

UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

Potencialidades invasoras de
Joannesia princeps (Euphorbiaceae) en
el Jardín Botánico de la Universidad
Central “Marta Abreu” de Las Villas

TRABAJO DE DIPLOMA

Autor: Dayana Inés Ray Tandrón

Santa Clara, Villa Clara, Cuba

2017



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

TRABAJO DE DIPLOMA

Potencialidades invasoras de *Joannesia princeps*
(Euphorbiaceae) en el Jardín Botánico de la Universidad
Central "Marta Abreu" de Las Villas

Autor: Dayana Inés Ray Tandrón

Tutores: Dr C. Idelfonso Castañeda Noa¹

MSc. Maritza Sánchez Pentón¹

¹Centro de Estudios Jardín Botánico de la Universidad Central "Marta
Abreu" de Las Villas

Santa Clara, Villa Clara, Cuba

2017

A mi familia

Al lector

Agradecimientos...

...al equipo de Protección al Medio del Paisaje Natural Protegido, Gran Parque, Topes de Collantes: Alexei Rodríguez Medina y Norlis Albelo Filqueira por su incondicional cooperación e interés en la investigación. Espero que estos resultados les sirvan en el futuro.

...a Luis Alberto Delgado Fernández y al cocinero de la Facultad del Monte en Topes de Collantes. Al primero por permitirnos quedar allá cuando necesitábamos realizar observaciones y al segundo por permitirnos dormir con la barriga llena.

...a mis compañeros del Conjunto Coral Allvento de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas y a su directora Belkis Moreno Ibáñez por las horas de ocio compartidas, los planes y los retos que enfrentamos juntos.

...a Carlos Abreu por su ayuda con los “coquitos” de *Joannesia*; esa será la historia que sobrevivirá en tu memoria cuando recuerde mi tesis.

...a Katia Ojito Ramos, a Orelvis Portal, a Dianella Iglesias y a Elizabeth Kairuz por su paciencia y ayuda. Como han sido rechazados mis agradecimientos en el pasado, para ustedes un “¡Ya llegué!”.

...a la Iniciativa Planta! por mostrarme una mejor manera de aprender y de enseñar, por las risas, las horas sin dormir, los festivales, los compañeros, el trabajo en equipo, el respeto a la diversidad y por ser el faro de esperanza que necesitamos.

...a Lesly Díaz por su aporte desinteresado de un material con valor sentimental: un pie de rey plástico insuperable, por ser mi intermediaria en las relaciones con el equipo de Topes de Collantes, por compartir sus secretos y por sus consejos.

...al equipo del Área Biológica del Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP): Yelenys Alvarado Capó, Mayra Acosta Suárez, Tatiana Pichardo Moya y Berquis Roque Morales, por acomodar su horario de trabajo con el microscopio invertido para permitirme realizar las fotografías a los tejidos del fruto de *Joannesia* y por coincidir conmigo en que son hermosos.

...a mis compañeros del Centro de Estudios Jardín Botánico de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas: Lillian Martínez Pérez, Rafael Alejandro Pérez Obregón y Alfredo Noa Monzón, por los consejos, las bromas, el interés, el increíble ambiente de trabajo y sobre todo las críticas.

...a Arnaldo Toledo Sotolongo, Ilustrador Científico del Centro de Estudios Jardín Botánico de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas y excelente melómano, por su paciencia y profesionalidad en la fotografía, en la confección de esquemas, en la guía turística por Topes y en la vida.

...a Roberto Fernández Blanco, quien intentó mostrarme el significado de las palabras y aunque muchas veces no lo entendiera, no me dio por incorregible. Quien me advirtió de mi *repetition costum* del

monosílabo eh, y a quien estoy agradecida por sus consejos y su constante afán de ver la vida como una oportunidad de hacer un *steddymen*.

...a Osmel Cárdenas García por su inigualable colaboración en los estudios de campo y su humor característico; la siguiente persona con un alto conocimiento empírico práctico de *Joannesia princeps*.

...a mi tutor Idelfonso Castañeda Noa por asumir la responsabilidad de llevar a cabo esta investigación conmigo, por sus clases, su paciencia, sus exigencias, sus consejos tan oportunos y por no corregir la redacción de estos agradecimientos.

...a mi co-tutora Maritza Sánchez Pentón por la idea original y entusiasta de esta investigación y por inyectarme esa energía que la caracteriza. Veremos a dónde nos lleva esta especie.

...a Michel Faife Cabrera por su modestia, sus consejos, sus clases y por ser quien hace del trabajo una actividad divertida sin importar la situación.

...a Enma Torres Roche y Edgardo Díaz Alvarez por su profesionalidad y por mostrarme con su ejemplo que un científico debe ser discreto, atento, respetuoso y jovial en todo momento. Gracias también por demostrarme que la sincronía es posible, que es importante saber de todo un poco y que la modestia siempre debe estar presente.

...a Lucía Pérez Borroto por su amistad, sus enseñanzas de vida, su espíritu luchador, su sinceridad, su humor y sus consejos. Cuando nos volvamos a encontrar, ya será Dr C.

...a Ignacio David Díaz Hernández, mi amigo eterno, por permitirme apoyar en tu hombro cuando lo necesité, espero haber hecho lo mismo por ti. En el futuro, cuando seas una persona importante, podré decirle a la gente por lo menos que te conozco. Espero que sepas lo que tu amistad significa para mí. Gracias por conocerme.

...a mi papá por su amor, su apoyo, su preocupación y por ser un modelo de investigador y profesional.

...a mi hermano Kevin, de quien espero aprender perseverancia, rapidez para olvidar las molestias y sobre todo sensibilidad. Me siento orgullosa de la persona que eres y no puedo esperar a ver el hombre en que te convertirás.

...por supuesto, gracias a mi mamá, la luz de mi vida y mi ejemplo en todo momento y en todas las cosas. No existen palabras para exaltar tu valor, no solo para mi sino para todos los que te conocen. Tu paso siempre deja alegría y buenos recuerdos. Espero en el futuro parecerme a ti lo suficiente como para que piensen en mi de la misma manera.

...a todos los que de una u otra manera aportaron a esta investigación y a mis profesores de la carrera, por formarme como profesional y persona.

Resumen

Joannesia princeps es una especie nativa de Brasil e introducida en el Jardín Botánico de la UCLV en 1975. Actualmente se han encontrado varios individuos adultos, juveniles y plántulas creciendo espontáneamente y gran cantidad de semillas, en el bosque de galería de la institución. Para determinar las potencialidades invasoras de la especie se recolectaron 50 frutos maduros y se describió ancho, largo, peso, forma, coloración, textura, consistencia y cantidad de valvas. Luego del desprendimiento del epicarpo y el mesocarpo se describieron los mismos rasgos en los endocarpos, exceptuando cantidad de valvas y agregando cantidad de lóculos y de semillas. Se realizaron cortes histológicos para describir los tejidos del pericarpo. En 72 semillas se describió ancho, largo, forma, coloración, textura y consistencia. Se cortaron dos semillas por la mitad para identificar las estructuras internas. Se caracterizó la estructura poblacional en 2015 y 2016; se elaboraron las tablas de vida. Nuestros resultados muestran que el mesocarpo está formado por parénquima reservante, atractivo para los roedores. La superficie del endocarpo es una masa de esclereidas y la sección media está formada por parénquima aerífero, que permiten al endocarpo flotar. La sección interna está compuesta por fibras de esclerénquima. En la semilla el abundante endospermo puede resultar atractivo para los roedores y la testa gruesa favorece la protección contra la humedad. *Joannesia princeps* presenta una estructura poblacional estable de 2015-2016. La posible dispersión por vertebrados, el tiempo de residencia y la presión de propágulo clasifican a esta especie como invasora en el Jardín Botánico.

Palabras claves: anatomía, fruto, *Joannesia princeps*, morfología, semilla

Abstract

Joannesia princeps, a native species from Brazil, was introduced at the Botanical Garden of the UCLV in 1975. Actually, there are several adults, juveniles and seedlings growing spontaneously, and a great amount of seeds at the riparian forest of the institution. To determine the invasive potentialities of this species 50 mature fruits were collected and width, length, weight, form, color, texture, consistency and amount of valves were described. After the detachment of the epicarp and the mesocarp, the same traits were described in the endocarps, excepting amount of valves and adding amount of loculus and seeds. In addition, histological cuts were made to describe the tissues of the pericarp. Then, 72 seeds were selected and width, length, form, color, texture and consistency were described. Two seeds were cut in half to identify the internal structures. The population structure in 2015 and 2016 was characterized and life tables were made. Our results show that the mesocarp is formed by parenchyma which can be attractive to rodents. The endocarp surface is a mass of sclereids and the middle section is formed by aerenchyma; both tissues allow the endocarp to float. The internal section is formed by sclerenchyma fibers. In the seed, the abundant endosperm can be attractive to rodents and the thick seed coat protects the seed against humidity. *Joannesia princeps* presents a stable population structure from 2015-2016. The possible dispersion by vertebrates, the residence time and the propagule pressure classify this species as invasive at the Botanical Garden.

Key words: anatomy, fruit, *Joannesia princeps*, morphology, seed

Tabla de contenidos

1. Introducción	1
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
2. Revisión bibliográfica	4
2.1. Invasiones biológicas	4
2.1.1. Factores que determinan el éxito de las invasiones biológicas en una comunidad.....	5
2.1.2. Características de las especies invasoras	5
2.2. Aspectos sobre morfología y anatomía de frutos y semillas	6
2.2.1. Morfología del fruto	6
2.2.2. Anatomía del fruto	7
2.2.3. Morfología de la semilla.....	8
2.3. Características botánicas e importancia etnobotánica de <i>Joannesia princeps</i>	10
2.4. Dispersión del fruto y de las semillas	11
2.5. Estructura poblacional	12
3. Materiales y Métodos.....	13
3.1. Área de estudio	13
3.1.1. Características físico-geográficas del área de estudio.....	13
3.2. Estudios de morfología del fruto	13
3.3. Estudios de anatomía del fruto	14
3.4. Estudios de morfología de la semilla	16
3.5. Estudios de estructura poblacional y tabla de vida	18
4. Resultados.....	19
4.1. Morfología del fruto maduro	19
4.1.1. Morfología del endocarpo.....	20
4.2. Anatomía del fruto maduro	26
4.2.1. El epicarpo y el mesocarpo	26
4.2.2. El endocarpo	27
4.3. Morfología de las semillas	28
4.4. Estructura poblacional de <i>Joannesia princeps</i> en el bosque de galería del Jardín Botánico de la UCLV	30
5. Discusión	32
5.1. Características morfo-anatómicas del fruto y potencialidades invasoras de <i>Joannesia princeps</i> ..	31
5.2. Características morfológicas de la semilla y potencialidades invasoras de <i>Joannesia princeps</i> ...	34

5.3. Estructura poblacional y potencialidades invasoras de <i>Joannesia princeps</i>	35
5.4. Control y manejo de <i>Joannesia princeps</i> en el bosque de galería del Jardín Botánico de la UCLV	37
6. Conclusiones	38
7. Recomendaciones	
8. Referencias bibliográficas	
Anexos	

Índice de figuras

Figura 1: A. Fruto maduro de <i>Joannesia princeps</i> en vista lateral. B. Endocarpo en vista lateral. Las saetas indican el criterio para las medidas de largo y ancho	15
Figura 2: Frutos maduros en descomposición de <i>Joannesia princeps</i> . Se puede observar el desprendimiento del epicarpo junto al mesocarpo, y el desprendimiento de las valvas desde la base del fruto	15
Figura 3: Sección longitudinal del endocarpo en <i>Joannesia princeps</i> . La sección media incluye el tabique	16
Figura 4: Morfología de las semillas de <i>Joannesia princeps</i> . A. Las saetas indican el criterio para las medidas de largo y ancho. B. Se representan los cortes longitudinal y transversal por la línea que pasa por las protuberancias	17
Figura 5: Valores de peso en los frutos maduros de <i>Joannesia princeps</i>	19
Figura 6: Valores del ancho (izquierda) y del largo (derecha) de los frutos maduros de <i>Joannesia princeps</i>	20
Figura 7: Endocarpos de <i>Joannesia princeps</i> . A. Vista frontal de un endocarpo típico con dos carpelos; se señala que de cada carpelo se desprenden dos valvas. B. Vista distal de un endocarpo bicarpelar y de uno tricarpelar; se señalan los carpelos.....	21
Figura 8: Fruto maduro de <i>Joannesia princeps</i> . Obsérvese la coloración verde brillante, la superficie rugosa con ondulaciones y la forma globosa; también su consistencia carnosa visible a través de la mordida de un roedor	22
Figura 9: Endocarpos de <i>Joannesia princeps</i> . A. Sección longitudinal con un lóculo desarrollado y un lóculo atrofiado. B. Sección longitudinal con dos lóculos bien desarrollados y sus dos semillas (derecha); a la izquierda la otra sección del endocarpo con uno de los lóculos donde se forma una de las dos semillas (representada con la flecha roja) y el lóculo atrofiado	22
Figura 10: Valores de peso de los endocarpos con las semillas, en <i>Joannesia princeps</i>	23
Figura 11: Valores de ancho (izquierda) y de largo (derecha) de los endocarpos de <i>Joannesia princeps</i>	23
Figura 12: Número de lóculos (izquierda) y de semillas (derecha) de los frutos de <i>Joannesia princeps</i>	24
Figura 13: Endocarpos de <i>Joannesia princeps</i> donde se observa la superficie rugosa, forma globosa y consistencia leñosa. A. Vista distal y frontal de un endocarpo típico con dos carpelos. B. Vista distal y frontal de un endocarpo con tres carpelos	25

Figura 14: Observación al microscopio óptico del parénquima reservante del mesocarpo de <i>Joannesia princeps</i> ; corte longitudinal. A.-B. Se observan los espacios intercelulares (200X). C. Se observan agrupaciones de esclereidas dispuestas de manera dispersa (200X). D. Ampliación (400X) de un grupo de esclereidas con células parenquimatosas circundantes muy elongadas.....	26
Figura 15: Observación al microscopio óptico del tejido esclerenquimatoso tipo esclereidas de la superficie del endocarpo de <i>Joannesia princeps</i> ; corte transversal. A.-B. Sin tinción (400X). C.-D. Tinción con azul de toluidina (400X)	27
Figura 16: Observación al microscopio óptico del parénquima aerífero de la sección media del endocarpo de <i>Joannesia princeps</i> ; sin teñir. A. Parénquima aerífero (200X); corte longitudinal. B. Parénquima aerífero interrumpido por haces de idioblastos; corte transversal (400X)	28
Figura 17: Observación al microscopio óptico del tejido esclerenquimatoso tipo fibras de la sección interna del endocarpo de <i>Joannesia princeps</i> ; sin teñir. A. Corte longitudinal (200X). B. Corte transversal (400X)	29
Figura 18: Valores de ancho (izquierda) y de largo (derecha) de las semillas de <i>Joannesia princeps</i>	29
Figura 19: Estructuras de las semillas de <i>Joannesia princeps</i> . A. Corte longitudinal por la línea de las protuberancias; ambas partes de la semilla. B. Corte transversal por la línea perpendicular.....	30
Figura 20: Supervivencia, de una categoría etaria a la siguiente, de los individuos de la población de <i>Joannesia princeps</i> del bosque de galería del Jardín Botánico de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, entre los años 2015 y 2016.....	32
Figura 21: Distribución de la población de <i>Joannesia princeps</i> en el bosque de galería del Jardín Botánico de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, en el año 2015.....	Anexo 2
Figura 22: Fruto maduro de <i>Joannesia princeps</i> con una mordida de roedor, medida con un pie de rey. Foto: Lic. Rafael Alejandro Pérez Obregón.....	Anexo 3
Figura 23: Fruto de <i>Joannesia princeps</i> en proceso de descomposición. Se observa en la superficie del fruto la presencia de varias especies de hongos. Foto: Lic. Rafael Alejandro Pérez Obregón.....	Anexo 3
Figura 24: Endocarpos de <i>Joannesia princeps</i> flotando en un recipiente con agua. Foto: Dayana Inés Ray Tandrán.....	Anexo 3

1. Introducción

Las invasiones biológicas describen el proceso de introducción, accidental o intencionado, de especies desde un rango geográfico a otro, por la acción de elementos abióticos y/o bióticos, incluido el hombre. Una vez introducidas colonizan el espacio y los recursos disponibles formando poblaciones estables; en este momento se han naturalizado. Si en menos de 50 años la especie se ha establecido a 100 m del foco de introducción y su reproducción es por semillas, o a más de seis metros en tres años y su reproducción es vegetativa, entonces puede considerarse invasora (Hulme *et al.*, 2008; Vilà *et al.*, 2008). En el éxito de la invasión juega un papel importante la presión de propágulo, el tiempo de residencia, la susceptibilidad de la comunidad y la competencia con las especies nativas por los recursos (Davis y Thompson, 2000). Por su repercusión a nivel mundial las invasiones biológicas representan la segunda causa de extinción de especies luego de la pérdida de hábitat (Regalado *et al.*, 2012). Se hace necesario entonces tomar medidas de prevención, control y manejo de las áreas afectadas por la invasión y las que se encuentran bajo amenaza (Müllerová *et al.*, 2013).

En Cuba, por su condición de isla tropical, el alto endemismo de sus ecosistemas y la lenta evolución de su flora, una especie se considera naturalizada cuando cuenta con poblaciones auto-reemplazables por cinco años o tres generaciones (Regalado *et al.*, 2012). Para aumentar el éxito en la prevención, detección temprana y control de invasiones biológicas, es imprescindible conocer la identidad de las especies invasoras, cuáles son más agresivas y cuáles pueden constituir una amenaza (Oviedo-Prieto y González-Oliva, 2015).

El Jardín Botánico de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV) cuenta con especies tanto nativas como exóticas que enriquecen sus colecciones vivas. Se distingue dentro de este Jardín Botánico un bosque de galería donde según Faife-Cabrera (2008), entre las familias mejor representadas se encuentra Euphorbiaceae, con trece especies pertenecientes a doce géneros. Algunas especies han sido plantadas en lotes próximos al bosque de galería, pudiendo expandirse hasta el mismo posteriormente. De acuerdo con este autor, uno de estos casos es *Joannesia princeps* Vell., especie exótica nativa de Brasil quien ha aumentado su tamaño poblacional desde su introducción en el Jardín Botánico en 1975.

En Cuba solo se conoce la existencia de la especie en el Arboretum de Topes de Collantes y en el Jardín Botánico de la UCLV. También existía en el Jardín Botánico de Cienfuegos, pero esta se extinguió hace alrededor de seis o siete años. En el Jardín Botánico de la UCLV, los individuos iniciales fueron introducidos en el área cercana a la ocupada en estos momentos por el cuabal. Actualmente no existe ningún individuo en esta área, sino que la especie se encuentra colonizando toda la extensión del sector del bosque de galería que está asociado al río Ochoa.

En observaciones recientes se ha reportado en el bosque de galería la presencia de varios individuos adultos que alcanzan a veces alturas mayores que el resto de las especies arbóreas. También

numerosos juveniles y una gran cantidad de plántulas que colonizan casi todo el espacio, creciendo de forma espontánea; estos son argumentos que determinan el carácter de invasora en una especie. Esta situación adquiere mayor significado si se tiene en cuenta que los frutos, por sus características morfológicas y anatómicas pueden flotar en el agua y ser dispersados a través de las corrientes del río Ochoa, que a su vez constituye un afluente del río Sagua la Chica, e invadir otros ecosistemas con los que tiene influencia. Todo ello, puede convertir al Jardín Botánico en un centro emisor de esta especie potencialmente invasora para la flora de Cuba.

Teniendo en cuenta estos precedentes se presenta como hipótesis: “la capacidad reproductiva y la supervivencia de los individuos de *Joannesia princeps*, unido a las características morfológicas y anatómicas de los frutos y de las semillas, pueden propiciar la invasión de esta especie a través de los ecosistemas relacionados al río Ochoa”.

Objetivo general

Determinar las potencialidades invasoras de *Joannesia princeps*, a partir de las características morfo-anatómicas de los frutos y de las semillas y de su estructura poblacional, en el bosque de galería del Jardín Botánico de la UCLV.

Objetivos específicos

1. Caracterizar la morfología y anatomía del fruto y de las semillas en *Joannesia princeps*.
2. Determinar la estructura poblacional de *Joannesia princeps* en el Jardín Botánico de la UCLV.
3. Proponer acciones de control y manejo de *Joannesia princeps* en el bosque de galería del Jardín Botánico de la UCLV.

2. Revisión bibliográfica

2.1. Invasiones biológicas

Las invasiones biológicas son procesos de introducción, establecimiento y expansión de especies exóticas (Hulme *et al.*, 2008; Vilà *et al.*, 2008). En este proceso se definen tres hechos fundamentales: introducción, colonización y naturalización (Richardson *et al.*, 2000). Cada uno de estos componentes ha encontrado en la bibliografía un espacio para su explicación como procesos independientes y a la vez, integrados. Por ejemplo, se han descrito, de forma sintetizada, seis rutas de introducción: por liberación, por escape, como contaminante, como polizón, por corredor y sin asistencia (Hulme *et al.*, 2008).

Según Richardson *et al.* (2000) y Vilà *et al.* (2008), se entiende como introducción a la dispersión de especies desde un rango geográfico diferente, es decir, especies exóticas. Luego de la introducción, las especies exóticas deben vencer las barreras del ecosistema para dispersarse con éxito en el nuevo ambiente; si se procede al aumento del número de individuos iniciales, entonces se conoce como colonización (Richardson *et al.*, 2000; Blackburn *et al.*, 2011).

Richardson *et al.* (2000) y Richardson y Pyšek (2012) definen la naturalización como el establecimiento de poblaciones con amplia dispersión, determinada entre otros factores por el tiempo de residencia y la presión de propágulo. El hombre es visto como el principal “culpable” de la acelerada aparición de especies exóticas donde antes no se había reportada su presencia. Sin embargo, las ventajas y desventajas de la introducción por el hombre dependen de los diferentes tipos de interacciones entre las especies nativas y las invasoras en el nuevo ambiente (Pyšek *et al.*, 2004; Alpert, 2006).

Por otra parte, la facilitación entre las especies nativas e invasoras es un fenómeno que puede contrabalancear los efectos de la competencia en una comunidad (Constible *et al.*, 2005; Bulleri *et al.*, 2008). Strauss *et al.* (2006) plantean que los taxa menos emparentados con las especies nativas son invasores más agresivos.

Según Rejmánek *et al.* (2005), los elementos que hacen exitosa a una especie invasora son los siguientes:

- Dispersión de la semilla por vertebrados.
- Alto crecimiento relativo.
- Rango nativo amplio.
- Reproducción vegetativa.
- Competencia eficiente por los recursos limitados.
- Dispersión pasiva favorecida por humanos.

Para cualquier especie introducida, el éxito como invasora es la suma de los efectos de enemigos, competidores, mutualistas, condiciones abióticas e interacciones entre estos factores (Mitchell *et al.*, 2006). De forma conjunta, sus atributos naturales, las características ambientales del ecosistema

invadido y las interacciones con la comunidad residente brindarán ventajas a estas especies con respecto a las especies nativas (Vilà y Weiner, 2004).

2.1.1. Factores que determinan el éxito de las invasiones biológicas en una comunidad

Werren (2001) y Richardson y Pyšek (2006) plantean que la susceptibilidad de una comunidad ante la invasión deriva del clima, de los regímenes de disturbios y de las habilidades competitivas de las especies residentes.

Según Thompson *et al.* (1995) y Richardson y Pyšek (2006), las condiciones climáticas como las tropicales actúan directamente para limitar la fecundidad, e indirectamente para reducir la oportunidad de establecimiento de plantas. La insularidad de una comunidad también influye de manera negativa (Werren, 2001). Por ejemplo, Donlan (2008) descubrió que la introducción de mamíferos salvajes a los ecosistemas insulares puede causar la pérdida o disminución de varias especies indígenas. Detectar a tiempo que la invasión está ocurriendo y tomar acciones para revertir la situación puede ayudar a salvar gran parte de estas. Las especies nativas de la isla tropical oceánica de Mahé tienden a producir frutos de menor contenido energético que las especies invasoras (Kueffer *et al.*, 2009).

Davis *et al.* (2000) plantean que una comunidad será más susceptible a la invasión siempre que existan recursos como luz, nutrientes y agua sin utilizar, y una pobre competencia por ellos por parte de la vegetación residente. La aparición de nichos y recursos también puede ser causada por la eliminación de especies nativas en la comunidad (Lyons y Schwartz, 2001). En los continentes, las oportunidades de ocupar nichos vacíos pueden aumentar para las especies con frutos ricos en contenido lipídico (Kueffer *et al.*, 2009).

Rejmánek *et al.* (2005) plantean que el número absoluto de especies exóticas no es necesariamente el mejor indicador de invasibilidad. Una comunidad con mayor diversidad de especies puede resistir la invasión, pero solo cuando el invasor carece de un mutualista clave (Rudgers *et al.*, 2005).

2.1.2. Características de las especies invasoras

Existe poca distinción entre las características de las especies nativas expansivas y las de las especies exóticas invasoras. Al respecto, varios autores coinciden en la importancia de correlacionar o resaltar rasgos botánicos y ecológicos entre estos tipos de especies; por ejemplo, entre los rasgos de carácter botánico se encuentran las características foliares (Leishman *et al.*, 2007), el crecimiento clonal (Beckmann *et al.*, 2009) y la fenología floral (Godoy *et al.*, 2009). Mientras, entre los de tipo ecológico se encuentran la dinámica poblacional (Meiners, 2007), la competencia interespecífica (García-Serrano *et al.*, 2007), la riqueza de patógenos (Mitchell *et al.*, 2010), la riqueza y densidad en las poblaciones (Weber *et al.*, 2008), la interferencia intra e interespecífica, la explotación de recursos (Call y Nilsen, 2005) y la ecología de la polinización (Harmon-Threatt *et al.*, 2009).

Según Traveset *et al.* (2008), Vilà *et al.* (2008), Klimešová y Pyšek (2011), Latzel *et al.* (2011) y Mworira (2011), las especies invasoras se distinguen por las siguientes características:

- Las plántulas se establecen mejor y sobreviven más, pudiendo resistir posibles eventos estocásticos.
- Los adultos presentan capacidad de propagación por rizomas, bulbos, vástagos, etc. Que les permiten ocupar más espacio (crecimiento clonal). La clonalidad no es un atributo esencial para que una especie colonice una localidad, pero es importante para su posterior persistencia y dispersión, o para alcanzar mayor dominancia.
- Una gran altura y una amplia superficie foliar facilitan disponer y asimilar más iluminación que las nativas para propiciar un rápido crecimiento.
- Son frecuentemente hermafroditas y con menor ocurrencia dioicas.
- Presentan elevados niveles de autopolinización que aseguran su descendencia y la viabilidad de la población a partir de unos pocos individuos.
- También son polinizadas sobre todo por insectos y aves lo que puede llevar a la competencia por los polinizadores con las especies nativas, llegando a desplazarlas.
- Producen flores ricas en néctar y polen.
- Tienen etapas de floración y fructificación diferentes de las nativas y a veces durante períodos más largos.
- Presentan un rápido crecimiento. Algunas especies invasoras pueden realizar un mayor secuestro de carbono gracias a un crecimiento relativo más rápido, raíces profundas, rasgos de defensa contra los herbívoros, rápida descomposición de los desechos y fijación de nitrógeno.
- Se dispersan a muy largas distancias.

2.2. Aspectos sobre morfología y anatomía de frutos y semillas

2.2.1. Morfología del fruto

Simpson (2006) plantea que el fruto es el ovario maduro de las angiospermas, que está compuesto por el pericarpo, que es la pared del ovario ya madura, y las semillas. En algunos casos también presenta partes accesorias florales. El pericarpo se compone de tres capas fundamentales de afuera hacia adentro, el epicarpo, el mesocarpo y el endocarpo (Zhiguo *et al.*, 2013). Según Simpson (2006), en todos los frutos no son evidentes las tres capas, pero en algunos como los carnosos o suculentos, son bastante evidentes.

Bonnin y Lahaye (2013) describen que los frutos carnosos consisten mayormente de un tejido suculento y suave formado por parénquima hidratado llamado pulpa. Estos incluyen dos tipos de fruto, las drupas y las bayas. Las primeras presentan un hueso compuesto de una sola semilla encerrada en un endocarpo

duro y grueso. Las segundas presentan un endocarpo fino que contiene generalmente varias semillas esparcidas en la pulpa.

Las características morfológicas externas de los frutos pueden proporcionar datos de importancia para el entendimiento de la ecología de las especies. Por ejemplo, la presencia o ausencia de cáscara, el color y el tamaño de frutos tropicales determinan las vías de dispersión de los mismos (Janson, 1983). La coloración de los frutos de *Pera glabrata* (Euphorbiaceae) resulta muy eficiente en la atracción de las aves que garantizan su dispersión (Francisco *et al.*, 2007). También, la presencia de un endocarpo leñoso puede permitir la identificación de los depredadores y/o dispersores del fruto a partir de las características de las marcas de sus mordidas (Zhang y Wang, 2009).

Generalmente se presentan interacciones mutualistas bipartitas entre las especies vegetales que producen frutos carnosos y los vertebrados frugívoros. Desde la perspectiva de los frugívoros, los frutos carnosos son atractivos por su tamaño, cantidad, tamaño de las semillas, masa de la pulpa respecto a la masa total del fruto, contenido nutritivo y metabolitos secundarios. Estas especies, que son dispersadas por animales generalistas, parecen vencer más rápidamente las barreras del nuevo ambiente, lo que incrementa sus posibilidades de invasión (Jordano, 2000; Amodeo y Zalba, 2011; Peris *et al.*, 2015).

2.2.2. Anatomía del fruto

Según Liu *et al.* (2016), el estudio de la anatomía del fruto es de gran importancia, no solo en la identificación taxonómica, sino también en el entendimiento de las relaciones entre los grupos de una misma familia vegetal.

Bonnin y Lahaye (2013) y Zhiguo *et al.* (2013), plantean que a nivel de órgano, la proporción y distribución de los diferentes tejidos determina la percepción de la textura del fruto; las tres capas principales siempre presentan diferencias evidentes en grosor y composición química. El exocarpo o epicarpo usualmente se compone de cutícula, epidermis y una o dos capas de parénquima subepidérmico. Las células de este parénquima son ricas en cloroplastos durante la fase inmadura del fruto. El mesocarpo está formado por parénquima que constituye generalmente el tejido comestible del fruto. El endocarpo rodea directamente a las semillas y puede ser membranoso o grueso y duro.

La distribución de los tejidos en cada una de las capas del pericarpo y cómo estos ayudan a la adaptación del fruto al ambiente, depende de la especie en cuestión. Por ejemplo, el pericarpo del girasol presenta una capa externa de epidermis seguida por una de hipodermis. Luego se observa una capa de células esclerenquimatosas poligonales y elongadas que fortalecen la estructura de afuera hacia adentro, interrumpidas a intervalos regulares por rayos de parénquima (Hernández y Bellés, 2007).

Según Weryszko-Chmielewska y Michałojć (2011), los tejidos observados en el fruto del pimiento rojo representan claras adaptaciones a los climas cálidos. El exocarpo está compuesto de una capa excepcionalmente gruesa de epidermis cubierta de ceras, lo cual le brinda gran resistencia. El

colénquima y el parénquima forman el mesocarpo, y se deforman al exponerse a bajas temperaturas. La epidermis del endocarpo está formada por una sola capa de células que puede degradarse con facilidad. Cuando el colénquima aparece como tejido hipodérmico, su función es brindar al fruto un soporte mecánico (Chiarini y Barboza, 2007). Si las paredes de este tejido se encuentran muy engrosadas de lignina, le permiten al fruto mayor dureza y resistencia contra la deformación y quizás contra los insectos fitófagos.

Es frecuente encontrar esclereidas en los frutos de algunas especies, sobre todo en la región del epicarpo y también el mesocarpo (Mamtaj y Amal, 2011). Por ejemplo, el mesocarpo de *Scindapsus officinalis* lo conforma un parénquima de paredes finas con células de esclereidas distribuidas al azar, solitarias o en grupos de dos o tres (Nikhil *et al.*, 2012). También la epidermis de los frutos dehiscentes de *Solanum homalospermum* y *S. mortonii* está compuesta por esclereidas que brindan al fruto mayor resistencia (Chiarini y Barboza, 2007). Según estos autores cuando en el fruto no existen restos de un cáliz protector, las esclereidas permiten la ruptura del pericarpo, liberando las semillas.

2.2.3. Morfología de la semilla

La semilla es el óvulo maduro que consiste en un embrión interno rodeado de tejido nutritivo y envuelto por la testa. El embrión consiste de una raíz inmadura llamada radícula, un meristemo apical llamado epicótilo y una o dos hojas jóvenes, los cotiledones. La región transitoria entre raíz y tallo es el hipocótilo (Simpson, 2006).

El conocimiento de las características morfológicas y anatómicas de las plantas puede arrojar luz a las incógnitas sobre la ecología de las especies. Por ejemplo, en *Vitex montevidensis*, el largo, ancho, forma, coloración, textura, grosor, estructuras presentes y características del embrión, indican el estado de madurez o no de sus frutos y semillas (Bravo-Dias *et al.*, 2013). En el género *Euphorbia*, las ornamentaciones en la superficie, la presencia o ausencia de carúncula y su forma y coloración permiten la identificación de sus taxa (Can y Küçüker, 2015).

Entre las características morfológicas de las semillas, el tamaño, el peso y la masa de semillas son las que más sobresalen en las investigaciones morfológicas. Según Moles *et al.* (2005), existe una relación entre el tamaño y el número de semillas producidas por una especie a partir de una cantidad de energía dada, denominada masa de semillas. Las especies de semillas grandes producen una menor cantidad con mayor probabilidad cada una de supervivencia durante la etapa de plántula. Lo contrario ocurre con las especies que producen semillas pequeñas. Durante los procesos de invasión biológica, la masa de semillas de las especies invasoras incrementa y tiende a ser mayor que la de especies de la misma familia en el ecosistema (Daws *et al.*, 2007).

El tamaño de la semilla afecta la oportunidad de establecimiento de la plántula y la habilidad de la propia semilla para dispersarse (Zhang *et al.*, 2004). Zhishu *et al.* (2015) descubrieron que la supervivencia de

las semillas de gran tamaño disminuye mientras se encuentren en las cercanías del individuo parental, pero una vez dispersadas, esta incrementa. Las semillas pequeñas no necesitan generalmente de estructuras accesorias para asegurar su dispersión por el viento, y las semillas grandes son mejor transportadas por los animales (Lisci y Pacini, 1997; Matt *et al.*, 2008).

Los juveniles provenientes de semillas grandes tienen mayores posibilidades de resistir la competencia con la vegetación nativa, con otras plántulas, períodos prolongados en lugares con mucha sombra, defoliación, escasez de nutrientes y estar enterradas (Moles y Leishman, 2008; Rojas-Aréchiga *et al.*, 2012). Sin embargo, estos juveniles demoran más en llegar a la madurez y tienen un período juvenil más largo, lo que los expone a un riesgo mayor de mortalidad antes de alcanzar la adultez (Moles y Leishman, 2008).

Como plantean Czarnecka y Władyka (2007) y Rojas-Aréchiga *et al.* (2012), las semillas pequeñas se entierran con facilidad, pueden escapar de la depredación y esperar condiciones favorables para la germinación. Por otro lado, refieren que las semillas que se encuentran en la superficie del suelo, generalmente las grandes, tienden a germinar más rápido que las semillas enterradas; es decir, es más probable detectar en un banco de semillas aquellas más pequeñas, incluso si la probabilidad de penetración en el suelo es la misma.

Rojas-Aréchiga *et al.* (2012) determinaron que para 54 especies de la familia Cactaceae, el tamaño, el peso y la masa de las semillas no presentan una correlación positiva con su capacidad germinativa ni con la propiedad de fotoblasticidad. Por otro lado, para la flora de Israel, Yu *et al.* (2007) no encontraron una correlación positiva entre la forma y masa de las semillas de 54 especies y su persistencia en el banco.

Jurado y Westoby (1992), plantean que emerger de una profundidad mayor y sobrevivir por más tiempo antes de requerir nutrientes del suelo, puede explicar por qué algunas especies dentro de una flora tienen semillas más grandes que otras. Sin embargo, las ventajas que ofrecen las semillas según su tamaño y cantidad dependen de la especie en cuestión y el ambiente donde se desarrollen (Moles y Westoby, 2006; Arteaga, 2007).

Entre las características internas de las semillas, el endospermo es una de las estructuras más importantes en el proceso de germinación e influye en el establecimiento de las plántulas. El análisis de esta estructura es de particular importancia por la presencia de grandes cantidades de almidón, proteínas y lípidos en sus células, lo que brinda a este tejido la función de alimento y forraje (Tomaszewska, 2013).

Valencia-Díaz *et al.* (2015) encontraron diferencias significativas entre el porcentaje de germinación de semillas con y sin endospermo; las semillas con endospermo presentaron un porcentaje mayor. Según estos autores, su tamaño también afecta el tamaño de la semilla.

Los cotiledones, usualmente conocidos como hojas nutricias, pueden tener función tanto de alimento del nuevo individuo como de fotosíntesis. Según Alencar *et al.* (2012), cuando los cotiledones tienen como uno de sus principales componentes a los lípidos, esta reserva alimenticia se moviliza durante la germinación y el desarrollo inicial de la plántula. Los cotiledones con una alta concentración de lípidos forman parte de semillas oleaginosas.

En las semillas sin endospermo los cotiledones funcionan como almacenamiento de proteínas y carbohidratos (Tiwari y Sharma, 2011). Según estos autores, la disminución regular de almidón en los cotiledones muestra que debe haber un incremento en el nivel de almidón en los ejes embrionarios. El almidón degradado es utilizado durante la germinación para proveer la nutrición requerida en el desarrollo del eje de la plántula hasta que ocurra la primera fotosíntesis.

Por otro lado, los tejidos que rodean a las semillas de los frutos carnosos son elementos atractivos que ayudan a su dispersión (Lucas y Corlett, 1998). La presencia de una testa dura en la semilla puede permitir la identificación de los depredadores y/o dispersores de estas diásporas a través de sus mordidas (Zhang y Wang, 2009).

2.3. Características botánicas e importancia etnobotánica de *Joannesia princeps*

Ramalho-Carvalho (2005) describe los frutos de *J. princeps* como uno de los mayores de la familia Euphorbiaceae, de tipo drupáceo. El exocarpo o epicarpo se abre en tres a cuatro valvas leñosas, de coloración verde oscuro cuando maduro, con puntuaciones grises opacas y superficie rugosa con ondulaciones; el mesocarpo, de coloración amarillo claro, grueso; mientras que el endocarpo es indehisciente, seco y leñoso en la madurez y de coloración beige a castaña.

En general, los frutos poseen apenas dehiscencia en el mesocarpo y son cápsulas esquizocárpicas que difieren de la mayoría de los frutos de Euphorbiaceae que son dehiscentes (Ferreira-Chaves y Davide, 1996; Bertechine-Gagliardi *et al.*, 2014). Los frutos provienen de flores femeninas con ovarios biloculares, cada uno con un óvulo (Webster, 1994).

El fruto completo incluyendo a la semilla, alcanza entre 8,55-10,4 cm de largo por 7,5-10,5 cm de diámetro y 338 g de peso (Ramalho-Carvalho, 2005). Una vez desprovisto de epicarpo y mesocarpo alcanza entre 5,2-6,90 cm de largo por 5-7,2 cm de diámetro, con un peso medio de 99,7 g. Las semillas son de globosas a ovoides, oleaginosas, a veces comprimidas de un lado, de coloración ceniza oscuro, duras, con 1,8 a 3 cm de diámetro y con un peso medio de 7 g.

El sistema radicular de *J. princeps* es altamente exploratorio en condiciones de suelo ventilado, según Medri y Correa (1985). La madera de la especie se utiliza para fabricar fósforos y obtener celulosa (Ferreira-Chaves y Davide, 1996). El líquido acuoso que secreta la cáscara del tronco posee varios usos farmacéuticos como antidiarreico, cicatrizante, levemente diurético, purgante, antimicrobiano; para tratar perturbaciones menstruales, fiebre perniciosa, sífilis e hinchazón (Ferreira-Chaves y Davide, 1996;

Capobiango *et al.*, 2008). Además, como es de rápido crecimiento, la especie también es utilizada en programas de reforestación en los bosques brasileños (Carneiro-da-Costa, 2013).

Como plantean Nishioka y Dornfeld-Escalante (1997), las semillas, que tienen un sabor agradable parecido al maní, poseen propiedades toxicológicas. El extracto de semilla de *J. princeps* en ciertas dosis, por ejemplo, es un eficiente laxante en los caballos (Lang *et al.*, 2013).

2.4. Dispersión del fruto y de las semillas

La dispersión es la partida o movimiento de un organismo o propágulo de una región a otra ya sea por el agua, el viento, los animales o el hombre (Simpson, 2006). Según Matt *et al.* (2008), la dispersión suele suceder por el viento (anemocoría), por los animales (zooecoría), por el agua (hidroecoría) e incluso por el hombre (antropocoría). Así, un clima seco promueve la anemocoría mientras que uno húmedo favorece la zooecoría y la hidroecoría. La antropocoría puede ocurrir desde cualquier ambiente. Es un proceso que permite reducir la competencia entre organismos emparentados y colonizar nuevos y favorables ambientes (Ruxton y Schaefer, 2012).

Las características de las diásporas, frutos y semillas en el caso de las angiospermas, determinan su vía de dispersión. Por ejemplo, en la familia Euphorbiaceae varias especies presentan frutos secos y leñosos de color rojizo que son dispersados por aves si son lo suficientemente pequeños (Esser, 2003). En *Camellia oleifera* y en otras especies dispersadas por animales, los patrones de supervivencia-dispersión de las semillas están determinados por el número de semillas producidas y por su tamaño (Zhishu *et al.*, 2015). Según estos autores, mientras mayor sea el número de semillas producidas por árbol, menor será la supervivencia y la posibilidad de dispersión.

La diáspora también puede dispersarse de forma primaria o autónoma, lo que se denomina autocoría, por sus propios medios, a veces asistidas por algún factor ambiental como el grado de humedad en el aire (González-Suárez, 2006). Este autor describe un caso especial de la autocoría, la barocoría, donde los frutos maduros caen de la planta al suelo por su propio peso, pero ello solo conduce a la migración de la planta a pequeñas distancias.

La cantidad y distribución de las semillas dentro del fruto, así como su tamaño, pueden determinar esta distancia. Ruxton y Schaefer (2012) plantean que la dispersión de las semillas lejos de sus parentales podría reducir su exposición a patógenos y depredadores que se hallen atraídos por los individuos adultos. Además, reduce la competencia entre los parentales y su descendencia, así como entre los descendientes entre sí.

Según Ferreira-Chaves y Davide (1996) y Ramalho-Carvalho (2005), en *J. princeps* los frutos se dispersan primariamente por barocoría y una vez en el suelo, las jufías se alimentan de este, liberando las semillas; a veces enterrándolas. Al respecto, Cid *et al.* (2014) plantean que *Dasyprocta leporina*, el agutí brasileño, dispersa las semillas de la especie.

2.5. Estructura poblacional

Según Monge (2008), la estructura poblacional se define como una proporción de edades y sexos representados en los individuos de una población, que sugiere una tendencia al aumento, estabilidad o disminución de su número. Esta proporción depende en gran medida del momento en que se estudie la población. Si el estudio se realiza durante varios años, se verán transformados los resultados reales o estimados de la población (Maron *et al.*, 2010).

Así, poblaciones diferentes de una misma especie o una misma población en momentos distintos, pueden tener igual tamaño poblacional pero no igual estructura (González-Oliva, 2010). En una población, la etapa de establecimiento de los nuevos individuos o reclutas con frecuencia se caracteriza por un período de alta mortalidad (Aronne *et al.*, 2008; Kelly y Metaxas, 2008). Según estos autores, la variación en el número de reclutas puede resultar de la variabilidad en el establecimiento, competencia por el espacio, estrés ambiental o físico, predación y otros procesos.

La estructura de una comunidad vegetal se conforma gracias a la dispersión de la semilla y a la supervivencia de las plántulas y los juveniles. Entonces, la supervivencia de una población a largo plazo está determinada por la reproducción, el reclutamiento, el crecimiento y la supervivencia de sus individuos (Jacquemyn *et al.*, 2007; Aronne *et al.*, 2008).

3. Materiales y Métodos

3.1. Área de estudio

El estudio fue realizado en un área de aproximadamente 1,7 km, que corresponde al bosque de galería del Jardín Botánico de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. Este tipo de bosque se encuentra asociado al río Ochoa, donde *Joannesia princeps* crece de manera silvestre. Las observaciones y toma de muestra para los estudios realizados abarcaron desde septiembre de 2014 hasta abril de 2017.

3.1.1. Características físico-geográficas del área de estudio

Las características físico-geográficas del área de estudio se describen según Faife-Cabrera (2012), en el proyecto de investigación desarrollado por el Jardín Botánico de Villa Clara, titulado “Restauración del bosque de galería del Jardín Botánico de Villa Clara: una contribución a la conservación y uso sostenible de los recursos forestales”.

Según este autor en el área de estudio se presentan suelos del Tipo Aluviales, medianamente profundos y humificados, muy lavados. El Jardín Botánico muestra una topografía ondulada, atravesada en toda su extensión por el río Ochoa, con predominio de barrancos de 2-4 m de alto. La profundidad del cauce es variable, entre 1-1,5 m.

El clima imperante en la zona corresponde al tipo Clima tropical Termoxeroquiménico, subtipo subhúmedo (con 1-2 meses de sequía), de acuerdo con la clasificación de los tipos bioclimáticos de Gaussen, según Borhidi (1991).

Las temperaturas experimentan pocas variaciones durante el año y la media térmica anual es de 23,9 °C. Las temperaturas máximas absolutas se alcanzan en los meses de abril y mayo y las mínimas absolutas en enero con valores de 36 °C y 2,9 °C respectivamente. Los meses más calurosos son julio y agosto, con valores de 32,6 °C como promedio y el más frío es enero cuya media es de 15,6 °C.

La humedad relativa se mantiene elevada durante todo el año y su promedio mensual es de 79,58 %. La insolación es de 6,9 horas y la evaporación presenta un valor de 4,54 mm como promedio mensual. Para el área donde está enmarcado el Jardín Botánico existe una frecuencia de calmas de 17,1 % y la dirección predominante del viento es del este con una velocidad promedio de 5,26 km/h. La velocidad máxima promedio de los vientos en la zona de estudio es de 70,16 km/h.

3.2. Estudios de morfología del fruto

En la metodología de estudio se sigue los criterios de Ferreira-Chaves y Davide (1996), modificada en esta experiencia. Se recolectó un total de 50 frutos maduros dispersos en el suelo en toda la extensión del área de estudio, procedentes de varios individuos adultos. Los frutos recolectados cumplían las siguientes características: valvas aún selladas o recién comenzando a abrir para que ocurra la menor

pérdida de agua y por tanto de peso, ausencia de daños mecánicos y coloración verde brillante que es la que se aprecia al alcanzar la madurez. (Fig. 1A).

Los frutos se tomaron al azar y se rotularon con un marcador permanente, con números consecutivos hasta el 50. En cada uno se tomaron los datos referentes a las características morfológicas externas: peso, largo, ancho, forma, coloración, textura, consistencia y número de valvas.

Para la descripción morfológica del fruto se definió como el largo la distancia entre la base, desde el punto de inserción del pedúnculo y el ápice. El ancho del fruto se tomó en la parte media, considerándose la región de mayor amplitud (Fig. 1A). En cada caso las mediciones se realizaron con un pie de rey, expresándose los valores en centímetros. Para la determinación del peso de los frutos se utilizó una balanza marca sartorius, BS 2202 S Max 2200g, $d=0.01g$, expresándose los valores en gramos.

Seguidamente, los frutos se expusieron a la intemperie por espacio de una semana para favorecer el proceso de descomposición natural y facilitar el desprendimiento del mesocarpo junto al epicarpo (Fig. 2). La parte restante (endocarpo más semillas) de cada fruto se colocó en un recipiente con una solución de lejía y agua al 50% durante 24 horas para facilitar la limpieza utilizando agua corriente y un cepillo de cerda dura. Posteriormente se expusieron al sol para propiciar la deshidratación de los tejidos, teniendo cuidado de mantener el código de identificación correspondiente a cada uno de ellos. Luego, se describieron los aspectos morfológicos que fueron considerados anteriormente en la morfología externa del fruto, agregando número de lóculos y número de semillas por fruto (Fig. 1B).

Además, se calculó la media del porcentaje del peso, del ancho y del largo de los endocarpos, con respecto a los frutos completos. Los resultados se ilustran a través de gráficos elaborados en el programa RStudio.

3.3. Estudios de anatomía del fruto

Para los estudios anatómicos se siguió la técnica de Peña y Saralegui (1982). Se realizaron cortes manuales longitudinales y en sección transversal al epicarpo, mesocarpo y endocarpo. En todos los casos se utilizó una cuchilla de afeitar para garantizar la calidad de los cortes y un soporte de poliestireno expandido cuando fue necesario.

Las secciones de tejido fueron colocadas en una cápsula de porcelana escavada, con una solución de agua glicerinada al 50%. Luego, se seleccionaron las de mejor calidad y se les aplicó una tinción con azul de toluidina al 0.5%, durante 5 minutos; posteriormente se lavaron con agua destilada y se procedió a la elaboración de preparaciones semipermanentes para su observación y descripción a través de un microscopio invertido marca NOVEL (AC 110V 60HZ), con cámara acoplada HDCE-X5.

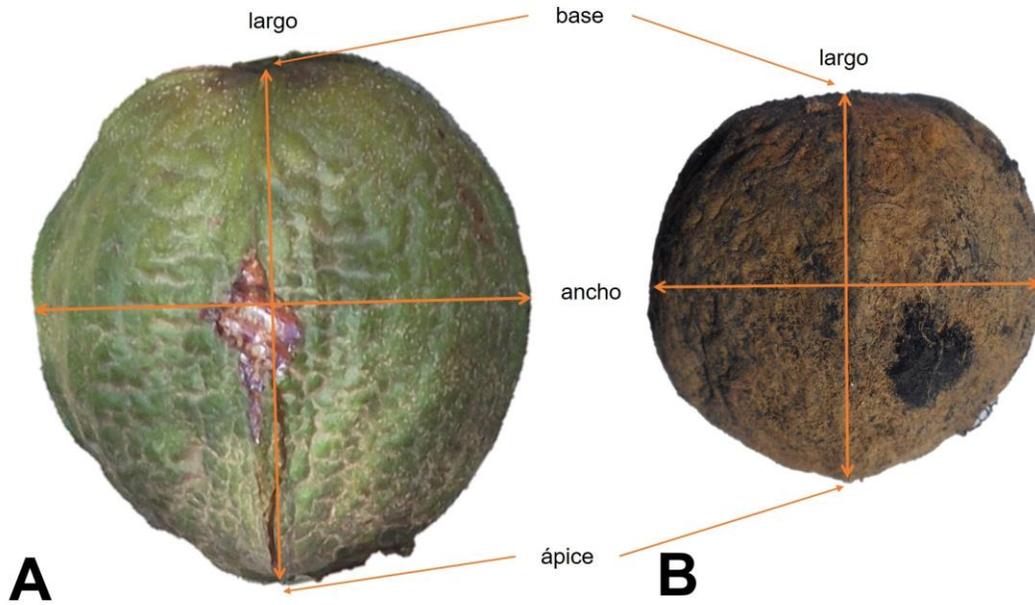


Figura 1: A. Fruto maduro de *Joannesia princeps* en vista lateral. B. Endocarpo en vista lateral. Las saetas indican el criterio para las medidas de largo y ancho.



Figura 2: Frutos maduros en descomposición de *Joannesia princeps*. Se puede observar el desprendimiento del epicarpo junto al mesocarpo, y el desprendimiento de las valvas desde la base del fruto.

Para la identificación de los tejidos se utilizó el Atlas de Bracegirdle y Miles (1975). En cada caso se tomaron fotos utilizando el programa Scopelimage 9.0 (X5) en una laptop marca LENOVO (core i5) conectada a la cámara.

En el caso del endocarpo, por su dureza y grosor, se utilizó un martillo para fraccionarlo. Se aplicaron cortes longitudinales y transversales de acuerdo a las partes que se distinguen (Fig. 3). También fueron seleccionadas secciones de tejido del epicarpo, el mesocarpo y el endocarpo a las cuales no se les realizó tinción y se elaboraron preparaciones semipermanentes para su observación y descripción al microscopio óptico.

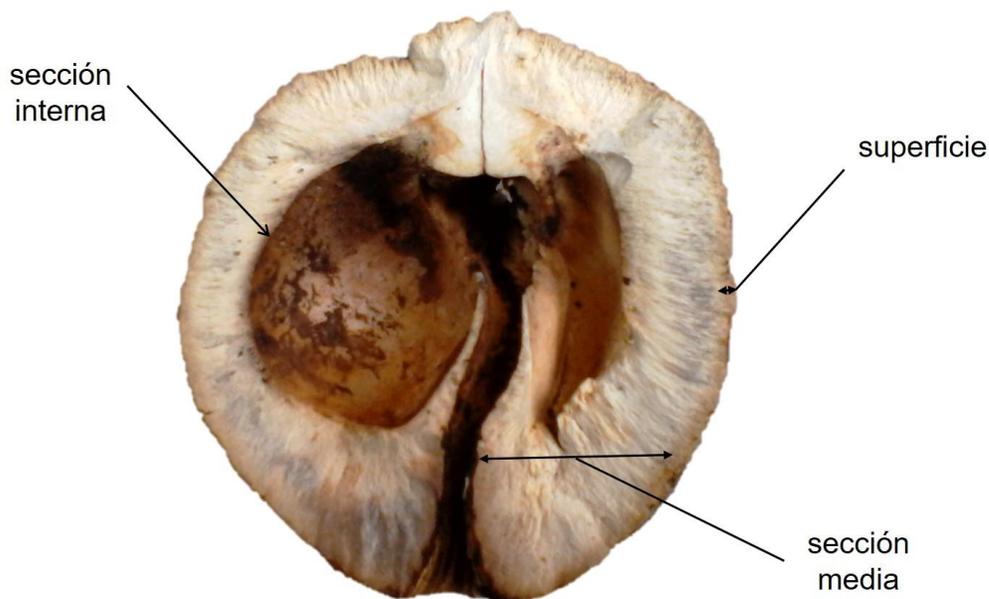


Figura 3: Sección longitudinal del endocarpo en *Joannesia princeps*. La sección media incluye el tabique.

3.4. Estudios de morfología de la semilla

De los frutos utilizados para la caracterización de los rasgos morfológicos se obtuvieron 72 semillas que fueron objeto de estudio. En la selección de las semillas se tuvo en cuenta que no presentaran daños como consecuencia del fraccionamiento mecánico del endocarpo. Seguidamente, con un paño húmedo se eliminaron los restos de la parte interna del endocarpo y se procedió a los estudios de biometría: dimensiones del largo y del ancho.

El ancho se midió desde una protuberancia hasta la otra que se considera el punto de mayor amplitud; el largo fue tomado desde un punto a otro que forma una línea perpendicular a la que traza el ancho de la semilla (Fig. 4). Las mediciones se realizaron con un pie de rey, expresándose los valores en centímetros. También se tomaron datos de las características externas de la testa: forma, coloración, textura y consistencia. Para las observaciones de la textura se utilizó una lupa con amplitud 10X.

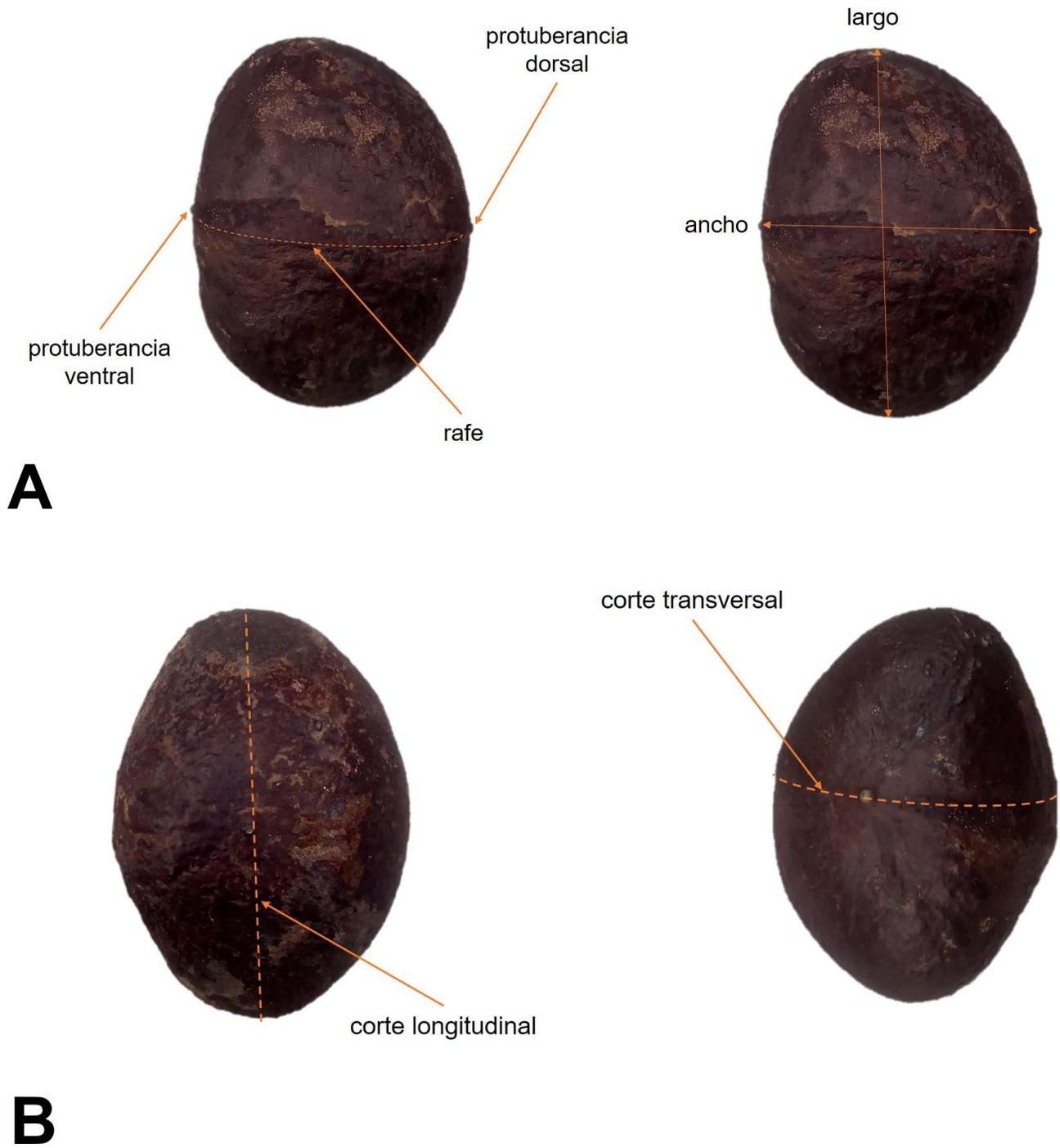


Figura 4: Morfología de las semillas de *Joannesia princeps*. **A.** Las saetas indican el criterio para las medidas de largo y ancho. **B.** Se representan los cortes longitudinal y transversal por la línea que pasa por las protuberancias.

Se recogieron los datos sobre la cantidad de semillas por fruto y las dimensiones de cada una de estas. En cada caso, se tuvo en cuenta el código de identificación de los frutos a los que correspondían las semillas.

Se seleccionaron dos semillas al azar de entre las utilizadas para la caracterización de los rasgos morfológicos. Para la identificación de sus estructuras internas estas fueron seccionadas por la parte media con un cuchillo de dientes serrados. Los cortes se realizaron de las siguientes maneras: a lo largo de la semilla por la línea que pasa por las protuberancias y a lo ancho de la semilla por la línea que pasa por las protuberancias, perpendicular al primer corte (Figura 4).

Todos los cortes fueron fotografiados con una cámara marca CANON 600D, lente 18-55 mm. Para la identificación de las estructuras observadas se siguió la terminología e ilustraciones de Holman y Robbins (1961).

3.5. Estudios de estructura poblacional y tabla de vida

El muestreo se realizó en el período correspondiente a la etapa de fructificación de la especie; en los meses de noviembre de 2015 y de 2016. El área de estudio abarca aproximadamente 2400 m².

Se realizó el censo de los individuos adultos y juveniles en el área de estudio. En relación a las plántulas y los frutos, que se encontraban en el suelo se establecieron 15 parcelas de 16 m², para un área total de muestreo de 240 m². En cada una se contó la cantidad de frutos y plántulas y se determinó la densidad por m² y para el área en general.

Los adultos se identificaron por la presencia de flores y frutos en sus ramas, las plántulas a partir de la emergencia de los cotiledones y las primeras hojas y los juveniles por la ausencia de flores y frutos. Con estos datos se construyó una tabla de vida tiempo específica de la población. Luego en el programa RStudio se construyeron los gráficos que representan la estructura poblacional de la especie en el bosque de galería.

4. Resultados

4.1. Morfología del fruto maduro

En el Anexo 1 se muestran las dimensiones, el peso y la cantidad de valvas que resultó del estudio de los frutos.

La media del peso es de aproximadamente 506 g. Solo uno mostró un peso mayor a los 700 g y el menor fue de aproximadamente 367 g que también se encontró en solo un fruto (Fig. 5). Los frutos tienen forma globosa; se registró una media en las dimensiones del ancho y del largo de 10,34 y 10,81 cm respectivamente, oscilando entre los 9,3 y 11,7 cm de ancho, y los 9,5 y 12,2 cm de largo (Fig. 6).

En relación a la cantidad de valvas, la mayoría de los frutos analizados presenta cuatro, representando el 84% de la muestra. Sin embargo, se encontraron algunos con cinco y hasta seis valvas, que representan entre ambos el 12% de la muestra.

Algunos frutos (2%) muestran el nervio medio de un carpelo que no está completamente diferenciado. Como es tan evidente, los frutos con esta característica aparecen en el Anexo 1 diferenciados con un asterisco. Durante la descomposición de la parte carnosa del fruto se pudo observar el desprendimiento de las valvas a través del nervio medio de cada carpelo y la unión entre ellos, desprendiéndose dos valvas por carpelo (Fig. 7).

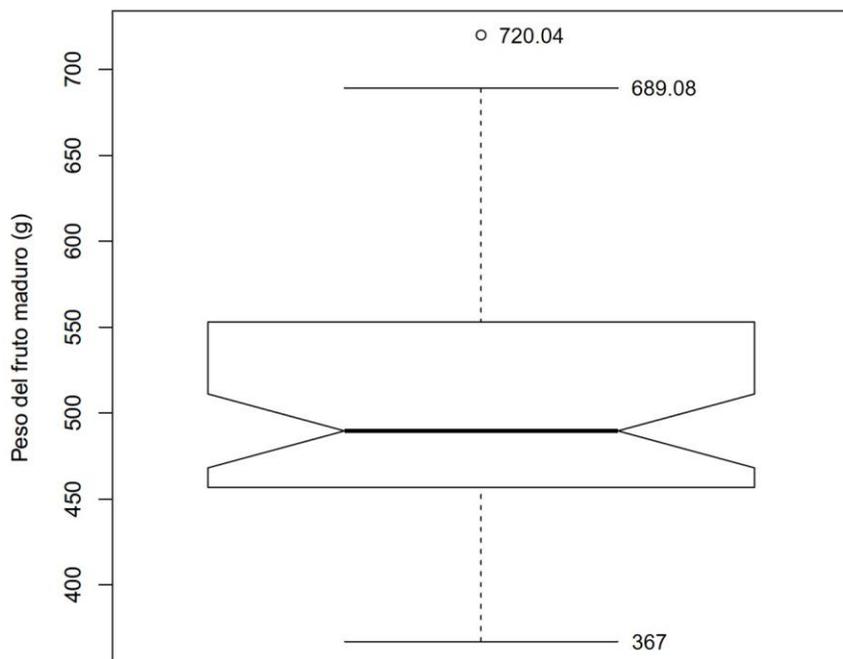


Figura 5: Valores de peso en los frutos maduros de *Joannesia princeps*.

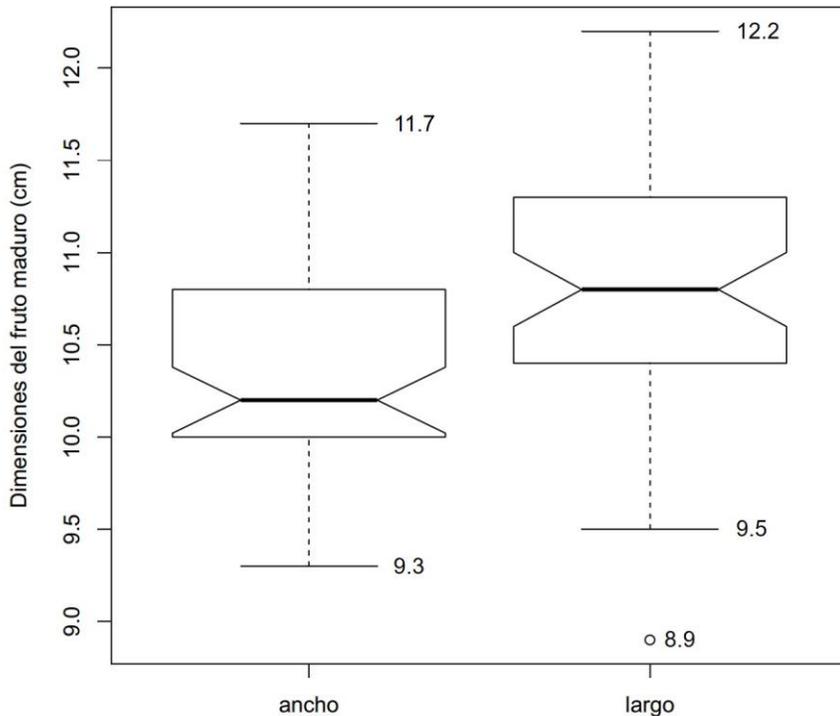


Figura 6: Valores del ancho (izquierda) y del largo (derecha) de los frutos maduros de *Joannesia princeps*.

En un mismo fruto se pudo observar más de diez especies fúngicas, algunas oportunistas según *com. pers.* de Grillo-Ravelo (2014), que en el lapso de unas pocas semanas degradan completamente estos tejidos, dejando huellas de su presencia en el endocarpo.

El fruto de *J. princeps* presenta una coloración verde brillante cuando está maduro, la textura del epicarpo es rugosa con odulaciones y presenta en su superficie varias secreciones de color pardo pálido que se desprenden al tacto. La consistencia del mesocarpo es carnososa (Fig. 8).

4.1.1. Morfología del endocarpo

Durante el conteo de la cantidad de lóculos por endocarpo se observó que algunos presentan uno de los lóculos atrofiado o incompletamente formado, dentro del cual no se forma semilla (Fig. 9). En el Anexo 1, se muestran estos datos indicando con un asterisco la existencia de un lóculo atrofiado.

El peso de los endocarpos junto con las semillas osciló entre 63,11 y 99,41 g, sin que ningún valor sobresaliera como ocurrió con los frutos maduros, para un promedio de 79,51 g (Fig. 10). Los endocarpos tienen forma globosa; el ancho varía entre los 6,0 y 7,5 cm y el largo entre los 5,6 y 7,9 cm, con una media de 6,77 y 6,86 cm respectivamente (Fig. 11).

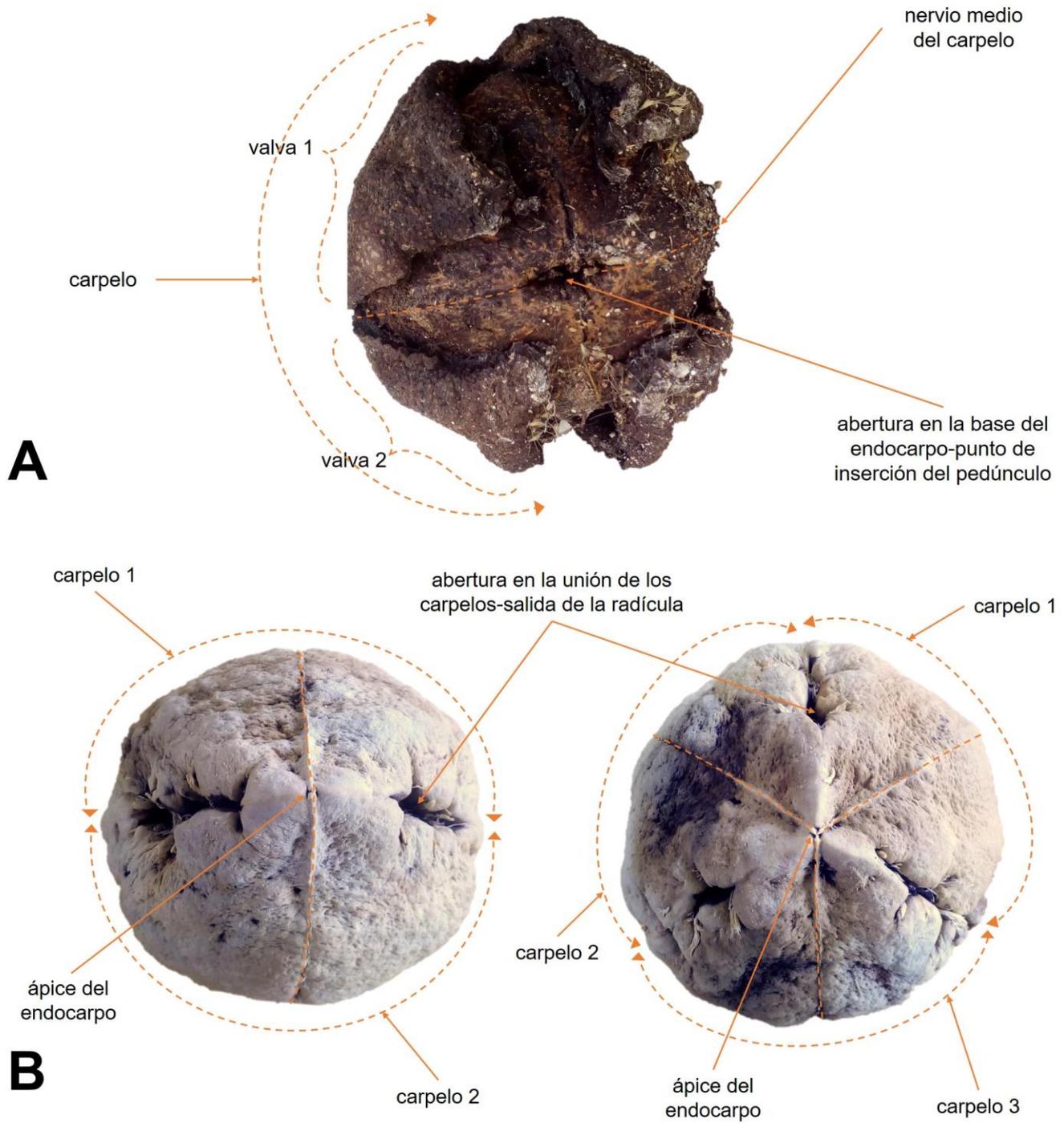


Figura 7: Endocarpos de *Joannesia princeps*. **A.** Vista frontal de un endocarpo típico con dos carpelos; se señala que de cada carpelo se desprenden dos valvas. **B.** Vista distal de un endocarpo bicarpelar y de uno tricarpelar; se señalan los carpelos.

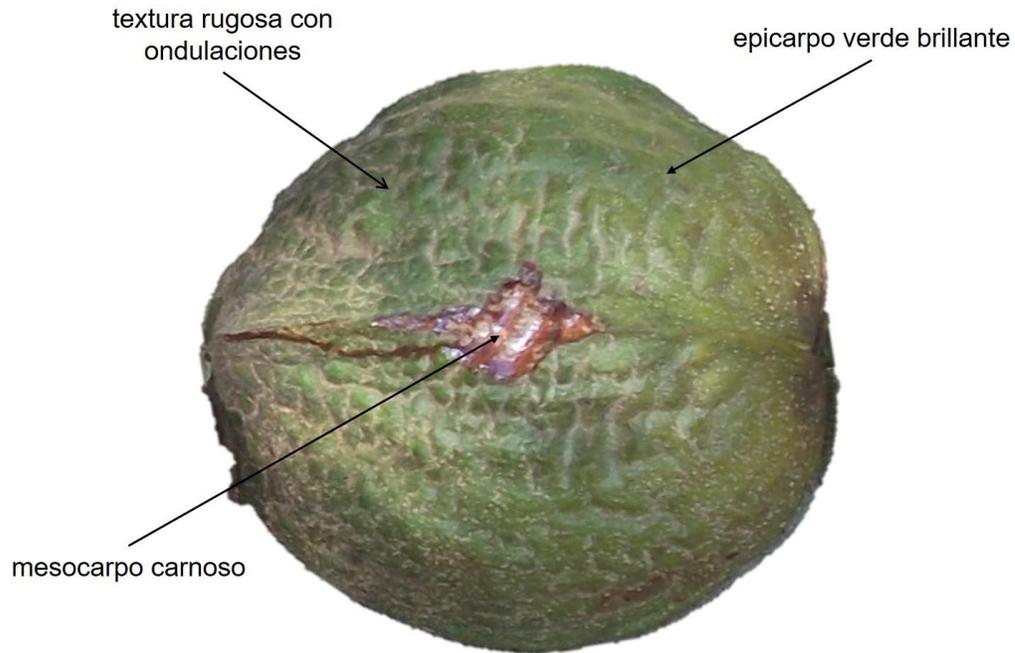


Figura 8: Fruto maduro de *Joannesia princeps*. Obsérvese la coloración verde brillante, la superficie rugosa con ondulaciones y la forma globosa; también su consistencia carnosa visible a través de la mordida de un roedor.

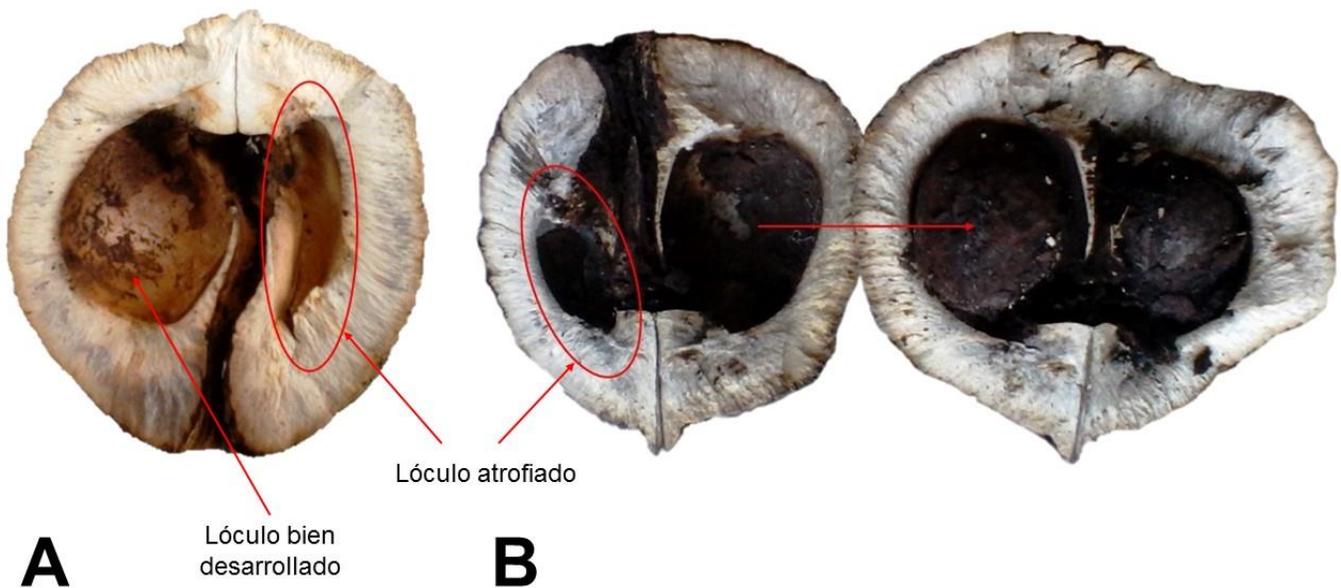


Figura 9: Endocarpos de *Joannesia princeps*. **A.** Sección longitudinal con un lóculo desarrollado y un lóculo atrofiado. **B.** Sección longitudinal con dos lóculos bien desarrollados y sus dos semillas (derecha); a la izquierda la otra sección del endocarpo con uno de los lóculos donde se forma una de las dos semillas (representada con la flecha roja) y el lóculo atrofiado.

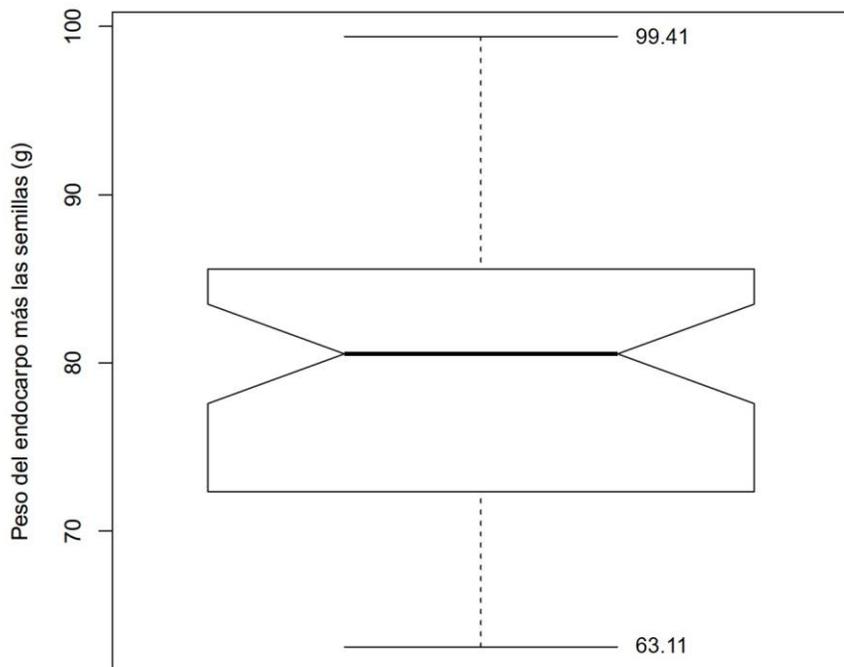


Figura 10: Valores de peso de los endocarpos con las semillas, en *Joannesia princeps*.

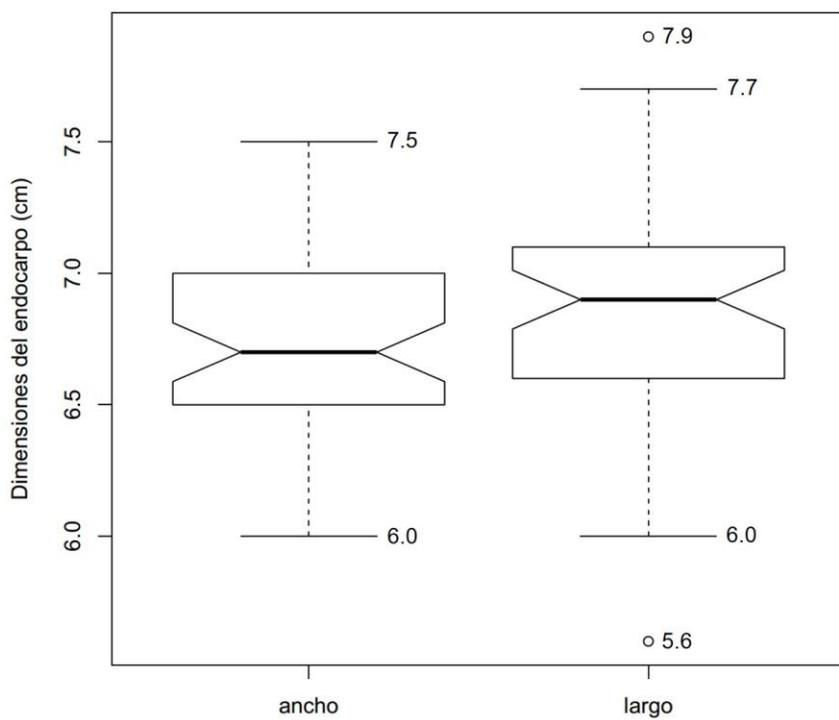


Figura 11: Valores de ancho (izquierda) y de largo (derecha) de los endocarpos de *Joannesia princeps*.

Se encontraron 15 endocarpos con 2* lóculos, que representan el 30% de la muestra, cada uno de estos con solo una semilla que corresponde al lóculo bien formado. Dos endocarpos con 3* lóculos, cada uno con dos semillas, que representan el 4%. Solamente un endocarpo presentó los tres lóculos bien formados y sus tres semillas correspondientes, para un 2% del total. El resto, 64% de la muestra, lo conforman los endocarpos con dos lóculos bien formados y sus dos semillas respectivas.

Teniendo en cuenta que los frutos con cuatro a cinco valvas no desarrollan más de dos semillas, de los 45 frutos con estas características, solo 32, el 71.1% aproximadamente, llegan a formar los dos lóculos completamente y sus dos semillas. La Fig. 12 muestra la cantidad de lóculos y de semillas en los endocarpos analizados.

Como media, el peso de los endocarpos representa aproximadamente el 15,95% del peso de los frutos maduros, el ancho de los endocarpos aproximadamente el 65,53% y el largo, aproximadamente el 63,32%.

En relación al resto de las características morfológicas analizadas, el endocarpo es de color parduzco, de textura rugosa y consistencia leñosa (Fig. 13).

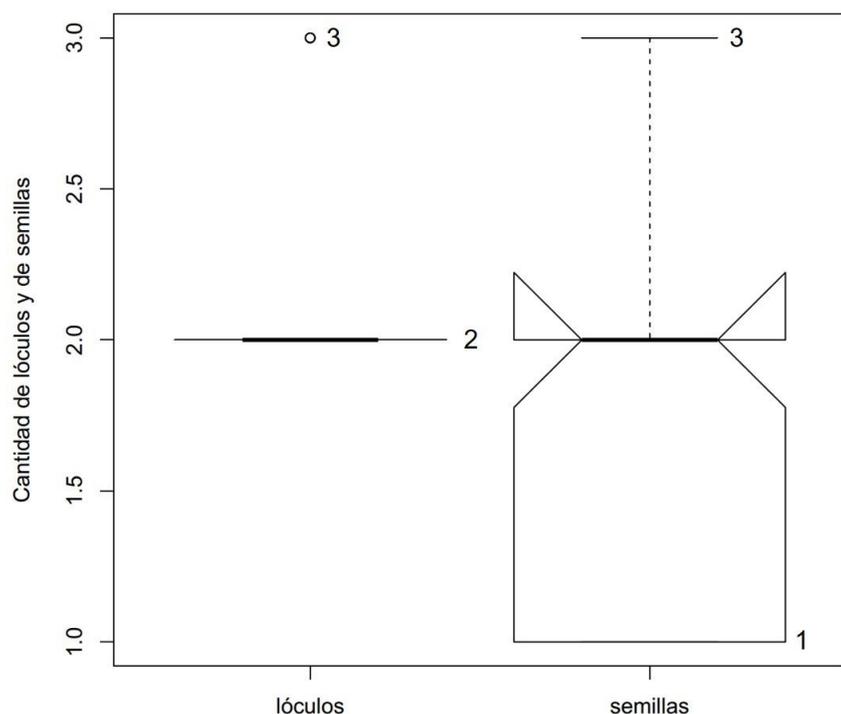


Figura 12: Número de lóculos (izquierda) y de semillas (derecha) de los frutos de *Joannesia princeps*.

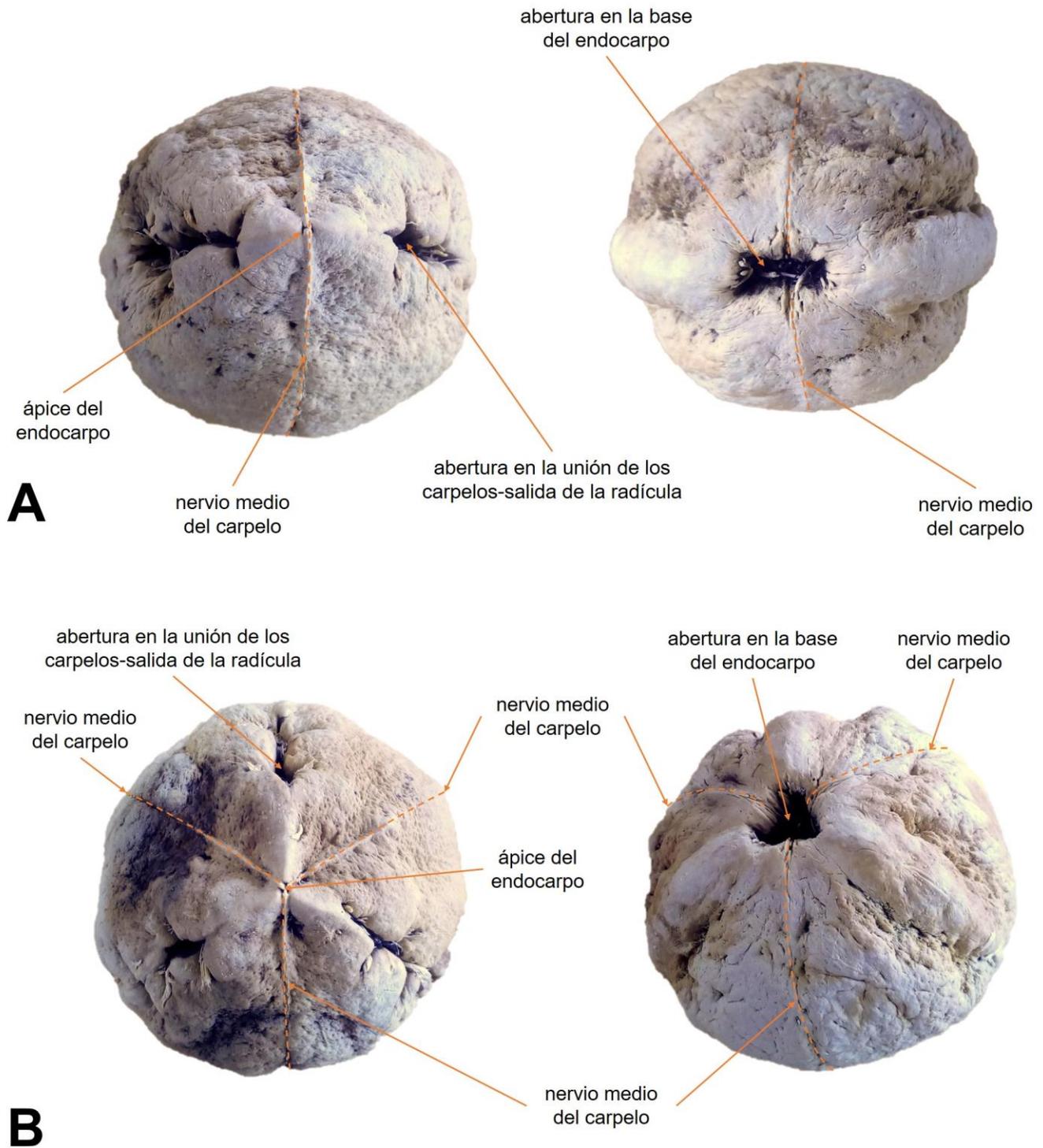


Figura 13: Endocarpos de *Joannesia princeps* donde se observa la superficie rugosa, forma globosa y consistencia leñosa. **A.** Vista distal y frontal de un endocarpo típico con dos carpelos. **B.** Vista distal y frontal de un endocarpo con tres carpelos.

4.2. Anatomía del fruto maduro

4.2.1. El epicarpo y el mesocarpo

Al analizar los cortes longitudinales del epicarpo, se observan secreciones que se desprenden al tacto, elementos que pueden estar relacionados con la presencia de pelos glandulares como es frecuente en Euphorbiaceae.

El mesocarpo está formado en su mayor parte por varios estratos celulares de parénquima reservante. Sus células son de mayor tamaño que las del epicarpo. Se observan agrupaciones de esclereidas de forma variada, predominando las de tipo hexagonal. Las células parenquimatosas circundantes a estas agrupaciones, son más elongadas que las del resto del tejido (Fig. 14).

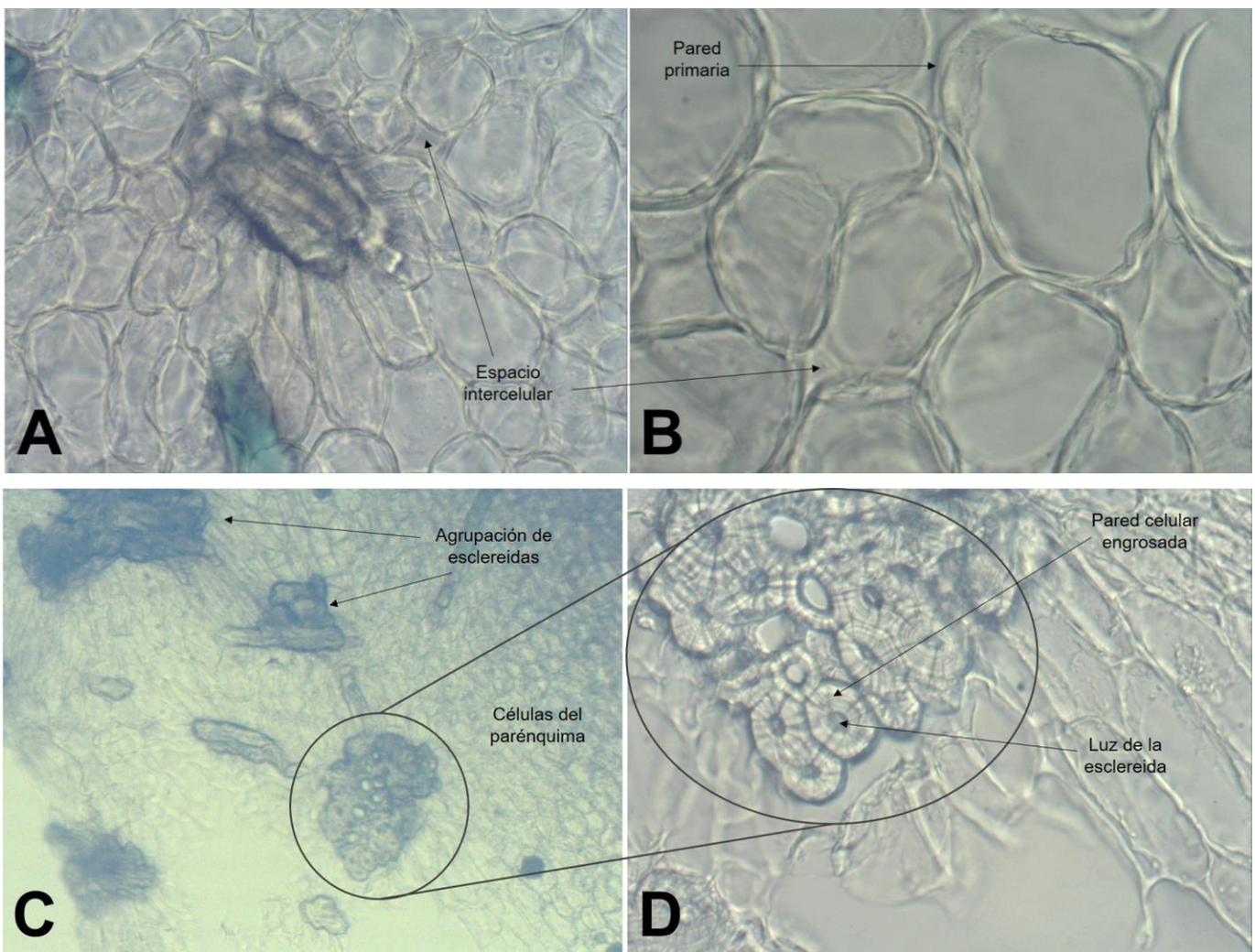


Figura 14: Observación al microscopio óptico del parénquima reservante del mesocarpo de *Joannesia princeps*; corte longitudinal. **A.-B.** Se observan los espacios intercelulares (200X). **C.** Se observan agrupaciones de esclereidas dispuestas de manera dispersa (200X). **D.** Ampliación (400X) de un grupo de esclereidas con células parenquimatosas circundantes muy elongadas.

Las paredes celulares se encuentran engrosadas por la impregnación de lignina, aspecto que se demuestra por el color azul del tejido después de su tinción con azul de toluidina.

4.2.2. El endocarpo

La superficie del endocarpo es rígida y leñosa; está formada por varios estratos de esclerenquima con células cortas del tipo esclereidas (Fig. 15).

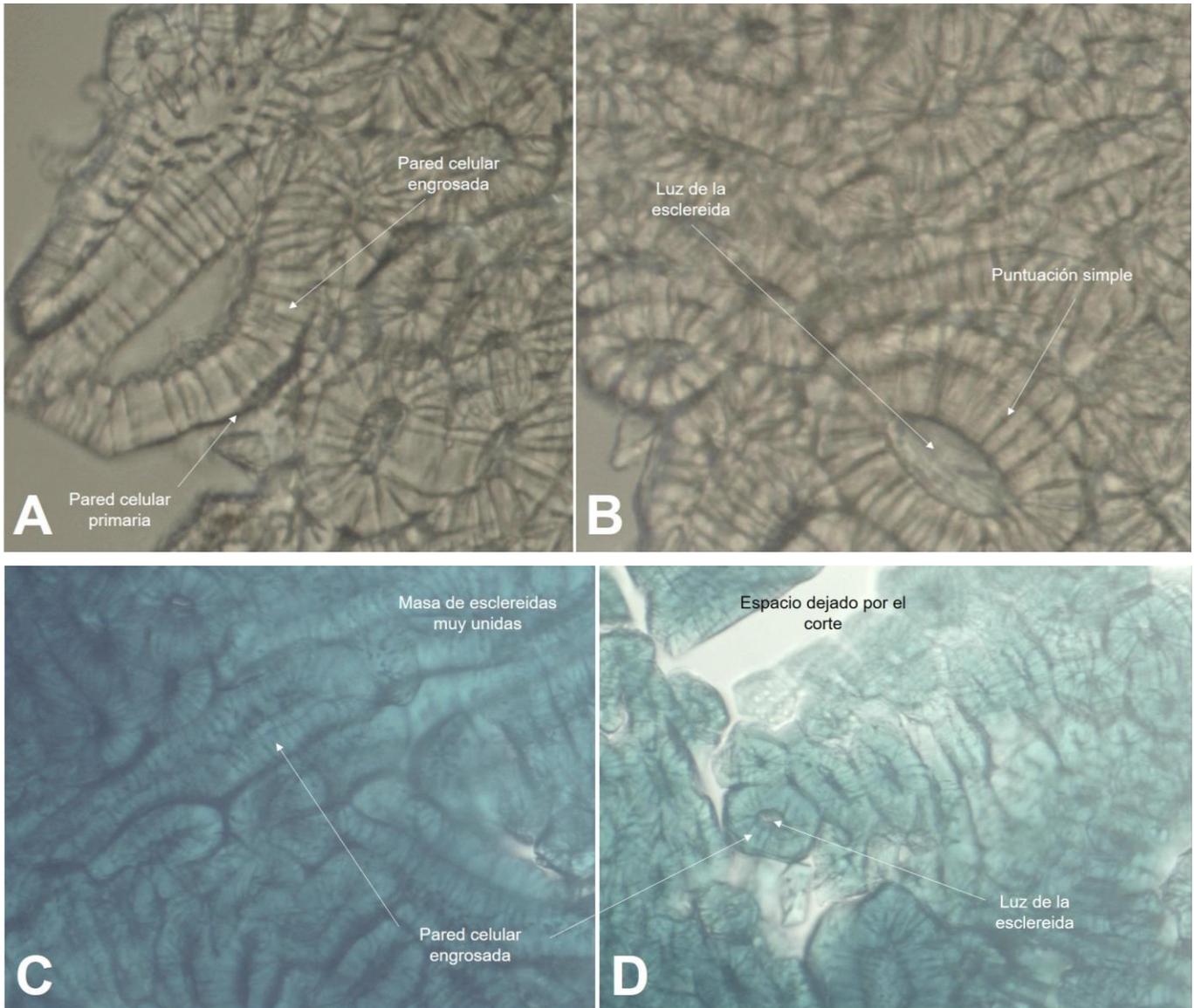


Figura 15: Observación al microscopio óptico del tejido esclerenquimatoso tipo esclereidas de la superficie del endocarpo de *Joannesia princeps*; corte transversal. **A.-B.** Sin tinción (400X). **C.-D.** Tinción con azul de toluidina (400X).

La sección media es esponjosa al tacto, donde se presenta un tipo de parénquima aerífero, pluriestratificado. Las células se encuentran dispuestas en cadenas y los espacios intercelulares tienen un volumen considerable formando lagunas intercelulares de acuerdo con Gola *et al.* (1969). El tejido parenquimatoso se encuentra interrumpido por haces de idioblastos con numerosos cristales pequeños de oxalato de calcio (Fig. 16).

El tejido de la sección interna del endocarpo está conformado también por varios estratos de esclerénquima con fibras fusiformes muy unidas entre sí (Fig. 17).

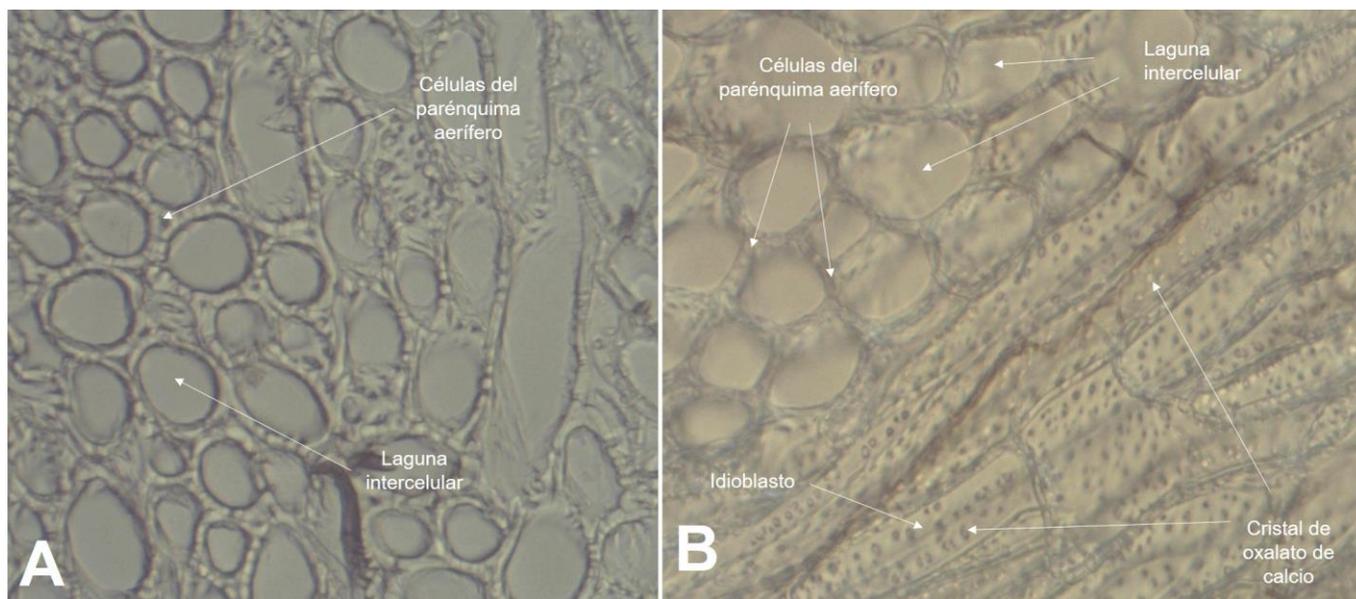


Figura 16: Observación al microscopio óptico del parénquima aerífero de la sección media del endocarpo de *Joannesia princeps*; sin teñir. **A.** Parénquima aerífero (200X); corte longitudinal. **B.** Parénquima aerífero interrumpido por haces de idioblastos; corte transversal (400X).

4.3. Morfología de las semillas

El Anexo 1 muestra las dimensiones de las semillas seleccionadas para el estudio. El ancho oscila entre los 1,2 y 2,0 cm, con una media de aproximadamente 1,69 cm. El largo se encuentra entre los 1,9 y 2,6 cm, con una media de aproximadamente 2,32 cm. En ambos casos no sobresalió ningún valor (Fig. 18).

En cuatro casos, que representan el 10% del total de endocarpos, dentro del mismo endocarpo se encontraron semillas que tenían igual valor de ancho y de largo. En el resto de los endocarpos, los valores entre semillas difieren, pero a veces tienen el mismo ancho, y largo diferente y viceversa. Los mayores y menores valores de ancho y largo registrados, corresponden a semillas pertenecientes a endocarpos con solo dos semillas, y no, por ejemplo, a las semillas del endocarpo que presenta tres.

Las semillas son más o menos arriñonadas, con dos protuberancias en forma de espinas, opuestas en la parte media; de color grisáceo con manchas parduzcas, lisas y coriáceas (Fig. 4).

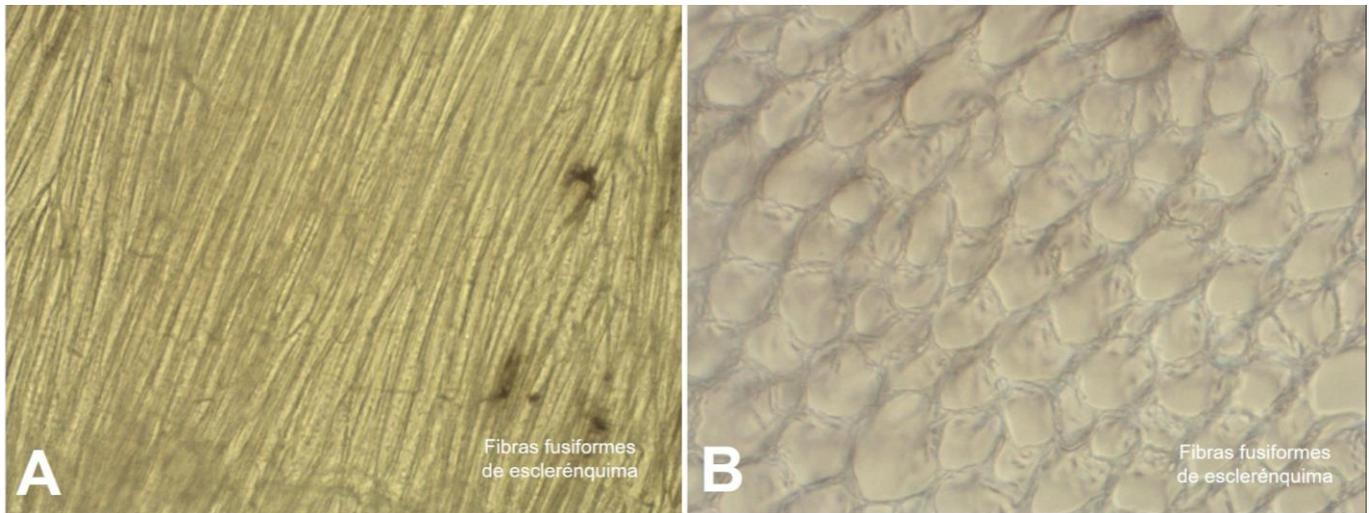


Figura 17: Observación al microscopio óptico del tejido esclerenquimatoso tipo fibras de la sección interna del endocarpo de *Joannesia princeps*; sin teñir. **A.** Corte longitudinal (200X). **B.** Corte transversal (400X).

La testa es lignificada y gruesa en comparación con el tegmen, que es de color blanco. El endospermo es abundante y los cotiledones presentan una nerviación reticulada palminervia. El eje plúmula-hipocótilo-radícula que acompaña a los cotiledones se encuentra por el lado de la protuberancia dorsal (Fig. 20).

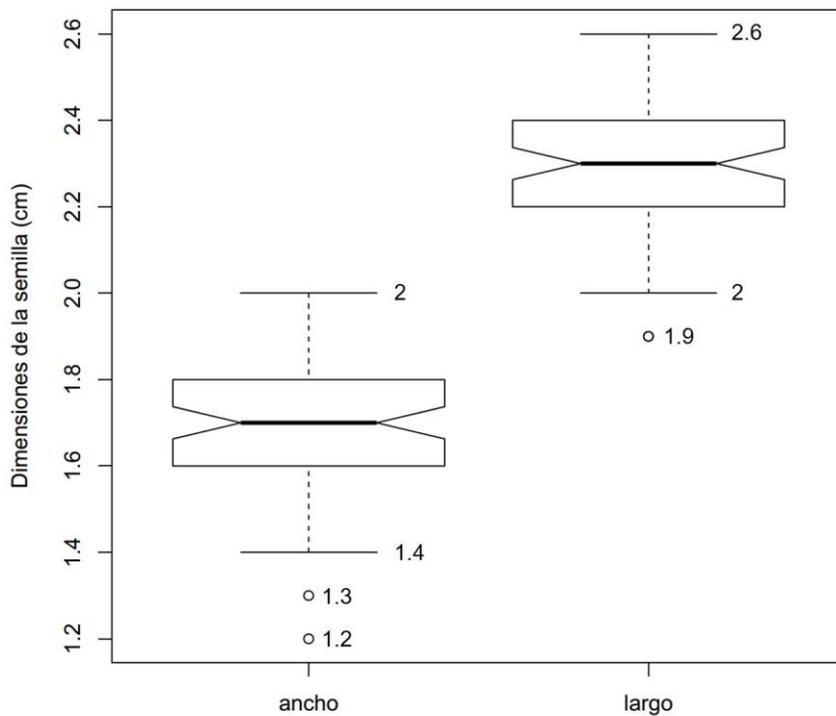


Figura 18: Valores de ancho (izquierda) y de largo (derecha) de las semillas de *Joannesia princeps*.

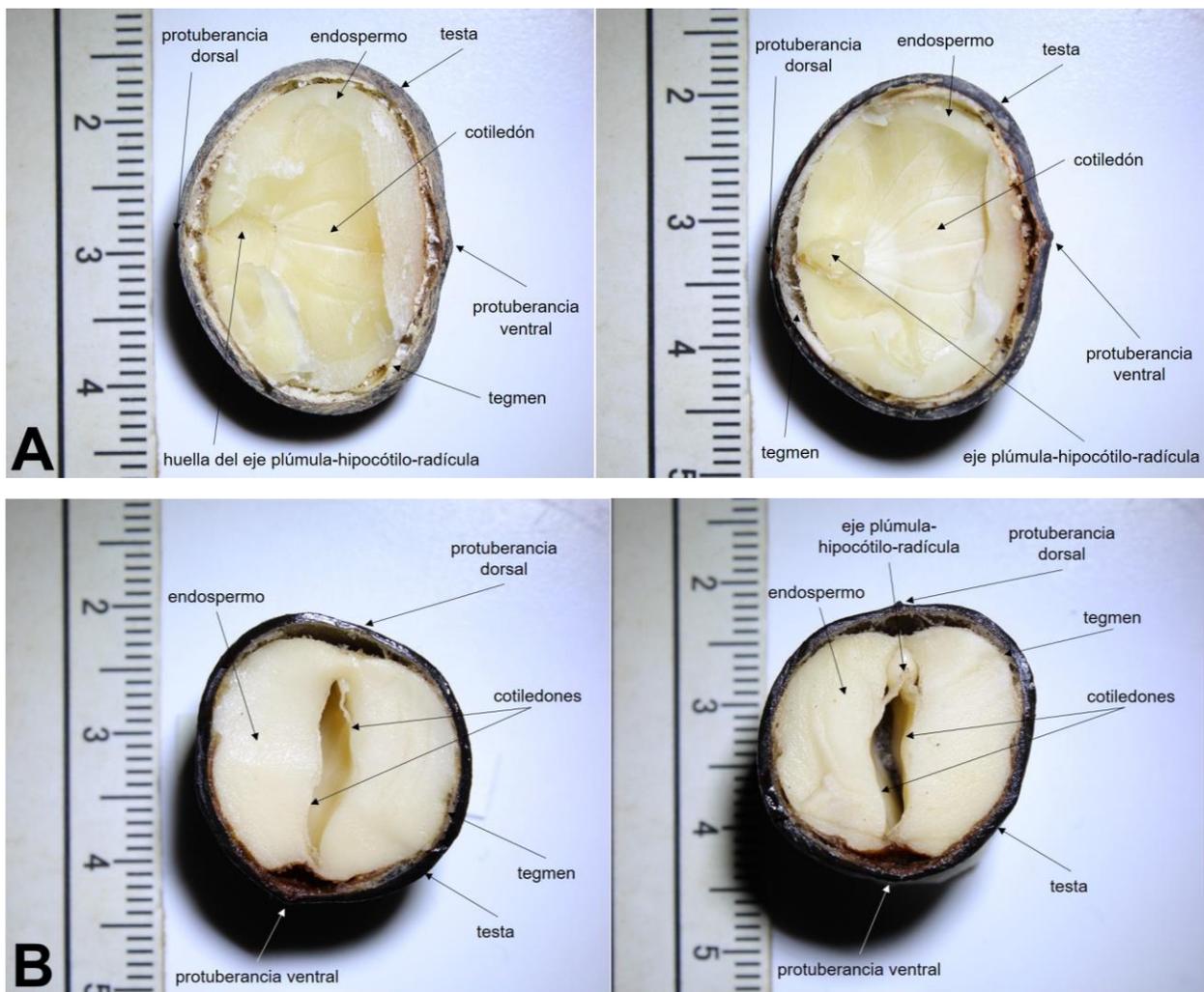


Figura 19: Estructuras de las semillas de *Joannesia princeps*. **A.** Corte longitudinal por la línea de las protuberancias; ambas partes de la semilla. **B.** Corte transversal por la línea perpendicular.

4.4. Estructura poblacional de *Joannesia princeps* en el bosque de galería del Jardín Botánico de la UCLV

En el año 2015 se censaron un total de 39 individuos adultos y 62 juveniles; en el 2016 se censaron 46 adultos y 134 juveniles; entre estos últimos, 14 de gran tamaño. Como se muestra en el Anexo 1, a diferencia del 2015, en el 2016 en varias de las parcelas analizadas no se observaron plántulas, y en las que había estas eran superadas en número por los frutos y semillas.

En el 2015 se contaron 234 plántulas y se estiman unas 2340 para el área de estudio; mientras que en el 2016 se contaron 74 plántulas para un total estimado de 740. Los frutos se encontraban agrupados en grandes cantidades, sobre todo en las últimas parcelas, para un total de 1578 en 2015 y 958 en 2016. Esto estima una cantidad de 2922 y 1916 semillas, respectivamente. En el 2016, en la mayoría de las

parcelas, como puede observarse en el Anexo 1, se encontraron frutos, pero no plántulas. Se estima que existan aproximadamente seis frutos y 12 semillas por metro cuadrado, para un total de 15780 frutos y 29220 semillas en toda el área de estudio para el 2015. Para el 2016 se estimaron cuatro frutos y ocho semillas por metro cuadrado, para un total de 9580 frutos y 19160 semillas.

Las tablas de vida construidas con los datos de adultos, juveniles, plántulas y semillas se muestran en el Anexo 1. De las semillas que pudieron haber alcanzado la categoría de plántula, en el 2015 las que fueron contadas representan el 8% y en el 2016 el 3,86%.

Del total de plántulas en el 2015 el 2,64% alcanzó la fase de juvenil y en el 2016 lo alcanzó el 18,10%. De los juveniles del 2015 el 62,90% se convirtieron en adultos y en el 2016, el 31,34%. En resumen, en el primer año el 0,13% de las semillas estimadas para el área de estudio se convirtieron en adultos, y en el último año el 0,21%.

Al realizar una comparación entre los gráficos de supervivencia de la población de *J. princeps* entre los años 2015 y 2016, puede observarse que no existe gran diferencia. De un año a otro, la población se comportó de manera similar (Fig. 20).

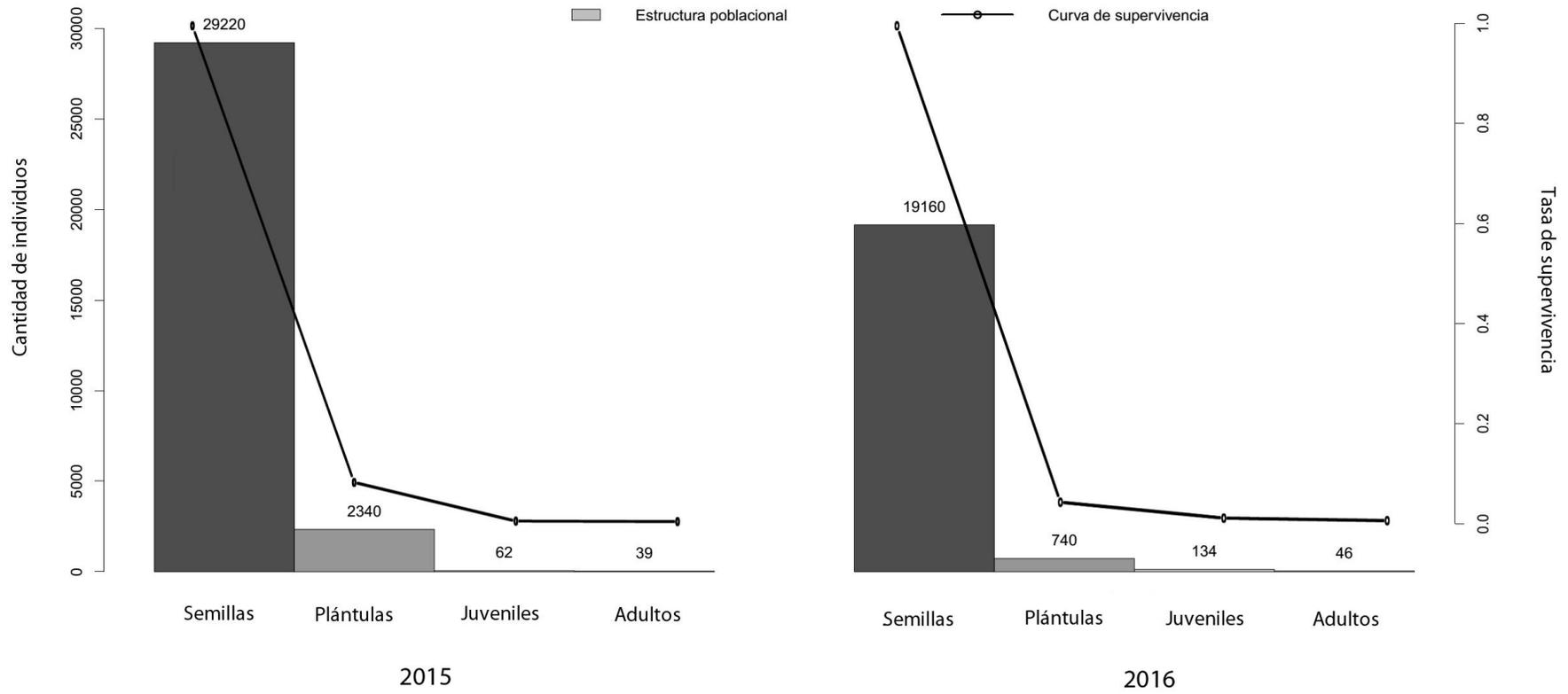


Figura 20: Supervivencia, de una categoría etaria a la siguiente, de los individuos de la población de *Joannesia princeps* del bosque de galería del Jardín Botánico de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, entre los años 2015 y 2016.

5. Discusión

5.1. Características morfo-anatómicas del fruto y potencialidades invasoras de *Joannesia princeps*

La media del peso de los frutos maduros es de aproximadamente 506 g; este rasgo unido al tamaño, donde los valores alcanzan una media de 10,34 cm de ancho y 10,81 cm de largo, evidencia ventajas en el proceso de dispersión del fruto y de la semilla. Estas características se corresponden con lo planteado por Ramalho-Carvalho (2005) para los ecosistemas naturales donde crece la especie en América del Sur.

El peso del fruto facilita el desprendimiento desde la planta cuando completa su desarrollo y alcanza la madurez, manifestándose una primera forma de dispersión, la barocoría. Como resultado de esta se observó una gran cantidad de frutos en el suelo, que se encontraban en el espacio que corresponde al radio de proyección de la copa del árbol, similar a lo planteado por González-Suárez (2006) en las angiospermas.

Sin embargo, las irregularidades del terreno que se manifiestan por un micro relieve, en algunos casos de pendientes abruptas, donde se localizan los individuos progenitores de esta especie, determinan que los frutos al caer rueden, favorecidos por el peso y la forma globosa, alcanzando algunos metros más separados de la planta. Esta posibilidad de desplazamiento del fruto se evidencia por la presencia de estos fuera del radio de proyección de la copa.

El hecho de que la especie produzca una alta cantidad de frutos de gran tamaño y que el mesocarpo tenga una consistencia carnosa por el tejido parenquimatoso que presenta, los hace atractivos para los roedores. Esto se evidencia por la presencia de huellas de mordidas y es un resultado similar al obtenido por Ferreira-Chaves y Davide (1996), Ramalho-Carvalho (2005) y Cid *et al.* (2014) para la especie en sus hábitats de origen. Este aspecto que se relaciona al carácter carnoso del epicarpo y del mesocarpo, manifiesta una combinación de formas de dispersión, barocoría-zoocoría. De acuerdo con el criterio de Rejmánek *et al.* (2005), la dispersión por vertebrados es una de las características que distinguen a las especies invasoras.

El proceso natural de la descomposición del epicarpo y del mesocarpo en el suelo, quedando libre el endocarpo leñoso junto a las semillas, pone en perspectiva otro tipo de dispersión en esta especie, la hidrocoría. En este tipo de dispersión, la estructura anatómica del endocarpo, donde las capas externas de esclerénquima delimitan a una franja interna de parénquima aerífero, favorece su bajo peso y por tanto flotar en el agua. De esta forma, el endocarpo unido a las semillas constituye una diáspora cuyas características conjuntas permiten el desplazamiento a través de las corrientes de agua del río Ochoa, como vía de dispersión.

Sobre este aspecto se destaca que las diásporas permanecen en el suelo del bosque si no existe una fuerza externa que las impulse hacia el río. Por tanto, las crecidas y las inundaciones serían de gran

importancia para arrastrarlas a sus corrientes y que estas lleguen a terrenos altos. Además, la velocidad que alcanzan las corrientes de agua pueden trasladarlas a lugares lejanos, propiciando la dispersión a largas distancias, que es una de las características principales de las especies invasoras. La hidrocoría se reconoce en este estudio como tipo de dispersión en *Joannesia princeps*.

5.2. Características morfológicas de la semilla y potencialidades invasoras de *Joannesia princeps*

En la dispersión de *J. princeps*, la semilla se encuentra asociada al endocarpo y se libera en la medida que ocurre la descomposición de los tejidos de esta parte del fruto, y con ello el proceso de la germinación. El hecho de que son relativamente grandes, entre 1,69 cm de ancho y 2,32 cm de largo, puede propiciar la dispersión por animales y por tanto la supervivencia de las plántulas. Esto corrobora lo planteado por Lisci y Pacini (1997), Matt *et al.* (2008) y Zhishu *et al.* (2015) para otras especies.

Es válido destacar que en el ecosistema nativo de la especie existe depredación de semillas por roedores. Cid (2011) describe una conducta territorial de las jutías durante el período de apareamiento. Los individuos machos buscan parches donde los árboles se encuentren fructificando en el momento y los defienden de otros machos; estos parches constituyen manchas de abundantes recursos alimenticios. Los parches formados por árboles de *Joannesia princeps* están entre los preferidos por el tamaño de las semillas y su alto contenido energético. El endospermo, que ocupa el mayor volumen de la semilla, puede ser el principal atractivo para el roedor, por lo que existe una alta probabilidad de que la especie produzca una gran cantidad de semillas como una estrategia adaptativa dirigida a compensar la pérdida por depredación.

Sin embargo, aunque esta interacción ocurre, también existe la posibilidad de dispersión por los mismos roedores ya que luego de determinado tiempo la jutía macho abandona este parche y se establece en otro donde los árboles estén fructificando. De esta manera podrían transportar los frutos y/o las semillas de un lugar a otro, atendiendo a su conducta acaparadora y enterrar las que no consuman en el momento, favoreciendo la dispersión de la especie. Este hecho cobra especial importancia en el bosque de galería del Jardín Botánico de la UCLV donde se conoce la presencia de varias especies de roedores, entre ellas *Capromys pilorides* (jutía conga).

Debe tenerse en cuenta que los roedores no suelen romper frutos duros cuando disponen de otros en los que puedan acceder más fácilmente a las semillas. Sin embargo, los endocarpos luego de dos o tres meses se degradan, liberando las semillas, por lo que los roedores no tendrían que romperlo para obtener la recompensa. Sobre este punto es válido aclarar que las semillas poseen efectos toxicológicos y laxantes. Como en materia de períodos evolutivos 40 años representan poco tiempo, es altamente probable que los roedores aún no se hayan adaptado a estos efectos y como en su medio existen otros recursos alimenticios, no necesiten consumir semillas con estas características, por lo que es también

posible que las eviten. Esto podría explicar por qué la producción de plántulas en el Jardín Botánico de Las Villas es elevada.

Con respecto al resto de las características, la presencia de una testa gruesa lignificada favorece la protección del embrión y del endospermo contra la humedad, teniendo en cuenta que el agua penetra libremente hacia los lóculos por las aberturas en la unión de los carpelos. Este aspecto cobra especial importancia al considerarse la hidrocoría como una forma de dispersión de la diáspora.

5.3. Estructura poblacional y potencialidades invasoras de *Joannesia princeps*

La cantidad de semillas estimadas en este estudio es el resultado de calcular el doble de la cantidad de frutos contados; sin embargo, teniendo en cuenta que se encontraron frutos con una y tres semillas en menor medida, el total constituye una sobreestimación.

En relación a la cantidad de plántulas, en el año 2015 se contaron 1600 menos que en el 2016. La disminución del número de plántulas puede estar relacionado con que, durante el 2016, el período de sequía fue muy prolongado y el bosque de galería sufrió los embates de dos incendios. Además, el área de estudio se encuentra bajo constante manejo como parte del mantenimiento de las áreas de colecciones vivas. Las acciones de control se dirigen sobre todo a la eliminación de plántulas y juveniles, lo que pudo haber influenciado de manera significativa en la cantidad de individuos contados en estas categorías.

En el 2016 la cifra de individuos juveniles ascendió en 72, lo que indica que de un año al siguiente se muestra un reclutamiento en esta categoría. Los individuos adultos que existen en estos momentos en el bosque de galería son el resultado de al menos ocho generaciones de la especie que se han desarrollado en este lugar. Debe tenerse en cuenta que un individuo alcanza la categoría de adulto en cinco años, de acuerdo con lo planteado por Ramalho-Carvalho (2005). Esto puede explicar la pequeña diferencia en el número de individuos adultos de 2015-2016.

Teniendo en cuenta que luego de 42 años en el Jardín Botánico de la UCLV, solo existen 46 individuos adultos, se asume que existe una mortalidad elevada en las categorías inferiores por diversas causas. También que, en el año, el número de individuos que alcanza normalmente la categoría de adulto sea muy reducido con respecto a la cantidad de semillas que se producen: es decir, un adulto por cada 20000 semillas aproximadamente. En este sentido, el hecho de que en el área se mantenga un manejo constante sobre las plántulas y juveniles podría indicar que es este el motivo del bajo número de adultos censados.

Sin embargo, se hace necesario destacar que el Jardín Botánico se mantuvo sin administración durante 10 años, y sus áreas de colecciones vivas se encontraron abandonadas, por lo que es posible que los árboles pudieran ser talados, etc. Es decir que, acciones ajenas al manejo del área, incluyendo

interacciones propias de la comunidad vegetal como la competencia, pueden ser la causa del bajo número de individuos adultos con respecto a la cantidad de semillas producidas.

Durante las observaciones en el campo se pudo corroborar lo que se expone en la bibliografía acerca de la amplia superficie foliar y la altura de los individuos adultos. Dichas características les permiten llegar a los estratos más elevados del dosel y aprovechar de manera eficiente la radiación solar, aspecto que brinda ventajas a las especies invasoras de acuerdo con Rejmánek *et al.* (2005).

Es válido aclarar que durante la revisión de los documentos bibliográficos disponibles en la red no se encontraron referencias acerca de los rasgos físicos que identifican a los individuos adultos o a los juveniles. El criterio utilizado en el presente estudio está basado en observaciones en las cuales se ha notado que los individuos de *J. princeps* necesitan cierto porte, número y grosor en las ramas para sostener los frutos. Los individuos juveniles identificados como de gran tamaño presentaban pocas ramas de un grosor insuficiente, a opinión de la autora, para sostener los frutos grandes; es por esto que se clasificaron dentro de la categoría de juvenil.

Sin embargo, debido a este lapso de información es posible que algunos individuos clasificados como juveniles sean en realidad adultos vegetativos y que durante las observaciones realizadas no existieran adultos reproductivos de este porte, formando un criterio erróneo. Para futuros estudios de estructura poblacional en la especie, se recomienda utilizar criterios basados en los rasgos vegetativos para la identificación de los individuos.

Entre ambos años se observa una diferencia de 10060 en el número de semillas; esta situación es poco preocupante si se tiene en cuenta la gran cantidad de frutos que producen los individuos adultos de *J. princeps* anualmente. De los frutos que se producen, la cantidad que presenta dos semillas se encuentra en la proporción 32:50, por lo que puede esperarse que cada año se halle un número también elevado de semillas.

El hecho de que las semillas de *J. princeps* sean fotoblásticas les da la ventaja de germinar más rápido y de que las plántulas colonicen velozmente el espacio, en correspondencia con lo planteado por Czarnecka y Władyka (2007). Acerca de este último aspecto, Peixoto *et al.* (2008) comprobaron que las poblaciones de *J. princeps* muestran una alta capacidad colonizadora en los claros y parques quemados de los bosques, lo que la hace una especie pionera.

De acuerdo con lo expresado por Richardson *et al.* (2000) y Blackburn *et al.* (2011) para las especies invasoras, el proceso de colonización se distingue por el aumento del número de individuos, elemento que se evidencia en la especie. El tiempo de residencia en el Jardín Botánico (42 años) y la presión de propágulo que manifiesta *J. princeps* (más de 10000 semillas en un año), corrobora que la especie se ha naturalizado en este ambiente, lo que se corresponde con lo planteado por Regalado *et al.* (2012) y Richardson y Pyšek (2012).

En el bosque de galería la especie se ha establecido espontáneamente a más de 100 m del lugar donde fue plantada en el área de colecciones vivas. Tomando los criterios de Vilà *et al.* (2008), *Joannesia princeps* puede clasificarse entonces como una especie invasora en el bosque de galería del Jardín Botánico de la UCLV.

5.4. Control y manejo de *Joannesia princeps* en el bosque de galería del Jardín Botánico de la UCLV

En función de evitar que *J. princeps*, por la capacidad flotadora de las diásporas y su rápido crecimiento, alcance y colonice otros ecosistemas a través de la corriente del río Ochoa, se hace necesario establecer acciones para el control y manejo de su población en el bosque de galería.

Al proponer acciones de control y manejo debe tenerse en cuenta que estas conlleven el menor esfuerzo posible con resultados positivos. Al ser dioica la especie, solo los individuos femeninos producen frutos y con un solo individuo masculino pueden fecundarse todos los femeninos; es por esto que sería inútil eliminar individuos masculinos. Como el objetivo es controlar la población y no eliminarla, solo se proponen las acciones hacia algunos individuos femeninos.

Es válido aclarar que, hasta el momento, las acciones de manejo se han dirigido a la eliminación de las plántulas y los juveniles de pequeño porte. Dada la alta mortalidad de individuos en estas categorías, como se expuso anteriormente, eliminarlos es un esfuerzo que se puede evitar ya que estos morirán de manera natural. Por ello se propone redirigir las acciones de control a los individuos femeninos y a los juveniles de mayor tamaño. Se considera que estas acciones darán los mismos resultados inmediatos con un menor esfuerzo.

Acciones para el control y manejo de *Joannesia princeps*:

1. Eliminar desde la raíz los individuos juveniles de mayor tamaño y los tocones que presenten o no rebrotes de la especie.
2. Recolectar cada año la mayoría de los frutos que caen en el suelo del bosque para controlar el reclutamiento de plántulas.
3. Eliminar desde la raíz árboles adultos femeninos; sobre todo los que se encuentren más cercanos al río.
4. Controlar la extracción de frutos o semillas de la especie por las personas que visitan el Jardín Botánico.
5. Capacitar a los auxiliares de investigación agropecuaria (jardineros) sobre las acciones de control y manejo de esta especie.
6. Divulgar el carácter invasor de esta especie a través de los diferentes grupos metas que visitan el Jardín Botánico.

6. Conclusiones

1. En *Joannesia princeps* el peso, el tamaño, la forma globosa y el epicarpo y mesocarpo carnosos del fruto, determinan la combinación de formas de dispersión barocoría-zoocoría, favorecidos por el micro relieve en el bosque de galería del Jardín Botánico de la UCLV; con ello la potencialidad evidente de invadir este ecosistema.
2. La presencia de un endocarpo lignificado con parénquima aerífero intermedio, que encierra a las semillas en los lóculos, constituye una diáspora que propicia la dispersión por el agua a través del río Ochoa y con ello la invasión a otros ecosistemas.
3. El endospermo de la semilla en *J. princeps* brinda abundante tejido de nutrición para la germinación, lo que favorece el carácter de especie invasora.
4. De 2015 a 2016, la población de *Joannesia princeps* se muestra estable, con una abundante producción de semillas, un número elevado de plántulas a pesar del manejo del área y varios individuos juveniles y adultos que colonizan toda la extensión del bosque de galería del Jardín Botánico de la UCLV.
5. El control y manejo de esta especie en las áreas de colecciones vivas del Jardín Botánico, la capacitación de los jardineros y la divulgación de sus potencialidades invasoras a través de los diferentes grupos metas, son acciones importantes para prevenir la invasión a otras áreas.

7. Recomendaciones

- Control estricto de la población de *Joannesia princeps* en el Jardín Botánico de la UCLV para evitar su propagación a otras áreas.
- Extender el estudio poblacional a las localidades río abajo donde se presente la especie.
- Estudiar la ontogenia de los frutos de *Joannesia princeps* para profundizar en la variabilidad del número de carpelos.
- Describir el proceso germinativo de las semillas de *Joannesia princeps*, y de la emergencia de la plántula.
- Redirigir las acciones de control y manejo a los individuos adultos femeninos y los juveniles de mayor tamaño.

8. Referencias bibliográficas

- Alencar, N. L. M., Innecco, R., Gomes-Filho, E., Gallão, M. I., Alvarez-Pizarro, J. C., Prisco, J. T., *et al.* (2012) Seed reserve composition and mobilization during germination and early seedling establishment of *Cereus jamacaru* D.C. ssp. *jamacaru* (Cactaceae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 84: 823-831.
- Alpert, P. (2006) The advantages and disadvantages of being introduced. *Biological Invasions*. 8: 1523-1531.
- Amodeo, M. R. y Zalba, S. M. (2011) Phenology of *Prunus mahaleb*, a fleshy fruited tree invading natural grasslands in Argentine Pampas. San Juan, Bahía Blanca, Argentina: Grupo de Estudios en Conservación y Manejo, pp. 3-14.
- Aronne, G., De-Micco, V. y Barbi, S. (2008) Hypocotyl features of *Primula palinuri* Petagna (Primulaceae), an endemic and rare species of the Southern Tyrrhenian Coast. En: *XVIII Congresso Nazionale SItE*. Parma, pp. 113-118.
- Arteaga, L. L. (2007) El tamaño de las semillas de *Vismia glaziovii* Ruhl. (Guttiferae) y su relación con la velocidad de germinación y tamaño de la plántula. *Revista peruana de biología*. 14: 17-19.
- Beckmann, M., Erfmeier, A. y Bruelheide, H. (2009) A comparison of native and invasive populations of three clonal plant species in Germany and New Zealand. *Journal of Biogeography*. 36: 865–876.
- Bertechine-Gagliardi, K., de-Souza, L. A. y Meyer-Albiero, A. L. (2014) Comparative fruit development in some Euphorbiaceae and Phyllanthaceae. *Plant Systematics and Evolution*. 300: 780.
- Blackburn, T. M., Pyšek, P., Bacher, S., Carlton, J. T., Duncan, R. P., Jarošík, V., *et al.* (2011) A proposed unified framework for biological invasions. *TRENDS in Ecology and Evolution*. 26: 336.
- Bonnin, E. y Lahaye, M. (2013) Contribution of cell wall-modifying enzymes to the texture of fleshy fruits. The example of apple. *Journal of the Serbian Chemical Society*. 78: 418.
- Borhidi, A. (1991) *Phytogeography and vegetation ecology of Cuba*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Bracegirdle, B. y Miles, P. H. (1975) *Atlas de Estructura Vegetal*. Madrid: PARANINFO.
- Bravo-Dias, G., De-Matos-Malavasi, M., Ferreira, R. A. y Contro-Malavasi, U. (2013) Aspectos morfológicos de frutos e morfológicos de plântulas de *Vitex montevidensis* Cham. *Scientia Agraria Paranaensis - SAP*. 12: 126.
- Bulleri, F., Bruno, J. F. y Benedetti-Cecchi, L. (2008) Beyond Competition: Incorporating Positive Interactions between Species to Predict Ecosystem Invasibility. *PLoS BIOLOGY*. 6: 1138.
- Call, L. J. y Nilsen, E. T. (2005) Analysis of interactions between the invasive tree-of-heaven (*Ailanthus altissima*) and the native black locust (*Robinia pseudoacacia*). *Plant Ecology*. 176: 275-283.
- Can, L. y Küçüker, O. (2015) Seed morphology and surface microstructure of some *Euphorbia* (Euphorbiaceae) taxa distributed in Turkey-in-Europe. *Turkish Journal of Botany*. 39: 449-455.

- Capobiango, R. A., Vestena, S. y Couto-Bittencourt, A. H. (2008) Alelopatia de *Joanesia princeps* Vell. e *Casearia sylvestris* Sw. sobre espécies cultivadas. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 19: 924-929.
- Carneiro-da-Costa, M. G. (2013) Biomassa estocada em plantios de restauração com diferentes espaçamentos, diversidades e porcentagens de pioneiras em Mata Atlântica do sudeste do Brasil. São Mateus, Espírito Santo: Universidade Federal do Espírito Santo, pp. 69.
- Chiarini, F. y Barboza, G. (2007) Anatomical study of different fruit types in Argentine species of *Solanum* subgen. *Leptostemonum* (Solanaceae). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. 64: 168-172.
- Cid, B. (2011) Reintrodução da cutia-vermelha (*Dasyprocta leporina*) no Parque Nacional da Tijuca (Rio de Janeiro, RJ): Avaliação dos procedimentos, determinação do sucesso em curto prazo e caracterização dos padrões espaciais. En: *Instituto de Biologia*. Brasil: Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Cid, B., Figueira, L., de-T.-e-Mello, A. F., Pires, A. S. y Fernandez, F. A. S. (2014) Short-term success in the reintroduction of the red-humped agouti *Dasyprocta leporina*, an important seed disperser, in a Brazilian Atlantic Forest reserve. *Tropical Conservation Science*. 7: 796-805.
- Constible, J. M., Sweitzer, R. A., Van-Vuren, D. H., Schuyler, P. T. y Knapp, D. A. (2005) Dispersal of non-native plants by introduced bison in an island ecosystem. *Biological Invasions*. 7: 699–707.
- Czarnecka, B. y Władyka, M. (2007) Ecological meaning of seed size and shape for seed persistence and germinability in some mountain plants from the collection of the Botanical Garden in Lublin. *Bulletin of Botanical Gardens*. 16: 9.
- Davis, M. A., Grime, J. P. y Thompson, K. (2000) Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. *Journal of Ecology*. 88: 528-534.
- Davis, M. A. y Thompson, K. (2000) Eight Ways to be a Colonizer; Two Ways to be an Invader: A Proposed Nomenclature Scheme for Invasion Ecology. *Bulletin of the Ecological Society of America*. 226-230.
- Daws, M. I., Hall, J., Flynn, S. y Pritchard, H. W. (2007) Do invasive species have bigger seeds? Evidence from intra- and inter-specific comparisons. *South African Journal of Botany*. 73: 141.
- Donlan, C. J. (2008) On the ecology of invasive species, extinction, ecological history, and biodiversity conservation. En: *Faculty of the Graduate School*. Cornell University, pp. 139.
- Esser, H.-J. (2003) Fruit characters in Malesian Euphorbiaceae. *Telopea*. 10: 170.
- Faife-Cabrera, M. (2008) Propuesta de manejo de la vegetación del Bosque de Galería del Jardín Botánico de Villa Clara. En: *Universidad de La Habana. Jardín Botánico Nacional*. Ciudad de La Habana: Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, pp. 74.

- Faife-Cabrera, M. (2012) Restauración del bosque de galería del Jardín Botánico de Villa Clara: una contribución a la conservación y uso sostenible de los recursos forestales. En: *Informe Final del Proyecto 0667*. Santa Clara, Villa Clara, Cuba: Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Centro de Estudios Jardín Botánico de Villa Clara.
- Ferreira-Chaves, M. M. y Davide, A. C. (1996) Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Joannesia princeps* Vell. - Euphorbiaceae. *Revista Brasileira de Sementes*. 18: 208-2013.
- Francisco, M. R., Lunardi, V. O. y Galetti, M. (2007) Bird attributes, plant characteristics, and seed dispersal of *Pera glabrata* (Schott, 1858), (Euphorbiaceae) in a disturbed cerrado area. *Brazilian Journal of Biology*. 67: 627-633.
- García-Serrano, H., Sans, F. X. y Escarré, J. (2007) Interspecific competition between alien and native congeneric species. *Acta Oecologica*. 31: 69–76.
- Godoy, O., Richardson, D. M., Valladares, F. y Castro-Díez, P. (2009) Flowering phenology of invasive alien plant species compared with native species in three Mediterranean-type ecosystems. *Annals of Botany*. 103: 485 – 493.
- Gola, G., Negri, G. y Cappelletti, C. (1969) Tratado de Botánica. En: *Tratado de Botánica*. Vedado, Habana, Cuba: Instituto del Libro, pp. 83-87.
- González-Oliva, L. (2010) Ecología poblacional y rasgos de historia de vida de la especie endémica *Amaranthus minimus* (Amaranthaceae): implicaciones para su conservación. En: *Facultad de Biología*. La Habana: Universidad de La Habana, pp. 99.
- González-Suárez, S. (2006) *Botánica I. 2*. La Habana: Editorial Félix Varela.
- Grillo-Ravelo, O. (2014). (Ray-Tandrón, D. I., ed.).
- Harmon-Threatt, A. N., Burns, J. H., Shemyakina, L. A. y Knight, T. M. (2009) Breeding system and pollination ecology of introduced plants compared to their native relatives. *American Journal of Botany*. 96: 1544–1549.
- Hernández, L. F. y Bellés, P. M. (2007) A 3-D finite element analysis of the sunflower (*Helianthus annuus* L.) fruit. Biomechanical approach for the improvement of its hullability. *Journal of Food Engineering*. 78: 864.
- Holman, R. H. y Robbins, W. W. (1961) *Botánica General*. 1. Mexico, D. F.: UNION TIPOGRAFICA EDITORIAL HISPANO AMERICANA, 272-277 pp.
- Hulme, P. E., Bacher, S., Kenis, M., Klotz, S., Kühn, I., Minchin, D., *et al.* (2008) Grasping at the routes of biological invasions: a framework for integrating pathways into policy. *Journal of Applied Ecology*. 45: 404-407.

- Jacquemyn, H., Brys, R., Hermy, M. y Willems, J. H. (2007) Long-term dynamics and population viability in one of the last populations of the endangered *Spiranthes spiralis* (Orchidaceae) in the Netherlands. *Biological Conservation*. 134: 15.
- Janson, C. H. (1983) Adaptation of Fruit Morphology to Dispersal Agents in a Neotropical Forest. *Science*. 219: 187-188.
- Jordano, P. (2000) Fruits and Frugivory. *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. pp. 133-147.
- Jurado, E. y Westoby, M. (1992) Crecimiento de plántulas en relación al tamaño de las semillas en la parte árida de Australia. *The Journal of Ecology*. 3-29.
- Kelly, N. E. y Metaxas, A. (2008) Population structure of two deep-sea hydrothermal vent gastropods from the Juan de Fuca Ridge, NE Pacific. *Mar Biol*. 153: 457.
- Klimešová, J. y Pyšek, P. (2011) Current topics in clonal plants research: editorial. *Preslia*. 83: 275-278.
- Kueffer, C., Kronauer, L. y Edwards, P. J. (2009) Wider spectrum of fruit traits in invasive than native floras may increase the vulnerability of oceanic islands to plant invasions. *Oikos*. 118: 1327-1332.
- Lang, A., Vieira, Í. R. y Caldas, M. C. A. R. (2013) Efeito laxativo de *Joannesia princeps* em equinos hígdidos. En: *VI Simpósio Internacional do Cavalo Atleta*. Belo Horizonte-Minas Gerais: Revista Oficial do Conselho Regional de Medicina Veterinária do Estado de Minas Gerais, pp. 48-49.
- Latzel, V., Klimešová, J., Doležal, J., Pyšek, P., Tackenberg, O. y Prach, K. (2011) The Association of Dispersal and Persistence Traits of Plants with Different Stages of Succession in Central European Man-Made Habitats. *Folia Geobot*. 46: 298.
- Leishman, M. R., Haslehurst, T., Ares, A. y Baruc, Z. (2007) Leaf trait relationships of native and invasive plants: community- and global-scale comparisons. *New Phytologist*. 176: 635-641.
- Lisci, M. y Pacini, E. (1997) Fruit and seed structural characteristics and seed dispersal in *Mercurialis annua* L. (Euphorbiaceae). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 66: 379-384.
- Liu, M., Van-Wyk, B.-E., Tilney, P. M., Plunkett, G. M., Lowry, P. P. y Magee, A. R. (2016) The phylogenetic significance of fruit structural variation in the tribe Heteromorphae (Apiaceae). *Pakistan Journal of Botany*. 48: 209.
- Lucas, P. W. y Corlett, R. T. (1998) Seed Dispersal by Long-Tailed Macaques. *American Journal of Primatology*. 45: 30-42.
- Lyons, K. G. y Schwartz, M. W. (2001) Rare species loss alters ecosystem function - invasion resistance. *Ecology Letters*, (2001) 4: 358±365. 4: 362-363.
- Mamtaj, K. y Amal, K. M. (2011) Studies on the Sclereids Diversity and Distribution Pattern in the Different Plant Organs (leaves, stems and fruits) of some Selected Medicinally Viable

- Angiospermic Taxain Eastern India: A Systematic Approach. *Advances in Bioresearch*. 2: 111-119.
- Maron, J. L., Horvitz, C. C. y Williams, J. L. (2010) Using experiments, demography and population models to estimate interaction strength based on transient and asymptotic dynamics. *Journal of Ecology*. 98: 290-300.
- Matt, F., Almeida, K., Arguero, A. y Reudenbach, C. (2008) Seed Dispersal by Birds, Bats and Wind. *Gradients in a Tropical Mountain Ecosystem of Ecuador*. pp. 157-165: Ecological Studies.
- Medri, M. E. y Correa, M. A. (1985) Aspectos histológicos e bioquímicos de *Joannesia principis* e *Spathodea campanulata*, crescendo em solos na capacidade de campo, encharcado e alagado. *Semina*. 6: 148-152.
- Meiners, S. J. (2007) Native and exotic plant species exhibit similar population dynamics during succession. *Ecology*. 88: 1098-1103.
- Mitchell, C. E., Agrawal, A. A., Bever, J. D., Gilbert, G. S., Hufbauer, R. A., Klironomos, J. N., et al. (2006) Biotic interactions and plant invasions. *Ecology Letters*. 9: 727.
- Mitchell, C. E., Blumenthal, D., Jarošík, V., Puckett, E. E. y Pyšek, P. (2010) Controls on pathogen species richness in plants' introduced and native ranges: roles of residence time, range size and host traits. *Ecology Letters*. 13: 1525-1533.
- Moles, A. T., Ackerly, D. D., Webb, C. O., Tweddle, J. C., Dickie, J. B. y Westoby, M. (2005) A Brief History of Seed Size. *Science*. 307: 576.
- Moles, A. T. y Westoby, M. (2006) Seed size and plant strategy across the whole life cycle. *Oikos*. 113: 91-104.
- Moles, A. T. y Leishman, M. R. (2008) The seedlings as part of a plant's life history strategy. pp. 215-217.
- Monge, J. (2008) Estructura poblacional y actividad reproductiva de la rata de campo (*Sigmodon hirsutus*) durante un ciclo de producción de maní (*Arachis hypogaea*) en costa rica. *Agronomía Costarricense*. 32: 162.
- Müllerová, J., Pergl, J. y Pyšek, P. (2013) Remote sensing as a tool for monitoring plant invasions: Testing the effects of data resolution and image classification approach on the detection of a model plant species *Heracleum mantegazzianum* (giant hogweed). *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 25.
- Mworia, J. K. (2011) Invasive Plant Species and Biomass Production in Savannas. En: Atazadeh, I. (ed.). *Biomass and Remote Sensing of Biomass*. pp. 36. School of Biological Sciences, University of Nairobi, Kenya: InTech.

- Nikhil, S., Rajendra, S. B., Satyendra, S. B., Preeti, A. y Sarlesh, R. (2012) Gajpeepal (*Scindapsus officinalis* fruit): An anatomical & pharmacological review. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 1: 49.
- Nishioka, S. A. y Dornfeld-Escalante, R. (1997) Poisoning by the ingestion of seeds of the fruit of the "cotieira" (*Joannesia princeps*). *Sao Paulo Medical Journal*. 115: 1366-1367.
- Oviedo-Prieto, R. y González-Oliva, L. (2015) Lista nacional de plantas invasoras y potencialmente invasoras en la República de Cuba - 2015. En: *Bissea*. La Habana, Cuba: Jardín Botánico Nacional, pp. 5.
- Peixoto, A. L., Machline-Silva, I., Pereira, O. J., Simonelli, M., Moraes-de-Jesus, R. y Gonçalves-Rolim, S. (2008) Tabuleiro Forests North of the Rio Doce: Their Representation in the Vale do Rio Doce Natural Reserve, Espírito Santo, Brazil. *Tabuleiro Forests North of the Rio Doce*. pp. 327. Brazil.
- Peña, E. y Saralegui, H. (1982) *Técnicas de Anatomía Vegetal*. La Habana.
- Peris, J. E., Fedriani, J. M. y Peña, L. (2015) Los mamíferos frugívoros prefieren frutos de cítricos infectados por *Penicillium digitatum*: ¿se equivocaba Janzen? *Ecosistemas. Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*. 24: 5-11.
- Pyšek, P., Richardson, D. M., Rejmánek, M., Webster, G. L., Williamson, M. y Kirschner, J. (2004) Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *TAXON*. 53: 131-143.
- Ramalho-Carvalho, P. E. (2005) Boleira. Taxonomía e Nomenclatura. *Circular Técnica*. 105: 2-3.
- Regalado, L., González-Oliva, L., Fuentes, I. y Oviedo-Prieto, R. (2012) Las plantas invasoras. Introducción a los conceptos básicos. En: *Bissea*. La Habana, Cuba: Jardín Botánico Nacional, pp. 1-7.
- Rejmánek, M., Richardson, D. M. y Pyšek, P. (2005) Plant invasions and invasibility of plant communities. *Vegetation Ecology*. 332-349.
- Richardson, D. M., Pyšek, P., Rejmánek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D. y West, C. J. (2000) Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*. 6: 93-107.
- Richardson, D. M. y Pyšek, P. (2006) Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invasibility. *Progress in Physical Geography*. 30: 419.
- Richardson, D. M. y Pyšek, P. (2012) Naturalization of introduced plants: ecological drivers of biogeographical patterns. *New Phytologist*. 196: 384-392.
- Rojas-Aréchiga, M., Mandujano, M. C. y Golubov, J. K. (2012) Seed size and photoblastism in species belonging to tribe Cactaeae (Cactaceae). *Journal of Plant Research*. 2-10.

- Rudgers, J. A., Brett-Mattingly, W. y Koslow, J. M. (2005) Mutualistic fungus promotes plant invasion into diverse communities. *Oecologia*. 144: 464-469.
- Ruxton, G. D. y Schaefer, H. M. (2012) The conservation physiology of seed dispersal. *Philosophical Transactions of the Royal Society*. 367: 1708-1716.
- Simpson, M. G. (2006) *Plant Systematic*. USA: Elsevier Academic Press, 348-449 pp.
- Strauss, S. Y., Webb, C. O. y Salamin, N. (2006) Exotic taxa less related to native species are more invasive. *Environmental Sciences*. 103: 5841–5845.
- Thompson, K., Hodgson, J. G. y Rich, T. C. G. (1995) Native and alien invasive plants: more of the same? *FORUM*. 18: 393-394.
- Tiwari, S. y Sharma, K. (2011) Comparison of changes in starch contents in the cotyledons of Radish and Lablab. *International Multidisciplinary Research Journal*. 1: 21-24.
- Tomaszewska, P. (2013) Variability of caryopsis in avena amphiploids – a microstructural approach. *Modern Phytomorphology*. 4: 21.
- Traveset, A., Moragues, E. y Valladares, F. (2008) Spreading of the invasive *Carpobrotus acinaciformis* in Mediterranean ecosystems: The advantage of performing in different light environments. *Applied Vegetation Science*. 11: 52.
- Valencia-Díaz, S., Flores-Morales, A., Perea-Arango, I. y Flores-Palacios, A. (2015) How does the presence of endosperm affect seed size and germination? *Botanical Sciences*. 93: 786-788.
- Vilà, M. y Weiner, J. (2004) Are invasive plant species better competitors than native plant species? - evidence from pair-wise experiments. *Oikos*. 105: 229-238.
- Vilà, M., Valladares, F., Traveset, A., Santamaría, L. y Castro, P. (2008) Invasiones biológicas. *CSIC*. 7: 23-60.
- Weber, E., Shi-Guo, S. y Bo, L. (2008) Invasive alien plants in China: diversity and ecological insights. *Biol Invasions*. 10: 1419-1420.
- Webster, G. L. (1994) Synopsis of the genera and suprageneric taxa of Euphorbiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 81: 103-113.
- Werren, G. (2001) Environmental Weeds Of The Wet Tropics Bioregion: Risk Assessment & Priority Ranking. Wet Tropics Management Authority, Cairns, pp. 4-12.
- Weryszko-Chmielewska, E. y Michałojć, Z. (2011) Anatomical traits of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit. *Acta Agrobotanica*. 64: 187.
- Yu, S., Sternberg, M. y Chen, H. (2007) Seed mass, shape, and persistence in the soil seed bank of Israeli coastal sand dune flora. *Evolutionary Ecology Research*. 9: 332-335.
- Zhang, H. y Wang, W. (2009) Using endocarp-remains of seeds of wild apricot *Prunus armeniaca* to identify rodent seed predators. *Current Zoology*. 55: 396-399.

- Zhang, S. T., Du, G. Z. y Chen, J. K. (2004) Seed size in relation to phylogeny, growth form and longevity in a subalpine meadow on the east of the Tibetan plateau. *Folia Geobotanica*. 39: 129.
- Zhiguo, L., Hongling, Y., Pingping, L., Jizhan, L., Jizhang, W. y Yunfeng, X. (2013) Fruit biomechanics based on anatomy: a review. *International Agrophysics*. 27: 97-98.
- Zhishu, X., Zhibin, Z. y Krebs, C. J. (2015) Seed size and number make contrasting predictions on seed survival and dispersal dynamics: A case study from oil tea *Camellia oleifera*. *Forest Ecology and Management*. 343: 1-8.

Anexos

Anexo 1

Tabla I: Caracteres morfológicos de los frutos maduros de *Joannesia princeps*. El asterisco en la columna de la cantidad de valvas representa los frutos con una valva no diferenciada. En la columna de la cantidad de lóculos, el asterisco representa los frutos con un lóculo atrofiado.

# Fruto	Peso (g)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Cantidad de valvas	# Endocarpo	Peso (g)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Cantidad de lóculos	Cantidad de semillas
1	568,12	10,2	10,8	5	1	63,11	6,0	6,2	2*	1
2	577,14	10,9	12,0	4	2	89,16	6,9	7,1	2	2
3	614,14	11,0	11,5	4	3	93,9	7,3	7,3	2	2
4	580,19	10,9	11,7	4	4	95,04	7,5	7,5	2	2
5	574,56	10,7	10,4	6	5	90,35	7,5	6,5	3*	2
6	423,3	10,0	10,9	4	6	80,15	6,4	6,5	2	2
7	459,65	10,3	10,2	4	7	82,19	6,7	6,8	2	2
8	513,77	9,9	10,2	5	8	77,48	6,9	6,8	2*	1
9	565,54	11,2	11,3	4	9	82,24	6,9	7,1	2	2
10	604,55	11,0	11,6	4	10	95,25	7,0	7,2	2	2
11	513,35	9,9	9,5	6	11	89,04	7,0	6,0	3	3
12	689,08	11,7	12,2	4	12	96,53	7,3	7,7	2	2
13	640,85	11,6	12,1	4	13	83,98	7,2	7,9	2*	1
14	585,65	10,9	11,0	4	14	92,69	7,0	7,3	2	2
15	720,04	11,5	11,9	4	15	91,66	7,1	7,3	2	2
16	503,14	10,3	10,9	4	16	81,08	6,9	6,9	2*	1
17	427,05	10,2	10,4	4	17	63,95	6,1	6,2	2	2
18	459,37	9,9	11,0	4	18	75,86	6,4	6,7	2	2
19	474,07	10,9	10,8	4	19	84,88	7,3	7,1	2*	1
20	531,91	10,7	11,5	4	20	82,83	6,8	7,0	2	2
21	521,31	10,4	11,2	4	21	76,95	7,5	7,2	2*	1
22	428,01	9,5	10,3	4	22	70,44	6,4	6,8	2	2
23	462,41	10,1	10,5	4	23	69,85	6,7	6,8	2*	1

24	553,02	10,4	11,3	4	24	80,92	6,9	7,1	2	2
25	547,25	10,9	11,5	4	25	81,92	7,1	7,0	2	2
26	469,98	10,0	10,7	4	26	65,98	6,5	6,6	2*	1
27	547,08	10,8	11,0	4	27	73,57	6,4	6,5	2	2
28	513,44	10,4	11,5	4	28	99,41	6,6	7,0	2	2
29	531,18	10,4	10,5	4	29	84,16	7,0	7,0	2	2
30	440,2	10,0	10,5	4	30	71,06	6,5	6,6	2*	1
31	492,65	9,9	10,2	4*	31	82,09	6,8	7,3	2*	1
32	477,16	10,0	10,6	4	32	72,06	6,7	6,9	2	2
33	430,18	9,6	10,6	4	33	83,68	6,7	6,8	2	2
34	456,73	9,8	10,2	4	34	63,85	6,7	6,7	2*	1
35	417,65	9,7	10,1	4	35	66,02	6,4	6,6	2*	1
36	413,1	9,3	10,0	4	36	72,48	6,3	6,5	2	2
37	473,24	10,2	10,7	4	37	72,34	6,5	6,8	2	2
38	459,83	9,9	10,6	4*	38	76,42	6,3	6,9	2	2
39	486,66	10,1	11,2	4	39	73,83	6,4	6,9	2	2
40	525,99	10,5	11,2	4	40	81,16	6,7	6,9	2	2
41	367,04	9,9	9,6	5	41	85,73	7,1	7,1	2	2
42	476,59	10,0	10,9	4	42	68,11	6,5	6,7	2	2
43	435,5	10,1	10,8	4	43	74,35	6,7	7,1	2	2
44	618,58	10,8	11,5	4	44	73,31	6,5	6,7	2*	1
45	457,85	10,2	10,5	4	45	85,58	6,7	7,1	2	2
46	439,34	10,2	10,4	4	46	65,31	6,5	6,5	2*	1
47	423,23	10,2	10,2	4	47	88,88	6,8	7,2	2	2
48	483,93	10,2	11,1	4	48	70,67	6,9	6,4	2*	1
49	403,87	9,6	8,9	6	49	77,29	6,6	5,6	3*	2
50	500,14	10,2	10,6	4	50	76,92	6,9	6,8	2	2
Media	505,5722	10,34	10,816	-	Media	79,5142	6,77	6,864	-	-

Tabla II: Dimensiones de cada semilla por fruto de *Joannesia princeps*. El número del fruto al que pertenecen se muestra en la primera columna.

# Fruto	Cantidad semillas	Ancho (cm)	Largo (cm)
7	2	1,7	2,4
		1,7	2,3
50	2	1,7	2,4
		1,5	2,2
11	3	1,6	2,0
		1,6	2,0
		1,8	2,3
36	2	1,6	2,2
		1,7	2,3
23	1	1,9	2,5
38	2	1,9	2,4
		1,7	2,2
3	2	1,8	2,6
		2,0	2,6
46	1	1,8	2,6
15	2	1,6	2,4
		1,7	2,4
42	2	1,8	2,5
		1,6	2,4
17	2	1,4	2,1
		1,2	1,9
28	2	1,8	2,5
		1,9	2,6
47	2	1,8	2,4
		1,8	2,4
22	2	1,6	2,1
		1,6	2,3
5	2	1,9	2,3
		1,7	2,3
40	2	1,7	2,3
		1,7	2,4
33	2	1,8	2,6
		1,9	2,5
39	2	1,6	2,3
		1,7	2,3

#Fruto	Cantidad semillas	Ancho (cm)	Largo (cm)
34	1	1,6	2,3
2	2	1,7	2,4
		1,7	2,3
24	2	1,6	2,2
		1,7	2,3
8	1	1,7	2,6
31	1	1,9	2,6
19	1	1,7	2,5
6	2	1,7	2,4
		1,6	2,3
13	1	1,9	2,5
43	2	1,7	2,2
		1,7	2,3
21	2	1,6	2,2
		1,6	2,3
9	2	1,8	2,5
		1,6	2,2
10	2	2,0	2,6
		1,8	2,5
18	2	1,7	2,2
		1,7	2,2
41	2	1,6	2,3
		1,3	2,0
37	2	1,7	2,3
		1,7	2,2
1	1	1,6	2,2
48	1	1,7	2,4
14	2	1,8	2,4
		1,8	2,4
12	2	1,8	2,3
		1,8	2,4
49	2	1,6	2,0
		1,5	1,9
29	2	1,6	2,3
		1,8	2,4
32	2	1,4	2,0
		1,8	2,4
Media		1,69861111	2,3263889

Tabla III: Conteo del número de plántulas, frutos y estimación del total de semillas de *Joannesia princeps*, por parcela, total muestreado, individuos de cada categoría por m², y total estimado para el área de estudio en el 2015.

Parcelas	Plántulas	Frutos	Semillas
1	9	25	50
2	11	10	20
3	35	100	200
4	18	120	240
5	25	20	40
6	30	95	190
7	26	77	154
8	12	10	20
9	4	203	406
10	29	94	188
11	4	173	346
12	3	78	156
13	5	39	78
14	23	300	600
15	-	117	234
Total de la muestra	234	1578	2922
Individuos por m²	0,975	6,575	12,175
Total estimado	2340	15780	29220

Tabla IV: Conteo del número de plántulas, frutos y estimación del total de semillas de *Joannesia princeps*, por parcela, total muestreado, individuos de cada categoría por m², y total estimado para el área de estudio en el 2016.

Parcelas	Plántulas	Frutos	Semillas
1	35	-	-
2	-	63	126
3	3	-	-
4	1	28	56
5	25	-	-
6	9	-	-
7	-	69	138
8	1	27	54
9	-	56	112
10	-	48	96
11	-	79	158
12	-	24	48
13	-	153	306
14	-	357	714
15	-	54	108
Total de la muestra	74	958	1916
Individuos por m²	0,3083	3,9916	7,9833
Total estimado	740	9580	19160

Tabla V: Tabla de vida tiempo específica de la población de *Joannesia princeps* del Jardín Botánico de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, en el año 2015.

x	nx	lx	dx	qx
Semillas	29220	1,000	0,919	0,919
Plántulas	2340	0,080	0,077	0,973
Juveniles	62	0,002	0,0007	0,370
Adultos	39	0,001	0,001	-

Tabla VI: Tabla de vida tiempo específica de la población de *Joannesia princeps* del Jardín Botánico de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, en el año 2016.

x	nx	lx	dx	qx
Semillas	19160	1,000	0,961	0,961
Plántulas	740	0,039	0,032	0,819
Juveniles	134	0,007	0,005	0,657
Adultos	46	0,002	0,002	-

Anexo 2

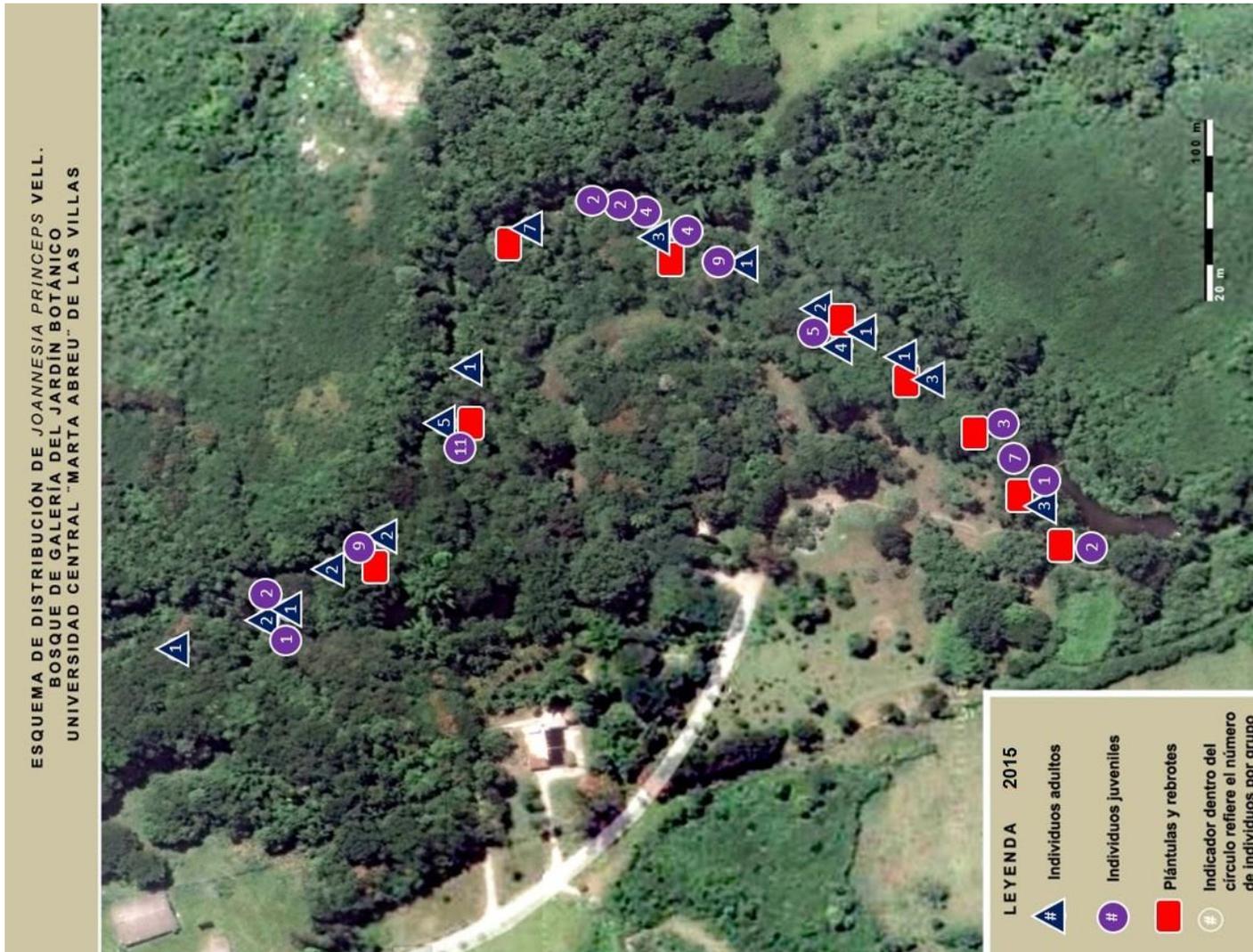


Figura 21: Distribución de la población de *Joannesia princeps* en el bosque de galería del Jardín Botánico de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, en el año 2015.

Anexo 3



Figura 22: Fruto maduro de *Joannesia princeps* con una mordida de roedor, medida con un pie de rey. Foto: Lic. Rafael Alejandro Pérez Obregón.



Figura 23: Fruto de *Joannesia princeps* en proceso de descomposición. Se observa en la superficie del fruto la presencia de varias especies de hongos.
Foto: Lic. Rafael Alejandro Pérez Obregón.



Figura 24: Endocarpos de *Joannesia princeps* flotando en un recipiente con agua. Foto: Dayana Inés Ray Tandrón.