de los tejidos, como por ejemplo el suavizamiento, cambios de pigmentos, sabores y desaparición de sustancias astringentes. Estos procesos son importantes a nivel taxonómico y valioso dentro de estudios ecológicos, debido a que definen la morfología del fruto. Por su parte, durante el proceso de germinación las células en las semillas pasan de un estado deshidratado a uno hidratado con intensa actividad metabólica; esto al pasar por las etapas de imbibición, germinación y desarrollo del embrión, con lo que da paso a la aparición de la radícula [15]. Posterior a este proceso aparece la plántula, que para el caso de manglillo consta de uno o dos cotiledones, un epicótilo y un hipocótilo, además de 1 a 3 fases foliares [16].

Por otra parte, la mayoría de las descripciones de especies de plantas son muy generales y se basan en características de individuos adultos, por lo que no se profundiza en el análisis detallado de frutos, semillas y plántulas, mucho menos a nivel de producción y manejo en vivero. Asimismo, la morfología de las plántulas por lo general es muy diferente a la etapa adulta, dificultando la identificación de especies en la etapa inicial [3]. En mérito a lo anterior, el presente estudio tiene como

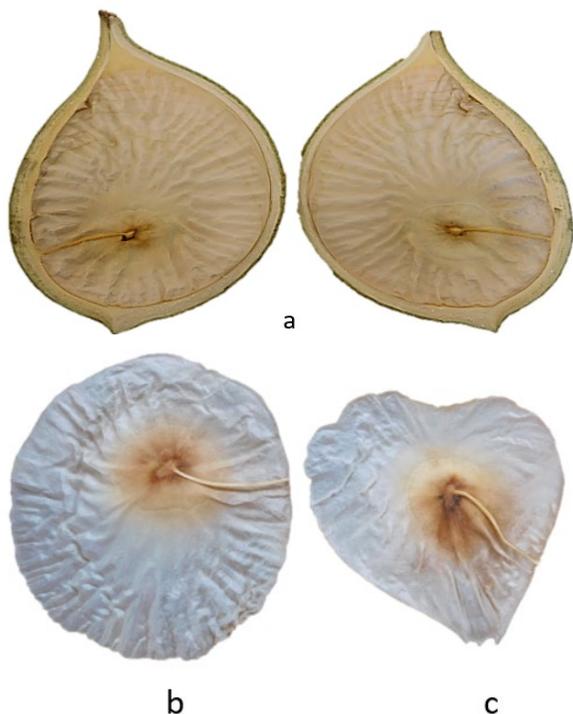


Figura 1. a: fruto abierto de *A. cruentum*; b: semilla posición central en el fruto; c: semilla posición lateral en el fruto.

Figure 1. a: open fruit of *A. cruentum*; b: seed at central position; c: seed at extreme position of the fruit.

objetivo la descripción de características morfológicas de frutos, semillas y plántulas de *A. cruentum*, así como la evaluación de la germinación de semillas y desarrollo de plantas en invernadero.

Materiales y métodos

Descripción del sitio

El estudio se realizó tanto en la Península de Osa en Puntarenas, donde se recolectaron los frutos, así como en el vivero forestal de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional de Costa Rica ubicado en Heredia, donde se llevó a cabo el proceso de germinación de las semillas. Osa presenta un clima variado e influenciado por la topografía accidentada y corrientes de aires marítimos provenientes del Golfo Dulce, con una predominancia del Bosque húmedo tropical, cuya temperatura media es de 25 °C, mientras que la precipitación promedio anual es de 4 000 mm [17]. Los suelos que predominan son los ultisoles en laderas y los inceptisoles en los sitios planos [17]. El vivero en Heredia se caracteriza por estar a 1100 m.s.n.m. y estar bajo una precipitación media de 2000 mm por año y temperaturas promedio de 20°C.

Descripción de frutos

Se recolectaron 220 frutos dentro de un rango aproximado de 87 a 207 días de desarrollo, provenientes de árboles ubicados en bosque intervenido en fincas privadas. Posteriormente, se realizó una descripción de estos mediante la observación para determinar el tipo de fruto, la forma y color (Figura 1). Además, se midió la biomasa verde y seca de los frutos con una balanza analítica; el peso verde fue determinado el día de la recolección del fruto, mientras que el peso seco se determinó después de colocarlos en un horno, a una temperatura de 60 °C, hasta lograr un peso constante. Internamente, se midió la cubierta del fruto desarrollada en la pared del ovario (pericarpo) con un vernier digital con precisión de 0,01 mm. El pericarpo consta de tres partes principales: el exocarpo o epicarpo (capa externa), mesocarpo (capa intermedia) y endocarpo (capa interna) [15]-[18]; no obstante, estas no fueron medidas por separado en el presente estudio. Las mediciones se basaron en el grosor del pericarpo que incluyó estas tres partes principales entre la parte más delgada y gruesa del pericarpo, según los diferentes días de desarrollo.

Descripción de semillas. Se seleccionaron 162 frutos del total para realizar la descripción y cuantificación de semillas, según el desarrollo de los frutos. Con esta muestra se describió la forma, textura, peso, color, número de semillas promedio por fruto y mecanismo de dispersión de la especie. Se evaluó un total de 670 semillas con edades entre 87 y 187 días, las cuales se clasificaron según la posición de la semilla dentro del fruto en:

- Posición central: las dos semillas del centro de cada parte del fruto, es decir 4 semillas por fruto, para un total de 335 semillas.
- Posición lateral: las primeras dos semillas de cada extremo lateral del fruto, es decir 4 semillas por fruto, para un total de 335 semillas.

Las semillas del centro del fruto presentaron una forma orbicular mientras que las de los extremos fue triangular (Figura 1), esta diferencia fue el criterio de selección entre posiciones. A las semillas se les midió el largo y ancho junto con el ala, además se midió el diámetro del embrión de 220 semillas de frutos con 164 y 185 días de edad. Posteriormente, con una balanza digital (precisión de 0,001 g) se determinó la biomasa verde en gramos, luego se secaron en un horno a una temperatura 60 °C hasta que alcanzaron peso constante para así obtener la biomasa seca.

Germinación

Para evaluar la germinación, se trabajó con 622 semillas provenientes de frutos de 185 y 207 días de desarrollo,

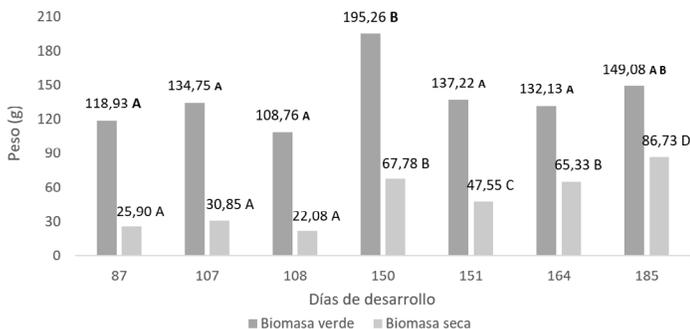


Figura 2. Prueba de medias sobre la biomasa verde y biomasa seca final, según la edad de los frutos de *A. cruentum*. Las letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Figure 2. Test of means on the green biomass and final dry biomass, according to the age of the *A. cruentum* fruits. Different letters indicate significant differences ($p \leq 0,05$).

lo anterior debido a que los frutos presentaron su apertura a los 185 días de desarrollo. Antes de colocar las semillas en el germinador se pesó la biomasa verde en gramos de cada semilla, se le asignó un consecutivo para no perder su identificación y se clasificaron de acuerdo con la posición en el fruto: laterales, intermedias y centrales. El proceso de germinación se llevó a cabo en el invernadero del vivero forestal de la Escuela de Ciencias Ambientales, bajo una condición controlada de humedad de 40 % y temperatura de 24,3 °C. Se utilizó arena de río como sustrato, desinfectada con Vitavax (fungicida), las semillas se sembraron en bandejas plásticas, sin el ala y de forma vertical, formando hileras. El criterio de inicio de la germinación fue la aparición de la radícula del embrión y el posterior desarrollo de la plántula. En la germinación se evaluó la incorporación de un tratamiento pregerminativo (T1) que consistió en sumergir las semillas en agua a temperatura ambiente durante 12 horas para compararlo con un tratamiento testigo (TT) que no involucró ninguna actividad previa con las semillas.

Descripción de plántulas

Luego de iniciada la germinación, se procedió a describir la morfología y fenológica de las plántulas hasta los segundos pares de hojas. Para ello fue necesario el uso de lupa, estereoscopio y microscopio digital (ProScope HR). Basado en los glosarios botánicos de [19], [20] y [21], se determinaron los siguientes caracteres de las plántulas: tipo de germinación, tipo de plántula, forma de los cotiledones y hojas, complejidad de la hoja, tipo de base y ápice, nervadura, márgenes, indumentos con o sin tricomas, color y exudados.

Desarrollo de plantas en vivero

A los 150 días de crecimiento de las plántulas se instaló un ensayo de cinco bloques completos al azar con tres tratamientos para evaluar el número de hojas, altura y diámetro de la base de cada una de ellas. El primer tratamiento fue un testigo el cual estuvo compuesto 100 % por suelo de origen vegetal conocido como tierra de cafetal o tierra negra. El segundo se basó en la combinación de este suelo (75 %) y lombricompost (25 %); mientras que el tercer tratamiento fue una combinación de suelo (50 %), lombricompost (25 %) y granza (25 %). Las mediciones se realizaron cada 15 días durante 60 días con un pie de rey (diámetro) y una cinta métrica (altura).

Análisis de la información

Tanto para la información de frutos como de semillas y plantas en vivero, se realizaron pruebas de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$), mediante el software Infostat. En los frutos se compararon las medias de peso verde y seco según el número de días de desarrollo, con el fin de identificar diferencias significativas entre las mismas. Para las semillas se realizaron dos pruebas de medias, la primera para el porcentaje de germinación según el tratamiento pregerminativo con agua (T1) y el testigo (TT); mientras que la segunda fue con respecto a la posición de la semilla en el fruto (centro, intermedia y extrema). Adicionalmente, se realizó un análisis gráfico con la biomasa verde y seca según la cantidad de días de maduración y la posición de las semillas en el fruto (central o lateral). Las pruebas comparativas para las plantas en vivero se realizaron considerando los tratamientos como variable independiente y el crecimiento en altura, diámetro y número de hojas de las plantas como variables dependientes.

Resultados y discusión

Morfología de frutos

Los frutos de *A. cruentum* se caracterizaron por ser secos dehiscentes de tipo foliular, es decir, derivados de un carpelo simple y unilocular que se abre a lo largo de una sutura. Son frutos leñosos, asimétricos, oblongos, costillados longitudinalmente, de color glauco verdoso y pardos al madurar. Estas características coinciden con las registradas por [5], quienes agregan que el fruto es densamente tomentoso, sin lenticelas y con un color amarillento al estar seco. Así como con [8] y [15], quienes registran la misma descripción morfológica de frutos en



Figura 3. Parte externa e interna de los frutos de *A. cruentum*.

Figure 3. External and Internal part of open *A. cruentum* fruits.

el trópico húmedo para esta especie.

Con respecto al peso, los frutos presentaron en promedio una biomasa verde máxima de 195,3 g a los 150 días de desarrollo mientras que el valor máximo de biomasa seca se registró a los 185 días de desarrollo (Figura 2). En los frutos jóvenes (≤ 108 días) la biomasa seca representa un 22 % del peso verde, mientras que en frutos maduros (≥ 151 días) esta relación es de 47 %. Este comportamiento indica que el fruto se deshidrata conforme alcanza su máximo desarrollo.

Internamente, los frutos presentaron una coloración marrón oscura y opaca, así como un pericarpo seco, leñoso (Figura 3). En el desarrollo de los frutos desde 87 hasta 185 días, el pericarpo presentó un promedio general de 5,66 mm de grosor, entre la capa delgada y gruesa. Ambas capas registraron un crecimiento positivo con relación a la edad de los frutos, de esta forma, a los 185 días el promedio del pericarpo fue de 6,76 mm. En este rango de edad, la capa más delgada reportó 1,65 – 6,94 mm y la capa más gruesa fue de 3 mm – 8,68 mm. Según [15] esta característica es uno de los componentes elementales en el desarrollo del fruto en la etapa de post-fertilización, dado que es la transformación de la pared ovárica e influye en la producción de las semillas.

Morfología de semillas

Las semillas de *A. cruentum* son tipo sámara, planas y aladas con funículo persistente, peltadas, papiráceas, blanco amarillentas, con el centro pardo claro y el ala transparente. Además, según [8] y [10], las semillas son consideradas recalcitrantes debido a que rápidamente pierden humedad y, por tanto, la viabilidad. Esto concuerda con lo observado por [22] quienes mencionan que las semillas de *A. cruentum* pierden la viabilidad en menos de un mes de almacenamiento a 20 °C.

Con respecto a la forma, se observó que las semillas centrales son orbiculares, mientras que las laterales son de forma triangular en su estado de madurez,

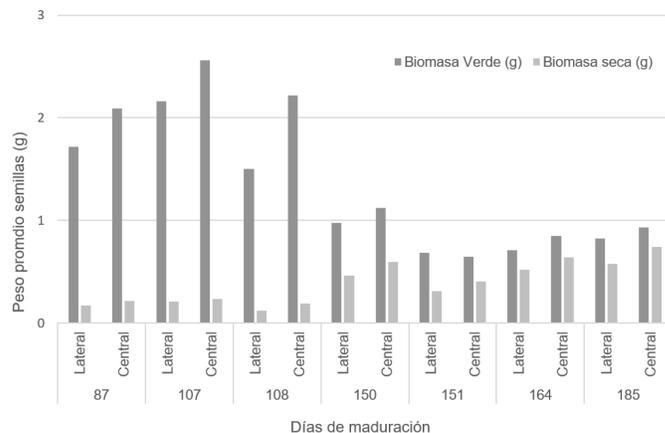


Figura 4. Biomasa verde y seca de las semillas de *A. cruentum*, según la posición y edad en días del fruto.

Figure 4. Green and dry biomass of *A. cruentum* seeds, according to the position and age in days of the fruit.

mientras que en los primeros meses de crecimiento son ovoides. Las semillas intermedias presentaron una forma constante durante todo el periodo de crecimiento, semejantes a las centrales.

Por el tipo de semillas, cuyas características es ser livianas, planas y tener una cubierta seminal alada, poseen una dispersión abiótica tipo anemocoria; es decir, dispersadas por el viento. Las semillas de *A. cruentum* son sámaras no rotatorias, las cuales solamente autogiran. Según [15] el comportamiento aerodinámico de la dispersión de las semillas de esta especie se clasifica como un diseño morfológico ondulatorio, al tener un movimiento discontinuo, pero sin movimiento acumulativo hacia adelante. Lo anterior coincide con lo observado en el presente estudio al analizar la forma, peso y dimensión de las semillas.

La cantidad de semillas por fruto varió entre 9 y 24, con un promedio de 18 semillas, lo que muestra una fecundación efectiva entre 45 y 100 %, con un promedio de 90% de éxito de fecundación. Este valor es ligeramente inferior al obtenido por [22] quienes reportan 20 semillas por fruto para *A. cruentum* (100 % de éxito de fecundación) y algo coincidente con lo registrado por [12] en Brasil para frutos de *A. spruceanum*, con 17 semillas (85 % de éxito de fecundación), con una variación entre 11 y 23 semillas por fruto (55 y 100 % de fecundación efectiva).

Las semillas en general midieron en promedio 6,9 cm de diámetro, creciendo a una tasa de 0,8 cm por mes, aumentando a 2,7 cm entre 87 y 185 días de desarrollo. Las semillas procedentes de frutos de menor edad midieron de 4,6 – 6,4 cm, por el contrario, las que se encontraban en estado de maduración reportaron

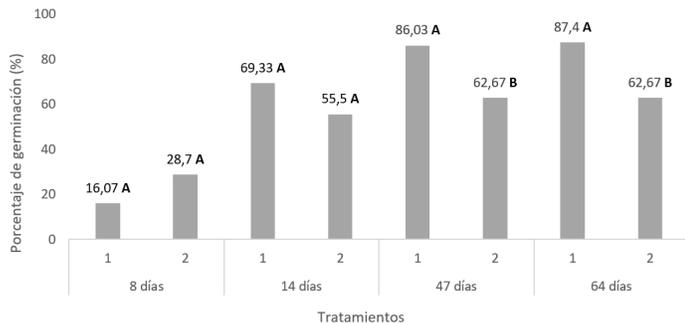


Figura 5. Porcentaje de germinación de *A. cruentum*, y pruebas de media, según los tratamientos. Tratamiento 1 (semillas sin tratamiento pregerminativo / testigo), 2 (semillas 12 horas en agua). Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Figure 5. Germination percentage of *A. cruentum*, and average tests, according to the treatments. Treatment 1 (control seeds), 2 (seeds 12 hours in water). Different letters indicate significant differences ($p \leq 0,05$).

en promedio 8,3 cm, con un rango de entre 7,4 y 9,3 cm. El promedio obtenido en el presente estudio se encuentra dentro del rango reportado por [5] de 8 a 10 cm. Además, las semillas centrales presentaron un diámetro promedio mayor a las laterales con 7,2 cm y 6,5 cm, respectivamente.

El embrión presentó una forma recta de color blanco amarillento, con dos cotiledones amplios y planos, con diámetro de 1 a 3,4 cm. Las semillas listas para el proceso de germinación registraron un diámetro promedio del embrión de 2,76 cm a los 185 días de desarrollo, que junto con el ala midieron en promedio 8,72 y 7,78 cm de largo y ancho, respectivamente. En el estudio realizado por [12], las semillas que utilizaron presentaron una longitud de 6,1 a 7,7 cm y 5,7 a 7,2 cm de ancho, valores

inferiores al promedio obtenido en el presente estudio.

Las semillas en general, e independientemente de la posición en el fruto, presentaron en promedio 1,35 g de biomasa verde y 0,384 g de biomasa seca. De 87 a 108 días las semillas presentaron mayor biomasa verde (Figura 3) caso contrario ocurrió después de 150 días, que empezaron a perder peso verde. Este resultado tiene relación con la maduración de las semillas y el tipo de dispersión, ya que necesitan perder peso para lograr ser dispersadas por el viento. Dichos resultados sugieren que, las semillas inician con el periodo de maduración después de 150 días de edad.

Las semillas laterales tuvieron un peso promedio 1,23 g mientras que las centrales reportaron 1,49 g de biomasa verde. De esta manera, las semillas laterales tendrán más posibilidad de ser dispersadas a mayor distancia que las centrales, lo anterior considerando, únicamente, el peso y no la forma de las alas.

Germinación

La germinación inició a los 8 días después de la siembra en ambos tratamientos y finalizó a los 64 días, el promedio general de germinación fue de 75 %. A los 47 y 64 días de germinación se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (Figura 5), siendo el bloque de semillas sin tratamiento pregerminativo el que reportó mayor germinación con 86 % y 87,4 %, respectivamente. En este sentido, las semillas de *A. cruentum* no requieren ningún tipo de tratamiento pregerminativo. En otros estudios como el de [22], el porcentaje de germinación de *A. cruentum* fue de 20 % sin tratamiento pregerminativo y ocurrió en un periodo de 13 a 90 días después de la siembra; por su parte, [23] reportaron que la mayoría de las semillas iniciaron la germinación entre el día 15 y el 20, con un

Cuadro 1. Porcentaje de germinación de *A. cruentum*, según la posición de las semillas en el fruto. Tratamiento 1 (semillas testigo), tratamiento 2 (semillas 12 horas en agua).

Table 1. Germination percentage of *A. cruentum*, according to the position of the seeds in the fruit. Treatment 1 (control seeds), treatment 2 (seeds 12 hours in water).

Tipo según posición de semillas	Tratamiento	Semillas	Porcentaje de germinación			
			8 días	14 días	47 días	64 días
Laterales	1	73	21,9	80,8	93,2	95,9
	2	71	1,4	42,3	56,3	56,3
Intermedias	1	165	15,2	66,1	83,0	83,0
	2	165	47,9	70,3	68,5	68,5
Centrales	1	72	11,1	61,1	81,9	83,3
	2	76	36,8	53,9	63,2	63,2
Promedio		622	22,4	62,4	74,4	75,0

Cuadro 2. Prueba de medias de biomasa verde (g) de semillas de *A. cruentum*, según la posición en el fruto. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Table 2. Test of mean green biomass (g) of *A. cruentum* seeds, according to the position in the fruit. Different letters indicate significant differences ($p \leq 0,05$).

Tipo de semillas	Biomasa verde (g)	Porcentaje germinación
Laterales	1,21 B	76,01
Intermedias	1,13 A	75,8
Centrales	1,36 C	73,2

porcentaje de germinación de 70 %. Las diferencias en porcentaje de germinación con respecto a [23] se deben al modo de germinación debido a que estos autores colocaron la semilla directamente en la bolsa con el sustrato para su desarrollo mientras que en la presente investigación se colocó en camas con arena de río lo cual benefició a la germinación de las mismas. En el caso del estudio de [22], las diferencias podrían estar asociadas a que en la presente investigación el proceso germinativo se llevó a cabo bajo condiciones controladas de invernadero lo cual permite una mejor germinación de las semillas. Otra posible causa podría ser la calidad de la semilla y los días de maduración de los frutos, sin embargo, [22] no especifican estas características ni las condiciones de vivero en su estudio.

Las semillas laterales en el fruto presentaron mayor porcentaje de germinación desde el inicio hasta el final, mientras que las semillas intermedias y centrales, presentaron porcentajes de germinación menores muy similares entre sí (Cuadro 1). Con este resultado parece haber una relación entre un menor peso verde de la semilla y una mayor germinación, así como, una mayor asimetría de la semilla con una mayor germinación; todas las relaciones anteriores asociadas a las semillas laterales del fruto, probablemente como un mecanismo temporal de sobrevivencia, mientras las semillas centrales, más grandes y con mayor peso verde, están más expuestas a los fitófagos [25].

Con respecto al peso verde de las semillas que se sometieron al proceso de germinación, se registró un peso promedio de 1,23 g, siendo las semillas centrales las de mayor peso, pero con menor porcentaje de germinación. Las semillas intermedias y laterales con un peso promedio entre 1,13 y 1,21 g, respectivamente, presentaron un mayor porcentaje de germinación (Cuadro 2).

Descripción fenológica de la plántula

Las plántulas de *A. cruentum* presentan las siguientes características a lo largo de sus fases fenológicas:

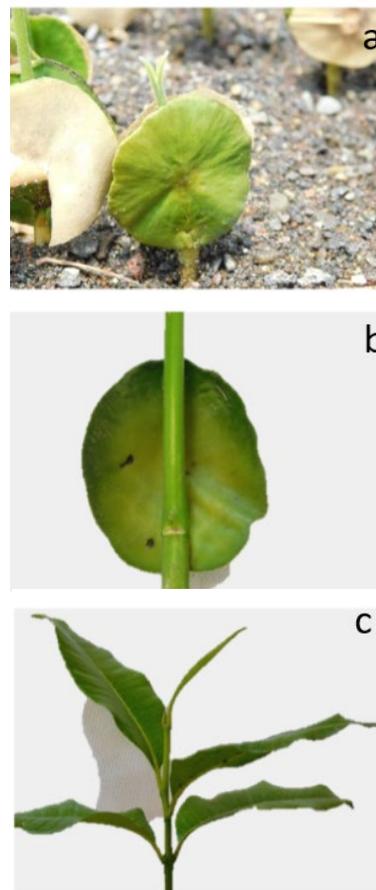


Figura 6. Descripción fenológica de la plántula de *A. cruentum*: a) Germinación epígea y plántula fanerocotilar; b) Cotiledones orbiculares y carnosos; c) Primer par de hojas simples opuestas y segundo par de hojas simples alternas.

Figure 6. Seedling description: a) Epigeal germination and fanerocotilar seedling; b) Orbicular and fleshy cotyledons of a seedling; c) first opposite and second alternate leaves of *A. cruentum*.

germinación epígea, plántula fanerocotilar (Figura 6a); cotiledones orbiculares, carnosos y verdosos (Figura 5b), de 3,1 a 3,4 cm de largo y de 2,6 a 3,5 cm de ancho, enervios, márgenes enteros, bases cordadas, ápices redondeados, superficie glabra y reticulada, subsésiles, con coléteres en la base; hipocótilo de 0,5 a 1,3 cm de largo; epicótilo de 8,4 a 9,8 cm de largo. El primer par de hojas simples tienen una disposición opuesta (Figura 6c); hojas de 7,1 a 9,9 cm de largo y de 3,4 a 3,9 cm de ancho; mientras que las segundas y terceras hojas simples, tienen una disposición alterna. Tanto las primeras hojas, como las segundas y terceras, tienen lámina foliar lanceolada, con venación pinnada, margen entero, base asimétrica, ápice atenuado, superficie glabra, pecíolos entre 0,4 a 0,5 cm de largo, con estrías en la parte superior de los pulvínulos y savia lechosa presente. En una descripción de la plántula, [12] mencionan la presencia de tricomas simples, hialinos,

Tabela 5. Valores medios de crecimiento de plantas en vivero de *A. cruentum* con respecto a los tratamientos de sustrato (TT: Tierra negra (testigo), T2. Tierra negra con lombricompost y T3 Tierra negra con lombricompost y granza).

Table 5. Average growth values of *A. cruentum* seedlings with respect to organic fertilizer treatments in the Osa Peninsula, Costa Rica.

Tratamiento	Hojas	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Incremento altura (cm)	Incremento diámetro (mm)
TT	5 A	17,5 A	5,08 A	2,05 A	0,25 A
T2	8 B	19,8 B	5,27 A	3,03 A	0,73 B
T3	6 AB	17,9 AB	5,06 A	2,94 A	0,45 AB

Letras iguales significan que no existen diferencias estadísticamente significativas.

rectos y cortos lo cual no fue evaluado ni observado en el presente estudio.

Durante todo el proceso de germinación se observó que los cotiledones persistieron, inclusive después del repique a bolsas, esto valida lo mencionado por [15], acerca que las plántulas del género *Aspidosperma* poseen los cotiledones carnosos y ricos en reservas almacenadas. De esta manera, las plántulas se aseguran de contar con suficientes reservas durante el proceso de germinación y primera etapa de crecimiento. Asimismo, estos atributos morfológicos de las plántulas amplían las descripciones basadas en estructuras de especies adultas [24]. Actualmente en plántulas de *A. cruentum* las descripciones registradas en los manuales y en estudios ecológicos son muy generales, además de estar asociadas al error en la identificación de la especie al ser sinonimia de *A. spruceanum*, por lo que el presente estudio adquiere un mayor valor al profundizar en sus características. De esta forma, el conocimiento del desarrollo de las plántulas es esencial durante la propagación, por tanto, la información generada en el presente estudio facilita a los viveristas la reproducción, manejo y comercialización de *A. cruentum*.

Desarrollo de plantas en vivero

Con respecto al crecimiento inicial de las plantas, se registró en promedio a los 210 días una altura de 18,4 cm, con un diámetro de 5,1 mm en la base y una cantidad máxima de 6 hojas. El peso verde promedio por planta fue de 13 g mientras que el peso seco fue de 5,1 g. La prueba de Tukey mostró diferencias estadísticamente significativas en el desarrollo de las plantas con respecto a los tres tratamientos de sustrato evaluados. En este sentido, el T2 compuesto por lombricompost y suelo demostró tener un efecto diferenciado con respecto al testigo (TT) tanto para el número de hojas como la altura, reportando ocho hojas y 19,8 cm, respectivamente (Cuadro 3). Para el diámetro no se reportaron diferencias en los valores finales, aunque sí las hubo al comparar los incrementos iniciales con respecto a los registrados en la última medición. De lo anterior se infiere que la incorporación del lombricompost como sustrato

orgánico mejora el crecimiento inicial de las plantas en vivero para esta especie.

Conclusiones y recomendaciones

Los frutos con 185 días de desarrollo o más son capaces de producir semillas viables para su reproducción en vivero, estos se caracterizan por estar compuestos de un alto porcentaje de biomasa seca que determina la apertura de los mismos. La producción promedio de semillas por fruto es de 18. Las semillas no requieren de tratamiento pregerminativo y mostraron un porcentaje promedio de germinación de 75 %, las semillas laterales en el fruto y con menor biomasa verde registraron la mayor germinación.

La investigación amplió los conocimientos en términos morfológicos de las semillas, frutos, plántulas y plantas para la especie especialmente para mejorar la identificación de la misma en el trópico. Además, ampliar esta información es importante para la mejora de la reproducción en viveros forestales que a su vez ayuda a conservar la especie.

Las plántulas se caracterizaron por tener una germinación epigea y una plántula tipo fanerocotilar, lo cual significa que la cubierta seminal emerge por encima del suelo y los cotiledones emergen de la cubierta seminal, por lo que se recomienda, sembrar las semillas no muy profundas y de forma vertical para no dificultar la germinación. La incorporación de lombricompost al sustrato, como abono orgánico, generó un impacto positivo y significativo en el desarrollo inicial de las plantas de *A. cruentum*, al incentivar su crecimiento en altura, diámetro y número de hojas.

Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Nacional por el apoyo mediante fondos FIDA a la propuesta de proyecto 0206-14, en cuyo marco se realizó esta investigación; al señor Wilberth Alvarado Durán del INISEFOR por su colaboración en la colecta de los frutos. Asimismo, a

los editores de la revista Kuru y a las personas revisoras anónimas por sus oportunos comentarios.

Referencias

- [1] L. O. Alvarado-Cárdenas, L. Lozada-Pérez, C. S. Islas-Hernández, E. B. Cortez, K. G. Maya-Mandujano y Chávez-Hernández, María G., "Apocináceas de ayer y hoy. Conocimiento histórico y reevaluación de la diversidad y distribución de Apocynaceae en México", *Botanical Sciences*, vol. 98, no. 2, Sep., pp. 393-416, 2020. <https://doi.org/10.17129/botsci.2525>
- [2] A. Niembro, *Semillas de plantas leñosas. Morfología comparada*. D.F México: Limusa. 1989.
- [3] O. Sánchez y C. Zepeda, "Estudio morfológico de plántulas de la familia Bombacaceae en Quintana Roo, México", *Foresta veracruzana*, vol. 6, no. 2, pp. 1-6, 2004.
- [4] Missouri Botanical Garden (MBG). (2020). *American Journal of Botany*. Tropicos.org, para 15 de julio de 1935. Disponible en <http://www.tropicos.org/> [8 de enero de 2021].
- [5] F. Morales y N. Zamora, "A synopsis of *Aspidosperma* (Apocynaceae) in Mexico and Central America with a taxonomic clarification of *Aspidosperma cruentum* and a new cryptic species", *Phytoneuron*, vol. 68, Sep., pp. 1-13, 2017 <https://www.researchgate.net/publication/319987822>
- [6] F. Morales, "Estudios en las Apocynaceae Neotropicales XIX: la familia Apocynaceae s. s.tr. (Apocynoideae y Rauvolfioideae) de Costa Rica", *Darwiniana* Vol. 43, no. 1-4, pp. 90-191, 2005 <https://doi.org/10.14522/darwiniana.2014.431-4.139>
- [7] F. Morales, "Estudios en las Apocynaceae Neotropicales XXXIX: revisión de las Apocynoideae y Rauvolfioideae de Honduras". *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, vol. 66, no. 2, Dic., pp. 217-262, 2009
- [8] E. Flores y G. Obando, *Árboles del Trópico Húmedo: Importancia socioeconómica*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2014.
- [9] J. León y L. Poveda, *Nombres comunes de las plantas en Costa Rica*. Editorial Guayacán: San José, Costa Rica, 2000.
- [10] R. Moya, A. Rodríguez y C. Olivares, *Árboles maderables de la Península de Osa: madera y corteza*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2014.
- [11] M. A. Araya-Montero, "Manual para la identificación de maderas a nivel macroscópico de 110 especies maderables del caribe norte de Costa Rica", Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 2012.
- [12] A. D. Dias de Freitas, N. V. Martins-Leão, R. C. Vilhena-Potiguara, A. R. Souza-Reis, y D. Venicio-Sousa, "Caracterização morfológica do fruto, semente e desenvolvimento pós-seminal de *Aspidosperma spruceanum* Benth. Ex Mull. Arg. (Apocynaceae)", *Centro Científico Conhecer – Goiânia, Enciclopédia Biosfera*, vol. 10, no. 18, pp. 863-873, 2014 <http://conhecer.org.br/enciclop/2014a/AGRARIAS/caracterizacao%20morfologica%20do.pdf>
- [13] Tálamo, A., Cardozo, S. y Mohr, F. (2012). Producción de semillas de quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*) en un sector del Chaco semiárido y su relación con el tamaño del fruto. *Bosque (Valdivia)*, vol. 33, no. 1, pp. 87-91, 2012 <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002012000100010>
- [14] J. C. Tanaka, C.C. da Silva, A. J. de Oliveira, C.V. Nakamura y B.P. Dias-Filho, "Actividad antibacteriana de los alcaloides indólicos de *Aspidosperma ramiflorum*" *Revista Brasileña de Investigaciones Médicas y Biológicas*, vol. 39, no. 3, 387-391, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-879X2006000300009>
- [15] E. Flores, *La Planta: estructura y función*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2013.
- [16] G. Vargas-Rojas, *Botánica General: Desde los musgos hasta los árboles*. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia, 2015.
- [17] Instituto de Desarrollo Rural, *Caracterización del territorio, Península de Osa, Dirección Región Brunca Oficina Subregional Osa*, 2016 <https://www.inder.go.cr/peninsula-de-osa/Caracterizacion-territorio-Peninsula-Osa.pdf> [8 de enero 2021].
- [18] J. Rodríguez, P. Sinaca y G. Jamangapé, *Frutos y semillas de árboles tropicales de México*. D.F, México, Dirección de Publicaciones del INE, 2019.
- [19] H. Beetje, *The Kew Plant Glossary an illustrated dictionary of plant terms. Second Edition*. Chicago, USA. Royal Botanical Garden. 2016
- [20] N. Moreno, *Glosario Botánico Ilustrado*. México D.F. México: Compañía Editorial Continental S. 1984.
- [21] J. González, *Glosario Botánico. Flora digital de la Selva. Organización para Estudios Tropicales*. 2009.
- [22] F. Román, R. De Liones, A. Sautu, J. Deago y J. Hall, *Guía para la propagación de 120 especies de árboles nativos de Panamá y el Neotrópico. Environmental Leadership and Training Initiative – ELTI Yale School of Forestry and Environmental Studies*. 2012 https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/20967/stri_GUIA_PROPAGACION.pdf
- [23] M. Oliveira, R. Shojirou, G. Alves, D. Silva, R. Marques, T. Gracioli, M. Silva, D. Sousa, y J. Ribeiro, *Manual de Viveiro e Produção de Muda: Espécies Arbóreas Nativas do Cerrado. Rede de Sementes do Cerrado, Brasília-DF*, 2016.
- [24] G. D. Marino, G., M. V. Mas, y M. Orlandoni, "Morfología y reconocimiento de las principales especies leñosas nativas de la provincia de Santa Fe, Argentina, en el estado de plántula", *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, vol. 43, no. 1-2, pp. 67-81, 2008.
- [25] W. Larcher, "Physiological Plant Ecology", Springer-Verlag, Austria. Pp. 27-32. 2003.