



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

Carrera de Gestión Ambiental

**“ANÁLISIS DE VARIACIÓN MORFOLÓGICA DE
SEMILLAS Y EMBRIONES DE DIEZ ESPECIES
DISTRIBUIDAS EN LOS BOSQUES SECOS DE LA
PROVINCIA DE LOJA”**

*Tesis previa a la obtención del título de
Ingeniero en Gestión Ambiental*

Autor:

Nicole Andrea Tapia Bejarano

Director:

Ing. José Miguel Romero

Centro Universitario Loja

2010

CERTIFICACION

Ingeniero
José Miguel Romero
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Que una vez revisado el trabajo de investigación realizado por Nicole Andrea Tapia Bejarano, previo a la obtención de título de INGENIERA EN GESTION AMBIENTAL, se autoriza su presentación final para la evaluación correspondiente.

Loja, octubre de 2010.

Ing. José Miguel Romero
DIRECTOR DE TESIS

AUTORIA

Los conceptos, ideas, metodologías, recursos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son de absoluta responsabilidad de su autor.

Nicole Andrea Tapia Bejarano

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por darme la oportunidad de estudiar, estar conmigo a cada paso que doy y por permitirme llegar a cumplir mis metas personales.

A Ramiro, mi esposo y compañero inseparable en momentos de decline y cansancio, a quien especialmente dedico esta tesis, por brindarme su amor, comprensión y motivación constante. Su cariño y paciente espera para que pudiera terminar mis estudios son evidencia de su gran amor. ¡Gracias por formar parte de mi vida!

A mis padres, Álvaro e Inés, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se me ha presentado, sin dudar ni un solo momento de mi capacidad. Gracias por ser mis padres, amigos y concejeros a la hora de necesitar unas palabras de aliento. Los quiero mucho.

A mis hermanas Denise, Grace y Leslie, por todo lo que hemos vivido a lo largo de nuestras vidas como familia y sobre todo por regalarme mis sobrinitos, con quienes he compartido momentos inolvidables de felicidad y alegría con cada cosa que se les ocurre.

Nicole

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer sinceramente a mi director y tutor de Tesis, Ing. José Miguel Romero. Su orientación y conocimientos resultaron de gran utilidad en mi trabajo de tesis.

A las Ingenieras miembros del jurado Andrea Jara y Elizabeth Guzmán, por su apoyo, tiempo y dedicación a este trabajo.

A la Universidad, la cual abrió sus puertas para formarme profesionalmente. A la Escuela de Ciencias Biológicas y Ambientales por ser el soporte institucional para la realización de este trabajo. Así también a todos los maestros quienes contribuyeron activamente en mi educación.

Mi profundo agradecimiento al Blgo. Máximo Moreira e Iván Guachizaca, por su disponibilidad a la hora de despejar cualquier inquietud y enseñarme el manejo de las instalaciones y equipos de laboratorio necesarios para mi trabajo de tesis.

A todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron y participaron en la realización de esta investigación, hago extensivo mi agradecimiento.

Nicole

CONTRATO DE CESIÓN DE DERECHO DE TESIS

Yo, Nicole Andrea Tapia Bejarano, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 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 que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad".

Nicole Andrea Tapia Bejarano
TESIS

Ing. José Miguel Romero
DIRECTOR DE TESIS

ÍNDICE DE CONTENIDOS**PAG**

CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
CONTRATO DE CESIÓN DE DERECHOS	v
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
METODOLOGÍA	5
RESULTADOS	10
DISCUSIÓN	33
CONCLUSIONES	38
PERSPECTIVAS FUTURAS	40
GLOSARIO	41
ANEXOS	
<i>Anexo 1.</i> Caracteres cualitativos externos de las semillas	44
<i>Anexo 2.</i> Caracteres cualitativos internos de las semillas	45
<i>Anexo 3.</i> Promedios de tamaños de las semillas	47
<i>Anexo 4.</i> Promedios del tamaño del embrión de las semillas	48
<i>Anexo 5.</i> Promedios del tamaño de los cotiledones	49
<i>Anexo 6.</i> Tipo y disposición del embrión. Martin, 1946	50
<i>Anexo 7.</i> Forma del embrión y disposición de los cotiledones. Vozzo, 2002	51
BIBLIOGRAFÍA CITADA	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción taxonómica y uso de fruto y semilla de las especies en estudio .5	
Cuadro 2. Caracteres morfológicos de las semillas8	8
Cuadro 3. Caracteres morfológicos del embrión de las semillas9	9
Cuadro 4. Promedio y desviación estándar del embrión de <i>Ochroma pyramidale</i> 12	12
Cuadro 5. Promedio y desviación estándar del embrión de <i>Cucurbita maxima</i> 14	14
Cuadro 6. Promedio y desviación estándar del embrión de <i>Cyclanthera pedata</i> 16	16
Cuadro 7. Promedio y desviación estándar del embrión de <i>Luffa cylindrica</i> 18	18
Cuadro 8. Promedio y desviación estándar del embrión de <i>Momordica charantia</i> 20	20
Cuadro 9. Promedio y desviación estándar del embrión de <i>Albizia multiflora</i> 22	22
Cuadro 10. Promedio y desviación estándar del embrión de <i>Piscidia carthagenensis</i> . 24	24
Cuadro 11. Promedio y desviación estándar del embrión de <i>Physalis peruana</i> 26	26
Cuadro 12. Promedio y desviación estándar del embrión de <i>Solanum albidum</i> 28	28
Cuadro 13. Promedio y desviación estándar del embrión de <i>Solanum sisymbriifolium</i> 30	30

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tamaño promedio y rango de medidas de la semilla de <i>Ochorma pyramidale</i>	11
Figura 2. Tamaño promedio y rango de medidas de la semilla de <i>Cucurbita maxima</i>	13
Figura 3. Tamaño promedio y rango de medidas de la semilla de <i>Cyclanthera pedata</i>	15
Figura 4. Tamaño promedio y rango de medidas de la semilla de <i>Luffa cylindrica</i>	17
Figura 5. Tamaño promedio y rango de medidas de la semilla de <i>Momordica charantia</i>	19
Figura 6. Tamaño promedio y rango de medidas de la semilla de <i>Albizia multiflora</i>	21
Figura 7. Tamaño promedio y rango de medidas de la semilla de <i>Piscidia carthagenensis</i>	23
Figura 8. Tamaño promedio y rango de medidas de la semilla de <i>Physalis peruviana</i>	25
Figura 9. Tamaño promedio y rango de medidas de la semilla de <i>Solanum albidum</i>	27
Figura 10. Tamaño promedio y rango de medidas de la semilla de <i>Solanum sisymbriifolium</i>	29
Figura 11. Clusplot: Dendrograma generado por el análisis de tamaños de las semillas.	31
Figura 12. Clusplot: Dendrograma generado por el análisis de embriones de las semillas.	32

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el banco de germoplasma de la U.T.P.L. y tuvo como objetivo caracterizar morfológicamente semillas de las especies *Ochroma pyramidale* (Bombacaceae), *Cucurbita maxima*, *Cyclanthera pedata*, *Luffa cylindrica*, *Momordica charantia* (Cucurbitaceae), *Albizia multiflora*, *Piscidia carthagenensis* (Fabaceae), *Physalis peruviana*, *Solanum albidum* y *Solanum sisymbriifolium* (Solanaceae) distribuidas en los bosques secos de la provincia de Loja.

Se seleccionaron 50 semillas de cada una de las especies y se evaluaron caracteres externos e internos como: tamaño, forma y color de la semilla, hilum, forma, tipo y disposición del embrión. Para determinar patrones de asociación entre los caracteres cuantitativos, se realizó un cluster mediante el programa R utilizando el método de aglomeración “average”, para la gráfica del dendrograma (Cluster).

Como resultados se obtuvo que la especie *Cyclanthera pedata* es la de mayor tamaño seminal y embrionario, mientras que la especie *Physalis peruviana* fue la de menor tamaño seminal y embrionario. *Albizia multiflora* es la única especie que presenta aereola. El embrión de la mayoría de especies en estudio presenta forma espatulada con disposición foliado – axilar. Las familias Solanaceae y Bombacaceae comprenden semillas pequeñas y endospermadas. En cambio las semillas de Fabaceae y Cucurbitaceae son grandes y exendospermadas. Los clusters revelaron que aunque existe variabilidad de tamaño seminal y embrionario, las semillas se identifican con un tamaño característico por familia. Del mismo modo se comprobó que existe similitud entre especies de distinta familia, en cuanto al tamaño de semillas y embriones.

Palabras clave: Caracteres morfológicos, embrión, hilum, familia Bombacaceae, familia Cucurbitaceae, familia Fabaceae, familia Solanaceae, especie, semilla, testa.

ABSTRACT

This research work was conducted in the germoplasm bank UTPL and was aimed at characterizing morphologically the species seeds *Ochroma pyramidale* (Bombaceae), *Cucurbita maxima*, *Cyclanthera pedata*, *Luffa cylindrica*, *Momordica charantia* (Cucurbitaceae), *Albizia multiflora*, *Piscidia carthagenensis* (Fabaceae), *Physalis peruviana*, *Solanum albidum* and *Sisymbrium officinalis* (Solanaceae) distributed in the dry forests of the province of Loja.

Fifty seeds of each species were selected. Internal and external characteristics were evaluated such as size, shape and color of the seed, hilum, shape, type and disposition of the embryo. To determine patterns of association between quantitative traits, we performed a cluster using the R using the method of agglomeration "average" to the graph of the dendrogram (Cluster).

Results showed that the species *Cyclanthera pedata* is the most seminal and embryonic size, while the species *Physalis peruviana* was the seminal and embryonic smaller. *Albizia multiflora* is the single species areola. The embryo of most species under study presents a foliated arrangement spatulate - axillary. Bombacaceae families Solanaceae and include small seeds and endosperm. Instead the Fabaceae and Cucurbitaceae seeds are large and exendospermadas. The clusters revealed that although there is variability in size and embryonic seminal, seeds are identified by a characteristic size per family. Similarly it was found that similarity between species of different families, in the size of seeds and embryos.

Keywords: Bombaceae family, Cucurbitaceae family, characters, embryo, Fabaceae family hilum, Morphological, seed, seed coat, Solanaceae family, species.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos tres o cuatro decenios, las colecciones de germoplasma mantenidas *ex-situ* han experimentado un gran aumento en número y tamaño, como resultado del intenso trabajo hecho en todo el mundo para conservar los Recursos Fitogenéticos (RFG) para la alimentación y agricultura (Engels & Visser, 2007). La mayor parte de los países han cobrado conciencia de lo que significa mantener, y en lo posible, ampliar la base genética de las especies que existen sobre sus territorios (Recursos forestales nativos, 2000).

Los bancos de semillas representan uno de los métodos más efectivos para conservar la diversidad genética *ex-situ*, ya que la mayoría de especies silvestres producen semillas tolerantes a la desecación que pueden sobrevivir por más de 200 años en condiciones especiales (Gold & Way, 2003). Además, en casi todos los taxa los requisitos de conservación y mantenimiento de la semilla son los mismos, ya que la mayoría de las semillas son notablemente uniformes en la estructura (Mauseth, 1988).

Las características de la superficie de la semilla son poco afectadas por las condiciones ambientales, por lo que podrían reflejar el genoma de las plantas y así las relaciones filogenéticas entre estas (Haridasan 1988). Las claves más exitosas utilizadas para la identificación de los taxa con base en características de la semilla incluyen caracteres como color, forma, tamaño y superficie (Haridasan 1988). Chuang y Constance (1992) consideran estos caracteres de la semilla los más importantes para delimitar y organizar filogenéticamente los taxa. Así mismo, la presencia de estructuras como alas, espinas y tricomas, la forma, tamaño y posición del embrión y su relación con el endosperma, son caracteres que contribuyen en el proceso de identificación de los taxa (Martin & Barkley 1973).

La mayoría de los recursos fitogenéticos no se han recolectado y mucho menos caracterizado, ni morfológica ni molecularmente (Posso, 1996). Es por eso que actualmente la caracterización morfológica continúa siendo la herramienta de mayor uso e importancia (Hidalgo, 1992).

Según Díaz y Herrera (2004), el conocimiento morfológico constituye una herramienta de trabajo para campesinos a la hora de seleccionar variedades de plantas y semillas y entender su importancia en los sistemas de producción agrícola. Por tal motivo, es elemental profundizar y ampliar las observaciones morfológicas, que permitan un adecuado manejo de las semillas y que, por otra parte, mejoren el pronóstico sobre la adaptabilidad y funcionamiento en nuevos espacios ecológicos.

El conocimiento morfológico de la semilla hace posible detectar toda la información sobre la construcción de su cuerpo, además de facilitar la caracterización y relacionar los diversos grupos taxonómicos. Al mismo tiempo ayuda a comprender infinidad de estrategias adaptativas que relacionan los fenómenos de la dispersión con los factores que influyen en el establecimiento exitoso de una especie tanto en su hábitat natural como en los cuidados y consideraciones en las condiciones de propagación. Tradicionalmente el estudio de la morfología de plántulas incluyendo estructuras de raíz, tallo, hojas y semillas ha tenido un fuerte énfasis en la botánica taxonómica, especialmente utilizando los atributos morfológicos como caracteres taxonómicos de identificación ampliando las descripciones tradicionales basadas en las estructuras adultas (Serra, 1991).

En este sentido, el presente trabajo caracteriza y compara morfológica y anatómicamente la estructura de semillas de diez especies de bosque seco de la provincia de Loja, con el fin de determinar caracteres que permitan diferenciar entre especies de semillas de la misma y/o diferente familia. Además de agrupar a las especies de acuerdo al tamaño de semillas y embriones para determinar patrones morfológicos propios de cada especie y familia.

METODOLOGÍA

Descripción de las especies en estudio

Se trabajó con un total de 10 especies (cuadro 1), correspondientes a las familias Bombacaceae, Cucurbitaceae, Fabaceae y Solanaceae. De las cuales *O. pyramidale* posee importancia forestal. *C. maxima*, *C. pedata*, *L. cylindrica* y *P. peruviana* son especies comestibles. *M. charantia*, *A. multiflora*, *P. carthagenensis*, *S. albidum* y *S. sisymbriifolium* son especies utilizadas generalmente en el forraje de animales.

El cuadro 1 muestra la descripción taxonómica de las especies, realizada en base al sistema de clasificación Angiosperm Phylogeny Group (APG) 1998.

GRUPO	ORDEN	FAMILIA	N. CIENTIFICO	USOS
Eurosids I	Cucurbitales	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne	Semilla: Comestible en salsas; Fruto: Comestible en dulces, coladas, condimento; para tratar fiebre, tumores y úlceras. para tratar la sarna. Hoja: forraje de animales. Tallo: Abortivo.
Eurosids I	Cucurbitales	Cucurbitaceae	<i>Cyclanthera pedata</i> (L.) Schrad.	Fruto: Comestible en ensaladas, locros y sopas.
Eurosids I	Cucurbitales	Cucurbitaceae	<i>Luffa cylindrica</i> (L.) M. Roem.	Fruto: Cocido es comestible. Esponja del fruto: Fibra para bolsos, relleno de cartuchos de escopetas, esponja o estropajo para el lavado de vajilla. Hoja: Diurética.
Eurosids I	Cucurbitales	Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	Fruto: Comestible, alimento de iguanas y aves. Planta: Forraje de animales. Hoja: Tratamiento de diabetes.

GRUPO	ORDEN	FAMILIA	N. CIENTIFICO	USOS
Eurosids I	Fabales	Fabaceae	<i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby & J.W. Grimes.	Alimento de vertebrados. Hojas y ramas: Forraje para el ganado. Tallo: Maderable. Planta: Brinda sombra.
Eurosids I	Fabales	Fabaceae	<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacq.	Alimento de vertebrados. Flor: Alimento de pinzones. Tallo: Maderable. Raíz: Ictiotóxico para pescar, insecticida medicinal, elimina hongos de la piel.
Eurosids II	Malvales	Bombacaceae	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	Algodón de la semilla: Fabricación de almohadas y colchones. Tallo: Elaboración de redes de pesca y telares. Hojas: Calmar el dolor de parto. Planta: Sombra para animales.
Euasterids I	Solanales	Solanaceae	<i>Physalis peruviana</i> L.	Fruto: Comestible, colorante para alimentos, tratamiento de gripe y cólicos. Hoja: Forraje de animales y alimento de aves y lagartijas. Planta: Para limpiar heridas infectadas.
Euasterids I	Solanales	Solanaceae	<i>Solanum albidum</i> Dunal.	Fruto: Comestible. Uso apícola y también para rituales de cacería.
Euasterids I	Solanales	Solanaceae	<i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam.	Fruto: Comestible. Hoja y raíz sirven para tratar las "recaídas" e infecciones.

Cuadro 1. Descripción taxonómica y uso de fruto y semillas de las especies en estudio. (De la Torre *et al.*, 2008).

Obtención del material

Las semillas fueron seleccionadas de la colección existente en el laboratorio del Banco de Germoplasma de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), lugar donde se llevaron a cabo los ensayos de análisis morfológico de las semillas. Para cada especie se tomó una muestra aleatoria de 50 semillas, sugerida por Laynez, *et all* (2007). Las semillas fueron separadas y enumeradas en tubos eppendorf para determinar sus caracteres morfológicos cualitativos y cuantitativos de forma individual.

Caracterización morfológica de semillas

Caracteres externos

En base a la muestra de 50 semillas por cada una de las especies en estudio se determinaron diferentes caracteres de la semilla, hilum, testa, arilo y aereola (Cuadro 2). Las semillas se colocaron en una plantilla numerada donde fueron fotografiadas; posteriormente se utilizó el software de procesamiento de imágenes IMAGEJ con el que se obtuvo las medidas correspondientes al largo y ancho de las semillas. Para el grosor se hizo uso del calibrador y escalímetro Stainless Steel Vernier. El peso se determinó mediante la balanza analítica de 5 dígitos. Para el color se utilizó los códigos de la carta de colores "MUNSELL COLOR CHARTS FOR PLANT TISSUES". Con ayuda de Motic MICROSCOPES MLC- 150C se analizaron las características del hilum, testa, arilo y aereola de las semillas. Una vez obtenidos los datos cuantitativos se procedió a calcular el promedio de cada uno de los caracteres, cuyos resultados fueron plasmados en gráficos de cajas de Tukey utilizando el programa R versión 2.11.1 The R Foundation for Statistical Computing.

Para el estudio cualitativo de las semillas se utilizó la nomenclatura de Moreno (1984).

	Tam	Pes	For	Col	Pos	Tex	Con	Pre	Aus
Semilla	x	x	x	x					
Hilum			x		x				
Testa						x	x		
Arilo								x	x
Aereola								x	x

Cuadro 2. Caracteres morfológicos de las semillas y sus estructuras. Leyenda: Tam= Tamaño, Pes= Peso, For= forma, Col= Color, Pos= Posición, Tex= Textura, Con= Consistencia, Pre= Presencia, Aus= Ausencia.

Caracteres internos

Los caracteres internos de las semillas fueron determinados en base a cuatro estructuras: embrión, cotiledón, radícula, endosperma y plúmula (Cuadro 3). La morfología, tipo y disposición del embrión se determinó en base a la nomenclatura de Martin (1946). Para la clasificación del endosperma se tomó como referencia a Vozzo (2002).

Las semillas de las diferentes especies en estudio fueron tratadas por lijadura y remoción manual de la testa, a excepción de *Ochroma pyramidale*, *Physalis peruviana* y *Solanum albidum*, en las que se utilizó el tratamiento de sumersión en agua de ocho a doce horas para desprender la testa del embrión y facilitar el ensayo. El embrión de las semillas pasó por un proceso de observación estereoscópica (Motic MICROSCOPES MLC-150C) y a través de una rejilla milimetrada se obtuvo el tamaño del embrión y cotiledón. El peso se determinó mediante la balanza analítica de 5 dígitos. Se realizaron tres cortes: longitudinal, transversal y sagital en las semillas para establecer forma, tipo disposición del embrión. Finalmente se calculó el promedio y desviación estándar de cada uno de de los caracteres cuantitativos para establecer el tamaño del embrión y cotiledón.

	Tam	Pes	For	Tip	Dis	Col	Pre	Aus
Embrión	x	x	x	x	x	x		
Cotiledón	x		x			x		
Radícula					x			
Endosperma						x	x	x
Plúmula							x	x

Cuadro 3. Caracteres morfológicos del embrión de las semillas. Leyenda: Tam= Tamaño, Pes= Peso, For= Forma, Tip= Tipo, Dis= Disposición, Col= Color, Pre= Presencia, Aus= Ausencia.

Asociación morfológica de especies

Con ayuda del programa R version 2.11.1 Copyright (C) 2010 The R Foundation for Statistical Computing, se realizó el análisis cluster mediante el método de aglomeración “average”. El mismo que proporciona información acerca de la asociación de tamaños de semillas y embriones entre especies de una misma familia y/o especies de distintas familias. Se ingresó los datos cuantitativos de las 50 semillas por especie y el programa R se encargó de arrojar las figuras con sus respectivos clusters, en donde se evidencia la asociación morfológica entre ellas.

RESULTADOS

Caracterización de las semillas

Ochroma pyramidale (balsa)

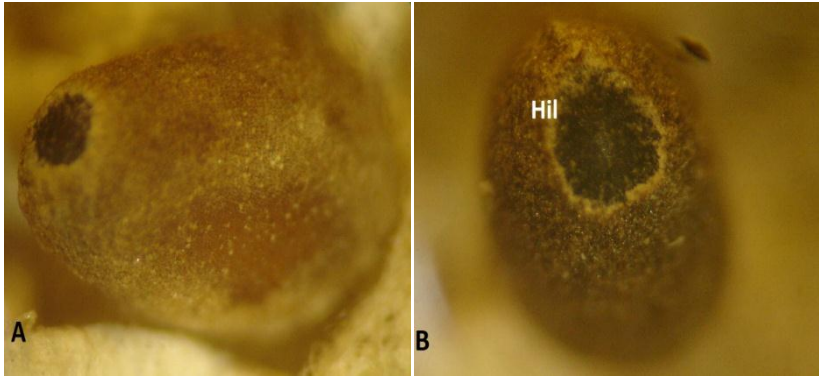


Foto1. Morfología externa de *O. pyramidale* A. (80X) Semilla. B. 80X) Hilum (Hil)

Las semillas presentan forma ovada con caras convexas. La base es amplia con relación al ápice, con extremo acuminado. La superficie es punctado cubierta por vello de color café y de consistencia córnea. Testa muy fina de color café oscuro a negro opaco (2,5 Y (5/2 to 6/2)). Se puede apreciar el hilum orbicular con posición apical (foto 1-A) de color café más oscuro que el resto de la semilla. Arilo ausente.

Como es evidente en la figura 1, las semillas indican claramente un rango característico en su tamaño, con excepción del largo, donde unas semillas son un poco más largas, es por eso que se aprecian medidas por fuera del rango de medida para el carácter del largo.

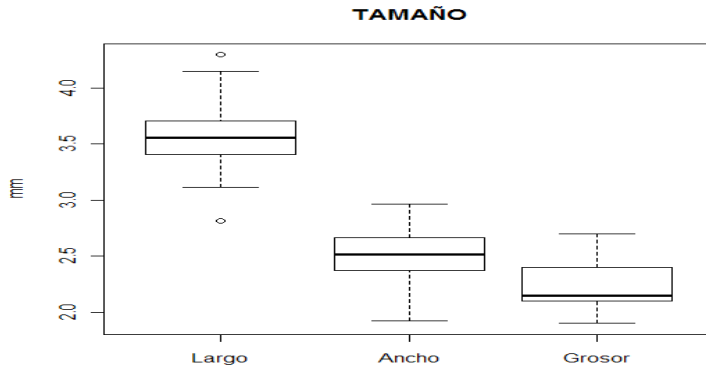


Figura 1. Boxplot con valores máximos, mínimos y promedios de las medidas tomadas para *O. pyramidale*. En promedio las semillas miden $3,6 \pm 0,3$ mm de largo x $2,5 \pm 0,2$ mm de ancho x $2,2 \pm 0,2$ mm de grosor. El largo tiene un rango de 3,1 a 4,1 mm; el ancho muestra un rango de 1,9 a 2,9 mm y el grosor presenta un rango de 1,9 a 2,7 mm. Peso $0,007 \pm 0,002$ mg.

El embrión se presenta bien desarrollado (foto 2-A). De color blanco (5Y(8/2)) con forma espatulada y disposición foliada – axilar que ocupa la parte central de la semilla (anexo 6). Los cotiledones son ovados, delgados y rugosos. Según la localización y el origen de las sustancias de reservas, es una semilla endospermada. El endosperma es carnoso de color blanco y ocupa un volumen importante en la semilla (foto 2-B).

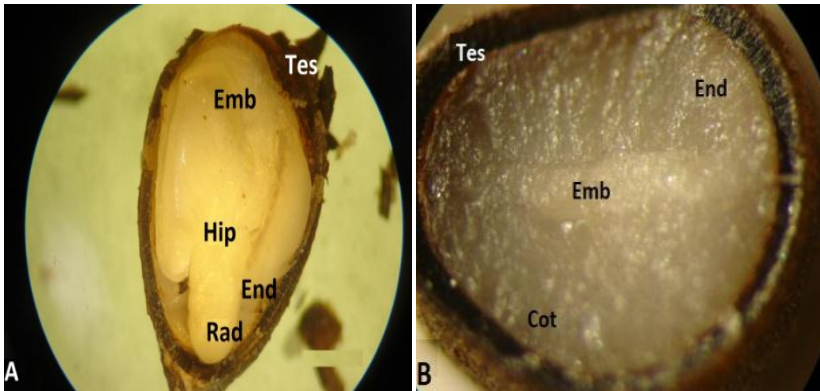


Foto 2. *O. pyramidale* A. Corte sagital (80X) Embrión (Emb), Endosperma (End), Hipocótilo (Hip), Radícula (Rad), Testa (Tes). B. Corte transversal (80X) Cotiledón (Cot), Testa (Tes), Embrión (Emb).

Las medidas de los caracteres del embrión muestran que *O. pyramidale* es una semilla propia de un embrión pequeño, pero bastante desarrollado para el tamaño seminal que ésta presenta (cuadro 4).

Largo	Ancho	EMBRIÓN (mm)			
		Peso (mg)	COTILEDÓN		RADÍCULA
			Largo	Ancho	Largo
3,4 ± 0,3	2,3 ± 0,2	0,001 ± 0,0002	2,7 ± 0,2	2,3 ± 0,2	0,7 ± 0,2

Cuadro 4. Promedio y desviación estándar del embrión de *O. pyramidale*

Cucurbita maxima (calabaza)

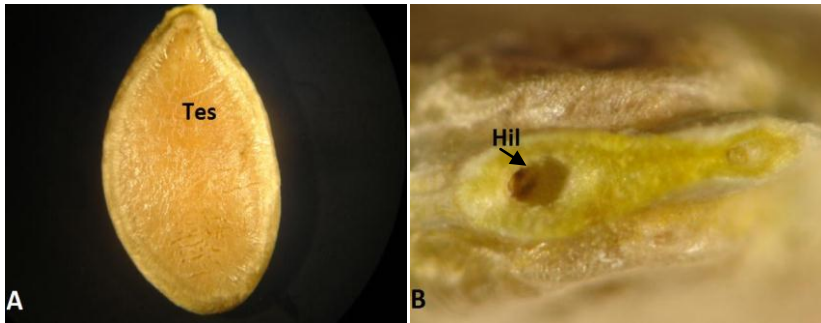


Foto 3. *C. maxima* A. (10X) Testa (Tes). B. (30X) Hilum (Hil).

La semilla presentó forma lanceolada (foto 3-A) con las caras ligeramente aplanadas. Superficie alveolada. Testa suave de color amarillo claro (2.5Y(8/4)), de consistencia escariosa y textura rugosa. El hilum es orbicular en posición apical (foto 3-B). Arilo ausente.

En la figura 2 se observa el promedio del tamaño seminal de *C. maxima*. Para los caracteres de largo y grosor las semillas revelan medidas constantes, mientras que para el ancho, algunas semillas son más angostas, llegando a medir menos de 6,8mm de ancho.

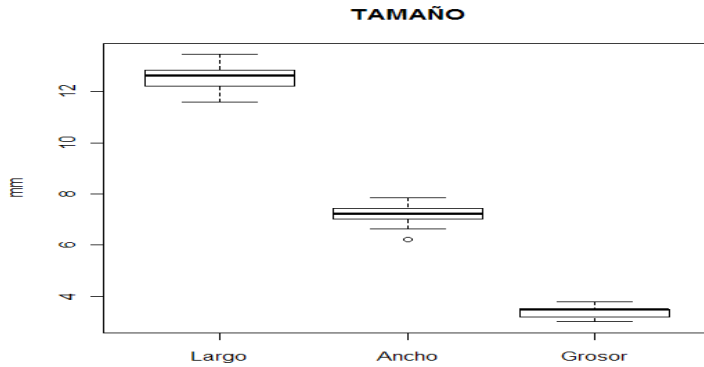


Figura 2. Boxplot con valores máximos, mínimos y promedios de las medidas tomadas para *C. maxima*. En promedio las semillas miden $12,5 \pm 0,5$ mm de largo x $7,2 \pm 0,3$ mm de ancho x $3,4 \pm 0,2$ mm de grosor. El largo tiene un rango de 11,6 a 13,4mm; el ancho muestra un rango de 6,8 a 7,9 mm y el grosor presenta un rango de 3 a 3,8mm. Peso $0,19 \pm 0,006$ mg.

Esta semilla tiene un embrión grande (foto 4-B) que ocupa todo el espacio interior de la misma, de color blanco (5Y(8/2)). Tiene forma espatulada, tipo foliado y disposición axilar (anexo 6). Es una semilla exendospermada y provista de plúmula (foto 4-C).

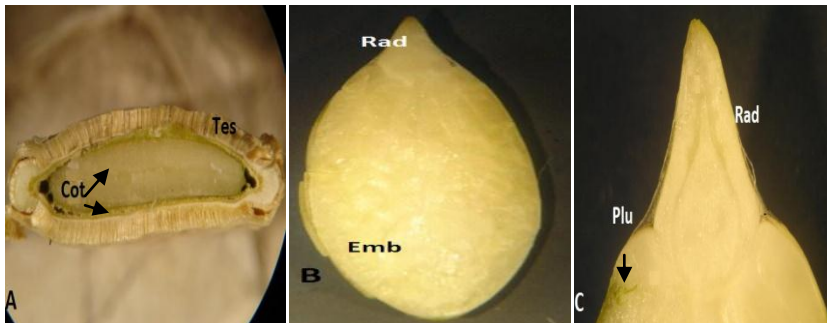


Foto 4. *C. maxima* A. (40X) Corte transversal Cotiledón (Cot), Testa (Tes) B. (30X) Corte sagital Embrión (Emb), Radícula (Rad). C. (40X) Plúmula (Plu), Radícula (Rad).

Las medidas de los caracteres del embrión se hallan indicadas en el cuadro 5. Sus dimensiones confirman que *C. maxima* posee en su interior un embrión grande que ocupa un espacio significativo en el interior de la semilla.

EMBRIÓN (mm)					
Largo	Ancho	Peso (mg)	COTILEDÓN		RADÍCULA
			Largo	Ancho	Largo
11,5 ± 0,5	4,5 ± 0,2	0,12 ± 0,004	9,08 ± 0,4	4,5 ± 0,2	2,4 ± 0,4

Cuadro 5. Promedio y desviación estándar del embrión de *C. maxima*.

Cyclanthera pedata (achojcha)

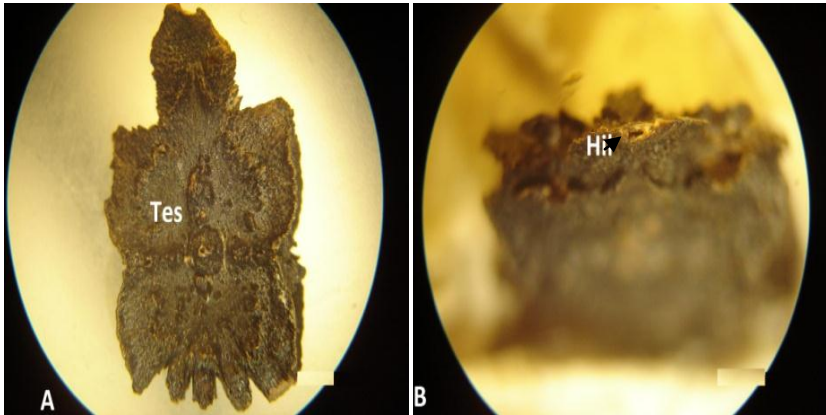


Foto 5. *C. pedata* A. (10X) Testa (Tes) B. (30X) Hilum (Hil).

Semillas grades de forma cuadrada, con el ápice y la base acuminados de color negro oscuro. Superficie pustulada y testa leñosa y gruesa de consistencia córnea (foto 5-A). Se distingue el hilum de forma lineal con posición apical. Ausencia de arilo (foto 5-B).

En la figura 3 se presenta los resultados de las medidas del embrión, en las que se puede observar que los caracteres de largo y grosor de las semillas se mantienen dentro de un rango de medidas constante, a diferencia del ancho, que indica que unas semillas presentan 12,5mm de ancho.

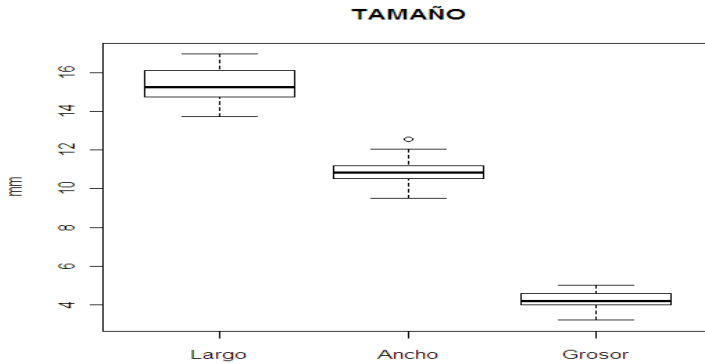


Figura 3. Boxplot con valores máximos, mínimos y promedios de las medidas tomadas para *C. pedata*. En promedio las semillas miden $15,3 \pm 0,8$ mm de largo x $10,9 \pm 0,6$ mm de ancho x $4,3 \pm 0,4$ mm de grosor. El largo tiene un rango de 13,7 a 16,9mm; el ancho muestra un rango de 9,5 a 12mm y el grosor presenta un rango de 3,2 a 5mm. Peso $0,12 \pm 0,016$ mg.

El embrión es de color blanco (5Y(8/2)) y forma espatulada (anexo 6). Es de tipo foliado con disposición axilar que ocupa todo el espacio interior. La semilla es exendosperma (foto 6-B) por lo que no presenta endosperma. Además es provista de plúmula (foto 6-C).

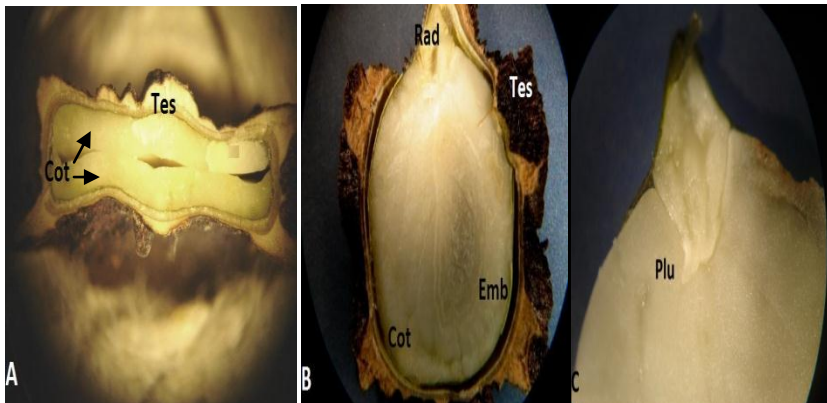


Foto 6. *C. pedata* A. (30X) Corte transversal Cotiledón (Cot), Testa (Tes) B. (30X) Corte sagital Embrión (Emb), Radícula (Rad), Cotiledón (Cot), Testa (Tes). C. (30X) Plúmula (Plu).

Las medidas del embrión se muestran en el cuadro 6. Como se puede ver *C. pedata* demuestra tener medidas significativas tanto para el embrión como para el cotiledón y la radícula.

EMBRIÓN (mm)					
Largo	Ancho	Peso (mg)	COTILEDÓN		RADÍCULA
			Largo	Ancho	Largo
12,4 ± 0,7	7,3 ± 0,4	0,07 ± 0,01	10,03 ± 0,6	7,3 ± 0,4	2,4 ± 0,3

Cuadro 6. Promedio y desviación estándar del embrión de *C. pedata*

Luffa cylindrica (esponja vegetal)

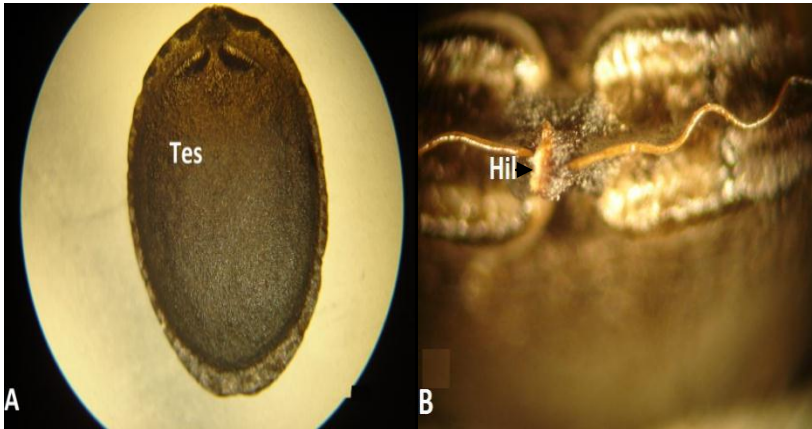


Foto 7. *L. cylindrica*. A. (20X) Testa (Tes) B. (40X) Hilum (Hil).

Esta especie muestra la semilla en forma elíptica (foto 7-A), lacerada en el ápice. De color negro oscuro. Superficie foveolada con testa rugosa y de consistencia córnea. Hilum linear con disposición apical. Ausencia de arilo (foto 7-B).

La figura 4 corrobora que *L. cylindrica* tiene semillas de semejante tamaño.

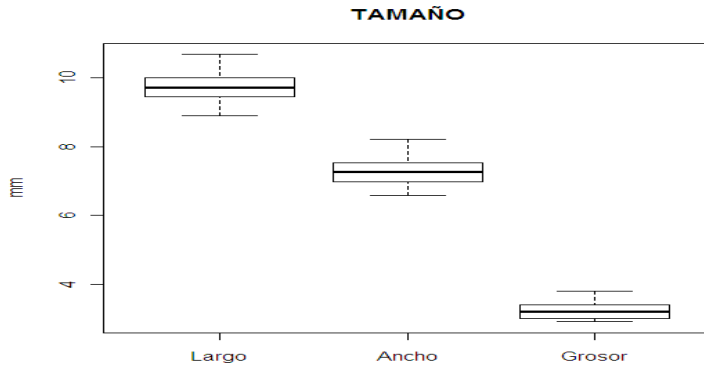


Figura 4. Boxplot con valores máximos, mínimos y promedios de las medidas tomadas para *L. cylindrica*. En promedio las semillas miden $9,7 \pm 0,4$ mm de largo x $7,3 \pm 0,4$ de ancho x $3,2 \pm 0,2$ de grosor. El largo tiene un rango de 8,9 a 10,7mm; el ancho muestra un rango de 6,6 a 8,2mm y el grosor presenta un rango de 2,9 a 3,8mm. Peso $0,09 \pm 0,09$ mg.

El embrión de esta semilla es de color blanco (5Y(8/2)) y forma espatulado (foto 8-B). Tipo foliado y disposición axilar. La semilla es exendosperma por no presentar endosperma.

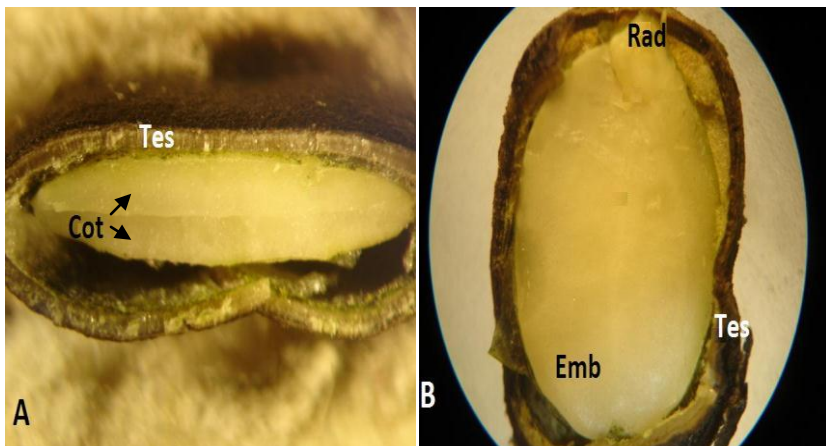


Foto 8. *L. cylindrica*. **A.** (20X) Corte transversal Cotiledón (Cot), Testa (Tes) **B.** (40X) Corte sagital Embrión (Emb), Radícula (Rad), Testa (Tes).

En el cuadro 7 se observan las medidas del embrión de *L. cylindrica*. Se puede notar que tiene medidas relativamente grandes en sus caracteres, que son proporcionales al tamaño seminal.

EMBRIÓN (mm)					
Largo	Ancho	Peso (mg)	COTILEDÓN		RADÍCULA
			Largo	Ancho	Largo
9,1 ± 0,4	5,8 ± 0,4	0,03 ± 0,005	8,3 ± 0,4	5,8 ± 0,4	0,08 ± 0,1

Cuadro 7. Promedio y desviación del embrión de *L. cylindrica*.

***Momordica charantia* (melón amargo)**

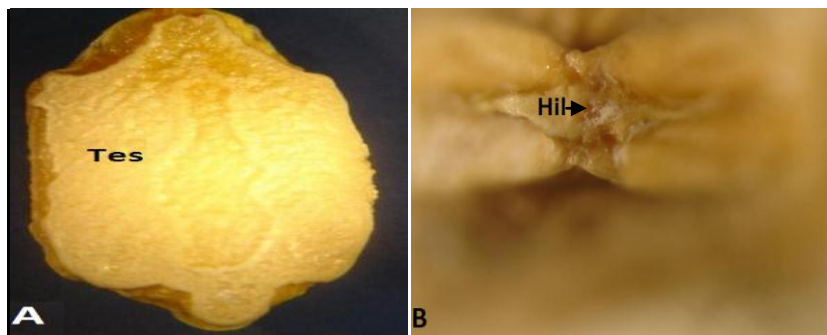


Foto 9. *M. charantia*. A. (20X) Testa (Tes) B. (40X) Hilum (Hil).

Presenta forma elíptica - triangular con el ápice y base prominentes y con caras convexas (foto 9-A). De color amarillo claro (2,5Y(8/4)). Superficie clatrado y testa exfoliante de consistencia débil. El hilum tiene forma orbicular y posición apical. Ausencia de arilo (foto 9-B).

La figura 5 muestra que el carácter del largo es variable entre semillas de esta especie, mientras que para el ancho y grosor conservan medidas uniformes.

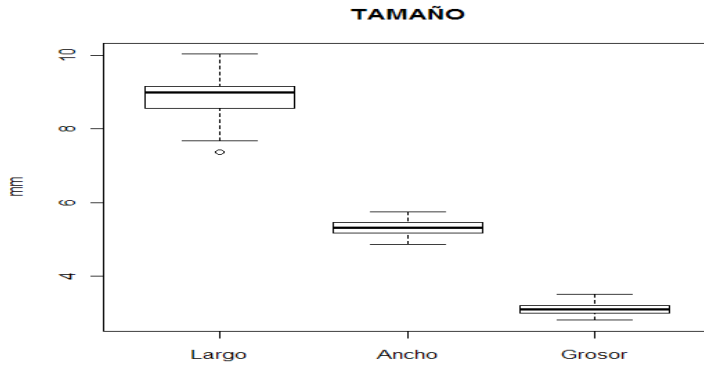


Figura 5. Boxplot con valores máximos, mínimos y promedios de las medidas tomadas para *M. charantia*. En promedio las semillas miden $8,9 \pm 0,5$ mm de largo x $5,3 \pm 0,2$ mm de ancho x $3,1 \pm 0,2$ mm de grosor. El largo tiene un rango de 7,6 a 10mm; el ancho muestra un rango de 4,9 a 5,8mm y el grosor presenta un rango de 2,8 a 3,5mm. Peso $0,05 \pm 0,005$.

El embrión es de color amarillo claro (2.5Y(8/4)). Forma espatulada (foto 10-B), tipo foliado y disposición axilar (anexo 6). En su interior la semilla no presenta endosperma, por lo que es una semilla exendospermada.

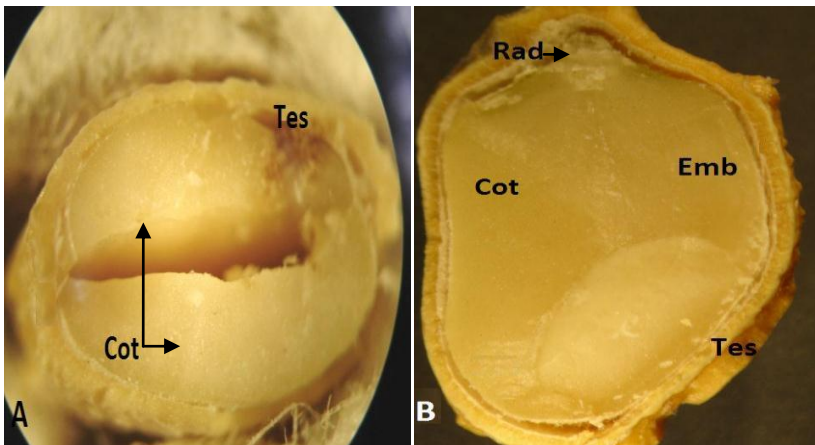


Foto 10. *M. charantia*. **A.** (20X) Corte transversal Cotiledón (Cot), Testa (Tes) **B.** (10X) Corte sagital Embrión (Emb), Radicula (Rad), Testa (Tes) Cotiledón (Cot).

En el cuadro 8 se muestran las medidas promedio del embrión. *M. charantia* tiene un embrión de tamaño grande, que es proporcional al tamaño seminal.

EMBRIÓN (mm)					
Largo	Ancho	Peso (mg)	COTILEDÓN		RADÍCULA
			Largo	Ancho	Largo
8,5 ± 0,6	4,4 ± 0,2	0,03 ± 0,003	7,6 ± 0,5	4,4 ± 0,2	0,8 ± 0,1

Cuadro 8. Promedio y desviación estándar del embrión de *M. charantia*.

Albizia multiflora (angolo)

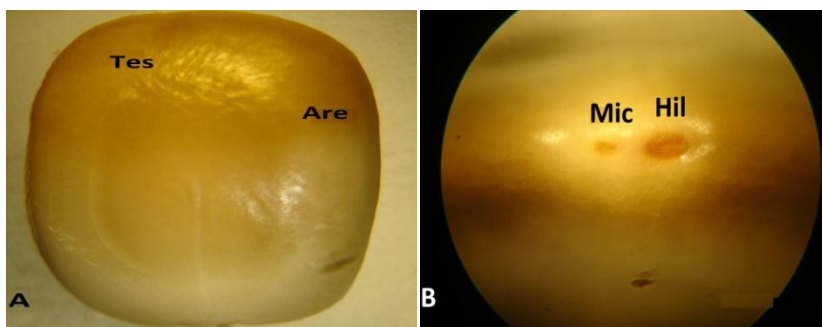


Foto 11. *A. multiflora*. A. (20X) Testa (Tes) Areola (Aer) B. (40X) Micrópilo (Mic), Hilum (Hil).

Las semillas tienen forma ovada de caras convexas (foto 11-A). Color crema grisáceo (2,5Y(7/2 a 8/2)). Testa lisa de consistencia córnea. A diferencia de las demás especies de semillas, se distingue la presencia de la areola de color gris más oscuro. Hilum orbicular con posición apical. Ausencia de arilo (foto 11-B).

En la figura 6 se muestran los resultados del tamaño de la semilla, las medidas se hallan dentro de rangos establecidos por la muestra, lo que señala que las semillas conservan uniformidad en su tamaño.

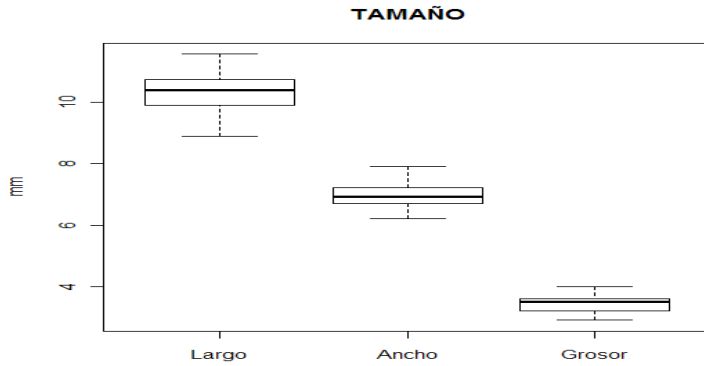


Figura 6. Boxplot con valores máximos, mínimos y promedios de las medidas tomadas para *A. multiflora*. En promedio las semillas miden $10,3 \pm 0,7$ mm de largo x $6,9 \pm 0,4$ mm de ancho x $3,4 \pm 0,3$ mm de grosor. El largo tiene un rango de 8,8 a 11,6mm, el ancho muestra un rango de 6,2 a 7,9mm y el grosor presenta un rango de 2,9 a 4mm. Peso $0,013 \pm 0,015$ mg.

Las semillas presentan un embrión de color amarillo claro (2.5Y(8/4)). Forma espatulado (foto 12-B). Tipo foliado y disposición axilar (anexo 6). La semilla es exendoespermada, puesto que carece de endosperma. Se distingue la presencia de plúmula (foto 12-C).

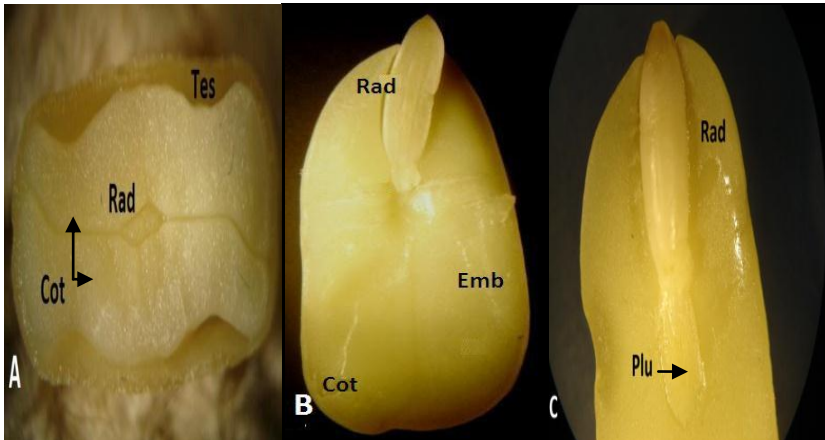


Foto 12. A. Multiflora. A. (20X) Corte transversal Cotiledón (Cot), Testa (Tes) Radícula (Rad) **B.** (10X) Corte sagital Embrión (Emb), Radícula (Rad), Cotiledón (Cot) **C.** (20X) Corte sagital Plúmula (Plu), Radícula (Rad).

En el cuadro 9 se puede observar que *A. multiflora* tiene un embrión el cual constituye casi todo el peso, largo y ancho del tamaño seminal.

EMBRIÓN (mm)					
Largo	Ancho	Peso (mg)	COTILEDÓN		RADÍCULA
			Largo	Ancho	Largo
9,9 ± 0,7	5,4 ± 0,3	0,08 ± 0,01	8,5 ± 0,6	5,4 ± 0,3	1,6 ± 0,5

Cuadro 9. Promedio y desviación estándar del embrión de *A. multiflora*.

Piscidia carthagenensis (barbasco)

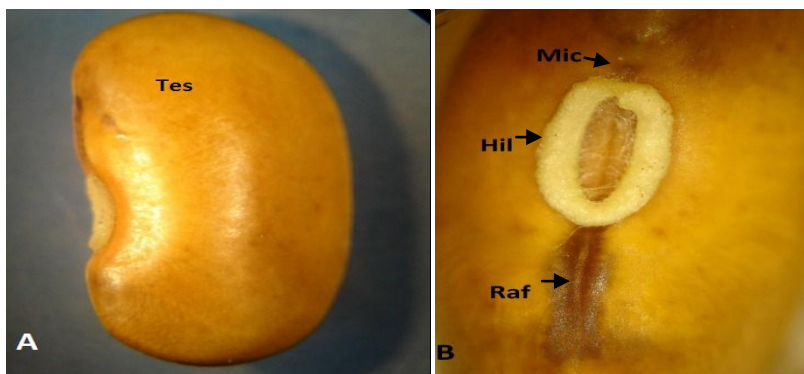


Foto 13. *P. carthagenensis*. A. (20X) Testa (Tes) B. (40X) Micrópilo (Mic), Hilum (Hil), Rafe (Raf).

Las semillas presentan una forma arriñonada (foto 13-A) con caras convexas. Superficie estriada. La testa es fina, de consistencia córnea. Color café - amarillento brillante (7,5YR(4/4 to 5/8)). Al costado de la semilla se encuentra el hilum con forma orbicular y posición lateral, de color blanco (foto13-B). Ausencia de arilo.

En la figura 7 se presentan las medidas de las semilla. Se observa que los caracteres conservan medidas entre los rangos establecidos por la muestra.

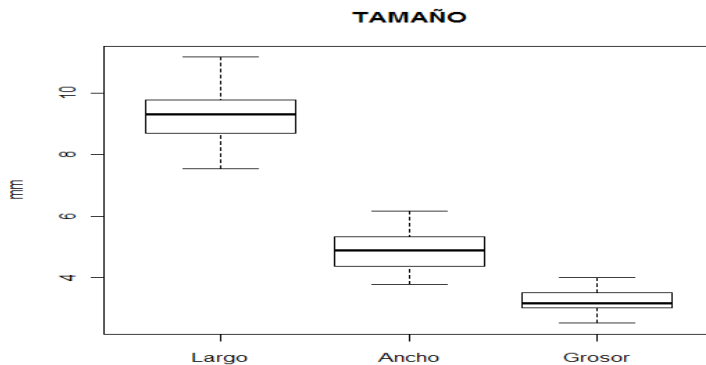


Figura 7. Boxplot con valores máximos, mínimos y promedios de las medidas tomadas para *P. carthagenensis*. En promedio las semillas miden $9,3 \pm 0,8$ mm de largo x $4,8 \pm 0,6$ mm de ancho x $3,2 \pm 0,4$ mm de grosor. El largo tiene un rango de 7,5 a 11,2mm, el ancho muestra un rango de 3,8 a 6,2mm y en el grosor presenta un rango de 2,5 a 4mm. Peso $0,07 \pm 0,011$ mg.

El embrión de esta semilla es de color amarillo (5Y(8/8)). Forma encorvada de tipo foliado y disposición axilar (foto 14-A). Los cotiledones ocupan casi todo el volumen de la semilla, por lo que es una semilla exendoespermada. Se distingue la presencia de plúmula. La radícula se ubica frente a los bordes de los cotiledones (foto 14-B), por lo que el embrión es acumbente (anexo 7).

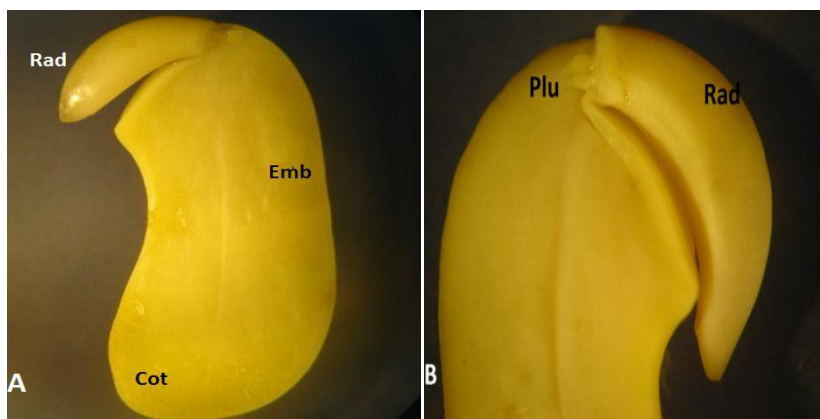


Foto 14. *P. carthagenensis*. A. (20X) Corte sagital Cotiledón (Cot), Radícula (Rad) Embrión (Emb) B. (30X) Corte sagital Radícula (Rad), Plúmula (Plu).

P. carthagenensis al igual que *A. multiflora*, presentan caracteres cuyo peso, largo y ancho se atribuyen al embrión (cuadro 10).

EMBRIÓN (mm)					
Largo	Ancho	Peso (mg)	COTILEDÓN		RADÍCULA
			Largo	Ancho	Largo
9,2 ± 0,8	4,6 ± 0,6	0,05 ± 0,009	9,2 ± 0,8	4,7 ± 0,6	3,3 ± 0,3

Cuadro 10. Promedio y desviación estándar del embrión de *P. carthagenensis*.

Physalis peruviana (uvilla)

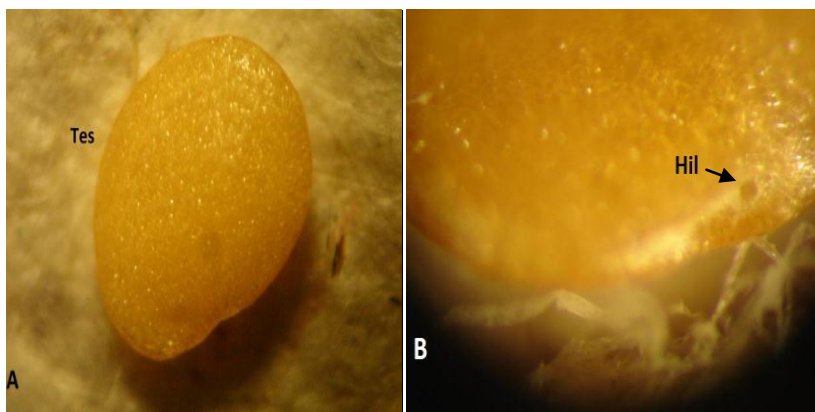


Foto 15. *P. peruviana*. A. (80X) Testa (Tes) B. (100X) Hilum (Hil).

Las semillas son muy pequeñas (foto 15-A) de color amarillo claro brillante (2,5Y(8/6)). Tienen forma ovada – achatada. Superficie alveolada. Testa cartilaginosa de consistencia córnea. Hilum orbicular, con posición apical (foto 15-B). Arilo ausente.

En la figura 8 se puede evidenciar que las semillas son de tamaño relativamente pequeño y que para el carácter del ancho, algunas semillas miden menos que 1,1mm de ancho.

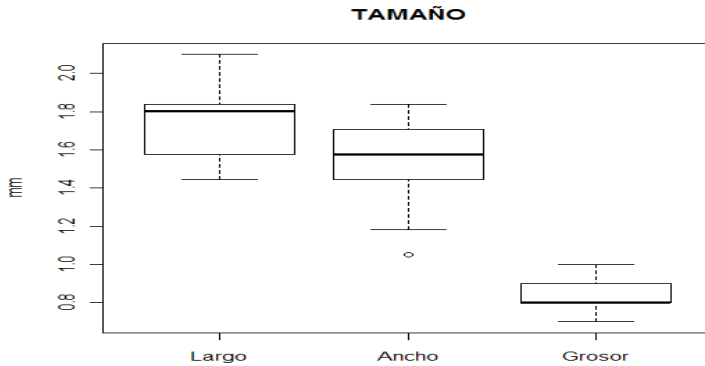


Figura 8. Boxplot con valores máximos, mínimos y promedios de las medidas tomadas para *P.peruviana*. En promedio las semillas miden $1,8 \pm 0,2$ mm de largo x $1,5 \pm 0,2$ mm de ancho x $0,8 \pm 0,08$ mm de grosor. El largo tiene un rango de 1,4 a 2,1mm, el ancho muestra un rango de 1,1 a 1,8mm y el grosor presenta un rango de 0,7 a 1mm. Peso $0,001 \pm 0,0001$ mg.

Esta especie presenta un embrión de de color blanco (5Y(8/2)). Forma linear, tipo curvo y disposición periférico. En vista de que el embrión se encuentra envuelto de endosperma de color blanco (foto 16-B), la semilla es endospermada. Por la ubicación de la radícula, el embrión es conduplicado (anexo 7).

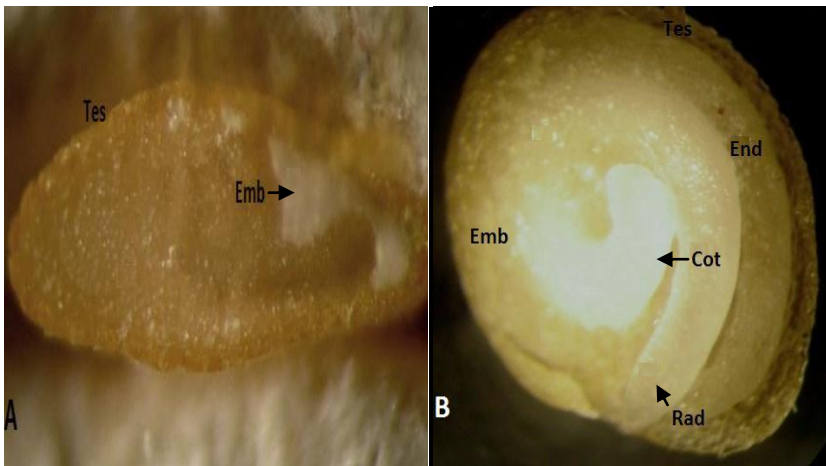


Foto 16. *P. peruviana*. **A.** (80X) Corte longitudinal Embrión (Emb), Testa (Tes) **B.** (100X) Corte sagital Cotiledón (Cot), Embrión (Emb), Endosperma (End), Radícula (Rad).

En el cuadro 11 se muestra que el embrión es bastante largo en relación a la semilla, pues la disposición de la radícula con respecto a los cotiledones duplica el tamaño seminal, es por eso que es un embrión conduplicado.

EMBRIÓN (mm)					
Largo	Ancho	Peso (mg)	COTILEDÓN		RADÍCULA
			Largo	Ancho	Largo
3,2 ± 0,4	0,2 ± 0,04	0,0003 ± 0,00007	1,5 ± 0,1	0,2 ± 0,04	1,5 ± 0,1

Cuadro 11. Promedio y desviación estándar del embrión de *P. peruviana*.

Solanum albidum (tululuche)



Foto 17. *S. Albidum*. A. (60X) Testa (Tes) B. (40X) Hilum (Hil).

Las semillas de esta especie tienen forma ovada (foto 17-A), caras aplanadas a convexas. Superficie punctato. Testa cartilaginosa de consistencia córnea. De color café claro (2,5Y(7/4)). Hilum linear con posición apical (foto 17-B). Ausencia de arilo.

S. albidum se asemeja en medidas a *P. peruviana*, presentando así semillas un poco más grandes que la anterior especie (figura 9). Además se corrobora que el tamaño seminal es constante para toda la muestra.

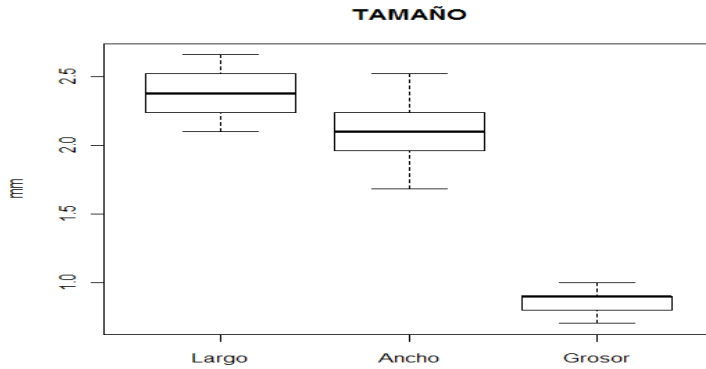


Figura 9. Boxplot con valores máximos, mínimos y promedios de las medidas tomadas para *S. albidum*. En promedio las semillas miden $2,4 \pm 0,1$ mm de largo x $2,1 \pm 0,2$ mm de ancho x $0,8 \pm 0,07$ mm de grosor. El largo tiene un rango de 2,1 a 2,7mm, el ancho muestra un rango de 1,7 a 2,5mm y el grosor presenta un rango de 0,7 a 1mm. Peso $0,001 \pm 0,0002$ mg.

El embrión de esta semilla es de color blanco (5Y(8/2)) y forma lineal (foto 18-B). Tipo curvo y disposición periférico. Presenta abundante endosperma de color blanco que rodea al embrión, por lo que la semilla es endospermada. El embrión es conduplicado debido a que la radícula se ubica longitudinalmente a los cotiledones (anexo 7).

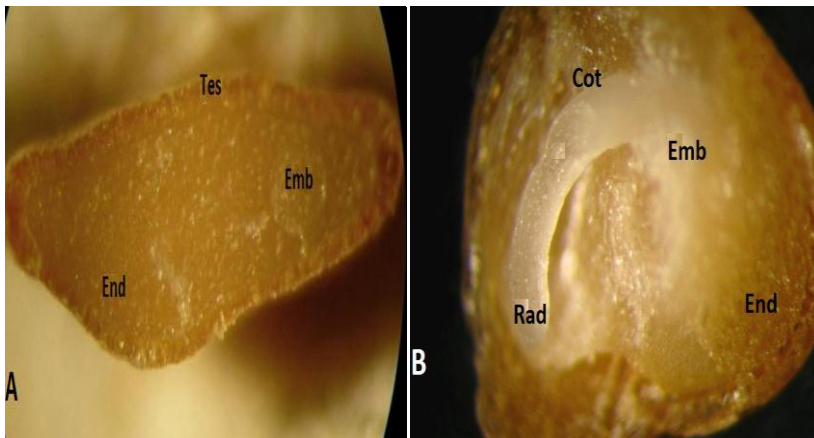


Foto 18. *S. albidum*. **A.** (80X) Corte transversal Embrión (Emb), Testa (Tes) Endosperma (End) **B.** (80X) Corte sagital Cotiledón (Cot), Embrión (Emb), Endosperma (End), Radícula (Rad).

Como era de esperarse, el embrión de *S. albidum* también concuerda en medidas con *P. peruviana* (cuadro 12). De igual manera el embrión de ésta especie de semilla es conduplicado.

EMBRIÓN (mm)						
Largo	Ancho	Peso (mg)	COTILEDÓN		RADÍCULA	
			Largo	Ancho	Largo	
3,3 ± 0,4	0,2 ± 0,05	0,0004 ± 0,0001	1,7 ± 0,2	0,2 ± 0,05	1,7 ± 0,2	

Cuadro 12. Promedio y desviación estándar del embrión de *S. albidum*.

Solum sisymbriifolium (espina colorada)

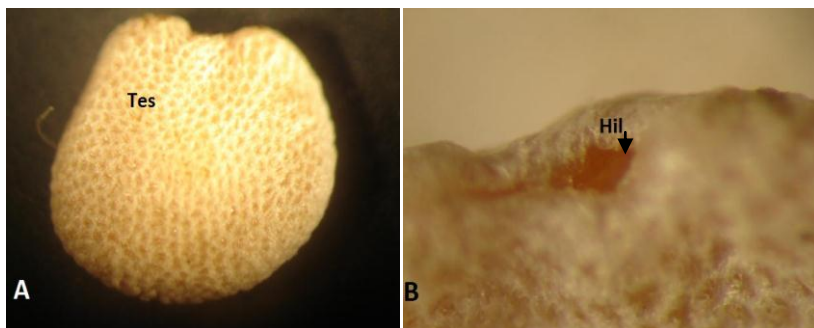


Foto 19. *S. sisymbriifolium*. A. (80X) Testa (Tes) B. (80X) Hilum (Hil).

Semilla de forma obovada – arriñonada (foto19-A) y caras convexas. Superficie alveolada. Testa fina de consistencia débil. Color crema (7,5YR(8/2)). Hilum orbicular de posición apical (foto 19-B). Árido ausente.

A diferencia de las anteriores especies de la familia Solanaceae, *S. sisymbriifolium* tiene una semilla cuyo ancho es mayor que el largo (figura 10), razón por la cual la semilla adopta una forma arriñonada (foto 19-A).

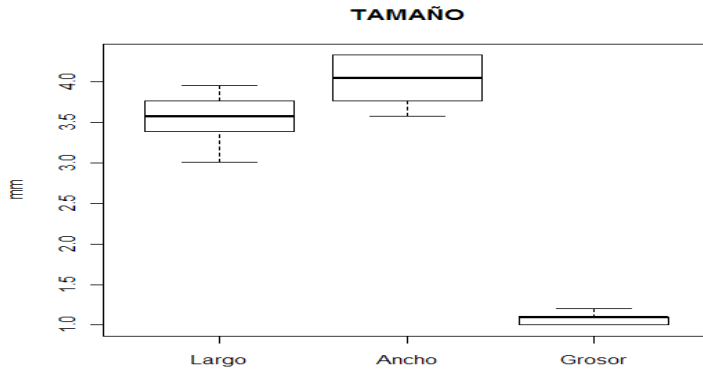


Figura 10. Boxplot con valores máximos, mínimos y promedios de las medidas tomadas para *S. sisymbriifolium*. En promedio las semillas miden $3,5 \pm 0,2$ mm de largo x $4 \pm 0,2$ mm de ancho x $1 \pm 0,07$ mm de grosor. El largo tiene un rango de 3 a 3,9mm, el ancho muestra un rango de 3,6 a 4,3mm y en el grosor presenta un rango de 1 a 1,2mm. Peso $0,003 \pm 0,0003$ mg.

Esta especie presenta un embrión de color blanco (5Y(8/2)) y forma linear. Tipo curvo y disposición periférico. El embrión tiene a su alrededor endosperma de color blanco (foto 20-B), por lo tanto se constituye como una semilla endospermada. El embrión es conduplicado (anexo 7).

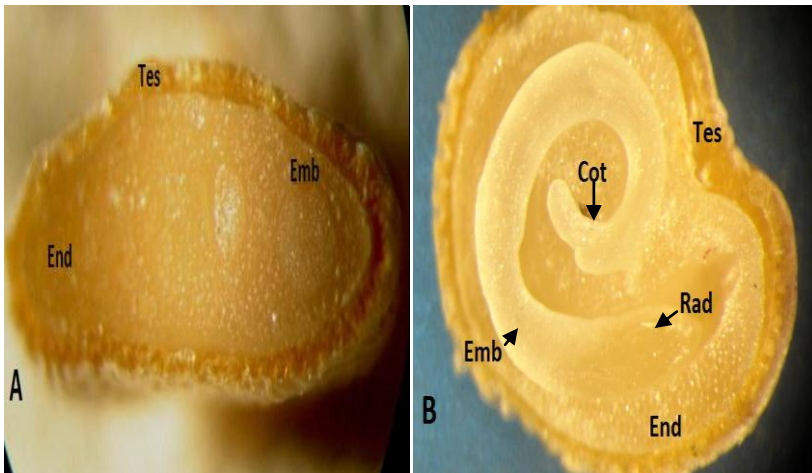


Foto 20. *S. sisymbriifolium*. A. (80X) Corte longitudinal Embrión (Emb), Testa (Tes) Endosperma (End) B. (80X) Corte sagital Cotiledón (Cot), Embrión (Emb), Endosperma (End), Radicula (Rad), Testa (Tes).

Como es característico de los embriones de esta Familia, *S. sisymbriifolium* también posee embrión conduplicado, con medidas mayores a las anteriores especies (cuadro 13).

EMBRIÓN (mm)					
Largo	Ancho	Peso (mg)	COTILEDÓN		RADÍCULA
			Largo	Ancho	Largo
4,5 ± 0,2	0,5 ± 0,05	0,001 ± 0,0003	2,2 ± 0,2	0,5 ± 0,05	2,2 ± 0,2

Cuadro 13. Promedio y desviación estándar del embrión de *S. sisymbriifolium*.

Asociación Morfológica de Especies

El análisis de agrupación utilizado para los caracteres cuantitativos externos medidos en las semillas de las especies en estudio generó dos grandes grupos (figura 11).

En el primero se asocian las especies con semillas más pequeñas y con distancias de agrupación más cortas (*P. peruviana*, *S. albidum*, *O. pyramidale* y *S. sisymbriifolium*). De las cuatro especies asociadas en el primer cluster, tres forman parte de la familia Solanaceae, con excepción de *O. pyramidale* que pertenece a la familia Bombacaceae, pero que por su tamaño se ubica dentro del mismo cluster. A su vez el cluster de semillas pequeñas, se divide en dos clusters, en el primero se encuentran *P. peruviana* y *S. albidum*, pues claramente presentan un tamaño seminal bastante aproximado. En el segundo cluster *O. pyramidale* y *S. sisymbriifolium* se ubican juntas y un poco más distantes que las anteriores especies de semillas, por tener embriones más grandes y aún mayor grado de semejanza en su tamaño seminal que con las especies que se encuentran en el cluster anterior.

En la segunda agrupación se asocian especies con semillas grandes que sobrepasan los 7,4mm de largo. Claramente se puede observar que la relación morfológica se presenta de distinta forma para las semillas con tamaño seminal grande. Las especies de la familia Cucurbitaceae (*C. pedata*, *C. maxima*, *M. charantia* y *L. cylindrica*) se ubican separadas unas de otras, puesto que existe variabilidad del tamaño seminal. *C. pedata* que se constituye como la semilla más grande en estudio, se posesiona en primer lugar, seguido por *C. maxima*. *M. charantia* y *L. cylindrica* se colocan aún más abajo, pero distantes entre ellas, esto se debe a que presentan parentesco en el

tamaño de sus semillas, pero que simultáneamente lo presentan con las semillas de la familia Fabaceae. *P. carthagenensis* y *A. multiflora* (familia Fabaceae) demuestran proximidad en su tamaño seminal. No obstante se ubican en clusters diferentes, debido a que presentan asociaciones aún más íntimas con *M. charantia* y *L. cylindrica* (familia Cucurbitaceae).

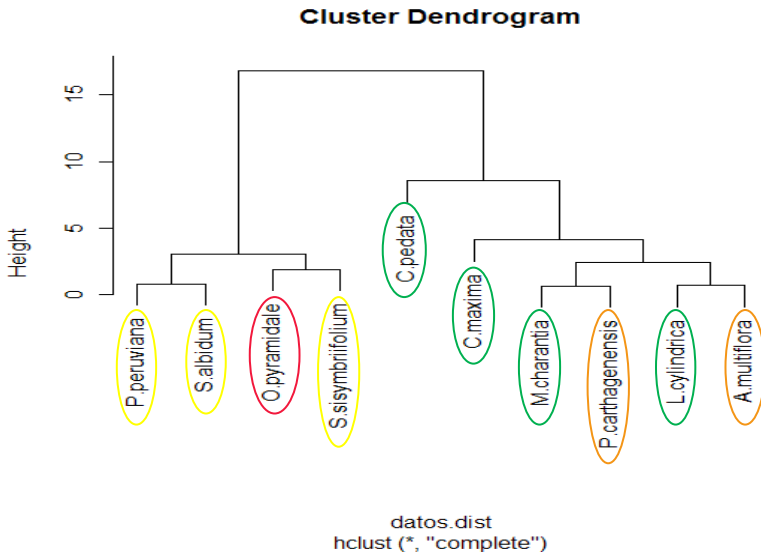


Figura 11. Clustplot: Dendrograma generado por el análisis de tamaños de las semillas. Leyenda: ■ Familia Bombacaceae, ■ Familia Cucurbitaceae, ■ Familia Fabaceae, ■ Familia Solanaceae.

De igual forma ocurre en el análisis de agrupación de caracteres cuantitativos internos medidos para los embriones de las especies en estudio, se obtuvo dos asociaciones significativas (figura 12).

Una de ellas comprende los embriones más pequeños que incluyen a las especies *O. pyramidale* (familia Bombacaceae), *S. sisymbriifolium*, *P. peruviana* y *S. Albidum* (familia Solanaceae). *O. pyramidale* se ubica en la parte superior del cluster, por tener un embrión más grande que las demás especies. Seguida de *S. sisymbriifolium* cuyo

embrión tiene dimensiones más cortas. *P. peruviana* y *S. albidum* se sitúan en la parte inferior y dentro un mismo cluster por compartir un embrión bastante similar en tamaño.

En el segundo grupo de semillas se registró las mismas especies que en la asociación de tamaños de semillas grandes que se observan en la figura 11. Como era de esperarse *C. pedata* con el embrión de mayor dimensión se halla superpuesta a todas las demás semillas de embriones grandes. A continuación se ubica *C. maxima* con su embrión de menor tamaño. En la parte inferior el cluster se dividen otros dos clusters que demuestran tanto el grado de similitud del tamaño embrional entre *L. cylindrica* y *A. multiflora*, así como también entre *M. charantia* y *P. carthagenensis*.

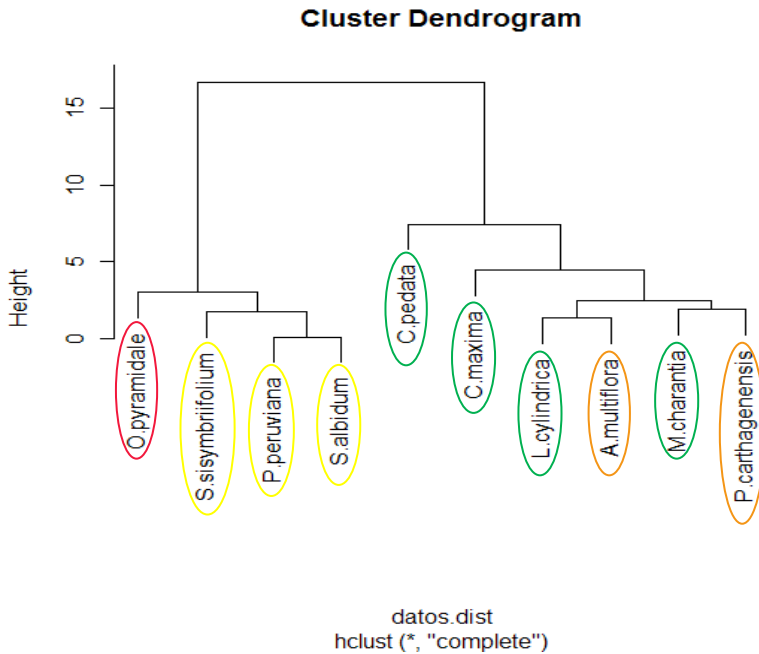


Figura 12. Clustplot: Dendrograma generado por el análisis de tamaños del embrión de las semillas. Leyenda:
■ Familia Bombaceae, ■ Familia Cucurbitaceae, ■ Familia Fabaceae, ■ Familia Solanaceae.

DISCUSIÓN

En las características morfológicas estudiadas en las especies y familias, se encontraron diferencias y semejanzas claras entre las especies de una misma familia y entre especies de distintas familias.

La semilla de *O. pyramidale* es pequeña (foto 1-A), posee una envoltura de vello sedoso, lo cual se corrobora con lo citado por Sánchez *et al* (1991), que la señala como a una semilla que tiene testa o pericarpio cubiertos totalmente por una masa de pelos sedosos. El embrión de *O. pyramidale* (foto 2-A) es notablemente desarrollado, y se encuentra ocupando el centro interno de la semilla, según Herrera *et al* (1994) la ventaja de este carácter residiría en que semillas con embriones grandes y desarrollados dan a las plántulas más ventajas de cara a la germinación, establecimiento y supervivencia. Además el endosperma que rodea el embrión (foto 2-B), podría desempeñar una importante función en la nutrición, desarrollo, maduración y crecimiento de la plántula (González, 2001).

Las semillas de las especies *C. maxima* (foto 3-A), *L. cylindrica* (foto7-A), *M. charantia* (foto 9-A) y *C. pedata* (foto 5-A) (familia Cucurbitaceae) comparten la característica de tener semillas grandes, que externamente presentan distintas formas como lanceolada (*C. maxima*), cuadrada (*C. pedata*) y elíptica con caras aplanadas (*L. cylindrica*), a excepción de *M. charantia* que tiene caras convexas. Lo cual se corrobora con lo señalado por Robbins *et al*, (1966), las semillas de las diferentes especies y familias de plantas varían notablemente en cuanto a tamaño, forma, color y caracteres externos, estructura interna y naturaleza de alimentos almacenados. Son provistas de testa suave y membranosa en el caso de *C. maxima* y *M. charantia*, mientras que *C. pedata* y *L. cylindrica* tienen testa leñosa y córnea de consistencia dura. Con respecto a ésta característica Fenner y Thompson (1985) mencionan que la testa cumple con la función de proteger a la semilla de la entrada de parásitos y lesiones que podrían afectar a su mecanismo. Todas las especies pertenecientes a ésta familia presentaron el hilum prominente ubicado en el ápice de la semilla; su forma varía de orbicular a linear, así lo confirma Lira (2004) quien señala que la forma hilar puede variar de circular a linear o elíptica. La forma del embrión es la misma para todas las especies estudiadas de esta familia, es espatulado y ocupa gran parte del volumen de la semilla,

son carentes de endosperma, esto se debe a que según Fuller *et al* (1974) el embrión absorbe el alimento del tejido endospermico antes de que las semillas estén totalmente formadas, cuando estas semillas maduran constan de embrión y cubierta seminal, por lo que son consideradas semillas exendoespermadas (Origen y características generales de la semilla, s.f). Algo particular de recalcar es la presencia de plúmula en *C. maxima* (foto 4-C) y *C. pedata* (foto 6-C). Según menciona Herrera (2001), la plúmula protege al meristema apical que posteriormente dará origen a las hojas y tallo de la planta, además es una estructura que ayuda a la semilla a anclarse al suelo, abrir camino del suelo hacia la superficie y así empezar el desarrollo de la planta (Fenner & Thompson, 1985).

Resultados similares fueron obtenidos entre las especies de la familia fabaceae (*A. multiflora* y *P. carthagenensis*), las formas seminales coinciden con diseños alargados y arriñonados del fréjol, que según Fenner (1983) favorecen en enterramiento de los propágulos, lo que permite reducir los daños por deshidratación. La testa es fina de consistencia dura que sirve de protección para el embrión y está relacionada con el control de la germinación (Departamento de Agricultura de EU, 1963). En *P. carthagenensis* el hilum es muy visible, tiene forma orbicular – prominente de color blanco ubicado la parte central del costado de la semilla (Strasburger, 1960). En *A. multiflora* se distingue al hilum como una cicatriz oval cerca de la mitad del ápice de la semilla, Robbins *et al* (1966) menciona que hilum es el lugar donde la semilla se separa del fonículo. Las semillas difieren en la forma del embrión (foto 12-B y 14-A), en cambio coinciden con embriones voluminosos, lo cual se ratifica en Origen y características generales de la semilla (s.f), el embrión puede ocupar todo el volumen de la semilla como en la mayoría de las leguminosas (soja, garbanzo). No presentan endosperma pues se encuentra almacenado en los cotiledones, por lo que se los puede apreciar de gran tamaño (cuadro 9 y 10), ricos en reservas de almidón y proteínas (Herbario de la Universidad Pública de Navarra, (s.f.). Es notoria la radícula alargada ubicada en la parte central del cotiledón, cuya posición es lateral y bastante saliente en dirección al micrópilo. Se lo reconoce al embrión de *P. carthagenensis* como acumbente, porque la radícula se ubica frente al borde de los cotiledones (Vozzo, 2002). En ambas semillas se aprecia la plúmula, estructura característica que incluyen los cotiledones gruesos y carnosos.

Por su parte, las especies de la familia Solanaceae (*P. peruviana* y *S. albidum*) se incluyen en el Sistema de Clasificación de semillas pequeñas dado por Martín (1946), cuyo rango es de 0,3 a 2,00mm de largo; mientras que *S. sisymbriifolium* (figura 10) se la excluye por tener dimensiones un poco más extensas que las anteriores especies. Son semillas dotadas de testa fina y dura, ayudando así a la protección de la semilla del medio ambiente en que encuentra (Strasbusger, 1960). El embrión es igual para las tres especies (*P. peruviana*, *S. albidum* y *S. sisymbriifolium*), recto, curvo y periférico. Son semillas endospermadas por ser provistas de endosperma carnoso y abundante que constituye el volumen mayor de la semilla (Robbins *et al*, 1966) y ayuda a nutrir el embrión (González, 2001), por lo que podría tener más ventajas de germinar (Mendez, 1997). Además por la disposición de la radícula, son semillas con embriones conduplicados, pues los cotiledones se pliegan longitudinalmente a la radícula, una ventaja adaptativa del embrión curvo es que pueden llegar a duplicar el tamaño de la semilla (Vozzo, 2002).

Tal como se demostró en el cluster de las semillas según su tamaño (figura 11), la variación de tamaños explica un patrón característico entre especies de una misma familia y/o distintas familias. Por ejemplo las especies de la familia Cucurbitaceae (*C. pedata*, *C. maxima*, *L. cylindrica* y *M. charantia*) presentaron un mayor tamaño con respecto a las demás especies en estudio. Por lo tanto se hallan dentro de un mismo conjunto de tamaños seminales. Para la planta, el hecho de poseer semillas grandes constituye una gran ventaja, pues así lo mencionan Alcántara *et al* (2003) y Peñaloza (2005) que encontraron que las semillas de mayor tamaño presentaron un porcentaje superior de germinación y produjeron plántulas más fuertes. Otra característica particular de estas especies fue su embrión en forma espatulado con cotiledones voluminosos. Según la clasificación de Martín (1946), el tamaño de las semillas puede deberse a tener el embrión espatulado, recto, cotiledones gruesos y anchos.

Las especies de la familia Fabaceae (*A. multiflora* y *P. carthagenensis*) se ubican en el mismo cluster que las especies de la familia Cucurbitaceae, es decir que también presentan semillas con tamaños relativamente grandes. *P. carthagenensis* se encuentra unida a *M. charantia* debido a que coinciden aún más en su tamaño seminal. De igual forma *A. multiflora* se halla junto a *L. cylindrica* por demostrar mayor grado de

similitud en el tamaño de sus semillas que con cualquier otra semilla en estudio. Según Garrido *et al*, (2005), este tipo de variación es habitualmente indicadora de la existencia de diferencia genética y/o microambientales entre las especies de una familia.

En el caso de la familia Solanaceae (*P. peruviana*, *S. albidum*, *S. sisymbriifolium*) y Bombacaceae (*O. pyramidale*) las semillas se aglomeran en un cluster bastante apartado al anterior, pues son propias de semillas pequeñas con notable variabilidad en su tamaño. Fuller *et al*, (1974) y Robbins *et al*, (1966) concuerdan con el hecho de que una planta que sea provista de semillas pequeñas, podría favorecer su dispersión por agua o viento debido al peso liviano, además de tener una rápida germinación y estar adaptadas para la colonización de nuevos espacios. Entre ellas establecen relaciones aún más estrechas como se puede observar en un pequeño cluster formado por *P. peruviana* y *S. albidum*, que poseen semillas con tamaños seminales muy aproximados. Igualmente lo demuestran las semillas de las especies *O. pyramidale* y *S. sisymbriifolium*, las cuales se incluyen en un mismo cluster por concordar en el tamaño de sus semillas. Guttermann, 1992 indica que la varianza del tamaño de semillas entre especies de una misma familia puede ser el resultado de cuestiones relacionadas con la adjudicación de recursos que la planta hace a cada una de sus estructuras.

Con respecto al tamaño del embrión (figura 12) las especies en estudio se encuentran agrupadas análogamente al tamaño seminal, es decir que el tamaño del embrión es proporcional al tamaño de la semilla. Peñalosa (2005) estiman que el efecto del tamaño de las semillas está asociado al tamaño del embrión y no a la conversión bioquímica de las reservas en los tejidos, de tal manera que un mayor tamaño embrionario permite un crecimiento más rápido de las plántulas. Consecuentemente se obtuvieron los dos mismos grupos de especies, uno para los embriones pequeños y un segundo grupo para los embriones grandes. Es lógico que las semillas de mayor tamaño suelen tener embriones más vigorosos y mayor nivel de sustancia de reserva, que proporcionan germinaciones más rápidas (Ortega, 2006). Para el cluster de semillas con embriones grandes, se puede apreciar la ubicación jerárquica de las especies según su tamaño embrionario. En primer lugar *C. pedata*, con el embrión más grande, a continuación *C. maxima*, seguida de dos asociaciones conformadas por *M. charantia* - *P. carthagenensis* y *L. cylindrica* - *A. multiflora*. Nótese que en el primer cluster, las especies de la familia Solanaceae (*P. peruviana*, *S. albidum*, *S. sisymbriifolium*) se

encuentra aún más asociadas entre sí, que con *O. pyramidale* (familia Bombacaceae). Esto demuestra que a pesar de que el embrión de *O. pyramidale* es pequeño, difiere de los demás por presentar un mayor tamaño embrionario.

CONCLUSIONES

- La especie de mayor tamaño seminal y embrionario para los caracteres de largo, ancho y grosor fue *Cyclanthera pedata*.
- La especie de menor tamaño seminal y embrionario fue *Physalis peruviana*.
- *Albizia multiflora* se distingue de las demás especies por la presencia de Aereola.
- Las semillas que presentaron mayor dureza de la testa fueron *Ochroma pyramidale*, *Cyclanthera pedata*, *Luffa cylindrica*, *Albizia multiflora*, *Piscidia carthagenensis*, *Physalis peruviana* y *Solanum albidum*.
- El hilum generalmente presenta forma orbicular y posición apical, a excepción de *Piscidia carthagenensis* que se encuentra en posición lateral.
- El tipo y disposición de embrión predominante fue Espatulado Foliado – Axilar, a excepción de las especies de la Familia Solanaceae que presenta un embrión Linear Curvo – Periférico.
- Las especies de la familia Cucurbitaceae y Fabaceae son clasificadas como semillas exendospermadas por no presentar endosperma, mientras que las especies de las familias Bombacaceae y Solanaceae son catalogadas como semillas endospermadas, pues poseen un alto contenido de endosperma.
- La familia Solanaceae presentó embriones conduplicados, ya que radícula se encuentra longitudinalmente a los cotiledones, a diferencia de *Piscidia carthagenenses* que es un embrión acumbente, en donde la radícula se ubica frente a los bordes de los cotiledones.
- Las especies de las familias Cucurbitaceae y Fabaceae poseen tamaño seminal y embrionario grande.

- Las especies de *O. pyramidale* (familia Bombacaceae), *P. peruviana*, *S. albidum* y *S. sisymbriifolium* (familia Solanaceae) poseen tamaño seminal y embrionario pequeño.
- El tamaño del embrión es proporcional al tamaño de semilla y presenta variabilidad entre especies de una misma familia y entre especies de distinta familia.

PERSPECTIVAS FUTURAS

- Se espera que los resultados obtenidos sirvan de apoyo para utilizar e incrementar los caracteres morfológicos de semillas en proyectos de investigación, y así contribuir con soluciones a las dificultades en estudios taxonómicos.
- Continuar experimentando estudios sobre la morfología de las semillas y embriones de diferentes localidades para almacenar información necesaria en posteriores trabajos sobre clasificación y taxonomía de la flora.
- Trabajar con mayor número de especies por familia para poder establecer patrones morfológicos aún más generales y/o específicos de familias de especies vegetales.

Glosario

Ápice: Parte superior, extrema o distal de una pieza o de un órgano.

Arilo: Tejido originado del funículo que recubre la semilla.

Acumbente: Embrión doblado con los cotiledones uno contra el otro y la radícula situada en medio de los bordes de éstos.

Acuminado: Aplicase a los órganos de las plantas estrechados cerca de su vértice, para formar una punta alargada.

Caras convexas: Que tiene, respecto del que mira, la superficie más prominente en el medio que en los extremos.

Conduplicado: Cotiledones doblados longitudinalmente, uno envolviendo al otro y los dos envolviendo a la radícula.

Consistencia córnea: De consistencia dura.

Consistencia débil: Fácil de doblar, sin resistencia.

Consistencia escariosa: Membranoso y seco, de color que no es verde.

Cotiledón: Son las hojas de la semilla. Los cotiledones digieren y absorben alimentos del endospermo o lo almacenan.

Cuadrada: Con cuatro costados perpendiculares, más o menos iguales.

Dendrograma: Representación gráfica en forma de árbol que resume el proceso de agrupación en un análisis de clusters.

Elíptica: En forma de elipse, redondeado o curvado y más ancho en la parte central de la estructura.

Embrión: Planta rudimentaria que generalmente resulta de la fertilización de la ovocélula; consiste del epicótilo, hipocótilo, radícula y uno o más cotiledones.

Embrión encorvado: Doblado y ligeramente torcido.

Embrión espatulado: Embrión recto de cotiledones variables, más o menos amplios.

Embrión linear: Embrión axilar, delgado, recto o curvo; el endosperma presente o ausente.

Embrión periférico: Embrión prolongado y generalmente grande, recto a espiralado, en contacto con parte de la testa; cotiledones angostos o expandidos.

Endosperma: Tejido de reserva, formado como consecuencia de la fertilización de los núcleos polares.

Endospermada: El endosperma, como tejido de reserva, ocupa un volumen importante en la semilla.

Espirólobos: Cotiledones doblados en forma de espiral.

Exendospermada: Sin endosperma; el embrión ocupa todo el interior de la semilla.

Hilum: Cicatriz que indica el lugar de unión entre la semilla y el funículo.

Incumbente: Cotiledones uno contra el otro y el lado dorsal de uno contra la radícula.

Lanceolada: De base más o menos amplia, redondeada y atenuada hacia el ápice.

Linear: Prolongado y angosto, de márgenes más o menos paralelos.

Micrópilo: Abertura en la espermodermis.

Orbicular: De forma redonda.

Ovada: En forma de huevo, con la base más amplia que el ápice.

Prominente: Que sobresale con respecto a lo que está a su alrededor.

Plúmula: Hojas embrionarias o la yema embrionaria derivada del epicótilo.

Radícula: Extremo inferior del eje embrionario; corresponde al sistema radical.

Rafe: Canal o depresión longitudinal en la superficie de la semilla.

Superficie alveolada: Con depresiones en forma de panal.

Superficie clatrada: Con aspecto de reja, a menudo con depresiones en la superficie.

Superficie estriada: Con rayas longitudinales.

Superficie faveolada: Con marcas en forma de pequeños hoyuelos.

Superficie punctato: Cubierto por puntos o depresiones muy pequeñas.

Superficie pustulada: Con ampollas pequeñas.

Testa: Capa exterior de la semilla.

Textura cartilaginosa: Endurecida pero flexible como cartílago.

Textura exfoliante: Que se divide en láminas delgadas que se desprenden de la estructura original.

Textura leñosa: Con tejido en forma de madera.

ANEXOS

Anexo 1. Caracteres cualitativos externos de las semillas.

CARACTERES EXTERNOS							
ESPECIE	SEMILLA			TESTA		HILUM	
	Forma	Color	Superficie	Textura	Consistencia	Forma	Posición
<i>O. pyramidale</i>	Ovada	Café oscuro - negro (2,5 Y (5/2 a 6/2))	Punctato	Fina	Córnea	Orbicular	Apical
<i>C. maxima</i>	Lanceolada	Amarillo claro (2,5 Y (8/4))	Alveolada	Rugosa	Escariosa	Orbicular	Apical
<i>C. pedata</i>	Cuadrada-acuminada	Negro	Pustulada	Gruesa a leñosa	Córnea	Linear	Apical
<i>L. cylindrica</i>	Elíptica	Negro	Foveolada	Rugosa	Córnea	Linear	Apical
<i>M. charantia</i>	Elíptica - acuminada	Amarillo claro (2,5Y(8/4))	Clatrado	Exfoliante	Débil	Orbicular	Apical
<i>A. multiflora</i>	Ovada	Crema - grisáceo (2,5Y(7/2 a 8/2))	Lisa	Fina	Córnea	Orbicular	Apical
<i>P. carthagenensis</i>	Arriñonada	Café - amarillento brillante (7,5YR(4/4 a 5/8))	Estriada	Fina	Córnea	Orbicular	Lateral
<i>P. peruviana</i>	Ovada	Amarillo claro brillante (2,5Y(8/6))	Alveolada	Cartilaginosa	Córnea	Orbicular	Apical
<i>S. albidum</i>	Ovada	Café claro (2,5Y(7/4))	Punctato	Cartilaginosa	Córnea	Linear	Apical
<i>S. sisymbriifolium</i>	Ovada - arriñonada	Crema (7,5YR(8/2))	Alveolada	Fina	Débil	Orbicular	Apical

Anexo 2. Caracteres cualitativos internos de las semillas.

CARACTERES INTERNOS									
ESPECIE	EMBRIÓN				COTILEDÓN		ENDOSPERMA		PLÚMULA
	Forma	Tipo	Disposición	Color	Forma	Color	Pre/Aus	Color	Pre/Aus
<i>O. pyramidale</i>	Espatulado	Foliado	Axilar	Blanco (5Y(8/2))	Ovado	Blanco	Presencia	Blanco	Ausencia
<i>C. maxima</i>	Espatulado	Foliado	Axilar	Blanco (5Y(8/2))	Ovado	Crema	Ausencia		Presencia
<i>C. pedata</i>	Espatulado	Foliado	Axilar	Blanco (5Y(8/2))	Ovado	Blanco	Ausencia		Presencia
<i>L. cylindrica</i>	Espatulado	Foliado	Axilar	Blanco (5Y(8/2))	Ovado	Blanco	Ausencia		Ausencia
<i>M. charantia</i>	Espatulado	Foliado	Axilar	Amarillo claro (2,5Y(8/4))	Lanceolado	Amarillo	Ausencia		Ausencia
<i>A. multiflora</i>	Espatulado	Foliado	Axilar	Amarillo claro (2,5Y(8/4))	Elíptico	Amarillo	Ausencia		Presencia

Continuación pág. 38

Continuación (Anexo 2)

CARACTERES INTERNOS									
ESPECIE	EMBRIÓN				COTILEDÓN		ENDOSPERMA		PLÚMULA
	Forma	Tipo	Disposición	Color	Forma	Color	Pre/Aus	Color	Pre/Aus
<i>P. carthagenensis</i>	Encurvado	Foliado	Axilar	Amarillo (5Y(8/8))	Arriñonado	Amarillo	Ausencia		Presencia
<i>P. peruviana</i>	Linear	Curvo	Periférico	Blanco (5Y(8/2))	Espirólobos	Blanco	Presencia	Blanco - transparente	Ausencia
<i>S. albidum</i>	Linear	Curvo	Periférico	Blanco (5Y(8/2))	Espirólobos	Blanco	Presencia	Blanco - transparente	Ausencia
<i>S. sisymbriifolium</i>	Linear	Curvo	Periférico	Blanco (5Y(8/2))	Espirólobos	Blanco	Presencia	Blanco - transparente	Ausencia

Anexo 3. Promedios de tamaños de las semillas.

PROMEDIOS - TAMAÑOS				
Especie	Largo mm	Ancho mm	Grosor mm	Peso mg
<i>Ochroma pyramidale</i>	3,582	2,486	2,222	0,00726
<i>Cucurbita maxima</i>	12,538	7,249	3,372	0,192414
<i>Cyclanthera pedata</i>	15.303	10.881	4.274	0,12078
<i>Luffa cylindrica</i>	9,734	7,263	3,232	0,085476
<i>Momordica charantia</i>	8,873	5,308	3,144	0,047338
<i>Albizia multiflora</i>	10,309	6,931	3,438	0,126516
<i>Piscidia carthagenensis</i>	9,349	4,849	3,224	0,07206
<i>Physalis peruviana</i>	1,763	1,546	0,832	0,001056
<i>Solanum albidum</i>	2,366	2,105	0,882	0,001378
<i>Solanum sisymbriifolium</i>	3,509	4,036	1,088	0,00302

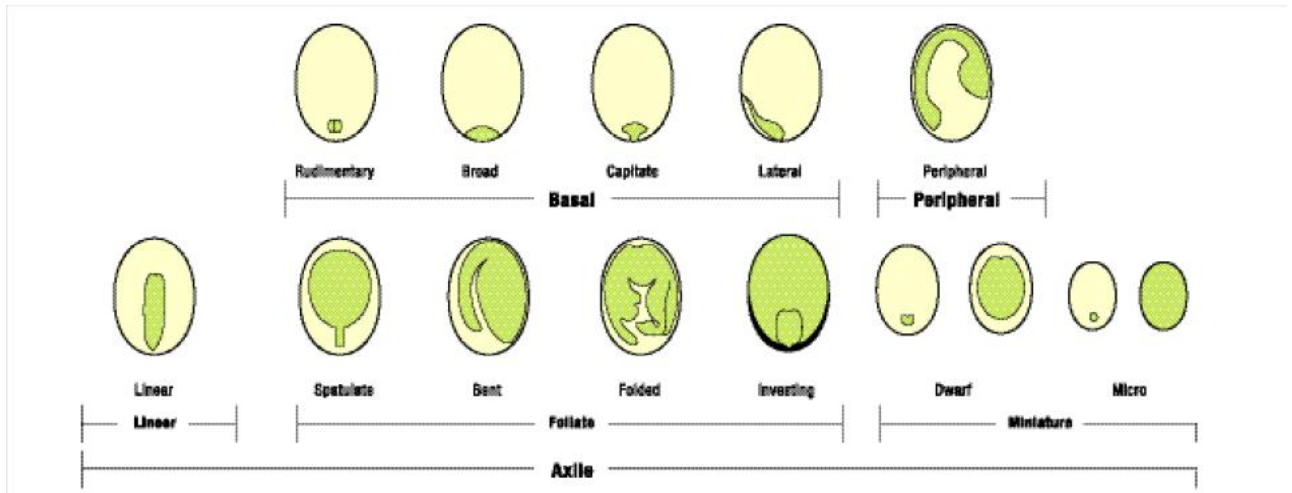
Anexo 4. Promedios del tamaño del embrión de las semillas.

PROMEDIOS - EMBRIÓN			
Especie	Largo mm	Ancho mm	Peso mg
<i>Ochroma pyramidale</i>	3,417	2,300	0,001080851
<i>Cucurbita maxima</i>	11,512	4,522	0,117722
<i>Cyclanthera pedata</i>	12,400	7,318	0,066708
<i>Luffa cylindrica</i>	9,088	5,826	0,03038298
<i>Momordica charantia</i>	8,470	4,378	0,028948
<i>Albizia multiflora</i>	9,865	5,404	0,08208
<i>Piscidia carthagenensis</i>	9,150	4,652	0,053218
<i>Physalis peruviana</i>	3,184	0,220	0,000318
<i>Solanum albidum</i>	3,288	0,234	0,00043
<i>Solanum sisymbriifolium</i>	4,520	0,540	0,001366

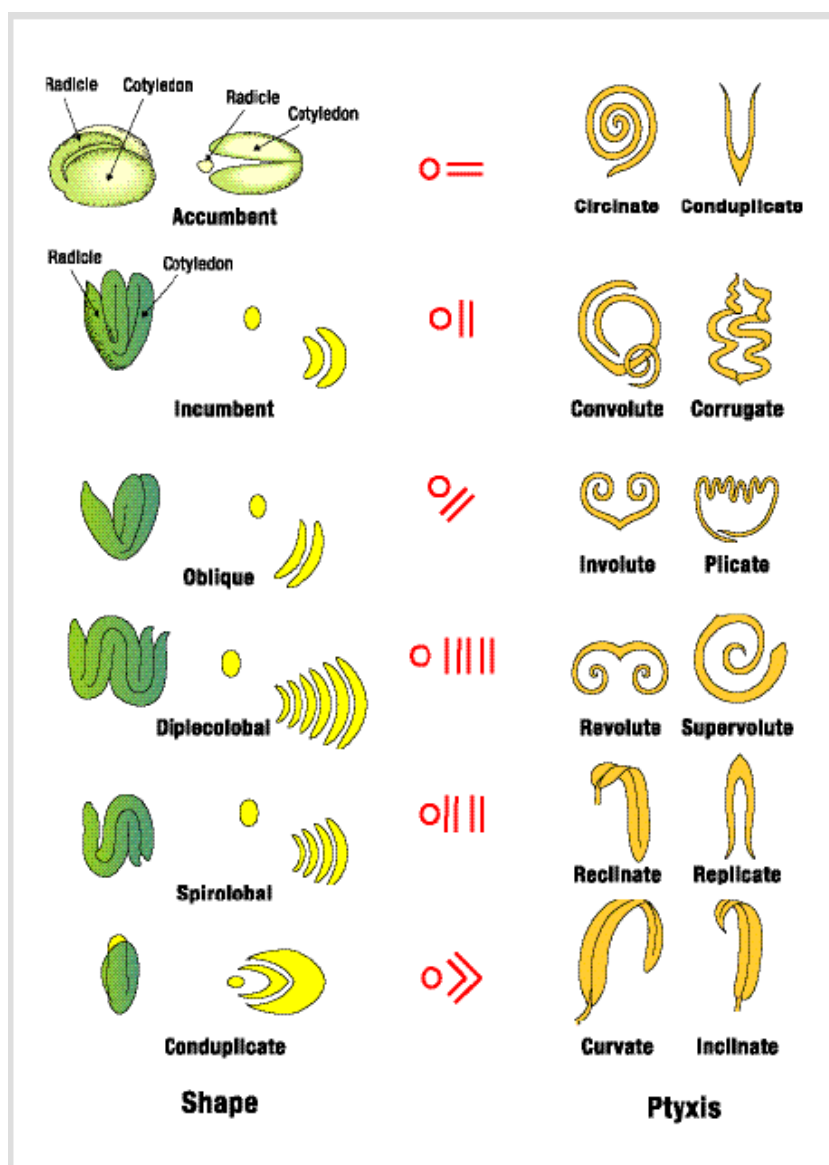
Anexo 5. Promedios del tamaño de los cotiledones.

PROMEDIOS - COTILEDÓN		
Especie	Largo mm	Ancho mm
<i>Ochroma pyramidale</i>	2,712	2,300
<i>Cucurbita maxima</i>	9,084	4,522
<i>Cyclanthera pedata</i>	10,030	7,318
<i>Luffa cylindrica</i>	8,283	5,826
<i>Momordica charantia</i>	7,630	4,378
<i>Albizia multiflora</i>	8,522	5,404
<i>Piscidia carthagenensis</i>	9.150	4.649
<i>Physalis peruviana</i>	1,482	0,220
<i>Solanum albidum</i>	1,600	0,234
<i>Solanum sisymbriifolium</i>	2,192	0,540

Anexo 6. Tipo y disposición del embrión. Martin, 1946.



Anexo 7. Forma del embrión y disposición de los cotiledones. Vozzo, 2002.



BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara, J.M. & Rey, P.J. 2003. Conflicting selection pressures on seed size: evolutionary ecology of fruit size in a bird-dispersed tree, *Olea europaea*. *Journal of Evolutionary Biology*.
- APG.1998. Angiosperm Phylogeny Group: An Ordinal Classification for the Families of Flowering Plants. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 85, 531-553.
- Chuang, T.I. & Contance, L. 1992. Seeds and systematics in Hydrophyllaceae: Tribe Hydrophyllaeae. *Amer. J. Bot.* 79(3): 257-264.
- De la Torre, L., H. Navarrete, P. Muriel, M., M.J. Macía & H. Balslev (eds.) 2008. E.P.U.E. Herbario QUA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la PUCE & Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la U. de Aarhus. Quito & Aarhus.
- Díaz, B. M. & Herrera, C. E. 2004. Caracteres Morfológicos en la Selección de Semilla de Haba en la Sierra Norte de Puebla. Universidad Autónoma de Estado de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, septiembre, año/vol. 27, num. especial 1. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. 1963. SEMILLAS. Anuario de Agricultura. Compañía Editorial Continental. S.A. México. D.F.
- Engels, J.M.M. & Visser, L. (eds). 2007. Guía para el manejo eficaz de un banco de germoplasma. Manuales para Bancos de Germoplasma No. 6. Biodiversity International, Roma. Italia.
- Fenner, M. 1983. Relationships between seed weight, ash content and seedling growth in twenty-four species of *Compositae*. *New Phytol.* 95
- Fenner, M. & Thompson, K. 1985. Seed ecology. Chapman and Hall. London.
- Fuller, H.J. Carothers, Z.B. Payne, W.W. Balbach, M.K. 1974. Botánica. Quinta Edición. Nueva Editorial Interamericana. México D.F. México.
- Garrido, J. Rey, P. Herrera, C. 2005. Fuentes de variación en el tamaño de la semilla de herbácea perenne *Helleborus foetidus* L. (Ranunculaceae). Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Jaén, 23071 Jaén, España.

- Gold, K. & Way, M. 2003. La conservación de semillas de flora latinoamericana – una oportunidad internacional. II Congreso de conservación de la Biodiversidad de los Andes y la Amazonía. IV Congreso Ecuatoriano de Botánica. Memorias. Funbotánica. UTPL. Herbario Reinaldo Espinoza. Editorial UTPL.
- González, A.M. 2001. Morfología de Plantas Vasculares. Semillas. Universidad Nacional de Nordeste. Corrientes Argentina. Consultado 27 sep. 2010. Disponible en: http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema6/6_7semilla.htm
- Gutterman, Y. 1992. Maternal effects on seeds during development. In: M. Fener (ed), Seeds; the ecology of regeneration in natural plant communities. 27-60 CAB International. Wallingford.
- Haridasan, V.K. & P.K. Mukherjee. 1988. Seed surface features of some members of the Indian Campanulaceae. *Phytomorphology* 37(4): 277-285.
- Herbario de la Universidad Pública de Navarra. s.f. Leguminosas de Navarra. Consultado 05 oct 2010. Disponible en: http://www.unavarra.es/servicio/herbario/leguminosas/htm/bibliografia_L.htm
- Herrera, C.M., Jordano, P., López-Soria, L. & Amat, J. A. 1994. Recruitment of a mast-fruited, bird-dispersed tree: bridging frugivore activity and seedling establishment. *Ecological Monographs*. EEUU.
- Herrera, M.N. 2001. Las Semillas y el Proceso de Germinación. Universidad de Chile. Chile.
- Hidalgo, R. (1992). Conservación Ex Situ. En: Curso Internacional de Recursos Fitogenéticos. Vol. 2. Palmira. Noviembre 9 a diciembre 4 de 1992.
- Layne, G. A. Méndez, N. J. Mays, F. J. Crecimiento de Plántulas a Partir de Tres Tamaños de Semilla de Dos Cultivares de Maíz (*Zea mays* L.), Sembrados en Arena y Regados con Tres Soluciones Osmóticas de Sacarosa. 2006. Escuela de Ingeniería Agronómica. Universidad de Oriente. Venezuela.
- Lira, R. 2004. El Género *Sicydium* (Cucurbitaceae, Zanonioideae, Zanonieae, Sicydiinae) en México. Laboratorio de Recursos Naturales, Unidad de Biotecnología y Prototipos. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Martin, A.C. (1946) The comparative internal morphology of seeds. *The American Midland Naturalist* 36, 513–660.

- Martin, A.C. & W. Barkley. 1973. Seed identification Manual. University of California Press, Berkeley. Los Angeles and London.
- Mauseth, J. Plant Anatomy. 1988. Benjamin Cummings. EEUU.
- Méndez, M. 1997. Sources of variation in seed mass in *Arum italicum*. International Journal of Plant Science.
- Moreno, N. 1984. Glosario Botánico Ilustrado. Instituto Nacional de Investigaciones sobre recursos bióticos, primera edición, impreso en México.
- Origen y características generales de la semilla. .s.f. Consultado 05 oct. 2010. Disponible en: <http://www.semilla.cyta.com.ar/caracteristicas/caracteristicas.htm>
- Ortega, V. 2006. Contenidos Desarrollados de los Principios de la Reproducción Sexual de las Plantas Superiores Para el Módulo de Reproducción de Plantas de Ciclo Formativo de la Familia de Agraria. Revista Digital "Investigación y Educación". Sevilla. España.
- Peñaloza, G. 2005. Fruit photosynthesis. Plant Cell and Environment.
- Posso, P. (1996). Plantas aromáticas y medicinales: una alternativa de producción. Cali: Secretaría de Agricultura y Pesca del Valle del Cauca. 60 p.
- Recursos Forestales Nativos. 2002. Conservación de Germoplasma. Dirección de Recursos Forestales Nativos. (En línea) Consultado 19 ene 2010. Disponible en: <http://www.ambiente-ecologico.com>
- Robbins, W.W. Weier, T.E. Stocking, C.R. 1966. Botánica. Editorial Limusa- Wiley, S.A. México.
- Sánchez, G.B. Ibarra, M.G. González, G.L. 1991. Manual de Identificación de Frutos y Semillas Anemocoros de Árboles y Lianas de la Estación "Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico". Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Primera Edición. México.
- Serra, M.T. 1991. *Cryptocarya alba* (Mol.) Looser: organización morfológica de semilla, plántula y estados juveniles. Ciencias Forestales (Santiago), 7 (1, 2): 21-27.
- Strasburger, M. 1960. Tratado de Botánica. Enciclopedia GER. Barcelona – España.

Vozzo, J.A. 2002. Tropical tree, seed manual. Cap 1. Seed Biology.