



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Caracterización y patrones morfológicos de las diásporas de  
una flora tropical estacional en el Istmo de Tehuantepec,  
México**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**B I Ó L O G O**

**P R E S E N T A :**

**GERARDO LUIS CERVANTES JIMÉNEZ**



**DIRECTOR DE TESIS: DR. JORGE ARTURO MEAVE DEL  
CASTILLO**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, D.F. 2015**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Hoja de datos del Jurado**

### 1. Datos del alumno

Cervantes

Jiménez

Gerardo Luis

58929451

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

### 2. Datos del tutor

Dr.

Jorge Arturo

Meave

del Castillo

### 3. Datos del sinodal 1

Dra.

Martha Juana

Martínez

Gordillo

### 4. Datos del sinodal 2

Dr.

Eduardo Alberto

Pérez

García

### 5. Datos del sinodal 3

Dr.

Guillermo

Ibarra

Manríquez

### 6. Datos del sinodal 4

M. en C.

Yuriana

Martínez

Orea

### 7. Datos de la tesis

Caracterización y patrones morfológicos de las diásporas de una flora tropical estacional en el Istmo de Tehuantepec, México.

124 p

2015

*A mis padres,  
por todos los cuentos en la comida*

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Jorge Meave del Castillo por haber dirigido esta tesis con muchísima paciencia, por los innumerables consejos, por sus conocimientos compartidos, por su amistad y por contagiarme su pasión por la ecología de las plantas.

A mis sinodales, a la Dra. Martha Martínez, a la M. en C. Yuriana Martínez Orea y al Dr. Guillermo Ibarra Manríquez por su cuidadosa revisión y sus comentarios que me permitieron mejorar el escrito, al Dr. Eduardo Pérez quien fue piedra angular para el desarrollo de este trabajo.

A Marco Antonio Romero por prestarme siempre su pronta y valiosa ayuda en mis problemas técnicos que se me presentaron a lo largo de este trabajo.

A Estefanía Lezama por su ayuda en el comienzo de este trabajo, por las muchas horas que dedicó a la toma de las fotografías y por su siempre agradable compañía.

A Sarai Cruz por sus ánimos y por brindarme toda su confianza con el préstamo del microscopio.

A las personas que integran o formaron parte del Laboratorio de Ecología, Ecología y Diversidad Vegetal y Ecología de Ambientes Limitantes que en distintos momentos me ayudaron y aportaron su granito de arena. A Eduardo, Liliana, Claudia, Edwin, Alberto y todos los que incansablemente colectaron la flora de Nizanda y que sirvió de base para mi trabajo. En especial a Alberto Gallardo y a Edgar Liceaga de quienes he aprendido muchísimo y disfrutado su compañía.

A Ale Mena, Clau, Abril y por supuesto a Liz, con quienes me tocó descubrir maravillado a Nizanda, por su grata compañía y por tantas risas en el campo.

A mis profesores de la carrera que contribuyeron en mi formación, en especial a Judith Márquez por compartirme su amor por las plantas.

A mis compañer@s y amig@s de la carrera: Carlos, Cristóbal, Everardo, Octavio, Sara, Stephanie, Ceci y Ale Guzmán; a mis amigas que estuvieron en muchos momentos importantes de mi vida: Tania, Mariana y Jimena.

A Humberto y Hortensia por sus consejos y apoyo desinteresado, sobre todo en los momentos difíciles.

A Dulce por recorrer este camino de la vida junto conmigo, en las buenas y en las malas, por todo tu amor.

A mi papá y a mi mamá, por todo el cuidado y el amor que me han brindado durante toda mi vida, por el apoyo y por la larga espera, no son suficientes las palabras.

A mi hermano, por facilitarme el camino.

A la gente de Nizanda, en especial a la familia Reyes Manuel por brindarme su hospitalidad y por compartirme sus alegrías, a Lito, Brian, Ulises y Manuel por hacer más agradables los recorridos en campo.

A la Dirección General de Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México que otorgó financiamiento para la realización de este estudio mediante el proyecto “Efecto de la variación y temporal de la vegetación en la diversidad vegetal de un sistema tropical estacionalmente seco” IN216007-3.

Al CONACYT por el apoyo financiero a través del proyecto “Perspectiva paisajística de la diversidad, dinámica y regeneración de la vegetación en el trópico estacionalmente seco” CONACYT-FC, CB-2009-01-128136.

## RESUMEN

Es sorprendente la enorme variación morfológica y de tamaños que presentan las diásporas de las plantas. Muchas de estas variaciones están relacionadas con su modo dispersión y con el establecimiento de las plántulas. La variación entre especies contrasta la constancia dentro de las mismas; haciendo que ciertos atributos de las diásporas sean de valor taxonómico. Los trabajos que describen detalladamente su morfología son escasos comparados con la riqueza florística de nuestro país. La búsqueda de patrones en la morfología y el tamaño de las diásporas puede ayudar a entender las implicaciones ecológicas de estos atributos y los factores que los determinan. En este estudio se caracterizó morfológicamente a las diásporas de una fracción sustancial de la flora de Nizanda y se analizaron sus patrones morfológicos por comunidad vegetal y por forma de crecimiento. Las diásporas se obtuvieron principalmente de ejemplares de herbario. Se elaboró un catálogo de diásporas, cada ficha descriptiva incluye: fotografía, tipo de diáspora, tamaño, forma, geometría, color, brillo, textura, tipo de indumento, ornamentos y características del hilo o de las cicatrices. En él se describen 197 diásporas de 193 especies pertenecientes a 55 familias botánicas, abarcando *ca.* una quinta parte de la flora regional. Las diásporas descritas presentaron una gran variación en sus atributos. Fue evidente un fuerte traslape en el tamaño y la forma de las diásporas entre las distintas comunidades vegetales representadas. Solamente una comunidad vegetal (sabana) se diferenció por el tamaño de sus diásporas del resto de las comunidades (excepto con la vegetación secundaria). Entre las distintas formas de crecimiento, las diásporas difieren en sus atributos. Los árboles presentan las de mayor tamaño así como la mayor variación tanto morfológica como de tamaños; las trepadoras muestran formas relacionadas con la dispersión anemócora; mientras que las forbias y las gramínoideas tuvieron las diásporas más pequeñas y con formas más cercanas a la esfericidad. La gama de estrategias en la morfología y el tamaño de las diásporas que presentan las distintas comunidades parecen estar mediadas en gran parte por la forma de crecimiento. El evidente efecto filogenético sobre la morfología de las diásporas en ciertos grupos, puede enmascarar los patrones aquí explorados. Este catálogo representa una herramienta útil para la identificación de las diásporas de manera aislada, actividad clave para otros estudios.

**Palabras clave:** catálogo de diásporas, semillas, frutos, selva baja caducifolia, dispersión

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Presentación del estudio	1
1.2 Papel ecológico de la dispersión	2
1.3 Tamaño y morfología de las diásporas	3
1.3.1 Implicaciones ecológicas de los atributos de las diásporas	3
1.3.2 Factores que afectan al tamaño y la morfología de las diásporas	5
1.3.3 Síndromes de dispersión	7
1.3.4 Patrones geográficos y ecológicos en la morfología y el tamaño de las diásporas	9
1.4 Planteamiento del problema e hipótesis	11
1.5 Objetivos	12
2. ZONA DE ESTUDIO	13
2.1 Localización	13
2.2 Clima	14
2.3 Geomorfología, geología y suelos	14
2.4 Flora	15
2.5 Comunidades vegetales	15
3. MATERIAL Y MÉTODOS	19
3.1 Recolección, obtención y selección de las diásporas	19
3.2 Elaboración del catálogo de diásporas	19
3.3 Patrones morfológicos y de tamaño de las diásporas	21
4. RESULTADOS	24
4.1 Descripción numérica y contenido taxonómico del catálogo de diásporas	24
4.2 Patrones morfológicos de las diásporas	26
4.2.1 Patrones generales en el conjunto total	26
4.2.2 Patrones por comunidad vegetal	28
4.2.3 Patrones por forma de crecimiento	33

4.2.4	Síndromes de dispersión	35
4.3	Catálogo de diásporas	36
5	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	88
5.1	Representación de la flora regional en el catálogo de diásporas	88
5.2	Patrones morfológicos de las diásporas	90
5.2.1	Patrones del conjunto total de diásporas	90
5.2.2	Patrones por comunidad vegetal	92
5.2.3	Patrones por forma de crecimiento	95
5.2.4	Síndrome de dispersión	96
5.3	Consideraciones finales	97
LITERATURA CITADA		98
ANEXOS		106
A1.	Guía para la descripción de las diásporas	106
A2.	Glosario	109

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Presentación del estudio

La enorme variación tanto morfológica como de tamaños de las unidades de dispersión de las plantas (diásporas) ha llamado la atención de los estudiosos de la naturaleza desde hace mucho tiempo (Stearns, 1879; Roth, 1987). Por un lado, esta información comenzó a ofrecer indicios sobre las formas de desplazamiento de estas estructuras, como una forma en que las plantas están adaptadas a diferentes ambientes. Por el otro, la gran variabilidad de los caracteres morfológicos y morfométricos de las diásporas entre especies, al igual que su relativa constancia dentro de cada especie, ha permitido que estos caracteres sirvan para su identificación taxonómica (Werker, 1997; Arias y Terrazas, 2004; Ochoa-Gaona *et al.*, 2008; Cosmo *et al.*, 2009; Grillo *et al.*, 2010; Lima *et al.*, 2010).

A pesar de la gran importancia que tienen los atributos de las diásporas, los trabajos que describen detalladamente su morfología son escasos (Roth, 1987; Sánchez-Garfias *et al.*, 1991; Cosmo *et al.*, 2009; Lima *et al.*, 2010), sobre todo para regiones de gran riqueza florística, como es el caso de México. Además, las descripciones de muchas de diásporas están dispersas principalmente en obras de tipo florístico y suelen ser muy sucintas (Sánchez-Garfias *et al.*, 1991). Por lo tanto, sigue vigente la necesidad de hacer más trabajos que describan las diásporas de ciertas localidades y regiones.

Los distintos rasgos morfológicos y el tamaño de las diásporas tienen implicaciones muy importantes en la dispersión (Harper *et al.*, 1970; Michaels *et al.*, 1988; Werker, 1997; Leishman *et al.*, 2000) y el establecimiento de las plantas (Peart, 1984; Wright *et al.*, 2000). Así, se han encontrado patrones en la naturaleza entre el tamaño de las diásporas y algunos factores ambientales, como la cantidad de luz (Leishman *et al.*, 2000); mientras que, la relación entre la morfología y los factores ambientales ha sido menos estudiada. En realidad, la relación diáspora-ambiente puede ser más compleja, ya que las características de las diásporas pueden estar asociadas con ciertos atributos de las plantas, como su forma de crecimiento (Lord *et al.*, 1997; Willson y Traveset, 2000; Sims, 2012) o su tamaño (Baker, 1972; Thompson y Rabinowitz, 1989).

Los estudios en gradientes ambientales pueden ayudar a encontrar generalizaciones sobre las características de las plantas que viven en distintas condiciones ambientales (Fenner y

Thompson, 2005; Metz *et al.*, 2010). En la región de Nizanda se presenta un mosaico vegetal compuesto por distintas comunidades distribuidas en un gradiente de humedad edáfica; por lo tanto, esta región representa un sistema que permite explorar distintas hipótesis sobre los factores que potencialmente inciden sobre el tamaño y la forma de las diásporas.

Estas consideraciones me llevan a plantearme las siguientes preguntas: ¿cómo son las diásporas de las distintas comunidades vegetales de la región de Nizanda? y ¿existen patrones en la morfología y el tamaño de las diásporas de acuerdo con el tipo de vegetación donde se desarrollan las plantas, o son estos patrones más bien consistentes con la forma de crecimiento de la planta? Los resultados de este estudio permitirán contar con una guía para el reconocimiento de las diásporas de esta localidad y comenzar a dilucidar sobre cuáles son los factores que determinan en mayor grado la morfología y el tamaño de las diásporas.

## **1.2 Papel ecológico de la dispersión**

A pesar de que la función principal de la semilla es la reproducción de las plantas, esta estructura vegetal también desempeña otras funciones importantes, como la dispersión y la colonización de nuevos ambientes (Harper *et al.*, 1970; Fenner y Thompson, 2005). Como parte de la evolución del proceso de dispersión de las plantas, éstas han desarrollado una serie de estructuras que, junto con el embrión, conforman la unidad de dispersión. A este conjunto se le conoce como diáspora (del griego διασπορά, que significa diseminación, dispersión). Las diásporas funcionan como órganos autónomos, que al separarse de la planta madre y ser transportados tienen la capacidad de originar nuevos individuos (Niembro, 2001); pueden estar constituidas únicamente por la semilla o incluir restos florales, restos del fruto, el fruto completo e incluso infrutescencias completas y otras partes vegetativas de la planta (Werker, 1997; Castillo-Argüero *et al.*, 2002; Willson y Traveset, 2000).

La dispersión puede ser definida simplemente como la separación de la diáspora de la planta madre (Howe y Smallwood, 1982), pero también puede implicar el movimiento que aleja las semillas de la misma, en el cual pueden participar agentes animales, viento o agua, o mecanismos intrínsecos a la planta madre (Wang y Smith, 2002). En última instancia, la dispersión representa un eslabón de la continuidad de la vida (van der Pijl, 1972), ya que liga el fin del ciclo reproductivo de las plantas adultas con el establecimiento de la descendencia (Wang y Smith, 2002).

La dispersión aumenta la distancia entre las semillas liberadas y la planta parental (Werker, 1997). En muchos casos este alejamiento incrementa las probabilidades de supervivencia de la descendencia (Fenner y Thompson, 2005), ya que así puede colonizar nuevos ambientes, prevenir o al menos reducir la competencia intraespecífica tanto con la planta parental como con sus descendientes, y escapar de la depredación y de los patógenos atraídos por la planta madre (Werker, 1997; Willson y Traveset, 2000; Fenner y Thompson, 2005). Es por esto que el éxito de la descendencia de muchas plantas depende de la capacidad de escapar del ambiente inmediato de los padres (Harper *et al.*, 1970). Asimismo, a nivel poblacional la dispersión juega un papel muy importante en la estructura genética de las poblaciones (Willson y Traveset, 2000; Nason, 2002), pues ayuda a evitar la endogamia (Begon *et al.*, 2006). Además, desempeña un papel crítico en el tamaño poblacional, ya que influye en el descubrimiento de nuevas áreas habitables (Harper, 1977).

La dispersión es un proceso clave en la determinación de los patrones de diversidad y composición de las comunidades vegetales (Wang y Smith, 2002; Fenner y Thompson, 2005), y por supuesto, a una escala más grande, en los patrones de distribución de las plantas (Ridley, 1930; van der Pijl, 1972; Harper, 1977; Nathan *et al.*, 2008). Este proceso determina, en cierta medida, que especies pueden llegar a establecerse, cuáles pueden permanecer, así como el recambio espacial y temporal de las mismas en la vegetación. Asimismo, durante la sucesión ecológica la dispersión desempeña un papel muy importante (Harper, 1977). Esto último es particularmente evidente en comunidades sucesionales donde la recuperación desigual de la vegetación puede ser resultado de la gran variación en la dispersión de las semillas (Holl, 1999). En los bosques tropicales, la dispersión contribuye de manera muy importante a su regeneración y persistencia (Ortiz-Pulido *et al.*, 2000), pues hay evidencia de que el factor principal que limita su regeneración es la falta de semillas dispersadas hacia sitios abiertos (Holl, 1999; Wijdeven y Kuzee, 2000).

### **1.3 Tamaño y morfología de las diásporas**

#### *1.3.1 Implicaciones ecológicas de los atributos de las diásporas*

Las diásporas presentan una gran diversidad de formas, colores, tamaños, tipos de superficie, apéndices y otros atributos propios de cada especie (Werker, 1997). Gran parte de la variación de estas características se relaciona estrechamente con los diferentes modos de dispersión (Harper *et*

*al.*, 1970; Leishman *et al.*, 2000). Por ejemplo, en la dispersión mediada por animales, la presencia de ganchos y cubiertas carnosas, y de colores brillantes como el rojo, son importantes (Roth, 1987; Takagi *et al.* 2012). En contraste, en las diásporas dispersadas por el viento o el agua, la forma, por ejemplo aerodinámica o aplanada, resulta crucial (Werker, 1997), lo mismo que la presencia de alas o comas (Roth, 1987).

La morfología y el tamaño de las diásporas también tienen implicaciones importantes en otros procesos y fases del ciclo de vida de las plantas, como el enterramiento y su persistencia en el suelo, la germinación y el establecimiento de las plántulas (Harper *et al.*, 1970; Peart, 1979; Thompson *et al.*, 1993). Por ejemplo, ciertos mecanismos de enterramiento de semillas, tales como la capacidad de penetrar en grietas del suelo o ser arrastradas por las lluvias, pueden ser más eficaces en diásporas pequeñas y compactas (Thompson *et al.*, 1993). Asimismo, la presencia de aristas en las diásporas les permite mantener una posición adecuada para el enterramiento o anclarse al suelo, incrementando así sus probabilidades de germinación y establecimiento (Peart, 1984).

Se ha sugerido que durante la fase de establecimiento, un tamaño grande de semilla está asociado con una supervivencia mayor de la plántula ante diversas amenazas, como la competencia, la escasez de luz, la sequía, el déficit de nutrientes y el daño por herbivoría (Baker, 1972; Leishman *et al.*, 2000; Metz *et al.*, 2010; Westoby *et al.*, 2011); por ejemplo, las plántulas que provienen de semillas grandes pueden emerger a través del mantillo de profundidades mayores que aquellas provenientes de semillas chicas (Leishman *et al.*, 2000). Sin embargo, el único patrón que ha mostrado gran consistencia hasta ahora es que las especies que se establecen en condiciones de poca luz tienden a tener semillas más grandes (Leishman *et al.*, 2000; Westoby *et al.*, 2011). De hecho, la relación entre el tamaño de las semillas y la supervivencia de las plantas puede variar entre grupos funcionales y grupos taxonómicos con distintas estrategias en sus historias de vida (Metz *et al.*, 2010).

El tamaño y ciertos atributos morfológicos de las diásporas también contribuyen a evitar su depredación. Las cubiertas duras y leñosas, así como las superficies con pelos rígidos o espinas duras proporcionan protección mecánica (Roth, 1987). Muchas diásporas pequeñas escapan de la depredación una vez que se entierran (Leishman *et al.*, 2000). Ciertas leguminosas evitan la depredación mediante la constricción del pericarpo entre las semillas de sus frutos (Roth, 1987). La coloración es otro rasgo que parece influir en la dispersión y depredación de las

diásporas (Takagi *et al.*, 2012): mientras que los colores brillantes pueden atraer dispersores, los colores café o negro pueden servir de camuflaje y disminuir su depredación (Werker, 1997).

Debido al gran número de eventos en que el tamaño y la morfología de las diásporas están implicados, se corre el riesgo de cometer el error de suponer que todas las características de las diásporas tienen un significado adaptativo (Harper *et al.*, 1970). Cuando en realidad, en varias no se ha probado (Harper *et al.*, 1970). Aunado a esto, y debido a la posición esencial que ocupa el tamaño de las semillas en la ecología de las especies (Leishman *et al.*, 2000), esta característica ha recibido una atención mayor en los estudios, dejando al margen a los rasgos morfológicos.

### *1.3.2 Factores que afectan al tamaño y la morfología de las diásporas*

Los botánicos y los ecólogos han señalado un gran número de factores que determinan la morfología y el tamaño de las diásporas (Harper *et al.*, 1970; Roth, 1987; Werker, 1997; Sims, 2012); éstos pueden ser intrínsecos a la planta o ambientales. Entre los primeros están la forma y el tamaño del gineceo (Roth, 1987), así como el tamaño y la forma del lóculo, el número de semillas que hay dentro de cada lóculo y la posición que ocupa la semilla dentro del lóculo (Werker, 1997). Por ello, las diásporas constituidas únicamente por la semilla, al encontrarse encerradas en las paredes del ovario, presentan una variedad más limitada de formas y tamaños en comparación con las diásporas constituidas por frutos o infrutescencias (Thompson *et al.*, 1993).

Estas limitaciones implican que la morfología de las diásporas muestre fuertes restricciones filogenéticas, de lo cual las compuestas y las gramíneas son buenos ejemplos (Harper *et al.*, 1970; Martin y Barkley, 1961). No sólo la forma sino también el tamaño exhibe una fuerte señal filogenética (Lord *et al.*, 1997; Moles *et al.*, 2005; Sims, 2012), como es evidente en las palmas y las orquídeas (Werker, 1997). Las restricciones biomecánicas asociadas al diámetro de la rama, el tamaño de la inflorescencia y el área foliar también afectan el tamaño de las diásporas que puede producir una planta (Grubb *et al.*, 2005; Venable y Rees, 2009).

Los factores ambientales que afectan el tamaño de las diásporas incluyen aquellos que operan durante el desarrollo de la semilla (Werker, 1997) y los que enfrenta la plántula durante su establecimiento (Leishman *et al.*, 2000). La cantidad de luz y la humedad son dos de los factores ambientales más importantes en la determinación del tamaño (Baker, 1972; Baskin y Baskin, 1998). Por ejemplo, en sitios con poca disponibilidad de luz, las plántulas necesitan una cantidad

mayor de reservas para sobrevivir inicialmente antes de recibir una iluminación adecuada; por lo tanto, sus diásporas tienden a ser de mayor tamaño que las de plantas que se establecen en lugares abiertos (Salisbury, 1974). Por su parte, los factores ambientales que suelen generar diferencias en el tamaño, el color y la forma de las diásporas durante el desarrollo de las semillas son la concentración de nutrientes minerales en el suelo, la estacionalidad y la cantidad de luz (Baskin y Baskin, 1998).

Los factores que afectan a la morfología y al tamaño de las diásporas interactúan entre sí. Por ejemplo, aunque la competencia es un factor biótico que afecta por sí mismo el tamaño de las diásporas, puede actuar de manera sinérgica con la cantidad de luz (Baker, 1972). Además, la importancia de ciertos factores ambientales en la determinación del tamaño de la diáspora varía de acuerdo con la forma de crecimiento y el tipo de hábitat donde viven las plantas (Baker, 1972). Sin embargo, en general, las variables ambientales tienen poco poder explicativo sobre el tamaño de la semilla en comparación con otras características de la planta, como su forma de crecimiento y el síndrome de dispersión (Fenner y Thompson, 2005; Moles *et al.*, 2005).

Desde una perspectiva evolutiva, tanto la forma como el tamaño de las diásporas también pueden verse como el resultado de numerosas disyuntivas (Harper *et al.*, 1970). Un caso bien conocido se presenta entre el tamaño y el número de diásporas que la planta puede producir, ya que la cantidad de recursos que ésta asigna a la reproducción es limitada (Fenner y Thompson, 2005). Al producir más diásporas pequeñas, la posibilidad de que alguna llegue a un lugar favorable aumenta; en contraste, al invertir grandes cantidades de recursos en pocas diásporas, cada una de ellas tendrá una mejor oportunidad para establecerse exitosamente (Leishman *et al.*, 2000). El tamaño (o la biomasa) de la diáspora representa otra disyuntiva evolutiva respecto a la capacidad de dispersión (Fenner y Thompson, 2005): las ventajas de tener grandes reservas al momento de germinar trae como consecuencia una pérdida en su capacidad de dispersión (Roth, 1987). Otra más se establece entre el tamaño de la diáspora y los riesgos de depredación, ya que las diásporas grandes son más visibles a los depredadores (Harper *et al.*, 1970; Wright *et al.*, 2000); sin embargo, en realidad puede ser arriesgado buscar un significado al tamaño, pues los límites entre la depredación y la dispersión no son completamente claros (Harper *et al.*, 1970). Finalmente, se ha propuesto que la forma de la diáspora representa una disyuntiva evolutiva que integra la forma de empacar más eficientemente las reservas y la dispersión, el aterrizaje de la diáspora y el establecimiento de las plántulas (Harper *et al.*, 1970).

### 1.3.3 Síndromes de dispersión

Las diásporas de muchas plantas tienen modificaciones estructurales que les ayudan a dispersarse principalmente por ciertos mecanismos o agentes (Fenner y Thompson, 2005). A este conjunto de características que les permite dispersarse se le denomina síndrome de dispersión (van der Pijl, 1972), y a pesar de que no hay una correspondencia perfecta entre los síndromes y los verdaderos vectores de dispersión, la aproximación suele ser bastante buena. Para clasificar los distintos tipos de dispersión se han usado varios criterios; algunos se basan en la estructura que utilizan las diásporas para dispersarse, otros en la unidad que se dispersa y otros más en el agente de dispersión (Werker, 1997). Como es de esperarse, todas las clasificaciones tienen sus inconvenientes y ninguna es completamente satisfactoria (Chain-Guadarrama, 2005).

De acuerdo con el agente que transporta a las diásporas se han reconocido diferentes síndromes de dispersión, tanto abióticos como bióticos (van der Pijl, 1972; Cuadro 1). Entre los primeros está la anemocoria (dispersión por viento), la cual puede realizarse de manera activa por el viento o simplemente desacelerando la caída de las diásporas por su resistencia al aire (Werker, 1997). Las diásporas anemócoras tienen formas y/o estructuras que les ayudan a mantenerse en las corrientes de aire, como alas (v.g., Bignoniaceae) o comas (v.g., Apocynaceae) que incrementan la fricción con el aire y funcionan como paracaídas (van der Pijl, 1972; Fenner y Thompson, 2005). Las estructuras accesorias para el vuelo pueden formarse con los sépalos, las brácteas, las glumas o los pedicelos (Roth, 1987; Werker, 1997). Algunas diásporas diminutas pueden dispersarse por el viento aunque no tengan estructuras especializadas para el vuelo (v.g., Orchidaceae; Roth, 1987). Otro síndrome abiótico es la hidrocoria (dispersión mediante el agua), común en plantas que viven cerca de cuerpos de agua o en sitios inundables (van der Pijl, 1972; Werker, 1997). También en este síndrome los sépalos, las brácteas y los pedicelos pueden funcionar como órganos de flotación (Roth, 1987).

Según van der Pijl (1972), la zoocoria (dispersión mediante animales) puede dividirse en tres tipos: (1) endozoocoria, cuando las diásporas son transportadas dentro del tracto digestivo del animal, (2) epizoocoria, cuando las transporta por fuera de su cuerpo, y (3) sinzoocoria, cuando el animal deliberadamente las acarrea. Las diásporas endozoócoras deben ser atractivas y accesibles para los dispersores, además de tener cubiertas protectoras porque pasan por los intestinos de los animales o son regurgitadas (Werker, 1997). Las diásporas epizoócoras se adhieren principalmente a plumas y pelos mediante mucílagos, ganchos o pelos rígidos (Fenner y

Thompson, 2005). Por su parte, muchas diásporas sinzoócoras son recolectadas y almacenadas por roedores, pero al no presentar accesorios para la atracción y protección, su supervivencia depende del azar (Werker, 1997). Según el tipo de animal dispersor, se pueden distinguir distintas clases de zoocoria, tales como la ornitocoria (dispersión por aves), mirmecocoria (dispersión por hormigas) y mamalocoria (dispersión por mamíferos), entre otras (van der Pijl, 1972). En los bosques tropicales, las aves frugívoras son consideradas el agente biótico más importante de dispersión, debido a su abundancia y a su gran movilidad (Roth, 1987; Ortiz-Pulido *et al.*, 2000).

**Cuadro 1.** Características de las diásporas asociadas a distintos síndromes de dispersión. Basado en van der Pijl (1972), Roth (1987) y Werker (1997).

Síndrome de dispersión	Principales características de las diásporas
<i>Dispersión abiótica</i>	
Anemocoria	Tamaño reducido, formas planas, peso específico bajo, área superficial grande, presencia de alas, tricomas y pelos.
Hidrocoria	Flotabilidad, peso específico bajo, área superficial grande, tejidos llenos de aire, superficie repelente al agua, frutos con pocas semillas.
<i>Dispersión biótica</i>	
Endozoocoria	Con olor y/o con colores brillantes y/o contrastantes, con material comestible, presencia de arilos, protección contra la depredación cuando están inmaduras, protección física contra la digestión.
Epizoocoria	Con ganchos, cerdas o mucílago pegajoso.
Ornitocoria	Tamaño pequeño a mediano, expuestas o de fácil acceso, rodeadas con una capa carnosas; color amarillo a rojo o azul a negro, con arilo, permanecen colgadas de los tallos.
Mamalocoria	Tamaño grande, carnosas, frutos olorosos firmemente sujetos a las ramas pero generalmente caen al madurar, no adoptan siempre colores llamativos más bien colores pálidos, semilla protegida con cubiertas duras o sabores desagradables.
Quiropterocoria	Frutos bien expuestos fuera del follaje, color café o amarillo.
Mirmecocoria	Arilo especializado (eleosoma).

La especialización estructural puede estar asociada con más de un método de dispersión. Esto es evidente en las estructuras adaptadas para la anemocoria y la hidrocoria, o para la mamalocoria y la ornitocoria (Roth, 1987). Por esta y otras razones, muchas de las conclusiones que se han hecho sobre la dispersión de una gran número de diásporas, se basan solamente en sus estructuras, pero no han sido comprobadas con observaciones o experimentos de campo, por lo que tienen un carácter especulativo o deductivo (Werker, 1997).

#### *1.3.4 Patrones geográficos y ecológicos en la morfología y el tamaño de las diásporas*

Hasta ahora se han encontrado distintos patrones en el tamaño y la morfología de las diásporas. A nivel mundial o geográfico existe una relación negativa entre la masa de las semillas y la latitud, así como una reducción en la gama de estrategias en el tamaño de las semillas cuando se alejan del ecuador (Lord *et al.*, 1997; Leishman *et al.*, 2000; Moles *et al.*, 2007). Algunas variables que influyen en este gradiente latitudinal son la forma de crecimiento de la planta, el tipo de vegetación, el síndrome de dispersión y la productividad primaria del ecosistema (Moles *et al.*, 2007). Sin embargo, no resulta claro cuáles son los procesos implicados en la regulación de este patrón, y de hecho éstos podrían ser muy específicos. Por ejemplo, se ha sugerido que las temperaturas altas de los sistemas tropicales podrían resultar en un costo metabólico alto para el crecimiento de las plántulas y por lo tanto funcionan como una presión de selección hacia el aumento en el tamaño de la semilla (Lord *et al.*, 1997; Leishman *et al.*, 2000).

En escalas ecológicas más pequeñas no se ha determinado con claridad cuáles son los patrones relacionados con el tamaño de las diásporas. Algunos patrones reportados comprenden relaciones entre el tamaño y la morfología de las diásporas y la adscripción de las especies a ciertos grupos funcionales. Por ejemplo, las diásporas de plantas parásitas generalmente son pequeñas, ya que sus plántulas no requieren de reservas alimenticias para establecerse (Baker, 1972); sin embargo, algunas plantas parásitas que son independientes durante un tiempo antes de penetrar en el hospedero poseen diásporas más grandes (Harper *et al.*, 1970). La mayoría de las malezas, al igual que las especies de las primeras fases de la sucesión, producen numerosas diásporas pequeñas, que son dispersadas por viento (Stevens, 1932; Harper *et al.*, 1970; Ibarra-Manríquez y Oyama, 1992; Ibarra-Manríquez *et al.*, 2001). Además, en relación con grupos definidos por su forma de crecimiento, las diásporas de hierbas y pastos generalmente son más

pequeñas que las de los arbustos, y éstas por lo general más pequeñas que las de árboles y plantas trepadoras (Baker, 1972; Westoby *et al.*, 2011; Lord *et al.*, 1997; Moles *et al.*, 2005).

Por otra parte, también se ha observado que la gama de tamaños de las diásporas se amplía cuando se incrementa el tamaño de la planta (Grubb *et al.*, 2005). No obstante, el patrón de que las plantas grandes tienden a tener semillas grandes por una cuestión de alometría (Thompson y Rabinowitz, 1989), no siempre se cumple o es débil (Rees y Venable, 2007; Venable y Rees, 2009), y de hecho no hay un único mecanismo que sea capaz de explicar de forma convincente la asociación entre el tamaño de la semilla y la altura de la planta o la forma de crecimiento (Leishman *et al.*, 2000). Rees y Venable (2007) argumentan que la correlación entre los tamaños de la semilla y del adulto se presenta sólo cuando las características de la semilla se relacionan con las tasas demográficas de la planta. Baker (1972) encontró que los tamaños de las diásporas pueden diferir entre las hierbas, dependiendo de si son perennes, anuales, nativas o introducidas (v.g., las hierbas perennes tienen semillas más grandes que las anuales).

También se han encontrado patrones en los tamaños de las diásporas que están ligados a distintas condiciones ambientales, pero éstos no son contundentes. Por ejemplo, un patrón bien establecido es la relación entre diásporas grandes y la escasez de luz (Leishman *et al.*, 2000), lo cual se explica porque las plántulas necesitan reservas abundantes para sobrevivir un largo tiempo en la sombra (Roth, 1987). Asimismo, se ha reportado una relación inversa entre la altitud y el tamaño de las semillas, posiblemente debido al estrés causado por el descenso de la temperatura o cambios en la humedad (Baker, 1972). También se ha reportado una asociación entre las semillas grandes y los hábitats secos (Baker, 1972; Leishman *et al.*, 2000); sin embargo, esta relación es poco convincente (Fenner y Thompson, 2005), pues otras evidencias parecen contradecir estas asociaciones, ya que el tamaño de las semillas se correlaciona fuerte y positivamente con la precipitación y en menor grado con la temperatura (Moles *et al.*, 2005). Otros patrones relacionados con las condiciones ambientales resultan confusos, como la relación variable entre el tamaño de la semilla y la cantidad de nutrientes en el suelo (Leishman *et al.*, 2000).

La búsqueda de patrones relacionados con las diásporas también se ha enfocado en tipos de hábitat. Así, se ha encontrado que las semillas grandes son características de árboles de selvas húmedas, en particular de plantas tolerantes a la sombra, y que en estos ambientes las lianas y las

plantas epífitas tienen diásporas con formas frecuentemente relacionadas con la anemocoria (Roth, 1987; Ibarra-Manríquez *et al.*, 1991). Por su parte, las plantas propias de hábitats improductivos presentan mayoritariamente semillas pequeñas (Thompson *et al.*, 1993). En los bosques deciduos la anemocoria es común en el dosel, mientras que la zoocoria está más limitada a estratos bajos (Roth, 1987). En un estudio reciente Arredondo-Amezcuca *et al.*, (2015) encontraron que la zoocoria es preponderante en la flora leñosa de los bosques tropicales caducifolios del neotrópico. Harper *et al.* (1970) señalan que en el estrato arbóreo de los bosques templados, muchas especies pioneras se dispersan por viento, mientras que las especies de etapas tardías lo hacen mediante animales. Asimismo, mencionan que las plantas del sotobosque se dispersan generalmente por medio de pelos o ganchos en los animales, mientras que los arbustos frecuentemente presentan frutos carnosos para su dispersión.

A pesar de estas relaciones generales con el ambiente, en todas las comunidades se ha reportado una enorme variación de tamaños de las diásporas entre especies que coexisten (Lord *et al.*, 1997; Muller-Landau, 2010). Llama la atención que en diferentes ensamblajes vegetales el intervalo de tamaños de las diásporas suele tener la misma amplitud (entre 5 y 6 órdenes de magnitud), además de que dichos intervalos se traslapan fuertemente entre comunidades, lo que sugiere que las condiciones ambientales no son las principales responsables del tamaño de las diásporas (Leishman *et al.*, 2000).

#### **1.4 Planteamiento del problema e hipótesis**

Las descripciones de las diásporas de las plantas se encuentran dispersas en obras de tipo florístico. Además, muchos estudios que describen detalladamente la morfología de las diásporas tropicales han abarcado pocas especies (*v.g.*, Lima *et al.*, 2010; Nunes *et al.*, 2009; Cosmo *et al.*, 2009). Actualmente, gracias a los recursos electrónicos, hay un aumento en las bases de datos e imágenes útiles para la identificación de las diásporas (*v.g.*, Seed Information Database). Sin embargo, para ciertas regiones de nuestro país aún son escasos los trabajos que ayuden en la tarea de identificación de las diásporas de manera aislada, sobre todo si se compara con la diversidad vegetal (véase Niembro *et al.*, 2010; Rodríguez *et al.*, 2009; Ochoa-Gaona *et al.*, 2008; Lentz y Dickau 2005; Castillo-Argüero *et al.*, 2002; Sánchez-Garfías *et al.*, 1991; Espinosa y Sarukhán, 1997; Niembro, 1989, para algunos contraejemplos importantes).

En la misma zona de estudio de este trabajo, Chain-Guadarrama (2005) encontró que los síndromes de dispersión varían entre las comunidades que integran el mosaico vegetacional. Sin embargo, esta autora menciona que para encontrar patrones claros en los síndromes de dispersión entre las distintas formas de crecimiento dentro de cada comunidad y entre grupos taxonómicos se requiere incluir un mayor número de especies.

La hipótesis de trabajo de este estudio es que si la morfología y el tamaño de las diásporas son ecológicamente importantes, entonces cada comunidad tendrá un cierto espectro morfológico y de tamaño en sus diásporas que refleje las condiciones ambientales y las formas de crecimiento predominantes en esa comunidad. Por lo tanto, se esperaba que las comunidades extremas del gradiente ambiental presentaran la mayor diferencia en las características de sus diásporas. Asimismo, que las comunidades con dosel más cerrado, con una mayor humedad y distintos estratos en la vegetación, presentaran las diásporas más grandes y formas relacionadas con la dispersión biótica, mientras que las comunidades más xéricas y de dosel más abierto, presentaran diásporas de menor tamaño y con una morfología asociada a la dispersión abiótica.

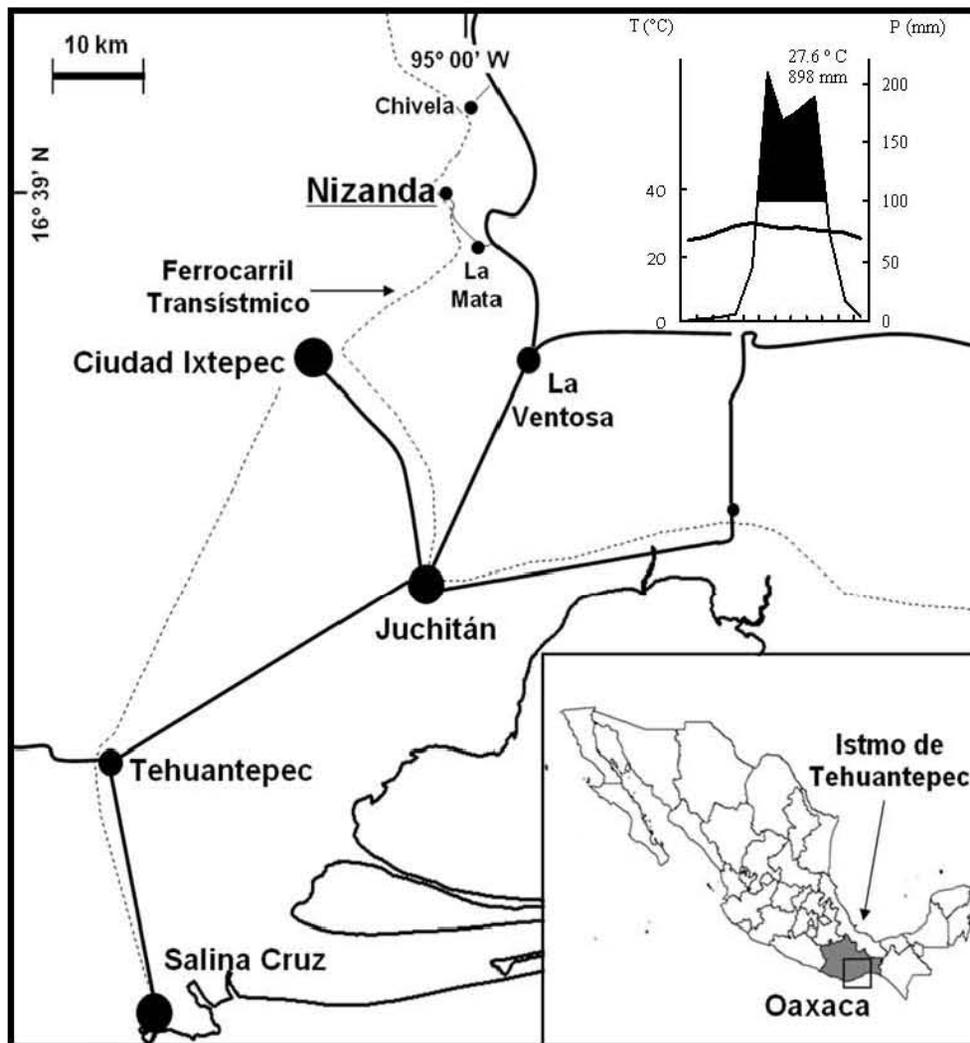
## **1.5 Objetivos**

Para resolver las preguntas planteadas al principio de la introducción se establecieron los siguientes objetivos: (1) caracterizar morfológicamente las diásporas de una fracción sustancial de la flora de una localidad del trópico estacionalmente seco del sur de México (Nizanda, Oaxaca); (2) determinar si hay asociaciones entre las distintas comunidades presentes en el área y el espectro morfológico de sus diásporas; y (3) determinar si hay patrones de la morfología de las diásporas relacionados con grupos definidos por las formas de crecimiento de las plantas.

## 2. ZONA DE ESTUDIO

### 2.1 Localización

Este estudio se llevó a cabo en la región situada alrededor del poblado de Nizanda (conocido oficialmente como Mena;  $16^{\circ}39'N$ ,  $95^{\circ}00'W$ ), perteneciente a los municipios de Asunción Ixtaltepec y Ciudad Ixtepec, ambos ubicados en el Distrito de Juchitán, en la porción sur del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. El área de estudio coincide, en general, con la zona cubierta en la prospección florística realizada por Pérez-García *et al.* (2001, 2010) y cubre aproximadamente  $80 \text{ km}^2$  (Fig. 1).



**Fig.1** Ubicación y diagrama ombrotérmico de la zona de estudio. Modificado de Pérez-García *et al.* (2010).

## 2.2 Clima

El clima de esta región es  $Aw_0(w)igw''$ , es decir, cálido subhúmedo con lluvias en verano, isotermal y marcha de temperatura tipo Ganges (García, 2004). La temperatura promedio anual es de 27.6 °C y la precipitación total anual promedio de 898 mm, con una estacionalidad marcada, concentrándose las lluvias entre mayo y octubre (Kupers, 2013). Un aspecto importante en la determinación del clima regional es la incidencia de fuertes corrientes de viento, lo cual es particularmente evidente en los meses de septiembre a mayo (Vidal y Matías, 2007). El clima es homogéneo, excepto en la cima del Cerro Naranjo, donde la humedad es mayor debido a la elevación y a la niebla persistente (Pérez-García *et al.*, 2010).

## 2.3 Geomorfología, geología y suelos

El paisaje de la zona de estudio está dominado por lomeríos bajos con laderas medianamente pronunciadas, con altitudes que van de 100 a 300 m s.n.m. En la región hay dos cerros de mediana elevación: el Cerro Verde (también conocido como Daniró) y el Cerro Naranjo, de aproximadamente 450 y 750 m s.n.m., respectivamente.

En cuanto a la geología, las rocas metamórficas del Mesozoico predominan en la región (Ferrari-Pedraglio *et al.*, 2007). En la zona de estudio se presentan cuatro tipos de roca: (1) filita siliciclástica, que es una roca de color ocre estratificada en capas, de textura variable que va desde granular fina-media a lepidoblástica; (2) caliza, que es una roca de color gris y dispuesta en estratos de 50 a 80 cm de espesor, que cabalga a la filita siliciclástica; (3) mármol, que es una roca de color gris claro a blanco, que aflora en franjas delgadas y discontinuas en estratos delgados de 3 a 10 cm de espesor, de textura sacaroide; y (4) anfibolita, que es una roca metavolcánica de color verde oscuro, con estructura masiva y de textura variable, que intrusión en la filita siliciclástica (Pérez-Gutiérrez *et al.*, 2009).

En lo que respecta a los suelos, el tipo predominante es el litosol de textura media (López, 2007). En las cimas de las lomas de filitas siliciclásticas los suelos son someros y poseen muchas gravas superficiales, pero en el piedemonte los suelos están más desarrollados (Pérez-García *et al.*, 2001). En la zona se presentan varios afloramientos masivos de roca caliza muy característicos, los cuales están inmersos entre los lomeríos del paisaje (Pérez-García y Meave, 2004). Sobre las laderas de estos cerros de caliza el gradiente edáfico es más acentuado,

abarcando suelos con profundidades mayores a 50 cm y con una acumulación marcada de arcillas en el piedemonte, hasta una acumulación superficial de materia orgánica entre las grietas de la caliza de la rocas de la cima (Pérez-García *et al.*, 2001). En la parte sur de la zona se encuentran depósitos de aluvión (Pérez-Gutiérrez *et al.*, 2009), los cuales tienen suelos más profundos y arenosos, aunque en ocasiones son de texturas más finas (Pérez-García *et al.*, 2001).

## **2.4 Flora**

De acuerdo con Pérez-García *et al.* (2010), el listado más reciente de las especies vegetales para la región de Nizanda incluye 920 especies, pertenecientes a 553 géneros y a 124 familias. Las leguminosas son la familia con el mayor número de especies (129 especies). Otras familias que también muestran una gran riqueza son Poaceae (59), Asteraceae (49), Orchidaceae (48), Euphorbiaceae (43), Rubiaceae (28), Convolvulaceae (21), Cactaceae (21 especies), Acanthaceae (20) y Bignoniaceae (19). Las especies de forbias representan el conjunto más numeroso (248 especies; 26.9 %) de la flora, seguido de las especies de árboles (223 especies; 24.2 %), arbustos (170 especies; 18.4 %) y trepadoras (159 especies; 17.2 %).

La riqueza de familias en Nizanda es una de las más altas comparadas con otras áreas tropicales estacionales de México (Pérez-García *et al.*, 2001). Su mayor similitud florística se encuentra con la región de Zimatán y la Depresión Central de Chiapas (Pérez-García *et al.*, 2010). Aunque el endemismo no es tan importante, tampoco lo son las especies exóticas silvestres (22 especies) que representan solamente el 2.4 % de la flora (Pérez-García *et al.*, 2010).

## **2.5 Comunidades vegetales**

Uno de los rasgos más llamativos de la región de estudio es que la cubierta vegetal no es homogénea, sino que está representada por un mosaico muy complejo de comunidades vegetales, algunas de ellas muy distintas de otras en sus características, y asociadas a condiciones ambientales variables, dependientes sobre todo de las condiciones geológicas o edáficas (Pérez-García *et al.*, 2001, 2010; Gallardo-Cruz *et al.*, 2010). Conforme ha avanzado el conocimiento florístico y ecológico de la región, se ha modificado y afinado el esquema de clasificación de la vegetación de la región. En el recuento más reciente, Pérez-García *et al.* (2010) distinguen ocho tipos de vegetación, los cuales se describen a continuación:

*Bosque de galería (BG)*. Esta comunidad ha desaparecido casi por completo, ya que sólo permanecen algunos fragmentos aislados a lo largo del cauce del río. Se distribuía en la planicie de inundación del Río Verde. Esta comunidad estaba dominada por *Astianthus viminalis* y su dosel más o menos abierto alcanzaba los 15 m de altura (Lebrija-Trejos, 2001; Pérez-García *et al.*, 2001).

*Bosque ribereño (BR)*. Se distribuye a la orilla de los arroyos con caudales permanentes, presentando hojas casi todo el año, y a orillas de los ríos estacionales, donde la vegetación es subcaducifolia. La familia mejor representada en este tipo de vegetación es Fabaceae (Leguminosae). La forma de crecimiento predominante es la arbórea y entre las especies más comunes están *Andira inermis*, *Astronium graveolens*, *Cynometra oaxacana* y *Thounidium decandrum*. En este tipo de vegetación también es notable el número de lianas. La altura del dosel es de 15 m en promedio, con árboles que llegan hasta los 26 m (Lebrija-Trejos, 2001).

*Sabana (Sb)*. Se distribuye en las cimas y las pendientes de los lomeríos de filitas siliciclásticas, sobre todo en la parte norte de la zona de estudio, en áreas con suelo poco desarrollado (Pérez-García *et al.*, 2001). La pedregosidad en los sitios donde se establecen las sabanas es notable. Las familias mejor representadas en esta comunidad son Fabaceae (Leguminosae), Poaceae, Asteraceae, Cyperaceae y Polygalaceae. Esta comunidad tiene muy pocos elementos arbóreos y escasos arbustos pequeños, siendo la mayoría de las plantas de talla muy pequeña. La altura promedio de la vegetación es de 35 cm, pero la gran mayoría de las especies tienen una altura menor. Esta comunidad presenta muchas especies exclusivas (López-Olmedo *et al.*, 2006, 2007).

*Selva baja caducifolia (SBC)*. Es la comunidad predominante en la región y probablemente la más heterogénea, diferenciándose de acuerdo con el tipo de roca donde se desarrolla (Pérez-García y Meave, 2004). Presenta una alta diversidad y son comunes las plantas trepadoras, no se reconoce una dominancia clara por alguna especie (Pérez-García *et al.*, 2001). Entre los árboles son frecuentes las especies de Fabaceae (v.g. *Lonchocarpus emarginatus*) y algunas otras como *Coccoloba liebmanii*, *Gyrocarpus mocinnoi* y *Pachycereus pecten-aboriginum*. Esta comunidad tiene una altura promedio del dosel de alrededor de 7 m, con algunos árboles emergentes de hasta 15 m; la cobertura supera 350 % y en el dosel no hay estratos bien definidos (Pérez-García *et al.*, 2001).

*Selva mediana (SM)*. Se localiza en las cañadas húmedas y en las partes altas del Cerro Naranjo; presenta elementos típicos de las selvas más húmedas como *Chamaedorea graminifolia*, *Brosimum alicastrum* y *Enterolobium cyclocarpum*, y es la comunidad que presenta el mejor estado de conservación en la región (Pérez-García *et al.*, 2001). Presenta un amplio espectro fenológico desde las subcaducifolias hasta las perennifolias dependiendo de la disponibilidad de agua del sitio. Su dosel alcanza los 15 a 20 m con algunos árboles emergentes de más de 25 m (Sierra, 2005).

*Vegetación acuática (VA)*. Esta comunidad está muy pobremente representada en la región, ya que está restringida a cuerpos permanentes y semipermanentes de agua; algunas de las especies de esta comunidad son *Typha dominguensis* y *Samolus ebracteatus* (Pérez-García *et al.*, 2001).

*Vegetación secundaria (VS)*. La vegetación secundaria es muy diversa y en realidad no representa un tipo de vegetación equivalente a los otros. Se presenta típicamente en sitios perturbados por las actividades humanas y abarca desde los conjuntos de plantas en lugares todavía en uso o recién abandonados, hasta rodales que corresponden a estadios sucesionales con mayor o menor grado de desarrollo. Una buena parte de la vegetación secundaria, sobre todo al inicio de la sucesión, está dominada por plantas arvenses (Asteraceae, Malvaceae y Poaceae) y también es notable la presencia de varias especies introducidas. En contraste, los sitios sucesionales avanzados están dominados frecuentemente por mimosáceas espinosas (Pérez-García *et al.*, 2001). La vegetación secundaria está aumentando como consecuencia de la degradación de los ecosistemas nativos, con fines de agricultura y ganadería.

*Vegetación xerofítica (VX)*. Se localiza en los escarpes y pedregales de las cimas de los cerros kársticos, y por lo tanto tiene una distribución a manera de manchones aislados (Gallardo-Cruz *et al.*, 2010). Esta comunidad tiene un estrato bajo (< 1m) dominado por plantas rosetófilas como *Agave ghiesbreghtii* y especies espinosas de Bromeliaceae; también cuenta con especies de Cactaceae tanto globosas como cilíndricas rastreras. El estrato arbóreo y arbustivo es discontinuo y muy bajo; algunas de sus especies características son *Comocladia engleriana*, *Plumeria rubra* y *Cephalocereus nizardensis*. Esta comunidad forma conjuntos notablemente distintos de las otras comunidades vegetales (Pérez-García *et al.*, 2001; Pérez-García y Meave, 2004).

La variación espacial entre estas diferentes comunidades vegetales, tanto en términos de la composición florística como de la estructura, puede ser abrupta o gradual (Pérez-García *et al.*,

2001). Solamente la SBC y la sabana forman grandes extensiones continuas en la región, aunque es probable que esta situación cambie en el futuro próximo, por la fragmentación y la reducción del área de las comunidades vegetales nativas debido al crecimiento de las actividades agropecuarias de la población.

### **3. MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **3.1 Recolección, obtención y selección de las diásporas**

El trabajo de esta tesis consistió fundamentalmente en la descripción de las características morfológicas y morfométricas de las diásporas de una fracción de la flora presente en la región de Nizanda. La selección de especies estuvo determinada esencialmente por la disponibilidad de estas estructuras, así como por su estado de conservación, el cual tenía que ser suficientemente bueno como para permitir hacer descripciones detalladas y correctas.

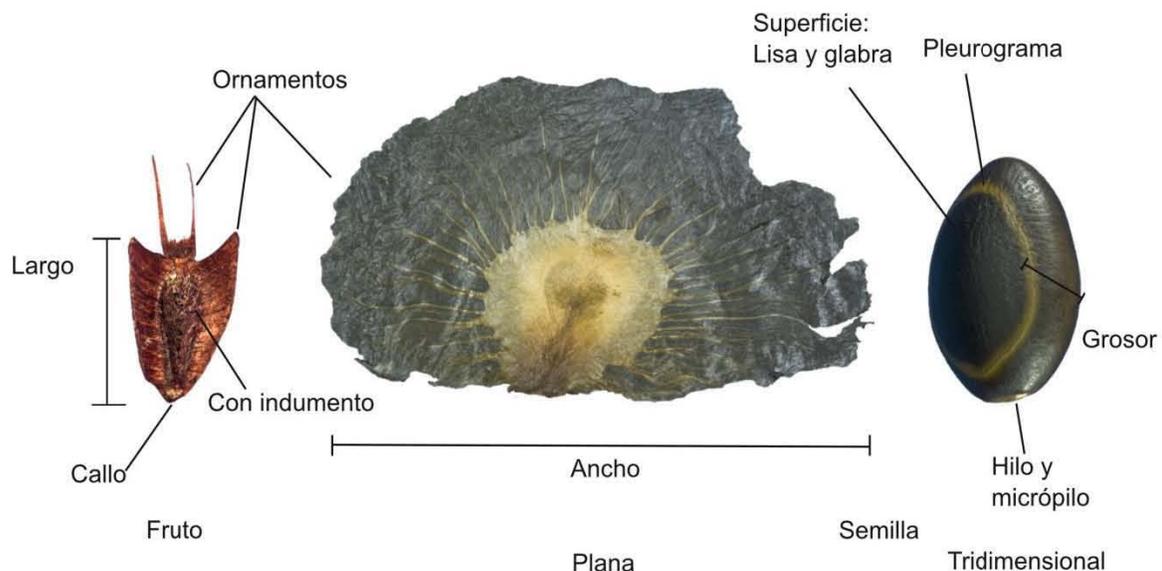
Las diásporas provinieron principalmente de tres fuentes: (1) de ejemplares botánicos depositados en el herbario de referencia de la flora de Nizanda, albergado en el Laboratorio de Ecología y Diversidad Vegetal de la Facultad de Ciencias (Universidad Nacional Autónoma de México); (2) de un conjunto de colectas realizadas más recientemente en muestreos de vegetación para distintos estudios ecológicos en Nizanda (v.g., Gallardo-Cruz *et al.*, 2005; 2010, López-Olmedo *et al.*, 2006; 2007); y (3) de un conjunto de colectas aisladas de frutos y semillas de la región. La mayoría de éstas últimas no cuentan con ejemplares botánicos de respaldo, porque eran de especies características bien conocidas o porque eran de individuos que se encontraban en parcelas permanentes de estudio, en las cuales ya se habían determinado con anterioridad. Todo este material comenzó a ser recolectado desde 1995 y esta actividad continúa hasta la fecha.

Las diásporas maduras y en buen estado fueron separadas y seleccionadas por medio de inspección visual. Posteriormente se limpiaron y se guardaron en frascos viales translúcidos debidamente etiquetados, los cuales se incorporaron a una colección de semillas depositada en el mismo laboratorio. Para el caso de plantas en las que se ha reportado heteromorfismo en sus diásporas, se trató de incluir los distintos morfos, pero no siempre fue posible.

#### **3.2 Elaboración del catálogo de diásporas**

Se elaboraron fichas descriptivas para las diásporas que estaban en buen estado, y que estuvieran presentes en la colección en número suficiente. Las descripciones se hicieron directamente, usando el material obtenido de las colectas y se apoyaron en la literatura especializada. Las fuentes se muestran en el cuadro 2. Las descripciones se hicieron usando un microscopio estereoscópico y se incluyeron los siguientes caracteres o grupos de caracteres: tipo de diáspora,

tamaño, forma, geometría, color y brillo de la cubierta, superficie (tipo de indumento y textura), ornamentos, características del hilo o de las cicatrices, características del arilo y otras características particulares de cada especie (ver Anexo 1; Fig. 2). El tamaño promedio de las diásporas se obtuvo midiendo 10 diásporas en buen estado (pero a veces menos o incluso sólo una) de cada ejemplar y hasta cinco ejemplares por especie (*i.e.*, idealmente se midieron 50 diásporas por especie, pero en ocasiones solamente alrededor de 10). Se midieron tres ejes: largo, ancho y grosor, usando un vernier y un micrómetro ocular; para las diásporas muy pequeñas (*ca.* 2 mm) se utilizó el software LAS EZ V2. En algunas diásporas se midieron también la longitud de otras estructuras como las aristas del vilano o las alas. Para homogenizar y facilitar las descripciones se elaboró un glosario ilustrado (Anexo 2) con los estados de carácter usados en las descripciones; este glosario se basó principalmente en Radford *et al.* (1974) y en las otras fuentes consultadas para la descripción (Cuadro 2). La identificación de las especies se basó principalmente en el trabajo de Pérez-García *et al.* (2010) con los cambios nomenclaturales propuestos en la compilación de la flora de Oaxaca (García-Mendoza y Meave, 2011). Sin embargo, la ubicación taxonómica de las especies en sus respectivas familias siguió la clasificación del APG III consultando la base de datos del sistema Tropicos.org del Jardín Botánico de Missouri ([www.tropicos.org](http://www.tropicos.org)) y la obra de Martínez-Gordillo (2014). En cada ficha descriptiva se incluyó una fotografía de la diáspora, la cual fue tomada usando una cámara digital (Nikon D70) y un microscopio estereoscópico con cámara integrada (Leica EZ4 HD).



**Fig 2.** Representación de algunos de los caracteres usados en la descripción de las diásporas. También se describió el patrón de coloración, el color predominante, el brillo y la presencia de arilos o excrescencias.

**Cuadro 2.** Principales obras consultadas como apoyo para la descripción de las diásporas.

Grupos de plantas	Obras consultadas
Árboles	Ochoa-Gaona <i>et al.</i> (2008); Rodríguez <i>et al.</i> (2009); Niembro <i>et al.</i> (2010); Vázquez <i>et al.</i> (2010)
Malezas y arvenses	Espinosa y Sarukhán (1997); Fishel y Bradley (2005)
Anemocoras	Sánchez-Garfías <i>et al.</i> (1991)
Leguminosas	Gunn (1984; 1991); Lersten <i>et al.</i> (1992); Kirkbride <i>et al.</i> (2003)
Familias	Niembro (1989); Zomlefer (1994)
Especies de sabana	López-Olmedo (2005)
Varios	Langford; Martín y Barkley (1961); Berggren (1969); Roth (1987); Calderón y Rzedowki (2001); Castillo-Argüero <i>et al.</i> (2002); Cornejo y Janovec (2010); Lentz y Dickau (2005); SID (2008); Federal Noxious Weed Disseminules of the U.S. (2010); Boňjanský y Fargašová (2007).

### 3.3 Patrones morfológicos y de tamaño de las diásporas

El tamaño de las diásporas fue evaluado mediante su volumen, tomando en cuenta su geometría. En el caso de diásporas esféricas, casi esféricas o al menos claramente no planas, el volumen se estimó con la fórmula:

$$Volumen = \frac{\pi \times \text{Largo} \times \text{Ancho} \times \text{Grosor}}{6}$$

Por el contrario, en el caso de las formas planas se utilizó la fórmula:

$$Volumen = \frac{\pi \times \text{Largo} \times \text{Ancho}}{6}$$

De esta forma fue posible estimar el volumen de manera muy exacta, a partir de medidas lineales (Casco y Dias, 2008). Debido a la enorme diferencia registrada entre los tamaños de la diáspora más pequeña y la más grande (*Capraria biflora*, 0.018 mm<sup>3</sup> vs. *Hymenaea courbaril*, 87,969.642 mm<sup>3</sup>), los valores de volumen fueron transformados logarítmicamente (con logaritmos de base

10;  $VOL_{\log}$ ) para su análisis; esta transformación resultó también en la normalización de la variable.

La forma de las diásporas, para expresarla como una variable cuantitativa, se definió como la varianza entre largo, ancho y grosor ( $VAR_{LAG}$ ) o sólo como la varianza entre largo y ancho ( $VAR_{LA}$ ) para las formas planas, relativizada en ambos casos al valor de longitud como la unidad. De esta manera se cuantificó el grado en que las diásporas se desvían de la condición perfectamente esférica (Thompson *et al.*, 1993). Para la cuantificación de esta variable no se consideraron algunas partes anexas (como en el vilano en el caso de los frutos de las compuestas) o las aristas (en el caso de las diásporas de las gramíneas).

A partir de las descripciones de las diásporas y mediante la revisión de la literatura, cada diáspora se asoció con uno o más síndromes de dispersión basados en la clasificación de van der Pijl (1972). Los síndromes se dividieron en: (1) abióticos (principalmente anemocoria, *i.e.*, aquellas diásporas que presentaban alas, comas o pelos y/o formas totalmente aplanadas); (2) bióticos (endozocoria, diásporas con arilos o funículos carnosos y/o colores llamativos; ectozocoria, diásporas con ganchos o espinas); y (3) sin asistencia aparente.

Se examinó la distribución del tamaño y la forma de las diásporas entre las comunidades vegetales y entre las formas de crecimiento. Las formas de crecimiento de las plantas, salvo ciertas modificaciones (árbol, arbusto, gramínea, forbia y trepadora) y las siete comunidades vegetales (selva baja caducifolia, bosque de galería, selva mediana, bosque ribereño, sabana, vegetación xerofítica y vegetación secundaria) representadas en este estudio son las reconocidas por Pérez-García *et al.* (2010), salvo contadas excepciones.

Para determinar si el tamaño ( $VOL_{\log}$ ) de las diásporas difiere entre las distintas comunidades vegetales o entre las distintas formas de crecimiento de las plantas se hizo un análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis y posteriormente una prueba de Dunn. La forma (esfericidad) y el tamaño ( $VOL_{\log}$ ) de las diásporas de las distintas formas de crecimiento y de los diferentes tipos de vegetación fueron graficadas juntas para definir un morfoespacio (Thompson *et al.*, 1993), con el objeto de evaluar si con estas dos características mostraban algún patrón de agrupamiento, ya sea por tipo de vegetación o forma de crecimiento. Para explorar si las características en general de las diásporas se relacionan más con una comunidad o forma de crecimiento se realizó un análisis multivariado utilizando el método Hill Smith, el cual permite analizar caracteres cuantitativos y caracteres cualitativos de forma simultánea (Hill y Smith,

1976; Fresnedo-Ramírez *et al.*, 2011) usando la matriz de especies-caracteres. La realización de este análisis requirió codificar las características incluidas en las descripciones de las diásporas, como se muestra en el cuadro 3.

**Cuadro 3.** Códigos de los valores y estados de las características de las diásporas usadas para el análisis Hill Smith.

Característica de la diáspora	Estado o valores	Tipo de variable
Tipo de diáspora (TD)	fruto (f), semilla (s)	Cualitativa
Forma (F)	0-0.25	Cuantitativa (continua)
Largo (L)	mm	Cuantitativa (continua)
Ancho (A)	mm	Cuantitativa (continua)
Grosor (G)	mm	Cuantitativa (continua)
Geometría (Gm)	plana (pl), tridimensional (t)	Cualitativa
Color predominante (C)	amarillo (a), café (c), rojo (r), verde (v), negro (n)	Cualitativa
Patrón de coloración (PC)	monocromático (m), policromático (p)	Cualitativa
Textura (T)	lisa (l), textura fina (f), textura gruesa (g)	Cualitativa
Indumento (S)	glabro (gl), con indumento (in)	Cualitativa
Brillo (B)	mate (ma), lustrosa (lu)	
Ornamentación (O)	sin ornamentación (s), con alas (a), con comas (c), otros ornamentos (o), otros ornamentos y alas (oa)	Cualitativa
Cicatrices o hilo (H)	inconspicuo (i), diminuto (d), prominente (p)	Cualitativa
Arilo (Ar)	con arilo (c), sin arilo (s)	Cualitativa
Posición del hilo (PH)	apical (a), basal (b), otra posición (o)	Cualitativa

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Descripción numérica y contenido taxonómico del catálogo de diásporas

Las descripciones de las diásporas se conjuntaron en un catálogo que abarca una fracción sustancial de la flora de Nizanda. En total se describieron 197 diásporas pertenecientes a 193 especies (algunas especies poseen más de un tipo de diáspora) y a 55 familias botánicas; estas especies representaron *ca.* 21 % de la flora de la región. Con 43 diásporas, la familia Fabaceae (Leguminosae) contó con la representación más numerosa en el catálogo (22 % del mismo), perteneciendo la mayoría de ellas a la subfamilia Faboideae (23 diásporas). Fabaceae estuvo seguida por Euphorbiaceae (14 diásporas) y Malvaceae (9 diásporas; Fig. 3). Las primeras ocho familias, que contaron con los mayores números de diásporas descritas, representaron en conjunto un poco más de la mitad (50.5 %) del catálogo, mientras que el 49.5 % restante lo conformaron las otras 47 familias (Fig. 3).

Entre las especies con diásporas descritas en el catálogo hubo una asimetría entre aquellas cuyas diásporas son semillas y las que tienen frutos que funcionan como tales: del total de las diásporas descritas, 128 (65 %) fueron semillas y 69 (35 %) fueron frutos (Cuadro 4). En relación con las formas de crecimiento, la distribución de las diásporas tampoco fue homogénea, ya que la forma mejor representada en el catálogo fue la arbórea, seguida de la arbustiva y la trepadora (Cuadro 4). Un patrón semejante se observó para la distribución de las especies respecto al tipo de vegetación (Cuadro 4); en este caso la mayoría de las diásporas pertenecieron a especies presentes en la selva baja caducifolia (104 diásporas; 103 especies), estando en segundo lugar el bosque ribereño (74 diásporas; 73 especies). Muchas especies con diásporas incluidas en el catálogo se compartieron entre distintas comunidades vegetales, por lo tanto, la suma total de especies por tipo de vegetación no coincide con la de la forma de crecimiento.

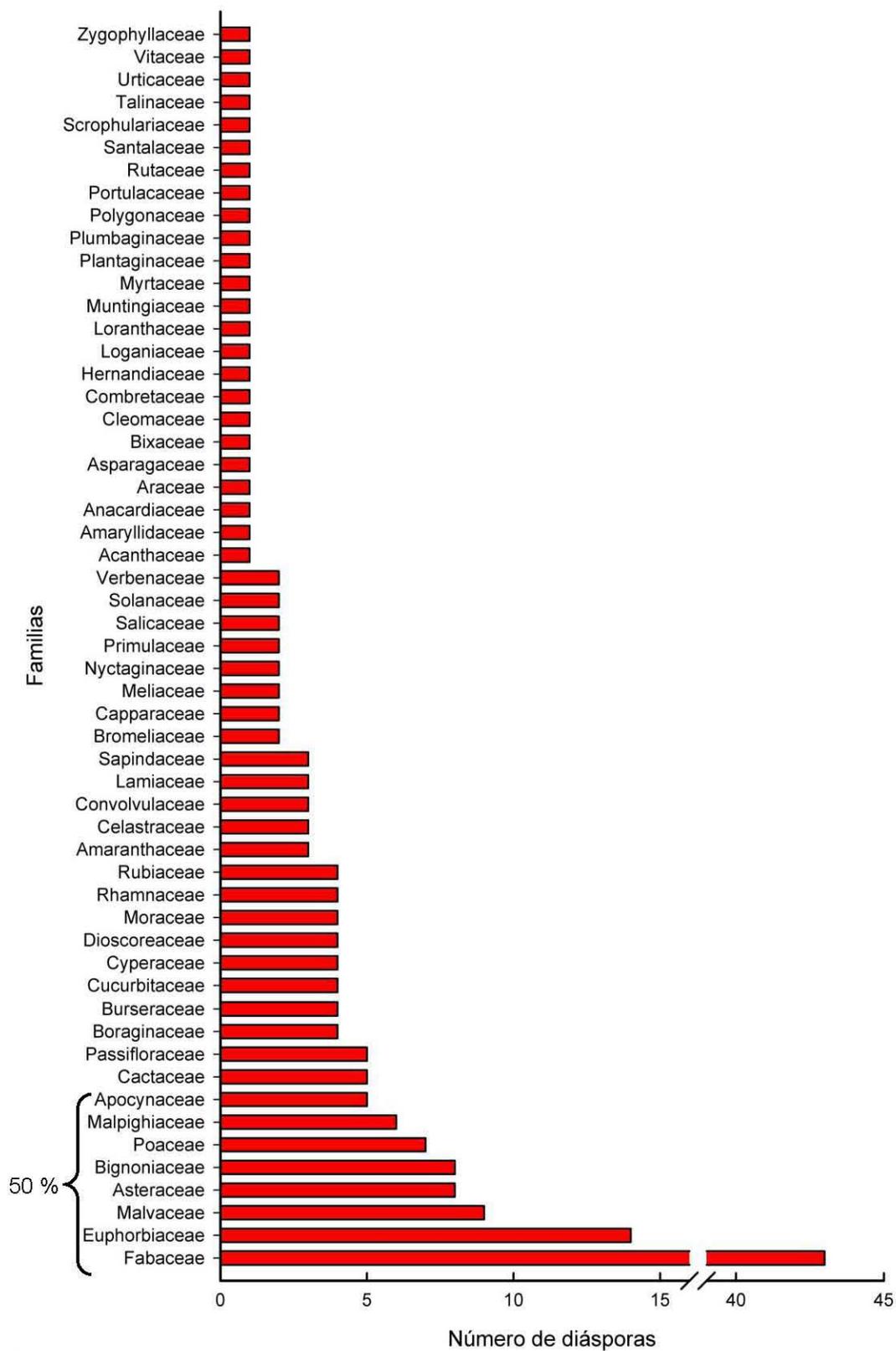


Fig. 3. Número de diásporas por familia descritas en el catálogo. En total se incluyeron 197 diásporas que corresponden a 193 especies (para algunas especies se describió más de una diáspora).

**Cuadro 4.** Número de diásporas (frutos o semillas) y especies por forma de crecimiento y por tipo de vegetación descritas en el catálogo de diásporas.

	<b>Semillas</b>	<b>Frutos</b>	<b>Diásporas</b>	<b>Especies</b>
<b>Forma de crecimiento</b>				
Árbol o arborescente	48	22	70	70
Arbusto	26	14	40	40
Forbia	24	12	36	35
Graminoide	0	11	11	9
Roseta	1	0	1	1
Trepadora	29	10	39	38
<b>Tipo de vegetación</b>				
Bosque de galería	23	13	36	35
Bosque ribereño	49	25	74	73
Sabana	28	20	48	46
Selva baja caducifolia	73	31	104	103
Selva mediana	8	3	11	11
Vegetación acuática	1	0	1	1
Vegetación secundaria	15	11	26	24
Vegetación xerofítica	30	11	41	41

## 4.2 Patrones morfológicos de las diásporas

### 4.2.1 Patrones generales en el conjunto total

Aunque las descripciones fueron la base para los análisis de los patrones morfológicos, debido a ciertos cambios (v.g. taxonómicos o por la calidad de las fotografías) el conjunto de diásporas que se utilizó para estos análisis difiere levemente al reportado en el cuadro 4. Los números de diásporas que se usaron para los análisis de los patrones morfológicos se reportan en el cuadro 5.

La variación de tamaños de las diásporas abarcó seis órdenes de magnitud. La diáspora más pequeña fue la semilla de *Capraria biflora* ( $0.018 \text{ mm}^3$ ) y la de tamaño mayor fue el fruto de *Hymenaea courbaril* ( $87,969.642 \text{ mm}^3$ ; Fig. 4). Las semillas mostraron una amplitud menor en su intervalo de tamaños que la de los frutos (cinco y seis órdenes de magnitud, respectivamente).

Tanto las diásporas en conjunto, como las semillas y los frutos por separado, tuvieron distribuciones de tipo log normal (Fig. 4).

Las diásporas no sólo presentaron una gran variación en su tamaño, sino también en otras características morfológicas. La figura 5 muestra las proporciones de los siguientes caracteres: patrón de coloración, color predominante, brillo, textura, tipo de indumento, ornamentación, presencia de arilo, apariencia y posición del hilo o de la cicatriz, síndrome de dispersión y geometría. La mayoría de las diásporas tienen un patrón de coloración monocromático, son de color café, glabras, voluminosas, no presentan arilo ni ornamentos, su hilo o cicatriz es basal y su síndrome de dispersión es abiótico. Como era de esperarse, algunos estados de carácter dominaron sobre otros; sin embargo, en algunos caracteres las proporciones fueron más equitativas. Tal fue el caso del brillo, de la textura y de la apariencia del hilo o la cicatriz.

**Cuadro 5.** Número de diásporas (frutos o semillas) y especies por grupo de análisis (forma de crecimiento o tipo de vegetación). La gran mayoría están descritas en el catálogo.

<b>Grupo de análisis</b>	<b>Semillas</b>	<b>Frutos</b>	<b>Diásporas</b>	<b>Especies</b>
<b>Forma de crecimiento</b>				
Árbol o arborescente	55	16	71	70
Arbusto	27	13	40	39
Forbia	25	12	37	36
Graminoide	0	11	11	9
Roseta	1	0	1	1
Trepadora	28	10	38	37
<b>Tipo de vegetación</b>				
Bosque de galería	25	10	35	34
Bosque ribereño	57	19	76	74
Sabana	28	21	49	46
Selva baja caducifolia	78	28	106	105
Selva mediana	8	3	11	11
Vegetación acuática	1	0	1	1
Vegetación secundaria	15	11	26	24
Vegetación xerofítica	33	7	40	40

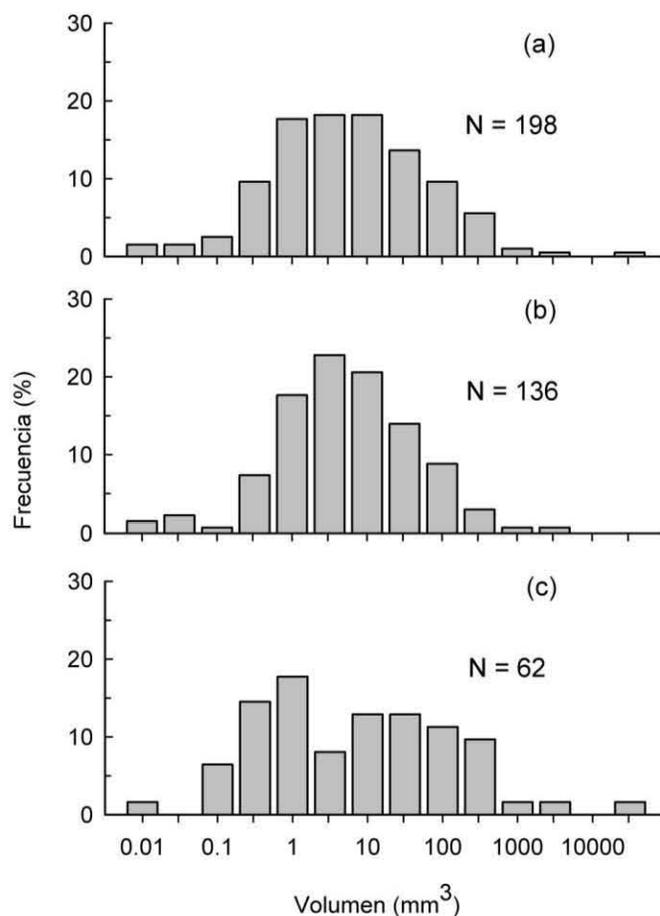


Fig. 4. Distribuciones de frecuencias de los tamaños (volumen) del total de diásporas descritas en el catálogo (a), así como de las semillas (b) y de los frutos (c) por separado. Nótese que la escala del eje x es logarítmica. Estas tres distribuciones de frecuencias no difieren significativamente de una distribución log normal (Prueba de Shapiro-Wilk,  $P > 0.05$  en todos los casos).

#### 4.2.2 Patrones por comunidad vegetal

En todas las comunidades vegetales el tipo de diáspora predominante fue la semilla, y la proporción entre frutos y semillas no difirió entre ellas (Cuadro 5). Sin embargo, los valores extremos en la distribución de tamaños de las diásporas en las distintas comunidades vegetales correspondieron a frutos o semillas de forma indistinta (Fig. 6).

Se observó un fuerte traslape en los tamaños de las diásporas entre las diferentes comunidades vegetales representadas en este estudio (Fig. 6). Los tamaños de las diásporas se distribuyeron de manera log normal en todas las comunidades vegetales. Sin embargo, la amplitud del intervalo de tamaños de las diásporas difirió entre las comunidades. La selva baja caducifolia (SBC) tuvo la mayor amplitud del intervalo de tamaños, ya que en esta comunidad se registró tanto la diáspora más pequeña como la más grande del estudio; el bosque de galería (BG)

y el bosque ribereño (BR) fueron las comunidades que siguieron, respectivamente, en cuanto a la gama de tamaños. Por el contrario, la sabana (Sb) presentó el intervalo más estrecho de tamaños de sus diásporas.

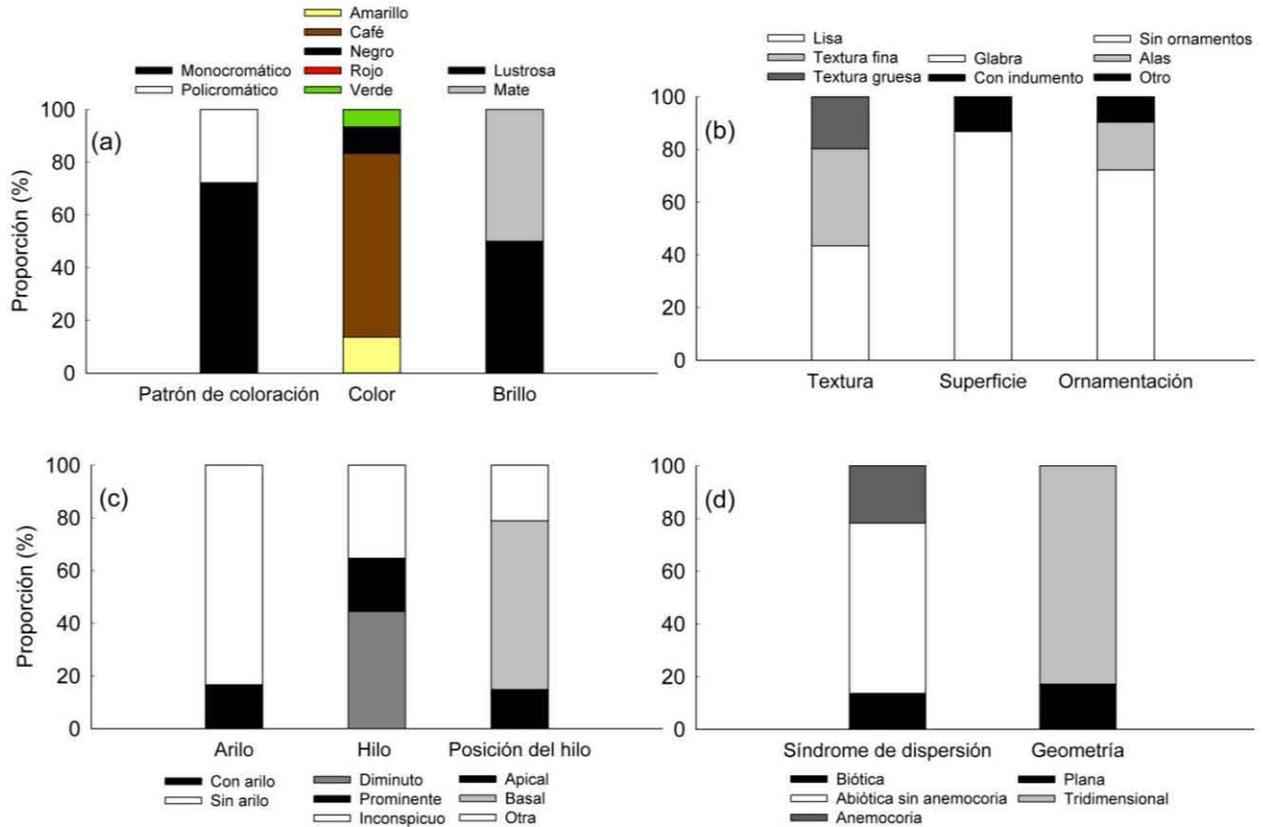
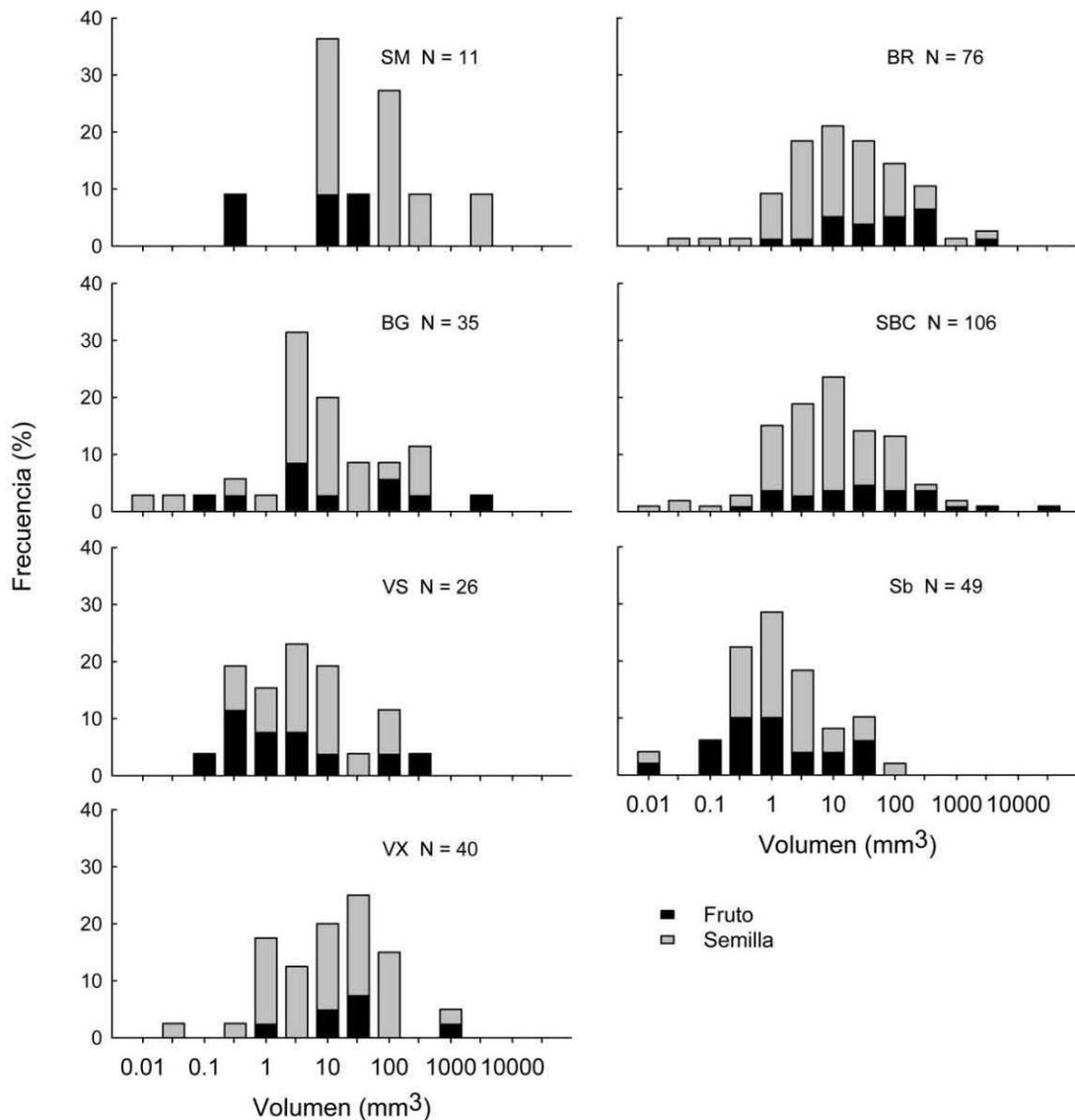


Fig. 5. Distribuciones de las diásporas de acuerdo con distintos atributos incluidos en su descripción. (a) atributos de coloración: barra izquierda (patrón de coloración), barra central (color predominante de la diáspora) y barra derecha (brillo). (b) atributos de superficie: barra izquierda (textura), barra central (tipo de indumento en la superficie de la diáspora) y barra derecha (ornamentación). (c) arilo, hilo y posición del hilo: barra izquierda (presencia o ausencia de arilo), barra central (apariciencia del hilo o las cicatrices) y barra derecha (posición del hilo o cicatriz). (d) síndrome de dispersión y geometría.

Al graficar las diásporas en un morfoespacio definido por ejes de forma y tamaño (Fig. 7), el traslape entre las distintas comunidades vegetales se hizo muy evidente. Las diásporas de la SBC y el BR abarcaron la gama mayor tanto de formas como de tamaños en sus diásporas; por el contrario, la Sb y la VS tuvieron las diásporas más pequeñas y con formas cercanas a la esfericidad. Aunque el número de diásporas para la SM es muy reducido, las diásporas de esta comunidad también fueron muy variables en cuanto a tamaño y forma.



**Fig. 6.** Distribuciones de frecuencias de los tamaños (volumen) de las diásporas por tipo de vegetación, distinguiendo entre frutos y semillas. Los tipos de vegetación están ordenados de acuerdo con un gradiente descendente de humedad edáfica. SM = selva mediana; BR = bosque ribereño; BG = bosque de galería; SBC = selva baja caducifolia; VS = vegetación secundaria; Sb = sabana y VX = vegetación xerofítica. Los tipos de vegetación están de acuerdo con Pérez-García *et al.* (2010).

El análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis detectó diferencias significativas en el tamaño de las diásporas entre las comunidades vegetales ( $H = 48.972$ , g.l. = 6,  $P = 0.001$ ) y mediante la prueba de Dunn ( $P < 0.05$ ) se determinó que la Sb es la única comunidad que difirió en cuanto al tamaño de sus diásporas del resto de las comunidades vegetales (excepto de la VS). En cuanto a la forma de las diásporas no se detectaron diferencias significativas entre las distintas comunidades ( $H = 6.304$ , g.l. = 6,  $P = 0.39$ ).

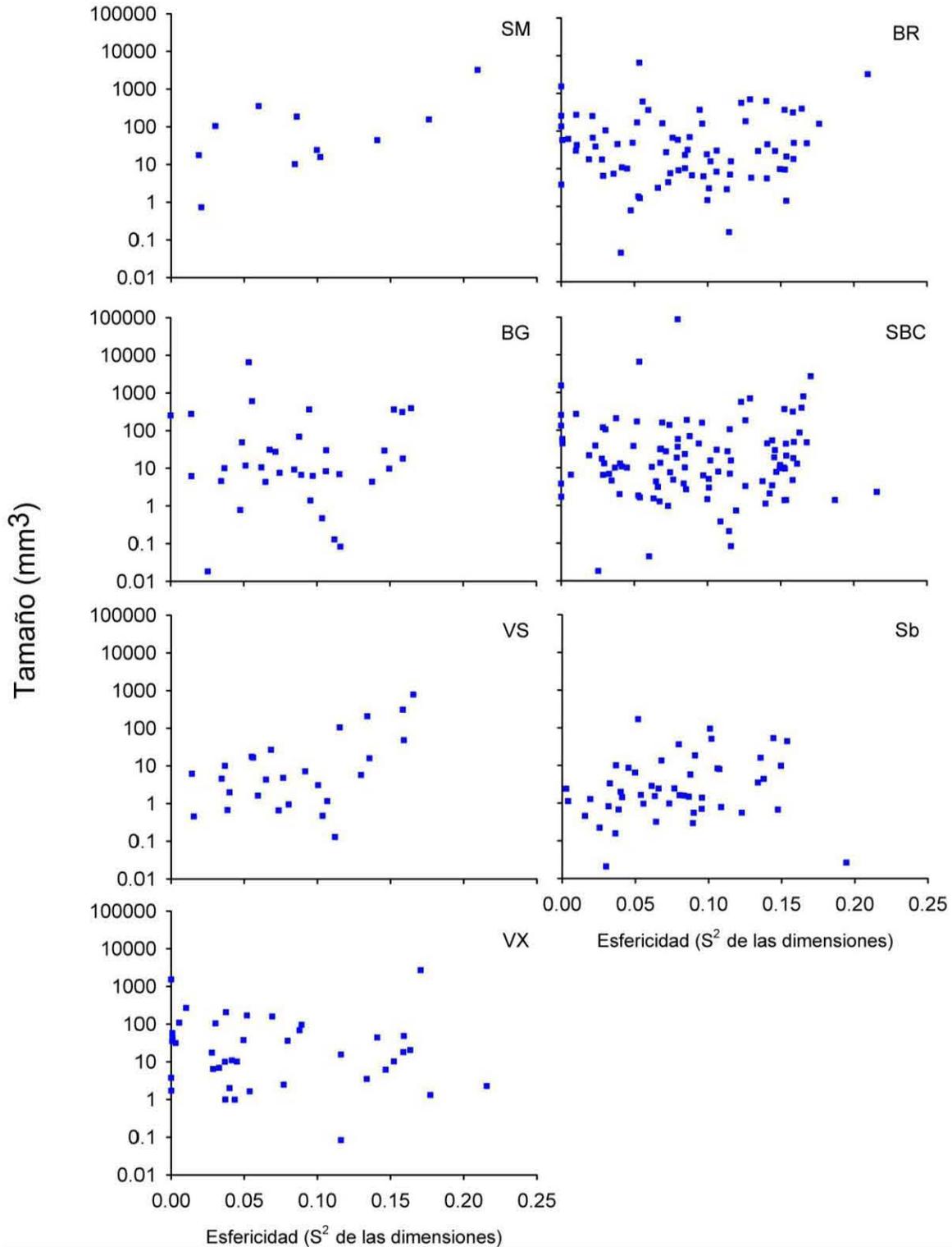


Fig. 7. Relación entre el tamaño de las diásporas y su forma, medida como la esfericidad ( $S^2$  de sus dimensiones), por tipo de vegetación. Los tipos de vegetación están ordenados de acuerdo con un gradiente descendente de humedad edáfica. SM = selva mediana; BR = bosque ribereño; BG = bosque de galería; SBC = selva baja caducifolia; VS = vegetación secundaria; Sb = sabana y VX = vegetación xerofítica.

Los resultados del análisis de Hill-Smith (Fig. 8), el cual incluye todas las características de las diásporas descritas (Cuadro 3), confirmó los patrones descritos arriba, ya que el traslape entre comunidades continuó siendo muy fuerte. Sin embargo, fue posible observar algunas tendencias; por ejemplo, las diásporas de la SBC presentaron la mayor variación morfológica en sus diásporas, mientras que las diásporas de la Sb y la VS ocuparon la misma región en la ordenación. Los dos primeros componentes de la ordenación explican aproximadamente el 24.5 % del total de la varianza en los datos, mientras que con los tres primeros componentes el total de la varianza explicada es de 33.01 %.

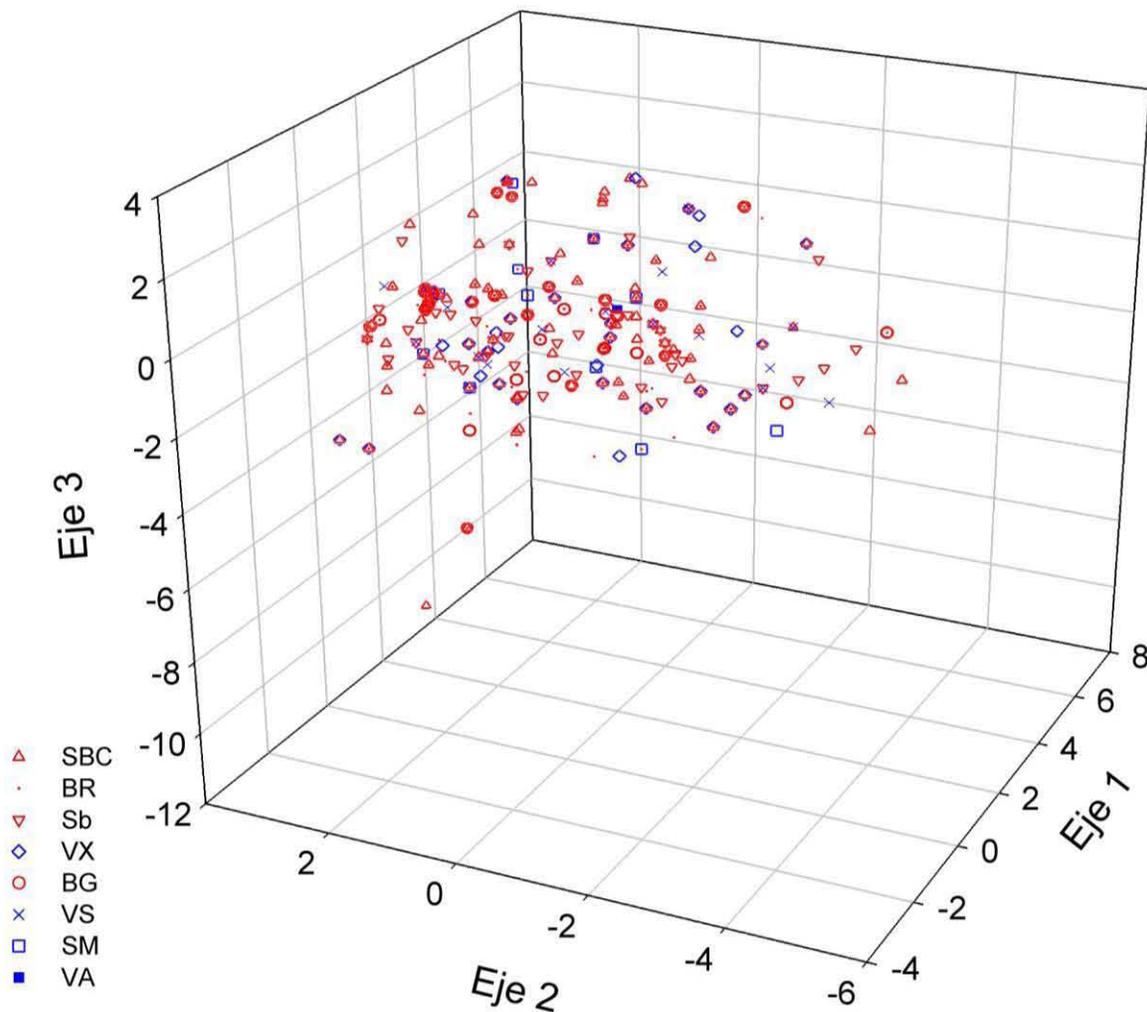


Fig. 8. Ordenación de las diásporas mediante el análisis Hill-Smith de acuerdo con el tipo de vegetación SBC = selva baja caducifolia; BR = bosque ribereño; Sb = sabana; VX = vegetación xerofítica; BG = bosque de galería; VS = vegetación secundaria; SM = selva mediana y VA = vegetación acuática. En el caso de las diásporas de especies presentes en más de un tipo de vegetación, sus valores fueron incluidos en el conjunto de cada comunidad.

#### 4.2.3 Patrones por forma de crecimiento

Los tipos de diásporas difirieron entre las formas de crecimiento de las especies incluidas en el estudio. Las semillas fueron el tipo de diáspora predominante en la mayoría de estos grupos, excepto para las graminoideas, cuyas diásporas son todas ellas frutos (Cuadro 5). Sin embargo, la proporción entre frutos y semillas difirió entre las distintas formas de crecimiento. También hubo una ligera tendencia de que los frutos fueran las diásporas más grandes en todas las formas de crecimiento (Fig. 9).

Los árboles tuvieron las diásporas de mayor tamaño, así como la mayor variación en esta característica. Esta forma de crecimiento estuvo seguida por las trepadoras y los arbustos, mientras que las forbias presentaron las diásporas de tallas más pequeñas y con el intervalo de tamaños más reducido.

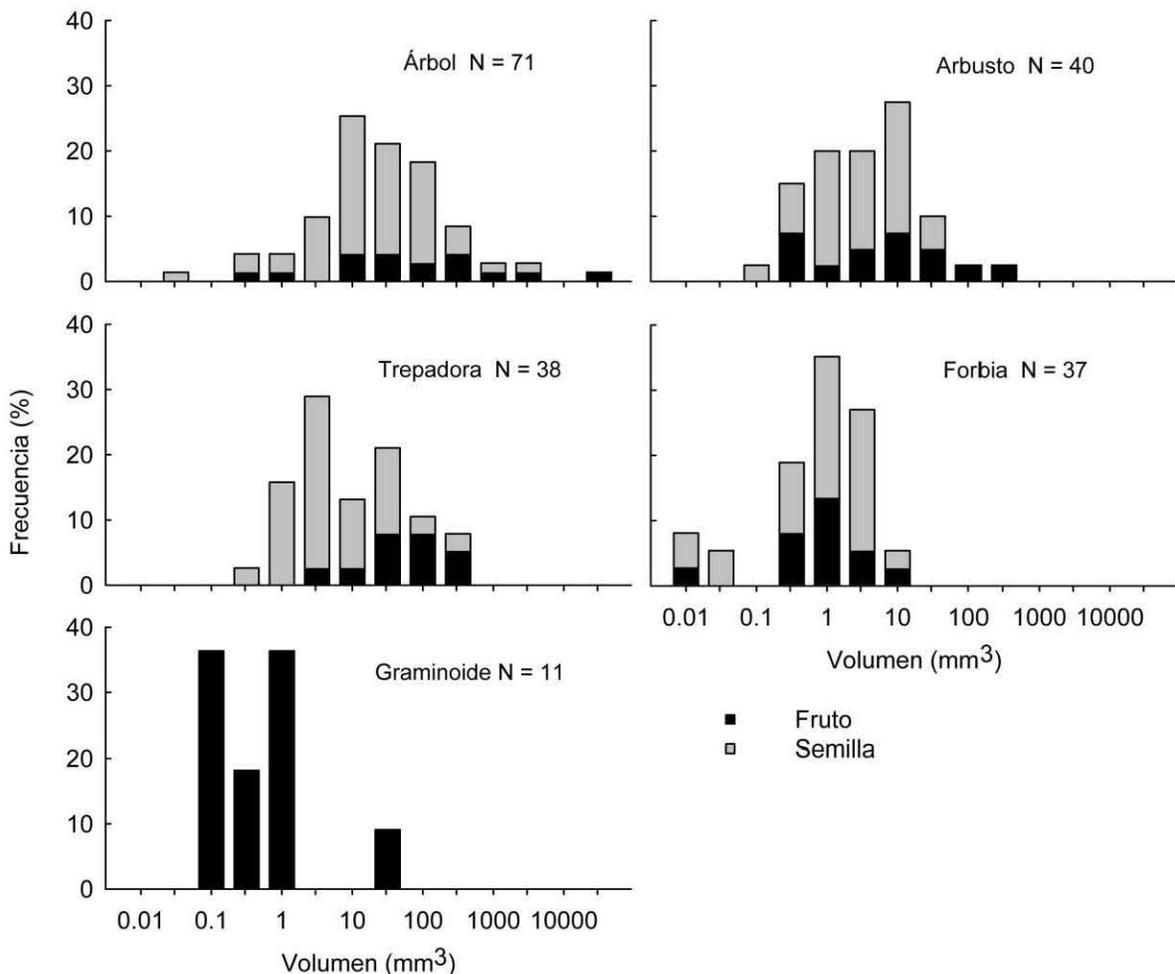
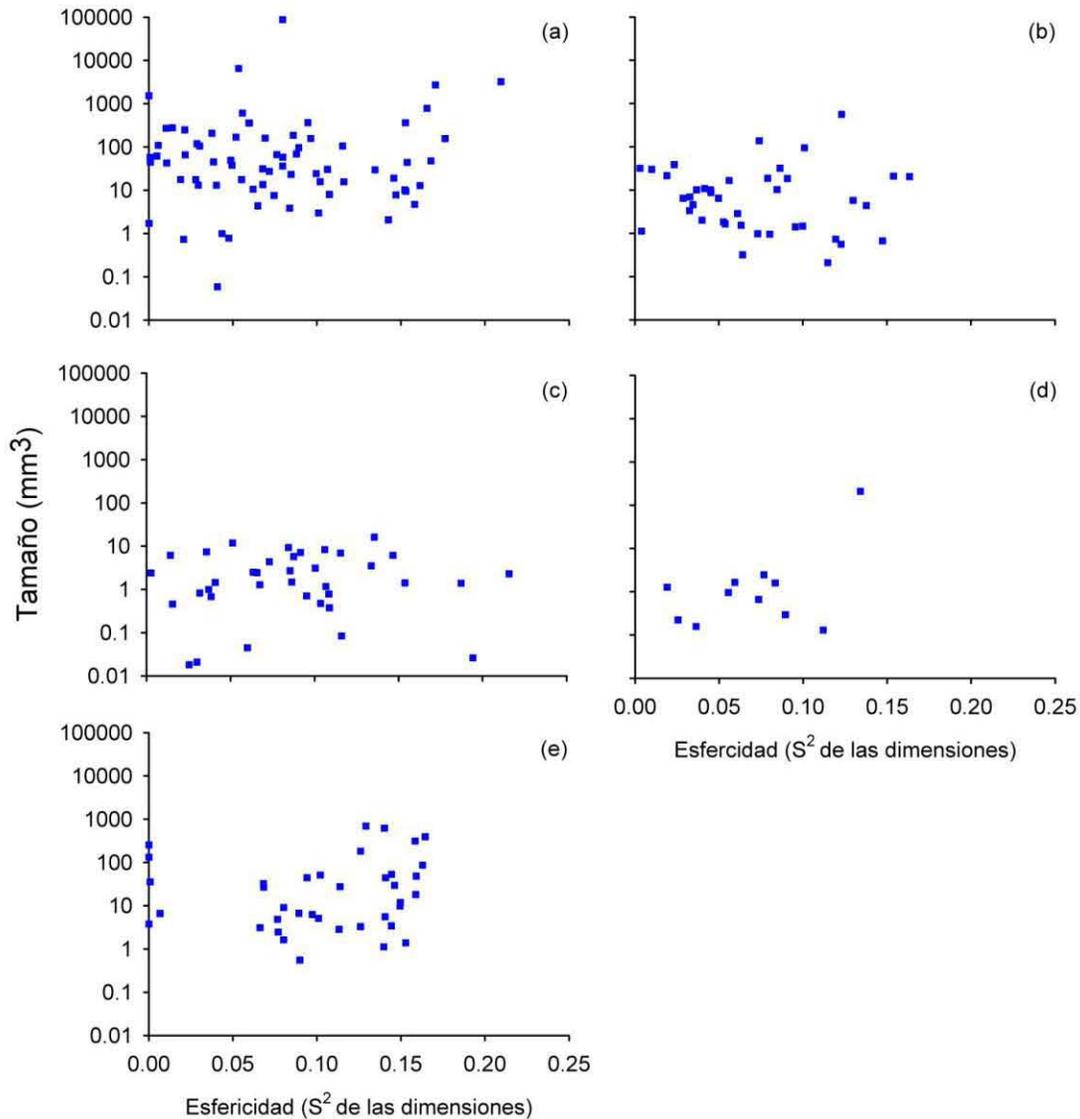


Fig. 9. Distribuciones de frecuencias de los tamaños (volumen) de las diásporas por forma de crecimiento, distinguiendo entre frutos y semillas.



**Fig. 10.** Relación entre el tamaño de las diásporas y su forma, medida como la esfericidad ( $S^2$  de sus dimensiones) de acuerdo con la forma de crecimiento. (a) = árbol ( $N = 71$ ), (b) arbusto ( $N = 40$ ), (c) forbia ( $N = 37$ ), (d) graminoide ( $N = 11$ ), (e) trepadora ( $N = 38$ ).

Los árboles presentaron una gran diversidad de tamaños y formas en sus diásporas, como puede verse en la gráfica del morfoespacio definido por forma y tamaño (Fig. 10); sin embargo, aunque la mayoría de sus diásporas tuvieron tallas grandes, esto no significa que no haya diásporas pequeñas en especies con esta forma de crecimiento. Los arbustos también presentaron una gran variedad de formas en sus diásporas, pero sus tamaños estuvieron más restringidos. En el caso de las trepadoras, las formas de sus diásporas se alejaron considerablemente de la esfericidad. El grupo de las especies graminoideas fue el menos variable en cuanto a la forma y

tamaño de sus diásporas. Por último, las forbias tuvieron las diásporas más pequeñas y redondas de todas las formas de crecimiento.

El análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis reveló diferencias entre las medianas de los tamaños ( $H = 73.243$ , g.l. = 4,  $P < 0.001$ ) y entre las formas de las diásporas de las distintas formas de crecimiento ( $H = 11.743$ , g.l. = 4,  $P = 0.019$ ). Con la prueba de Dunn ( $P < 0.05$ ) se determinó que el tamaño de las diásporas de los árboles difiere del tamaño de las diásporas de las gramíneas, forbias y arbustos, pero no del de las trepadoras. A su vez, las diásporas de las trepadoras difieren en tamaño de las diásporas de las gramíneas y las forbias, pero no de las de los arbustos. Y entre arbustos, forbias y gramíneas no hay diferencias en cuanto al tamaño de sus diásporas. En cuanto a la forma de las diásporas, la prueba de Dunn no detectó diferencias al hacer las comparaciones pareadas entre las distintas formas de crecimiento.

En la ordenación de las diásporas obtenido por el método de Hill-Smith se observa que las diásporas de las gramíneas se agruparon más homogéneamente. Por el contrario, otras formas de crecimiento, como los árboles, presentaron la gama más amplia en el conjunto de los atributos morfológicos. En este análisis el porcentaje acumulado de variación explicada es de 23.76 % con los dos primeros ejes y de 32.56 % con los tres primeros.

#### *4.2.4 Síndromes de dispersión*

El síndrome de dispersión abiótico es el que domina en el conjunto total de diásporas. Aunque en todas las comunidades vegetales están presentes tanto los síndromes bióticos como los abióticos, los últimos son los que tienen una mayor proporción en todas las comunidades. Para la mayoría de las comunidades la proporción de diásporas anemócoras es similar (aproximadamente una cuarta parte), salvo en la sabana (Sb) donde el porcentaje es *ca.* 5 %. Dentro de todas las formas de crecimiento también los síndromes de dispersión abióticos predominan. Sin embargo, la proporción difiere entre cada forma de crecimiento. Para las plantas trepadoras el 50 % de sus diásporas tienen síndrome de dispersión anemócora, mientras que en los árboles *ca.* 24 %. Los arbustos fueron los que presentaron la proporción más grande de diásporas con síndrome de dispersión biótico (30 % de sus diásporas). Las plantas gramíneas no tuvieron diásporas de dispersión biótica y la gran mayoría de sus diásporas (> 90 %) tienen síndromes de dispersión abiótico distinto a la anemocoria.

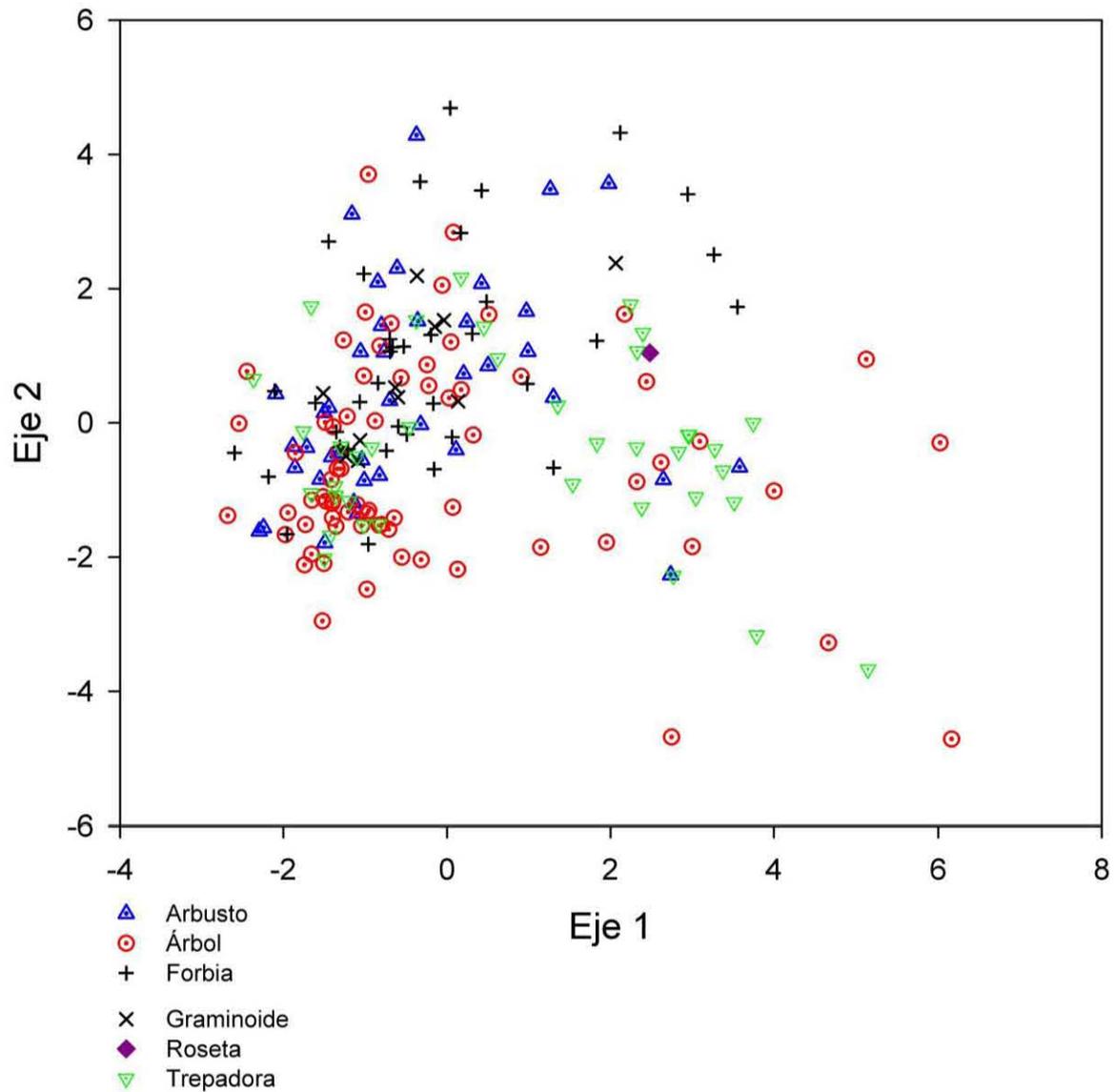


Fig. 11. Ordenación de las diásporas obtenida mediante el análisis Hill-Smith de acuerdo con la forma de crecimiento. Se muestran los dos primeros ejes. El porcentaje de variación explicado por los dos primeros ejes es de 23.76 %.

### 4.3 Catálogo de las diásporas de las especies de Nizanda

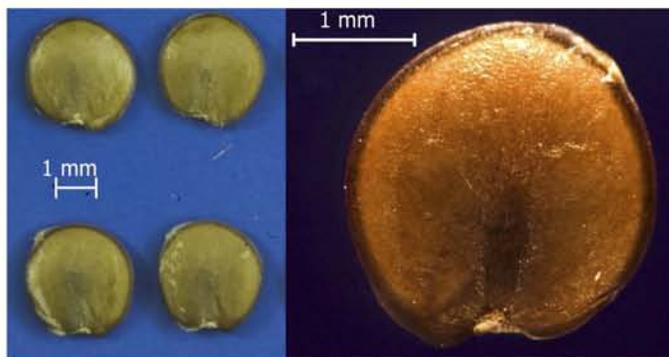
Las fichas descriptivas de las 197 diásporas que constituyen el catálogo se presentan en las siguientes páginas. Las diásporas están ordenadas alfabéticamente por familia (de acuerdo con el APG III) en primer lugar, y por especie dentro de cada familia.

## ACANTHACEAE

### *Ruellia inundata* Kunth

Semillas lenticulares con una pequeña muesca en la base y borde marginal poco marcado; tridimensionales a ligeramente planas; comprimidas; desnudas; 2.6 mm de largo, 2.6 mm de ancho y 0.4 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia cerosa y coriácea; lisa a diminutamente glebulada, cerca de la base diminutamente estriada; glabra y en ocasiones tomentosa; ligeramente lustrosa. Color oliva (12) a café nuez (27), cerca del hilo y en la periferia de toda la semilla de un tono más oscuro. Hilo basal, conspicuo, obovado, blanquecino. Las semillas presentan una capa fina blanquecina que las envuelve completamente y que forma una protuberancia cerca del ápice; algunas veces con restos del retináculo.

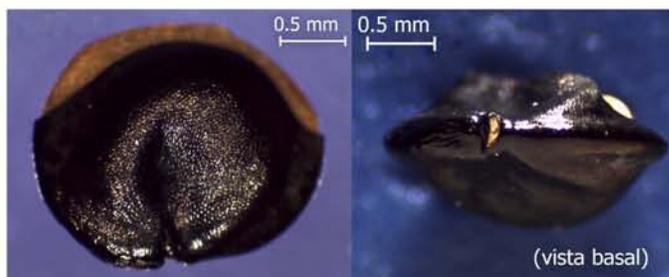
El fruto es una cápsula de forma clavada.



## AMARANTHACEAE

### *Chamissoa acuminata* Mart. var. *swansonii* Sohmer

Semillas de contorno aovado, ampliamente deprimido y con muesca en la base, borde adelgazado y con una depresión basal en ambas caras; tridimensionales; comprimidas; desnudas; 1.8 mm de largo, 2.1 mm de ancho y 1.0 mm de grosor. Cubierta seminal delgada de consistencia crustácea; finamente coliculada; glabra; lustrosa. Color negro cerca del hilo y hacia el ápice gris lila (39) moteado con negro, debajo de la testa café claro (17). Hilo basal, conspicuo, diminuto, de forma lunar.



### *Gomphrena globosa* L.

Frutos (utriculos) de contorno aovado, ápice acuminado; planos; comprimidos; 8.0 mm de largo y 4.8 mm de ancho; de consistencia papirácea y esponjosa. Superficie diminutamente estriada; glabra a escasamente pilosa; lustrosa. Color amarillo pálido (3) a café claro (17), pelos blanquecinos. Cicatriz basal, conspicua, circular. Presentan dos bractéolas en forma de media gota unidas en la base, de consistencia papirácea, que se desprenden con facilidad si se frota, algunas veces las bractéolas no están unidas en el ápice sino que forman una corona de margen eroso.

Cada utrículo contiene una sola semilla envuelta en el perianto densamente lanoso.

Semillas de contorno ampliamente elíptico a ligeramente cocleado, con una pequeña protuberancia en la zona hilar, de sección transversalmente elíptica; tridimensionales; comprimidas; 1.4 mm de largo, 1.2 mm de ancho y 0.8 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia córnea; lisa a ligeramente ondulada, en la periferia (> 10X) fina y diminutamente coliculada; glabra; lustrosa. Color henna (29) en la periferia y café rojizo (30) al centro y en la punta de la protuberancia. Hilo ubicado en el ápice junto a la protuberancia, conspicuo, diminuto, circular.



## AMARYLLIDACEAE

### *Zephyranthes nelsonii* Greenm.

Semillas irregulares de contorno elíptico a ligeramente oblongo; planas; desnudas; 4.7 mm de largo y 2.9 mm de ancho. Superficie de apariencia finamente escalariforme a finamente ruminada, en algunas partes de apariencia coliculada; glabra; lustrosa. Color negro. Presentan una costra de fitomelano muy frágil que se desprende con facilidad. La semilla es muy frágil y en ocasiones se pliega sobre sí misma adquiriendo una forma diferente.



## ANACARDIACEAE

### *Astronium graveolens* Jacq.

Frutos (nuecesillas drupáceas) de contorno estrechamente elíptico, ligeramente planos; de 10.5 mm de largo, 3.0 mm de ancho y 1.2 mm de grosor. Superficie ligeramente estriada; glabra; mate. Con cinco alas formadas por los sépalos persistentes del cáliz. Color café oscuro (33).

Semillas de contorno estrechamente elíptico a ligeramente falcadas; ligeramente planas; desnudas; 8.8 mm de largo, 2.4 mm de ancho y 0.9 mm de grosor. Superficie cérea; lisa a ligeramente estriada lateralmente; glabra; lustrosa. Color henna (29) a oliva (12). Hilo inconspicuo.



## APOCYNACEAE

### *Aspidosperma megalocarpon* Müll.Arg.

Semillas aladas de contorno circular; planas; deprimidas; desnudas; de 67.0 mm de largo y 65.9 mm de ancho. Cubierta seminal de consistencia papirácea; la parte central lisa; glabra; mate. Color anaranjado (22) con café anaranjado (23). Cicatriz central, conspicua, elevada, prominente, con restos del funículo. Una sola ala persistente; marginal, expandida en todo el rededor; amplia; con el margen entero; a 10X finamente escalariforme y finamente lineolada; glabra; mate; papirácea.

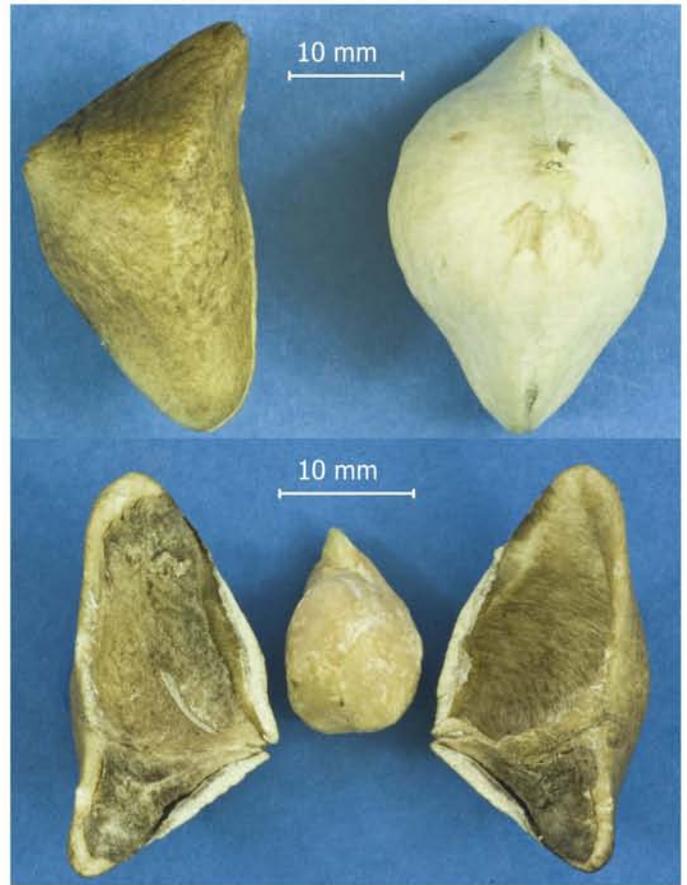


***Cascabela ovata* (Cav.) Lippold**

Endocarpos romboides, a veces con los vértices curvados hacia el mismo lado, con los vértices redondeados; tridimensionales; deprimidos; 36.2 mm de largo, 20.0 mm de ancho y 17.3 mm de grosor. Cubierta de consistencia córnea, lisa; glabra; mate. Color amarillo pálido (3) a café claro (17) o café ante (19). Cicatriz dorsal, conspicua, elíptica. Presentan una línea de dehiscencia en la cara ventral.

Cada fruto contiene una sola semilla.

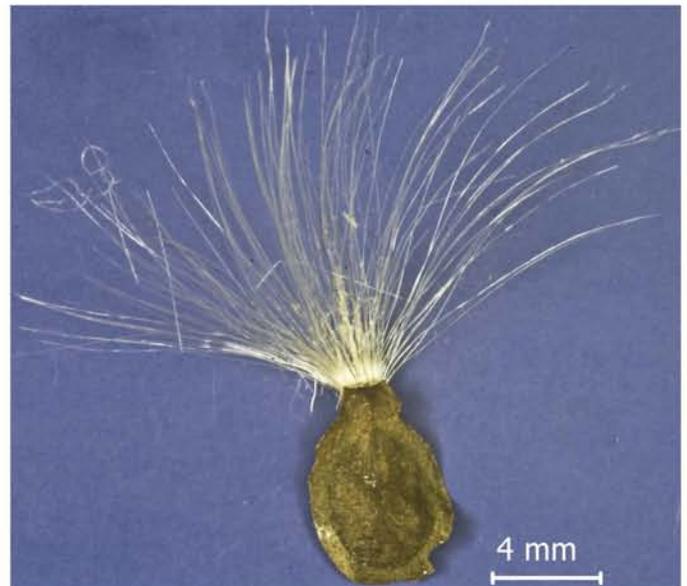
Semillas de forma irregular a elipsoides con el ápice ampliamente acuminado y la base ligeramente aplanada, de sección transversal oblada; tridimensionales; desnudas; 15.3 mm de largo, 9.9 mm de ancho y 8.7 mm de grosor. Superficie lisa; glabra; mate. Color ante medio (18). Hilo inconspicuo.



***Marsdenia coulteri* Hemsl.**

Semillas comosas, ampliamente elípticas, ápice con una prolongación truncada, borde revuelto y de entero a ligeramente sinuoso; planas; comprimidas; desnudas; 7.1 mm de largo y 5.1 mm de ancho. Cubierta seminal de consistencia cartácea; diminutamente coliculada; glabra; mate. Color café rojizo (30) a café (32). Cicatriz inconspicua. Coma de numerosos pelos sedosos; 12.8 mm de largo; color amarillo pálido (3).

Las semillas presentan una línea longitudinal que va del centro al ápice.



***Matelea crenata* (Vail) Woodson**

Semillas comosas, con forma de gota a aovadas; ápice truncado, borde engrosado y margen crenulado; planas; comprimidas; 6.0 mm de largo y 3.6 mm de ancho. Cubierta seminal de consistencia crustácea, diminutamente coliculada, gruesamente ruminada a corrugada y verrucosa; glabra; mate. Color dispuesto en bandas concéntricas: café púrpura oscuro (35) al centro, seguido de color henna (40) y en la periferia café púrpura oscuro (35). Cicatriz inconspicua. Coma caedizo, de pelos sedosos, de 25.4 mm de largo.

Las semillas presentan una costilla longitudinal pronunciada que va del centro al ápice de la semilla.



***Rauvolfia tetraphylla* L.**

Frutos obovoides, de sección longitudinal ampliamente elíptica, con una ligera depresión en el ápice; tridimensionales; comprimidos; 4.3 mm de largo, 5.2 mm de ancho y 3.3 mm de grosor. Cubierta de consistencia cartilaginosa; gruesamente ruminada; glabra; mate. Color amarillo huevo oscuro (16) a café nuez (27). Cicatriz apical, conspicua, circular, café claro (17).



**ARACEAE**

***Anthurium cerrobaulense* Matuda**

Semillas oblongas a elípticas; tridimensionales a ligeramente planas; comprimidas; 5.7 mm de largo y 4.2 mm de ancho. Cubierta seminal de consistencia crustácea; ligeramente estriada a ligeramente pustulada; glabra; mate. Color amarillo huevo (15) a amarillo anaranjado pálido (20) mezclado con amarillo anaranjado brillante (21).



**ASPARAGACEAE**

***Beaucarnea recurvata* Lem.**

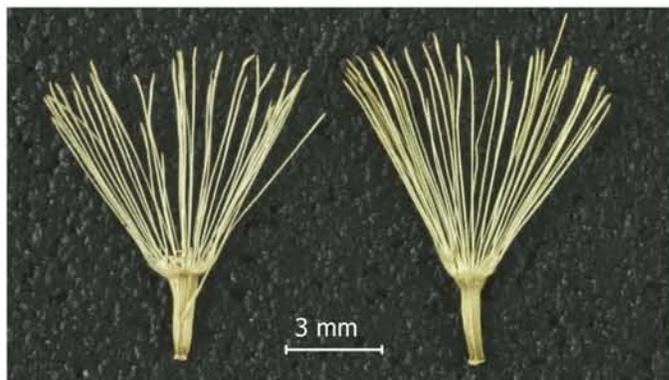
Frutos alados de contorno elíptico; tridimensionales; deprimidos; de 10 mm de largo, 6.8 mm de ancho y 2.7 mm de grosor. Exocarpo de consistencia cartácea; flexuoso; glabro; mate. Color amarillo pálido (3) a verde amarillento intermedio (7). Cicatriz o sutura media, conspicua, prominente, lineal. Una sola ala persistente, marginal, estrecha, con el margen sinuoso, cartácea. Los frutos presentan un engrosamiento alrededor de la zona que cubre la semilla.



## ASTERACEAE

### *Ageratina crassiramea* (B.L.Rob.) R.M.King et H.Rob.

Frutos (aquenios); con el cuerpo obpiramidal, base truncada, rodete circular, callo ariforme engrosado y costillas longitudinales; tridimensionales; comprimidos; 2.7 mm de largo y 0.5 mm de ancho. Superficie estriada; pubérula cerca del rodete; mate. Color del cuerpo del aquenio café claro (17) a café ante (19). Vilano de cerdas barbeladas, de 4.6 mm de longitud, que se cae con facilidad.



### *Brickellia oliganthes* (Less.) A.Gray

Frutos (aquenios) con el cuerpo obpiramidal a obovado y ligeramente curvo, rodete circular, callo ariforme engrosado; tridimensionales; comprimidos; 3.3 mm de largo y 0.6 mm de ancho. Superficie gruesamente estriada; sericea; ligeramente lustrosa. Color del cuerpo del aquenio y del callo ante medio (18), rodete café anaranjado (23), pelos y vilano blanquecinos. Rodete con una protuberancia circular. Vilano formado por numerosas cerdas barbeladas de 4.4 mm de longitud que se caen con facilidad.



### *Calea urticifolia* (Mill.) DC. var. *urticifolia*

Frutos (aquenios); cuerpo obpiramidal a ligeramente clavado, algunas veces poco arqueado, rodete circular, callo ariforme engrosado vuelto hacia un flanco del fruto; tridimensionales; comprimidos; 2.5 mm de largo y 0.7 mm de ancho. Superficie finamente lineolada o diminutamente foveolada en arreglo longitudinal, a veces cerca de la base ligeramente globulosa o con verrugas aisladas, callo escalariforme; hirsuta, con el callo glabro; mate. Color del cuerpo del aquenio café (32) a negro (37), callo amarillo brillante (1) a café claro (17), pelos blancos. Rodete ligeramente engrosado, con restos del estilo persistente color ante medio (18) a café ante (19). Vilano con 8-9 escamas; color amarillo brillante (1) a café claro (17); 2.5 mm de longitud. Escamas del vilano con el margen serrulado, de aspecto finamente barbelado, de consistencia papirácea; si se frota se caen con facilidad.

En ocasiones los aquenios presentan una película de aspecto escalariforme y costillas poco marcadas.



### *Eclipta prostrata* (L.) L.

Frutos (aquenios); cuerpo obpiramidal con el borde engrosado y el margen crenado, rodete circular a transversalmente rómbico, callo ariforme ligeramente engrosado; tridimensionales; comprimidos; 2.1 mm de largo y 0.7 mm de ancho. Superficie punteada y gruesamente aculeada o con numerosas pústulas; glabra; mate. Color del cuerpo del aquenio verde grisáceo brillante (10) mezclado con café nuez grisáceo (28), rodete café oscuro (33). Rodete con una protuberancia circular. Vilano deciduo.



**Melampodium sericeum Lag.**

La diáspora consiste en el aquenio rodeado por las brácteas interiores.

Diásporas obcónicas a obovoides asimétricas con el ápice cotiliforme, ligeramente arqueadas, vistas desde el ápice de contorno muy ligeramente triangular, base engrosada vuelta hacia un flanco del fruto; tridimensionales; ligeramente comprimidas; 2.0 mm de largo, 1.1 mm de ancho y 1.2 mm de grosor. Superficie estriada, algunas veces verrucosa; glabra; mate. Color del aquenio negro (37), brácteas interiores café ante (19). La corona que forman las brácteas de 1.1 mm de longitud, presenta una protuberancia filiforme o en forma gancho de superficie lisa y tomentosa; margen entero y gruesamente serrado cerca de la protuberancia filiforme.

La diáspora presenta cuatro costillas bien marcadas y dos orificios en la base.



**Pectis linearis La Llave**

Frutos (aquenios) con el cuerpo del aquenio de contorno linear a cuneado u oblanceolado, callo inconspicuo, rodete circular; planos; fuertemente comprimidos; 2.9 mm de largo, 0.35 mm de ancho y 0.1 mm de grosor. Superficie finamente lineolada o estriada longitudinalmente; pubérula; ligeramente lustrosa. Color del cuerpo del aquenio negro (37). Vilano con escamas y dos aristas. Aristas antorsamente barbeladas; 3.1 mm de longitud; se caen con facilidad; color amarillo-huevo oscuro (16) a café ante (19).



**Tithonia tubiformis (Jacq.) Cass.**

Frutos (aquenios); con el cuerpo obovado, ápice truncado, rodete transversalmente elíptico, callo comiforme; tridimensionales; comprimidos; 5 mm de largo, 2.5 mm de ancho y 0.9 mm de grosor. Superficie lisa a ligeramente glebulada; sericea; ligeramente lustrosa. Color del cuerpo del aquenio variable de café claro (17) con manchas café oscuro (33) a negro (37), pelos blanquecinos. Vilano persistente; con dos aristas de 3.5 mm de longitud y escamas estriadas; consistencia cartácea; color henna (29) en la base desvanecido a amarillo anaranjado pálido (20).



***Wedelia acapulcensis* Kunth var. *tehuantepecana* (B.L.Turner) Strother**

Frutos alados (aquenios); cuerpo del aquenio obovoide o de contorno oblanceolado, en conjunto con las alas de forma sagitada, callo comiforme, base del aquenio ligeramente engrosada; tridimensionales; fuertemente comprimidos; 4.7 mm de largo, 3.4 mm de ancho; de consistencia cartácea. Superficie del cuerpo del aquenio finamente lineada y pustulada en el centro; pilosa, los pelos concentrados en el centro y generalmente con una verruga en su base; mate. Color del cuerpo del aquenio café negruzco (36) a gris pálido (38) o gris lila (39) con manchas negras (37), pelos blanquecinos; toda la superficie del aquenio punteada diminutamente con puntos blanquecinos. Presenta 2 y ocasionalmente 3 alas bien desarrolladas a los lados del cuerpo del aquenio; ligeramente triangulares, de margen entero y ciliado; estriadas finamente, con las estrias perpendiculares al cuerpo del aquenio; color ante medio (18) a café rojizo (31) con líneas transversales café negruzcas (36); consistencia cartácea. Vilano persistente, coroniforme o lacerado; con 2 o 3 aristas barbeladas, generalmente desiguales, de 1.8 mm de longitud; color ante medio (18) a café rojizo (31).

En ocasiones los aquenios sin pústulas y glabros.



## **BIGNONIACEAE**

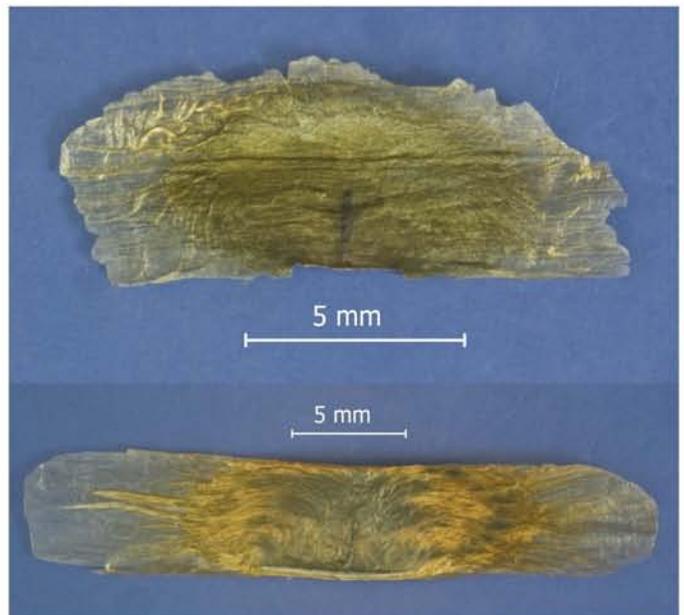
***Adenocalymma inundatum* Mart. ex DC.**

Semillas aladas, aovado deprimidas; ligeramente planas; desnudas; 19.2 mm de largo y 66.9 mm de ancho. Cubierta seminal, sin considerar las alas, de consistencia leñosa, finamente lineolada; glabra; lustrosa. Color amarillo huevo (15) jaspeado con café nuez grisáceo (28); bordes café nuez grisáceo (28) a café oscuro (33), ligeramente dorados. Hilo basal, conspicuo, de forma falcada, color café nuez grisáceo (28) a café oscuro (33). Dos alas laterales, de forma falcada a transversalmente linear; membranosas y de consistencia papirácea.



***Arrabidaea floribunda* (Kunth) Loes.**

Semillas aladas, de estrecha y transversalmente elípticas a estrecha y transversalmente oblongas, con el borde de la base y el ápice ligeramente engrosado; planas; comprimidas; desnudas; 5.1 mm de largo y 27.9 mm de ancho. Cubierta seminal de consistencia cartácea; finamente lineolada, las líneas provienen del hilo; glabra; ligeramente lustrosa. Color café nuez grisáceo (28); Hilo basal, conspicuo, transversalmente linear. Dos alas laterales de forma lunular o falcada a linguladas; muy estrechas a bastante amplias; finamente lineoladas; de consistencia papirácea; blanquecinas translúcidas.



***Arrabidaea aff. pubescens* (L.) A.H. Gentry**

Semillas aladas, transversalmente oblongas, con el borde de la base ligeramente engrosado; planas; desnudas; 6.3 mm de largo y 12.7 mm de ancho. Cubierta seminal, sin considerar las alas, de consistencia cartácea; finamente lineolada; glabra; ligeramente lustrosa. Color café (32) con líneas y bordes café ante (19). Hilo basal, conspicuo, transversalmente lineal. Dos alas laterales con el margen crenado, de forma falcada; muy estrechas; estriadas; membranosas y de consistencia papirácea; blanquecinas translúcidas.

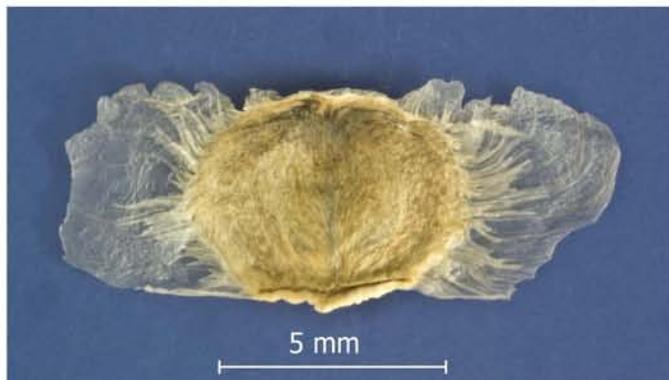
Línea longitudinal tenue en la mitad de las semillas.

El fruto es una cápsula de forma linear, con el borde engrosado en todo el rededor; 90.0 mm de largo y 9.0 mm de ancho. Superficie lisa a finamente glebulada; glabra.



***Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O.Grose**

Semillas aladas, transversalmente elípticas; planas; comprimidas; desnudas; 4.3 mm de largo y 12.2 mm de ancho. Cubierta seminal, sin considerar las alas, delgada y cartácea; lineolada irregular; glabra. Color amarillo anaranjado brillante (21), algunas veces café oliva (14). Hilo basal, conspicuo, muy ligeramente triangular. Dos alas laterales, de forma irregular; estriadas; membranosas y de consistencia papirácea; blanquecinas translúcidas.



***Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos**

Semillas aladas, de aovado deprimidas a transversalmente elípticas; planas; ligeramente deprimidas; desnudas; 7.6 mm de largo, 23.9 mm de ancho. Cubierta seminal, sin considerar las alas, de consistencia cartácea; finamente lineolada; glabra; lustrosa. Color café ante (19) jaspeado con café nuez (27), contorno café nuez (27). Hilo basal, inconspicuo. Dos alas laterales, de forma irregular a ligeramente redondeada; estriadas; blanquecinas translúcidas; membranosas de consistencia papirácea.



***Pithecoctenium crucigerum* (L.) A.H.Gentry**

Semillas aladas, de forma irregular, de contorno aovado deprimido; planas; comprimidas; desnudas; 29.3 mm de largo y 51.3 mm de ancho. Cubierta seminal, sin considerar el ala, de consistencia cartácea; fina e irregularmente lineolada; glabra; lustrosa. Color amarillo anaranjado pálido (20) con café rojizo (30) cerca del hilo y en el centro. Hilo basal, conspicuo, diminuto, estrecho y transversalmente oblongo. Ala marginal bien desarrollada casi en todo el rededor excepto en la base, con el borde crenado y prolongaciones de la zona central; membranosas de consistencia papirácea; blanquecina translúcida.

En el centro de la semilla se aprecian, a contraluz, el embrión recto y los dos cotiledones que en conjunto tienen un contorno muy ampliamente obovado a ligeramente obcordiforme, de 6.4 mm de ancho.

El fruto es una cápsula dehiscente de contorno elíptico y de sección transversalmente elíptica; 113.0 mm de largo y de 49.0 mm de ancho; de consistencia leñosa. Superficie gruesa y uniformemente aculeada; glabra.



***Tabebuia heterophylla* (DC.) Britton**

Semillas aladas, obcordiformes; planas; desnudas; 12.5 mm de largo y 47.7 mm de ancho. Cubierta seminal, sin considerar las alas, delgada y cartácea; lineolada; glabra; lustrosa. Color amarillo anaranjado brillante (21) a café brillante (25). Hilo conspicuo, basal, fusiforme. Dos alas laterales, de forma irregular; muy amplias; estriadas; membranosas de consistencia papirácea; blanquecinas translúcidas.



***Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth**

Semillas aladas, subcordiformes a estrecha y transversalmente elípticas; planas; desnudas; 5.1 mm de largo y 15.3 mm de ancho. Cubierta seminal, sin considerar las alas, delgada y cartácea; finamente lineolada; glabra; lustrosa. Patrón de coloración ocelado: en el centro café ante (19) seguido de ante medio (18) y nuevamente café ante (19). Hilo inconspicuo. Ala marginal expandida en ambos extremos; estriada; membranosa de consistencia papirácea; blanquecina translúcida. En el centro de la semilla se aprecian los cotiledones.



**BIXACEAE**

***Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng.**

Semillas cocleadas a cocleado-reniformes; tridimensionales; 4.3 mm de largo, 4.0 mm de ancho y 2.0 mm de grosor. Cubierta seminal córnea, lisa y (> 10X) diminutamente reticulada-foveolada; glabra; lustrosa. Cubierta seminal negra. Hilo conspicuo, de forma obovada, situado en el extremo exterior. Presentan una cubierta formada por el endocarpo de consistencia crustácea que se desprende con facilidad si se frota. Endocarpo glebulado; glabro; mate. Color del endocarpo café oscuro (33) en el borde, con una franja ante medio (18) y la parte más interna café naranja (23) a rojo.

El fruto es una cápsula dehiscente, con numerosos pelos blancos y sedosos que rodean a las semillas.



**BORAGINACEAE**

***Bourreria purpusii* Brandegee**

Frutos (clusas) subtrigonos, de contorno obcordiforme con la base mucronada, con las tres caras cóncavas, la arista formada por las dos caras ventrales es afilada; tridimensionales; 8.9 mm de largo, 8.4 mm de ancho y 3.5 mm de grosor. Cubierta cartácea o ligeramente leñosa. Superficie ruminada en la cara dorsal, al centro de las caras ventrales glebulada y en la parte distal con estrías que provienen del centro; glabra; lustrosa. Color café nuez grisáceo (28) a ligeramente dorado, en el centro de las caras ventrales café ante (19). Cicatriz inconspicua.



***Tournefortia volubilis* L.**

Frutos (drupas) pisiformes a ligeramente cocleados, con una depresión muy amplia cerca de la base en ambas caras; tridimensionales; ligeramente comprimidos; presentan una excrescencia prominente; 2.5 mm de largo, 2.5 mm de ancho y 2.1 mm de grosor. Cubierta de consistencia leñosa; gruesamente aculeada a verrucosa; glabra; mate. Color café oscuro (33), excrescencia amarillo pálido (3). Cicatriz basal, conspicua.



***Varronia curassavica* Jacq.**

Frutos (drupas) piriformes, con el ápice apiculado, en la base con una prominencia truncada; tridimensionales; ligeramente comprimidos; 2.8 mm de largo, 2.0 mm de ancho y 1.5 mm de grosor. Superficie finamente ruminada y en ocasiones cerca de la base tuberculada; glabra; mate. Color café ante (19) mezclado con verde azulado (9) y café (32). Cicatriz basal, conspicua, de forma circular a transversalmente elíptica, color amarillo pálido (3).



***Varronia inermis* (Mill.) Borhidi**

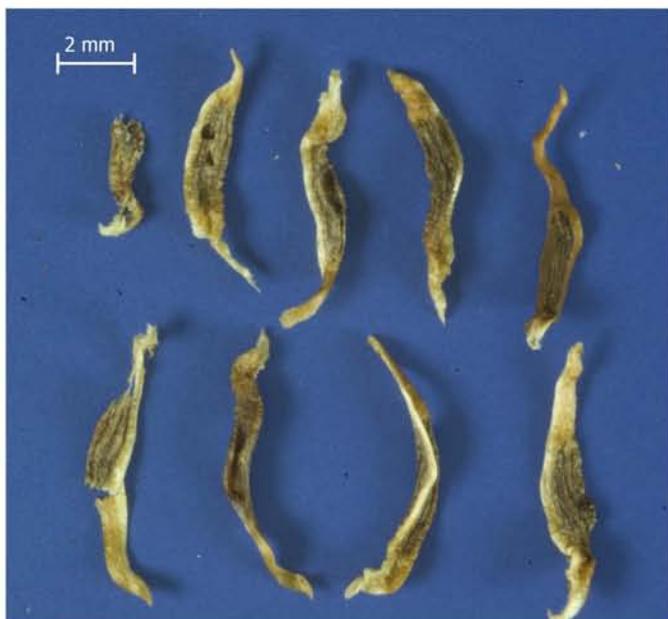
Frutos (drupas) ovoides a piriformes, de sección transversal circular, ápice apiculado; tridimensionales; ligeramente comprimidos; 4.0 mm de largo y 2.2 mm de ancho. Cubierta de consistencia leñosa y cérea; finamente ruminada y gruesamente tuberculada; glabra; mate. Color verde amarillento intermedio (7) mezclado con oliva (12) y amarillo pálido (3). Cicatriz basal, conspicua, circular. Presentan restos florales en su base, gruesamente tuberculados y pilosos; los pelos son amarillo pálido (3) y se caen con facilidad si se frotran.



**BROMELIACEAE**

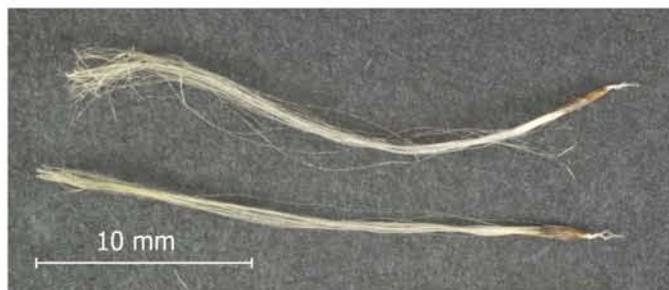
***Hechtia caudata* L.B.Sm.**

Semillas fusiformes; ligeramente planas; 6.3 mm de largo. Superficie estriada longitudinalmente a corrugada; glabra; mate. Color café-nuez grisáceo (28) en el centro y naranja (22) a amarillo brillante (1) hacia los extremos.



***Tillandsia caput-medusae* E. Morren**

Semillas comosas, fusiformes, en conjunto con la coma filiformes; tridimensionales; 27.4 mm de largo. Superficie finamente lineolada; lanosa en la base, con cerdas muy largas; mate. Color henna (40), cerdas blancas. Coma sedosa, blanca.



**BURSERACEAE**

***Bursera excelsa* (Kunth) Engl.**

Semillas muy ampliamente ovoides, con la base apiculada; tridimensionales; ligeramente comprimidas; 6.6 mm de largo, 6.0 mm de ancho y 5.4 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia córnea; lisa; glabra; mate. Color amarillo brillante (1) a amarillo anaranjado brillante (21). Hilo basal, diminuto, conspicuo, transversalmente elíptico. Micrópilo apical, conspicuo, diminuto, hemicircular. Las semillas presentan una costilla marginal.

Fruto (drupa) negro cuando está seco y de tonalidades verdes a rojizas cuando está fresco.



***Bursera schlechtendalii* Engl.**

Semillas irregulares, esferoides-angulosas a ligeramente subtrígonas, con los vértices romos, base ligeramente truncada o plana; tridimensionales; 3.6 mm de largo, 4.2 mm de ancho y 4.0 mm de grosor. Cubierta seminal córnea; lisa; glabra; mate. Color café claro (17) a amarillo anaranjado pálido (20). En la superficie ventral presentan una prominencia muy ampliamente aovada, dividida a la mitad por una línea.



***Bursera simaruba* (L.) Sarg.**

Semillas de contorno muy ampliamente aovado a subtrígonas, con las dos caras ventrales poco convexas y la dorsal muy convexa, el vértice de las dos caras ventrales se encuentra achatado en la base; tridimensionales; ligeramente deprimidas; 6.5 mm de largo, 6.1 mm de ancho y 4.1 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia córnea; lisa; glabra; mate. La coloración es muy variable desde amarillo pálido (3) hasta anaranjado (22). Cicatriz diminuta, de forma lineal, situada en la base de la prominencia cordiforme. En el lado ventral con una prominencia cordiforme o triangular, dividida por una línea a la mitad, color verde amarillento pálido (5).



***Bursera ovalifolia* Engl.**

Semillas subtrigonas, con dos caras planas y la dorsal convexa; tridimensionales; ligeramente deprimidas; de 6.2 mm de largo, 4.0 mm de ancho y 2.9 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia cérea; lisa; glabra; mate. Color café anaranjado (23). Hilo diminuto, subbasal, ubicado en el vértice que forman las dos caras ventrales. En el lado ventral con una región de contorno cordiforme o en forma de gota.



**CACTACEAE**

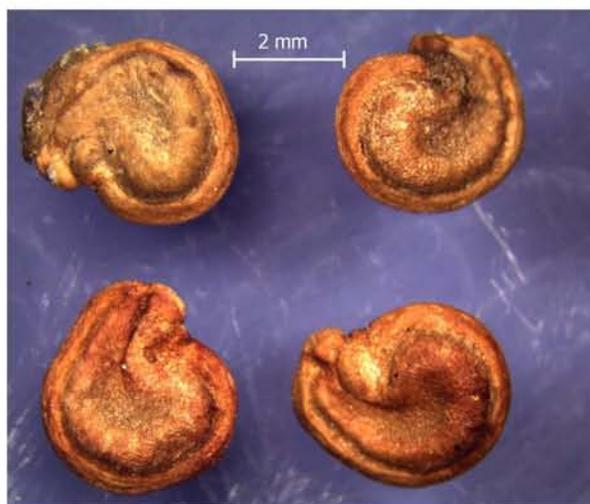
***Melocactus curvispinus* Pfeiff.**

Semillas ampliamente obovoides, truncadas en la base; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 1.4 mm de largo y 1.2 mm de ancho. Cubierta seminal ósea; coliculada; glabra; lustrosa. Color negro (37), región hilo-micropilar amarillo pálido (3) a café brillante (25). Hilo conspicuo, basal, hemicircular. Micrópilo conspicuo, hemicircular. El borde de la testa ligeramente expandido alrededor de la región hilo-micropilar. Presentan una quilla marginal que va de la base hasta el ápice con pequeñas prominencias en su margen.



***Opuntia decumbens* Salm-Dyck**

Semillas cocleado-reniformes; tridimensionales; comprimidas; ariladas; de 3.6 mm de largo, 3.1 mm de ancho y 1.9 mm de grosor. Envoltura funicular de consistencia leñosa; superficie ligeramente estriada; glabra; mate. Color ante medio (18) a café ante (19) mezclado con henna (40). Hilo conspicuo, lateral, con una muesca adyacente. Micrópilo inconspicuo. El arilo se desarrolla desde el funículo y forma la envoltura funicular que cubre completamente la semilla. La envoltura funicular presenta un anillo funicular lateral que rodea todo el margen de la semilla. Es notorio el embrión curvado.



***Peniocereus fosterianus* Cutak var. *nizandensis* Sánchez-Mej.**

Semillas ampliamente obovoides, truncadas lateralmente cerca de la base; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 3.2 mm de largo, 2.3 mm de ancho y 1.8 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia ósea; de aspecto reticulada a ligeramente coliculada; glabra; lustrosa. Color negro, región hilo-micropilar blanquecina. Hilo subbasal, conspicuo, prominente. Micrópilo basal, conspicuo, hemicircular. La región hilo-micropilar periforme, se encuentra hundida con el borde de la testa ligeramente expandido alrededor. Presentan una quilla marginal, en el lado opuesto a la zona hilar, que se desvanece poco a poco del ápice hasta la base.



***Pilosocereus collinsii* (Britton et Rose) Byles et G.D.Rowley**

Semillas dorsoventralmente obpiriformes a obovadas, lateralmente el contorno de la cara ventral con una pequeña depresión en la parte central y ligeramente aplanada o truncada cerca de la base; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 2.3 mm de largo, 1.3 mm de ancho y 1.0 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia ósea; de aspecto finamente reticulado a finamente coliculado; glabra; lustrosa. Color negro, región hilo-micropilar blanquecina a café claro (17). Hilo subbasal, conspicuo, hundido, circular. Micrópilo subbasal, conspicuo, hundido, circular. Región hilo-micropilar prominente, obperiforme a estrechamente oblonga, el hilo y el micrópilo separados entre sí por medio de una banda esclerificada. Las semillas presentan una quilla marginal de la base hasta el ápice de la cara dorsal.



***Selenicereus testudo* (Karw. ex Zucc.) Buxb.**

Semillas obovoides a ligeramente obpiriformes; tridimensionales; desnudas; de 3.0 mm de largo, 1.7 mm de ancho y 1.0 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia ósea; de aspecto ligeramente escalariforme a ligeramente estriado; glabra; lustrosa. Color negro, región hilo-micropilar amarillo pálido (3). Hilo subbasal, conspicuo, prominente, de forma oblanceolada. Micrópilo basal, puntiforme.



**CAPPARACEAE**

***Forchhammeria pallida* Liebm.**

Semillas de contorno circular, de sección longitudinal ampliamente elíptico; tridimensionales; desnudas; de 8.9 mm de largo, 8.6 mm de ancho y 6.8 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia papirácea; ruminada; glabra; mate. Color naranja (22) a café naranja (23). Hilo inconspicuo. Debajo de la cubierta seminal, que se desprende con facilidad, las semillas son lisas, glabras y presentan un surco longitudinal.



***Quadrella incana* (Kunth) Iltis et Cornejo**

Semillas de contorno elíptico a falcado; tridimensionales; de 9.8 mm de largo, 4.2 mm de ancho y 3.2 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia coriácea; lisa; mate; glabra. Color oliva (12).

Fruto (drupa) obovoide, generalmente con restos del pedúnculo, con cubierta de consistencia leñosa, tomentoso; color ante brillante (17).



## CELASTRACEAE

### *Pristimera celastroides* (Kunth) A.C.Sm.

Semillas aladas, alrededor del embrión obtruladas a fusiformes; planas; desnudas; de 28.4 mm de largo y 11.7 mm de ancho. Cubierta seminal, sin considerar el ala, de consistencia cartácea; lisa; glabra; semilustrosa. Color café naranja (23). Hilo inconspicuo. Una sola ala terminal, amplia, con el ápice redondeado y margen entero; papirácea; color café claro (17); presenta una vena central muy marcada de un tono más oscuro.



### *Semialarium mexicanum* (Miers) Mennega

Semillas aladas irregulares, alrededor del embrión aovadas angulosas; ligeramente aplanadas; desnudas; de 18.8 mm de largo, 7.1 mm de ancho y 0.7 de grosor. Cubierta seminal, sin considerar el ala, de consistencia cartácea; finamente reticulada; glabra; mate. Color alheña (40). Hilo inconspicuo. Una sola ala terminal muy amplia, dolabriforme, con el margen entero; de aspecto finamente membranosa; superficie rugoso-estriada; color amarillo anaranjado brillante (21).



### *Wimmeria confusa* Hemsl.

Frutos (sámaras) de contorno ligeramente obcordiforme, con el ápice apiculado; ligeramente aplanados; de 8.4 mm de largo, 10 mm de ancho y 1 mm de grosor. Cubierta de consistencia cartácea; lisa; glabra; ligeramente lustrosa. Color anaranjado (22). Cicatriz basal, conspicua. Presentan tres alas laterales, más o menos desarrolladas, con el margen entero y con venación dicotómica; restos florales color henna (29) y pedúnculo floral verde grisáceo brillante (10).

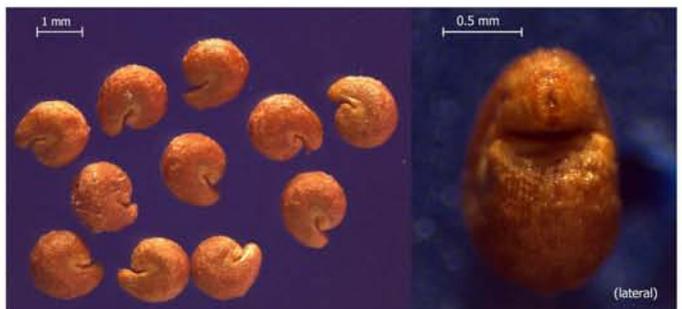


## CLEOMACEAE

### *Gynandropsis speciosa* DC.

Semillas cocleadas, lateralmente de contorno aovado; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 1.6 mm de largo, 1.4 mm de ancho y 0.9 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia coriácea; glabra; mate. Superficie lateral finamente coliculada, con las prominencias arregladas en líneas paralelas, ocasionalmente con pequeñas protuberancias o verrugas; superficie dorsoventral con líneas concéntricas apretadas de tubérculos diminutos que van aumentando de tamaño hacia la perifería. Color café naranja (23) a naranja (22). Hilo lateral, conspicuo.

Frutos (vainas dehiscentes) de 64.0 mm de largo y 3.5 mm de ancho, de consistencia cartácea. Superficie estriada, glabra, internamente costilluda. Color ante brillante (17).



## COMBRETACEAE

### *Combretum decandrum* Jacq.

Frutos alados, de contorno circular a ampliamente elíptico; planos, con las alas desplegadas tridimensionales; 15.9 mm de diámetro. Superficie del centro estriada y acanalada; glabra; mate. Color café oscuro (33) en la parte central. Con 6 a 8 alas laterales, en forma de medio círculo, con el borde sinuoso; de consistencia papirácea; estriadas; glabras; color verde amarillento intermedio (7) con oliva (12) ligeramente tornasol; lustrosas. Los frutos presentan un pedúnculo floral persistente.



## CONVOLVULACEAE

### *Evolvulus alsinoides* (L.) L.

Semillas de contorno ampliamente aovado a ampliamente elíptico, en ocasiones ligeramente subtrigonas, de sección longitudinal elíptica, con una muesca en la zona hilar; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 2.5 mm de largo, 2.0 mm de ancho y 1.0 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia leñosa; finamente punticualda; pubérula; mate. Color café nuez grisáceo (28), indumento amarillo anaranjado pálido (20). Hilo basal, conspicuo, elíptico, café claro (17). Algunas veces presentan ligeras depresiones en distintas partes de la semilla



### *Evolvulus sericeus* Sw.

Semillas de contorno ampliamente elíptico, ligeramente subtrigonas, vértice de las caras ventrales redondeado; tridimensionales a ligeramente planas; ligeramente deprimidas; desnudas; de 1.8 mm de largo y 1.6 mm de ancho. Cubierta seminal de consistencia córnea; densamente punticulada; glabra; mate. Color café nuez grisáceo (28), borde del hilo café rojizo (30). Hilo subbasal, conspicuo, hundido, transversalmente elíptico. Las semillas presentan depresiones pequeñas distribuidas irregularmente.



### *Merremia quinquefolia* (L.) Hallier f.

Semillas de contorno ampliamente elíptico a muy ampliamente aovado, ligeramente subtrigonas o en forma de gajo, tridimensionales; ligeramente deprimidas; desnudas; de 4.0 mm de largo, 2.9 mm de ancho y 1.1 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia córnea; lisa; en algunas partes pubérula; mate. Color café oscuro (33), indumento café claro (17). Hilo subbasal, conspicuo, prominente. Las semillas presentan depresiones pequeñas en todas sus caras.



## CUCURBITACEAE

### *Cayaponia attenuata* (Hook. et Arn.) Cogn.

Semillas obovadas con la base adelgazada, de sección transversal transversalmente elíptica; tridimensionales; comprimidas; de 5.9 mm de largo, 4.2 mm de ancho y 2.1 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia córnea; lisa; glabra; ligeramente lustrosa. Coloración muy variable, patrón variegado: café oscuro (33), alheña (29), café pálido (24) y naranja (22). Hilo subbasal, poco conspicuo, puntiforme. Presentan un surco lateral poco marcado, de la base al hilo. A veces las semillas con restos del fruto, de consistencia carnosa y de color ante medio (18).



### *Cayaponia racemosa* (Mill.) Cogn.

Semillas elípticas, de sección longitudinal oblanceolada; tridimensionales; comprimidas; de 8.1 mm de largo, 4.6 mm de ancho y 1.4 mm de grosor. Cubierta seminal lineolada; glabra; ligeramente lustrosa. Color ante medio (18). Hilo inconspicuo. Presentan una costilla marginal. En ocasiones las semillas presentan restos del fruto de color café claro (17) que le dan una apariencia ruminada a la superficie.



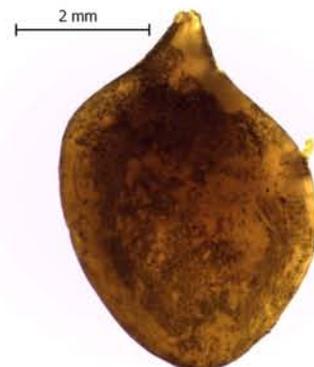
### *Ibervillea* aff. *hypoleuca* (Standl.) C. Jeffrey

Semillas de contorno aovado con la base estrecha y cuadrada, de sección transversal transversalmente elíptica; tridimensionales; comprimidas; de 8.6 mm de largo, 4.3 mm de ancho y 2.3 mm de grosor. Superficie lisa; tomentosa en la base; mate. Color henna (40), pelos café ante (19). Hilo inconspicuo. Presentan una costilla marginal, color café oscuro (33).



### *Polyclathra cucumerina* Bertol.

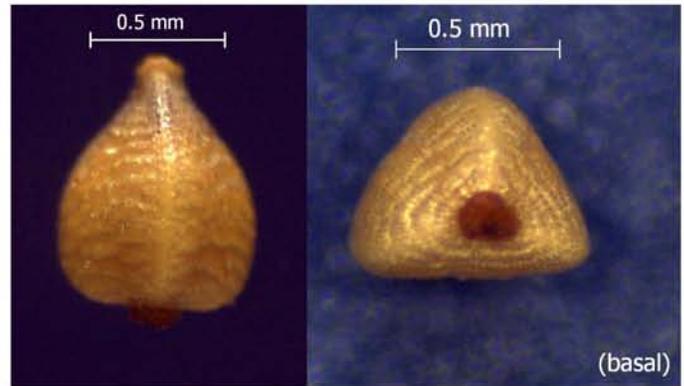
Semillas de contorno ampliamente obovado con el ápice cuspidado; planas; comprimidas; de 4.2 mm de largo, 3.3 mm de ancho y 0.5 mm de grosor. Cubierta seminal cérea; lisa; glabra; semilustrosa. Color verde amarillento intermedio (7) a verde (8) con manchas amplias café oliva (14). Hilo inconspicuo.



## CYPERACEAE

### *Bulbostylis capillaris* (L.) C.B. Clarke

Frutos (aquenios) de contorno ampliamente aovado o en forma de gota con el ápice truncado, de sección transversal ligeramente deltado con los vértices redondeados, caras ligeramente cóncavas, ápice con un pequeño rostro truncado, callo basal; tridimensionales; comprimidos; de 1.0 mm de largo, 0.7 mm de ancho y 0.6 mm de grosor. Cubierta de consistencia leñosa; con tubérculos alargados dispuestos en líneas que le dan un aspecto rugoso; glabra; semilustrosa. Color café claro (17) punteado ligeramente con negro cerca del ápice, callo café anaranjado (23). Cicatriz basal, conspicua, prominente. Presentan tres costillas poco marcadas. A más de 10X la superficie cerca de la base es punteada.



### *Cyperus ciliatus* Jungh.

Frutos (aquenios) de contorno elíptico-oblongo con la base mucronulada y el ápice con una prominencia trunca, trígono, lados cóncavos y aristas redondeadas, ápice con un pequeño rostro, callo basal de forma circular; tridimensionales; comprimidos; de 1.9 mm de largo, 1.0 mm de ancho y 0.9 mm de grosor. Cubierta de consistencia leñosa; fina y densamente punteada; glabra; mate. Color café rojizo (30) a café (32), algunas veces ante medio (18). Cicatriz apical, conspicua, prominente. Presentan tres costillas marcadas con los bordes redondeados. Los frutos presentan en algunas zonas una capa fina blanquecina.



### *Cyperus odoratus* L.

Frutos (aquenios) de contorno aovado con la base mucronulada y el ápice cuneado, trígono, caras cóncavas y aristas redondeadas, ápice con un pequeño rostro o tubérculo, base con callo; tridimensionales; comprimidos; de 1.9 mm de largo, 0.8 mm de ancho. Cubierta de consistencia leñosa; densamente punteada; glabra; lustrosa. Color café anaranjado (23) desvanecido hacia el centro a ante medio (18), callo y rostro café rojizo (30). Cicatriz apical, conspicua. Presentan, en la base, dos filamentos del estambre más largos que el cuerpo del aquenio, no siempre persistentes.



### *Rhynchospora colorata* (L.) H. Pfeiff.

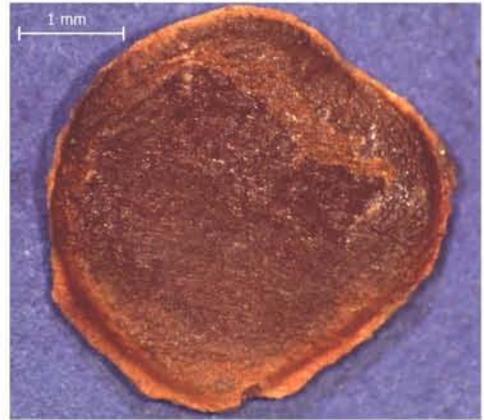
Frutos (aquenios) obcónicos a obovoides con la base aguda, ápice con tubérculo; tridimensionales; comprimidas; de 3.0 mm de largo, 1.4 mm de ancho y 1.1 mm de grosor. Cubierta de consistencia leñosa, superficie del cuerpo del aquenio transversalmente rugosa, finamente reticulada-foveada (> 10X); glabra; mate. Color café oscuro (33) mezclado con café nuez grisáceo (28) y café (32). Cicatriz basal, conspicua. Tubérculo cónico a triangular, liso y algunas veces verrucoso, escasamente seríceo, color café claro (17) y pelos negros. Los frutos presentan hasta 5 cerdas antrorsobarbeladas en la base, ligeramente más largas que el aquenio y que se dirigen hacia el ápice, color ante brillante (17) a naranja (22).



## DIOSCOREACEAE

### *Dioscorea densiflora* Hemsl.

Semillas circulares a hemicirculares; planas; comprimidas; desnudas; de 3.8 mm de diámetro. Cubierta seminal coriácea y cérea; ligeramente estriada; glabra; ligeramente lustrosa. Color café rojizo medio (40). Hilo inconspicuo.



### *Dioscorea floribunda* M.Martens et Galeotti

Semillas aladas, oblongas irregulares; planas; comprimidas; de 9.5 mm de largo y 4.8 mm de ancho. Cubierta seminal cartácea; ruminada; glabra; mate. Color café rojizo (30) a café (32). Hilo inconspicuo. La cubierta seminal se expande formando dos alas, de un tono más claro.



### *Dioscorea mexicana* Scheidw.

Semillas aladas, transversalmente elípticas a aovadas deprimidas; planas; comprimidas; de 1.8 mm de largo y 4.9 mm de ancho. Cubierta seminal papirácea; lisa; glabra; mate. Color henna (29), la línea que separa el ala de un tono más oscuro. Hilo lateral, conspicuo, diminuto, puntiforme. Las semillas presentan un ala marginal expandida en todo el rededor, estrecha, papirácea, lustrosa, anaranjada (22).



### *Dioscorea preslii* Steud.

Semillas aladas, hemielípticas irregulares; planas; comprimidas; de 3.4 mm de largo y 2.1 mm de ancho. Cubierta seminal cartácea; lisa; glabra; lustrosa. Color anaranjado (22) a café naranja (23) en el centro, línea que divide el ala de un tono más oscuro. Hilo inconspicuo. Las semillas presentan un ala marginal, estrecha, de margen sinuoso, papirácea, color café claro (17).



## EUPHORBIACEAE

### *Croton lobatus* L.

Semillas dorsalmente de contorno oblongo con el ápice mucronulado, lateralmente de contorno oblongo, de sección transversal transversalmente rómbica, con la base aplanada, caras planas a ligeramente convexas y vértices redondeados; tridimensionales; comprimidas; provistas de carúncula; de 4.2 mm de largo, 3.0 mm de ancho y 1.9 mm de grosor. Cubierta seminal córnea; pustulada a aculeada; glabra; ligeramente lustrosa. Color amarillo brillante (1) a amarillo huevo (15), con puntos café anaranjado (23). Hilo inconspicuo. Presentan una costilla en la parte dorsal. Carúncula en forma de medio círculo. Rafe conspicuo en la cara ventral.



### *Croton morifolius* Willd.

Semillas elipsoides, mucronadas en la base, de sección transversal transversalmente elíptica, en la base de la cara ventral ligeramente hundidas; tridimensionales; ligeramente deprimidas; provistas de carúncula; de 4.6 mm de largo, 3.6 mm de ancho y 2.0 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia córnea; lisa; glabra; lustrosa. Color café naranja (23) a alheña (29) manchado con nuez grisáceo (28) y café negruzco (36). Cicatriz subbasal; conspicua; de forma obovada, ampliamente deprimida. Presentan rafe conspicuo en la cara ventral.



### *Croton reflexifolius* Kunth

Semillas de contorno aovado con el ápice agudo; tridimensionales; ligeramente deprimidas; provistas de carúncula; de 1.7 mm de largo, 0.8 mm de ancho y 0.3 mm de grosor. Superficie fina y ligeramente ruminada, en el ápice pustulada; glabra; mate. Color café rojizo (31), carúncula amarillo anaranjado brillante (21). Cicatriz subbasal, conspicua, prominente. Presentan rafe apenas visible.



### *Croton yucatanensis* Lundell

Semillas elipsoides a ligeramente subtrigonas, con la base mucronada, de sección longitudinal de contorno elíptico truncado en la base, con una ligera depresión en la base de la cara ventral; tridimensionales; ligeramente deprimidas; provistas de carúncula; de 3.7 mm de largo, 2.6 mm de ancho y 2.0 mm de grosor. Cubierta seminal córnea; ligeramente ruminada a bulada, en la depresión fina y diminutamente coliculada; glabra; mate. Color café anaranjado (23), manchado con las puntas de las crestas de una tonalidad más oscura; carúncula amarillo anaranjado pálido (20). Hilo subbasal, conspicuo, pequeño, circular. Carúncula basal de consistencia coriácea, en forma de copa. Presentan rafe marcado en la cara ventral. En el centro de la depresión basal presentan una prominencia redondeada.



***Euphorbia heterophylla* L.**

Semillas ampliamente oblongas a teretes, con el ápice acuminado, de sección transversal ampliamente elíptica a hemicircular, con una depresión circular en la base y una prominencia en la parte apical; tridimensionales; ligeramente deprimidas; de 2.8 mm de largo y 2.1 mm de ancho. Cubierta seminal leñosa; granulada y verrucosa; glabra; mate. Color ante medio (18) manchado con negro (37). Hilo apical, conspicuo, pequeño. Rafe conspicuo. Las semillas presentan una costilla al lado contrario del rafe y una ligera depresión transversal alrededor de toda la semilla.



***Euphorbia pteroneura* A. Berger**

Semillas oblongas con la base triangular; tridimensionales; provistas de carúncula; de 2.3 mm de largo y 1.0 mm de ancho. Superficie lisa; glabra; mate. Color café ante (19) con amarillo huevo (15), carúncula amarillo pálido (3). Presentan una costilla longitudinal.



***Euphorbia schlechtendalii* Boiss.**

Semillas elipsoides; tridimensionales; de 3.1 mm de largo, 1.9 mm de ancho y 2.1 mm de grosor. Superficie finamente glebulada y gruesamente verrucosa; glabra; mate. Color gris pálido (38). Presentan rafe marcado.



***Hippomane mancinella* L.**

Semillas obovoides a esféricas, con una ligera depresión en la base; tridimensionales; ligeramente comprimidas; de 4.6 mm de largo y 4.3 mm de ancho. Cubierta seminal córnea; punteada; glabra; ligeramente lustrosa. Color verde (8) con manchas oliva (12). Cicatriz basal, conspicua. Presentan rafe ventral, marcado, oliva (12), que remata en una protuberancia en la base.



***Jatropha alamanii* Müll.Arg.**

Semillas esféricas; de 14.3 mm de diámetro. Cubierta de consistencia papirácea, que se desprende con facilidad; lisa; glabra; ligeramente lustrosa. Color anaranjado (22) manchado con café anaranjado (23), debajo café claro (17) y oliva (12). Cicatriz apical, conspicua de forma circular.



***Jatropha gossypifolia* L.**

Semillas elipsoides a oblongas, de sección transversal estrecha y transversalmente oblonga, tridimensionales; comprimidas; provistas de carúncula; de 5.7 mm de largo, 2.8 mm de ancho y 1.0 mm de grosor. Cubierta seminal coriácea; punticulada; glabra; mate. Color henna (40) variegado con amarillo huevo (15). Hilo inconspicuo. Presentan rafe.



***Manihot oaxacana* D.J.Rogers et Appan**

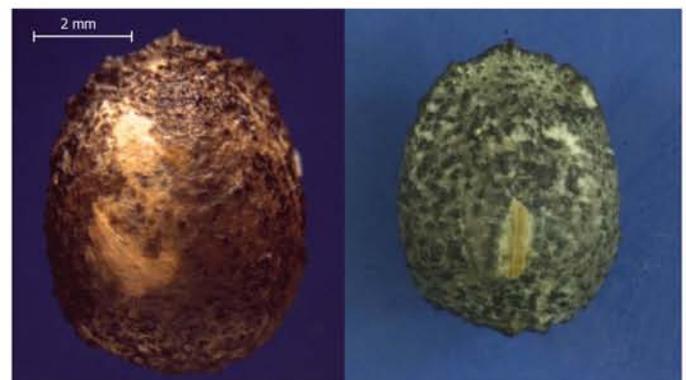
Semillas de contorno ampliamente elíptico y acuminado en la base, de sección transversal transversalmente elíptica, en la cara ventral con una depresión en la parte basal y otra más pequeña en la parte apical; tridimensionales; ligeramente deprimidas; provistas de carúncula; de 10.0 mm de largo, 7.3 mm de ancho y 4.4 mm de grosor. Cubierta seminal córnea; lisa, a veces la cara dorsal ligeramente punteada; glabra; lustrosa. Patrón de coloración variegado y coloración muy variable. Cara ventral blanca, con puntos diminutos y manchas negras, aparentando un gris pálido (38), las manchas son perpendiculares al rafe. Cara dorsal con puntos negros concentrados en algunas zonas, aparentando un gris oscuro con manchas blancas; otras veces color ante (18) a café ante (19) con manchas y puntos negros. Hilo subbasal, conspicuo, hemicircular. Carúncula triangular, amarillo pálido (3). Las semillas presentan rafe.

En ocasiones la cubierta seminal se desprende con relativa facilidad, sin esta cubierta las semillas son de color blanco a amarillo pálido (3).



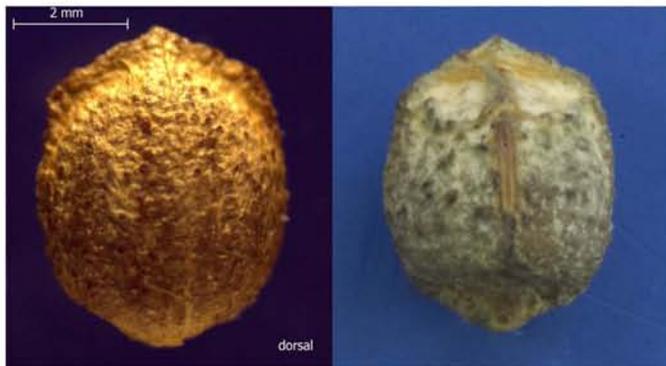
***Sapium glandulosum* (L.) Morong**

Semillas ampliamente elipsoides, con una pequeña depresión en la parte apical, tridimensionales; comprimidas; de 6.4 mm de largo, 4.7 mm de ancho y 4.2 mm de grosor. Cubierta seminal córnea; granulada a verrucosa; glabra; mate. Color amarillo pálido (3) punteado con negro (37). Cicatriz inconspicua. La cubierta seminal se expande formando una costilla en el ápice. Las semillas presentan un rafe ventral pequeño.



***Sapium macrocarpum* Müll.Arg.**

Semillas ampliamente elipsoides, con el ápice agudo, achatadas en la parte subapical y ligeramente en la base; tridimensionales; ligeramente comprimidas; con carúncula; de 5.1 mm de largo, 4.1 mm de ancho y 3.9 mm de grosor. Cubierta seminal córnea; granulada; glabra; mate. Color verde (8) con una cubierta color amarillo pálido (3). Hilo poco conspicuo, subapical. La cubierta seminal se expande formando una costilla en la parte apical. Las semillas presentan rafe ventral.



***Sebastiania appendiculata* (Müll.Arg.) Jabl.**

Semillas obovoides a ligeramente obcordiformes, con una depresión ligera en la base; tridimensionales; ligeramente comprimidas; de 5.5 mm de largo y 4.7 mm de ancho. Cubierta seminal córnea; con pequeñas verrugas en la cara dorsal; glabra; ligeramente lustrosa. Color verde amarillento pálido (5) con puntos oliva (12). Cicatriz basal, conspicua. Presentan rafe ventral, que remata en la base con una protuberancia, color oliva (12).

Semillas muy parecidas a las de *Hippomane marcinella* L.



**FABACEAE**

***Acacia cornigera* (L.) Willd.**

Semillas elipsoides a ampliamente elipsoides; tridimensionales; ligeramente comprimidas; desnudas; de 6.0 mm de largo, 4.6 mm de ancho y 3.1 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; ligeramente lustrosa. Color café rojizo (30) en medio del pleurograma y alheña (29) alrededor. Hilo basal, conspicuo, circular. Lente basal junto al hilo, conspicuo, al ras, lanceolado, amarillo pálido (3). Micrópilo inconspicuo. Pleurograma marcado en ambas caras de la semilla, amplio, siguiendo el contorno de la semilla, abriéndose un poco en el extremo hilar.



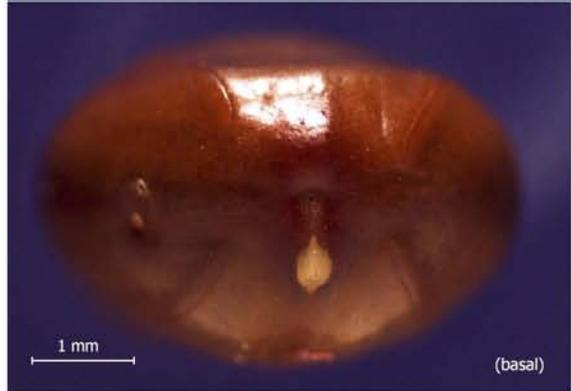
***Acacia farnesiana* (L.) Willd.**

Semillas de contorno elíptico, de sección transversal transversalmente elíptica; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 6.5 mm de largo, 3.9 mm de ancho y 2.4 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; lustrosa. Color café rojizo (31) al centro del pleurograma y café rojizo (30) o café nuez-grisáceo (28) en los bordes. Hilo basal, conspicuo, diminuto, puntiforme. Lente basal debajo del hilo, conspicuo, al ras, obovado, amarillo huevo oscuro (15) a amarillo (16). Micrópilo inconspicuo. Pleurograma marcado en ambas caras de la semilla, muy amplio siguiendo el contorno de la semilla y abriéndose un poco en el extremo hilar, color anaranjado (22).



***Acacia aff. hindsii* Benth.**

Semillas de contorno aovado a elíptico, de sección transversal transversalmente elíptica; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 6.6 mm de largo, 4.7 mm de ancho y 3.0 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; ligeramente lustrosa. Color café rojizo (30). Hilo conspicuo, diminuto, puntiforme. Lente basal debajo del hilo, conspicuo, ligeramente elevado, elíptico acuminado, amarillo pálido (3). Micrópilo inconspicuo. Pleurograma en ambas caras de la semilla, amplio, ligeramente recto, abriéndose un poco en el extremo hilar.



***Acacia picachensis* Brandege**

Semillas de contorno oblongo-elíptico con la base aguda y el ápice redondeado, con el borde ligeramente engrosado; ligeramente aplanadas; comprimidas; ariladas; de 7.7 mm de largo, 4.8 mm de ancho y 1.6 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; lustrosa. Color café anaranjado (23) nublado con café rojizo (30), alrededor del hilo café rojizo (30). Hilo basal, conspicuo, diminuto. Lente basal, ligeramente elevado, diminuto de forma lineal. Arilo diminuto, puntiforme. Pleurograma en forma de U invertida (∩) en el centro de ambas caras de la semilla.

Algunas veces las semillas presentan una línea tenue que va de la base hacia la abertura del pleurograma.



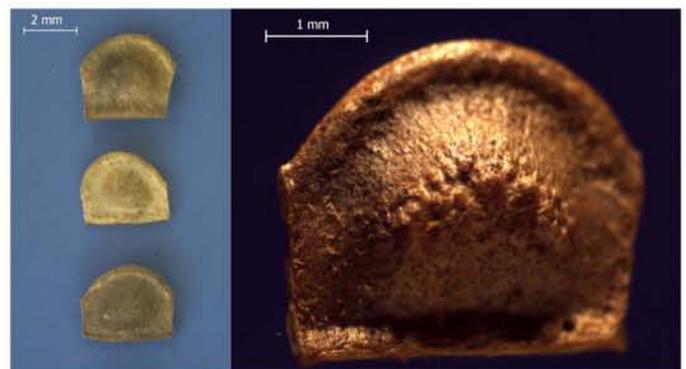
***Acaciella villosa* (Sw.) Britton et Rose**

Semillas de contorno ampliamente elíptico, lateralmente de contorno elíptico; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 3.3 mm de largo, 2.5 mm de ancho y 1.5 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; lustrosa. Color café nuez (27) punteado con café claro (17). Hilo inconspicuo. Lente basal, ligeramente sumido, diminuto, ampliamente elíptico, café claro (17). Micrópilo inconspicuo. Pleurograma en forma de herradura en el centro de ambas caras de la semilla, color café claro (17).



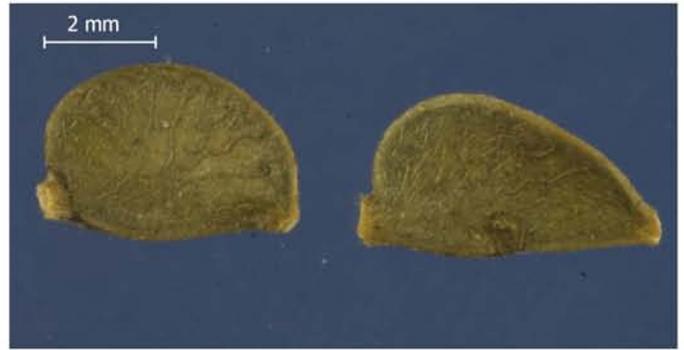
***Aeschynomene americana* L.**

Segmentos de los frutos (lomentos) en forma de "D", con las caras convexas en el centro y aplanadas en los márgenes; tridimensionales a ligeramente aplanados; de 3.2 mm de largo, 3.9 mm de ancho y 1.1 mm de grosor. Epicarpio de consistencia cartácea, ligeramente rugoso; glabro; mate; con venación reticulada. Color café ante (19) a café nuez grisáceo (28). Con márgenes engrosados (repló).



***Aeschynomene compacta* Rose**

Segmentos de los frutos (lomentos) en forma de "D" con una prominencia truncada en cada lado; planos; de 3.1 mm de largo y 5.5 mm de ancho. Epicarpio de consistencia crustácea; glebulado, a > 10X finamente ruminada; escasamente velutino; mate; con venación reticulada. Color oliva (12), en las orillas ante brillante ó ante medio (18). Cicatrices laterales conspicuas, que resultan de la división de cada lomento. Los frutos presentan márgenes engrosados (repló).



***Aeschynomene pinetorum* Brandege**

Semillas de contorno aovado, ampliamente deprimido, con la base truncada, de sección transversal estrecha y transversalmente elíptica; ligeramente planas; comprimidas; desnudas; de 1.5 mm de largo y 1.8 mm de ancho. Cubierta seminal de consistencia córnea; lisa; glabra; ligeramente lustrosa. Color café rojizo (30) a henna (40). Hilo basal, conspicuo, circular, café rojizo (30), rodeado por un collar. Lente pequeño, elevado, justo a la mitad de la base. Micrópilo inconspicuo.



***Apoplanesia paniculata* C.Presl**

Semillas de contorno aovado deprimido a ligeramente reniforme, de sección transversal aovada, basalmente de contorno lanceolado; tridimensionales; comprimidas; de 1.8 mm de largo, 3.7 mm de ancho y 0.9 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia córnea; lisa; glabra; ligeramente lustrosa. Color anaranjado (22) a café anaranjado (23) de un tono más oscuro alrededor del hilo. La región hilar se encuentra en una ligera depresión. Hilo basal, conspicuo, prominente, circular, blanquecino, rodeado por un collar café rojizo (30). Lente pequeño, elevado, justo a la mitad de la base, color henna (29). Micrópilo inconspicuo.



***Caesalpinia coriaria* (Jacq.) Willd.**

Semillas elípticas; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 3.4 mm de largo y 2.1 mm de ancho. Testa estriada; glabra; ligeramente lustrosa. Color henna (29). Hilo conspicuo, subbasal. Lente prominente en la base.



### ***Caesalpinia platyloba* S.Watson**

Semillas de contorno circular a ampliamente elípticas o lenticulares; ligeramente planas; comprimidas; desnudas; de 9.7 mm de largo, 8.9 mm de ancho y 2.4 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; lustrosa; con líneas de fractura. Color oliva (12) en el centro y alheña hacia la periferia (29). Hilo basal, conspicuo, circular, negro. Lente basal junto al hilo, conspicuo, elevado, muy ampliamente aovado, color verde oliva (13). Las semillas presentan rafe visible, marginal, abarcando la mitad de la semilla.



### ***Canavalia brasiliensis* Mart. ex Benth.**

Semillas hemirreniformes, de sección transversal estrecha y transversalmente elíptica; tridimensionales; comprimidas; con arilo anular; de 3.4 mm de largo, 2.5 mm de ancho y 0.7 mm de grosor. Testa lisa; glabra; mate. Color café negruzco (36). Región hilar hundida. Hilo lateral, conspicuo, estrechamente elíptico, rodeado por un collar, con la ranura hilar visible. Micrópilo conspicuo, puntiforme.



### ***Coursetia glandulosa* A.Gray**

Semillas de contorno oblato; planas; de 4.0 mm de largo y 4.5 mm de ancho. Testa de consistencia crustácea y delgada; lisa; glabra; semilustrosa. Color café (32) a café oscuro (33). Hilo basal, conspicuo, circular, café claro (17), rodeado por un collar de un tono más oscuro, con la ranura hilar visible. Micrópilo diminuto, puntiforme, café claro (17).



### ***Crotalaria pumila* Ortega**

Semillas de contorno asimétricamente reniforme o hemirreniforme; ligeramente planas; comprimidas; de 1.8 mm de largo y 1.7 mm de ancho. Cubierta seminal de consistencia córnea, lisa en la parte interna y hacia la periferia rugosa, a > 10X finamente punticulada; glabra; lustrosa. Color café rojizo (30), con una mancha más oscura en uno de los lóbulos. Hilo localizado en la hendidura, conspicuo, diminuto.



### ***Dalea carthagenensis* (Jacq.) J.F.Macbr.**

Semillas subreniformes asimétricas o de contorno ampliamente elíptico con una protuberancia subapical cónica, de sección longitudinal estrechamente elíptica; tridimensionales; comprimidas; con arilo anular; de 2.2 mm de largo, 1.6 mm de ancho y 0.9 mm de grosor; protuberancia de 0.7 mm de largo. Testa de consistencia córnea, lisa, a > 10X punticulada; glabra; lustrosa. Color anaranjado (22) a café anaranjado (23), de un tono más claro alrededor de la zona hilar. Hilo lateral, ubicado en la muesca, conspicuo, circular, rodeado por un collar de un tono más oscuro. Lente prominente, aovado a piriforme, de un tono más oscuro que el resto de la semilla. Micrópilo visible, puntiforme.



***Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.**

Semillas ovoides a ligeramente truloides, de sección transversal transversalmente elíptica; tridimensionales; comprimidas; ariladas; de 16.3 mm de largo, 10.2 mm de ancho y 7.0 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; ligeramente lustrosa. Color café oscuro (33) a café negruzco (36) en el centro y café rojizo (30) en la periferia, en la zona hilo-micropilar café claro (17). Hilo basal, conspicuo, prominente. Micrópilo conspicuo, diminuto, puntiforme. Lente conspicuo, al ras, de forma aovada o periforme. Arilo diminuto, color amarillo pálido (3). Pleurograma discreto de forma elíptica, siguiendo el contorno de la semilla, anaranjado (22).



***Eriosema crinitum* (Kunth) G. Don**

Semillas irregulares, de sección longitudinal lanceolada; tridimensionales; comprimidas; ariladas; de 4.0 mm de largo, 2.5 mm de ancho y 1.1 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; lustrosa. Color café nuez grisáceo (28) punteado y manchado con café oscuro (33). Hilo inconspicuo, cubierto por el arilo. Arilo carnoso, prominente que cubre más o menos la mitad del contorno de la semilla, con surco longitudinal, blanquecino con amarillo huevo (15).



***Erythrina lanata* Rose**

Semillas elipsoides, de sección transversal muy ampliamente aovada; tridimensionales; ligeramente comprimidas; desnudas; de 10.5 mm de largo, 6.2 mm de ancho y 6.1 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; lustrosa. Color rojo a rojo anaranjado. Hilo lateral, conspicuo, prominente, obovado, color café nuez grisáceo (28), con ranura hilar visible. Lente negro por debajo del hilo. Micrópilo diminuto, linear. Las semillas presentan una costilla marginal muy tenue.



***Galactia striata* (Jacq.) Urb.**

Semillas de contorno aovado a elíptico o ligeramente hemirreniformes, de sección longitudinal estrechamente elíptica; ligeramente planas; comprimidas; ariladas; de 2.4 mm de largo, 1.7 mm de ancho y 0.8 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa a finamente estriada, las estrias irradian desde el hilo; glabra; semilustrosa. Coloración muy variable, de café anaranjado (23) mezclado con café rojizo, a café nuez (27) mezclado y punteado con café (32). Hilo subbasal, conspicuo, hundido, elíptico, negro, ranura hilar visible. Arilo pequeño, amarillo pálido (3). Micrópilo inconspicuo.



***Hymenaea courbaril* L.**

Frutos (vaina indehiscente) piriformes, de sección longitudinal lanceolado; tridimensionales; comprimidos; de 99.3 mm de largo, 51.9 mm de ancho y 32.6 mm de grosor. Epicarpo leñoso; ligeramente pustulado, con lenticelas en su superficie; glabro; semilustroso. Color café rojizo (30). Cicatriz apical, conspicua. Las vainas presentan un surco en todo su rededor.



***Inga vera* Willd.**

Semillas asimétricas e irregulares de contorno elíptico truncado lateralmente cerca del ápice a ligeramente rómbico, lateralmente de contorno estrechamente elíptico; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 17.5 mm de largo, 8.8 mm de ancho y 4.6 mm de grosor. Testa de consistencia leñosa; lisa; glabra; mate. Color café negruzco (36) a negro (37), presenta una capa café-nuez grisáceo. Hilo inconspicuo. Las semillas presentan una depresión lateral bien marcada.



***Lysiloma divaricatum* (Jacq.) J.F.Macbr.**

Semillas de contorno ampliamente elíptico, ligeramente acuminado en la base, de sección transversal estrecha y transversalmente elíptica, con el borde ligeramente engrosado; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 6.6 mm de largo, 5.0 mm de ancho y 2.1 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa a más de 10X finamente foveolada; glabra; lustrosa. Color café (32). Hilo basal, localizado en una ligera depresión, conspicuo, diminuto, puntiforme. Micrópilo inconspicuo. Lente conspicuo, al ras, diminuto, lineal. Pleurograma pequeño en forma de U invertida (∩), en el centro de ambas caras de la semilla, de color alheña (29).



***Lysiloma microphyllum* Benth.**

Semillas obcordiformes; tridimensionales a ligeramente planas; comprimidas; desnudas; de 6.2 mm de largo, 4.4 mm de ancho y 1.1 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; lustrosa. Color café oscuro (33). Hilo basal, conspicuo, diminuto, puntiforme. Micrópilo inconspicuo. Lente diminuto, lineal. Pleurograma en el centro de ambas caras de la semilla, discreto, pequeño en forma de herradura que se abre hacia la base de la semilla. En ocasiones las semillas presentan una invaginación en la parte apical.



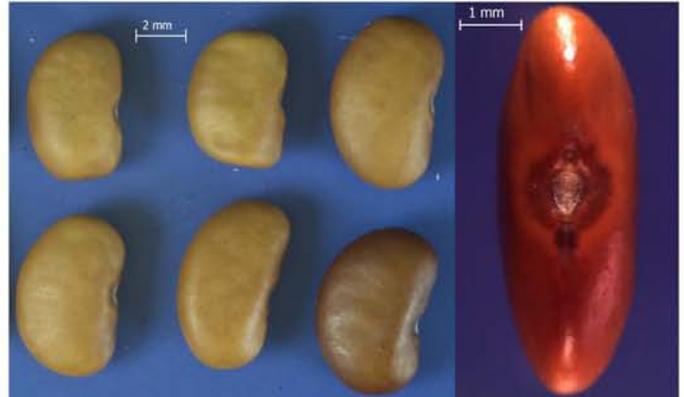
***Lonchocarpus emarginatus* Pittier**

Semillas reniformes, caras ligeramente convexas; tridimensionales; comprimidas; ariladas; de 12.5 mm de largo, 8.0 mm de ancho y 3.0 mm de grosor. Testa de consistencia crustácea; lisa; glabra; lustrosa. Color café rojizo (40), hacia la zona hilar café anaranjado (23). Hilo lateral, localizado en una depresión, conspicuo, prominente, estrechamente elíptico, café rojizo, rodeado por un collar, ranura hilar visible. Lente conspicuo, elevado. Arilo pequeño. Micrópilo diminuto, puntiforme. Las semillas presentan rafe.



***Lonchocarpus lanceolatus* Benth.**

Semillas reniformes; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 6.6 mm de largo, 3.4 mm de ancho y 2.0 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; lustrosa. Color naranja (22) o café anaranjado (23) a henna (40), alrededor del hilo de un tono más oscuro. Hilo lateral, conspicuo, prominente, obovado, blanquecino, rodeado por un collar café anaranjado (23), ranura hilar visible. Lente más oscuro que el resto de la semilla. Micrópilo diminuto, puntiforme.



***Lonchocarpus lineatus* Pittier**

Semillas reniformes, lateralmente de contorno estrechamente elíptico; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 8.8 mm de largo, 4.9 mm de ancho y 3.0 mm de grosor. Testa de consistencia crustácea; lisa; glabra; lustrosa. Color anaranjado (22) a café rojizo (30), algunas veces con manchas café rojizo (30). Hilo lateral; conspicuo, prominente, elíptico, blanco, rodeado por un collar, ranura hilar visible. Lente elevado, prominente de forma lineal. Micrópilo diminuto, puntiforme.



***Lonchocarpus torresiorum* M.Sousa**

Semillas reniformes, lateralmente de contorno estrechamente elíptico; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 12.4 mm de largo, 8.2 mm de ancho y 3.5 mm de grosor. Testa de consistencia crustácea; lisa; glabra; lustrosa. Color café rojizo a henna (40) con franjas café rojizo (31). Hilo lateral, conspicuo, prominente, obovado, blanquecino, rodeado por un collar, ranura hilar visible. Micrópilo diminuto, lineal.



***Machaerium biovulatum* Micheli**

Frutos (sámaras) de contorno ligeramente falcado a clavado, base aguda; tridimensionales; de 47.6 mm de largo, 12.1 mm de ancho y 2.6 mm de grosor. Superficie, sin considerar el ala, de consistencia cartácea; corrugada; tomentosa en los márgenes; mate; con venaciones marginales. Color café (32) alrededor de la semilla. Presentan un ala terminal, ligeramente curva, con borde marginal; plana; amplia; de consistencia cartácea; con los márgenes enteros y venación paralela; semilustrosa; amarillo verdoso brillante (2), con el borde y las nervaduras de verde amarillento intermedio (7) a oliva (12).



***Mimosa acantholoba* (Humb. et Bonpl. ex Willd.) Poir. var. *eurycarpa* (B.L.Rob.) Barneby**

Semillas irregulares, generalmente de contorno muy ampliamente obovado, de sección transversal transversalmente elíptica a transversalmente rómbica; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 3.8 mm de largo, 3.3 mm de ancho y 1.6 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; semilustrosa. Color café rojizo (30). Hilo basal, conspicuo, diminuto, puntiforme. Micrópilo inconspicuo. Lente conspicuo transversalmente elíptico, naranja (22) rodeado de café púrpura oscuro (35). Pleurograma en el centro de ambas caras de la semilla, discreto, pequeño en forma de herradura que se abre hacia la base. El fruto (vainas) también funciona como unidad de dispersión.



***Mimosa antioquiensis* Killip ex Rudd var. *isthmensis* R.Grether**

Semillas de contorno obovadas a oboeriformes con la base aguda, de sección longitudinal estrechamente elíptica; ligeramente aplanadas; comprimidas; desnudas; de 4.9 mm de largo, 3.2 mm de ancho y 1.0 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; semilustrosa. Color café ante (19) a café nuez (27) en el centro y café (32) hacia el borde. Hilo basal, diminuto. Micrópilo inconspicuo. Lente conspicuo, aovado, diminuto. Pleurograma en ambas caras de la semilla, discreto, en forma de herradura que se abre hacia la base, ligeramente marcado de un tono más oscuro.

Las semillas presentan una ligera prominencia muy cerca de la apertura del pleurograma



***Mimosa goldmanii* B.L.Rob.**

Semillas irregulares de contorno muy ampliamente obovado a ampliamente oblongo, de sección transversal transversalmente elíptica, con los bordes ligeramente aplanados; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 4.3 mm de largo, 3.6 mm de ancho y 1.7 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa, a más de 10X diminutamente foveolada o de aspecto finamente reticulado; glabra; lustrosa. Color café anaranjado (23) a café oscuro (33), borde ante medio (18). Hilo basal, conspicuo, diminuto. Micrópilo inconspicuo. Lente conspicuo, ligeramente elevado, fusiforme, café claro (17). Pleurograma en el centro de ambas caras de la semilla, bien marcado, que sigue el contorno de la semilla y se abre un poco en el extremo hilar, ante medio (18).

A veces las semillas presentan una ligera costilla desde el centro hacia la base.



***Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.**

Semillas de contorno obovado con la base aguda, de sección transversal transversalmente elíptica; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 3.3 mm de largo, 1.9 mm de ancho y 1.3 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; lustrosa. Color café oscuro (33). Hilo basal, conspicuo, puntiforme. Micrópilo inconspicuo. Lente, conspicuo, lanceolado. Pleurograma bien marcado en el centro de ambas caras de la semilla en forma de U invertida (∩).



***Nissolia microptera* Poir.**

Semillas irregulares, de contorno oblongo a obovado, de sección transversal transversalmente elíptica; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 4.4 mm de largo, 2.3 mm de ancho y 1.0 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; lustrosa. Color café anaranjado (23) o café (32), línea lateral y borde del hilo café rojizo (30). Hilo subapical, conspicuo, hundido, circular, blanquecino, rodeado por un collar amarillo brillante (1), ranura hilar visible. Lente prominente, obovado color café rojizo (30). Micrópilo diminuto, puntiforme. Lóbulo de la radícula muy pronunciado.



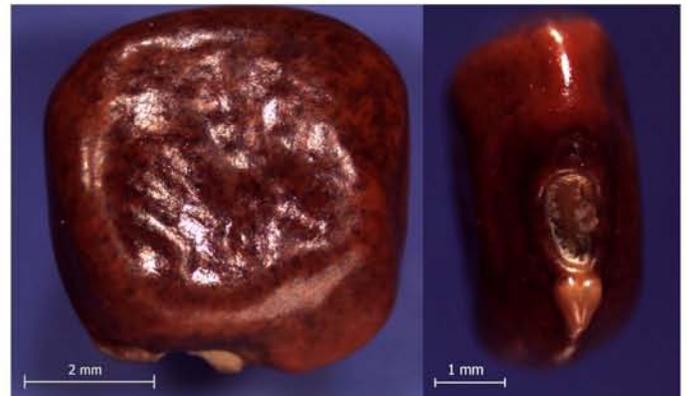
***Phaseolus lunatus* L.**

Semillas irregulares de hemirreniformes a ampliamente oblongas o ampliamente elipsoides, biconvexas; tridimensionales; comprimidas; con arilo pequeño; de 6.2 mm de largo, 4.4 mm de ancho y 2.2 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; lustrosa. Patrón de coloración moteado: café nuez (26) con manchas amarillo anaranjado pálido (20), pequeñas manchas y diminutos puntos negros; mancha negra alrededor de la zona hilar. Hilo lateral, conspicuo, prominente, elíptico, amarillo pálido (3). Lente elevado, obcordiforme.



***Phaseolus oligospermus* Piper**

Semillas de contorno cuadrado, lateralmente de contorno estrechamente elíptico a estrechamente oblongo o aovado; tridimensionales; comprimidas; ariladas; de 5.2 mm de largo, 5.6 mm de ancho y 2.0 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; lustrosa. Color café rojizo (30) con manchas diminutas café oscuro (33), presenta una franja de un tono más oscuro alrededor de la zona hilar. Hilo basal, conspicuo, prominente, obovado, color amarillo pálido (3), ranura hilar visible. Lente elevado obcordiforme, prominente, amarillo pálido (3). Micrópilo diminuto, puntiforme. Lóbulo de la radícula prominente formando una costilla tenue. Arilo pequeño, amarillo pálido (3).



***Piptadenia flava* (Spreng. ex DC.) Benth.**

Semillas de contorno ampliamente obovado a obovado, de base aguda, caras planas, de sección longitudinal estrechamente elíptica; ligeramente planas; comprimidas; desnudas; de 3.8 mm de largo, 2.8 mm de ancho y 0.6 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; mate. Color café (32) con los bordes alheña (29), alrededor del hilo de un tono más claro. Hilo basal, casi inconspicuo, redondo. Micrópilo inconspicuo. Lente conspicuo, ligeramente elevado, pequeño, aovado, amarillo pálido (3). Pleurograma discreto en ambas caras de la semilla, en forma de herradura que se abre hacia la base, en ocasiones incompleto.

Las semillas presentan una línea cerca de la abertura del pleurograma que se dirige hacia el hilo.



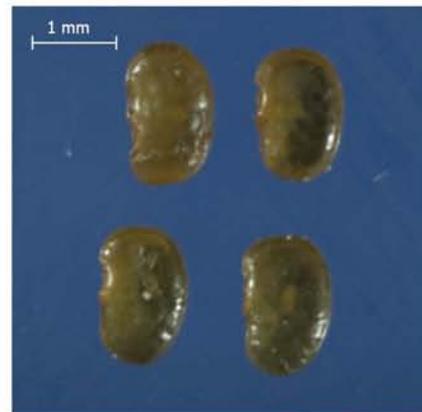
***Piptadenia obliqua* (Pers.) J.F.Macbr.**

Semillas elipsoides, lateralmente estrechamente elípticas, con una cara ligeramente cóncava; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 6.1 mm de largo, 4.1 mm de ancho y 2.1 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; lustrosa. Color café (32) a café oscuro (33) dentro del pleurograma y alheña (29) o café más claro en la periferia. Hilo basal, conspicuo, diminuto, puntiforme. Micrópilo inconspicuo. Lente conspicuo, diminuto, estrechamente elíptico, amarillo pálido (3). Pleurograma marcado, en forma de herradura que sigue el contorno de la semilla y se abre un poco en el extremo hilar, anaranjado (22).



***Poiretia punctata* (Willd.) Desv.**

Semillas de contorno hemirreniforme a ampliamente oblongo, de sección transversal estrecha y transversalmente elípticas; tridimensionales; comprimidas; ariladas; de 1.7 mm de largo, 1.3 mm de ancho y 0.5 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; con una cubierta cérea; lisa a ligeramente alveolada; glabra; lustrosa. Color café anaranjado (23) con una mancha café negruzco (36) que cubre casi la mitad de la semilla en el lado contrario de la zona hilar; con una mancha central en ambas caras y de un tono más claro, alrededor del hilo y en el lente de un tono más oscuro. Hilo lateral hacia el ápice, conspicuo, sumido, prominente, circular, rodeado por un collar café anaranjado (23), ranura hilar visible. Lente obcordiforme. Arilo anular pequeño. Micrópilo diminuto puntiforme.



***Rhynchosia edulis* Griseb.**

Semillas de contorno aovado a elíptico ligeramente truncado lateralmente, de sección transversal estrecha y transversalmente elíptica, tridimensionales; comprimidas; ariladas; de 9.0 mm de largo, 5.6 mm de ancho y 2.0 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; lustrosa. Color café negruzco (36) con café (32). Hilo subapical, conspicuo, prominente, estrechamente elíptico; negro, rodeado por un collar negro, ranura hilar visible. Arilo prominente en forma de copa, estriado, de consistencia cartácea, casi cubre todo el hilo; blanquecino a ante medio (18). Micrópilo apical, diminuto, puntiforme.



***Senna alata* (L.) Roxb.**

Semillas prismáticas angulosas de 8 caras cóncavas, con las aristas redondeadas, con bordes ligeramente engrosados; de contorno muy ampliamente obtrulado, de sección transversal y vista desde la base ligeramente obtriangular, lateralmente ligeramente obtriangular asimétrica; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 4.4 mm de largo, 4.0 mm de ancho y 3.3 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa a diminutamente alveolada; glabra; lustrosa. Color amarillo huevo oscuro (16) a ante medio (18). Hilo subbasal situado muy cerca del vértice, conspicuo, diminuto, circular. Presentan pleurograma cerrado de forma estrechamente elíptica en las dos caras contiguas al hilo.



***Senna atomaria* (L.) H.S. Irwin et Barneby**

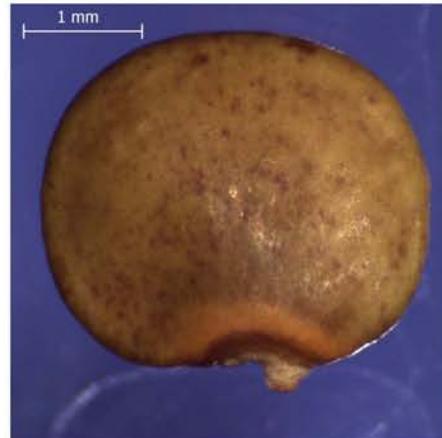
Semillas de contorno obovado, con la base ligeramente aguda, de sección longitudinal estrechamente elíptica, tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 4.0 mm de largo, 2.7 mm de ancho y 1.3 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; semilustrosa; con líneas de fractura. Color henna (40) ligeramente oscurecido cerca del hilo y el rafe. Hilo basal, conspicuo, diminuto, puntiforme. Lente basal, situado entre el hilo y el rafe, estrechamente oblongo. Pleurograma cerrado, en ambas caras, con la aréola de un color y textura distintos del resto de la testa. Las semillas presentan rafe discreto, marginal y una cutícula que se fractura con facilidad.

Fruto (vaina indehisciente) de consistencia leñosa, color negro (37) con manchas henna (40); con muchas semillas.



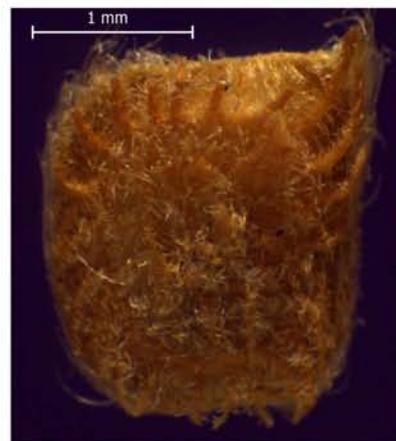
***Tephrosia nitens* Benth. ex Seem**

Semillas irregulares, de contorno muy ampliamente aovado o cuadrado a linguladas, de sección longitudinal aovada, biconvexas; tridimensionales; comprimidas; ariladas; de 2.5 mm de largo, 2.1 mm de ancho y 1.0 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; lustrosa. Coloración muy variable, amarillo anaranjado brillante (21) a café nuez (27) y hacia el hilo anaranjado (22) a café anaranjado (23). Hilo basal, conspicuo, hundido, prominente, hemisférico a oblato, café claro (17), rodeado por un collar color henna (29). Lente linear. Arilo anular, café claro (17). Micrópilo diminuto, puntiforme.



***Zornia megistocarpa* Mohlenbr.**

Segmentos de los frutos (lomentos) ampliamente oblongos a lingüiformes, de sección longitudinal de contorno estrechamente oblongo; tridimensionales; comprimidos; de 2.2 mm de largo, 1.9 mm de ancho y 0.7 mm de grosor. Cubierta de consistencia esponjosa; superficie hispida o con ganchos y vellosa; mate. Color café ante (19) con café anaranjado (23). Cicatriz basal y apical, conspicua, linear.



## HERNANDIACEAE

### *Gyrocarpus mocinoi* Espejo

Frutos alados (sámaras) de contorno elíptico alrededor de la semilla; tridimensionales; de 80.6 mm de largo, 19.5 mm de ancho y 3.3 mm de grosor. Cubierta de consistencia coriácea; surcada; vellosa; mate. Color café (32), indumento verde amarillento pálido (5). Presenta dos alas terminales, de forma espatulada, muy amplias, con el margen entero; de consistencia cartácea; estriadas longitudinalmente; pubérulas en la base y el resto glabras; con venación paralela; color ante medio (18) variegado con café oscuro (33).



## LAMIACEAE

### *Hyptis suaveolens* (L.) Poit.

Frutos (mericarpios) de contorno oblongo con el ápice cuspidado y la base cordada, de sección transversal estrecha y transversalmente elíptica; tridimensionales; comprimidos; de 3.4 mm de largo, 2.3 mm de ancho y 0.8 mm de grosor. Cubierta del fruto de consistencia leñosa; lisa a finamente glebulada; glabra; mate. Color negro a simple vista y a 10X café oscuro (33) variegado con café rojizo (30), blanquecino en el ápice de la cara ventral. Cicatriz conspicua, apical. Los frutos presentan una costilla longitudinal en ambos lados del fruto y una prominencia que cubre el ápice en la cara dorsal.



### *Hyptis tomentosa* Poit.

Frutos (mericarpios) de contorno oblongo con el ápice cuspidado y la base trunca o redondeada, de sección transversal aovada deprimida a subtrigona; tridimensionales; comprimidos; de 1.3 mm de largo, 0.9 mm de ancho y 0.5 mm de grosor. Cubierta del fruto de consistencia leñosa; finamente ruminada; glabra; mate. Color café naranja (23) con alheña (29) con el ápice de la cara ventral blanquecino. Cicatriz conspicua, apical. Presentan una costilla tenue en la cara ventral y una prominencia que cubre el ápice en la cara dorsal.



### *Vitex mollis* Kunth

Frutos (drupas) ampliamente elipsoides a muy ampliamente obovoides; tridimensionales; comprimidos; de 9.5 mm de largo, 8.3 mm de ancho y 6.8 mm de grosor. Exocarpo cuando está seco es delgado, de consistencia coriácea, se desprende con facilidad; liso; glabro; lustroso; de color negro. Endocarpo de consistencia leñosa; acanalado; glabro; mate; de color amarillo anaranjado brillante (21). Cicatriz basal, conspicua, prominente, circular.



## LOGANIACEAE

### *Spigelia anthelmia* L.

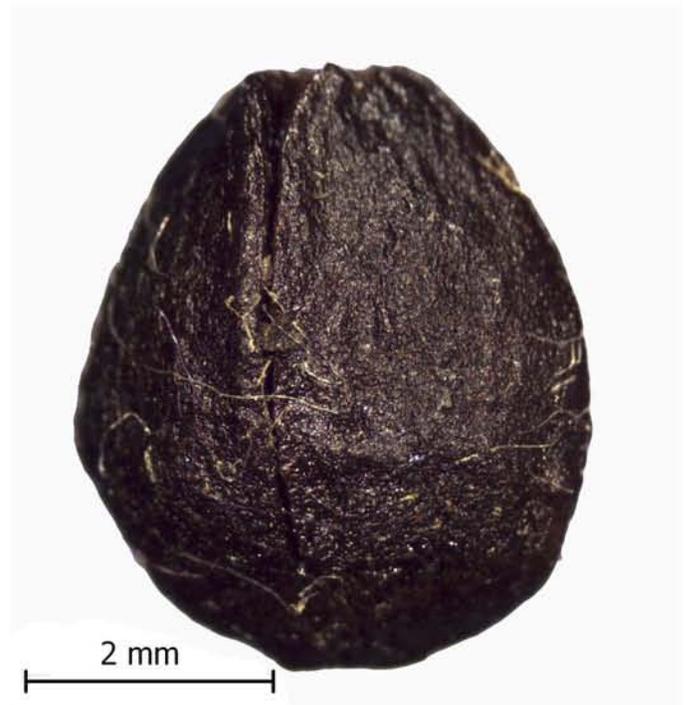
Semillas de contorno elíptico, de sección transversal obovada, ampliamente deprimida, con una cara dorsal convexa y dos caras ventrales con los bordes redondeados; tridimensionales; deprimidas; desnudas; de 1.6 mm de largo, 1.2 mm de ancho y 0.9 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia leñosa; la cara dorsal rugosa a verrucosa y las caras ventrales gruesamente ruminadas o arrugadas, a más de 10X fina y diminutamente reticulada-foveada; glabra; mate. Color café oscuro (33) a café negruzco (36). Cicatriz en la arista de las caras ventrales, conspicua, circular. Las semillas presentan pequeñas cavidades arregladas concéntricamente alrededor de la cicatriz en las caras ventrales.



## LORANTHACEAE

### *Psittacanthus schiedeana* (Cham. et Schltdl.) G. Don

Frutos (pseudobayas) ampliamente ovoides; tridimensionales; ligeramente comprimidos; de 5 mm de largo, 4.2 mm de ancho y 4.0 mm de grosor. Cubierta de consistencia coriácea; lisa; glabra; mate. Color negro, de color claro cuando están frescos. Cicatriz apical, conspicua.



## MALPIGHIACEAE

### *Bronwenia acapulcensis* (Rose) W.R. Anderson et C. Davis

Frutos (sámaras) alados, de contorno ampliamente elíptico alrededor de la semilla; tridimensionales; ligeramente deprimidos; de 28.5 mm de largo, 12.0 mm de ancho y 3.9 mm de grosor. Cubierta, sin considerar el ala, de consistencia leñosa; ligeramente bulada; vellosa; mate. Color café oscuro. Cicatriz basal, conspicua, en forma de gota. Presentan un ala terminal en forma de "D", de margen sinuoso; amplia; de consistencia cartácea; estriada; tomentosa; mate; color café nuez grisáceo (28) desvanecido hacia el ápice.



***Gaudichaudia albida* Schltld. et Cham.**

Frutos alados (disámara) en forma de mariposa; tridimensionales; ligeramente deprimidos; de 12.4 mm de largo, 8.25 mm de ancho. Cubierta del fruto, sin considerar las alas, de consistencia leñosa; costillada; lanosa; mate. Color café naranja (23); tricomas amarillo pálido (3). Cicatriz basal, conspicua, fusiforme. Presentan dos alas terminales, con el margen entero; de consistencia cartácea; con venación reticulada; mates; de color amarillo verdoso brillante (2) a verde amarillento intermedio (7) y venas amarillo huevo (15) a ante medio (18). Los frutos presentan otras dos alas más pequeñas junto a la base.



***Heteropterys cotinifolia* A.Juss.**

Frutos alados (sámara) ligeramente cónicos alrededor de la semilla; tridimensionales; de 17.8 mm de largo, 7.0 mm de ancho y 2.8 mm de grosor. Cubierta del fruto, sin considerar el ala, de consistencia leñosa; lisa; tomentosa; mate. Color del indumento café naranja (23), por debajo del indumento café-rojizo (30). Cicatriz basal, conspicua, transversalmente elíptica. Presentan un ala terminal dolabriforme, de margen entero; amplia; de consistencia cartácea; ligeramente estriada; tomentosa.



***Heteropterys laurifolia* (L.) A.Juss.**

Frutos alados (sámara esquizocárpicas); vistos de lado, la zona de la semilla es cónica; tridimensionales; de 30.5 mm de largo, 7.8 mm de ancho y 5.0 mm de grosor. Cubierta de la sámara, sin considerar el ala, de consistencia leñosa; estriada y ligeramente costillada; pubérula; mate. Color café ante (19) que se desvanece hacia el ala a amarillo anaranjado pálido (20). Cicatriz basal, conspicua, obovada y crateriforme. Presentan un ala terminal, de margen entero; amplia; estriada; de consistencia papirácea.



***Psychopterys dipholiphylla* (Small) W.R.Anderson et S.Corso**

Frutos alados (sámara) en forma de mariposa, con el centro esférico a elipsoide; tridimensionales; de 11.9 mm de largo, 24.8 mm de ancho y 3.7 mm de grosor. Cubierta de la parte central de consistencia leñosa. Superficie ligeramente estriada a gubulada; glabra, excepto en el centro que es velutina; mate. Color café claro (17), en el centro verde amarillento intermedio (7). Cicatriz ventral, conspicua, prominente, hemicircular. Las sámaras presentan dos alas laterales ligeramente cordiformes, con el margen sinuoso; amplias; surcadas; de consistencia papirácea a cartácea; con venación paralela, color verde amarillento intermedio (7), y un ala pequeña perpendicular a las otras dos alas.

Las sámaras presentan una prominencia en la parte central de la cara dorsal.



***Stigmaphyllon lindenianum* A.Juss.**

Frutos alados (sámaras) de contorno circular, con el centro abultado; planos; deprimidos; de 22.0 mm de diámetro. Cubierta de la parte central de consistencia cartácea; costillada; velutina; mate. Color verde amarillento intermedio (7), indumento blanquecino. Cicatriz conspicua, prominente, de forma aovada ampliamente deprimida. Presentan un ala marginal, circular; expandida en todo el rededor; papiácea; glabra; con venación paralela y reticulada cerca del borde; amarillo verdoso brillante (2).



**MALVACEAE**

***Heliocarpus pallidus* Rose**

Frutos (nueces) de contorno circular a ampliamente elipsoides; tridimensionales; ligeramente comprimidos; de 1.5 mm de largo y 1.5 mm de ancho. Cubierta de consistencia leñosa, en conjunto con el indumento es esponjosa; densamente lanosa que no permite ver la textura, indumento brillante. Color café claro (17) a amarillo anaranjado pálido (20) con el pedúnculo café nuezgrisáceo (28). Cicatriz inconspicua. El borde del fruto presenta varias proyecciones filiformes largas. Presenta pedúnculo persistente.



***Hibiscus kochii* Fryxell**

Semillas reniformes irregulares o hemirreniformes, de sección longitudinal estrechamente elípticas; tridimensionales a ligeramente planas; comprimidas; de 2.2 mm de largo, 1.7 mm de ancho y 0.4 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia córnea, con una capa cérea; finamente glebulada; glabra; mate. Color amarillo huevo oscuro (16) ligeramente manchado con café (32) cerca del hilo. Hilo lateral, conspicuo, prominente, estrechamente elíptico, blanquecino.



***Luehea speciosa* Willd.**

Semillas aladas, cuneadas, con la base oblicuamente trunca; zona que cubre el embrión rómbica asimétrica; ligeramente aplanadas; desnudas; de 10.5 mm de largo, 4.0 mm de ancho y 0.9 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia papirácea a crustácea; finamente estriada; glabra; semilustrosa. Color café rojizo medio (40). Cicatriz inconspicua. Una sola ala persistente, terminal, espatulada a oblonga, con el margen entero, amplia, con ondulaciones, papirácea, color ante medio (18) y café ante (19) hacia la base.

El fruto (cápsula dehiscente) es pubescente, color café oscuro.



***Melochia tomentosa* L.**

Semillas de forma variable, piriformes asimétricas a subtrigonas, ligeramente angulosas, con depresiones en la cara dorsal; tridimensionales; ligeramente comprimidas; de 2.3 mm de largo, 1.3 mm de ancho y 1.3 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia córnea; con costillas longitudinales finas, a 10X fina y diminutamente reticulado-foveada; glabra; mate. Color café rojizo (30) lineado con amarillo huevo oscuro (16). Cicatriz lateral, conspicua, prominente, lineal. Protuberancia basal redondeada.

Las semillas presentan una cubierta cerosa que se desprende fácilmente si se talla.

Fruto esquizocarpo de consistencia papirácea, color amarillo brillante (1) con café anaranjado (23).



***Pavonia maddougallii* Fryxell**

Semillas ventralmente periformes, de sección transversal ampliamente obovada, ápice trunco; tridimensionales; ligeramente comprimidas; desnudas; de 4.2 mm de largo, 3.5 mm de ancho y 2.8 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia coriácea; rugosa; glabra; mate. Color amarillo anaranjado pálido (20) a anaranjado (22). Cicatriz apical, conspicua. En el dorso presenta una costilla bien marcada y se desvanece a la mitad de la cara ventral, color verde (8) a café anaranjado (23).



***Pavonia paniculata* Cav.**

Semillas subtrigonas o en forma de gajo con los bordes redondeados, las dos caras ventrales ligeramente cóncavas y la cara dorsal convexa; tridimensionales; ligeramente comprimidas; desnudas; de 3.4 mm de largo, 2.2 mm de ancho y 1.9 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia leñosa; lineada; glabra; mate. Color café rojizo (31) rayado con amarillo huevo (15), alrededor del hilo de un tono más oscuro. Hilo ubicado en la arista de las caras ventrales, conspicuo, prominente, lineal.

Las líneas de la cara dorsal dispuestas longitudinalmente y las líneas de la cara ventral irradian desde la zona hilar y luego se curvan.

Fruto esquizocárpico de consistencia papirácea que se desprende fácilmente. Color ante brillante (17).



***Sida acuta* Burm.f.**

Frutos (mericarpós) lateralmente de contorno periforme o en forma de gota, con ápice cirroso, caras ventrales planas, cara dorsal con una depresión en la parte central; tridimensionales; comprimidos; de 3.2 mm de largo, 2.4 mm de ancho y 1.1 mm de grosor. Superficie rugosa, en ocasiones con pequeñas ámpulas globulosas cerca de la base; glabra; mate. Color verde grisáceo brillante (10), en la cara dorsal y cerca del ápice café nuez grisáceo (28). Cicatriz subapical en la arista de las caras ventrales, conspicua, diminuta, circular. Presentan dos protuberancias en forma de gancho en la parte apical.



***Sida aff. urens* L.**

Semillas subtrigonas, vista dorsal de contorno elíptico a aovado; tridimensionales; comprimidas; de 2.3 mm de largo, 0.9 mm de ancho y 1.0 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia leñosa; rugosa; glabra; mate. Color café nuez (27) a café verdoso claro. Hilo inconspicuo. Presentan una costilla marginal que se ensancha en la base.

La cubierta seminal se extiende formando una corona apical con dos picos.



***Waltheria konzattii* Standl.**

Frutos (esquizocarpos) obcónicos crateriformes, de contorno ligulado, con la base trunca; tridimensionales; comprimidos; de 6.5 mm de largo, 2.3 mm de ancho y 2.3 mm de grosor. Cubierta de consistencia cartácea; gruesamente sulcada; lanosa, con pelos estrellados; mate. Color amarillo anaranjado pálido (20) con café anaranjado (23) hacia el ápice. Cicatriz basal, conspicua, prominente, circular. Presentan restos florales de consistencia cartácea.

Semillas ovoides, ocasionalmente con depresiones; tridimensionales; desnudas; de 2.6 mm de largo, 1.6 mm de ancho y 1.6 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia córnea; finamente estriada; glabra; mate. Color café rojizo (30). Hilo inconspicuo. Presentan un surco longitudinal bien marcado.

Las semillas presentan una cubierta que se desprende con facilidad si se raspa.



## MELIACEAE

### *Cedrela salvadorensis* Standl.

Semillas aladas lanceoladas a fusiformes; ligeramente planas; desnudas; de 6.6 mm de ancho y 1.9 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia crustácea; lisa a ligeramente glebulada; glabra; mate. Color café anaranjado (23). Hilo inconspicuo. Una sola ala terminal bien desarrollada; ligeramente rugosa; de consistencia cartácea a crustácea.



### *Trichilia havanensis* Jacq.

Semillas de contorno elíptico acuminado, cóncavo-convexas, de sección transversal transversalmente elíptica; tridimensionales; comprimidas; de 6.8 mm de largo, 4.4 mm de ancho y 1.6 mm de grosor. Cubierta seminal coriácea que se desprende fácilmente; lisa a ligeramente lineolada; glabra; ligeramente lustrosa. Color anaranjado (22) jaspeado con café anaranjado (23). Hilo inconspicuo. Presentan un arilo en la base de forma elíptica.



## MORACEAE

### *Clarisia biflora* Ruiz et Pav.

Semillas de contorno elíptico; tridimensionales; deprimidas; desnudas; de 14.2 mm de largo, 7.9 mm de ancho y 6.1 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia leñosa; lisa y ligeramente punteada en los lados; glabra; mate. Color café rojizo (30) a café oscuro (33). Cicatriz lateral, conspicua, aovada.



### *Ficus aurea* Nutt.

Frutos (aquenios) irregulares, ampliamente elipsoides; tridimensionales; de 1.3 mm de largo, 1.0 mm de ancho y 1.0 mm de grosor. Cubierta lisa o finamente foveolada; glabra; semilustrosa. Color ante medio (18) a café anaranjado (23). Cicatriz inconspicua. Los aquenios presentan un mucilago que al secarse forma una capa delgada, de consistencia crustácea que forma un reborde de un tono más oscuro.

El sicono también funciona como unidad de dispersión; contiene un gran número de aquenios, es esférico, glebulado y glabro, cuando está seco es de consistencia leñosa, mate, color henna (29) manchado con café oscuro (33).



***Ficus insipida* Willd.**

Frutos (aquenios) ovoides; tridimensionales; de 1.7 mm de largo, 0.9 mm de ancho y 0.9 mm de grosor. Cubierta lisa; glabra; lustrosa. Color café anaranjado (23) o café claro (17), café oscuro (33) en el borde, en ocasiones con manchas pequeñas negras. Cicatriz inconspicua.

Los aquenios están rodeados de mucilago.

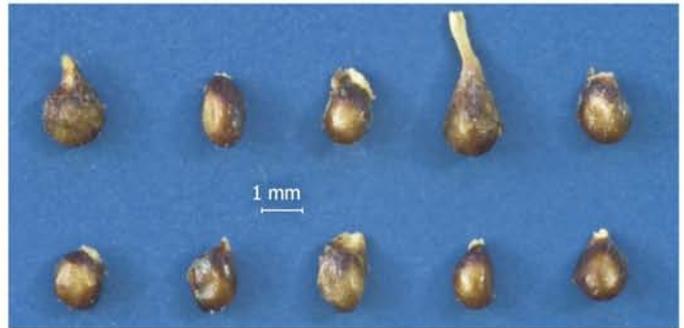


***Ficus petiolaris* Kunth**

Frutos (aquenios) ovoides con el ápice acuminado; tridimensionales; de 1.8 mm de largo, 1.0 mm de ancho y 1.0 mm de grosor. Cubierta de consistencia leñosa; ligeramente estriada; glabra; lustrosa. Color amarillo huevo oscuro (16) con henna (40). Cicatriz apical, conspicua.

Los aquenios están rodeados de mucilago.

El sicono también funciona como unidad de dispersión; contiene un gran número de aquenios, pubérulo y pustulado, cuando está seco es de consistencia leñosa, color henna (40).



**MUNTINGIACEAE**

***Muntingia calabura* L.**

Frutos (bayas) de contorno muy ampliamente ovoide, de sección transversal circular; tridimensionales; de 11.4 mm de largo y 11.2 mm de ancho. Cubierta de consistencia leñosa; ruminada a bulada; glabra; semilustrosa. Color café oscuro (33) mezclado con verde amarillento intermedio (7) y café ante (19), cuando están frescos son anaranjados. Restos florales con forma estrellada en el ápice.

Semillas elipsoides a ovoides; tridimensionales; desnudas; de 0.7 mm de largo, 0.4 mm de ancho y 0.4 mm de grosor. Cubierta de apariencia cérea; lisa; glabra; semilustrosa. Color amarillo pálido (3). Hilo inconspicuo.



**MYRTACEAE**

***Psidium hypoglaucum* Standl.**

Semillas irregulares, ligeramente angulosas, de ovoides a periformes; tridimensionales; ligeramente comprimidas; desnudas; de 3.7 mm de largo, 2.4 mm de ancho y 1.8 mm de grosor. Testa de consistencia leñosa; lisa a finamente rugosa; glabra; mate. Color de ante medio (18) a anaranjado (22), en ocasiones con una pequeña mancha café nuez (27) en el ápice. Cicatriz apical, conspicua, hemicircular.

Comúnmente las semillas presentan restos del fruto formando una capa delgada blanquecina.



## NYCTAGINACEAE

### *Boerhavia erecta* L.

Frutos (antocarpos) claviformes, con ápice trunco y rodete ligeramente hundido; tridimensionales; comprimidos; de 2 mm de largo, 0.6 mm de ancho y 0.6 mm de grosor. Cubierta de consistencia cartácea; estriada longitudinalmente; glabra; mate. Color anaranjado (22) con líneas longitudinales negras. Cicatriz basal, conspicua, circular. Los frutos presentan un surco longitudinal amplio y un pedicelo persistente.



### *Grajalesia fasciculata* (Standl.) Miranda

Frutos (antocarpos) alados de contorno estrechamente oblongo; planos; fuertemente comprimidos; de 11.7 mm de largo y 7.3 mm de ancho. Cubierta, sin considerar las alas, de consistencia papirácea que se desprende fácilmente si se frota; lineada longitudinalmente a plegada; pubérula en la base y el resto glabra; mate. Color verde oliva (13). Cicatriz basal, conspicua, circular. El perianto persistente forma de tres a cuatro alas laterales, estrechas, con el margen entero, lisas, papiráceas, café-ante (19). Las alas se caen fácilmente si se frotran.



## PASSIFLORACEAE

### *Passiflora foetida* L. var. *hibiscifolia* (Lam.) Killip

Semillas de contorno obovado con el ápice engrosado y rematado en tres puntas pequeñas, de sección longitudinal oblanceolada; tridimensionales; comprimidas; ariladas; de 4.5 de largo, 2.7 mm de ancho y 1.4 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; reticulada-foveada; glabra; lustrosa. Color café rojizo (31) punteado con anaranjado (22). Cicatriz basal, conspicua. Presentan una excrescencia o una protuberancia basal. Rafe conspicuo que recorre un costado de la semilla desde la base hasta el ápice.



***Passiflora mexicana* Juss.**

Semillas de contorno ampliamente obovado a ampliamente obovado con el ápice acuminado, de sección longitudinal estrechamente elíptica; tridimensionales; comprimidas; de 3.3 mm de largo, 2.5 mm de ancho y 1.1 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; de gruesamente rugosa transversalmente a gruesamente pustulada, con las pústulas arregladas transversalmente; glabra; ligeramente lustrosa. Color anaranjado (22) a café (32) mezclado con gris lila (39). Cicatriz apical, conspicua. Rafe conspicuo, marginal, que va desde la base hasta el ápice por un lado de la semilla.

Las semillas presentan una capa externa carnosa (sarcotesta); fresca es mucilaginoso y seca forma una cubierta blanquecina, cerosa o papirácea que se desprende fácilmente si se frota.



***Passiflora suberosa* L.**

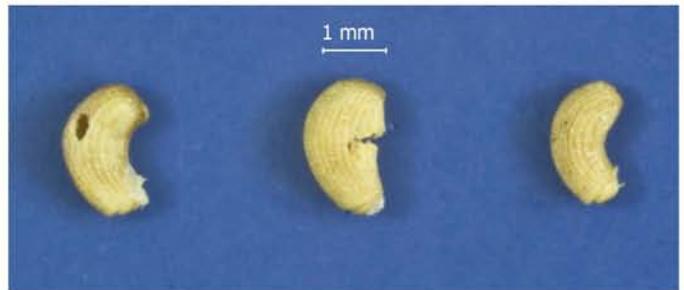
Semillas periformes asimétricas, mucronadas en la base, de sección longitudinal aovada-lanceolada; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 3.0 mm de largo, 1.6 mm de ancho y 1.2 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; estriada y gruesamente reticulada-foveada; glabra; mate. Blanquecinas con gris oliva (11). Cicatriz inconspicua. Rafe conspicuo, que va desde la base hasta el ápice por un costado de la semilla, amarillo brillante (1).

Cuando están secas las semillas presentan una cubierta cerosa que se desprende fácilmente.



***Turnera diffusa* Willd. ex Schult.**

Semillas falcadas o curvas, de sección transversal transversalmente elípticas; tridimensionales; ligeramente comprimidas; ariladas; de 2.2 mm de largo, 1.1 mm de ancho y 0.8 mm de grosor. Cubierta seminal reticulada-escalariforme; glabra; mate. Color amarillo pálido (15) a ante brillante (17), ligeramente más oscuras hacia la base y el ápice. Cicatriz inconspicua. Presentan una protuberancia de forma redondeada en la base de la semilla (exostoma). Arilo lateral, membranoso, blanquecino, translúcido; forma una capa delgada, crustácea, que cubre cerca de la mitad de la semilla.



***Turnera ulmifolia* L.**

Semillas clavadas a ligeramente curvas, de sección transversal transversalmente elíptica; tridimensionales; ligeramente comprimidas; ariladas; de 2.8 mm de largo, 1.2 mm de ancho y 0.8 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia crustácea; reticulado-escalariforme con estrias longitudinales diminutas; glabra; semilustrosa. Color ante brillante (17). Cicatriz inconspicua. Presentan una prominencia pequeña en la base (exostoma). Arilo lateral, membranoso, formando una capa delgada que cubre desde una cuarta parte hasta casi la mitad de la semilla, con el margen lacerado.



## PLANTAGINACEAE

### *Russelia retrorsa* Greene

Semillas elipsoides, ligeramente angulosas; tridimensionales; de 0.5 mm de largo, 0.3 mm de ancho y 0.3 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia leñosa; gruesamente ruminada o rugosa; glabra; mate. Color café anaranjado (23) con café rojizo (30), con las crestas de las rugosidades ante brillante (17). Cicatriz inconspicua.

Fruto (cápsula) de color ante medio (18) a café ante (19).



## PLUMBAGINACEAE

### *Plumbago scandens* L.

Semillas clavadas, de contorno lanceolado con el ápice agudo; tridimensionales; desnudas; de 5.6 mm de largo, 1.6 mm de ancho y 1.6 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia cérea; diminutamente foveolada, con estrias longitudinales y en la base coliculada; glabra; mate. Color henna (40) con la punta levemente más oscura. Cicatriz inconspicua.



## POACEAE

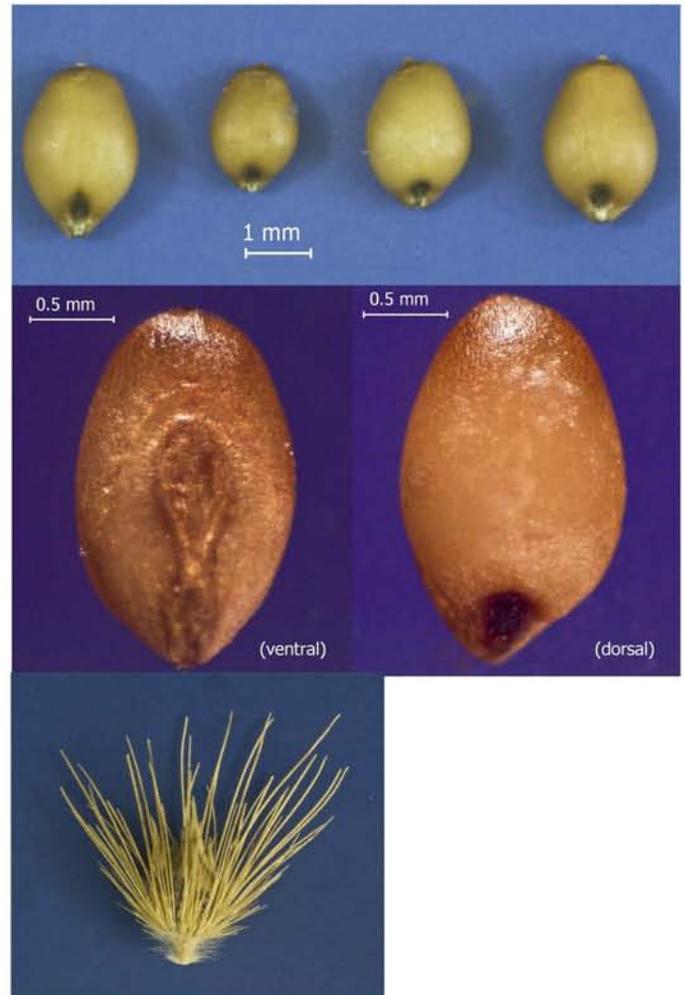
### *Cenchrus pilosus* Kunth

Fascículos o espiguillas esféricas con el ápice cuspidado y la base pediculada, en conjunto con el involucreo en forma de copa; tridimensionales; de 12.3 mm de largo, 12.2 mm de ancho y 2.7 mm de grosor. Base velutina. Color amarillo brillante (1) a café claro (17), en ocasiones cerca de la base tonos grises. Glumas lanceoladas; papiráceas; lisas a finamente estriadas; vellosas; con el indumento lustroso. Involucro formado por numerosas cerdas rígidas barbadas, coalescentes justo arriba de la base, casi del doble de longitud que las glumas.

Los fascículos contienen un solo fruto.

Frutos (cariópsis) de contorno elíptico, de sección transversal obovada deprimida, con la cara dorsal convexa y la ventral plana, con la base y el ápice mucronulado; tridimensionales; comprimidos; de 2.3 mm de largo, 1.4 mm de ancho y 1.0 mm de grosor. Cariópsis de consistencia córnea; lisa, a más de 10X diminutamente estriada, y rugosa en la parte que cubre el embrión; glabra; ligeramente lustrosa. Color café claro (17) a anaranjado (22) y hacia el ápice alheña (29). Cicatriz basal, conspicua, forma una prominencia, café negruzca (36). Presentan una pequeña depresión en la base de la cara dorsal.

El embrión es visible en la base de la cara ventral.



***Digitaria bicornis* (Lam.) Roem. et Schult.**

Frutos (cariópsis) de contorno elíptico a fusiforme, de sección transversal aovada deprimida, cara dorsal convexa y la ventral plana; tridimensionales; comprimidos; de 1.4 mm de largo, 0.6 mm de ancho y 0.3 mm de grosor. Cariópsis de consistencia córnea; lisa; glabra; mate. Color amarillo pálido (3). Cicatriz basal, conspicua.

En ocasiones el ápice presenta restos de los estigmas.

Es posible observar el embrión en la depresión basal de la cara ventral.



***Digitaria hitchcockii* (Chase) Stuck.**

Espiguilla. La cariópsis es dispersada dentro de esta espiguilla formada por dos flósculos, uno estéril y foliáceo que envuelve a otro fértil con la lema y la pálea endurecida. En la base muestra parte de la raquilla. Cicatriz basal, conspicua.

Flósculo fértil de contorno fusiforme, plano convexo; tridimensional; fuertemente comprimido; de 1.6 mm de largo, 0.7 mm de ancho y 0.7 mm de grosor. Lema de consistencia cartilaginosa; lema y pálea de apariencia estriada longitudinalmente, a más de 10X diminutamente punteada con los puntos arreglados en líneas; glabras; lustrosas. Color café oscuro (33).

Flósculo infértil. De consistencia papirácea; superficie finamente estriada; glabra; mate. Color amarillo anaranjado pálido (20).



***Mnesithea granularis* (L.) de Koning et Sosef**

Flósculos ampliamente elipsoides, con una prominencia redondeada en la base y el ápice; tridimensionales; de 1.7 mm de largo, 1.2 mm de ancho y 1.2 mm de grosor. Flósculo de consistencia leñosa; escalariforme y finamente punteado; glabro; ligeramente lustroso. Color amarillo pálido (3) a ante medio (18) manchado con verde (8). Cicatriz basal, conspicua, circular. Con raquilla persistente.

Comúnmente con restos florales de ca. 2.0 mm de longitud.

Frutos (cariópsis) de contorno ampliamente elíptico, plano-convexos, con una depresión cerca de la base de la cara ventral; tridimensionales; comprimidos; de 0.9 mm de largo, 0.7 mm de ancho y 0.5 mm de grosor. Cariópsis de consistencia cartácea; lisa; glabra; mate. Color amarillo pálido (3), con una mancha más oscura en la base.

Embrión conspicuo, ubicado en la depresión de la cara convexa.



***Paspalum plicatulum* Michx.**

Frutos (espiguillas) de contorno elíptico con la base y el ápice ligeramente agudo, plano-convexos, en la base de la lema con un ligero hundimiento; tridimensionales; comprimidos; de 2.7 mm de largo, 1.4 mm de ancho y 0.8 mm de grosor. Lema y pálea endurecidas de consistencia córnea; lineoladas, a más de 10X punteadas con los puntos arreglados en líneas longitudinales, excepto en la parte central de la lema que es lisa; glabras; lustrosas. Color café oscuro (33). Cicatriz conspicua, basal, circular. Las espiguillas a veces presentan glumas o restos de ellas de consistencia papirácea; finamente lineadas; glabras; lustrosas; color café anaranjado (23). Además, presentan restos de la raquilla en la base formando una pequeña prominencia redondeada.



## POLYGONACEAE

### *Coccoloba barbadensis* Jacq.

Frutos (aquenios) periformes, con una prominencia trunca en la base, de sección transversal circular; tridimensionales; de 10.0 mm de largo, 6.9 mm de ancho y 6.9 mm de grosor. Cubierta de consistencia leñosa; lisa a diminutamente punctulada, con costillas longitudinales tenues; glabra; mate. Color café rojizo (30) a café (32). Cicatriz basal, conspicua, ligeramente hundida, prominente, circular, blanquecina.

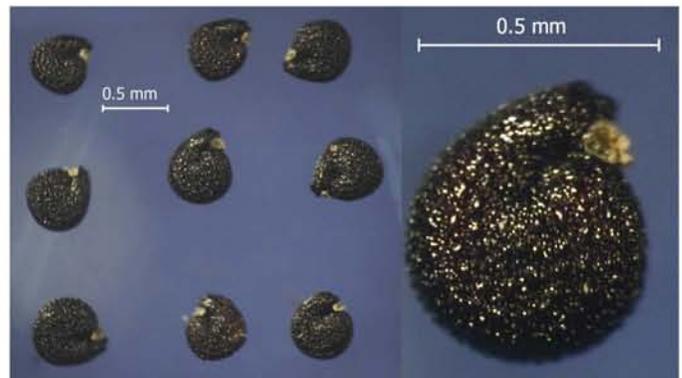


## PORTULACACEAE

### *Portulaca pilosa* L.

Semillas de contorno cocleado-reniforme, de sección longitudinal elíptica; tridimensionales; comprimidas; ariladas; de 0.6 mm de largo, 0.5 mm de ancho y 0.3 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; tuberculada o aculeada, con los tubérculos arreglados en líneas concéntricas; glabra; lustrosa. Color negro. Hilo ubicado en la muesca o hendidura, levemente hundido, cubierto por el arilo. Arilo conspicuo, blanquecino a café claro (17).

Fruto (cápsula circuncisil) membranoso, mate.



## PRIMULACEAE

### *Bonellia macrocarpa* (Cav.) B.Ståhl et Källersjö

Semillas de contorno aovado a elíptico, de sección transversal transversalmente elíptica, ligeramente curvadas, cóncavo-convexas; tridimensionales; desnudas; de 7.0 mm de largo, 4.4 mm de ancho y 2.0 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa en el centro y el resto glebulada, a más de 10X finamente ruminada; glabra; mate. Color café naranja (23) a café púrpura oscuro (35), generalmente de una tonalidad más clara en el centro. Hilo inconspicuo. Comúnmente presentan restos blanquecinos del endocarpo.

Fruto (baya) esférico. Pericarpo ruminado, leñoso, amarillo huevo oscuro (16).



### *Samolus ebracteatus* Kunth

Semillas irregulares de contorno ampliamente elíptico a ampliamente oblongo, con el ápice acuminado, de sección longitudinal estrechamente elíptica, lados cóncavos; tridimensionales; de 2.5 mm de largo, 2.0 mm de ancho y 1.0 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia leñosa; ruminada y glebulada; glabra; mate. Color café rojizo (30).



## RHAMNACEAE

### *Colubrina elliptica* (Sw.) Brizicky et W.L.Stern

Semillas de contorno aovado con el ápice acuminado y la base ligeramente cordada o emarginada, de sección transversal obtrulada, ampliamente deprimida con los bordes redondeados; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 4.2 mm de largo, 2.8 mm de ancho y 2.2 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; foveolada con los hoyuelos muy esparcidos; glabra; lustrosa. Color café rojizo (30) con manchas henna (29). Cicatriz basal, conspicua de forma linear. Presentan una costilla ventral y un surco lateral.



### *Gouania polygama* (Jacq.) Urb.

Frutos alados, cóncavo-convexos, de contorno obovado, ampliamente deprimido, con el ápice obcordado con una prominencia trunca y la base retusa; ligeramente aplanados; deprimidos; de 6.8 mm de largo y 7.6 mm de ancho. Cubierta de consistencia cartácea; arrugada con líneas longitudinales en la cara dorsal, diminutamente reticulada-foveada a más de 10X en la cara ventral; ligeramente vellosa en el ápice de la cara dorsal y el resto glabra; mate. Color verde amarillento intermedio (7) a oliva (12) en la cara dorsal y ante medio (18) manchado con café ante (19) en la cara ventral. Cicatriz basal, conspicua, prominente, transversalmente elíptica. Con una costilla longitudinal en medio de la cara ventral. Dos alas laterales de forma lunular con el borde entero, cartáceas, amarillo pálido (3).

Semillas de contorno ampliamente obovado con la base aguda, de sección longitudinal estrechamente elíptica; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 4 mm de largo, 3 mm de ancho y 1 mm de grosor. Testa de consistencia córnea; lisa; glabra; lustrosa. Color café (32) a café oscuro (33). Hilo basal, conspicuo, diminuto, transversalmente linear. Las semillas presentan una costilla tenue o abultamiento longitudinal en la parte media en ambas caras de la semilla.



### *Krugiodendron ferreum* (Vahl) Urb.

Semillas esféricas; tridimensionales; desnudas; de 5 mm de largo, 4.7 mm de ancho y 4.7 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia crustácea que se desprende fácilmente si se frota; lisa; glabra; mate. Color anaranjado (22), la cubierta internamente está rayada con café anaranjado (23), debajo de esta capa es negra. Cicatriz inconspicua.



## RUBIACEAE

### *Exostema caribaeum* (Jacq.) Roem. et Schult.

Semillas aladas irregulares, zona central elíptica a ampliamente elíptica; planas; fuertemente comprimidas; desnudas; de 3.6 mm de largo y 2.8 mm de ancho. Cubierta seminal de consistencia cartácea; lisa; glabra; ligeramente lustrosa. Color anaranjado (22), la parte central de un tono ligeramente más oscuro que el resto. Cicatriz basal, conspicua, diminuta. El borde de la semilla se expande formando una pequeña ala marginal en todo el rededor, de consistencia membranosa, muy frágil.



### ***Genipa americana* L.**

Semillas vistas desde el hilo de contorno ampliamente aovado, de sección transversal aovada deprimida; tridimensionales; ligeramente comprimidas; de 7.9 mm de largo, 6.3 mm de ancho y 4.6 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia crustácea que se rompe con facilidad si se frota; lisa, a 10X finamente coliculada; glabra; lustrosa. Color negro. Cicatriz lateral, conspicua, prominente, aovada o en forma de gota, café pálido (24).

Frutos (bayas) esféricos, de 5 a 10 cm de diámetro. Carnosos cuando están frescos, con el pericarpo duro y endocarpo pulposo. Color del pericarpo fresco gris verdoso a café amarillento, seco ante medio (18) a anaranjado (22), internamente es blanquecino.



### ***Hintonia latiflora* (Sessé et Moc. ex DC.) Bullock**

Semillas aladas de forma irregular, zona central elíptica a obovada; planas; desnudas; de 6.6 mm de largo y 4.5 mm de ancho. Cubierta seminal de consistencia papirácea a crustácea; reticulada; glabra; ligeramente lustrosa. Color café nuez (27). Cicatriz inconspicua. Ala marginal en todo el rededor, con el margen entero a sinuoso, reticulada a escalariforme, glabra, papirácea, muy frágil, de color amarillo anaranjado brillante (21).



### ***Psychotria horizontalis* Sw.**

Conjuntos de pirenos de forma esférica a ampliamente elipsoide; tridimensionales; ligeramente comprimidos; desnudos; de 4.0 mm de largo, 3.1 mm de ancho y 2.7 mm de grosor. Endocarpo con restos del mesocarpo de consistencia crustácea que se cae con facilidad si se frota; gruesamente sulcado longitudinalmente, con pústulas aisladas; glabro; mate. Color oliva (12) a verde amarillento intermedio (7) jaspeado con verde oliva (13) y manchado diminutamente con café claro (17). Cicatriz basal y apical, conspicuas, circulares. En ocasiones los pirenos presentan otros restos del fruto como el pedúnculo.

Frutos drupáceos.



## **RUTACEAE**

### ***Zanthoxylum* aff. *caribaeum* Lam.**

Semillas ovoides, con el ápice agudo y ligeramente curvo; tridimensionales; ligeramente comprimidas; de 4.0 mm de largo, 2.6 mm de ancho y 2.5 mm de grosor. Cubierta de consistencia crustácea; lisa, a más de 10X diminutamente reticulada-foveada; glabra; lustrosa. Color café púrpura oscuro (35) a negro. Cicatriz lateral, conspicua, sumida, prominente, linear, blanquecina. Micrópilo apical, conspicuo. La cubierta se desprende fácilmente si se frota, debajo de esta capa la semilla es de consistencia leñosa.

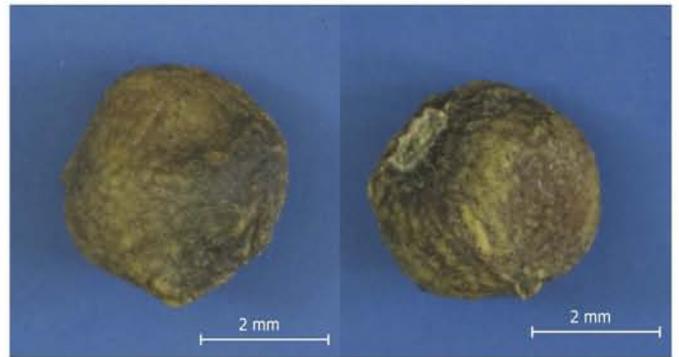
Frutos (cápsulas dehiscentes) ovoides; tridimensionales. Pericarpo de consistencia leñosa; gruesamente foveado; glabro; mate. Color verde azulado (9) con café nuez grisáceo (28). Presenta la línea de dehiscencia en todo el rededor. Contiene una sola semilla.



## SALICACEAE

### *Casearia tremula* (Griseb.) Griseb. ex C.Wright

Frutos esferoides-angulosos a muy ampliamente obovoides; tridimensionales; ligeramente comprimidos; de 4.0 mm de largo, 3.5 mm de ancho y 2.4 mm de grosor. Cubierta de consistencia leñosa; reticulada-foveada o de corrugada a coliculada; glabra; mate. Color café anaranjado (23) mezclado con café oscuro (33). Cicatriz apical, conspicua, prominente de forma lanceolada.



### *Casearia nitida* (L.) Jacq.

La diáspora consiste en aglomerados de semillas elipsoides; tridimensionales; de 6.2 mm de largo, 4.2 mm de ancho y 4.2 mm de grosor. Superficie granulada a coliculada; glabra; mate. Color café pálido (24) punteado con gris.

Fruto (cápsula) elipsoide con tres costillas longitudinales bien marcadas; tridimensional. Cubierta de consistencia leñosa; glabra; mate. Color café púrpura oscuro (35) punteado con café anaranjado (23).

Semillas ovoides; tridimensionales; desnudas; pequeñas. Cubierta seminal de consistencia córnea; coliculada; glabra; mate. Color negro. Cicatriz inconspicua.



## SANTALACEAE

### *Phoradendron quadrangulare* (Kunth) Griseb.

Frutos (pseudobayas) elipsoides; tridimensionales; ligeramente comprimidos; de 2.6 mm de largo, 1.8 mm de ancho y 0.6 mm de grosor. Cubierta carnososa cuando está fresca; finamente coliculada; glabra; mate. Color café anaranjado (23) variegado con café nuez grisáceo (28). Cicatriz basal, conspicua, circular.



## SAPINDACEAE

### *Dodonea viscosa* Jacq.

Frutos (cápsulas samaroides) alados, en forma de mariposa, cada uno de los carpelos de contorno elíptico lateralmente truncado, la parte central del fruto es ampliamente elipsoide a ligeramente obcordiforme; tridimensionales; de 11.2 mm de largo y 13.2 mm de ancho. Cubierta del fruto, sin considerar las alas, de consistencia cartácea a papirácea; con nervaduras que le dan una apariencia finamente costilluda; glabra; ligeramente lustrosa. Color de la zona central y la venación café ante (19). Dos o tres alas persistentes, laterales, de forma lunular, con el borde ligeramente engrosado y con numerosas nervaduras, papiráceas o membranosas, ligeramente lustrosas, café claro (17).

Los frutos presentan una línea de dehiscencia longitudinal justo a la mitad. Con dos y en ocasiones con tres carpelos.



### ***Thouinia acuminata* S.Watson**

Frutos (sámaras) esquizocárpicos alados, zona alrededor de la semilla aovada ampliamente deprimida, asimétrica; tridimensionales; comprimidos; de 10.6 mm de largo, 4.0 mm de ancho y 1.3 mm de grosor. Cubierta del fruto, sin considerar el ala, de consistencia cartácea; costillada; tomentosa; mate. Color amarillo anaranjado pálido (20) con los bordes y las venas verde amarillento intermedio (7); indumento blanquecino. Cicatriz basal, conspicua, prominente, lanceolada con un orificio circular. Una sola ala persistente, terminal, ampliamente ligulada, con el margen entero y ligeramente engrosado, venación paralela, escasamente pubérula, cartácea.



### ***Thouinidium decandrum* (Bonpl.) Radlk.**

Frutos (sámaras) alados, zona que cubre la semilla transversalmente oblonga, asimétrica; tridimensionales; comprimidos; de 30.2 mm de largo, 9.2 mm de ancho y 2.5 mm de grosor. Cubierta, sin considerar el ala, de consistencia cartácea; glebulada y pustulada; glabra; mate. Color café rojizo (30) alrededor de la semilla. Cicatriz basal, conspicua, prominente, lineal. Una sola ala persistente, terminal, lingüiforme con un lado recto y el otro ligeramente curvo, con el margen ligeramente sinuoso, venación reticulada, glabra, mate, cartácea, alheña (29). Semillas de contorno elíptico a ligeramente subreniformes con el ápice agudo y ligeramente curvo, de sección longitudinal estrechamente elíptica; tridimensionales; comprimidas; desnudas; de 7.6 mm de largo, 5.3 mm de ancho y 2.5 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia crustácea que se rompe fácilmente si se frota; levemente rugosa; glabra y sericea en algunas partes; mate. Color alheña (40). Hilo subapical a lateral, conspicuo, circular. Micrópilo puntiforme, situado por encima del hilo.

Presentan una estria longitudinal muy marcada.



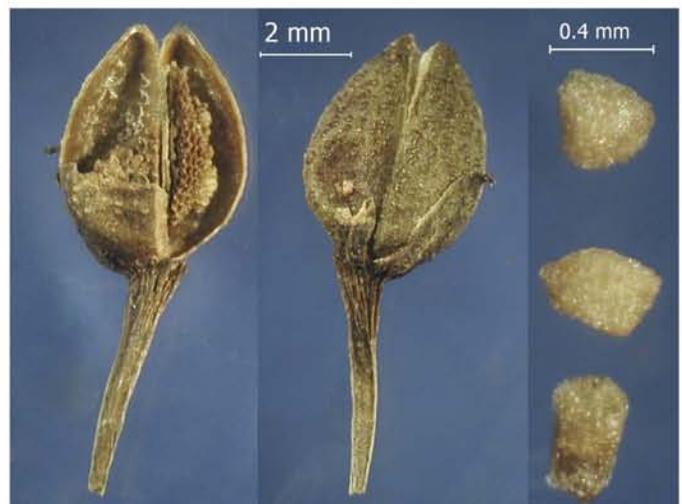
## **SCROPHULARIACEAE**

### ***Capraria biflora* L.**

Frutos (cápsulas) con el perianto (cáliz) persistente; ovoides; tridimensionales; deprimidos; de 5 mm de largo, 3.6 mm de ancho y 3.6 mm de grosor. Cubierta de consistencia papirácea a cartácea; pustulada externamente y finamente lineolada internamente; glabra; mate. Color café nuez grisáceo (28). En ocasiones con restos del pedúnculo.

Los frutos contienen muchas semillas.

Semillas irregulares, prismáticas, de contorno obovado a obtriangular con los vértices redondeados; tridimensionales; de 0.4 mm de largo y de 0.3 mm de ancho. Cubierta de consistencia papirácea a cartácea; escalariforme a reticulada; glabra; lustrosa. Color amarillo huevo oscuro (16) a ante medio (18). Cicatriz inconspicua.



## SOLANACEAE

### *Datura inoxia* Mill.

Semillas reniformes, de sección longitudinal estrechamente elíptica, sus caras más amplias ligeramente cóncavas; tridimensionales; fuertemente comprimidas; desnudas; de 4.4 mm de largo, 3.1 mm de ancho y 1.3 mm de grosor. Testa de consistencia leñosa; reticulada-foveolada; glabra; mate. Color anaranjado (22). Hilo subbasal a lateral, conspicuo, elevado, prominente, linear a lanceolado, café claro (17). Las semillas presentan una costilla marginal que rodea más de 3/4 partes de la semilla.



### *Solanum adscendens* Sendtn.

Semillas de contorno obovado asimétrico con una muesca en la base, de sección longitudinal oblanceolada, caras ligeramente cóncavas, borde engrosado; tridimensionales; fuertemente comprimidas; desnudas; de 2.5 mm de largo, 1.8 mm de ancho y 0.5 mm de grosor. Testa de consistencia coriácea; la parte central finamente glebulada y ligeramente rugosa, el borde finamente lineolado y gruesamente costillado o rugoso; glabra; mate. Color ante brillante (17) con ante medio (18). Hilo subbasal, conspicuo, sumido, muy ampliamente ovoide. Presentan una capa fina de consistencia papirácea que se desprende fácilmente si se frota.

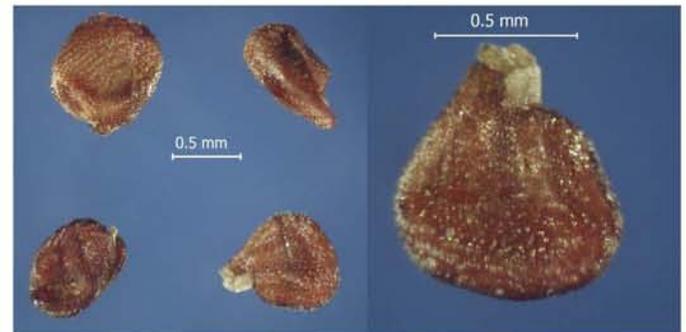


## TALINACEAE

### *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.

Semillas irregulares de lenticulares a ligeramente cocleadas; tridimensionales; comprimidas; ariladas; de 1.0 mm de largo y 0.8 mm de ancho. Testa de consistencia córnea; finamente aculeada o tuberculada, con las prominencias arregladas en surcos concéntricos; glabra; mate. Color henna (40) a negras. Hilo lateral ubicado debajo de la prominencia, cubierto por el arilo. Arilo blanquecino.

Fruto (cápsula globosa) de 3.0 a 4.5 mm de diámetro.



## URTICACEAE

### *Urea caracasana* (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.

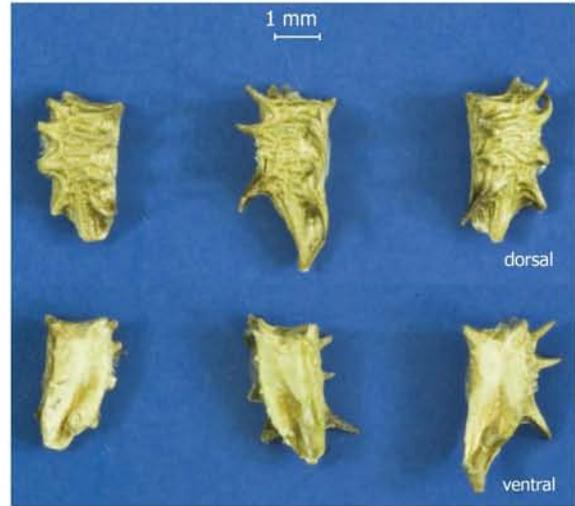
Frutos (aquenios) irregulares, ampliamente elipsoides con el ápice acuminado y con una protuberancia cerca de la base, de sección transversal oblato; tridimensionales; ligeramente comprimidos; de 1.4 mm de largo, 1.1 mm de ancho y 0.9 mm de grosor. Cubierta de consistencia crustácea; pustulada o aculeada; glabra; mate. Color verde amarillento pálido (5) manchado con verde (8). Cicatriz inconspicua. En ocasiones presentan restos del cáliz que le dan una apariencia tortuosa a la cubierta. Debajo de la cubierta la superficie es reticulada.



## VERBENACEAE

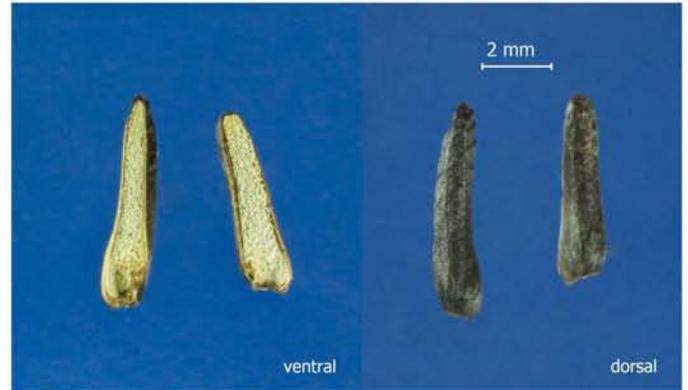
### *Priva lappulacea* (L.) Pers.

Frutos (mericarpios) obpiramidales, de contorno oblongo con la base aguda, vistos desde el ápice de contorno amplia y transversalmente oblongo, caras ventrales planas a ligeramente cóncavas, cara dorsal ligeramente convexa; tridimensionales; de 3.3 mm de largo; 1.4 mm de ancho y 1.1 mm de grosor. Cubierta de consistencia leñosa; cara dorsal gruesamente rugosa y en la base estriada, parte ventral lisa de aspecto pulverulento; glabra; mate. Color amarillito pálido (3) a verde amarillento brillante (6) en la cara ventral, verde amarillento pálido (5) a verde amarillento brillante (6) en la cara dorsal, con líneas verdes (8) y oliva (12) en las espinas. Cicatriz inconspicua. Presentan varias espinas (6 a 10) marginales, ligeramente curvas, dispuestas en dos hileras en la cara dorsal.



### *Stachytarpheta albiflora* DC. ex Schauer

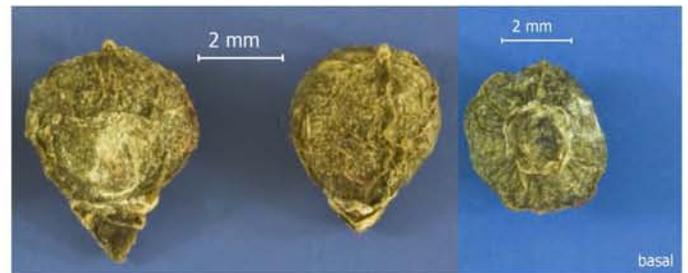
Frutos (mericarpios) hemiteretes a cimbitiformes, de contorno lanceolado, ligeramente falcados; tridimensionales; de 5.8 mm de largo, 1.4 mm de ancho y 1.4 mm de grosor. Cubierta de consistencia leñosa; cara convexa lisa a finamente lineolada, cara ventral cubierta de pústulas pequeñas dando una apariencia globulosa; glabra; mate. Color de la cara ventral amarillo pálido (3), cara dorsal café oscuro (33) a negro. Cicatriz basal, conspicua, prominente, en forma de media luna. Las pústulas de la cara ventral se desprenden fácilmente si se raspan.



## VITACEAE

### *Cissis trifoliata* (L.) L.

Frutos (bayas) esféricos, diminutamente mucronulados en el ápice; tridimensionales; de 4.2 mm de largo, 4.0 mm de ancho y 4.0 mm de grosor. Pericarpo de consistencia crustácea que se cae con facilidad si se raspa; gruesamente rugoso; glabro; mate. Color verde (8) punteado con amarillo verdoso brillante (2). Cicatriz basal, conspicua, prominente. Comúnmente presentan un pedúnculo basal de forma obcónica.



## ZYGOPHYLLACEAE

### *Guaiacum coulteri* A.Gray

Semillas estrechamente elipsoides a ligeramente subtrigonas; de sección transversal ampliamente obovada; tridimensionales; de 11.5 mm de largo, 4.5 mm de ancho y 6.0 mm de grosor. Cubierta seminal de consistencia córnea; finamente arrugada; glabra; mate. Color café rojizo (31) a negro. Cicatriz inconspicua. Presentan un surco longitudinal tenue.

En ocasiones las semillas están rodeadas por una cubierta carnosa, de color amarillo-huevo oscuro (16) cuando está seca. Fruto (cápsula loculicida) de consistencia cartácea cuando está seco; rugoso, con una costilla bien marcada; mate; verde amarillento intermedio (7).



## 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 5.1 Representación de la flora regional en el catálogo de diásporas

El catálogo elaborado en esta tesis representa el primer esfuerzo por describir detalladamente las diásporas de un conjunto representativo de las especies vegetales de la región de Nizanda, la cual se caracteriza por tener una diversidad alta de especies y de comunidades vegetales en un área relativamente pequeña. Este catálogo de diásporas, aunque está lejos de abarcar toda la flora regional, ofrece una representación bastante adecuada, sobre todo a nivel de familia, ya que incluye 59 familias de las 124 reportadas por Pérez-García *et al.* (2010). De hecho, si se considera a las cinco familias más ricas en especies incluidas en dicho estudio (Fabaceae, Poaceae, Asteraceae, Orchidaceae y Euphorbiaceae), todas ellas, excepto Orchidaceae, están entre las seis primeras familias con mayores números de diásporas descritas en el catálogo (Fig. 3). En comparación con otros catálogos de diásporas, encontramos que muy pocos tienen el enfoque aquí utilizado de intentar representar a toda la flora de una región (*v.g.*, Castillo-Argüero *et al.*, 2002; Cornejo y Janovec, 2010); por el contrario, la mayoría de los trabajos se han enfocado en ciertos grupos de plantas (*v.g.*, Sánchez-Garfías *et al.*, 1991; Espinosa y Sarukhán, 1997; Rodríguez *et al.*, 2009).

Aunque la inclusión de las especies en el catálogo se hizo indistintamente de su forma de crecimiento y del tipo de vegetación en que habitan, debe reconocerse que la representación del catálogo está sesgada. En relación con las formas de crecimiento, éste se inclina hacia las especies leñosas (árboles, arbustos y lianas), ya que aunque las forbias son el ensamble de especies más numeroso en la región (248 especies; Pérez-García *et al.*, 2010), estas plantas están pobremente representadas en el catálogo, con solamente 37 diásporas. Asimismo, con respecto a los distintos tipos de vegetación presentes en la región, las diásporas del catálogo tampoco ofrecen una representación perfectamente equitativa. La SBC es la comunidad mejor representada, coincidiendo con el hecho de que este tipo de vegetación es el de mayor riqueza y extensión en la región (Pérez-García *et al.*, 2001, 2010). La SM es una de las más deficientemente representadas en el catálogo, principalmente porque esta comunidad no ha sido estudiada con la misma intensidad que otras (Sierra, 2005). Además, muchas de las especies de la

SM son exclusivas de este tipo de vegetación y por lo tanto no hay posibilidad de colectarlas en otras comunidades vegetales (Pérez-García *et al.*, 2010).

A pesar de que la definición de diáspora utilizada en este trabajo incluyó tanto semillas como frutos, nuevamente para estos dos tipos de diásporas no se logró tener una representación equitativa en el catálogo, superando numéricamente las semillas a los frutos de manera notable. Aunque existe la posibilidad de que en Nizanda haya más semillas que frutos que funcionan como diásporas, en realidad es más probable que la causa de esta asimetría sea un sesgo en el muestreo de diásporas en la región, relacionado con el hecho de haber obtenido la mayoría de las diásporas de ejemplares herborizados. Si bien en estos ejemplares las características físicas de los frutos secos y las semillas generalmente se conservan bien, lo cual es indispensable para lograr buenas descripciones de estas estructuras (Lot y Chiang, 1986), éste no es el caso de los frutos carnosos, los cuales pierden prácticamente la totalidad de sus características organolépticas en el proceso de herborización. Por lo tanto, para muchas especies cuyos frutos carnosos funcionan como diásporas, fue imposible describir a los frutos o sólo se describieron sus semillas, en caso de que éstas también puedan funcionar como unidades de dispersión.

La representación desigual de semillas y frutos en el catálogo, sobre todo la escasez de frutos carnosos, implica que los patrones reales de las diásporas en la flora de Nizanda en realidad pueden abarcar un espectro mayor de tamaños y formas en sus diásporas, sobre todo en aquellas especies que se dispersan mediante vectores bióticos y en especial por vertebrados (van der Pijl, 1972; Roth, 1987). Aunque el catálogo abarca una quinta parte de las especies de la flora de Nizanda, en realidad las diásporas catalogadas representan una proporción menor, debido a que no pocas especies tienen más de una unidad de dispersión (Harper *et al.*, 1970; van der Pijl, 1972). Por ejemplo, algunas especies de Fabaceae pueden dispersarse por medio de la vaina completa, que en este caso sería la estructura de dispersión, pero las semillas, una vez liberadas de la vaina, también pueden funcionar como diásporas. Sin embargo, la baja representatividad de frutos carnosos, no resta necesariamente utilidad al catálogo, ya que entre los procesos que forman parte de la dinámica de las comunidades, la lluvia de semillas y el banco de semillas son componentes muy importantes, y en ellos la participación de semillas y frutos secos es preponderante. Además, en los casos de especies con más de un tipo de diáspora y en los frutos carnosos que funcionan como unidad de dispersión, de muchos de ellos fue posible obtener semillas que están descritas en este catálogo. De todos modos, es innegable que la flora de

Nizanda está lejos de contar con una representación completa en el catálogo. Futuros esfuerzos para intentar subsanar este sesgo tendrán que hacer una búsqueda específica a partir de estas consideraciones, y enfocar el esfuerzo en grupos mal representados, por ejemplo, en las especies de forbias y en las que habitan la SM. Asimismo, se requiere trabajar más con varias familias que, a pesar de tener una riqueza considerable de especies en la región, cuentan con una representación insuficiente en el catálogo, en particular, familias como Acanthaceae, Asteraceae, Poaceae y Rubiaceae.

## **5.2 Patrones morfológicos de las diásporas**

### *5.2.1 Patrones del conjunto total de diásporas*

A partir de las descripciones de las diásporas de las especies de la región, fue posible explorar algunos patrones morfológicos. Como se esperaba, la alta diversidad florística regional se reflejó en una gran variación de los atributos de las diásporas. Por ejemplo, la amplitud del intervalo de tamaños de las diásporas de Nizanda (seis órdenes de magnitud) coincide con la reportada por Moles *et al.* (2007) para especies presentes en las franjas latitudinales ubicadas entre 15° y 20° en ambos hemisferios (que corresponde a la latitud en la que se encuentra Nizanda). De hecho, Leishman *et al.* (2000) encontraron que los patrones de tamaños de las diásporas (que por lo general abarcan entre cinco y seis órdenes de magnitud) son consistentes entre distintas floras del mundo. En el presente trabajo el tamaño se evaluó como volumen y no como masa, como se ha hecho en la mayoría de los estudios previos. Aunque se ha sugerido que la masa puede inferirse a partir del volumen de las diásporas (Casco y Dias, 2008), esta diferencia metodológica impone algunas limitaciones a las comparaciones que se puedan hacer con otros sitios o sistemas. Además, hay que considerar que en realidad la gama de tamaños de diásporas en la flora de Nizanda es aún mayor, entre otras cosas porque las diásporas de la familia Orchidaceae fueron excluidas debido a sus tamaños diminutos y la consecuente dificultad para describirlas con detalle. Por lo tanto, las comparaciones entre sitios deben tener presente los sesgos taxonómicos o del muestreo en general (v.g. formas de crecimiento) propios de cada estudio, ya que sólo así se tendrá una idea adecuada de la magnitud de la variación del tamaño de las diásporas. Sin embargo y a pesar de estas diferencias, es interesante el hallazgo de que los tamaños de las diásporas de Nizanda siguen una distribución log normal (sin importar si son frutos o semillas),

misma que ha sido ampliamente reportada para distintas floras (Leishman *et al.*, 1995; Lord *et al.*, 1997).

Si bien existe una coincidencia entre floras respecto a la magnitud de la variación de los tamaños de sus diásporas, diversos estudios han mostrado que los tamaños extremos de tales intervalos no siempre son tan concordantes. En general, las diásporas de floras tropicales son más grandes que las de floras templadas (Lord *et al.*, 1997; Moles *et al.*, 2007). Por ejemplo, Roth (1987) encontró muchas especies con diásporas grandes entre los árboles de un bosque tropical húmedo. Sin embargo, los datos de Nizanda sugieren que la diferencia de tamaños de diásporas entre floras templadas y floras tropicales es menor en el caso del trópico seco que en el del trópico húmedo. La gran mayoría de las diásporas incluidas en el catálogo son pequeñas ( $< 100 \text{ mm}^3$ ). Esta diferencia puede estar relacionada con los grandes requerimientos de reservas que tienen las plántulas del bosque tropical húmedo para establecerse en condiciones de poca luz, a diferencia del bosque tropical seco donde la disponibilidad de luz no es el recurso más limitante (Harper *et al.*, 1970; Salisbury, 1974; Fenner y Thompson, 2005). No obstante, no se puede descartar que este patrón también esté afectado por la falta de diásporas carnosas en este estudio.

Entre los frutos y semillas que pueden funcionar como diásporas también hay diferencias considerables en la variación de sus tamaños. De hecho, los tamaños de los frutos incluidos en este trabajo fueron más variables. Esto puede deberse principalmente a que diferentes tejidos extraovulares pueden formar parte de los frutos, mientras que el tamaño de las semillas está restringido por las paredes del ovario (Thompson *et al.*, 1993; Werker, 1997). Debido a las mismas razones se esperaba que las semillas también tuvieran una gama más limitada de formas en comparación con los frutos, pero éste no fue el caso, al menos desde el punto de vista de su esfericidad. Ciertas características predominantes en el conjunto total de diásporas descritas, como la superficie glabra, están asociadas estrechamente al tipo de diáspora, en este caso a las semillas. Por ejemplo, la pubescencia es un carácter común entre los frutos, mientras que en las semillas es un carácter más bien raro debido a que muchas de ellas pierden los pelos al madurar (Werker, 1997). Aunque en muchas semillas anemócoras de Apocynaceae (antes Asclepiadaceae) los pelos son particularmente evidentes. Por el contrario, otros caracteres como el color café dominan indistintamente en los frutos y semillas. El 13 % de los frutos de árboles y arbustos descritos en el catálogo son de color negro, lo que contrasta con lo encontrado por Ibarra-Manríquez y Cornejo-Tenorio (2010) quienes encontraron que este color es el predominante en

los frutos de los árboles del bosque tropical perennifolio. Esto puede estar relacionado con el vector de dispersión, mientras que en los bosques tropicales secos el viento tiene el papel más importante en la dispersión, en los bosques tropicales húmedos los vertebrados, en especial las aves, juegan un papel preponderante en la dispersión (Roth 1987; Ortiz-Pulido *et al.*, 2000).

A pesar de la gran variación morfológica y de tamaños en las diásporas, es evidente que en ciertas familias hay efectos filogenéticos muy fuertes. Por ejemplo, todas las diásporas representadas de Bignoniaceae tienen una morfología similar, con presencia de alas, hilo lineal y basal, diferenciándose entre especies por la forma de las alas y su tamaño. Otro ejemplo es la presencia de pleurograma en las semillas de la subfamilia Mimosoideae, el cual es un carácter que ayuda a diferenciarlas de otras subfamilias de Fabaceae (Leguminosae), aunque la forma de este pleurograma en ocasiones es distintivo de cada especie. Por el contrario, otras familias como Malvaceae y Apocynaceae tienen una mayor variación en la morfología de sus diásporas.

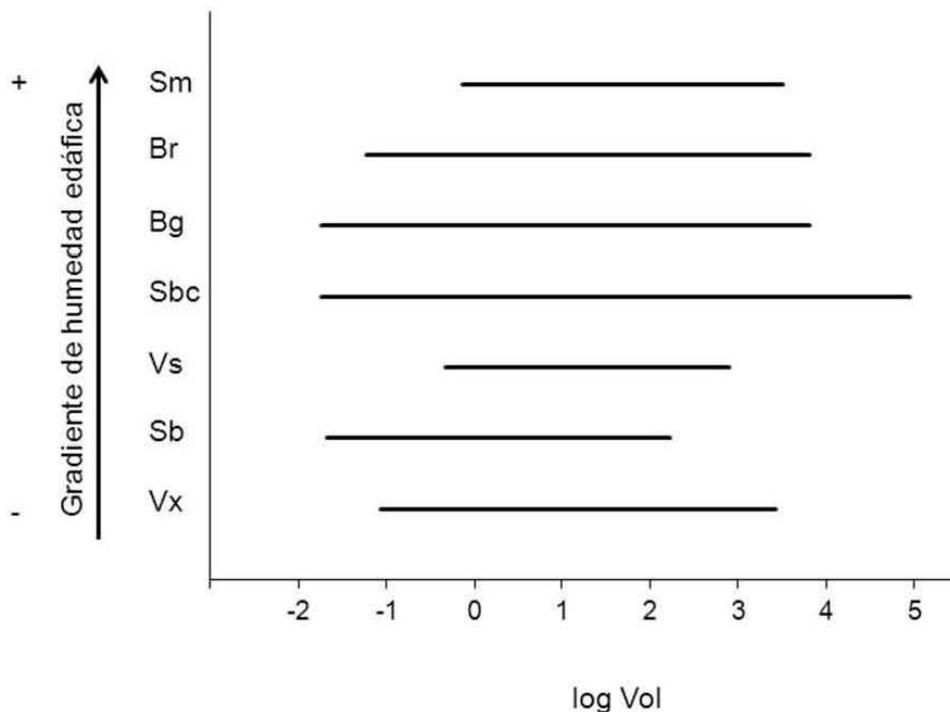
### 5.2.2 Patrones por comunidad vegetal

Con base en las diferencias estructurales y de composición de especies entre las diferentes comunidades vegetales de Nizanda (Sierra, 2005; Pérez-García *et al.*, 2010), en este estudio se hipotetizó que debería haber espectros morfológicos y de tamaños de las diásporas específicos de cada comunidad vegetal. Sin embargo, resultó que todas las comunidades no sólo presentan una gran variación en el tamaño de sus diásporas, sino que además hay un fuerte traslape de tamaños entre ellas. Este resultado coincide con los hallazgos de Lord *et al.* (1997), ya que ellos reportan que la mayor parte de la variación en el tamaño de las diásporas se encuentra dentro de las comunidades y no entre ellas. Las distribuciones de tamaños de las diásporas en las comunidades de Nizanda también son similares a las reportadas para varias comunidades vegetales estudiadas en California (Baker, 1972). Aparentemente, la prevalencia de diásporas pequeñas en todas las comunidades se relaciona con la predominancia de semillas en todas las comunidades vegetales; aunque, es importante notar que tanto las semillas como los frutos pueden ocupar los valores extremos en la distribución de tamaños (Fig. 6), de modo que el tipo de diáspora por sí solo no explica completamente este patrón. Los resultados obtenidos en Nizanda concuerdan con que existe un fuerte traslape en los tamaños de las diásporas entre distintos ensambles vegetales, como habían concluido Leishman *et al.* (2000), a partir de una revisión de datos reportados en varios estudios; pero también sugieren que hay diferencias notables en la amplitud del intervalo

de tamaños entre comunidades (Fig. 12). Por ejemplo, la SBC tuvo un intervalo mayor de tamaños en sus diásporas que la Sb, lo cual puede deberse a que la SBC también presenta el mayor espectro de formas de crecimiento. Además, en la SBC dominan los árboles, mientras que en la Sb las formas de crecimiento dominantes son las forbias y las graminoides. Es decir, hay indicios de que las diferencias pueden estar mediadas, al menos en parte, por las diferencias en los patrones por forma de crecimiento (Moles *et al.*, 2005; Moles *et al.*, 2007). De hecho, la Sb es la única comunidad de Nizanda que difiere en cuanto al tamaño de sus diásporas del resto de las comunidades vegetales (excepto con la VS, que no es propiamente un tipo de comunidad). Además, aunque no se detectaron diferencias en las formas de las diásporas entre las distintas comunidades, la Sb y la VS tienen las diásporas más similares en cuanto a tamaño y forma, ya que en general son pequeñas y bastante esféricas. La composición de especies de la Sb y la VS es distinta (López-Olmedo *et al.*, 2007), pero las formas de crecimiento de sus especies son similares, con un gran número de forbias y graminoides, y esto refuerza la idea de que la forma de crecimiento influye en mayor grado en la morfología de las diásporas. Hay otros factores que pueden reforzar las semejanzas en el tamaño y la forma de las diásporas, a pesar de que estos conjuntos florísticos estén asociados con condiciones ecológicas diferentes. Por ejemplo, los rasgos de las diásporas de las especies de la vegetación secundaria (VS) están asociados con una dispersión abiótica, y por esta razón tienden a presentar diásporas más numerosas y de tamaño reducido (Fenner y Thompson, 2005)

Con relación al grado de humedad edáfica, se esperaba que las características de las diásporas reflejaran este gradiente y que en las comunidades donde hay condiciones de mayor humedad (SM y BR) y también un dosel más cerrado, las diásporas fueran de tamaños más grandes y con una morfología asociada a síndromes de dispersión biótica. Sin embargo, los resultados no coincidieron con esta expectativa. Si se compara a la SM o el BR con la Sb, como representantes respectivos de los extremos del gradiente de humedad edáfica, es evidente la reducción de la gama de estrategias de tamaños de las diásporas a medida que la humedad disminuye, sobre todo en los tamaños grandes. No obstante, este patrón es muy débil y si consideramos a la VX, el patrón se rompe, ya que en este tipo de vegetación, a pesar de desarrollarse en las condiciones de menor de humedad edáfica, se registraron diásporas relativamente grandes. Esta ruptura del patrón puede deberse también a que en condiciones de estrés hídrico las semillas grandes pueden ser ventajosas para el establecimiento (Leishman *et al.*,

2000; Westoby *et al.*, 2011). Por ejemplo, en comunidades vegetales fuertemente limitadas por agua, Baker (1972) encontró una relación similar, es decir, las plantas presentaban diásporas de tamaños relativamente grandes. El hecho de que en la SM y el BR se haya registrado la mayor variación en el tamaño de las diásporas puede estar nuevamente relacionado con las dificultades que enfrentan las plántulas en la fase de establecimiento (Harper *et al.*, 1970; Salisbury, 1974). Estas comunidades que tienen hojas durante todo el año imponen una limitación en la disponibilidad de luz para las plántulas. Sin embargo, esta explicación no es aplicable en el caso de las diásporas de la SBC, las cuales son tan heterogéneas en tamaños como las de la SM y el BR, ya que en dicha comunidad la luz no parece jugar un papel muy limitante en el establecimiento (Lebrija-Trejos *et al.*, 2010).



**Fig. 12.** Intervalo de tamaños de las diásporas de las distintas comunidades vegetales, acomodadas de acuerdo con el gradiente de humedad edáfica. A pesar de que existe un fuerte traslape entre las comunidades la amplitud del intervalo difiere entre ellas.

En realidad, las diferencias en los patrones morfológicos de las diásporas entre los distintos tipos de vegetación pueden ser resultado de numerosos factores no contemplados aquí, los cuales pueden tener interacciones complejas entre ellos. De hecho, en la comparación entre comunidades debe tenerse en cuenta que éstas no son entidades completamente independientes

desde un punto de vista florístico, ya que se sabe que ellas comparten proporciones a veces bastante considerables de especies (Pérez-García *et al.*, 2010). Además, el efecto del arrastre filogenético puede ser suficientemente fuerte como para compensar la acción de factores de tipo ecológico, sobre todo en ciertas familias (Sims, 2012). Si bien se han propuesto distintos mecanismos para explicar la gran diversidad de estrategias morfológicas y de tamaño en sus diásporas en los distintos ensamblajes de especies vegetales (Muller-Landau, 2010), en realidad, no hay duda de que éste es un campo que requiere mucha más investigación.

### *5.2.3 Patrones por forma de crecimiento*

Como se mencionó anteriormente, los patrones en el tamaño y la morfología de las diásporas entre tipos de vegetación pueden estar mediados en gran parte por la forma de crecimiento de las especies. De hecho, la expectativa inicial era que en las comparaciones de las diásporas de distintos grupos definidos por la forma de crecimiento, habría diferencias más fuertes en los patrones morfológicos que las esperadas entre comunidades. Efectivamente, en este estudio se encontró que el tipo de diáspora difiere entre formas de crecimiento. Esto es particularmente evidente en el caso de las plantas gramínoideas, ya que todas ellas las diásporas son frutos. Sin embargo, este efecto de la forma de crecimiento también está relacionado con un fuerte efecto filogenético, ya que todas las diásporas de plantas con esta forma de crecimiento pertenecen únicamente a dos familias (Poaceae y Cyperaceae). Por otro lado, también se observó que las diásporas de mayor tamaño dentro de cada forma de crecimiento tendieron a ser principalmente frutos, debido a que los tejidos extraovulares les permiten tener mayores tamaños comparados con los de las semillas.

Dentro de las formas de crecimiento incluidas en este trabajo, se registró una gran variación en las formas y tamaños de sus diásporas; a pesar de ello, también se hicieron evidentes algunas variaciones considerables entre grupos, siendo las forbias y los pastos los grupos más homogéneos en este sentido. En este contexto, los árboles destacaron por sobre todos los grupos de formas de crecimiento restantes por abarcar el espectro más amplio de tamaños y formas en sus diásporas (Fig. 9, 10 y 11). Si bien los arbustos abarcaron una gama similar de formas en sus diásporas, los tamaños de estas últimas fueron menos variables (Fig. 10). Las diferencias en los tamaños de las diásporas entre distintas formas de crecimiento ha sido motivo de numerosas interpretaciones, las cuales comprenden desde relaciones alométricas y restricciones biofísicas,

hasta su historia de vida y el efecto filogenético, sin llegar al consenso (Grubb *et al.*, 2005; Rees y Venable, 2007; Venable y Rees, 2009). Por ejemplo, en teoría las restricciones biomecánicas limitan el tamaño que puede tener una semilla o un fruto, dependiendo del grosor de la rama que los sostiene. En el extremo inferior del gradiente de tamaños de las diásporas están las forbias y plantas gramínoideas. Esto puede deberse a que muchas de estas especies tienen ciclos de vida anuales y producen muchas semillas pequeñas, capaces de formar bancos de semillas de mediana o larga longevidad (Thompson *et al.*, 1993). Por su parte, muchas plantas trepadoras, principalmente las lianas, producen diásporas aplanadas y de tamaños grandes. Estos caracteres morfológicos están estrechamente relacionados con su modo de dispersión por viento (Ibarra-Manríquez *et al.*, 1991). Roth (1987) reporta que en la mayoría de las especies que ocupan los estratos altos de un bosque tropical, entre ellas la mayoría de las lianas, presentan diásporas anemócoras. En conjunto, estos hallazgos implican que las condiciones ecológicas a las que están expuestas las plantas que poseen una determinada forma de crecimiento están sometidas a presiones selectivas similares, que pueden reflejarse sobre la morfología de sus diásporas.

#### 5.2.4 Síndromes de dispersión

A partir de las descripciones de las diásporas fue posible establecer los síndromes de dispersión principales asociados con ellas. Esto permitió hacer comparaciones de la representación de los diferentes síndromes de dispersión entre comunidades vegetales y grupos de formas de crecimiento. En general, el síndrome de dispersión dominante en toda la flora fue el abiótico, en coincidencia con lo reportado por Chain-Guadarrama (2005), a partir del análisis de un grupo más reducido de especies en la misma zona de estudio. Sin embargo, en este estudio se encontró una proporción todavía mayor de diásporas con vectores abióticos que la reportada por dicha autora. Aunque se podría argumentar que este patrón puede deberse al menos en parte al bajo número de diásporas carnosas incluidas en el catálogo (la gran mayoría de las cuales se relaciona con síndromes de dispersión bióticos), otras evidencias apuntan a que realmente predominan los vectores abióticos en la flora de Nizanda. Por ejemplo, el patrón dominante de síndromes de dispersión abiótica en hábitats secos ha sido ampliamente reportado (Ridley 1930; van der Pijl, 1972; Roth, 1987; Gentry, 1982). Además, existe una fuerte asociación entre las plantas trepadoras y el síndrome de dispersión anemócora (Sánchez-Garfías *et al.*, 1991), la cual también es evidente en este trabajo. Para la VS fue evidente la dominancia muy marcada de síndromes de

dispersión abiótico. Esta dominancia se ha relacionado con que las especies pioneras tienen una gran capacidad de dispersión mediada por el viento.

### **5.3 Consideraciones finales**

Este catálogo representa una herramienta útil en la investigación ecológica, ya que permitirá identificar las diásporas de manera aislada, actividad clave para determinar los elementos florísticos presentes en la lluvia y el banco de semillas. Sin embargo, aún se necesitan mayores esfuerzos para abarcar una mayor representación de la flora, sobre todo en diásporas carnosas.

Las diásporas de Nizanda tienen una gran variación morfológica y de tamaño, y los distintos tipos de vegetación muestran un fuerte traslape en cuanto a tamaños y morfología. Sin embargo, la gama de estrategias morfológicas y de tamaño que pueden presentar las diásporas aumenta conforme aumenta la humedad edáfica, pero las pequeñas diferencias en la morfología y el tamaño de las diásporas de los tipos de vegetación parecen estar mediadas más por factores intrínsecos a la planta, tales como la forma de crecimiento y no tanto por factores externos.

Entre las distintas formas de crecimiento, los árboles tienen la mayor variación en cuanto a tamaños y formas en sus diásporas. Sin embargo, también existe un fuerte traslape sobre todo en caracteres morfológicos. El efecto filogenético en la morfología de las diásporas es evidente en ciertos grupos, provocando que los patrones entre tipos de vegetación y formas de crecimiento sean menos evidentes.

## LITERATURA CITADA

- Arias, S. y T. Terrazas. 2004. Seed morphology and variation in the genus *Pachycereus* (Cactaceae). **Journal of Plant Research** 117: 277-289.
- Arredondo-Amezcuca, L., L. López-Toledo y G. Ibarra-Manríquez. 2015. Espectro de dispersión de la flora leñosa del bosque tropical caducifolio en el Neotrópico. **Botanical Sciences** 93: 143-152.
- Baker, H.G. 1972. Seed weight in relation to environmental conditions in California. **Ecology** 53:997-1010.
- Baskin, C.C. y J.M. Baskin. 1998. **Seeds: Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination**. Academic Press, San Diego.
- Begon, M., C.R. Townsend y J.L. Harper. 2006. **Ecology: From Individuals to Ecosystems**. 4a. ed. Blackwell Publishing, Malden.
- Berggren, G. 1969. **Atlas of seeds and small fruits of Northwest-European plant species**. Swedish Natural Science Research Council, Estocolmo.
- V. Boňjanský y A. Fargašová 2007. **Atlas of Seeds and Fruits of Central and East-European Flora: The Carpatian Mountains Region**. Springer, Dordrecht.
- Calderón, G. y J. Rzedowski. (eds.). 2001. **Flora fanerogámica del Valle de México**. 2a. ed. Instituto de Ecología A.C., Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro.
- Castillo-Argüero, S., P. Guadarrama-Chávez, Y. Martínez-Orea, P.E. Mendoza-Hernández, O. Nuñez-Castillo, M.A. Romero-Romero e I. Sánchez-Gallén. 2002. **Diásporas del Pedregal de San Ángel**. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Casco, H. y L.S. Dias. 2008. Estimating seed mass and volumen from linear dimensions of seeds. **Seed Science and Technology** 36: 230-236.
- Chain-Guadarrama, A. 2005. **Síndromes de dispersión en el mosaico vegetacional de la región de Nizanda (Oaxaca), México**. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Cornejo, F. y J. Janovec. 2010. **Seeds of Amazonian Plants**. Princeton University Press.

- Cosmo, N.L., A.M. Gogosz, A.C. Nogueira, C. Bona y Y.S. Kuniyoshi. 2009. Morfología do fruto, da semente e morfo-anatomia da plântula de *Vitex megapotamica* (Spreng.) Moldenke (Lamiaceae). **Acta Botanica Brasilica** 23: 389-397.
- Espinosa, F. y J. Sarukhán. 1997. **Manual de Malezas del Valle de México**. Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- Federal Noxious Weed Disseminules of the U.S. 2010. <<http://itp.lucidcentral.org/id/fnw/>> (Consultada en 2014).
- Fenner, M. y K. Thompson. 2005. **The Ecology of Seeds**. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ferrari-Pedraglio L., D. Morá-Zenteno y E.A. González-Torres. 2007. Actualización y adaptación de la Carta Geológica de la República Mexicana. Escala 1: 2 000 000. En: **Nuevo Atlas Nacional de México**. Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo de Recursos Minerales, México, D.F.
- Fishel, F. y K. Bradley. 2005. Integrated Pest Management Missouri Weed Seeds. University of Missouri-Columbia.
- Fresnedo-Ramírez, J., S. Segura, A. Muratalla-Lúa. 2011. Morphovariability of capulín (*Prunus serotina* Ehrh.) in the central-western region of Mexico from a plant genetic resources perspective. **Genetic Resources and Crop Evolution**. 58:481-495.
- Gallardo-Cruz, J.A., J.A. Meave y E.A. Pérez-García. 2005. Estructura, composición y diversidad de la selva baja caducifolia del Cerro Verde, Nizanda (Oaxaca), México. **Boletín de la Sociedad Botánica de México** 76: 19-35.
- Gallardo-Cruz, J.A., J.A. Meave, E.A. Pérez-García y J.L. Hernández-Stefanoni. 2010. Spatial structure of plant communities in a complex tropical landscape: implications for  $\beta$ -diversity. **Community Ecology** 11:202-210.
- García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de **Clasificación de Köppen**. (Núm. 6) 5a. ed. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- García-Mendoza, A. y J.A. Meave (eds.). 2011. **Diversidad Florística de Oaxaca: de Musgos a Angiospermas**. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- Grubb, P.J., D.A. Coomes y D.J. Metcalfe. 2005. Comment on “A brief history of seed size”. **Science** 310: 783a.

- Grillo, O., E. Mattana, G. Venora y G. Bacchetta. 2010. Statistical seed classifiers of 10 plant families representative of the Mediterranean vascular flora. **Seed Science and Technology** 38: 455-476.
- Gunn C.R. 1984. **Fruits and Seeds of Genera in the Subfamily Mimosoideae (Fabaceae)**. United States Department of Agriculture, Washington D.C.
- Gunn C.R. 1991. **Fruits and Seeds of Genera in the Subfamily Caesalpinoideae (Fabaceae)**. United States Department of Agriculture, Washington D.C.
- Harper, J.L. 1977. **Population Biology of Plants**. Academic Press, Londres.
- Harper, J.L., P.H. Lovell y K.G. Moore. 1970. The shapes and sizes of seeds. **Annual Review of Ecology and Systematics** 1: 327-356.
- Hill, M.O. y A.J. Smith. 1976. Principal component analysis of taxonomic data with multi-state discrete characters. **Taxon** 25: 249-255.
- Holl, K.D. 1999. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. **Biotropica** 31: 229-242.
- Howe, H.F. y J. Smallwood. 1982. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**. 13: 201-228.
- Ibarra-Manríquez, G. y G. Cornejo-Tenorio. 2010. Diversidad de frutos de los árboles del bosque tropical perennifolio de México. **Acta Botanica Mexicana** 90: 51-104.
- Ibarra-Manríquez, G., M. Martínez y K. Oyama. 2001. Seedling functional types in a lowland rain forest in Mexico. **American Journal of Botany** 88: 1801-1812.
- Ibarra-Manríquez, G. y K. Oyama. 1992. Ecological correlatos of reproductive traits of mexican rain forest trees. **American Journal of Botany** 79: 383-394.
- Ibarra-Manríquez, G., B. Sánchez-Garfías y L. González García. 1991. Fenología de lianas y árboles anemocoros en una selva cálida-húmeda de México. **Biotropica** 23: 242-254.
- Kirkbride, J.H., C.R. Gunn y A.L. Weitzman. 2003. **Fruits and Seeds of Genera in the Subfamily Faboideae (Fabaceae)** United States Department of Agriculture.
- Kupers, S. 2013. **The effect of climate variability on secondary succession of a tropical dry forest in Nizanda, southern Mexico**. Informe inédito de estancia académica No. P2013-21 Universidad de Wageningen-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Langford, H.D. (ed.). **Quail-Friendly Plants of the Midwest**. University Missouri Extension, Missouri Department of Conservation.

- Lebrija-Trejos, E.E. 2001. **Análisis estructural de la vegetación ribereña en la región de Nizanda, Oaxaca, México.** Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Lebrija-Trejos, E.E., E.A. Pérez-García, J.A. Meave del Castillo, F. Bongers y L. Poorter. 2010. Functional traits and environmental filtering drive community assembly in a species-rich tropical system. **Ecology** 91: 386-398
- Leishman, M.R., I.J. Wright, A.T. Moles y M. Westoby. 2000. The evolutionary ecology of seed size. En: Fenner, M. (ed.). **Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities.** 2a. ed. pp 31-57. CABI Publishing, Wallingford.
- Lentz, D.L. y R. Dickau. 2005. **Seeds of Central America and Southern Mexico: The Economic Species.** Memoirs of the New York Botanical Garden. The New York Botanical Garden Press, Nueva York.
- Lersten, N.R., C.R. Gunn y C.L. Brubaker. 1992. **Comparative Morphology of the Lens on Legume (Fabaceae) Seeds, with Emphasis on Species in Subfamilies Caesalpinioideae and Mimosoideae.** United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service
- Lima, L.F., P.B. Lima, E.B. Almeida Jr. y C.S. Zickel. 2010. Morfología de frutos, semillas e plántulas de *Guettarda platypoda* (Rubiaceae). **Biota Neotropica** 10: 155-160.
- López, J. 2007. Suelos. Escala 1: 8 000 000. En: **Nuevo Atlas Nacional de México.** Universidad Nacional Autónoma de México.
- López-Olmedo, L. 2005. **Diferenciación ecológica entre las sabanas y los pastizales artificiales en la región de Nizanda (Oaxaca), México.** Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- López-Olmedo, L., J.A. Meave y E.A. Pérez-García. 2006. Estructura y composición florística de las sabanas de la región de Nizanda, Istmo de Tehuantepec (Oaxaca), México. **Acta Botanica Mexicana** 77:41-67
- López-Olmedo, L., J.A. Meave y E.A. Pérez-García. 2007. Floristic and structural contrasts between natural savannas and anthropogenic pastures in a tropical dry landscape. **The Rangeland Journal** 29:181:190
- Lord, J., J. Egan, T. Clifford, E. Jurado, M. Leishman, D. Williams y M. Westoby. 1997. Larger seeds in tropical floras: consistent patterns independent of growth form and dispersal mode. **Journal of Biogeography** 24:205-211.

- Lot, A. y F. Chiang (comps.). 1986. Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México, México, D.F.
- Martínez-Gordillo, M. (ed.). 2014. **Atlas de familias de angiospermas de México**. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Martin A.C. y W.D. Barkley. 1961. **Seed Identification Manual**. University of California Press, Los Angeles.
- Metz, J., P. Liancourt, J. Kigel, D. Harel, M. Sternberg y K. Tielbörger. 2010. Plant survival in relation to seed size along environmental gradients: a long-term study from semi-arid and Mediterranean annual communities. **Journal of Ecology** 98:697-704.
- Michaels, H.J., B. Benner, A.P. Hartgerink, T.D. Lee, S. Rice, M.F. Willson y R.I. Bertin. 1988. Seed size variation: magnitude, distribution, and ecological correlates. **Evolutionary Ecology** 2: 157-166.
- Moles, A.T., D.D. Ackerly, J.C. Tweddle, J.B. Dickie, R. Smith, M.R. Leishman, M.M. Mayfield, A. Pitman, J.T. Wood y M. Westoby. 2007. Global patterns in seed size. **Global Ecology and Biogeography** 16: 109-116.
- Moles, A.T., D.D. Ackerly, C.O. Webb, J.C. Tweddle, J.B. Dickie, A.J. Pitman y M. Westoby. 2005. Factors that shape seed mass evolution. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** 102: 10540-10544.
- Muller-Landau H.C. 2010. The tolerance-fecundity trade-off and the maintenance of diversity in seed size. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** 107: 4242-4247.
- Nason, J.D. 2002. La estructura genética de las poblaciones de árboles. En: Guariguata, M.R. y G.H. Kattan (eds.). **Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales**. pp 299-327. Libro Universitario Regional, Cartago.
- Nathan, R., F.M. Schurr, O. Spiegel, O. Steinitz, A.T. Trakhtenbrot y A. Tsoar. 2008. Mechanisms of long-distance seed dispersal. **Trends in Ecology and Evolution** 23: 638-647.
- Niembro, A. 1989. **Semillas de Plantas Leñosas. Morfología Comparada**. Limusa Noriega, México, D.F.

- Niembro, A. 2001. Las diásporas de los árboles y arbustos nativos de México: posibilidades y limitaciones de uso en programas de reforestación y desarrollo agroforestal. **Madera y Bosques** 7: 3-11.
- Niembro, A., M. Vázquez y O. Sánchez. 2010. **Árboles de Veracruz. 100 Especies para la Reforestación Estratégica**. Gobierno del Estado de Veracruz-Secretaría de Educación del Estado de Veracruz, Comisión del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución, Centro de Investigaciones Tropicales, México, D.F.
- Nunes, C.F., D.N. dos Santos, M. Pasqual y T.C. Teixeira. 2009. Morfología externa de frutos, semillas e plántulas de pinhão-manso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 44: 207-210.
- Ochoa-Gaona, S., G. Villanueva-López, I. Hernández-Margalli e I. Pérez-Hernández. 2008. **Manual de Semillas de las Especies Forestales de las Montañas de Tenosique, Tabasco**. El Colegio de la Frontera Sur, Villahermosa.
- Ortiz-Pulido, R., J. Laborde y S. Guevara. 2000. Frugivoría por aves en un paisaje fragmentado: consecuencias en la dispersión de semillas. **Biotropica** 32:473-488.
- Peart, M.H. 1979. Experiments on the biological significance of the morphology of seed-dispersal unit in grass. **Journal of Ecology** 67:843-863.
- Peart, M.H. 1984. The effects of morphology, orientation and position of grass diaspores on seedling survival. **Journal of Ecology** 72: 437-453.
- Pérez-García, E.A. y J.A. Meave. 2004. Heterogeneity of xerophytic vegetation of limestone outcrops in a tropical deciduous forest region in southern México. **Plant Ecology** 175: 147-163.
- Pérez-García, E.A., J. Meave y C. Gallardo. 2001. Vegetación y flora de la región de Nizanda, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. **Acta Botanica Mexicana** 56:19-88.
- Pérez-García, E.A., J.A. Meave, J.L. Villaseñor, J.A. Gallardo-Cruz y E.E. Lebrija-Trejos. 2010. Vegetation heterogeneity and life-strategy diversity in the flora of the heterogeneous landscape of Nizanda, Oaxaca, Mexico. **Folia Geobotanica** 45:143-161.
- Pérez-Gutiérrez, L.A. Solari, A. Gómez-Tuerta y V.A. Valencia. 2009. El terreno Cuicateco: ¿Cuenca oceánica con influencia de subducción del Cretácico Superior en el sur de México? Nuevos datos estructurales, geoquímicos y geocronológicos. **Revista Mexicana de Ciencias Geológicas**. 26:222-242.

- Radford, A., W. Dickinson, J. Massey y C. Bell. 1974. **Vascular Plant Systematics**. Harper & Row Publishers, Nueva York
- Rees, M. y D.L. Venable. 2007. Why do big plants make big seeds? **Journal of Ecology** 95: 926-936.
- Ridley, H.N. 1930. **The Dispersal of Plants Throughout the World**. L. Reeve y Co., Ashford, Kent.
- Rodríguez, J., P. Sinaca y G. Jamangapé. 2009. **Frutos y Semillas de Árboles Tropicales de México**. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, México, D.F.
- Roth, I. 1987. **Stratification of a Tropical Forest as Seen in Dispersal Types**. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.
- Salisbury E.J. 1974. Seed size and mass in relation to environment. **Proceedings of the Royal Society of London B**. 186: 83-88.
- Sánchez-Garfias, B., G. Ibarra-Manríquez y L. González-García. 1991. **Manual de Identificación de Frutos y Semillas Anemocoros de Árboles y Lianas de la Estación "Los Tuxtlas", Veracruz, México**. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- SID [Seed Information Database]. 2008. <<http://data.kew.org/sid/>> (Consultada en 2014).
- Sierra, J.A. 2005. **Relación entre la diversidad estructural y la diversidad taxonómica en comunidades vegetales leñosas de una región tropical estacionalmente seca**. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Sims, H.J. 2012. The evolutionary diversification of seed size: using the past to understand the present. **Evolution** 66: 1636-1649.
- Stearns, R.E.C. 1879. Form of seeds as a factor in natural selection in plants. **The American Naturalist** 13:411-420.
- Stevens, O.A. 1932. The number and weight of seeds produced by weeds. **American Journal of Botany** 19: 784-794.
- Takagi E., K. Iguchi, M. Suzuki y K. Togashi. 2012. A seed parasitoid wasp prevents berries from changing their colour, reducing their attractiveness to frugivorous birds. **Ecological Entomology** 37: 99-107.

- Thompson, K., S.R. Band y J.G. Hodgson. 1993. Seed size and shape predict persistence in soil. **Functional Ecology** 7: 236-241.
- Thompson, K. y D. Rabinowitz. 1989. Do big plants have big seeds? **The American Naturalist** 133: 722-728.
- Tropicos.org. 2014. Missouri Botanical Garden. <<http://www.tropicos.org>> (Consultada en 2014).
- van der Pijl, L. 1972. **Principles of Dispersal in Higher plants**. 2a. ed. Spring-Verlag, Berlín.
- Vázquez, M., S. Armenta, J. Campos y C.I. Carvajal. 2010. **Árboles de la Región de Los Tuxtlas** Gobierno del Estado de Veracruz, Secretaría de Educación del Estado de Veracruz, Comisión del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave para la Conmemoración del Bicentenario de la Independencia Nacional y del Centenario de la Revolución Mexicana, Xalapa.
- Venable, D.L. y M. Rees. 2009. The scaling of seed size. **Journal of Ecology** 97: 27-31.
- Vidal, R. y L.G. Matías. 2007. **Vientos**. Escala 1: 8 000 000. En: **Nuevo Atlas Nacional de México**. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Wang, B.C., T.B. Smith. 2002. Closing the seed dispersal loop. **Trends in Ecology & Evolution** 17: 379-385.
- Werker, E. 1997. **Seed Anatomy** (Encyclopedia of Plant Anatomy) Vol. X, 3. Gebrüder Borntraeger, Berlín Stuttgart.
- Westoby, M., M. Leishman y J. Lord. 2011. Comparative ecology of seed size and dispersal. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences** 351:1309-1318.
- Willson, M.F. y A. Traveset. 2000. The ecology of seed dispersal. En: Fenner, M. (ed.). **Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities**. 2a. ed. pp 85-110. CABI Publishing, Wallingford.
- Wijdeven, S.M.J. y M.E. Kuzee. 2000. Seed availability as a limiting factor in forest recovery processes in Costa Rica. **Restoration Ecology** 8:414-424.
- Wright, I.J., H.T. Clifford, R. Kidson, M.L. Reed, B.L. Rice y M. Westoby. 2000. A survey of seed and seedling characters in 1744 Australian dicotyledon species: cross-species trait correlations and correlated trait-shifts within evolutionary lineages. **Biological Journal of the Linnean Society** 69:521-547.
- Zomlefer, W.B. 1994. **Guía de las familias de plantas con flor**. Editorial Acribia. Zaragoza.

## ANEXO 1

### Guía para la descripción de las diásporas

(Se recomienda evaluar todas estas características, aunque no siempre es posible)

#### 1. NOMBRE CIENTÍFICO

#### 2. TIPO DE DIÁSPORA

2.1. Semilla

2.2. Fruto (tipo de fruto)

#### 3. TAMAÑO

3.1. Esféricas

Diámetro (mm)

3.2. No esféricas

Largo (mm)

Ancho (mm)

Grosor (mm)

#### 4. FORMA

Según la posición de sus cicatrices (cicatriz hilar)

1. Esférica

2. Comprimida (de ligeramente a ampliamente)

3. Deprimida (de ligeramente a ampliamente)

**Forma general** (describir la forma general de la diáspora, distinguir las formas fundamentalmente aplanadas de las voluminosas, en el caso de las diásporas aladas, las alas pueden incluirse en la descripción de la forma siempre y cuando se mencione); *ver formas simétricas planas (Fig. A5)*

**Contornos** (describir el contorno de la diáspora, solamente si es necesario describirlo desde distintas vistas); *ver formas simétricas planas (Fig. A5)*

dorsal

ventral

lateral

sección transversal

otras vistas

**Angulosidad**

1. Angulosa

2. No angulosa (Redondeada)

**Vértices**

1. Afilados

2. Romos

**Caras** (describir los lados de las semillas)

#### 5. GEOMETRÍA

5.1. Planas (diásporas laminares, con grosor muy pequeño)

5.2. Tridimensionales (diásporas con tamaños equivalentes en todas sus dimensiones)

6. **COLOR** (describir el color de la cubierta seminal, el ala, las ornamentaciones, la carúncula, etc.); *ver tabla de colores (Fig. A6)*

7. **SUPERFICIE** (describir la superficie de toda la diáspora, incluyendo los ornamentos)

**Tipo de indumento** *ver tipos de indumentos (Fig. A3)*

**Textura** *ver tipos de texturas (Fig. A1)*

8. **BRILLO** (describir el brillo o la reflejabilidad)

8.1. **Mate**

8.2. **Lustrosa**

9. **ORNAMENTACIÓN** (describir partes anexas de la semilla o fruto)

**Alas**

**Número**

**Forma**

**Posición**

**Consistencia**

**Margen**

**Venación**

**Otras características**

**Caracteres permanentes en la superficie de la diáspora, como costillas, estrías, etc.**

**Otros ornamentos o anexos, ya sea fijos o caedizos** (como las diferentes partes de los aquenios)

**Forma**

**Número**

**Posición**

**Margen**

**Consistencia**

**Otras características**

10. **CARACTERÍSTICAS DEL HILO O CICATRIZ**

10.1. **Inconspicuo**

10.2. **Conspicuo**

**Forma**

**Tamaño relativo**

**Consistencia**

11. **POSICIÓN DEL HILO**

11.1. **Apical**

11.2. **Basal**

11.3. **Lateral**

11.4. **Otra** (v.g., situado en un extremo de la costilla)

**12. ARILO** (describir las excrescencias)

**12.1. Desnudas**

**12.2. Tipo de excrescencia**

**Porción que cubre**

- 1. Menos de la mitad**
- 2. Más o menos la mitad**
- 3. Más de la mitad**
- 4. Todo**

**Consistencia**

**Margen**

**13. OTRAS OBSERVACIONES**

**Consistencia de la cubierta seminal o fruto**

**Engrosamientos o callos**

**Posición**

**Flósculos: lema y pálea (en el caso de pastos)**

**Características**

**Otras estructuras (rafe, pleurograma)**

**Posición**

**Venación**

**Micrópilo**

**Posición**

**Forma**

- 1. Puntiforme**
- 2. Lineal**

## ANEXO 2

### Glosario

**Aculeado:** provisto de acúleos. Que tiene agujones (Fig. A1).

**Acuminado:** terminado en un acumen o punta (Fig. A2).

**Agudo:** ápice o base que termina en punta y cuyos lados forman un ángulo agudo (Fig. A2)

**Alveolado:** con alvéolos, o sea, cavidades pequeñas de contorno circular (Fig. A1).

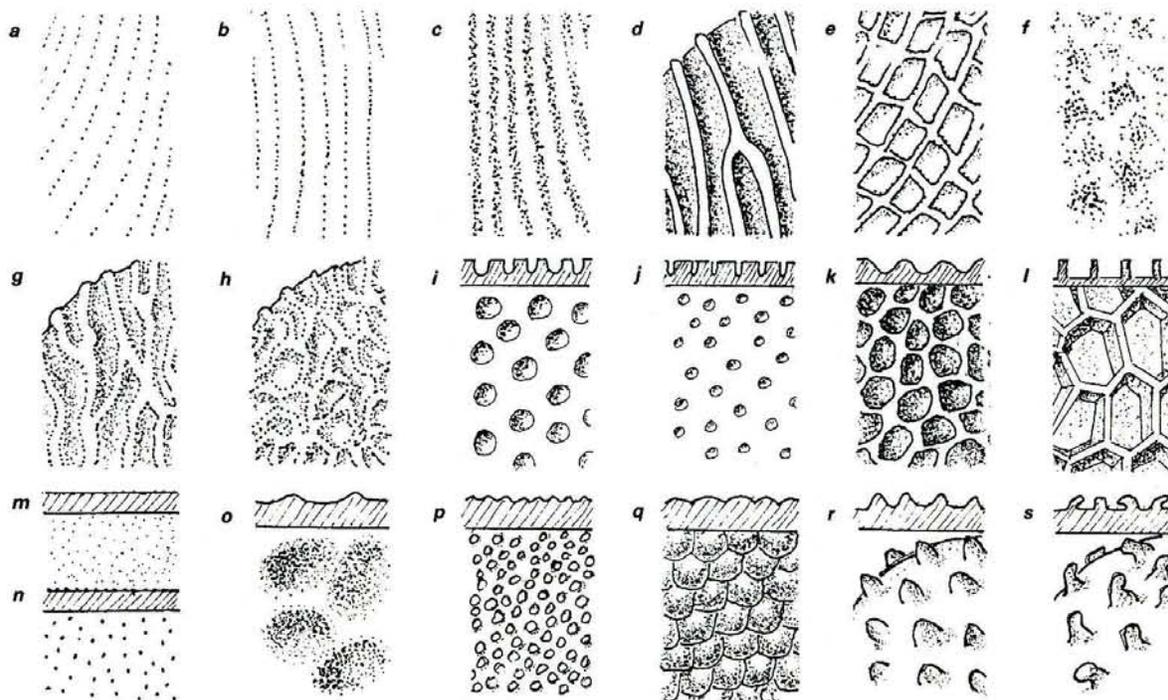
**Ampliamente elíptico:** como elíptico pero con proporciones de sus ejes de 6:5 (Fig. A3)

**Antrorso:** referente a la estructura (generalmente pelo o espina) que se dirige hacia el ápice del eje que lo sustenta. Se opone a retrorso.

**Antrorsobarbelado:** estructura con pelos finos dirigidos hacia el ápice.

**Aovado:** cuerpo laminar o aplanado con contorno de huevo, con la base más ancha que el ápice. Sus ejes tienen una proporción de 2:1 a 3:2 (Fig. A3).

**Aovado deprimido:** como aovado pero con proporciones de sus ejes de 2:3 a 1:2 (ver Fig. A3).



**Fig. A1.** Tipos de textura en las superficies de las diásporas: (a) lineolada, (b) lineada, (c) estriada, (d) costillada, (e) escalariforme, (f) glebulada, (g) rugosa, (h) ruminada, (i) foveada, (j) foveolada, (k) reticulada-foveada, (l) reticulada, (m) punctulada, (n) punteada, (o) alveolada, (p) granulada, (q) coliculada, (r) aculeada, (s) verrucosa. Tomada de Espinosa y Sarukhán (1997).

**Aovado, ampliamente deformido:** cuerpo laminar con sus ejes más amplios cruzando debajo del centro en una proporción de 5:6 (ver Fig. A3).

**Apical:** relativo al ápice. Que se halla en él. Se opone a basal.

**Ápice:** término usual empleado en botánica para referirse al ápice geométrico. Existe el ápice orgánico que puede no coincidir con el ápice geométrico. En los rudimentos seminales ortótopos, está claro que la base de los mismos corresponde al hilo, y el ápice orgánico, coincidente con el geométrico, al micrópilo. Si el rudimento seminal es anátropo o campilótropo, el micrópilo se acerca más o menos al hilo, ora porque dicho rudimento da media vuelta sobre su base o porque se tuerce en mayor o menor grado. En estos casos el ápice orgánico no coincide con el ápice geométrico.

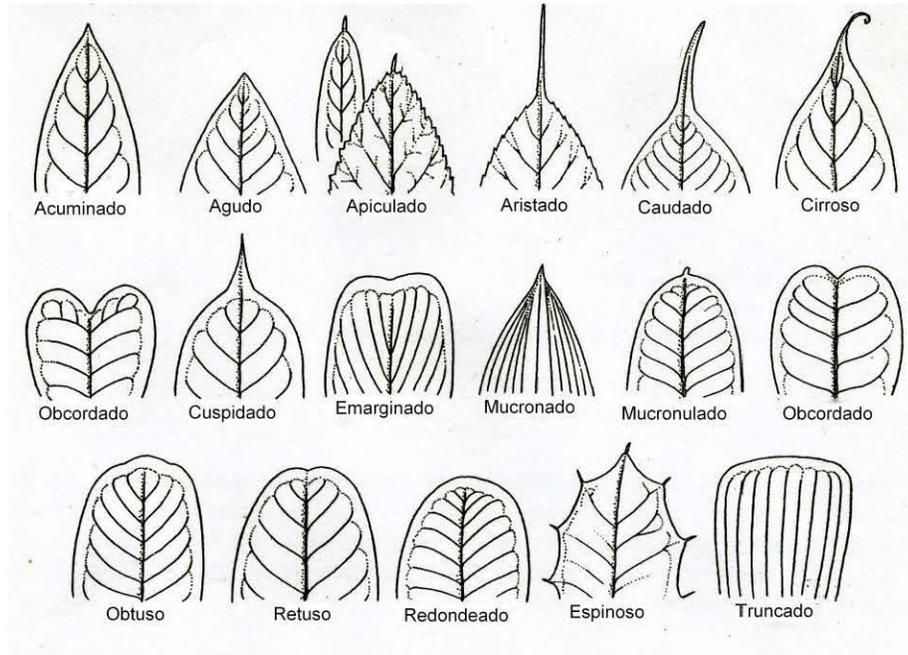


Fig. A2. Tipos de ápices. Tomada de Radford *et al.*, (1974).

**Apiculado:** con apículo (Fig. A2).

**Apículo:** punta pequeña que sobresale bruscamente del ápice.

**Aquenio:** fruto seco, indehisciente, unispermo, con un punto de la semilla soldado a la pared del fruto. Proviene de un ovario ínfero.

**Ariforme:** en forma de aro o anillo.

**Arista:** 1. En cuerpos geométricos línea de confluencia de dos caras. 2. Apéndice lineal, tieso y terminado en punta.

	12:1	6:1	3:1	2:1	3:2	6:5	1:1	5:6	2:3	1:2	1:3	1:6	1:12
Linear													
	Linear triangular												
Linear obtriangular													

Fig. A3. Formas simétricas planas que presentan las diásporas. Tomada de Espinosa y Sarukhán (1997).

**Arqueado:** en forma de arco.

**Barbelado:** con pelos u otros apéndices dispuestos en forma de barba fina.

**Basal:** propio de la base o relativo a ella. Se opone a apical.

**Base:** vocablo de uso corriente empleado para referirse a la base geométrica de un órgano. Existe una base orgánica, que a veces no coincide con la base geométrica. En los rudimentos seminales ortótropos, la base orgánica de los mismos, correspondiente al hilo, coincide con la base geométrica. Mas, si dicho rudimento, girando 180° sobre dicha base, se convierte en anátropo, entonces el hilo continúa basal, pero la base orgánica del expresado rudimento y de la semilla ocupa el ápice geométrico.

**Biconvexo:** cuerpo con dos caras convexas.

**Bráctea:** órgano foliáceo situado en la proximidad de las flores y distinto por su forma, tamaño, consistencia, etc., de las hojas normales y de las que, transformadas, constituyen el cáliz y la corola.

**Bracteola:** brácteas que se hallan sobre un eje lateral de cualquier inflorescencia.

**Callo:** en compuestas y gramíneas, la estructura endurecida, pequeña y prominente, cercana o alrededor de la cicatriz de fijación de la diáspora, a la cabezuela o raquilla. Generalmente tiene consistencia y color diferente a los de la diáspora.

**Cápsula:** fruto seco, dehiscente, que se abre por líneas o en secciones predeterminadas.

**Carnoso:** con tejido blando, jugoso, como los duraznos o los jitomates.

**Cartácea:** de consistencia de papel o de pergamino.

**Cartilaginoso:** de consistencia semejante a la de los cartílagos de los animales.

**Cerda:** pelo algo rígido y largo.

**Cérea:** que tiene apariencia de cera.

**Cicatriz:** señal que queda en un órgano en el punto en que se ha desprendido de él algún otro órgano o parte orgánica.

**Ciliado:** que tiene cilios, es decir, pelos cortos esparcidos regularmente entre sí, a lo largo de un borde.

**Circular:** que tiene forma de círculo (Fig. A3).

**Clavado:** de forma de clava o de porra, es decir, a modo de palo grueso, ensanchando gradualmente hacia el ápice, que es redondeado.

**Clusa:** cada una de las cuatro partes en que se fragmenta el fruto indehisciente típico de las labiadas y boragináceas

**Cocleado:** retorcido, como la concha de un caracol.

**Coliculada:** superficie con prominencias redondeadas que se tocan entre sí (Fig. A1).

**Coma:** dicese del penacho de las semillas.

**Comiforme:** en forma de coma ortográfica (.).

**Comosa:** dicese de la semilla empenachada por una coma.

**Comprimido:** cuerpo aplanado lateralmente, esto es, con la o las cicatrices principales sobre la o las caras más angostas del cuerpo. Opuesto a deprimido.

**Conspicuo:** visible o sobresaliente.

**Cordiforme:** con forma de corazón, con los lóbulos en la parte inferior.

**Coriácea:** de consistencia recia, aunque con cierta flexibilidad, como el cuero.

**Coroniforme:** en forma de corona.

**Córneo:** de consistencia dura, como de cuerno.

**Corrugado:** arrugado o con pliegues irregulares y en todas direcciones.

**Cotiledón:** hoja embrionaria frecuentemente engrosada por reservas alimenticias, que consume la plántula.

**Cotiliforme:** de forma similar a la de un sartén sin mango y con fondo cóncavo.

**Crenado:** borde con dientes cortos y romos.

**Crenulado:** como crenado, pero más fino.

**Crustáceo:** duro y delgado pero frágil.

**Cuadrado:** cuerpo laminar o aplanado con sus ejes mayores cruzando por mitad de la estructura y con los márgenes paralelos. Sus ejes tienen una proporción de 1:1 (Fig. A3).

**Cubierta seminal:** capa que rodea a las semillas.

**Cuneado:** de figura de cuña o parecido a la sección longitudinal de una cuña. Sus ejes tienen una proporción de 6:1 a 3:1 (Fig. A3).

**Curveado:** que tiene forma de curva.

**Cutícula:** capa o película delgada en la superficie.

**Deciduo:** referente a las estructuras poco durables. Caedizo.

**Dehiscente:** se dice del órgano que se abre espontáneamente cuando alcanza la madurez con un patrón de ruptura definido, que es variable según el órgano y la especie.

**Deltado:** con contorno de triángulo isóceles o de la letra griega delta (Fig. A3).

**Depresión:** concavidad en la superficie.

**Deprimido:** cuerpo aplanado dorsoventralmente, esto es, con la o las cicatrices principales en medio de la o las caras más amplias del cuerpo. Opuesto a comprimido.

**Desnudo:** desprovisto de excrescencias.

**Diáspora:** consiste en el embrión o en los embriones y el complejo orgánico acompañante que la planta separa de sí para dispersarse.

**Dorsal:** referente al lado posterior de una estructura (se opone a ventral).

**Drupa:** fruto carnoso con una semilla cubierta por una parte del fruto endurecida, y de consistencia de hueso.

**Elevado:** que sobresale de la superficie.

**Elipsoide:** cuerpo con contorno elíptico.

**Elíptico:** contorno ovalado o en forma de elipse. Sus ejes tienen una proporción de 2:1 a 3:2 (Fig. A3).

**Embrión:** parte de la semilla que da origen a una nueva planta.

**Endocarpo:** capa interior del pericarpo (cubierta del fruto), que encierra directamente la semilla.

**Entero:** término usual con que se expresa la absoluta integridad marginal.

**Envoltura funicular:** tejido esclerenquimatoso, derivado del funículo, que rodea completamente las semillas en Opuntioideae.

**Epicarpo:** capa exterior del pericarpo o cubierta del fruto. Exocarpo.

**Eroso:** aplícase al borde desigual, como roído, por tener dientes no uniformes o pequeñas sinuosidades poco profundas y desiguales. Rasgado, o con dientes o lobulaciones irregulares.

**Escalariforme:** superficie con prominencias longitudinales y transversales, a manera de escaleras paralelas que se tocan lateralmente entre sí (Fig. A1).

**Escama:** estructura de apariencia y consistencia similar a las escamas de los peces.

**Esclerificado:** dicese del parte que ha desarrollado notablemente el esclerénquima.

**Esférico:** cuerpo en forma de esfera.

**Esponjoso:** que es muy poroso, hueco y más ligero de lo que parecería corresponder a su volumen.

**Estilo:** en el gineceo, parte superior del ovario, prolongada en forma de estilete.

**Estilo persistente:** el que queda como remate en el fruto.

**Estrecha y transversalmente elíptico:** figura plana con su eje mayor cruzando por la mitad y con los márgenes simétricamente curvos. Sus ejes tienen una proporción de 1:3 a 1:6 (Fig. A3).

**Estrecha y transversalmente oblongo:** figura plana con su eje mayor cruzando por la mitad de la estructura y con los márgenes casi paralelos. La proporción de sus ejes de 1:3 a 1:6 (Fig. A3).

**Estrechamente elíptico:** como elíptico pero con la proporción de sus ejes de 6:1 a 3:1 (Fig. A3).

**Estrechamente oblongo:** como oblongo pero con sus ejes en proporción de 6:1 a 3:1 (Fig. A3).

**Estriado:** con pequeños surcos paralelos (estrías) (Fig. A1).

**Excrescencia:** cualquier protuberancia en la superficie.

**Exocarpo:** epicarpo.

**Falcado:** de forma más o menos aplanada y curva como una hoz.

**Filamento:** parte del estambre en forma de hilo que sostiene la antera.

**Filiforme:** de forma de hebra, delgado y sutil, como una fibrilla de lino.

**Fitomelano:** sustancia de color pardo o negro, muy rica en carbono y muy resistente a la acción de los ácidos.

**Foveolado:** dicese de las superficies que presentan grabaduras en forma de pequeños hoyuelos (Fig. A1).

**Fruto:** ovario desarrollado con semillas desarrolladas. Todo órgano vegetal, debidamente transformado, que encierra en sí las semillas hasta que están maduras, para luego diseminarlas o para desprenderse de la planta junto con ellas.

**Funículo:** porción filamentosa, presente en muchas plantas, que une al óvulo (y después a la semilla) con la placenta.

**Fusiforme:** con forma de huso.

**Glabro:** superficie sin indumento o pelo.

**Glebulado:** superficie con puntuaciones esparcidas irregularmente, algunas solitarias y otras en cúmulos irregulares (Fig. A1).

**Globuloso:** superficie compuesta de glóbulos.

**Granulado:** superficie con pequeños granos.

**Hemi-:** prefijo que significa la mitad, o bien de forma parcial o imperfecta.

**Hilo:** cicatriz de la semilla que marca el punto de unión entre el funículo y la placenta (Fig. A4).

**Hirsuto:** aplícase a cualquier órgano vegetal cubierto de pelo rígido y áspero al tacto (Fig. A5).

**Híspido:** cubierto de pelos largos, muy tiesos y erectos, sumamente ásperos al tacto (Fig. A5).

**Inconspicuo:** dícese del órgano o el conjunto de órganos poco aparentes. Que no se nota.

**Indumento:** vestidura superficial de pelos.

**Irregular:** que no es regular o que adopta distintas formas.

**Jaspeado:** una superficie con vetas irregulares de color.

**Lacerado:** desgarrado o partido desigual y profundamente.

**Lanceolado:** de contorno de lanza, mucho más largo que ancho, con la base ancha y el ápice agudo. Proporciones de sus ejes de 6:1 a 3:1 (Fig. A3).

**Lanoso:** con pelos suaves, alargados y entrelazados a manera de lana (Fig. A5).

**Lente:** una estructura de la cubierta seminal, alineada con el hilo y el micrópilo, de forma y tamaño variable, que se encuentra separado del micrópilo por el hilo (Fig. A4).

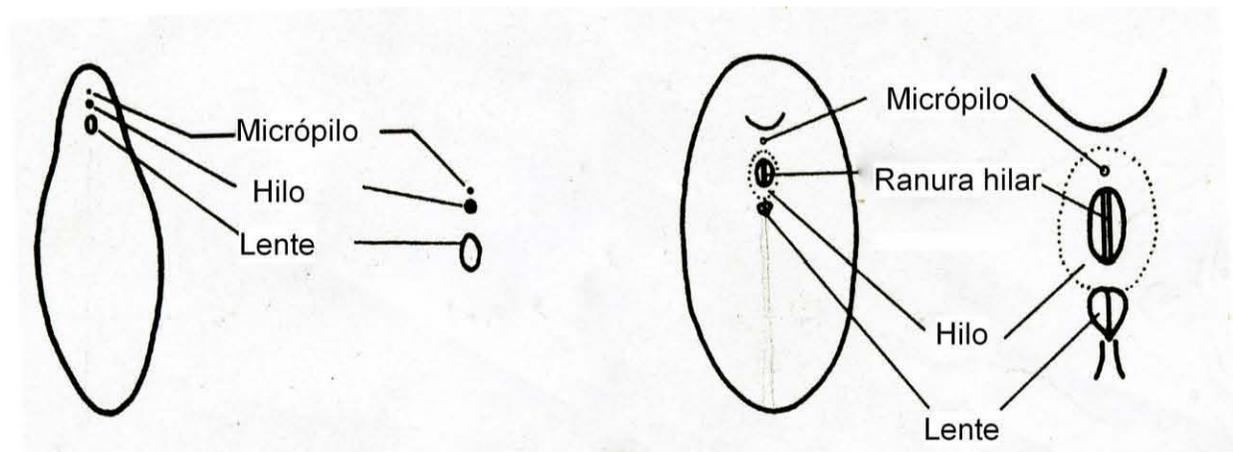


Fig. A4. Términos usados para describir las semillas de la familia Fabaceae (Leguminosae). Tomada de Kirkbride *et al.*, (2003).

**Lenticela:** poro más o menos protuberante

**Lenticular:** de forma de lenteja.

**Leñosa:** de consistencia como de la leña.

**Ligeramente obtriangular:** figura aplanada como triángulo invertido. Proporciones de sus ejes de 2:3 a 1:2 (Fig. A3).

**Ligeramente triangular:** figura aplanada con tres lados y tres ángulos, con la proporción de sus ejes de 2:3 a 1:2 (Fig. A3).

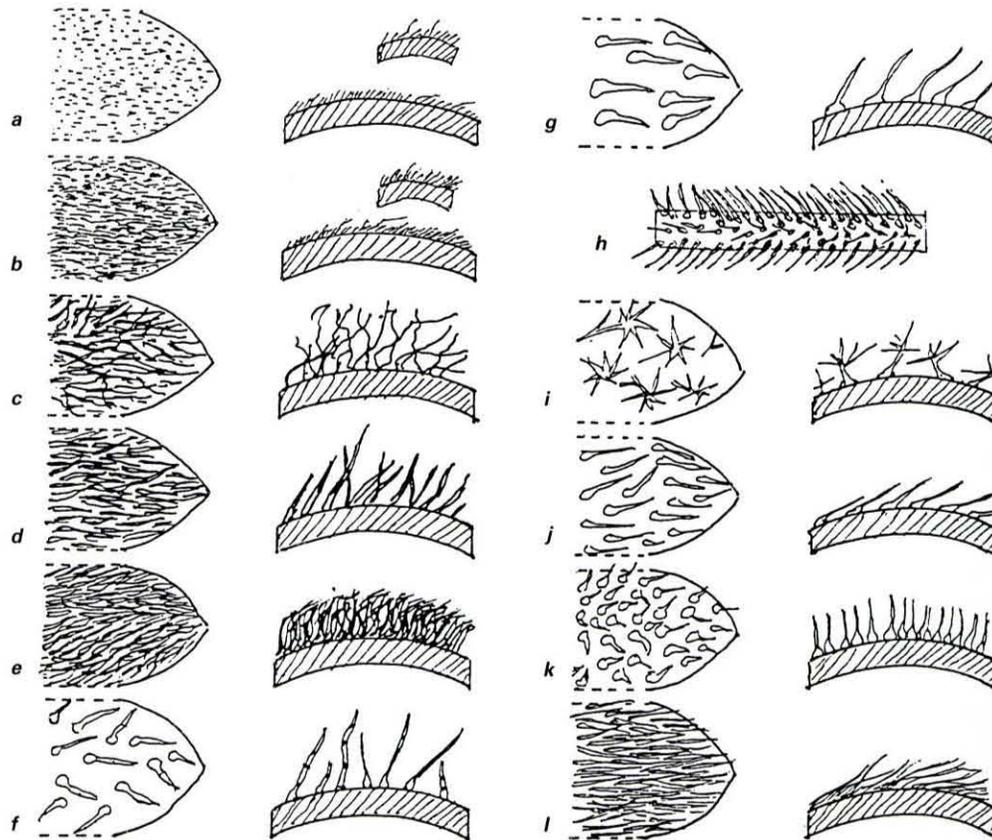


Fig. A5. Tipos de indumento en las superficies de las diásporas (vistas desde arriba a la izquierda y vista lateral a la derecha): (a) pubérulo, (b) tomentoso, (c) veloso, (d) velutino, (e) lanoso, (f) piloso, (g) escabroso, (h) hispido, (i) estrellado, (j) estrigoso, (k) hirsuto, (l) seríceo. Tomada de Espinosa y Sarukhán (1997).

**Línea de dehiscencia:** línea por donde se abren los frutos.

**Lineada:** superficie con numerosas líneas paralelas (Fig. A1).

**Linear:** prolongado y angosto, de bordes paralelos o casi paralelos, comparable en cierto modo a una línea de trazo grueso (Fig. A3).

**Líneas de fractura:** líneas que se marcan en la superficie de las semillas.

**Lineolada:** aplícase al órgano que presenta pequeñas manchas lineales, líneas muy sutiles o bien estriás diminutas (Fig. A1).

**Lingüiforme:** en forma de lengua. Lingulada.

**Lingulada:** lingüiforme.

**Liso:** superficie sin senos ni resaltos.

**Lóbulo:** parte o división más larga que ancha y con el ápice redondeado.

**Lomento:** fruto (variante de una legumbre) de algunos géneros de la familia Leguminosae, constreñido entre las semillas; los artículos se separan en la madurez.

**Lunular:** en forma de media luna.

**Lustroso:** que tienen brillo.

**Manchado:** patrón de coloración donde el color está dispuesto en pequeñas manchas.

**Marginal:** que está en el margen, en el caso de la venación que va paralela al margen.

**Mate:** sin brillo.

**Membranoso:** delgado y semitranslúcido; de aspecto parecido a una membrana.

**Micrópilo:** abertura de la capa exterior de la semilla (Fig. A4).

**Moteado:** con manchas.

**Mucrón:** punta abrupta, corta y más o menos aguda en el extremo. Diente terminal pequeño.

**Mucronado:** con mucrón (Fig. A2)

**Mucronulado:** provisto con un mucrón diminuto (Fig. A2)

**Muesca:** concavidad o hueco.

**Muy ampliamente obovado:** como obovado pero con la proporción de sus ejes de 1:1 (Fig. A3).

**Muy ampliamente obtrulado:** como obovado pero con los márgenes rectos y con sus ejes en proporción 1:1 (Fig. A3)

**Muy ligeramente triangular:** triángulo con sus ejes en proporción de 1:3 a 1:6 o más (Fig. A3)

**Nervadura:** hacecillo vascular en órganos laminares.

**Obcónica:** de forma cónica invertida, es decir, con la base en la parte superior.

**Obcordiforme:** con un par de lóbulos en forma de corazón.

**Oblado:** redondeado, más corto que ancho según una proporción de 5:6. Sinónimo de oblato (Fig. A3).

**Ob lanceolado:** con forma lanceolada invertida, esto es, con el punto de origen o inserción en la parte más angosta (Fig. A3).

**Obloide:** cuerpo voluminoso de contorno oblado, proporciones de 5:6.

**Oblongo:** de forma rectangular, más larga que ancha según una proporción de 2:1 a 3:2 (Fig. A3).

**Obovado:** de forma ovada, pero con la parte ancha en el ápice (Fig. A3).

**Obovoide:** de forma ovoide, pero con la parte más ancha en el ápice.

**Obpiramidal:** en forma de pirámide invertida.

**Obpiriforme:** en forma de pera invertida.

**Obtriangular:** con forma de triángulo invertido (Fig. A3).

**Ocelado:** patrón de coloración que consiste en una mancha de algún color con otra mancha de un color distinto dentro de ella.

**Ondulado:** con curvas zigzagueantes en forma de ondas.

**Óseo:** de consistencia de hueso.

**Ovoide:** con forma de huevo.

**Papiráceo:** de consistencia de papel.

**Pedúnculo floral:** tallo o eje que sostiene a la inflorescencia o a una flor solitaria.

**Perianto:** envoltura floral, compuesta de antófilos, que rodea los esporófilos; las más de veces consta de cáliz y corola. Envoltura de la flor compuesta de cáliz y corola o tépalos.

**Persistente:** que persiste. Dícese del órgano que permanece inserto después de realizar su misión fisiológica.

**Piloso:** indumento formado por pelos largos, suaves e independientes (Fig. A5).

**Piriforme:** en forma de pera.

**Pisiforme:** con forma de guisante.

**Plano:** llano, sin relieve.

**Pleurograma:** línea en la testa de las semillas.

**Prominente:** que sobresale o se levanta.

**Protuberancia:** prominencia, generalmente de forma redondeada, semejante a un tubérculo.

**Pubérulo:** ligeramente pubescente o con pelitos muy finos, cortos y escasos (Fig. A5).

**Punteada:** superficie con mayor o menor cantidad de puntitos, que pueden ser hoyuelos o grabaduras o bien gotitas de aceites esenciales (Fig. A1).

**Punticulado:** con puntos muy pequeños, apenas perceptibles (Fig. A1).

**Puntiforme:** en forma de punto.

**Pústula:** ampollita, granito o mancha que presentan algunas plantas en la epidermis, semejantes a una postilla.

**Pustulado:** con pústulas.

**Quilla:** cresta o reborde alargado, saliente y agudo.

**Rafe:** línea prominente que se presenta en el borde de algunas semillas.

**Ranura hilar:** estructura especializada en la subfamilia Faboideaea (Fig. A4).

**Redondeado:** forma que tira a redondo. Ápice o base con esta forma (Fig. A2).

**Región hilo-micropilar:** zona delimitada de la semilla donde se ubica el hilo y el micrópilo.

**Reniforme:** con forma o contorno parecido al de un riñón.

**Replo:** falso tabique medio, divisorio y persistente, presente en los frutos, que sostiene a las semillas a ambos lados del mismo.

**Reticulado:** con tabiques o prominencias unidos entre sí formando una red (Fig. A1).

**Reticulado-foveado:** con cavidades pero las separaciones entre ellas forman una red (Fig. A1).

**Reticulado-foveolado:** como reticulado-foveado pero con las cavidades más pequeñas.

**Retináculo:** jaculator, especie de gancho que se encuentra adherido a la semilla en Acanthaceae.

**Revoluto:** bordes arrollados o encorvados sobre el envés o cara externa.

**Rodete:** estructura en forma de anillo, ubicada en el ápice de algunos frutos secos como los aquenios. Corresponde al punto de inserción del perianto.

**Rómbico:** de figura de rombo. Proporciones de sus ejes 2:1 a 3:2 (Fig. A3).

**Romo:** sin punta.

**Rostro:** apéndice alargado y atenuado, situado en el ápice de algunos frutos o estructuras.

**Rugoso:** superficie con prominencias que parecen arrugas contiguas (Fig. A1).

**Ruminado:** superficie con prominencias de contorno irregular que confluyen dejando cavidades irregulares entre sí. De aspecto profundamente agrietado o resquebrajado (Fig. A1).

**Sagitada:** con forma de flecha.

**Sámara:** fruto caracterizado por la presencia de un ala.

**Sección longitudinal:** sección hecha a lo largo del eje principal.

**Sección transversal:** sección que se extiende de un lado a otro. Que cruza en línea perpendicular al eje principal.

**Sedoso:** parecido a la seda.

**Semilla:** el embrión en estado de vida latente o amortiguada, acompañado o no de tejido nutricio y con cubiertas protectoras. Diáspora sexual proveniente de un óvulo.

**Semilustroso:** con brillo tenue.

**Seríceo:** cubierto de pelo fino, generalmente corto y aplicado sobre la superficie del órgano respectivo, que tiene cierto brillo como de seda (Fig. A5).

**Serrado:** hecho a modo de sierra, con dienteillos agudos y próximos (Fig. A2).

**Serrulado:** serrado, pero con los dienteillos diminutos.

**Sinuoso:** que tiene senos, generalmente senos poco profundos. Sinónimo de sinuado.

**Subapical:** abajo o cerca del ápice.

**Sub-:** prefijo que indica inferioridad, tanto en sentido físico como metafórico, atenuando el significado del segundo componente, por ejemplo subcordiforme = casi cordiforme.

**Sumido:** dicese de una estructura que se halla por debajo del nivel. Parte que presenta una concavidad.

**Terete:** cilíndrico.

**Testa:** cubierta externa de la semilla, que puede corresponder o no a la priminia del rudimento seminal.

**Tomentoso:** dicese del órgano que está cubierto de pelos generalmente ramificados, cortos y dispuestos muy densamente, por lo que semejan ser borra. Indumento denso de pelos cortos y entrecruzados (Fig. A5).

**Translúcido:** que deja pasar la luz.

**Transversalmente elíptico:** como elíptico pero con proporciones de sus ejes de 2:3 a 1:2 (Fig. A3).

**Transversalmente linear:** figura plana con el eje más amplio cruzando en medio de la estructura con los márgenes esencialmente paralelos con la proporción de sus ejes de 1:12 o más (Fig. A3).

**Transversalmente oblongo:** como oblongo pero con la proporción de sus ejes de 2:3 a 1:2 (Fig. A3).

**Transversalmente rómbico:** en forma de rombo pero con la proporción de sus ejes de 2:3 a 1:2 (Fig. A3).

**Tridimensional:** cuerpo voluminoso con las tres dimensiones cercanamente equitativas.

**Tuberculado:** superficie con tubérculos o protuberancias.

**Truncada:** cortado de través. Con lados de tendencia convergente que no se juntan por cortarse abruptamente de manera transversal quedando con el ápice plano en vez de agudo u obtuso. Sinónimo de trunco (Fig. A2)

**Utrículo:** fruto monocárpico, seco y dehiscente, que se abre de una manera irregular. Sinónimo: pixidio unilocular.

**Vaina:** fruto por lo general seco, dehiscente y bivalvo, característico de las leguminosas.

**Variegado:** con manchas irregulares de color diferente al de la superficie donde están.

**Velloso:** indumento de pelo suave y flexible como vello (Fig. A5).

**Velutino:** indumento con aspecto de terciopelo, con pelos suaves, cortos y erectos muy próximos entre sí (Fig. A5).

**Venación dicotómica:** tipo de venación en el que las venas comienzan a divergir en dos direcciones distintas.

**Venación paralela:** tipo de venación en el que las venas corren paralelas.

**Venación reticulada:** tipo de venación en el que las venas forman una especie de red.

**Ventral:** opuesto a dorsal.

**Verrucoso:** superficie que se presentan prominencias a modo de verrugas (Fig A1).

**Verruga:** prominencia más o menos redondeada en la superficie de un órgano.

**Vértice:** punto donde concurren los dos lados de un ángulo. Punto donde concurren tres o más planos.

**Vilano:** cáliz modificado en forma de escamas, cerdas o pelos, situados sobre un aquenio.

**Zona hilar:** región donde se ubica el hilo, generalmente de aspecto distinto al resto de la semilla.



**Fig. A6.** Tabla de colores. (1) amarillo brillante, (2) amarillo verdoso brillante, (3) amarillo pálido, (4) verde pálido, (5) verde amarillento pálido, (6) verde amarillento brillante, (7) verde amarillento intermedio, (8) verde, (9) verde azulado, (10) verde grisáceo brillante, (11) gris oliva, (12) oliva, (13) verde oliva, (14) café oliva, (15) amarillo huevo, (16) amarillo huevo oscuro, (17) café claro, (18) ante medio, (19) café ante, (20) amarillo anaranjado pálido, (21) amarillo anaranjado brillante, (22) naranja, (23) café naranja, (24) café pálido, (25) café brillante, (26) café nuez brillante, (27) café nuez, (28) café nuez grisáceo, (29) henna, (30) café rojizo, (31) café rojizo, (32) café, (33) café oscuro, (34) café púrpura, (35) café púrpura oscuro, (36) café negruzco, (37) negro, (38) gris pálido, (39) gris lila, (40) henna. Tomada de Berggren (1969).