



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA

TÍTULO DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

**Colección y caracterización morfológica de semillas y embriones de especies
distribuidas en la provincia del Guayas. 2016**

TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTOR: Armas Báez, Luís Fernando

DIRECTOR: Romero Saritama, José Miguel, Ph. D.

CENTRO UNIVERSITARIO GUAYAQUIL

2016



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NC-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2017

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ph. D. José Miguel Romero Saritama

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo titulación: Colección y caracterización morfológica de semillas y embriones de especies distribuidas en la provincia del Guayas realizado por Armas Báez, Luís Fernando ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, diciembre de 2016.

(f) Ph.D. José Miguel Romero-Saritama

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo Armas Báez Luís Fernando declaro ser autor del presente trabajo de titulación: Colección y caracterización morfológica de semillas y embriones de especies distribuidas en la provincia del Guayas, de la Titulación de Gestión Ambiental, siendo Ph. D. José Miguel Romero-Saritama director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

(f): Autor: Armas Báez Luís Fernando

Cédula: 1002673588

DEDICATORIA

A los jóvenes estudiantes que puedan apoyarse en la presente tesis para poder desarrollar trabajos de su propio interés y en bien de la sociedad.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre por su fortaleza, a mi padre por su paciencia, a mi esposa por estar ahí en cada momento y a mi hijo por inspirarme siempre.

Al Ing. José Miguel Romero por su sabiduría, enseñanza, orientación y disposición para la culminación exitosa de esta tesis y finalmente al Ing. David Sansón por su valiosa guía técnica durante el desarrollo del presente trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA	Error! Bookmark not defined.
CERTIFICACION	Error! Bookmark not defined.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	viii
RESUMEN EJECUTIVO	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	5
1.1 Características de los bosques secos en el Ecuador.	6
1.2 La semilla y su estructura.	7
1.2.1 Morfología interna de las semillas.	8
1.2.2 La morfología externa de las semillas.	9
1.3 Variación e importancia de los caracteres morfológicos en las semillas.	9
CAPÍTULO II	12
MATERIALES Y MÉTODOS	12
2.1 Descripción del Área de Estudio.	13
2.2 Metodología	13
2.2.1 Selección de Especies.	13
2.2.2 Obtención del material.	14
2.2.3 Identificación de caracteres externos.	14
2.2.4 Identificación de los caracteres Internos.	15
2.2.5 Análisis estadísticos.	15
2.2.6 Asociación del tamaño de las semillas.	15
CAPÍTULO III	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
3.1 Rasgos morfológicos cuantitativos.	17
3.2 Rasgos morfológicos cualitativos.	18
3.3 Asociación Morfológica de especies.	20
DISCUSIÓN	22
CONCLUSIONES	26
RECOMENDACIONES	27
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
ANEXOS	32

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 NOMBRES CIENTÍFICOS Y COMUNES DE LAS ESPECIES DE SEMILLAS ESTUDIADAS.....	13
TABLA 2 CARACTERES MORFOLÓGICOS EXTERNOS EVALUADOS EN LAS SEMILLAS. ...	14
TABLA 3 CARACTERES INTERNOS EN ESTUDIO.	15
TABLA 4 CARACTERES CUANTITATIVOS DE LAS SEMILLAS DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS.....	17
TABLA 5 CARACTERES CUANTITATIVOS DE LOS EMBRIONES DE LAS SEMILLAS DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS.	18
TABLA 6 CARACTERES MORFOLÓGICOS CUALITATIVOS DE LAS SEMILLAS DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS.	19

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	220
-----------------	-----

RESUMEN EJECUTIVO

El estudio tuvo como objetivo aportar con información sobre la caracterización morfológica de semillas de 10 especies de plantas pertenecientes a seis familias de un bosque tropical seco en la provincia del Guayas. El largo de las semillas presentó una media de $13,34 \pm 5,8$ mm y el ancho medio fue de $6,84 \pm 3,05$ mm. La masa presentó un promedio de $1,08 \text{ g} \pm 1,84$ y el volumen varió desde $19,21 \text{ mm}^3$ a $1288,08 \text{ mm}^3$. La mayoría de las especies se caracterizaron por tener semillas ovoides y con endospermo en 9 de las 10. La textura presentó como tendencia semillas con testas duras y semi-duras en el 70 % de los casos y en el color de la testa predominaron los tonos oscuros. La forma de los embriones predominantes fue la lineal en el 40% de las especies y la doblada en el 30 %. En los cotiledones predominaron las formas elípticas y coloración clara. El agrupamiento de las semillas se efectuó en dos conjuntos: aquellas semillas con largos superiores a los 15 mm y con un largo inferior a esta medida.

Palabras claves: Árboles; caracterización morfológica; embriones; semillas.

ABSTRACT

The study aimed to provide information on the morphological characterization of seeds of 10 plant species belonging to six families of a dry tropical forest in the province of Guayas. The seed length had a mean of 13.34 ± 5.8 mm and the mean width was 6.84 ± 3.05 mm. The mass presented a mean of $1.08 \text{ g} \pm 1.84$ and the volume varied from 19.21 mm³ to 1288.08 mm³. Most of the species were characterized by having ovoid seeds and endosperm in 9 out of 10. The texture showed as a tendency seeds with hard and semi-hard brows in 70% of the cases and the color of the forehead predominated the tones Dark. The predominant form of the embryos was the linear one in 40% of the species and the one in the 30%. In the cotyledons elliptical forms predominated and clear coloration. The seed grouping was carried out in two sets: those seeds with lengths greater than 15 mm and with a length below this measure.

Keywords: embryos; morphological characterization; seeds; trees.

INTRODUCCIÓN

El Ecuador se considera como un país megadiverso por la alta presencia de especies y ecosistemas por ello “orienta sus esfuerzos a la preservación, protección y manejo sustentable de sus recursos naturales con enfoque social, ambiental y económico” (Sub-Sector Bosques Nativos en el Ecuador, 2007, pág. 3). Lamentablemente, Ecuador también posee una de las tasas más altas de deforestación en Sudamérica por lo que según la última estimación realizada por el Ministerio del Ambiente para el Programa “Socio Bosque” (2011), “el Ecuador pierde un promedio de 61 800 ha por año, tasa aun considerablemente alta” (p.2) siendo urgente generar y aplicar mecanismos de conservación de nuestros bosques. Una de las estrategias para salvaguardar los recursos forestales es la conservación ex situ (es decir fuera de su hábitat natural). No obstante, para realizar este proceso es importante contar con información sobre la ecología, fisiología y morfología de semillas (Romero-Saritama, 2016).

Si bien, muchos estudios sobre las semillas ya han sido desarrollados en otras latitudes, lo cierto es que, en países tropicales los estudios son escasos, especialmente en morfología (Romero-Saritama, 2015).

Estudios sobre características de las semillas como color, forma y textura han podido determinar que es posible inferir sobre esas características los usos potenciales de las especies ya que según Vazquez-Yanez, Orozcos, Rojas, Sánchez, & Cervantes (1997) “históricamente, los parámetros morfológicos se han usado como estimadores de calidad de la planta simplemente porque son fácilmente medibles, aunque no hay que obviar que no son los únicos, ni probablemente los más importantes, pero se puede decir que la morfología es un importante estimador de la supervivencia y el crecimiento de las especies y brinda información de interés para el normal desarrollo de las plantas”(p. 23). Sin embargo, los parámetros morfológicos han sido utilizados en el campo de la taxonomía y la sistemática, debido a que los caracteres morfológicos tienen alta capacidad de diagnosis, lo cual permite hacer determinaciones tempranas y seguras de las estructuras adultas de la especie. (Parra, 1984)

Durante un tiempo prolongado se han realizado estudios sobre las semillas y hoy existen importantes volúmenes de saberes que explican la fisiología y la genética de las mismas; sin embargo, los estudios sobre sus caracteres morfológicos han sido poco estudiados en zonas tropicales, más aún en especies nativas o endémicas (Romero-Saritama, 2015). No

obstante, actualmente el interés científico va haciendo énfasis en la necesidad de saber cada vez más sobre los primeros estadios del desarrollo de las especies boscosas y es por ello que a partir de estas consideraciones se identifica el siguiente problema para la presente tesis:

¿Qué características morfológicas presentan las semillas de las especies forestales existentes en los bosques secos del Cantón Milagro de la provincia del Guayas?

Basados en esa inquietud la presente tesis tiene como fin proporcionar información morfológica de semillas de importancia para todos los programas de reforestación que se lleven a cabo en los próximos años, pues en el país existen cerca de 3 millones de hectáreas que son susceptibles de ser reforestadas (COMAFORS, 2015).

OBJETIVO GENERAL

- Conocer aspectos morfológicos de semillas de 10 especies forestales distribuidas en el Cantón Milagro de la provincia del Guayas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir la estructura interna y externa de semillas de 10 especies forestales existentes en el Cantón Milagro de la provincia del Guayas.
- Comparar parámetros morfológicos de semillas entre las especies en estudio.

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

1.1 Características de los bosques secos en el Ecuador.

Los bosques secos constituyen parte del medio ambiente tropical, se encuentran y forman parte del 42 % de los bosques tropicales (Chaturvedi, Raghubanshi, & Singh, 2011); ellos componen colectividades de árboles que se desarrollan en climas calurosos con estaciones de lluvias y de sequía que se alternan a lo largo de cada año. Esta estacionalidad de los bosques secos incide sobre la estructura de la vegetación (Gritti & al., 2010), afectando los estándares de producción, germinación y supervivencia de las semillas así como el desenvolvimiento de las plantas, por tales razones, la etapa de desarrollo propicia en zonas áridas normalmente se limita a la escasa época de precipitaciones cuando se ponen de manifiesto las condiciones propicias para que las semillas broten y se establezcan las plántulas (Donohue, Rubio de Casas, Burghardt, Kovach, & Willis, 2010; Metz & al., 2010 citado en Romero-Saritama 2015).

En el Ecuador se encuentran bosques secos a lo largo de la costa o litoral, en particular hacia el Sur y en valles interandinos de la Sierra ubicados desde 1 000 - 2 600 m.s.n.m. (Sánchez, Kvist, & Aguirre, 2006). Su origen se atribuye a la presencia de la corriente de Humboldt y a la Cordillera de los Andes, que no permite el paso de la humedad de la Amazonía, de ahí que la gran mayoría de este ecosistema se encuentre en la Costa (Aguñaga, 2012).

Según expresa Aguiñaga (2012):

Los factores climáticos y edáficos son los responsables de generar características especiales que los diferencia de otros ecosistemas. Forman parte de la región Tumbesina reconocida por el alto nivel de endemismo, lo cual requiere desarrollar estrategias para un manejo sostenible de los mismos. (p. 5)

Los bosques secos se caracterizan también por una alta diversidad biológica y por poseer una flora endémica considerable al compararla con la no originaria. Los que se encuentran en el centro y sur del occidente del país se corresponden a las regiones de las provincias de Imbabura, Esmeraldas, Manabí, Guayas, El Oro y Loja y clasifican entre los ecosistemas más importantes. Los bosques secos son ecosistemas frágiles y presionados, la población humana asentada vive y desarrolla sus actividades productivas en sus territorios, aprovechando sus productos forestales maderables y no maderables (Aguirre, 2012).

Originalmente cerca del 35 % (28 000 km²) del Ecuador occidental estaba cubierto por bosques secos. Se estima que el 50 % habría desaparecido (Sierra et al. 1999). Son formaciones vegetales donde más del 75 % de sus especies vegetales pierden estacionalmente sus hojas. Esto no implica, sin embargo, que se produzca un auténtico periodo de descanso, ya que muchas especies florecen en esa época (Aguirre, 2012).

Sobre este mismo asunto Salas (2012) expone que con el desarrollo histórico de actividades agrícolas, ganaderas y productivas, los bosques han reducido sustancialmente su superficie. El nivel de afectación ha mermado la funcionalidad de estos ecosistemas que han perdido especies y flora representativas.

Las poblaciones de plantas se caracterizan por ser de menor tamaño y en un número importante de especies las hojas se pierden (árboles caducifolios) aunque algunas especies permanecen con su follaje todo el tiempo. En la época de sequía los arbustos y las hierbas escasean y algunas prácticamente desaparecen. Al ubicarse a los lados de la línea ecuatorial el nivel de la evaporación es superior al de las precipitaciones por lo que las posibilidades de sobrevivencia de las especies está dada por el nivel de resistencia a dichas condiciones ambientales y de escasez de agua (Mendoza & Kvist, 2005).

Las comunidades vegetales de los bosques tropicales poseen una gran diversidad de rasgos morfológicos que forman parte de la historia de vida de las plantas (Andrew, Hart, Jung, Hemmings, & Terblanche, 2013). La variación encontrada en cada uno de los componentes de las especies incluyendo frutos y semillas, posiblemente sea una respuesta al ambiente donde evolucionaron (Westoby, Falster, Moles, Vesk, & Wrigh, 2002).

1.2 La semilla y su estructura.

La semilla es un elemento esencial en la reproducción de los vegetales. También, muchas de ellas, sirven de alimentos a un sinnúmero de especies animales incluyendo al propio hombre lo que eleva su importancia a límites insospechados y del cual se deriva su trascendencia en el momento de proyectar la vida futura y la subsistencia del planeta (Vazquez-Yanez & al., 1997).

¿Cuál es la estructura de las semillas que las convierten en un elemento reproductivo complejo de las plantas superiores?

Las semillas son el resultado de la fecundación entre el grano de polen y el óvulo. Luego de este proceso se forma el embrión que constituye el elemento esencial de su estructura interna pues de él se originan la raíz, las hojas y el tallo del nuevo individuo, y, por su parte, las envolturas externas producirán la cubierta que formarán su morfología externa. Las células del tejido central en algunos casos conformarán el endospermo, que contienen las reservas que se utilizarán en la primera fase del desarrollo del nuevo individuo. En otro tipo de semillas el endospermo no se produce y, por tanto, es el embrión el que almacena las reservas, casi siempre en los cotiledones o en las hojas embrionarias, que pueden llenar todo el interior de una (Vazquez-Yanez & al., 1997).

1.2.1 Morfología interna de las semillas.

El embrión está formado por la radícula, el hipocótilo que es el corto eje caulinar, los cotiledones que son las primeras hojas y la plúmula o gémula que es el ápice caulinar y a veces algunos primordios foliares (González, 2013).

En el proceso de la germinación las diferentes partes del embrión muestran funciones propias que se resumen en:

Radícula, da origen a la raíz primaria. Su duración es efímera en las plantas que presentan un solo cotiledón y generalmente desarrollan raíces adventicias, mientras en Gimnospermas y dicotiledóneas origina la raíz principal que dura toda la vida de la planta (González, 2013).

Hipocótilo, su crecimiento es importante en la germinación el o los cotiledones se elevan sobre la superficie del suelo por lo que expuestos a la luz se convierten en los órganos iniciales que realizan la función fotosintética (González, 2013).

Cotiledones, su conducta varía en dependencia a si las semillas poseen las sustancias de reserva acumuladas en ellos mismos o estas se encuentran almacenadas en el endospermo (González, 2013).

Plúmula, da origen al epicótilo o fracción del vástago que se encuentra por encima de los cotiledones (González, 2013).

1.2.2 La morfología externa de las semillas.

En la estructura externa de las semillas se identifican varias partes:

La Testa, que es la cubierta o envoltura de la semilla, que la protege y mantiene su durabilidad (EcuRed, 2016).

El Hilum, es el punto de unión con la semilla y el ovario, éste se muestra parecido a una cicatriz (EcuRed, 2016).

El Micrópilo, es un orificio puntiforme, en ocasiones de tamaño casi microscópico. A través de él la radícula surge de la semilla durante la germinación, pues su permeabilidad al agua es mayor en esta zona (EcuRed, 2016).

1.3 Variación e importancia de los caracteres morfológicos en las semillas.

Las semillas constituyen uno de los principales recursos para la reforestación, la conservación del germoplasma y para la recuperación de variedades de gran valor que han sido excesivamente explotadas (Vazquez-Yanez & al., 1997). Partiendo de esta conceptualización ellas presentan características esenciales en su morfología que posibilitan su subsistencia en condiciones naturales, las que el hombre puede aprovechar para hacerlas mucho más útiles a su servicio.

Debido a tres causas esenciales los rasgos de las semillas varían, ellas son: la familia a la que pertenece la especie, el tipo de revestimiento exterior y la forma y tamaño que adoptan. En familias extendidas la variación es mayor ya que se encuentran sometidas a intensas presiones de adaptación pudiéndose encontrar diferencias sustanciales entre individuos de una misma familia (EcuRed, 2016).

Las familias de plantas agrupan a las especies por su órgano sexual: la flor y el fruto sin tener en consideración su apariencia, por más que en su fenotipo tengan similitud (ECOagricultor, 2013).

El tegumento externo (testa) varía, por su grado de endurecimiento, desde los más duros e impermeables al agua o a los gases hasta aquellas que son membranosas. Las ventajas que le aportan a las semillas dependen de las condiciones del medio ambiente en que se desenvuelve (Moreno P. , 1996).

En las tierras boscosas la cubierta seminal se va convirtiendo en filtrable por la acción de los elementos de la intemperie, por la acción de los microorganismos y por los cambios de temperaturas que inducen el proceso germinativo poco a poco. En los bosques tropicales secos este elemento de latencia pasiva pudiera tener su origen como una respuesta de perseverancia de las semillas a las condiciones negativas de desarrollo (Vazquez-Yanez & al., 1997).

Por su parte, las formas variadas que presentan las semillas están relacionadas con la manera en que se dispersan en el ambiente pues se ha constatado que existen formas que se vinculan con los mecanismos particulares utilizados para la dispersión. El caso más típico es el de aquellas que tienen formas esféricas u ovals que son tragadas muy fácilmente por los animales y posteriormente son llevadas hacia otros lugares o zonas. Otras se dispersan a través de las corrientes de agua y para flotar en esta incrementan su volumen para que no aumente su peso. las que son llevadas por el viento pueden presentar alas lo cual les proporciona una mayor posibilidad de ser trasladadas de un lugar a otro (Dalling, 2002, pág. 351).

Relacionado con el tamaño de las semillas comúnmente es posible observar diferentes dimensiones, esta variabilidad puede estar fundamentada por variadas razones entre las cuales están las formas de crecimiento, las necesidades regenerativas de las plantas y las condiciones ecológicas, entre otras (Dalling, 2002). El tamaño puede variar de manera extraordinaria de una especie a otra, esta característica de las semillas hace posible detectar toda la información sobre la construcción de su cuerpo, además de facilitar la caracterización y relacionar los diversos grupos taxonómicos (Trujillo, 1990).

Hoy se conoce que el principal elemento que determina el tamaño de las semillas es el origen filogenético de cada una de las especies, de aquí a que Leishman, Wright, Moles, & Westoby (2000) refirieran que este es considerado un factor importante en la ecología de la especie, que puede influir sobre la velocidad de germinación (Bockus & Shroyer, 1996) y en una serie de atributos de la plántula, particularmente el tamaño (Landford & Baker, 1986). Todo ello fue posteriormente ratificado por Dalling (2002).

Otro aspecto de importancia en la caracterización de las semillas es la cantidad que produce una planta, pues se presenta una amplia variabilidad en cuanto a formas y tamaños. Plantas como la Ceiba, abundante en el trópico, produce grandes cantidades de semillas anualmente. En cambio, árboles de otras especies producen menor volumen de semillas anualmente. (Vazquez-Yanez & al., 1997). Es de interés destacar que la cantidad

de semillas que se producen por una planta en el período de un año puede ser muy variable con respecto a otro período anual, lo cual pudiera ser una respuesta de los individuos a la existencia de condiciones no favorables en el momento de la fructificación. Esta posibilidad le permite a la planta hacer un uso eficaz de los recursos disponibles para ese proceso pues cuando estos son limitados las mismas sacrifican, en primer lugar, el número de semillas a producir y no el tamaño de ellas. Entre los factores que modifican las cantidades de simientes se encuentran el fuerza de la planta, el número de flores formadas, la eficacia de la polinización, las condiciones fisiológicas y el medio ambiente existente durante su proceso de formación (Vazquez-Yanez & al., 1997).

Otro componente de la caracterización morfológica de las semillas está referido a su color. Cada especie se identifica por este aspecto correspondiente a su fenotipo y aunque en la literatura especializada no se profundiza lo suficiente en las ventajas agronómicas del mismo no caben dudas de que es necesario tenerlo en consideración para la precisión de la pertenencia de los individuos a cada especie y de ahí su importancia.

Hasta aquí, se ha hecho referencia a los aspectos externos de las semillas, sin embargo, para la caracterización de su morfología se tienen también en consideración sus componentes internos.

Para el estudio de la morfología interna de las semillas llevadas a efectos en este trabajo se detallan caracteres como son el largo, ancho, grosor de las semillas, y también la forma y tamaño de los embriones y el aspecto de los mismos. Los elementos aquí expresados adquieren importancia vital pues, al respecto, Boelcke (1981) argumentó que la caracterización morfológica constituye una herramienta indispensable, que aporta información taxonómica significativa al incorporar los caracteres morfológicos externos e internos en semillas en sus estudios científicos. Estas características permiten establecer relaciones de órdenes adaptativo-ecológicas y fisiológicas que las hacen similares y diferentes entre familias y especies.

CAPÍTULO II
MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Descripción del Área de Estudio.

El trabajo de campo se desarrolló en un bosque seco del Cantón Milagro en la Universidad Agraria del Ecuador. El mismo se encuentra ubicado en la latitud -2,16667 y la longitud -79,6. Sus condiciones meteorológicas son: “precipitaciones 1 298,3 mm anual; temperatura media anual de 25,2°C; temperatura máxima media de 29,8°C; temperatura mínima media de 21,0°C; temperatura máxima media de 32,7°C; temperatura mínima media de 19,0°C; humedad relativa del 80%; Heliofanía anual de 1036,5 horas; evaporación anual de 1309,7 mm; nubosidad de 7/8 y el viento predominante es de SW. La altura sobre el nivel del mar varía de 12.0 a 16.0 m.s.n.m. (Universidad Agraria del Ecuador, 1996).

2.2 Metodología

2.2.1 Selección de Especies.

Se seleccionaron 10 especies de importancia forestal de la provincia del Guayas. Tres especies pertenecen a la familia Fabaceae, dos especies a la familia Meliaceae, dos pertenecen a la familia Polygonaceae y una especie a las familias Malvaceae, Verbenaceae y Anacardaceae (Tabla 1), las mismas fueron ubicadas geográficamente mediante la utilización de GPS, ésta selección se realizó tomando en consideración el estado fenológico de las mismas en el sector.

La descripción taxonómica de las especies estudiadas fue realizada sobre la base del sistema de clasificación de Angiosperm Phylogeny Group (APG, 1998) y los nombres comunes en Ecuador fueron tomados de Aguirre (2012) y De la Torre (2008).

Tabla 1 Nombres científicos y comunes de las especies de semillas estudiadas.

Especies	Familias	Nombre común
<i>Spondias purpurea</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Ciruela colorada
<i>Delonix regia</i>	<i>Fabaceae</i>	Flamboyán
<i>Albizia guachapele</i>	<i>Fabaceae</i>	Guachapeli
<i>Centrolobium ochroxylum</i>	<i>Fabaceae</i>	Amarillo de Guayaquil
<i>Ceiba pentandra</i>	<i>Malvaceae</i>	Ceiba
<i>Azadirachta indica</i>	<i>Meliaceae</i>	Nim, Neen
<i>Swietenia macrophylla</i>	<i>Meliaceae</i>	Caoba

<i>Triplaris cumingiana</i>	<i>Polygonaceae</i>	Fernán Sánchez
<i>Coccoloba uvifera</i>	<i>Polygonaceae</i>	Coccoloba
<i>Vitex gigantea</i>	<i>Verbenaceae</i>	Pechiche

Fuente: Autor de tesis

2.2.2 Obtención del material.

Una vez identificadas las especies se procedió a coleccionar las semillas de acuerdo a los protocolos establecidos por el banco de germoplasma UTPL, por cada especie se recolectaron 2000 semillas de 10 individuos. Por la altura de las especies las mismas fueron recogidas del suelo del bosque el cual fue previamente desprovisto de vegetación ajena y de otros residuos incluidos los frutos viejos o caídos prematuramente.

Las semillas recogidas fueron las que habían caído de manera natural teniendo en consideración que no estuvieran dañadas, infestadas por insectos o que fueran simientes de fructificaciones de años anteriores, además, que presentaran la coloración típica de cada una de las especies en estudio, todas fueron colocadas en fundas de nylon para su remisión al laboratorio.

2.2.3 Identificación de caracteres externos.

Se seleccionaron 50 semillas al azar de las 2000 coleccionadas por cada especie y se determinaron los caracteres contemplados en la tabla 2. El tamaño (largo ancho y grosor) de las semillas se midió utilizando un calibre Vernier. La masa de cada una de las semillas se determinó mediante una balanza analítica de cinco dígitos. Mientras que para caracteres cualitativos se usó la nomenclatura de Moreno (1984).

Tabla 2 Caracteres morfológicos externos evaluados en las semillas.

Carácter morfológico	Tipo de carácter
Tamaño de las semillas (largo, ancho y grosor en mm)	Cuantitativo
Masa de la semilla (g)	Cuantitativo
Formas de las semillas	Cualitativo
Color de las semillas	Cualitativo
Textura de la testa	Cualitativo

Según Moreno (1984)

2.2.4 Identificación de los caracteres Internos.

Los caracteres internos de las semillas se determinaron en base al embrión, cotiledones y endospermo. La morfología, tipo y disposición de los embriones se determinaron en base a la nomenclatura de Martín (1946) el cual hizo una clasificación basada en la posición, el tamaño y la forma del embrión.

Para la obtención del embrión se realizó la remoción manual de la testa. El embrión de la semilla pasó por un proceso de observación microscópica y mediante una rejilla milimétrica se obtuvo el tamaño de la radícula y del cotiledón. Para determinar estos caracteres morfológicos y sus partes correspondientes se realizaron tres cortes en la semilla: uno longitudinal, uno transversal y uno sagital.

La tabla 3 muestra los caracteres internos en estudio.

Tabla 3 Caracteres internos en estudio.

Carácter morfológico	Tipo de carácter
Dimensiones de los embriones (largo, ancho, grosor y peso)	Cuantitativo
Morfología, tipo y disposición de los embriones*	Cualitativo
Tipo y forma de los cotiledones	Cualitativo
Presencia o ausencia del endospermo	Cualitativo

Fuente: Autor de Tesis. *Según Martín (1946)

2.2.5 Análisis estadísticos.

Se realizaron análisis descriptivos para cada uno de los caracteres cuantitativos y se calcularon los valores de la media, el rango, la varianza y la desviación estándar.

2.2.6 Asociación del tamaño de las semillas.

Para determinar la asociación morfológica de las especies, nos basamos en el tamaño de las semillas y se realizó un análisis de agrupación jerárquica usando el método de agrupación completa con distancia euclidiana en el programa R.

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Rasgos morfológicos cuantitativos.

Según los análisis obtenidos se observaron semillas desde 5,3 mm (como el caso de la *Ceiba pentandra*) hasta de 24 mm de largo (*Centrolobium ochroxylum*) obteniendo 13,34 $\pm$ 5,8 mm como promedio general. (Tabla 4). Mientras que el ancho medio de las semillas correspondió a 6,84 $\pm$ 3,05 mm variando entre 2,31 mm en *Ceiba pentandra* hasta 12,01 mm en la *Swietenia macrophylla* que fueron las más anchas.

Tabla 4 Caracteres cuantitativos de las semillas de las especies estudiadas.

Especies	Largo (mm) Promedio $\pm$ DE	Ancho (mm) Promedio $\pm$ DE	Grosor (mm) Promedio $\pm$ DE	Peso (g) Promedio $\pm$ DE
<i>Spondias purpurea</i>	12,26 $\pm$ 0,41	9,24 $\pm$ 0,13	3,38 $\pm$ 0,09	2,1 $\pm$ 0,19
<i>Delonix regia</i>	17,16 $\pm$ 1,37	5,54 $\pm$ 0,22	3,55 $\pm$ 0,16	0,62 $\pm$ 0,02
<i>Albizia guachapele</i>	8,77 $\pm$ 0,14	3,79 $\pm$ 0,17	1,0 $\pm$ 0,0	0,03 $\pm$ 0,00
<i>Centrolobium ochroxylum</i>	24,00 $\pm$ 3,53	7,90 $\pm$ 1,23	3,06 $\pm$ 0,73	6,01 $\pm$ 0,4
<i>Ceiba pentandra</i>	5,29 $\pm$ 0,94	2,31 $\pm$ 0,24	1,60 $\pm$ 0,21	0,03 $\pm$ 0,00
<i>Azadirachta indica</i>	13,38 $\pm$ 0,17	9,08 $\pm$ 0,16	5,18 $\pm$ 0,13	0,2 $\pm$ 0,01
<i>Swietenia macrophylla</i>	17,64 $\pm$ 0,38	12,01 $\pm$ 2,21	6,08 $\pm$ 0,05	0,7 $\pm$ 0,14
<i>Triplaris cumingiana</i>	9,61 $\pm$ 0,18	4,80 $\pm$ 0,17	5,80 $\pm$ 0,11	0,027 $\pm$ 0,01
<i>Coccoloba uvifera</i>	9,20 $\pm$ 0,81	5,17 $\pm$ 0,18	4,14 $\pm$ 0,22	0,7 $\pm$ 0,01
<i>Vitex gigantea</i>	15,47 $\pm$ 1,25	10,26 $\pm$ 0,09	7,74 $\pm$ 0,14	1,45 $\pm$ 0,00

Fuente: Autor de tesis.

Dentro de cada especie, la variabilidad más sobresaliente en el largo y el ancho de las semillas se presentaron en el *Centrolobium ochroxylum* donde las desviaciones estándares respectivas fueron más amplias. En las de *Delonix regia* y *Vitex gigantea* esta alta variabilidad se presentó solamente en el largo.

El volumen obtenido de cada especie fue otro rasgo que presentó alta variabilidad con valores desde 19,21 mm³ en la *Ceiba pentandra* a 1 288 mm³ en la *Swietenia macrophylla*. La masa de las semillas presentó un promedio de 1,08 g $\pm$ 1,84. El menor peso se encontró en la especie *Triplaris cumingiana* con 0,027 g y el mayor fue encontrado en el *Centrolobium ochroxylum* con 6,01 g.

En cuanto al largo de los embriones este se situó en 5,69 $\pm$ 1,81 mm. Las semillas de *Albizia guachapele* presentaron los embriones más pequeños mientras que *Centrolobium ochroxylum* presentó los más grandes, alcanzando un tamaño medio de 8,7 mm de largo. (Tabla 5). En cambio el ancho promedio de los embriones de las semillas de las 10 especies fue de 2,97 $\pm$ 0,77 mm variando desde 0,27 mm en *Albizia guachapele* a 4,3 mm en *Swietenia macrophylla*. Relacionado con el grosor se obtuvo un promedio de 2,01 $\pm$ 0,96 mm

presentándose las variaciones entre 0,19 mm en *Albizia guachapele* hasta mayores de 2,7 mm como en los casos de *Delonix regia*, *Azadirachta indica*, *Centrolobium ochroxylum* y *Triplaris cumingiana*.

Tabla 5 Caracteres cuantitativos de los embriones de las semillas de las especies estudiadas.

Especies	Largo (mm) Promedio $\pm$ DE	Ancho (mm) Promedio $\pm$ DE	Grosor (mm) Promedio $\pm$ DE
<i>Spondias purpurea</i> L.	5,4 $\pm$ 0,14	2,2 $\pm$ 0,09	1,1 $\pm$ 0,10
<i>Delonix regia</i>	6,1 $\pm$ 0,11	3,6 $\pm$ 0,29	2,7 $\pm$ 0,24
<i>Albizia guachapele</i>	1,6 $\pm$ 0,10	0,27 $\pm$ 0,01	0,19 $\pm$ 0,00
<i>Centrolobium ochroxylum</i>	8,7 $\pm$ 0,14	4,2 $\pm$ 0,15	2,7 $\pm$ 0,15
<i>Ceiba pentandra</i>	4,6 $\pm$ 1,98	2,24 $\pm$ 0,24	1,26 $\pm$ 0,25
<i>Azadirachta indica</i>	6,5 $\pm$ 0,11	3,7 $\pm$ 0,16	2,7 $\pm$ 0,17
<i>Swietenia macrophylla</i>	7,7 $\pm$ 0,11	4,3 $\pm$ 0,12	1,8 $\pm$ 0,11
<i>Triplaris cumingiana</i>	5,4 $\pm$ 0,15	3,1 $\pm$ 0,25	2,7 $\pm$ 0,15
<i>Coccoloba uvifera</i>	4,9 $\pm$ 0,25	2,8 $\pm$ 0,17	2,1 $\pm$ 0,28
<i>Vitex gigantea</i>	5,9 $\pm$ 0,17	3,1 $\pm$ 0,15	1,8 $\pm$ 0,17

Fuente: Autor de tesis.

La variabilidad hacia el interior de cada especie en las dimensiones de largo y ancho se mantuvieron en rangos estrechos con excepción de la especie *Ceiba pentandra* que presentó los mayores valores.

En relación al volumen de los embriones estos alcanzaron un promedio de 39,85 mm³ siendo los más pequeños los de *Albizia guachapele* con 0,082 mm³ y los más grandes fueron los de la *Centrolobium ochroxylum* con 98,65 mm³. Aquí se aprecia también una alta variabilidad.

En 3 de las 4 especies estudiadas que presentaron los tamaños mayores (8,7; 7,7 y 6,1 mm) sus embriones fueron a su vez los que mostraron las semillas más grandes (*Swietenia macrophylla*, *Centrolobium ochroxylum* y *Delonix regia*). En el caso de los embriones más pequeños las especies *Ceiba pentandra* y *Albizia guachapele* exhibieron también las semillas más pequeñas.

3.2 Rasgos morfológicos cualitativos.

La mayoría de las especies se caracterizaron por tener semillas ovoides y con endospermo en 9 de las 10, solamente no se observó en la *Delonix regia* aunque en *Spondias purpurea* y *Albizia guachapele* se presentan muy escasos, por lo que en estas

especies el endospermo no se constituiría en barrera para el crecimiento del embrión como sucede en otras especies (Baskin & Baskin, 2005; Yan, Duermeyer, & Nambara, 2014).

Por otra parte, con respecto a la textura de la testa la tendencia de las especies estudiadas es producir semillas con testas duras y semi-duras en el 70% de los casos. (Tabla 6)

En cuanto a los colores predominaron los tonos oscuros en el 80% de las especies, sólo las semillas de *Albizia guachapele* y *Spondias purpurea* mostraron tonalidades claras.

En las semillas se encontraron solamente cinco tipos de embriones (lineal, invertido, doblado, capitado y plegado) de los 12 clasificados por Martin (1946) aunque existe predominio de los lineales con cuatro especies (*Spondias purpurea*, *Albizia guachapele*, *Azadirachta indica* y *Swietenia macrophylla*) y los doblados con 3 (*Centrolobium ochroxylum*, *Triplaris cumingiana* y *Coccoloba uvifera*).

También en los cotiledones predominaron aquellos que presentaban formas elípticas y curvadas y la mayoría presentaron coloración clara.

Tabla 6 Caracteres morfológicos cualitativos de las semillas de las especies estudiadas.

Especie	Forma de la semilla	Color y dureza de la testa	Tipo de embrión	Cotiledones	Presencia de endospermo
<i>Spondias purpurea</i>	Oblonga-lanceolada, comprimida lateralmente	Castaño-amarillo y consistencia fibrosa	Lineal	Forma elíptica-alargada y de color café	Se aprecia (aunque más bien reducido)
<i>Delonix regia</i>	Elíptica con superficie estriada	Café oscuro y consistencia dura	Invertido	Forma curva de color amarillo	No se aprecia
<i>Albizia guachapele</i>	Elíptica y aplanada	Blancuzco y consistencia semi-dura	Lineal	Forma elíptica y de color amarillo	Se aprecia (aunque más bien reducido)
<i>Centrolobium ochroxylum</i>	Alargada en forma de almendras	Café y consistencia blanda	Doblado	Forma alargada-redondeada de color blanco	Se aprecia
<i>Ceiba pentandra</i>	Globosa o redondeada	Café claro y consistencia blanda	Plegado	Forma ovalada, contortuplicados, de color verde	Se aprecia
<i>Azadirachta indica</i>	Elongada	Castaño y consistencia dura	Lineal	Forma elíptica y color rojizo	Se aprecia
<i>Swietenia macrophylla</i>	Alargadas y comprimidas con una	Marrón y consistencia dura	Lineal	Forma elíptica y color blanco	Se aprecia

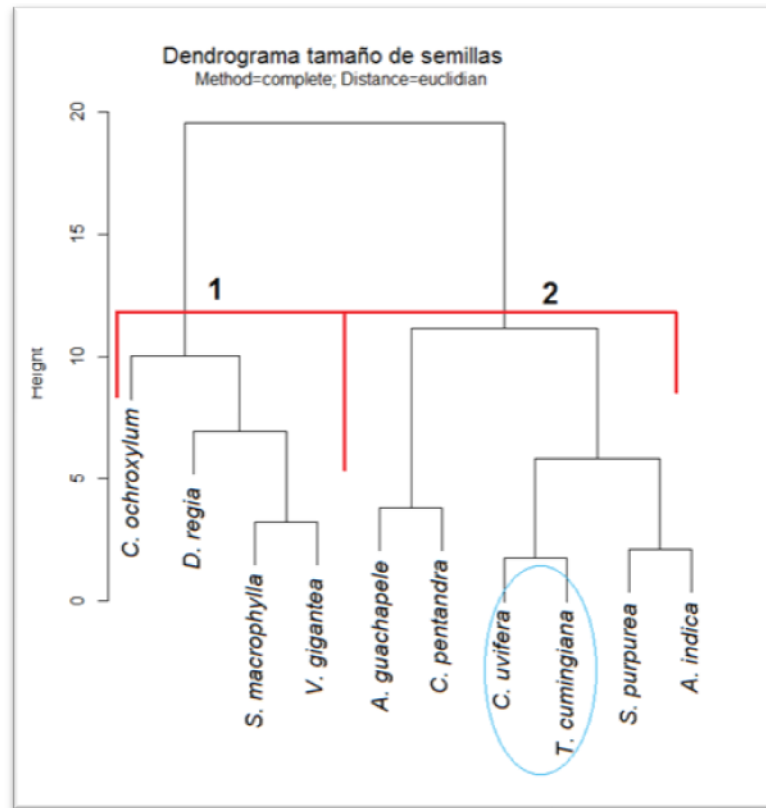
	prolongación en forma de ala de 6 a 7 cm de largo				
<i>Triplaris cumingiana</i>	Triangular	Café-grisáceo y consistencia semi-dura	Doblado	Forma alargada y de color crema	Se aprecia
<i>Coccoloba uvifera</i>	Ovoide	Negro y consistencia semi-dura	Doblado	Forma encorvada y color café rojizo	Se aprecia
<i>Vitex gigantea</i>	Redondeada	Negro oscuro y consistencia semi-dura	Capitado	Forma ovalada de color negro	Se aprecia

Fuente: Autor de Tesis.

3.3 Asociación Morfológica de especies.

El análisis de agrupación jerárquica se realizó usando el método de agrupación completa con distancia euclidiana para el tamaño de las semillas, separando a las 10 especies en dos grupos generales. El primero agrupó a las especies con semillas con largos superiores a los 15 mm, mientras que la segunda asociación se dio entre las especies con largos inferiores a los 15 mm. En el primer grupo se ubican las especies *Centrolobium ochroxylum*, *Delonix regia*, *Swietenia macrophylla* y *Vitex gigantea*. Ocho especies estuvieron agrupadas en pares, de las cuales solo dos especies (círculo azul) (*Coccoloba uvifera* y *Triplaris cumingiana*) corresponden a la misma familia (*Polygonaceae*) con tamaños similares en sus semillas.

Gráfico 1 Asociación morfológica de las semillas en estudio, se aprecian las diferencias de tamaños (expresadas en mm)



Fuente: Autor de Tesis.

DISCUSIÓN

Las variaciones encontradas en los tamaños de las semillas de las especies en estudio son similares a las determinadas por Romero-Saritama (2016) en un estudio de “Caracterización morfofisiológica de semillas de especies leñosas distribuidas en dos zonas secas presentes en el Sur del Ecuador”. La poca variación dentro de cada especie puede determinar que estas manifiesten una buena permanencia en el suelo del hábitat donde se desarrollan (Yu, Sternberg, Kutiel, & Chen, 2007).

En el estudio se encontraron diferencias entre semillas de una misma familia y entre distintas familias existiendo alta variabilidad entre ellas lo que podría estar asociado a un amplio rango de mecanismos y comportamientos para soportar condiciones de estrés ambiental en zonas áridas (Romero-Saritama, 2016).

El 40 % de las especies estudiadas mostraron semillas de tamaños grandes mientras que el 60 % presentaron valores por debajo de la media muestral. Al tratar de explicar las variaciones en el tamaño de las semillas Vazquez-Yanez & al. (1997) han expresado que “los recursos de una planta para producir semillas son limitados, así que cierta cantidad de energía disponible para producirlas puede traducirse en un gran número de semillas pequeñas o en un número menor de semillas grandes.” La influencia del tamaño de las semillas ha sido estudiada por diversos autores, por ejemplo, Snow (1971) y Alcántara & Rey (2003) determinaron “que las semillas grandes producen plantas más vigorosas en el bosque”. Además se ha encontrado que semillas de mayor tamaño tienen mayor probabilidad y porcentaje de germinación que especies de semillas más pequeñas (Ayala, Terrazas, López, & Trejo, 2004; Hernández-Gil, 2008).

No obstante, investigaciones desarrolladas por Arteaga (2007) en semillas de *Vismia glaziovii* Ruhl concluyeron que el tamaño de la semilla no influye sobre la velocidad de germinación ni sobre el tamaño de las plántulas, lo que pudiera sugerir que la variabilidad en tamaño no sea suficiente como para indicar diferencias en la cantidad de recursos almacenados. Por su parte, el tamaño pequeño de las semillas encontradas en algunas especies puede otorgar ciertas ventajas ecológicas en los bosques secos, ya que las semillas pequeñas tienen mejor oportunidad para penetrar en el suelo fácilmente y formar bancos de semilla (Narayan & Pandey, 2014). Además, un tamaño pequeño reduce la superficie de contacto con factores ambientales lo que podría significar que las semillas de las especies de bosques secos podrían reducir su muerte por deshidratación en ambientes áridos. (Romero-Saritama, 2016)

Las semillas de las especies en estudio presentaron varios tipos de testas, desde duras y compactas hasta suaves y membranosas. Una de las principales funciones de la testa es proteger a la semilla de la entrada de parásitos y lesiones que podrían afectar a su desarrollo (Fenner & Thompson, 1985) pero también ejercer una influencia reguladora sobre el metabolismo y crecimiento de la semilla (Vazquez-Yanez & al., 1997). No obstante, en especies con semillas de testa dura como es el caso de *Delonix regia*, *Albizia guachapele*, *Azadirachta indica*, *Swietenia macrophylla*, *Triplaris cumingiana*, *Coccoloba uvifera* y *Vitex gigantea* también podría provocar dormición física como han manifestado Finch-Savage, Leubner, & Metzger (2006) e impedir que las semillas germinen en el momento adecuado estando propensas a morir si lo hacen en época más árida donde las condiciones ambientales y de falta de lluvia son más acentuadas (Baskin & Baskin, 2014).

También se determinó un predominio de las formas alargadas y elípticas de las semillas (*Spondias purpurea*, *Delonix regia*, *Albizia guachapele*, *Centrolobium ochroxylum*, *Azadirachta indica* y *Swietenia macrophylla*). Autores como Harper, Lovel & Moore (1970) han determinado que “las variedades de formas que adoptan las semillas de las diferentes especies en buena parte es el resultado de toda una serie de adaptaciones para lograr una dispersión exitosa: algunas semillas, por ejemplo, están dotadas de alas y plumas para ser llevadas por el viento, otras tienen garfios o apéndices y otras eliosomas para ser dispersadas por animales.” No obstante, otros investigadores han manifestado que muchas veces no es tanto el proceso de dispersión, sino las limitaciones del espacio en que se desarrolla la semilla (dentro del ovario de la flor) lo que finalmente influye en su forma, tal es el caso de la familia *Sterculiaceae* (*Theobroma*) y *Palmeae* (*Phytelephas*), cuyas semillas tienen una forma poligonal típica (Dalling, 2002). Con relación a la forma de las semillas, en las especies de bosque seco la tendencia es producir semillas ovaladas y redondas, lo cual podría tener incidencia en las posibilidades de colonización de un determinado micro sitio (Chambers, MahMahon, & Haefner, 1991; Khurana & Singh, 2001; Fenner & Thompson, 2005) y en la longevidad que pueden alcanzar las semillas en el suelo, luego de haber sido dispersadas (Khurana & Singh, 2001). Al parecer las semillas más redondas sobreviven más tiempo que las angulares (Dalling, 2002). Por otra parte, algunos investigadores como Janzen (1969); Center & Johnson (1974) y Szentesi & Jermy (1995) le atribuyen posibilidades de ser menos atacadas por los escarabajos, aunque Johnson & Romero (2004) exponen que una desventaja de las semillas ovaladas o redondas es el poder ser infestadas por insectos como ocurre en determinadas especies de la familia *Fabaceae* en los bosques secos. Sin embargo, Romero-Saritama (2016) y otros autores han expresado

sus dudas acerca del valor predictivo que se le adjudica a las formas de las semillas al considerar que su efecto sobre el entierro depende más del tamaño y no de sus formas.

En cuanto al color, ocho de las 10 especies investigadas mostraban en sus semillas colores entre el marrón y el negro lo cual coincide con lo expresado en la literatura especializada la cual sitúa entre esos matices al 50% ó más de las especies vegetales. Tenorio–Galindo, Rodríguez–Trejo & López–Ríos (2008) en estudios efectuados con *Cecropia obtusifolia Bertol* (Cecropiaceae) donde, entre otros aspectos, midieron el efecto del color de las semillas en las velocidades de germinación, concluyeron que las café oscuro germinaron bien en dos regímenes de temperatura diferentes, mientras que las café claro redujeron su germinación a la mitad en el régimen de temperatura más fresco. Dado que las semillas café oscuro son las más abundantes, la mayor parte de las semillas que producen los árboles son estables ante variaciones de temperatura y se espera que dominen el banco de semillas de la especie. También en otras investigaciones con *Embrica officinalis L. Gaertn* se encontró que el color de la cubierta de la semilla también se ha asociado con la calidad de estas: especies oscuras cabeza de serie, tienen una mejor calidad de las semillas que las especies de semilla blanca (Krishnaveni & Sivasubramanian, 2001).

Relacionado con el tamaño de los embriones se pudo observar que las especies que presentaron embriones de mayor tamaño también presentan semillas más grandes donde, además, poseen una mayor acumulación de sustancias de reserva que proporcionan germinación más rápida (Peñaloza, 2005). Existen ventajas y desventajas en las especies que poseen embriones grandes y pequeños. Los embriones grandes dan la posibilidad de que las plántulas puedan emerger a través de gruesas capas de hojarasca (Guzmán-Grajales & Walker 1991 y Molofky & Augspurgen 1992 citado en Dalling 2002). También ellos dan lugar a plantas más vigorosas (Howe & Richter, 1982) y pueden presentar mayor concentración de sustancias de reserva (Burslem & Miller, 2001). En cambio poseer embriones pequeños y no muy desarrollados (*Ceiba pentandra*) desde el punto de vista ecológico sería ventajoso, ya que al encontrarse las semillas en un medio desfavorable podrían permanecer por mayor tiempo bajo condiciones de quiescencia (Black J. N., 1956; Black J. C., 1957). Sin embargo, semillas con embriones pequeños requieren de un extenso período de crecimiento del mismo antes de la germinación pues ha sido demostrado la existencia de una relación positiva entre el embrión y la germinación, existiendo un aumento de la tasa de esta última y disminución de la latencia al aumentar la longitud del embrión (Baskin & Baskin, 1998; Vanlook, Jansen, & Probert, 2012) y por el contrario con una menor

longitud del embrión se produce una latencia superior y se precisa más tiempo para desarrollarse y germinar. (Vanlook & al., 2012)

En el 90% de las especies estudiadas se apreció presencia de endospermo en las semillas. En estudios con otras especies se ha demostrado que el endospermo ejerce cierta barrera mecánica al crecimiento del embrión (Baskin & Baskin, 2014; Yan, Duermeyer, & Nambara, 2014) por lo cual las semillas necesitan más tiempo para germinar. (Romero-Saritama, 2016)

Las variaciones en el tamaño de las semillas utilizando tanto el análisis del dendograma como las dimensiones de largo, ancho y grosor pudieran interpretarse a partir de lo expuesto por Foster (1986) de que las mismas pueden deberse a las necesidades regenerativas de cada especie en particular al tamaño o a la forma de crecimiento de la planta, a las características del sitio (clima y suelo) o bien a la historia filogenética de la especie.

En resumen todos estos caracteres permiten la identificación de grupos de semillas de las diferentes especies cuyos caracteres morfológicos presentan variabilidad lo que podría posibilitarle una mayor capacidad para resistir condiciones climáticas desfavorables. El conocimiento de las diferenciaciones en tamaños, formas y colores proporcionarán información de suma importancia para proyectos de manejo y de reforestación que se lleven a efectos en los tiempos venideros posibilitando conocer más acerca de la dinámica de los bosques secos y de las características de las especies leñosas que en ellos se desarrollan.

CONCLUSIONES

Existió alta variación del tamaño de las semillas entre especies en estudio, no obstante, esta fue menor dentro de cada especie, pudiendo ser el tamaño de las semillas un rango intraespecífico más estable en cada especie.

Basados en el tamaño de las semillas, el 60 % de las especies en estudio poseen semillas menores a 15 mm pudiendo tener estas especies semillas ortodoxas, mientras que el 40 % de las especies pueden tener semillas con tendencia recalcitrante, sin embargo es menester realizar estudios sobre la tolerancia a la desecación de las semillas.

El 70% de las especies presentaron semillas de testa dura, que posiblemente generen dormición física en sus semillas necesitando tratamientos pregerminativos para lograr obtener un alto porcentaje de germinación.

RECOMENDACIONES

Promover futuras investigaciones que involucren nuevas especies y formas de vida, control filogenético y tamaños de las semillas para probar la factibilidad de otras especies forestales del ecosistema del Cantón Milagro y provincia del Guayas que pudieran ser extendidos a otras regiones del país hasta completar los estudios sobre su caracterización morfológica.

Evaluar los caracteres morfológicos en relación a su capacidad germinativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguíñaga, M. (2012). Especies Forestales. Bosques Secos. Ecuador. Quito: Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- Aguirre, Z. (2012). Especies Forestales. Bosques secos. Ecuador. Quito: Ministerio del Ambiente de Ecuador.
- Alcántara, J., & Rey, P. (2003). Conflicting selection pressures on size: evolutionary ecology of fruit size in a bird-dispersed tree. Nueva York: Journal of Evolutionary Biology.
- Andrew, N. R., Hart, R. A., Jung, M. P., Hemmings, Z., & Terblanche, J. S. (2013). Can temperate insects take the heat? A case study of the physiological and behavioural responses in a common ant, *Iridomyrmex purpureus* (Formicidae), with potential climate change. . Journal of Insect Physiology, 59., 870-880.
- APG. (1998). An ordinal classification for the families of flowering plants. Missouri: Annals of the Missouri Botanical Garden; 85:531-553.
- Arteaga, L. L. (2007). *Vismia glaziovii* Ruhl. (Guttiferae) seed size and its relationship with the germination speed and seedling size. La Paz: Instituto de Ecología.
- Ayala, G., Terrazas, T., López, M., & Trejo, C. (2004). Variación en el tamaño y peso de la semilla y su relación con la germinación en una población de *Stenocereus benecki*. Ciudad México: Interciencia.
- Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (1998). Seed: Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. Academy Press, 666.
- Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (2001). Seeds. Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination. San Diego: Academic Press.
- Baskin, C. C., & Baskin, M. (2014). Seeds. Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination. USA: Elsevier, 1-16.
- Baskin, C., & Baskin, J. M. (2005). Underdeveloped embryos in dwarf seeds and implications for assignment to dormancy class. Seed Science Research 15, 357-360.
- Black, J. C. (1957). The early vegetative growth of three strains of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L) in relation to size of seed. J. Agr., 1-14.
- Black, J. N. (1956). The influence of seed me and depth of sowing on preemergence and early vegetative growth of subterranean (*Trifolium subterraneum* L.) . J. Agr., 98-109.
- Bockus, W. W., & Shroyer, J. P. (1996). Effect of seed size on seedling vigor and forage production of winter wheat. Canadian Journal of Plant Science, 101-105.
- Boelcke, O. (1981). Estudio morfológico de las semillas de interés agronómico en la Argentina. Buenos Aires: Darwiniana.
- Burslem, D. F., & Miller, J. (2001). Seed size, germination and seedling growth rates in three tropical tree species. J. Trop. For. Sc, 148–161.

- Center, T. D., & Jonhson, C. D. (1974). Coevolution of some seed beetles (Coleoptera: Bruchidae) and their hosts. *Ecology*, 1096-1103.
- Chambers, J. C., MahMahon, J. C., & Haefner, J. H. (1991). Seed entrapment in alpine ecosystems: effects of soil particle size and diaspore morphology. *Ecology*, 1668-1677.
- Chaturvedi, R. K., Raghubanshi, A. S., & Singh, J. S. (2011). Leaf attributes and tree growth in a tropical dry forest. *Journal of Vegetation Science.*, 917-931.
- COMAFORS. (1 de 2 de 2015). comafors.org/. Obtenido de comafors.org/: <http://comafors.org/>
- Dalling, J. W. (2002). *Ecología de semillas*. Libro Universitario Regional. Costa Rica: Cartago.
- De la Torre, L. (2008). *Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador*. Quito: UDLA.
- Donohue, K., Rubio de Casas, R., Burghardt, L., Kovach, K., & Willis, C. G. (2010). Germination, postger-mination adaptation, and species ecological ranges. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 41, 293-319.
- ECOagricultor. (1 de 2 de 2013). Obtenido de ECOagricultor: <http://www.ecoagricultor.com>
- EcuRed. (20 de 01 de 2016). Obtenido de EcuRed: <http://www.ecured.cu>
- Fenner, M., & Thompson, K. (1985). *Seed ecology*. Londres: Chapman and Hall.
- Fenner, M., & Thompson, K. (2005). *The ecology of seeds*. Cambridge: UK: Cambridge University Press.
- Finch-Savage, W. E., Leubner, W. E., & Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. . *New Phytologist*, 501-523.
- Foster, S. (1986). On the adaptative value of large seeds for tropical moist forest trees: A review and synthesis. *Botanical Review*, 260-299.
- González, A. M. (11 de 2 de 2013). *Botánica Morfológica*. Obtenido de *Botánica Morfológica*: <http://www.biologia.edu.ar>
- Gritti, E. S., & al., e. (2010). Simulated effects of a seasonal precipitation change on thevegetation in tropical Africa. *Climate of the Past*, 6., 169-178.
- Guzmán-Grajales, S. M., & Walker, L. R. (1991). Differential seeding response to littler after Hurricane Hugo in the Loquillo Experimental forest. Puerto rico. *Biotropic*, 407-414.
- Harper, J. L., Lovel, P. H., & Moore, K. G. (1970). The shapes and sizes of seeds. *Annual Reviews of Ecology and Systematics*, 327-356.
- Hernández-Gil, R. (2008). *Tamaño de las semillas y efecto de la temperatura*. Mérida, Venezuela: Universidad de Los Andes.
- Howe, H. F., & Richter, W. (1982). Effect of size on seeding size in *Virola surinamensis* a withier and between tree analysis. *Decología*, 347-351.

- Janzen, D. H. (1969). Seed-eaters versus seed size number toxicity and dispersal. *Evolution*, 1-27.
- Johnson, C., & Romero, J. (2004). A review of evolution of oviposition guilds in the Bruchidae (Coleoptera). *Revista Brasileira de Entomologia*, 48(3), 401-408.
- Khurana, E., & Singh, J. S. (2001). Ecology of seed and seedling growth for conservation and restoration of tropical dry forest: a review. *Environmental Conservation*, 39-52.
- Krishnaveni, K., & Sivasubramanian, K. (2001). Effect of seed size on seed quality in sunflower cv. Morden. London: Madras.
- Landford, G. P., & Baker, R. J. (1986). Effect of genotype and seed size on speed of emergence and seedling vigor on nine spring wheat cultivars. *Crop Science*, 341-346.
- Leishman, M. R., Wright, I. J., Moles, A. T., & Westoby, M. (2000). The evolutionary ecology of seed size. Redwood Press, 31-57.
- Martín, A. (1946). The comparative internal morphology of seeds. New York: The American Midland Naturalist, 513-660.
- Mendoza, Z. A., & Kvist, L. P. (2005). Floristic composition and conservation status of the dry. *Lyonia- Journal of ecology and application*, 2.
- Metz, J., & al., e. (2010). Plant survival in relation to seed size along environmental gradients: a long-term study from semi-arid and Mediterranean annual plant communities. *Journal of Ecology*, 98, 697-704.
- Ministerio del Ambiente; República del Ecuador. (2011). Programa Socio Bosque. Quito: Ministerio del Ambiente.
- Molofky, J., & Augspurger, C. K. (1992). The effect of leaf litter on early seedling establishment in a tropical forest. *Ecology*, 68-77.
- Moreno, N. P. (1984). *Glosario Botánico Ilustrado*. Primera Edición. Ciudad México: CECSA.
- Moreno, P. (1996). *Vida y obra de granos y semillas*. Ciudad México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Narayan, D., & Pandey, N. (2014). Tropical Dry Forest Restoration: Science and Practice of Direct Seeding in a Nutshell. Rajasthan State: Occasional paper.
- Parra, P. (1984). Estudio de la morfología externa de plántulas. Maracay: Revista Fac.
- Peñaloza, G. (2005). Fruit photosynthesis. Plant and Environment. Pennsylvania: Universidad de Pennsylvania.
- Romero-Saritama, J. M. (2015). Rasgos morfológicos de frutos, semillas y embriones de *Cinchona officinalis* L.(RUBIACEAE) en el sur del Ecuador. *Ciencias Biológicas*, 27-35.
- Romero-Saritama, J. M. (2016). Caracterización morfofisiológica de semillas de especies leñosas distribuidas en dos zonas secas en el Sur del Ecuador. Madrid: Tesis doctoral.

- Saenz, M., & Onofa, Á. (2005). Indicadores de Biodiversidad para Uso Nacional Ecuador. Quito: Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- Salas, J. (2012). Biodiversidad del Guayas: conociendo nuestra verdadera riqueza. Guayaquil: Publikla S.A.
- Sánchez, O., Kvist, L. P., & Aguirre, Z. (2006). Bosques secos en Ecuador y sus plantas útiles. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 188-202.
- Snow, D. W. (1971). Evolutionary aspects of fruit-eating by birds. *Ibis*, 194-202.
- Sub-Sector Bosques Nativos en el Ecuador. (Enero-Abril de 2007). www.ecuadorforestal.org. Obtenido de www.ecuadorforestal.org
- Szentesi, A., & Jermy, T. (1995). Predispersal seed predation in leguminous species: seed morphology and bruchid distribution. *Oikos*, 23-32.
- Tenorio, G. G., Rodríguez T., D. A., & López R., G. F. (2008). Efecto del tamaño y el color de la semilla en la germinación de *Cecropia obtusifolia* Bertol. Ciudad México: Agrociencia.
- Trujillo, E. (1990). Manejo de semillas, viveros y plantación inicial. Bogotá Colombia: Editorial Ace Printer.
- Universidad Agraria del Ecuador. (1996). La Universidad Agraria del Ecuador. Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador.
- Vanlook, F., & al., e. (2012). Relative embryo length as an adaptation to habita and life cycle in Apiaceae. 479-487: *The Phytologist*.
- Vanlook, F., Jansen, S. B., & Probert, R. T. (2012). Relative embryo length as an adaptation to habita and life cycle in Apiaceae. *The Phytologist*, 479-487.
- Vazquez-Yanez, & al., e. (1997). La reproducción de las plantas, semillas y meristemos. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Vazquez-Yanez, C., Orozcos, A., Rojas, M., Sánchez, M. A., & Cervantes, V. (1997). La reproducción de las plantas, semillas y meristemos. Ciudad México: Fondo de Cultura Económica.
- Westoby, M., Falster, D. S., Moles, A. T., Vesk, P. A., & Wrigh, I. J. (2002). Plant ecological strategies: some leading dimensions of variation between species. . *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics.*, 125-59.
- Yan, D., Duermeier, L., & Nambara, E. (2014). The Functions of the Endosperm During Seed Germination. *Plant & Cell Physiology*, 1521-1533.
- Yu, S., Sternberg, M., Kutiel, P., & Chen, H. (2007). Seed mass, shape, and persistence in the soil seed bank of Israeli coastal sand dune flora. . *Evolutionary Ecology Research*, 9(2)., 325-340.

ANEXOS

ANEXO 1

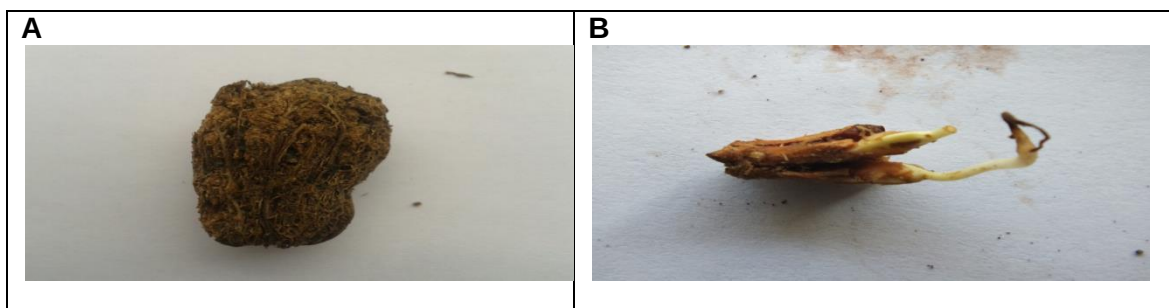


Figura 1 Caracteres morfológicos externos e internos de la especie *Spondias purpurea*
A. Semilla y testa. **B.** Embrión y radícula.

ANEXO 2

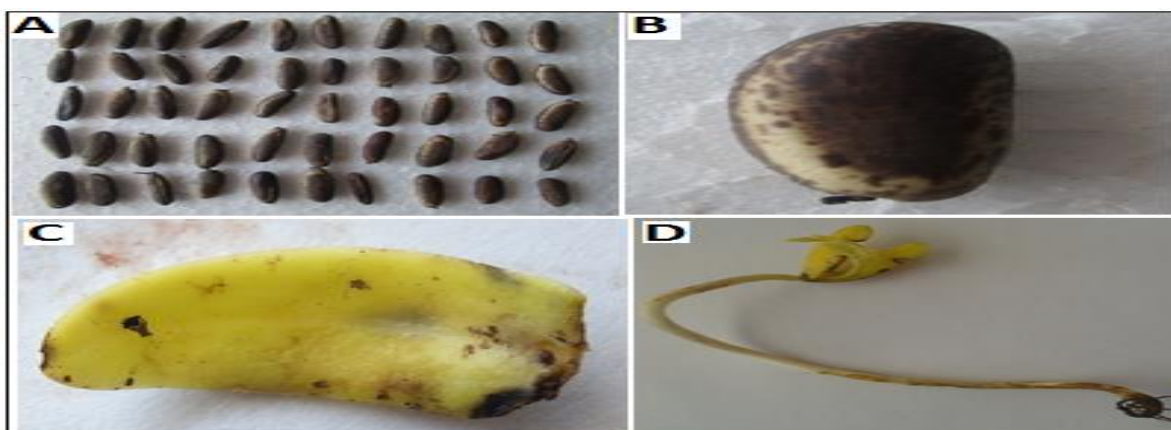


Figura 2 Caracteres morfológicos externos e internos de la especie *Delonix regia*. **A.** Variación en el tamaño de las semillas. **B.** Tipo y superficie de la testa. **C.** Parte interna. **D.** Embrión y radícula.

ANEXO 3

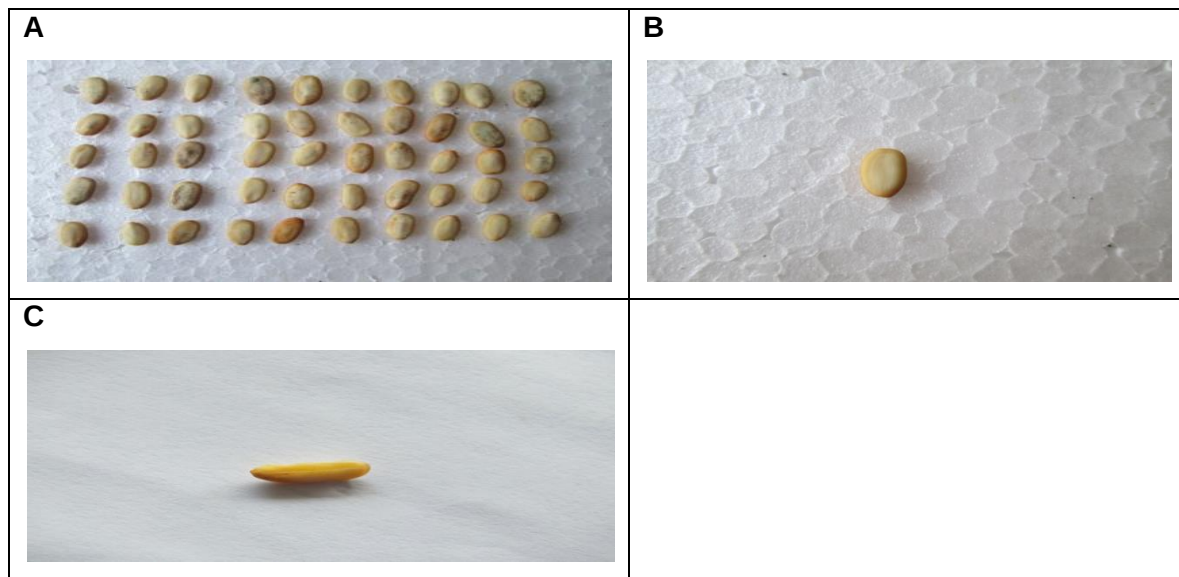


Figura 3 Caracteres morfológicos externos e internos de la especie *Albizia guachapele*. **A.** Semillas y testa. **B.** Hilum. **C.** Embrión.

ANEXO 4

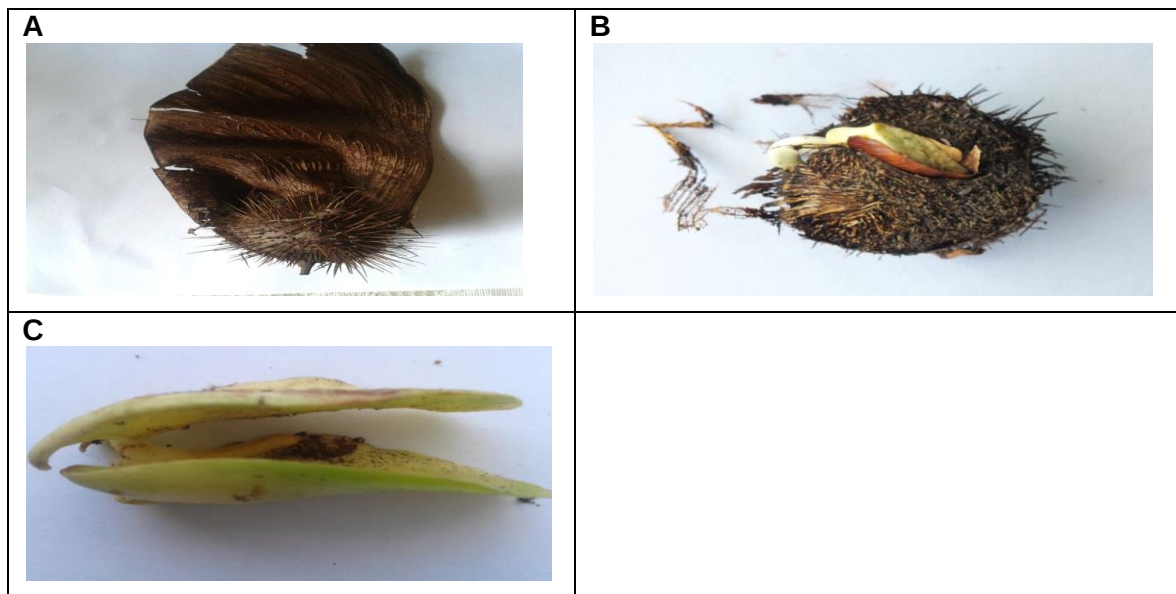


Figura 4 Caracteres morfológicos externos e internos de la especie *Centrolobium ochroxylum*. **A.** Fruto. **B.** Fruto y semilla. **C.** Embrión.

ANEXO 5

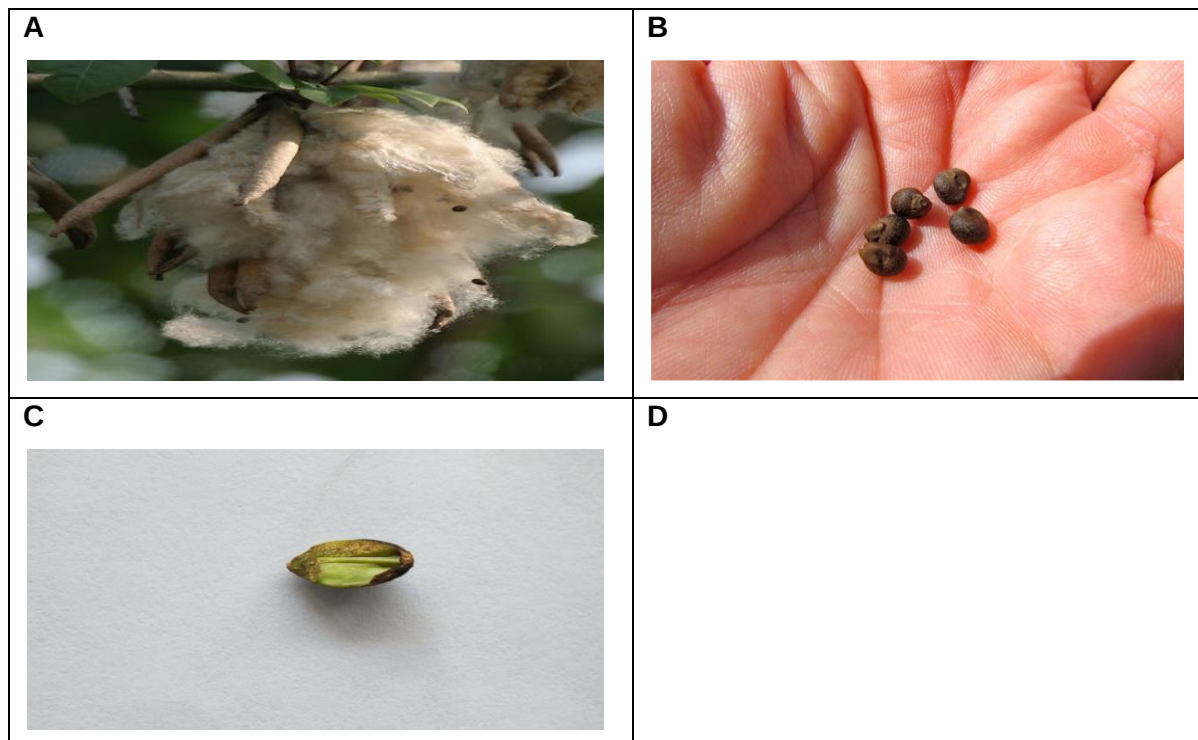


Figura 5 Caracteres morfológicos externos e internos de la *Ceiba pentandra*. **A.** Semillas en su envoltura algodonosa. **B.** Testa e hilum. **C.** Embrión e hipocótilo.

(Fotos **A y B**): I, J. M. Garg, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php>)

ANEXO 6

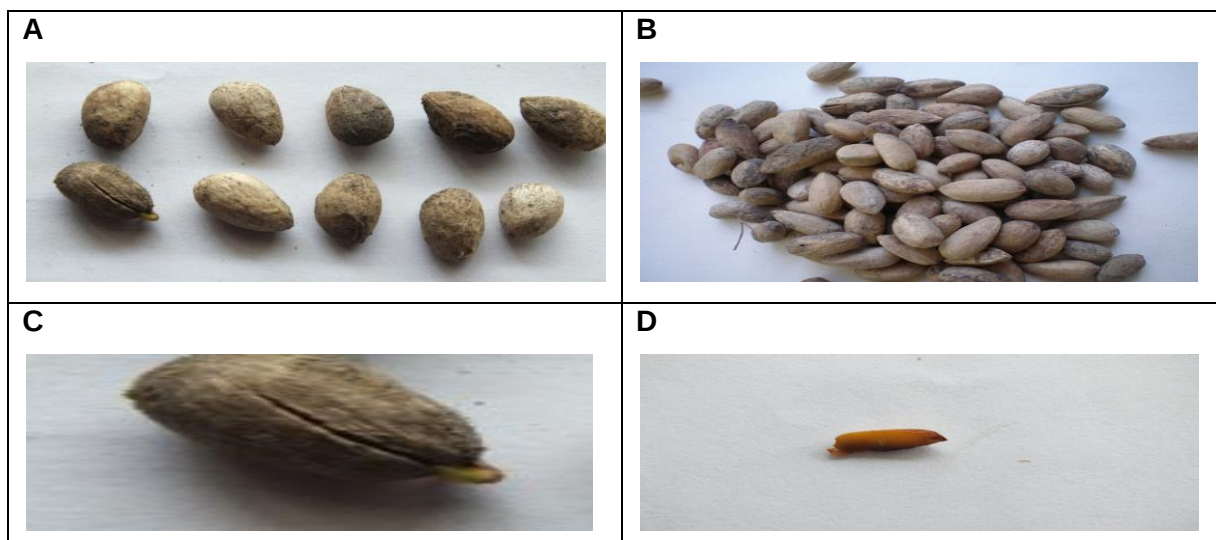


Figura 6 Caracteres morfológicos externos e internos de la especie *Azadirachta indica*.

A y B. Semillas y testa. **C.** Hilum y radícula. **D.** Embrión y radícula.

ANEXO 7

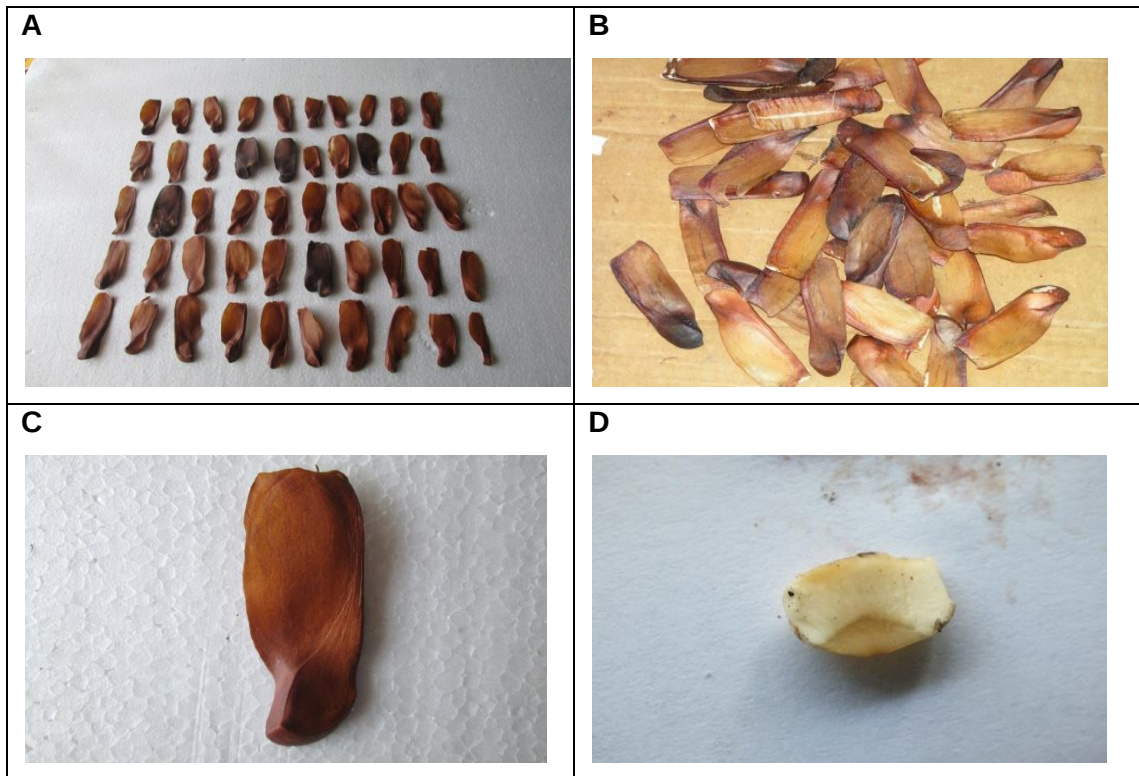


Figura 7 Caracteres morfológicos externos e internos de la especie *Swietenia macrophylla*.

A, B y C. Semillas y testa. **D.** Embrión.

ANEXO 8

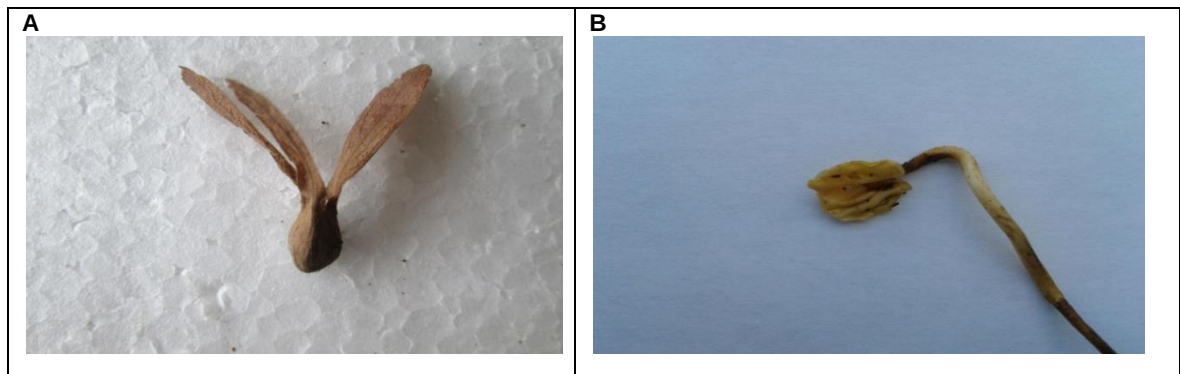


Figura 8 Caracteres morfológicos externos e internos de la especie *Triplaris cumingiana*.

A. Semilla alada y testa. **B.** Embrión y radícula.

ANEXO 9

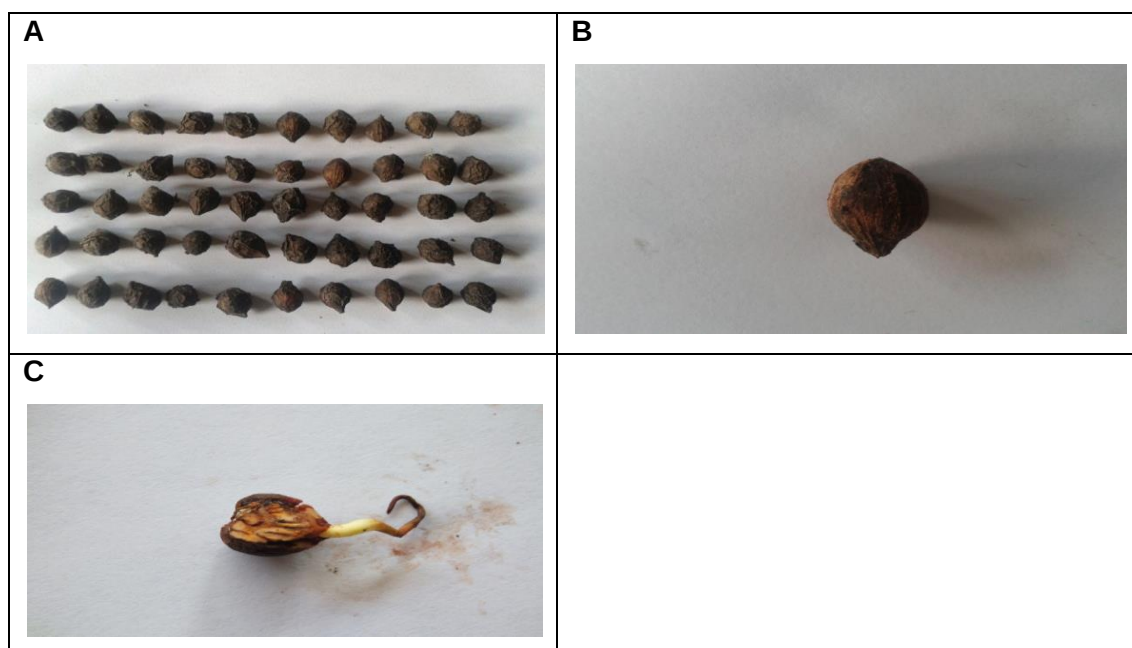


Figura 9 Caracteres morfológicos externos e internos de la especie *Coccoloba uvífera*.
A. Semillas y testa. **B.** Embrión. **C.** Embrión y radícula.

ANEXO 10

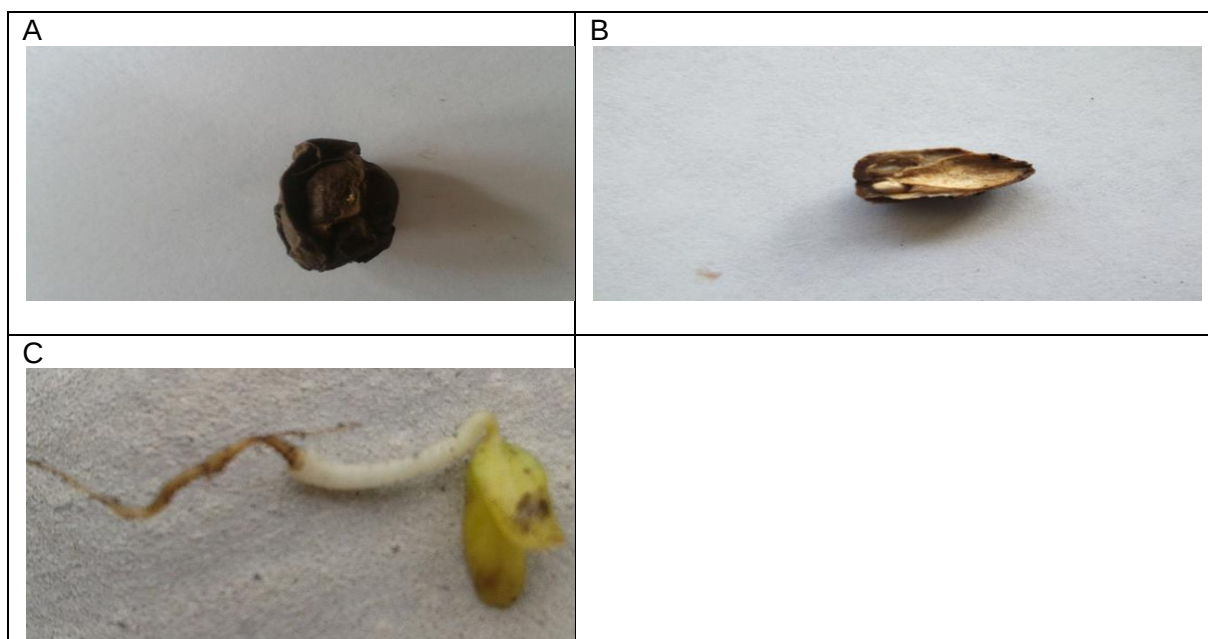


Figura 10 Caracteres morfológicos externos e internos de la especie *Vitex gigantea*. **A.** Semilla y testa, **B.** Embrión. **C.** Cotiledón y radícula.