



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
ESCUELA DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE *Herissantia crispera* (L.) BRIZ Y *Bastardia viscosa* (L.) H.B.K. (MALVACEAE)
(Modalidad: Investigación)

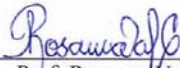
ROSA ELISA CORONADO MAESTRE

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN BIOLOGÍA

CUMANÁ, 2010

BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE *Herissantia crispa* (L.) BRIZ. Y *Bastardia viscosa* (L.)
H.B.K. (MALVACEAE)

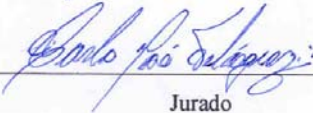
APROBADO POR:



Prof. Rosanna Valerio C.
Asesor



Jurado



Jurado

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
ii	
DEDICATORIA.....	vL
LISTA DE TABLAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viiiv
RESUMEN.....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
METODOLOGÍA.....	6
Área de estudio.....	6
Biología floral	6
Biología de la polinización	7
Eficiencia reproductiva	7
Carga de polen y germinación.....	10
Relación polen-óvulo	10
Estrategias reproductivas	11
Biología de la diseminación	12
Análisis estadísticos	12
RESULTADOS.....	13
Biología floral	13
Biología de la polinización	15
Eficiencia reproductiva (Producción y aborto de flores, óvulos, frutos y semillas)	18
Asignación de biomasa a las estructuras reproductivas	19
Carga de polen	21
Relación polen-óvulo	22
Estrategias reproductivas	22
Biología de la diseminación	24
DISCUSIÓN.....	26

Biología floral y polinización.....	26
Eficiencia reproductiva (producción y aborto de flores, frutos, óvulos y semillas)	29
Asignación de biomasa a las estructuras reproductivas	31
Asignación de biomasa a las estructuras florales y su relación con las estrategias reproductivas	32
Relación polen-óvulo y carga de polen.....	34
Estrategias reproductivas	35
Biología de la diseminación.....	37
CONCLUSIONES.....	38
BIBLIOGRAFÍA.....	39
HOJA DE METADATOS.....	44

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todo Poderoso por darme salud, fuerza, valor, confianza y esperanza para lograr cada una de mis metas.

A mis padres y hermanos por su apoyo moral, espiritual y confianza.

A mis tíos y primos, en especial a tía Mercedes, mi prima Yelitza y su familia, por su apoyo y colaboración en la elaboración de este trabajo.

A la Profesora Rosanna Valerio, más que una maestra ha sido una gran amiga, por su amistad, confianza, apoyo y colaboración en las actividades de campo y laboratorio.

A mi amiga Nohemí, por su amistad, compañerismo, apoyo, confianza y por su valiosa colaboración en las actividades de campo y laboratorio.

A los Profesores Pablo Cornejo y Melfran Herrera, por la identificación de los insectos.

Al Profesor José Veliz por su apoyo en las actividades y suministro de equipos de laboratorio y comentarios.

A Víctor Franco por su amistad, comentarios, sugerencias y colaboración en el transcurso del trabajo.

A la Br. Ana Zapata por su apoyo y colaboración en el trabajo de campo.

Al personal de Albañilería por brindarnos su apoyo, amistad y colaboración en el trabajo de campo, especialmente a los Sres. José Romero, José E. Romero, Germán Lares y Sócrates.

¡A todos muchas gracias!

DEDICATORIA

A mis padres Rosa Inés y Gilberto, por ser los seres que más amo y a mis hermanos Gilberto, Esther y Elizabeth, por su amistad y confianza.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones florales de <i>Bastardia viscosa</i> y <i>Herissantia crispa</i>	15
Tabla 2. Dimensiones del cuerpo, sitio de transporte, frecuencia de visitas y tipo de actividad de los Polinizadores y Visitantes de <i>Bastardia viscosa</i> y <i>Herissantia crispa</i>	17
Tabla 3. Producción de estructuras reproductivas (promedio) de <i>Bastardia viscosa</i> y <i>Herissantia crispa</i>	19
Tabla 4. Porcentaje de estructuras reproductivas abortadas de <i>Bastardia viscosa</i> y <i>Herissantia crispa</i>	19
Tabla 5. Biomasa seca de estructuras florales de <i>Bastardia viscosa</i> y <i>Herissantia crispa</i>	20
Tabla 6. Biomasa seca de fruto y semillas de <i>Bastardia viscosa</i> y <i>Herissantia crispa</i>	20
Tabla 7. Relaciones de biomasa seca de las estructuras reproductivas de <i>Bastardia viscosa</i> y <i>Herissantia crispa</i>	21
Tabla 8. Carga de polen sobre los estigmas de <i>Bastardia viscosa</i> y <i>Herissantia crispa</i>	21
Tabla 9. Número de estambres por flor, número de granos de polen por antera y por flor, número de óvulos por flor, número y relación polen/óvulo de <i>Bastardia viscosa</i> y <i>Herissantia crispa</i>	22
Tabla 10. Producción de frutos (número y porcentaje) de acuerdo a las estrategias reproductivas de <i>Bastardia viscosa</i> y <i>Herissantia crispa</i> . Valores seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente.	23
Tabla 11. Producción de semillas (número) de acuerdo a las estrategias reproductivas de <i>Bastardia viscosa</i> y <i>Herissantia crispa</i> . Valores seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente.	24
Tabla 12. Dimensiones de las semillas de <i>Bastardia viscosa</i> y <i>Herissantia crispa</i>	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Morfología floral de <i>Bastardia viscosa</i> (a) y <i>Herissantia crispa</i> (b). ..	13
Figura 2. Morfología del gineceo de <i>Bastardia viscosa</i> (a) y <i>Herissantia crispa</i> (b).	14
Figura 3. Morfología del polen de <i>Bastardia viscosa</i> (a) y <i>Herissantia crispa</i> (b).	14
Figura 4. Órdenes de agentes polinizadores y visitantes de <i>Bastardia viscosa</i> . a y b: escarabajos (Coleoptera); c, d y e: mariposas (Lepidoptera); f: saltamonte (Orthoptera).....	16
Figura 5. Órdenes y familias de agentes polinizadores y visitantes de <i>Herissantia crispa</i> . a: áfido (Hemiptera-Aphididae); b: hormigas (Hymenoptera- Formicidae); c: mariposa (Lepidoptera-Pieridae).....	17
Figura 6. Frutos de las especies <i>Bastardia viscosa</i> (a) y <i>Herissantia crispa</i> (b).	24
Figura 7. Semillas de <i>Herissantia crispa</i> (a), <i>Bastardia viscosa</i> (b) y <i>Ricinus communis</i> (c, control positivo) sometidas a la prueba histoquímica de Sudan III.	25

RESUMEN

Se evaluó la biología reproductiva de *Herissantia crispa* y *Bastardia viscosa* (Malvaceae), dos especies herbáceas, perennes, hermafroditas, localizadas en el campus de la Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre. En ambas especies, se determinó la morfología floral, biología de la polinización, eficiencia reproductiva, carga de polen y germinación, relación polen-óvulo, estrategias reproductivas y biología de la diseminación. Los resultados mostraron que las flores de *H. crispa* y *B. viscosa* son solitarias, actinomorfas, con las partes florales bien expuestas y anteras de dehiscencia extrorsa. La especie *B. viscosa* presentó como principales polinizadores a insectos pertenecientes al orden Coleoptera, en tanto que *H. crispa* fue polinizada por insectos del orden Hymenoptera (hormigas) y de la familia Aphididae, ambos grupos de pequeños tamaños que se corresponden con las dimensiones florales de las plantas estudiadas. Tanto *H. crispa* como *B. viscosa* mostraron una elevada producción de frutos y semillas (89,47% para *B. viscosa* y 96,72% en *H. crispa*) asociada a reducidos niveles de aborto de estructuras reproductivas y bajo costo de flores, frutos y semillas. El porcentaje de germinación de granos de polen fue de 6,18% para *B. viscosa* y 10,62 en *H. crispa*, valor suficiente para fertilizar los óvulos de estas especies. La relación polen-óvulo en las dos especies se corresponde con el sistema reproductivo de cada una. Los resultados de los cruces controlados indican que *B. viscosa* posee un sistema reproductivo mixto que combina la autopolinización con la polinización cruzada con una elevada producción de frutos y semillas, mientras que *H. crispa*, exhibe elevados valores de fructificación y producción de semillas solo por autopolinización.. En las dos especies, las semillas son aparentemente dispersadas por el viento (anemofilia). De manera general, el presente estudio mostró que *Bastardia viscosa* y *Herissantia crispa* son dos especies poseedoras de una alta eficiencia reproductiva asociada a bajos niveles de aborto de estructuras reproductivas.

Palabras claves: *Herissantia crispa*, *Bastardia viscosa*, Malvaceae, Polinización, Estrategias reproductivas.

INTRODUCCIÓN

La biología reproductiva de las plantas superiores es un área de la botánica que estudia las formas de reproducción de las espermatofitas, incluyendo la morfología y fenología de flores y frutos. El conocimiento del sistema reproductivo en las plantas es muy importante tanto para el entendimiento de las relaciones ecológicas en comunidades naturales, como para analizar el flujo génico y el mantenimiento de la variabilidad genética dentro de una población (Devall y Thien, 1992). La expresión de los genes que regulan el sistema reproductivo de las plantas puede ser influenciada por las condiciones ambientales (Stephenson *et al.*, 2000).

La reproducción sexual es el modo de propagación predominante en las plantas superiores; sin embargo, también se presentan formas de reproducción asexual. La importancia biológica de la reproducción sexual se debe a que permite la unión y distribución de la información genética entre individuos fértiles de una población; este proceso reproductivo abarca desde la polinización y fertilización, con la consecuente formación de un nuevo individuo, hasta la dispersión de las semillas, germinación de las mismas y establecimiento de sus plántulas (Lindorf *et al.*, 1991).

Los sistemas de reproducción en las plantas con flores conforman un rango continuo que abarca desde la autogamia obligada hasta la polinización cruzada obligada (Barrett y Harder, 2000). Los niveles particulares de reproducción cruzada de una especie resultan de la interacción entre las condiciones ambientales locales y las características demográficas, de historia de vida y genética de las poblaciones (Suárez *et al.*, 2004). Las especies anuales presentan con mayor frecuencia sistemas autocompatibles en comparación con las especies perennes (Aarssen, 2000). La ocurrencia de autopolinización en especies anuales puede asegurar la reproducción cuando la polinización cruzada se ve

desfavorecida por causa de escasez o ausencia de polinizadores, o de potenciales donantes de polen coespecíficos (Barrett *et al.*, 1996; Morgan *et al.*, 1997). Por su parte, la mayor longevidad de las especies perennes otorga más posibilidades de reproducción, mostrando con mayor frecuencia polinización cruzada (Chang y Rausher, 1998; Holsinger, 2000).

Schlessman *et al.* (2004) han postulado que las plantas hermafroditas que frecuentemente se autofertilizan invierten menos en estructuras florales para atraer polinizadores que las especies que regularmente se entrecruzan. La autofertilización es un tipo de mecanismo reproductivo que ofrece ventajas desde el punto de vista de la eficiencia reproductiva y aparece, aparentemente, en respuesta a una escasez de polinizadores; entre las ventajas está el asegurar, al menos en parte, la producción de semillas (Ricklefs y Miller, 2000).

Las plantas desarrollan mecanismos especiales para garantizar la polinización, es decir, el traslado del grano de polen funcional desde la estructura reproductora, el microsporangio, hasta el estigma y su posterior germinación para formar el tubo polínico portador del gameto masculino que fertilizará a la ovocélula (Lindorf *et al.*, 1991). Para algunas especies de plantas, la polinización por insectos es más eficiente que la polinización por el viento, ya que la selección favorece a aquellos que tienen insectos como polinizadores. Cuanto más atractivas son las plantas para los insectos, más frecuentemente serán visitadas, polinizadas y más semillas producirán. Las variadas formas de las flores, colores y olores permiten el reconocimiento sensorial por parte de los polinizadores (Curtis y Barnes, 2001).

La familia Malvaceae, del orden Malvales, clase Magnoliopsida, se caracteriza por incluir plantas de hábitos herbáceos, arbustivos o pequeños árboles, a veces con tallos fibrosos y presencia de indumento. Las hojas son simples, alternas, enteras o lobuladas, a menudo palminervias; estípulas presentes, pequeñas y deciduas. Las flores, de tipo hermafrodita, regulares, solitarias o

reunidas en fascículos racemosos o panículas, poseen cinco sépalos (valvados en el botón) y cinco pétalos hipóginos, mayormente adnatos a la base de la columna estaminal, retorcidos e imbricados en el botón. Los estambres, unidos formando una columna estaminal, son numerosos, monadelfos, con dehiscencia longitudinal y polen espinoso. El ovario es súpero, de dos o más celdas, muchas veces de cinco celdas, rara vez de un carpelo o los carpelos en series verticales, con uno o más óvulos. Los frutos son de tipo capsular o esquizocárpico y las semillas con escaso endospermo (Hoyos, 1985).

Esta familia abarca más de 100 géneros y 2 000 especies, sobre todo de regiones tropicales y subtropicales, con unos pocos géneros de zonas templadas. Tiene una gran importancia económica, en especies como el algodónero (*Gossypium* sp.), por las fibras que se obtienen de las semillas; muchas se emplean como ornamentales (*Abutilon*, *Althaea*, *Hibiscus*, *Lavatera*, *Malva* y *Sida*) y otras (*Hibiscus*, *Bastardia*, etc.), son consideradas como medicinales (Devesa, 1997; Carretero, 2004).

Entre los géneros que integran esta familia se encuentran *Bastardia* y *Herissantia*, ambos de localización en México, Argentina, las Antillas y Asia tropical (Cervantes, 1992). En Venezuela se les encuentra frecuentemente asociados a regiones áridas o matorrales húmedos del oriente del país (Hoyos, 1985). *Bastardia* es utilizada en la medicina popular para curar lepra y fístulas (Schnee, 1973); *Herissantia* también tiene uso en la medicina para curar inflamaciones, lo cual fue comprobado por Carvalho *et al.* (2007), quienes aislaron compuestos de glucósidos diraminósidos y tirilósidos de *Herissantia crispa* (L.) Briz. con actividad antiinflamatoria significativa.

El género *Bastardia* incluye de 3 a 4 especies, entre éstas *B. viscosa* (L.) H.B.K., conocida como chivatera, la cual, es un subarbusto de 50-150 cm de alto, caracterizado por emitir un olor fuerte y desagradable. Presenta tallo y pecíolo glanduloso-tomentoso; las hojas son pegajosas, acuminadas, de base cordiforme,

con margen irregularmente denticulado, tomentosas o casi glabras. Las flores son amarillas, axilares, solitarias o en número de 2 ó 3; cáliz con 5 lóbulos acuminados, tomentosos de 3,5-4 mm de largo y ovario de 5 a 8 celdas (Pittier, 1978).

El género *Herissantia*, por su parte, incluye aproximadamente cinco especies, siendo una de éstas *H. crispa* conocida como topo-topo, babosilla, escobilla, pelotazo. Es una hierba muy ramificada, de hasta 1 m de alto, tallos generalmente pilosos, con pelos estrellados o simples. Las hojas son aovadas a redondo-aovadas, de 1 a 4 cm de largo por 1 a 2 cm de ancho, de ápice agudo o acuminado y pecíolos largos. Las flores son solitarias, alojadas en largos pedúnculos filiformes; el cáliz es campanulado, piloso-estrellado, a menudo con pelos largos de 4 a 6 mm de largo; los pétalos, de color blanco-amarillento, son el doble de largos que el cáliz; el gineceo lo componen carpelidos numerosos, membranosos e inflados, verdes pálidos o blanquecinos, piloso-estrellados o generalmente con pelos simples y largos; los frutos son globosos, de 1 a 2 cm de largo (Pittier, 1978).

Una revisión sobre los estudios realizados hasta ahora sobre la biología reproductiva de la familia Malvaceae incluye investigaciones relacionadas con especies de los géneros *Hibiscus* y *Tarasa* (Klips y Snow, 1997; Klips, 1999; Tate y Simpson, 2003), donde se han encontrado especies totalmente autoincompatibles, con una baja producción de polen y granos de tamaño reducido en el caso de *Hibiscus*; y en las especies de *Tarasa*, reducción en la morfología floral producto de la autogamia.

La mayor parte de los trabajos realizados y publicados hasta ahora en Venezuela sobre estrategias reproductivas incluyen algunas especies de la familia Portulacaceae (Valerio y Ramírez, 2003), Convolvulaceae (Suárez *et al.*, 2004), Solanaceae (Hokche y Ramírez, 2006) y Verbenaceae (Ramírez, 2007) siendo la polinización cruzada y la autofertilización las estrategias más exitosas, para una

alta producción de frutos y semillas. De la familia Passifloraceae se han estudiado algunos aspectos de la biología floral de *Passiflora cincinnata* Mast. Dicha especie presentó un bajo porcentaje de autocompatibilidad y una polinización cruzada muy eficiente (Aponte y Jáuregui, 2004). Aular *et al.* (2004) estudiaron el crecimiento reproductivo de *P. cincinnata* presentando mayores porcentajes de formación de frutos en flores sometidas a polinización libre y cruzada, mientras que las autopolinizadas fueron parcialmente compatibles.

Esta investigación tiene como objetivo evaluar la biología reproductiva de las especies *Herissantia crispa* y *Bastardia viscosa* (Malvaceae), con el fin de contribuir con el conocimiento de dichas especies.

METODOLOGÍA

Área de estudio

Los ejemplares de *B. viscosa* y *H. crispa* fueron colectados en las adyacencias de las instalaciones adscritas a la Escuela de Ciencias y Departamento de Matemática de la Universidad de Oriente (UDO), Núcleo de Sucre y su identificación se corroboró en el herbario “Isidro Ramón Bermúdez Romero” (UDO-Núcleo de Sucre). De cada especie se colectaron 50 platas de 5 cm de alto aproximadamente, las cuales se sembraron en bolsas plásticas de ½ kg de capacidad, contenedoras de tierra abonada y suelo proveniente del hábitat natural, en una proporción 1:1.

Una vez alcanzada la altura de 15 cm, cada plántula fue trasladada y sembrada en un área ubicada en el campus Universitario entre la sede del Centro de Actividades Subacuáticas (CASUB) y el vivero del Departamento de Biología de la UDO, Núcleo de Sucre (10° 26` 15``N; 64° 11`37,5``O) en donde, una vez obtenida la fase adulta, se procedió a la realización de las actividades experimentales programadas.

Biología floral

La morfología floral y estructura del perianto se determinó en relación al esquema de Radford *et al.* (1974). Las dimensiones florales se determinaron para un total de 50 flores por especie, según la metodología de Ramírez (2000); las unidades de polinización se midieron tomando en cuenta el diámetro externo (dos medidas perpendiculares entre los extremos de la unidad de polinización), el diámetro interno (dos medidas perpendiculares de la sección interna de la flor) y el largo floral (longitud desde el receptáculo hasta la altura de los pétalos o estambres). La longevidad floral se determinó tomando en cuenta la hora exacta

en que ocurría la apertura de la flor (hora de antesis) y la hora en que se producía el cierre floral; el proceso de antesis se evaluó en flores de diferentes individuos, cuantificando el número de flores marcadas que abren en intervalos de media hora, en un mínimo de 20 flores por especie.

Producción de néctar: Se evaluó la presencia de nectarios florales y extraflorales. La secreción de néctar se estimó en 20 flores en estado de botones aisladas el día anterior a la antesis y provenientes de individuos diferentes. Para ello se insertó un microcapilar en la base de la flor. El volumen de néctar se midió cada 2 horas a partir del momento de la antesis (Ramírez, 2007).

Biología de la polinización

Los visitantes florales fueron capturados durante cinco días de observación. Cada insecto visitante fue identificado, medido en su longitud y examinado cuidadosamente para determinar el lugar de transporte (cabeza, tórax y extremidades) y abundancia del polen transportado. Se tomó una alícuota de la preparación y se contó el número de granos de polen, en una cámara de Neubauer (cinco réplicas). Este procedimiento se hizo para cada especie de insecto colectado. La frecuencia de visitas para los visitantes de cada especie fue establecida para el tiempo de observación.

Eficiencia reproductiva

La eficiencia reproductiva, una medida del nivel de producción y viabilidad de estructuras reproductivas (flores, óvulos, frutos y semillas), se determinó mediante la estimación de variables relacionadas con la producción, aborto y biomasa de estructuras reproductivas. Algunas de estas variables se determinan directamente (por conteo directo), mientras que otras se calculan a partir de la información suministrada por las variables directas.

Las variables directas determinadas en este estudio fueron las siguientes:

- 1) Número de flores por planta: Se determinó por conteo directo en las 50 plantas por especie.
- 2) Número de óvulos por flor: Se cuantificó por disección directa bajo microscopio estereoscópico en 100 flores en anthesis o yemas bien desarrolladas por especie.
- 3) Número de frutos por planta: Se determinó por contaje directo en 50 individuos por especie.
- 4) Número de semillas totales por fruto: Se determinó por conteo directo en 100 frutos maduros por especie.
- 5) Número de semillas abortadas por fruto: Se cuantificó discriminando del total de semillas por fruto, la cantidad de semillas abortivas. Considerándose abortivas aquellas semillas malformadas, de tamaño reducido, aplastada y/o carente de embrión.
- 6) Biomasa seca de la flor: Se determinó sumando la biomasa seca de cada parte floral. Para esto se tomaron 20 flores a las cuales se les separó en cáliz, corola, gineceo y androceo para luego colocar cada una de estas estructuras en estufa a 40°C durante 4 días y luego pesarlas en una balanza analítica.
- 7) Biomasa de frutos y semillas: Se determinó en 20 unidades por especies previamente identificadas y colocadas en una estufa a 40°C durante 4 semanas.

Las variables estimadas a partir de las directas, según metodología de cálculo de Ramírez (1992), se muestran a continuación:

- 1) Relación pericarpo/semilla: Proporciona el costo total de producción del total de semillas promedio por fruto relativo al pericarpo promedio por fruto. Se estimó dividiendo la biomasa del pericarpo (biomasa promedio de fruto – biomasa promedio de semillas por fruto) entre la biomasa promedio de semillas por fruto.

- 2) Relación biomasa fruto/biomasa flor: Se estimó dividiendo la biomasa promedio del fruto entre la biomasa promedio de la flor. Esta relación indica el aumento en biomasa necesario para producir un fruto de una flor.
- 3) Relación biomasa semillas por fruto/ biomasa flor: Se estimó dividiendo la relación biomasa semillas por fruto (producto al multiplicar la biomasa promedio semillas por el número de semillas por fruto) entre la biomasa promedio flor. Esta relación indica el aumento en biomasa necesario para producir el total de semillas por fruto de una flor.
- 4) Relación biomasa fruto por planta/biomasa flor por planta: Permite cuantificar a nivel de planta el aumento en biomasa necesario para producir el total de frutos por planta a partir del total de biomasa seca contenida en flores por planta. Se determinó dividiendo la relación biomasa fruto por planta (producto del multiplicar la biomasa promedio fruto por el número de frutos por planta) entre la relación biomasa flor por planta (producto del multiplicar la biomasa promedio flor por el número de flores por planta).
- 5) Relación biomasa reproductiva/biomasa vegetativa: se obtiene de dividir la suma de las biomásas promedios del androceo y gineceo entre la suma de las biomásas promedios del cáliz y la corola.
- 6) Relación biomasa androceo/biomasa gineceo: Resulta de dividir la biomasa promedio del androceo entre la biomasa promedio del gineceo.
- 7) Proporción de semillas abortadas: Se estimó dividiendo el número promedio de semillas abortadas por fruto entre el promedio de semillas por fruto y finalmente el resultado se expresó porcentualmente.
- 8) Proporción de óvulos abortados: Se estimó dividiendo el número promedio de semillas por fruto (incluida las semillas abortadas) por el promedio de óvulos por flor y el resultado se expresó porcentualmente.
- 9) Proporción flores-frutos abortados: Se determinó por medio de la relación entre el número de frutos por planta y el número de flores por planta, la cual

se expresó porcentualmente. Este valor incluye la proporción de flores y frutos abortados indistintamente.

10) Proporción de semillas producidas: Se determinó restando al número de semillas por fruto, el número de semillas abortadas por fruto; este resultado se multiplicó por el promedio de frutos por planta y el valor obtenido se dividió entre el producto del multiplicar el número de óvulos por flor por el número promedio de flores por planta, finalmente el resultado se expresó porcentualmente.

Carga de polen y germinación

La carga de polen se determinó colectando 20 estigmas luego de 3 y 6 horas de antesis para *B. viscosa* y *H. crispa*, respectivamente. Cada estigma fue colocado en una lámina portaobjetos con una gota de hematoxilina al 1% más una gota de glicerina acuosa 1:1; se colocó una laminilla cubreobjetos y se selló con esmalte transparente de uñas. A continuación se procedió a contar el número total de granos de polen y los tubos polínicos desarrollados en cada estigma.

Relación polen-óvulo

El número de granos de polen por antera se determinó de acuerdo al procedimiento de Lloyd (1965), el cual consistió en lo siguiente: en un vial se colocaron 5 anteras cerradas provenientes de flores diferentes, se agregó una gota de solución acetolítica (una parte de ácido sulfúrico en nueve partes de ácido acético anhidro) y se dejó secar durante unos minutos hasta abrirse las anteras y expulsarse los granos de polen. A continuación se añadieron 0,2 ml de ácido acético anhidro en glicerina y se mezcló en un vortex durante 30 segundos. Una gota de esta mezcla se colocó en cada una de las dos secciones del hematocitómetro donde se realizaron 4 mediciones para un total de 8 conteos por cámara de Neubauer. El procedimiento de conteo se realizó 5 veces por vial, para un número total de viales y anteras de 2 y 10, respectivamente. El número de

granos de polen por flor se estimó multiplicando el número de granos de polen por antera por el número promedio de anteras por flor. El número de óvulos por flor se realizó a través de disección directa bajo microscopio estereoscópico en 100 flores en anthesis o yemas bien desarrolladas. La relación polen-óvulo se calculó dividiendo el número de granos de polen por flor entre el promedio de óvulos por flor. Este procedimiento se efectuó por separado para cada especie. El número de granos de polen por antera por cada ocho cámaras muestreadas se calculó a través de la siguiente fórmula:

$$\text{N}^{\circ} \text{ de granos de polen / antera} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de granos}}{8 \text{ (camaras)} \times 5 \text{ (anteras)}} \times \frac{0,2 \text{ (volumen utilizado)}}{0,0001 \text{ (volumen contado)}}$$

Estrategias reproductivas

Se realizaron pruebas de polinización automática, polinización natural, autopolinización, polinización cruzada y agamosperma de acuerdo a la metodología descrita por Ruiz-Zapata y Arroyo (1978). Para la prueba de polinización automática, en cada individuo seleccionado se escogió una rama (con 5 yemas florales) a la cual se le descartaron todas las flores abiertas y viejas, además de los frutos presentes; y se colocó una bolsa de polinización encerrando las 5 yemas hasta la producción de frutos. Para la autopolinización, en cada individuo seleccionado se tomaron 5 yemas las cuales se encerraron individualmente en una bolsa de polinización hasta la producción de frutos. En la polinización natural, para cada individuo seleccionado, se descartaron las flores y frutos dejando sólo las yemas florales, de las cuales se seleccionaron y marcaron 5 hasta la producción de frutos. Para la prueba de polinización cruzada se utilizaron 3-5 yemas por individuo las cuales se emascularon, se polinizaron con polen proveniente de otros individuos y se encerraron en bolsas de polinización hasta la producción de frutos. Para la prueba de agamosperma, 3-5 yemas por individuo fueron emasculadas durante la anthesis y aisladas en bolsas de polinización hasta la producción de frutos. Para cada prueba reproductiva se utilizaron 10 individuos por especie y se contaron el número de frutos y semillas producidas.

Biología de la diseminación

Los frutos y semillas fueron caracterizados morfológicamente incluyendo las dimensiones, peso y estructuras asociadas a la diseminación. Por otra parte, se examinaron algunas características de las semillas asociadas a la dispersión por hormigas (mirmecocoria); para ello, 20 semillas de cada especie fueron sumergidas en Sudán III, secadas durante unas horas, lavadas con etanol 70% y observadas al microscopio estereoscópico. La coloración roja del arilo se tomó como indicativo de la naturaleza lipídica de éste, por lo cual las semillas pudieran ser dispersadas por hormigas. Además se observó la presencia de agentes dispersantes durante el periodo de producción de frutos maduros.

Análisis estadísticos

Para comparar los promedios de la producción de frutos y semillas entre estrategias reproductivas se utilizó la prueba estadística no paramétrica de Kruskal Wallis. El método empleado para discriminar entre las medias fue el procedimiento de comparación múltiple de diferencias honestamente significativas (HSD) de Tukey. Los datos fueron analizados mediante el modelo estadístico computarizado STATGRAPHICS Centurión XV.II.

RESULTADOS

Biología floral

Las especies *Bastardia viscosa* y *Herissantia crispa* se caracterizan por presentar flores solitarias, hermafroditas, actinomorfas, axilares y compuestas por cinco pétalos que difieren en el color: amarillos para *B. viscosa* y blancos para *H. crispa*, y cinco sépalos de color verde para ambas especies (Figura 1).

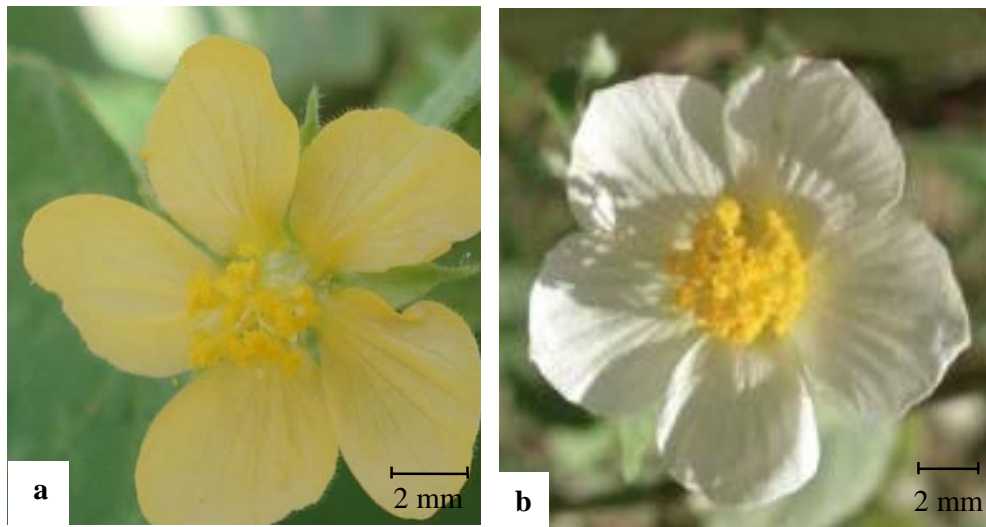


Figura 1. Morfología floral de *Bastardia viscosa* (a) y *Herissantia crispa* (b).

El gineceo de las dos especies en estudio es de tipo sincárpico, compuesto por un ovario súpero de forma esférica, formado por carpelos fusionados y varios lóculos que varían en número de acuerdo a la especie (*B. viscosa*: 5-7 y *H. crispa*: 7-12); los óvulos se localizan en placentación axial. Ambas especies presentan un estilo multipartido dividido en varios estilos que culminan cada uno en un estigma capitado; en *B. viscosa* el estilo se ramifica desde la mitad superior, mientras que en *H. crispa* la ramificación ocurre desde la base (Figura 2).

El androceo está compuesto por numerosos estambres (15 a 27 en *B. viscosa* y 20 a 37 en *H. crispa*) unidos a una columna estaminal fusionada a la base de la

corola; las anteras de *B. viscosa* y *H. crispa* son monotecas, con dehiscencia longitudinal extrorsa.

El polen es solitario, de forma esférica, con ornamentación tectada equinada y multiporado en ambas especies (Figura 3).

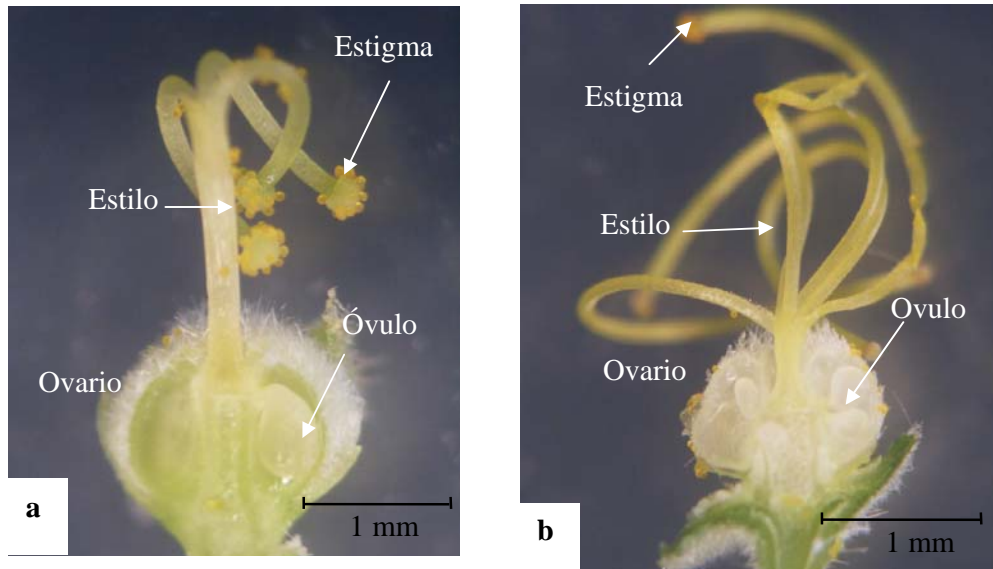


Figura 2. Morfología del gineceo de *Bastardia viscosa* (a) y *Herissantia crispa* (b).

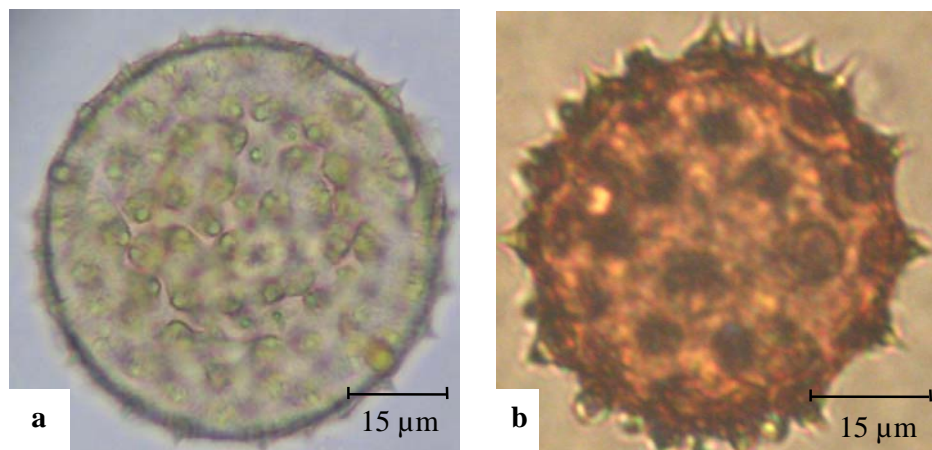


Figura 3. Morfología del polen de *Bastardia viscosa* (a) y *Herissantia crispa* (b).

Las dimensiones florales (tabla 1) en ambas especies se corresponden con el tamaño de los agentes polinizadores, los cuales son de pequeñas dimensiones (tabla 2).

Tabla 1. Dimensiones florales de *Bastardia viscosa* y *Herissantia crispa*.

	Dimensiones florales (mm)				
		<i>Bastardia viscosa</i>		<i>Herissantia crispa</i>	
	n	\bar{X}	DS	\bar{X}	DS
Diámetro externo	50	11,67	0,06	15,8	0,61
Diámetro interno	50	4,28	0,014	5,9	0,30
Largo	50	5,52	0,049	9,7	0,91

La antesis es diurna en ambas especies y la longevidad floral es muy variable: desde cinco horas, produciéndose la antesis a las 11:00 am y el cierre a las 3:00 pm (*B. viscosa*), hasta 32 horas de vida con periodos intercalados de antesis y cierre, con apertura floral a partir de las 8:30 am y cierre a las 5:30 pm y una nueva antesis a la mañana siguiente, desde las 8:00 am hasta las 4:30 pm (*H. crispa*).

El porcentaje de flores abiertas diariamente por individuo fue de 2,48% en *B. viscosa* y 2,69% en *H. crispa*; con un promedio de flores producidas por individuo durante el tiempo de muestreo de 98,54 en *B. viscosa* y 94,36 en *H. crispa*. No se observaron nectarios florales ni extraflorales en las dos especies en estudio.

Biología de la polinización

La unidad de polinización en ambas especies es la flor individual. Las flores de *B. viscosa* fueron visitadas por pequeños insectos de distintos órdenes: escarabajos (Coleoptera), mariposas (Lepidoptera) y saltamontes (Orthoptera)

(Figura 4); mientras que *H. crispera* fue visitada por pequeños áfidos (Hemiptera), hormigas (Hymenoptera) y mariposas (Lepidoptera) (Figura 5).

Los polinizadores fueron discriminados de los visitantes florales de acuerdo al número de visitas y la presencia y abundancia de polen sobre el cuerpo. En *B. viscosa*, los coleópteros se destacaron como principales polinizadores, seguidos por mariposas de la familia Sphingidae. *H. crispera*, por su parte, presentó como principales polinizadores áfidos y hormigas. Otros insectos, tales como mariposas de las familias Pieridae y Hesperidae así como saltamontes (Orthoptera-Acrididae) fueron catalogados como visitantes al no portar polen sobre su cuerpo. La clasificación, dimensiones del cuerpo, sitio de transporte, número de visita y tipo de actividad de los agentes florales en las especies *B. viscosa* y *H. crispera* aparecen en la tabla 2.

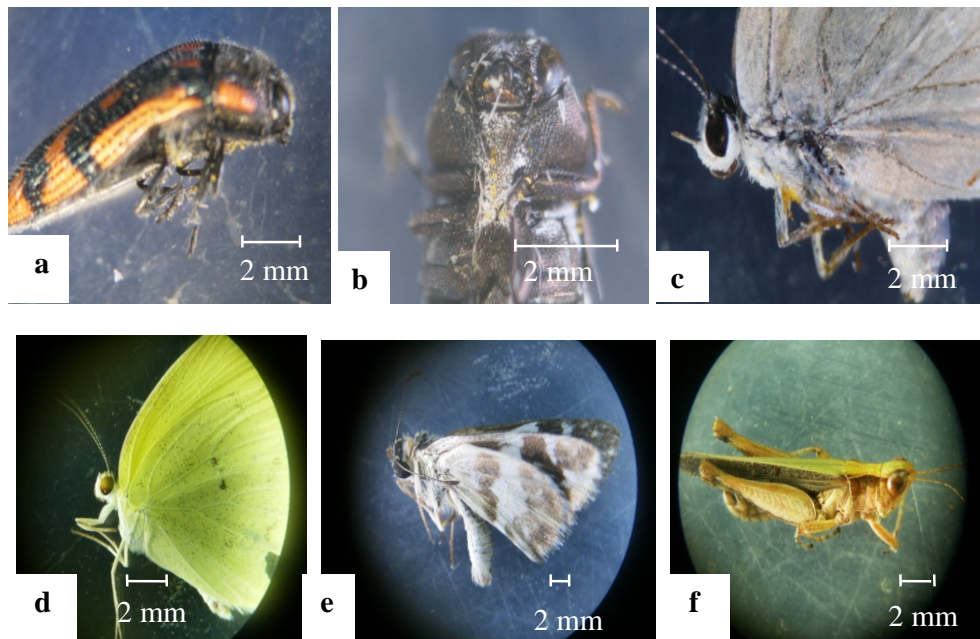


Figura 4. Órdenes de agentes polinizadores y visitantes de *Bastardia viscosa*. a y b: escarabajos (Coleoptera); c, d y e: mariposas (Lepidoptera); f: saltamonte (Orthoptera).

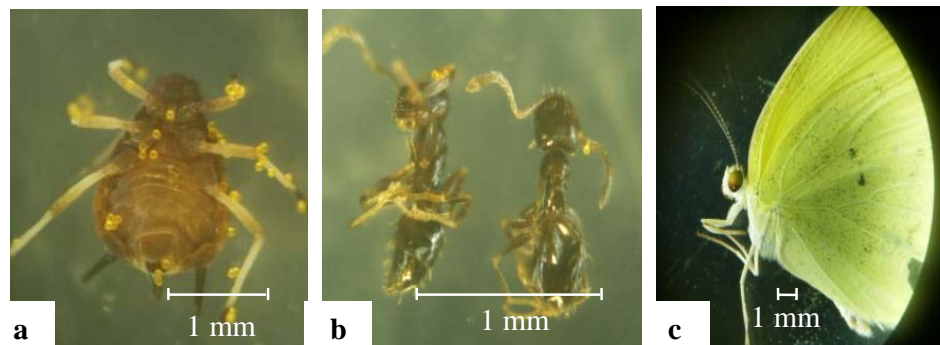


Figura 5. Órdenes y familias de agentes polinizadores y visitantes de *Herissantia crispa*. a: áfido (Hemiptera-Aphididae); b: hormigas (Hymenoptera-Formicidae); c: mariposa (Lepidoptera-Pieridae).

Tabla 2. Dimensiones del cuerpo, sitio de transporte, frecuencia de visitas y tipo de actividad de los Polinizadores y Visitantes de *Bastardia viscosa* y *Herissantia crispa*.

Especie vegetal	Orden Familia	Largo del Cuerpo (mm)	Sitio de transporte	Abundancia de polen	Nº de visitas	Tipo de actividad
	Coleoptera (a)					
<i>Bastardia viscosa</i>	Buprestidae	10,2	Cabeza	2	2	P
			Tórax	1		
			Abdomen	1		
			patas	2		
	Coleoptera (b)					
	(sin identificar)	4,7	Tórax	1	5	P
		Abdomen	1			
		Patas	2			
	Lepidoptera					
	Sphindiae	9,3	Antenas	2	3	P
			Tórax	1		
			Abdomen	1		
			Patas	1		
	Pieridae	12,4	-	-	4	V
	Hesperidae	12,2	-	-	1	V

	Orthoptera					
	Acrididae	14,2	-	-	3	V
<i>Herissantia</i>	Hymenoptera					
<i>crispa</i>	Formicidae	1,1	Cabeza	2	10	P
			Antenas	1		
			Abdomen	2		
			Patas	1		
	Hemiptera					
	Aphididae	2,2	Tórax	2	2	P
			Abdomen	1		
			Patas	1		
	Lepidoptera					
	Pieridae	12,4	-	-	4	V

Abundancia de polen: 1= abundante, 2= escaso, - = ausente

Eficiencia reproductiva (Producción y aborto de flores, óvulos, frutos y semillas)

Estas especies producen entre 5-7 óvulos/ovario ($\bar{X} = 5,85$; DS= 0,62) en *B. viscosa* y de 11-36 óvulos/ovario ($\bar{X} = 23,32$; DS= 5,32) en *H. crispa*; a partir de los cuales se forman entre 5-7 ($\bar{X} = 5,57$; DS= 0,71; *B. viscosa*) y 11-36 ($\bar{X} = 23,29$; DS= 5,92; *H. crispa*) semillas/fruto. El número de semillas abortadas por fruto para *B. viscosa* y *H. crispa* fue de 0,16 (DS= 0,50) y 0,29 (DS= 0,88), respectivamente. Basado en estos valores, la proporción de semillas producidas fue de 82,07% en *B. viscosa* y 95,72% en *H. crispa*, lo cual indica una alta fecundidad por parte de ambas especies. El número promedio de flores, óvulos, frutos y semillas producidos por plantas se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Producción de estructuras reproductivas (promedio) de *Bastardia viscosa* y *Herissantia crispa*.

	<i>Bastardia viscosa</i>	<i>Herissantia crispa</i>
Estructuras Reproductivas	\bar{X}	\bar{X}
Nº Flores producidas/planta	98,54	94,36
Nº Óvulos/planta	576,46	2 200,47
Nº Frutos producidos/planta	95,34	92,52
Nº Semillas sanas/planta	531,04	2 154,79

De manera general, el aborto de estructuras reproductivas (flores – frutos, óvulos y semillas) fue muy bajo en ambas especies, indicativo de una alta eficiencia reproductiva (Tabla 4).

Tabla 4. Porcentaje de estructuras reproductivas abortadas de *Bastardia viscosa* y *Herissantia crispa*.

	Porcentaje	
Estructuras reproductivas	<i>Bastardia viscosa</i>	<i>Herissantia crispa</i>
Flores - Frutos	3,24	1,95
Óvulos	4,78	0,12
Semillas	2,87	1,24

Asignación de biomasa a las estructuras reproductivas

Los promedios de la biomasa seca (mg) de las partes florales como estimadores de la inversión en reproducción (estructuras masculinas y femeninas) y/o atracción se muestran en la tabla 5. La relación biomasa reproductiva/biomasa vegetativa, obtenida como el resultado de dividir la suma de las biomásas del androceo y gineceo entre la suma de las biomásas del cáliz y la corola, fue de 0,31 en *B. viscosa* y 0,30 en *H. crispa*. Esto significa que ambas especies presenta una mayor inversión en estructuras vegetativas que en estructuras reproductivas. La relación biomasa androceo/biomasa gineceo fue de 0,69 en *B. viscosa* y 0,95 en

H. crispa indicando una mayor inversión por parte de *B. viscosa* en estructuras femeninas con respecto a las masculinas, mientras que en *H. crispa* la inversión en estas dos estructuras es similar. La biomasa seca de fruto y semillas se muestra en la tabla 6.

Tabla 5. Biomasa seca de estructuras florales de *Bastardia viscosa* y *Herissantia crispa*.

	Biomasa seca (mg)	
	<i>Bastardia viscosa</i>	<i>Herissantia crispa</i>
Verticilos florales	$\bar{X} \pm DS$	$\bar{X} \pm DS$
Cáliz	1,20 ± 0,227	1,32 ± 0,115
Corola	0,65 ± 0,109	1,09 ± 0,140
Androceo	0,24 ± 0,105	0,35 ± 0,128
Gineceo	0,35 ± 0,128	0,37 ± 0,163
Peso total Flor	2,44	3,13

Tabla 6. Biomasa seca de fruto y semillas de *Bastardia viscosa* y *Herissantia crispa*.

	Biomasa seca (mg)	
	<i>Bastardia viscosa</i>	<i>Herissantia crispa</i>
Estructuras reproductivas	$\bar{X} \pm DS$	$\bar{X} \pm DS$
Frutos	11,33 ± 1,72	43,39 ± 11,05
Semillas	1,54 ± 0,24	1,082 ± 0,21

La relación pericarpo/semilla fue baja tanto para *B. viscosa* como para *H. crispa*, lo que indica que existe una mayor inversión de biomasa en la producción de semillas que en la producción del pericarpo del fruto. La relación biomasa fruto/biomasa flor fue de 4,59 para *B. viscosa* y 13,86 en *H. crispa*. La relación biomasa fruto por planta/biomasa flor por planta también fue baja para ambas especies, lo que significa que el aumento en biomasa necesario para producir el

total de frutos por planta a partir del total de biomasa seca contenida en flores por individuo es bajo (Tabla 7).

Tabla 7. Relaciones de biomasa seca de las estructuras reproductivas de *Bastardia viscosa* y *Herissantia crispa*.

Estructuras reproductivas	Relación	
	<i>Bastardia viscosa</i>	<i>Herissantia crispa</i>
Pericarpo/Semilla	0,33	0,72
Biomasa fruto/biomasa flor	4,59	13,86
Biomasa fruto por planta/biomasa flor por planta	4,44	13,59

Carga de polen

La carga de polen en el área estigmática, conformada por el conjunto de estilos y estigmas constituyentes del gineceo, fue de 114,70 en *B. viscosa* y 72,55 en *H. crispa*. Los estigmas, exclusivamente, mostraron una carga de polen de 55,75 en *B. viscosa* y 42,85 en *H. crispa*. La cantidad promedio de granos de polen germinados fue de 3,45 para *B. viscosa* con un porcentaje de germinación de 6,18%, en tanto que para *H. crispa* el promedio de granos de polen germinados fue de 4,55 con un porcentaje de germinación de 10,62% (Tabla 8).

Tabla 8. Carga de polen sobre los estigmas de *Bastardia viscosa* y *Herissantia crispa*.

Variables	<i>Bastardia viscosa</i>	<i>Herissantia crispa</i>
	\bar{X}	\bar{X}
Nº de granos de polen total área estigmática	114,70	72,55
Nº de granos de polen sobre el estigma	55,75	42,85
Nº de granos de polen germinados	3,45	4,55
% germinación del grano de polen	6,18	10,62

Relación polen-óvulo

La relación polen-óvulo de *B. viscosa* y *H. crispa* fue de 1 128,76 y 362,14 respectivamente y estuvo asociado a un elevado número de granos de polen/antera y a un alto número de óvulos/flor. Para obtener el valor de esta relación se requirió la determinación de las siguientes variables: número promedio de granos de polen por antera, número promedio de estambres por flor, número promedio de granos de polen por flor y número promedio de óvulos por flor (Tabla 9).

Tabla 9. Número de estambres por flor, número de granos de polen por antera y por flor, número de óvulos por flor, número y relación polen/óvulo de *Bastardia viscosa* y *Herissantia crispa*.

Variables	n	<i>Bastardia viscosa</i>		<i>Herissantia crispa</i>	
		\bar{X}	DS	\bar{X}	DS
Nº Estambres/flor	20	21,65	2,78	28,15	3,30
Nº Granos polen/antera	10	305,00	374,75	300,00	143,37
Nº Granos polen/flor	-	6 603,25	-	8 445,00	-
Nº Óvulos/flor	100	5,85	0,63	23,32	5,30
Relación polen/óvulo	-	1 128,76	-	362,14	-

Estrategias reproductivas

De acuerdo a las pruebas reproductivas realizadas, *Bastardia viscosa* es una especie capaz de reproducirse equilibradamente tanto por autofertilización como por polinización cruzada, polinización natural y polinización automática. Los porcentajes de producción de frutos mostrados por esta especie en estas cuatro pruebas reproductivas fueron considerablemente altos (Tabla 10). Cuando se comparó estadísticamente la producción de frutos por estrategia reproductiva en *B. viscosa*, se obtuvieron diferencias altamente significativas ($P < 0,001$), observándose la formación de dos grupos: uno compuesto por las estrategias de autopolinización y polinización cruzada y el otro correspondiente a la polinización automática y natural, con los valores más altos de producción de frutos.

Tabla 10. Producción de frutos (número y porcentaje) de acuerdo a las estrategias reproductivas de *Bastardia viscosa* y *Herissantia crispa*. Valores seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente.

Estrategia reproductiva	Nº flores	Frutos producidos	
		<i>Bastardia viscosa</i> Nº (%)	<i>Herissantia crispa</i> Nº (%)
Agamospermia (AG)	50	0 (0%)	0 (0%)
Polinización Natural (PN)	50	50 (100%)b	50 (100%)a
Autopolinización (AP)	50	40 (80%)a	37 (70%)b
Polinización Automática (PA)	50	50 (100%)b	34 (68%)b
Polinización cruzada (PC)	50	38 (76%)a	0(0%)c

La producción de semillas por estrategia reproductiva también varió significativamente ($P < 0,01$) en esta especie, evidenciándose la formación de dos grupos: el correspondiente a la polinización cruzada, con una baja producción de semillas, y el conformado por las otras tres pruebas reproductivas (polinización natural, automática y autopolinización), en las cuales se obtuvo la mayor producción de semillas (Tabla 11).

Herissantia crispa, por su parte, se reproduce exclusivamente por autopolinización, sin ningún nivel de fertilización cruzada. En *H. crispa* el análisis estadístico realizado reveló diferencias altamente significativas ($P < 0,001$) entre los promedios de la producción de frutos y semillas en las distintas estrategias reproductivas evaluadas (Tablas 10 y 11). La producción de frutos y semillas por estrategia reproductiva se distribuyó en 3 grupos: PN, PC y el grupo constituido por AP y PA.

Tabla 11. Producción de semillas (número) de acuerdo a las estrategias reproductivas de *Bastardia viscosa* y *Herissantia crispera*. Valores seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente.

Estrategia reproductiva	N° flores	Semillas producidas	
		<i>Bastardia viscosa</i> N°	<i>Herissantia crispera</i> N°
Agamospermia (AG)	50	0	0
Polinización Natural (PN)	50	285a	1044a
Autopolinización (AP)	50	222 a	679b
Polinización Automática (PA)	50	292 a	709b
Polinización cruzada (PC)	50	206 b	0c

Biología de la diseminación

Los frutos de las dos especies estudiadas son cápsulas loculicidas de 5 mm y 12 mm de diámetro en *B. viscosa* y *H. crispera* respectivamente, compuestas por 5-7 carpelos en *B. viscosa* y 7-12 carpelos en *H. crispera*. Los frutos de ambas especies son de color verde claro cuando jóvenes y marrones en su etapa adulta (Figura 6).

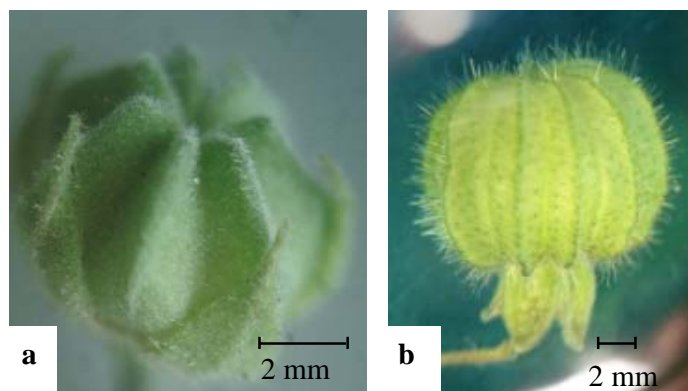


Figura 6. Frutos de las especies *Bastardia viscosa* (a) y *Herissantia crispera* (b).

La dispersión de las semillas aparentemente es llevada a cabo por el viento, puesto que no se observaron otros agentes dispersores. Esto podría ser sustentado además por el hecho de que la prueba de Sudan III, reveladora de la presencia de grasa en la cubierta seminal e indicativa de la posible dispersión por hormigas, resultó negativa para ambas especies (Figura 7) y las semillas son muy livianas y de pequeñas dimensiones (Tabla 12) lo cual podría facilitar la dispersión anemófila.

Tabla 12. Dimensiones de las semillas de *Bastardia viscosa* y *Herissantia crispa*.

Variables	Dimensiones (mm)	
	<i>Bastardia viscosa</i> $\bar{X} \pm DS$	<i>Herissantia crispa</i> $\bar{X} \pm DS$
Largo Semilla	1,79 \pm 0,102	1,70 \pm 0,034
Ancho Semilla	1,58 \pm 0,096	1,50 \pm 0

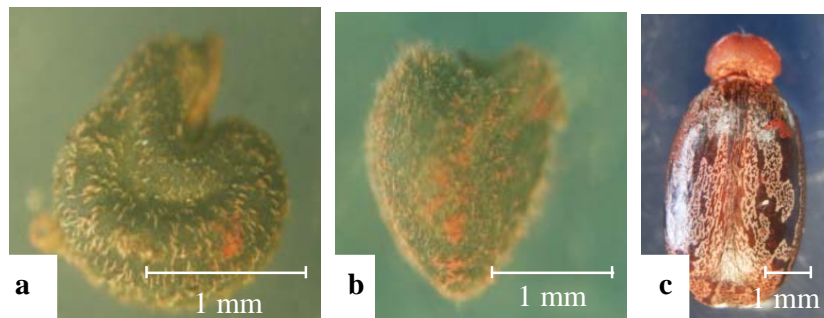


Figura 7. Semillas de *Herissantia crispa* (a), *Bastardia viscosa* (b) y *Ricinus communis* (c, control positivo) sometidas a la prueba histoquímica de Sudan III.

DISCUSIÓN

Biología floral y polinización

Las características florales han sido comúnmente asociadas con el tipo de polinización. De acuerdo a Weberling (1989), todas las adaptaciones florales diferentes a métodos de polinización particular, especialmente las especializaciones altamente desarrolladas para distintos animales polinizadores así como también el establecimiento de métodos especiales de dispersión de frutos y semillas, no están confinadas usualmente a caracteres individuales, sino que conciernen a la totalidad de los órganos florales. Estas adaptaciones incluyen la posición, forma, colores y olores, mecanismos para proveer alimento, momento de floración y longevidad, posición y momento de dehiscencia de las anteras, morfología y anatomía del gineceo así como también la disposición de las flores por sí mismas y su posición sobre la planta.

En este estudio se observó que *Bastardia viscosa* y *Herissantia crispa* presentan una serie de atributos florales que se corresponden con la polinización por insectos: el tamaño reducido (Endres, 1996), forma de disco, color amarillo relativamente atractivo para los insectos, el aroma (*B. viscosa*), anthesis larga (*H. crispa*) y la presencia de abundante polen como recompensa floral. La forma de disco, coloración y tamaño pequeño de las flores permite suponer que el síndrome de polinización presente en las dos especies en estudio es el entomófilo. En este tipo de flores, de forma plana, la disposición de las anteras y estigma aproximadamente a la misma altura, así como la dehiscencia extrorsa de las anteras, favorecen la acción de insectos de comportamiento generalistas que frecuentemente prefieren flores en forma de disco que faciliten el aterrizaje y que ofrecen relativamente abundantes cargas de polen como recompensa. Este tipo de insectos usualmente se mueven activa y desordenadamente sobre la flor (en busca de polen) facilitando la deposición de polen propio sobre el estigma durante la

visita asociado a la ubicación de polen principalmente en la parte ventral de sus cuerpos. Este comportamiento desordenado de los insectos sobre las flores pudo haber sido uno de los factores más determinantes en los altos valores de autopolinización observados en ambas especies.

Leppik (1977) señaló que especies con flores de poca atractividad, presenta baja especialización en la polinización y que las flores actinomorfas son libremente accesibles a todo los visitantes pero frecuentemente visitadas por insectos tales como coleópteros, avispas y abejas, utilizando principalmente el polen que estas les brindan.

Aún cuando las flores de *B. viscosa* fueron visitadas por pequeños insectos tales como escarabajos, mariposas y saltamontes, la frecuencia de visitas así como la abundancia de polen sobre el cuerpo de los escarabajos colectados, hace considerar a los coleópteros como los principales polinizadores de esta especie. La presencia relativamente abundante de este tipo de insectos pudo haber sido favorecida tanto por los atributos florales de la especie como por los hábitos de polinización (comportamiento) de este tipo de visitantes. De acuerdo a Faegri y Van der Pijl (1979), los escarabajos (coleópteros) son un grupo de insectos de instintos muy primitivos que prefieren flores en forma de disco y con polen y néctar accesible; son desordenados en su forma de polinizar y aunque sus pequeños cuerpos están muy “mal adaptados” para el transporte de polen, puede coleccionar este material en sus partes bucales o en pelos o escamas presentes en sus cuerpos. Los coleópteros permanecen largos periodos en la flor o inflorescencia, y el comportamiento de los escarabajos esta condicionado por el comportamiento de la flor o inflorescencia, lo cual parece afectar la conducta del polinizador y así el transporte efectivo de polen (Thien, 1974; Gottsberger, 1977; Beach, 1982; Young, 1986).

Las flores de *Herissantia crispera*, por su parte, fueron polinizadas por insectos de la familia formicidae (hormigas). De acuerdo a Sosa (1997), las

plantas polinizadas por este tipo de insectos deben ser rastreras o las flores deben encontrarse a escasa altura del suelo (2 cm) con el fin de reducir el recorrido vertical; las hormigas prefieren flores pequeñas y de poca atracción visual, aunque las hormigas tiene buena visión, en su conducta exploratoria es más importante lo táctil y lo olfativo; la floración debe ocurrir de modo tal que las hormigas puedan permanecer en la misma planta, visitando varias flores, en vez de verse obligadas a ir de planta en planta. Estos planteamientos concuerdan plenamente con la morfología de *H. crispera*, la cual es una hierba muy ramificada, de menos de 1m de altura, con ramas muy cercanas unas de otras y flores ubicadas a cortas distancias del suelo lo cual, no solamente favoreció la visita de las hormigas, sino que promovió los niveles de autogamia y geitonogamia observados, al permitir el recorrido horizontal de las hormigas sobre la planta y evitar la necesidad de que la hormiga retornara al suelo entre cada visita a las plantas.

Es importante señalar que los insectos pequeños tienen mayor probabilidad de remover polen de las flores, aun cuando portan pequeñas cantidades de polen en su cuerpo, la probabilidad de contactar el estigma con la parte ventral del insecto es mayor garantizando así la deposición de suficiente polen sobre el estigma como resultado de la forma de posarse sobre la flor.

Con relación a la unidad de polinización en las dos especies estudiadas se observó que ésta (unidad de atracción de visitantes florales) resultó ser la flor individual; la cual funcionó efectivamente como atrayente de los visitantes aun cuando el número diario de flores abiertas por planta fue muy bajo y la distancia entre flores no permitió la formación de agrupaciones densas de flores que funcionaran como unidad de atracción.

Eficiencia reproductiva (producción y aborto de flores, frutos, óvulos y semillas)

La producción de frutos en *Bastardia viscosa* y *Herissantia crispa* fue considerablemente alta (96,75% y 98,05%, respectivamente), con valores superiores a los obtenidos por Sutherland (1986) y Ramírez y Berry (1997) para plantas hermafroditas (42,1% y 38%, respectivamente) y por Sutherland y Delph (1984), por plantas herbáceas perennes autocompatibles (72,5%). La producción de semillas, por su parte, también fue considerablemente alta para *Bastardia viscosa* (82,07%) y *Herissantia crispa* (95,72%), comparada con los valores reportados por Ramírez (1993, 2007) para las hierbas perennes.

Ramírez (1993) señaló que la producción de frutos y semillas está asociada al hábito y forma de vida, de tal forma que las plantas herbáceas presentan una mayor producción de semillas en comparación con plantas de otros hábitos y las plantas anuales comúnmente producen más semillas que las bianuales y perennes. Lindorf *et al.* (1991) señalaron que las plantas policárpicas tienen más ventajas biológicas que las plantas monocárpicas puesto que florecen varias veces en su vida y por ende disponen de más de una estación de crecimiento para reproducirse, invirtiendo solamente la energía necesaria en la producción. *Bastardia viscosa* y *Herissantia crispa* son plantas herbáceas perennes con frutos que no tardan mucho tiempo en madurar y que florecen y fructifican cuando menos varias veces antes de morir lo que sugiere que el alto número de semillas producidas que presentan las mismas podría estar asociada a su hábito y condición policárpica.

Por otra parte, es posible que la alta producción de frutos observada en ambas especies se deba al bajo costo (biomasa reducida) de los mismos. De acuerdo a Ramírez (1992) a menor costo del fruto, mayor número y menores niveles de aborto de los mismos, o dicho de otra forma, la proporción de flores-frutos abortados está asociada con el peso y número de las estructuras

reproductivas: a mayor número y peso, mayor nivel de aborto. Para Stephenson (1981) el aborto de frutos en las primeras etapas de desarrollo y el cese de actividad de desarrollo previo a la caída del fruto, favorece el ahorro de recursos requerirán para el crecimiento de los frutos restantes, para futuras reproducciones y crecimiento vegetativo. Mientras mayores sean las estrategias que desarrolle la planta para atraer efectivamente a los polinizadores, mayor será la polinización, la producción de frutos y menor el aborto de flores. Sutherland (1986) señaló que muchas plantas abortan frutos cuando están dañados o cuando estos tienen pocas semillas quizás como una manera de seleccionar los mejores que le garanticen más y mejor progenie, aun cuando, frutos no dañados pueden ser abortados si presentan anormalidades genéticas o de desarrollo. La baja inversión requerida para la formación del fruto comparada con la de la flor es producida a niveles relativamente bajos de óvulos y flores-frutos abortados. Desde el punto de vista energético, es conveniente que el aborto ocurra a nivel de flores y óvulos y no malgastar energía en la formación de frutos y semillas que posteriormente aborten.

En este estudio se observó que tanto en *Bastardia viscosa* como en *Herissantia crispa* una mínima cantidad de flores-frutos son abortados, lo cual probablemente se deba a dos factores:

- 1) Condición solitaria de la flor: a este respecto Ramírez y Berry (1995) encontraron que los niveles de flores-frutos y óvulos abortados son menores en flores solitarias y con un mayor número de semillas por fruto en comparación con otros tipos morfológico de inflorescencia.
- 2) Bajo costo de frutos: Elevados niveles de flores-frutos abortados están asociados a una relación peso fruto/peso flor y una relación pericarpo/semilla significativamente grandes.

Con relación a los niveles de producción de semillas, Ramírez y Berry (1995) han reseñado que una adecuada producción de semillas y bajos niveles de aborto de óvulos y semillas son esperados en especies con una baja relación pericarpo/semilla; como los aquí observados, en donde la inversión en la producción de semillas fue más alta que la inversión en el pericarpo del fruto y el número promedio de semillas abortadas por fruto fue muy bajo en ambas especies en comparación a los reportados por Ramírez (2007) para especies hermafroditas (5,0%). El porcentaje de semillas y óvulos abortados está relacionado con el número de óvulos y semillas a nivel de flores e inflorescencias.

Asignación de biomasa a las estructuras reproductivas

De acuerdo a Ramírez (1992), la producción de estructuras reproductivas costosas afecta negativamente la eficiencia reproductiva; sin embargo, una menor asignación de biomasa a estructuras reproductivas en especies con bajos niveles de óvulos abortados significa que la producción de estructuras reproductivas poco costosas no afecta su producción. En general, frutos muy costosos son producidos a elevados niveles de abscisión, mientras que frutos poco costosos son producidos a bajos niveles de abscisión. En este estudio, *B. viscosa* y *H. crispa* presentaron bajos valores de biomasa de frutos y semillas asociados a una alta producción de estas estructuras; asimismo, la relación biomasa fruto/biomasa flor así como la relación pericarpo semilla, fueron bajos. El valor 4,59 y 13,86 de biomasa fruto/biomasa flor en *B. viscosa* y *H. crispa* respectivamente son muy inferiores al valor promedio de 27,50 g de frutos/g de flor señalado por Ramírez (1993) para las hierbas perennes de cinco comunidades tropicales; quien considera que valores por debajo de este son considerados frutos poco costosos. En base a estas consideraciones es muy posible que los altos valores de producción de frutos obtenidos para ambas especies hallan sido favorecidos por el bajo costo de los mismos.

Con relación a la biomasa de frutos y semillas, Ramírez (1993) encontró una asociación entre ésta y el hábito y forma de vida de la planta, de tal forma que las hierbas perennes presentan bajas biomásas de frutos y semillas, los mayores promedios de biomasa fruto y semilla corresponden a los árboles y los menores promedios corresponden a hierbas anuales y perennes.

La baja relación pericarpo/semillas obtenida en ambas especies, indicativo de la existencia de una mayor inversión de biomasa en la producción de semillas que en la producción del pericarpo del fruto, ha sido reportada para hierbas anuales y perennes de tal manera que las hierbas anuales, de acuerdo a Primack (1979), muestran esfuerzos reproductivos más grandes que las perennes evidenciados por una alta producción de frutos y semillas relativamente costosos. Según Mitchell (1977) y Ramírez (1993), a mayor número de semillas por fruto menor relación pericarpo/semilla, pues existe una alta demanda de recursos por parte de la progenie para maximizar la eficiencia, es decir, la eficiencia en la producción de semillas se alcanza empaquetando muchas semillas de baja biomasa por fruto.

De acuerdo a Ramírez (1993) una adecuada producción de semillas y bajos niveles de aborto de óvulos y semillas son esperados en especies con una baja relación pericarpo/semilla, tal como ocurrió en *Bastardia viscosa* y *Herissantia crispa*.

Asignación de biomasa a las estructuras florales y su relación con las estrategias reproductivas

En lo que respecta a los valores obtenidos con relación a la biomasa floral, se pudo observar que existe una mayor inversión de biomasa en el gineceo que en el androceo en *B. viscosa* lo cual está relacionado, probablemente, con la condición predominantemente autógama de la misma. A este respecto se ha señalado que las plantas autógamas presentan una alta asignación de biomasa para

las funciones femeninas (Grases y Ramírez, 1998) y que la asignación de biomasa masculina floral tiende a disminuir con el incremento de los niveles de autocompatibilidad (Charlesworth y Charlesworth, 1987). Numerosos autores han señalado que en las especies altamente autógamas, la reducción de la inversión en estructuras masculinas y en estructuras de atracción a los polinizadores prefertilización (costo de apareamiento) debido a la seguridad de la polinización se traduce en una mayor inversión en estructuras femeninas postfertilización, es decir, frutos y semillas (Solbrig, 1976; Lovett-Doust y Cavers, 1982; Cruden y Lyon, 1985; Brunet, 1992; Antos y Allen, 1994).

Otros autores como Charnov (1987) refieren que una mayor inversión femenina en comparación con la masculina en flores hermafroditas se relaciona con especies autocompatibles alógamas (Inoue, 1990; Brunet, 1992). En la especie *H. crispera* a un cuando existe una mayor inversión en estructuras femeninas, esta inversión es casi equivalente a la parte masculina por lo cual no se descarta el desarrollo de estructuras masculinas y una considerable producción de polen disponibles para una ocurrencia de entrecruzamiento. De hecho, de acuerdo a la clasificación de Cruden (1977) *H. crispera* cae en la categoría de autógamma facultativa la cual indica que es una especie predominantemente autógamma pero con la facultad de entrecruzarse eventualmente.

Aparentemente, las estructuras florales de atracción a polinizadores representan alta presión selectiva para el proceso de polinización (Antos y Allen, 1994) y además están asociados con el sistema reproductivo para lo cual se predice que la asignación en estructuras de atracción decrece con el incremento de la tasa de autofertilización (Brunet, 1992). Las especies autógamma tienen una inversión relativamente menor en estructuras de atracción de los polinizadores (Valerio y Ramírez, 2003). Aunque los valores de biomasa reproductiva/biomasa vegetativa encontrados en las dos especies en estudio indican una mayor inversión en estructuras vegetativas con respecto a las reproductivas, lo cual no es lo común en especies predominantemente autógamma (Valerio y Ramírez, 2003), la mayor

asignación de biomasa a estructuras vegetativas de atracción probablemente persiste como una forma de incrementar la posible ocurrencia de un cierto nivel de polinización cruzada.

Relación polen-óvulo y carga de polen

Se ha señalado que la relación polen-óvulo está relacionada con el sistema de apareamiento de la planta, de tal forma que altas relaciones ocurren en especies con polinización cruzada. Según Cruden (1977) las proporciones de relación polen-óvulo oscilan entre 2,7 a 6,7 en especies cleistógamas, de 18,1 a 39 en autógamias obligadas, de 31,9 a 396,9 en flores autógamias facultativas, de 244,7 a 2 558,6 en flores xenógamas facultativas y de 2 108 a 19 523 en xenógamas obligadas. Los valores de relación polen-óvulo en *B. viscosa* y *H. crispa*, concuerdan plenamente con las proporciones señaladas anteriormente para especies xenógamas facultativas y autógamias facultativas, caso de *B. viscosa* y *H. crispa*.

Con respecto a la carga de polen, Cruden (1977) señaló que de dos a siete granos de polen por óvulo son suficientes para maximizar la producción de semillas. De acuerdo a los resultados obtenidos con relación a la carga de polen sobre el estigma, *B. viscosa* y *H. crispa* mostraron un número de granos de polen depositados sobre los estigmas que supera el número de óvulos en el ovario y una elevada producción de semillas. Esto hace suponer que la carga de polen depositada sobre los estigmas en ambas especies fue suficiente para la fecundación de la mayoría de los óvulos y por ende para la ocurrencia de una elevada producción de semillas.

Estrategias reproductivas

Richards (1986) y Schoen y Brown (1991) han señalado que la autogamia (polinización intraflor) es un mecanismo que asegura la reproducción especialmente en aquellos casos en los que las visitas de los polinizadores son limitadas. De acuerdo a Schoen y Brown (1991), las flores chasmógamas que no reciben las visitas de los polinizadores, se autofertilizan espontáneamente. Esta autopolinización inducida es seleccionada como una estrategia para incrementar la producción de semillas y ocurre cuando las flores que no han sido visitadas por medio de vectores, debido a la escasez de estos ocasionada por condiciones ambientales desfavorables, son subsecuentemente autopolinizadas.

Los resultados de los cruces controlados indican que *B. viscosa* posee un sistema reproductivo mixto que combina la autopolinización con la polinización cruzada ambos con elevada producción de frutos y semillas. *H. crispa* por su parte, mostró elevados valores de fructificación y producción de semillas solo por autopolinización. Ambas especies fueron visitadas por algunos insectos, pero *H. crispa* solo recibió la visita de hormigas y áfidos que aparentemente solo promovieron la geitonogamia (polinización entre flor de la misma planta) y autopolinización (polinización intraflor).

El sistema reproductivo mixto mostrado por *B. viscosa* puede ser considerado como muy ventajoso puesto que no solamente garantiza la reproducción en condiciones ambientales desfavorables sino que favorece la variación genética; la autopolinización previa a la polinización cruzada puede verse como un seguro para producir cierta cantidad de progenie con características similares a las de la planta madre que están adaptadas a las condiciones ambientales, o simplemente como un seguro que garantice cierta progenie (Richards, 1990).

En *H. crispata*, la condición autógena permitió a la especie la sobrevivencia efectiva a través de una considerable producción de frutos y semillas; no obstante, la autogamia exclusiva no es un evento reproductivo común; puesto que no favorece la producción de individuos heterocigotos vigorosos, sino la fijación de la condición homociga. Es posible que la geitonogamia en esta especie haya sido promovida por hormigas y otros insectos pequeños, los cuales, al trasladarse de una flor a otra en la misma planta, pudieron favorecer la polinización intraplanta. A estos insectos les fue observado polen de forma mediana y abundante tanto en las patas como en la parte ventral de sus cuerpos. Este tipo de insecto, aunque es capaz de recorrer grandes distancias, no favorece en gran magnitud la polinización cruzada puesto que en su recorrido de una planta a otra pueden deshacerse del polen naturalmente (Sosa, 1997).

Aparentemente *H. crispata* presentó mayor afinidad por el polen propio, rechazando el polen externo puesto que cuando se realizaron las pruebas controladas (manuales) de polinización cruzada, emasculando para esto las flores (aun en yemas) de los ejemplares seleccionados, las flores respondieron negativamente al cruce. De acuerdo a Cruden y Lyon (1989), el entrecruzamiento facultativo es un sistema reproductivo mixto en el cual la balanza entre autopolinización y polinización cruzada es una función de la actividad del polinizador.

Es posible que en las especies en estudio, la autogamia haya evolucionado como un mecanismo que asegura la sobrevivencia de las plantas ante la elevada escasez de polinizadores, sin dejar de lado un cierto nivel de fertilización cruzada, como en el caso de la especie *B. viscosa*, que contribuye al mantenimiento de un cierto nivel de diversidad genética.

Biología de la dispersión

La dispersión de las semillas de las dos especies en estudio parece estar relacionada con el viento ya que no se observó ningún agente biótico de dispersión. Aunado a esto, *B. viscosa* y *H. crista* no presentaron estructuras seminal de naturaleza lipídica que indicaran la posible dispersión por hormigas. La dehiscencia loculíca de los frutos de ambas especies así como la baja biomasa y dimensión de las semillas, pudo haber favorecido la dispersión de estas estructuras a través del viento o del agua.

CONCLUSIONES

Bastardia viscosa y *Herissantia crispa* son dos especies cuyos rasgos morfológicos florales (forma, tamaño, color y fragancia) se corresponden efectivamente con el tipo y tamaño del polinizador.

Bastardia viscosa y *Herissantia crispa* mostraron una alta eficiencia reproductiva evidenciada por elevados niveles de producción de frutos y semillas asociados a bajos niveles de aborto de estructuras reproductivas.

En la especies *Bastardia viscosa* existe una mayor inversión de biomasa en el gineceo que en el androceo lo cual está relacionado, probablemente, con la condición predominantemente autógena de la misma; en *Herissantia crispa* por su parte, existe una similitud de inversión en biomasa de estas dos estructuras.

La carga de polen depositada sobre los estigmas en ambas especies fue suficiente para la fecundación de la mayoría de los óvulos y por ende para la ocurrencia de una elevada producción de semillas.

Bastardia viscosa presenta un sistema reproductivo mixto que combina la autopolinización con la polinización cruzada ambos con elevada producción de frutos y semillas. *Herissantia crispa* por su parte, mostró elevados valores de fructificación y producción de semillas solo por autopolinización.

La unidad de dispersión de *Bastardia viscosa* y *Herissantia crispa* es la semilla, la cual pudiera ser dispersada por el viento, agua o algún tipo de agente biótico eventual.

BIBLIOGRAFÍA

- Aarssen, L. 2000. Why are most selfers annuals. A new hypothesis for the fitness benefit to selfing. *Oikos*, 89: 606-612.
- Antos, J. y Allen, G. 1994. Biomass allocation among reproductive structures in the dioecious shrub *Oemleria cerasiformis*- a functional interpretation. *Journal of Ecology*, 82: 21-29.
- Aponte, Y. y Jáuregui, D. 2004. Algunos aspectos de la biología floral de *Passiflora cincinnata* Mast. *Facultad de Agronomía*, 21: 211-219.
- Aular, J.; Pares, J.; Lade, P. y Rodríguez, Y. 2004. Crecimiento reproductivo de *Passiflora cincinnata* Mast. *Bioagro*, 16(3): 205-212.
- Barrett, S.; Harder, L. y Worley, A. 1996. The comparative biology of pollination and mating in flowering plants. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B*, 351: 1271-1280.
- Barrett, S. y Harder, L. 2000. Ecology and evolution of plant mating. *Evolution*, 11: 73-79.
- Beacch, J. 1982. Beetle pollination of *Cylilanthus bipartitus* (Cyclanthaceae). *American Journal of Botany*, 69: 1074-1081.
- Brunet, J. 1992. Sex allocation in hermaphroditic plants. *Trends in Ecology and Evolution*, 7: 79-84.
- Carretero, J. 2004. *Flora arvense española. Las malas hierbas de los cultivos españoles*. Editorial Phytoma. Valencia, España.
- Carvalho, P.; Magalhaes, L.; Silva, T.; Souza, M.; Cavalcante, J.; Nogueira, T.; Castro, K. y Nascimento, S. 2007. Atividade antiinflamatória dos glicosídeos diraminosídeo e tirilosídeo isolados da *Herissantia crispa* L. (Briz.). II Reunión Regional de Federación de Sociedades de Biología Experimental. Brasil.
- Cervantes, A. 1992. *La Familia Malvaceae en el Estado de Jalisco*. Colección Flora de Jalisco 3, Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México.
- Curtis, H. y Barnes, N. 2001. *Biología*. Sexta edición. Editorial Panamericana. Buenos Aires, Argentina.

- Chang, S. y Rausher, M. 1998. Frequency dependent pollen discounting contributes to maintenance of mixed mating system in the common glory *Ipomoea purpurea*. *American Naturalist*, 152: 671-683.
- Charlesworth, D. y Charlesworth. B. 1987. Inbreeding depression and its evolutionary consequences. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18: 237-268
- Charnov, E. 1987. On sex allocation and selfing in higher plants. *Evolution and Ecology*, 1: 30-36.
- Cruden, R. 1977. Pollen-ovule ratios. A conservative indicator of breeding systems in flowering plants. *Evolution*, 32: 32-46.
- Cruden, R. y Lyon, D. 1985. Patterns of biomass allocation to male and female function in plants with different mating systems. *Oecologia* (Berl.), 66: 299-306.
- Cruden, R. y Lyon, D. 1989. *Facultative xenogamy: Examination of a mixed mating system*. Editorial Westview Press. Colorado, U.S.A.
- Devall, M. y Thien, L. 1992. Self-incompatibility in *Ipomoea pes-caprae* (Convolvulaceae). *American Midland Naturalist*, 128: 22-29.
- Devesa, J. 1997. *Plantas con semillas, Botánica*. Editorial Reverté. Barcelona, España.
- Endress, P. 1996. *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge University Press, London.
- Faegri, K. y Van der Pijl, L. 1979. *The principles of pollination ecology*. Third Revised Edition. Pergamon Press, London.
- Gottsberger, G. 1977. Some aspects of beetle pollination in the evolution of flowering plants. *Plant Systematics and Evolution*, 1: 211-226.
- Grases, C. y Ramírez, N. 1998. Biología reproductiva de cinco especies ornitófilas en un fragmento de bosque caducifolio en Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 46: 1095-1108.
- Hokche, O. y Ramírez, N. 2006. Biología reproductiva y asignación de biomasa floral en *Solanum garneri* Sendth. (Solanaceae): una especie andromonoica. *Acta Botánica Venezuelica*, 29(1): 205-212.

- Holsinger, K. 2000. Reproductive systems and evolution in vascular plants. *National Academy Sciences, USA.*, 97: 7037 – 7042.
- Hoyos, J. 1985. *Flora de la Isla de Margarita, Venezuela*. Editorial Texto. Caracas, Venezuela.
- Inoue, K. 1990. Dichogamy, sex allocation, and mating system of *Campanula microdonta* and *C. punctata*. *Plant Specie Biology*, 5: 197-203.
- Klips, R. 1999. Pollen competition as a reproductive isolating mechanism between two sympatric *Hibiscus* species (Malvaceae). *American Journal of Botany*, 86: 269-272.
- Klips, R. y Snow, A. 1997. Delayed autonomous self-pollination in *Hibiscus laevis* (Malvaceae). *American Journal of Botany*, 84: 48-53.
- Leppik, E. 1977. *Floral evolution in relation to pollination ecology*. Today y Tomorrows Printer y Publishers, New Delhi.
- Lindorf, H.; Parisca, L. y Rodriguez, P. 1991. *Botánica. Clasificación. Estructura y Reproducción*. Ediciones de la Biblioteca Universidad Central de Venezuela (EBUC). Caracas, Venezuela.
- Lovett-Doust, J. y Cavers, P. 1982. Biomass allocation in hermaphrodite flowers. *Canadian Journal Botany*, 60: 2530-2534.
- Lloyd, D. 1965. Evolution of self-compatibility and racial differentiation in *Leaveworthia* (Cruciferae). *Contribution from the Gray Herbarium*, 195: 3-134.
- Mitchell, R. 1977. Bruchid beetles and seed packaging by palo verde. *Ecology*, 58: 644-651.
- Morgan, M.; Schoen, D. y Bataillon, T. 1997. The evolution of self-fertilization in perennials. *American Naturalist*, 150: 618-368.
- Pittier, H. 1978. *Manual de las plantas usuales de Venezuela*. Editorial Ariel, S.A. Caracas, Venezuela.
- Primack, R. 1979. Reproductive effort in annual and perennial species of *Plantago*. *American Naturalist*, 114: 51-62.
- Radford, A.; Dickinson, W.; Massey, J. y Bell, C. 1974. *Vascular plant systematics*. Harper and Son, Publishers. New York, U.S.A

- Ramírez, N. 2007. Biología reproductiva de *Amasonia campestris* (AUBL) Moldenke (Verbenaceae) en los Llanos Centrales de Venezuela. *Acta Botánica Venezolana*, 30(1): 385-414.
- Ramírez, N. 2000. *Dimensiones funcionales asociadas a la unidad de polinización: flores e inflorescencias*. XIV Congreso Venezolano de Botánica. Caracas, Venezuela.
- Ramírez, N. 1993. Producción y costo de frutos y semillas entre formas de vida. *Biotropica*, 25: 151-159.
- Ramírez, N. 1992. Las características de las estructuras reproductivas, niveles de aborto y semillas producidas. *Acta Científica Venezolana*, 43: 167-177.
- Ramírez, N. y Berry, P. 1997. Effect of sexual systems and dichogamy on levels of abortion and biomass allocation in plant reproductive structure. *Canadian Journal of Botany*, 75: 457-461.
- Ramírez, N. y Berry, P. 1995. Producción y costo de frutos y semillas relacionados a las características de las inflorescencias. *Biotropica*, 27(2): 190-205.
- Ricklefs, R. y Miller, G. 2000. *Ecology*. Fourth Edition. Freeman and Company, New York, U.S.A.
- Richards, A. 1986. *Plant breeding systems*. George Allen y Unwin (Publishers) Ltd. London.
- Richards, A. 1990. *Plant breeding systems*. Unwin Hyman, Londres.
- Ruiz-Zapata, T. y Arroyo, M. 1978. Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. *Biotropica*, 10: 221-230.
- Schlessman, M.; Underwood, N.; Watkins, T.; Graceffa, L. y Cordray, D. 2004. Functions of staminate flowers in andromonoecious *Pseudocymopterus montanus* (Apiaceae, Apioidae). *Plant Specie Biology*, 19: 1-12.
- Schnee, L. 1973. *Plantas comunes de Venezuela*. Ediciones de la Biblioteca Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Schoen, D. y Brown, A. 1991. Whole and part-flower self-pollination in *Glycine clandestine* and *G. argyrea* and the evolution of autogamy. *Evolution*, 45: 1651-1664.
- Solbrig, O. 1976. On the relative advantages of cross-and self-fertilization. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 63: 262-276.

- Sosa, C. 1997. Interacciones entre hormigas y plantas. *Revista de Divulgación Científica y Tecnología de la Asociación Ciencia Hoy*, 7: 36-40.
- Stephenson, A. 1981. Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 12: 253-279.
- Stephenson, A.; Good, S. y Vogler, D. 2000. Interrelationships among inbreeding depression, plasticity in the self-incompatibility system, and the breeding system of *Campanula rapunculoides* L. (Campanulaceae). *Annual of Botany*, 85: 211-219
- Suárez, L.; González, W. y Gianoli, E. 2004. Biología reproductiva de *Convolvulus chilensis* (Convolvulaceae) en una población de Aucó (Centro-Norte de Chile). *Revista Chilena de Historia Natural*, 77(4): 581-591.
- Sutherland, S. y Delph, L. 1984. On the importance of male fitness in plants: Patterns of fruit set. *Ecology*, 65: 1093-1104.
- Sutherland, S. 1986. Pattern of fruit-set: What controls fruit-flower ratios in plants. *Evolution*, 40: 117-128.
- Tate, J. y Simpson, B. 2003. Breeding system evolution in *Tarasa* (Malvaceae) and selection for reduced pollen grain size in the polyploid species. *American Journal of Botany*, 91: 20.
- Thien, L. 1974. Floral biology of Magnolia. *American Journal of Botany*, 1037-1045.
- Valerio, R. y Ramírez, N. 2003. Depresión exogámica y biología reproductiva de *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertner (Portulacaceae). *Acta Botánica Venezolana*, 26(2): 111-124.
- Weberling, F. 1989. *Morphology of flowers and inflorescences*. Cambridge University Press. New York.
- Young, H. 1986. Beetle Pollination of *Dieffenbachia longispatha* (Araceae). *American Journal of Botany*, 73: 931-944.

HOJA DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

Título	BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE <i>Herissantia crispera</i> (L.) Briz y <i>Bastardia viscosa</i> (L.) H.B.K. (MALVACEAE)
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC /e-mail	
Coronado Maestre Rosa Elisa	CVLAC	13 941 054
	e-mail	maestre-rosaelisa@hotmail.com
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Malvaceae
Estrategias reproductivas
Polinización
Bastardia viscosa
<i>Herissantia crispera</i>

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/5

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
CIENCIAS	Biología
	Biología reproductiva

Resumen (abstract):

Se evaluó la biología reproductiva de *Herissantia crispa* y *Bastardia viscosa* (Malvaceae), dos especies herbáceas, perennes, hermafroditas, localizadas en el campus de la Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre. En ambas especies, se determinó la morfología floral, biología de la polinización, eficiencia reproductiva, carga de polen y germinación, relación polen-óvulo, estrategias reproductivas y biología de la diseminación. Los resultados mostraron que las flores de *H. crispa* y *B. viscosa* son solitarias, actinomorfas, con las partes florales bien expuestas y anteras de dehiscencia extrorsa. La especie *B. viscosa* presentó como principales polinizadores a insectos pertenecientes al orden Coleoptera, en tanto que *H. crispa* fue polinizada por insectos del orden Hymenoptera (hormigas) y de la familia Aphididae, ambos grupos de pequeños tamaños que se corresponden con las dimensiones florales de las plantas estudiadas. Tanto *H. crispa* como *B. viscosa* mostraron una elevada producción de frutos y semillas (89,47% para *B. viscosa* y 96,72% en *H. crispa*) asociada a reducidos niveles de aborto de estructuras reproductivas y bajo costo de flores, frutos y semillas. El porcentaje de germinación de granos de polen fue de 6,18% para *B. viscosa* y 10,62 en *H. crispa*, valor suficiente para fertilizar los óvulos de estas especies. La relación polen-óvulo en las dos especies se corresponde con el sistema reproductivo de cada una. Los resultados de los cruces controlados indican que *B. viscosa* posee un sistema reproductivo mixto que combina la autopolinización con la polinización cruzada con una elevada producción de frutos y semillas, mientras que *H. crispa*, exhibe elevados valores de fructificación y producción de semillas solo por autopolinización. En las dos especies, las semillas son aparentemente dispersadas por el viento (anemofilia). De manera general, el presente estudio mostró que *Bastardia viscosa* y *Herissantia crispa* son dos especies poseedoras de una alta eficiencia reproductiva asociada a bajos niveles de aborto de estructuras reproductivas.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Valerio C., Rosanna	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	rosanna-valerio@hotmail.com
	e-mail	
Imery, José	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	jimeryb@cantv.net
	e-mail	
Velásquez, Carlos	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	cajovel@hotmail.com
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

2010	02	10
------	----	----

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
TESIS- REC. DOC	Word

Alcance:

Espacial : _____ (Opcional)

Temporal: _____ (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo:

Licenciatura en Biología

Licenciatura

Nivel Asociado con el Trabajo:

Área de Estudio:

Biología

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/5

Derechos:

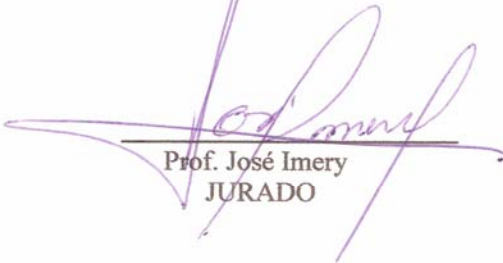
A archivar, divulgar y difundir por cualquier medio el contenido de este trabajo de investigación, con fines estrictamente científicos y educativos para el avance de la ciencia.



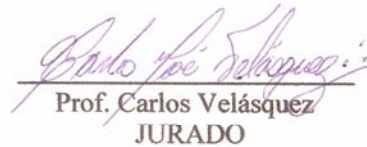
Rosa Elisa Coronado Maestre
AUTOR



Prof. Rosanna Valerio C.
TUTORA



Prof. José Imery
JURADO



Prof. Carlos Velásquez
JURADO

POR LA COMISIÓN DE TRABAJO DE GRADO:



Prof. María Iabichella

