



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
*La Universidad Católica de Loja*

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

**CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

**Variación en el grosor de la testa en semillas de especies  
leñosas distribuidas en el bosque seco ecuatoriano**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

**INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**Autor:** Delgado Romero, Alex Geovanny

**Director:** Romero Saritama, José Miguel

LOJA

2023



*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-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>*

2023

## Aprobación del director del Trabajo de Titulación

Loja, 04 de octubre del 2023

Doctora.

Ximena Yadira González Rentería

**Directora Carrera De Gestión Ambiental**

Ciudad. -

De mi consideración:

Me permito comunicar que, en calidad de director del presente Trabajo de Titulación/Trabajo de Integración Curricular denominado: Variación en el grosor de la testa en semillas de especies leñosas distribuidas en el bosque seco ecuatoriano. realizado por Alex Geovanny Delgado Romero ha sido orientado y revisado durante su ejecución, así mismo ha sido verificado a través de la herramienta de similitud académica institucional, y cuenta con un porcentaje de coincidencia aceptable. En virtud de ello, y por considerar que el mismo cumple con todos los parámetros establecidos por la Universidad, doy mi aprobación a fin de continuar con el proceso académico correspondiente.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

José Miguel Romero Saritama

C.I.: 1103922033

[jmromero@utpl.edu.ec](mailto:jmromero@utpl.edu.ec)

### **Declaración de autoría y cesión de derechos**

Yo, Alex Geovanny Delgado Romero, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

Ser autor del Trabajo de Integración Curricular denominado: Variación en el grosor de la testa en semillas de especies leñosas distribuidas en el bosque seco ecuatoriano , de la carrera de Gestión Ambiental, específicamente de los contenidos comprendidos en: Materiales y métodos, Resultados y Discusión, siendo el Doctor José Miguel Romero Saritama, director del presente trabajo; también declaro que la presente investigación no vulnera derechos de terceros ni utiliza fraudulentamente obras preexistentes. Además, ratifico que las ideas, criterios, opiniones, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad. Eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación a la propiedad intelectual de este trabajo.

Que la presente obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTPL, que establece: “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 de la Universidad”, en tal virtud, cedo a favor de la Universidad Técnica Particular de Loja la titularidad de los derechos patrimoniales que me corresponden en calidad de autor, de forma incondicional, completa, exclusiva y por todo el tiempo de su vigencia.

La Universidad Técnica Particular de Loja queda facultada para ingresar el presente trabajo al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Alex Geovanny Delgado Romero

1900411107

Agdelgado2580@gmail.com

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a Dios por bendecirme a cada momento, a mi madre Luz, que con su gran esfuerzo me ha apoyado siempre, a mi esposa Rudy, a mis Hijos Alexandra y Miguel por entenderme y apoyarme, y de manera especial a mi amigo Denis por todo el apoyo brindado

Alex Geovanny Delgado Romero

### **Agradecimiento**

Mi Agradecimiento sincero a la Universidad Técnica Particular de Loja por haberme permitido mi formación profesional y haber generado en mí el espíritu crítico, a la titulación de Gestión Ambiental por todas las oportunidades y las facilidades brindadas y de manera especial al Dr. José Miguel Romero por su valiosa contribución en la realización de la presente investigación.

Alex Geovanny Delgado Romero

## Índice de contenido

Aprobación del director del Trabajo de Titulación /Trabajo de Integración Curricular..	II
Declaración de autoría y cesión de derechos.....	III
Dedicatoria .....	IV
Agradecimiento.....	V
Índice de contenido .....	VI
Índice de tablas .....	VI
Índice de figuras .....	VII
Resumen.....	1
Abstract .....	2
Introducción .....	3
Capítulo uno.....	6
Materiales y métodos.....	6
Capítulo dos .....	9
Resultados .....	9
Capítulo tres .....	15
Discusión.....	15
Conclusiones .....	17
Recomendaciones .....	18
Referencias .....	19

## Índice de tablas

Tabla 1 .....	6
Tabla 2 .....	9
Tabla 3 .....	14

**Índice de figuras**

<b>Figura 1. <i>Imagen con las zonas de medición del grosor la testa en las semillas en cada especie. Corte transversal.</i></b> -----	<b>8</b>
<b>Figura 2. <i>Imágenes del grosor de la testa de algunas especies de bosque seco. La letra representa la especie, el número el grupo al que pertenece.</i></b> -----	<b>11</b>
<b>Figura 3. <i>Dendrograma en función del grosor de la testa en las semillas del grupo 1, usando el método Ward con una distancia Euclídea.</i></b> -----	<b>12</b>
<b>Figura 4. <i>Dendrograma (Cluster) en función del grosor de la testa en las semillas del grupo 2, usando el método Ward con una distancia Euclídea.</i></b> -----	<b>13</b>
<b>Figura 5. <i>Análisis de correlación Spearman entre el grosor de la testa entre grupos.</i></b>	<b>14</b>

## Resumen

La testa de las semillas es una estructura multifuncional involucrada en la protección del embrión y en el proceso germinativo. Por ello, en este estudio sobre la variación del grosor de la testa de semillas de especies leñosas del bosque seco ecuatoriano, se trabajó con 38 especies pertenecientes a 17 familias. Los objetivos fueron determinar la variación del grosor de la testa, identificar patrones de agrupación en función de esta característica y evaluar su influencia en la germinación y supervivencia de plántulas. Para ello, se seleccionaron 10 semillas en buen estado por especie y se dividieron en dos grupos: uno de semillas secas y otro de semillas en imbibición. Se realizó un corte transversal en cada semilla para medir el grosor de la testa y se analizó estadísticamente la diferencia entre especies y grupos. Los resultados mostraron diferencias significativas entre especies y grupos, con el grosor promedio de la testa siendo mayor en las semillas en imbibición. En general, estos hallazgos ofrecen un aporte al conocimiento morfológico de la testa de las semillas de las especies leñosas de bosque seco de la región tumbesina.

*Palabras clave:* cubierta de semillas, morfología de semillas, región tumbesina.

### **Abstract**

The seed coat is a multifunctional structure involved in embryo protection and germination processes. Therefore, in this study on the variation of seed coat thickness in woody species of the Ecuadorian dry forest, 38 species from 17 families were examined. The objectives were to determine seed coat thickness variation, identify grouping patterns based on this feature, and assess its influence on seed germination and seedling survival. For this purpose, 10 healthy seeds per species were selected and divided into two groups: one of dry seeds and another of imbibed seeds. A cross-sectional cut was made on each seed to measure seed coat thickness, and statistical analysis was performed to compare differences between species and groups. The results showed significant differences between species and groups, with the average seed coat thickness being greater in imbibed seeds. Overall, these findings contribute to the morphological understanding of seed coats in woody species of the dry forest in the Tumbesian region.

Keywords: seed coat, seed morphology, Tumbesian region.

## Introducción

Los bosques secos presentes en la región de Endemismo Tumbesina (Ecuador – Perú) son considerados de gran interés para la conservación mundial debido a sus características geográficas, climáticas y evolutivas lo que ha permitido que esta zona sea un hábitat perfecto para una variedad de especies que no se encuentran en otro lugar (Best y Kessler 1995).

Frente a lo mencionado, se hace necesario unir esfuerzos que permitan la conservación de estos ecosistemas mediante estudios que permitan conocer el comportamiento, estructura, funcionamiento y componentes de la diversidad que conforma los bosques secos (Romero-Saritama & Pérez, 2016). Dentro de estos estudios, conocer los rasgos funcionales de las plantas permite determinar las estrategias ecológicas que emplean las mismas para su funcionamiento en las comunidades vegetales (Dalling y Hubbel, 2002). Asimismo, los rasgos morfológicos de las semillas cumplen un rol importante para entender las adaptaciones y mecanismos de sobrevivencia que las plantas mantienen frente a los cambios en las condiciones ambientales en cada uno de sus ecosistemas, además de ayudar a predecir el resultado de ensamble en la dinámica de la comunidad de la vegetación (Ramírez & Gutiérrez, 2016; Romero-Saritama & Pérez, 2016).

No obstante, a pesar de la importancia de conocer los rasgos morfológicos de las semillas de las especies forestales, estos han sido escasamente estudiados en los bosques secos tumbesinos, exceptuando estudios realizados por Romero-Saritama y Pérez-Ruiz (2016); Romero-Saritama y Granda (2020); Romero-Saritama y Bedoya (2022), quienes han analizado el tamaño, peso, forma y número de semillas por fruto en diferentes especies del bosque seco. En cambio, Guerrero-Jara, et al., (2020), analizó los síndromes de dispersión de las semillas. A pesar de ello, sigue existiendo un vacío de información sobre más aspectos morfofuncionales de las semillas.

Por otro lado, las semillas son consideradas como el principal órgano reproductivo de las plantas superiores terrestres que se desarrollan a partir del óvulo fertilizado, y dependiendo de la etapa de desarrollo, por lo general, se componen de un embrión, tejido

nutritivo y una cubierta protectora (Bradford y Nonogaki, 2008). Esta última estructura toma el nombre de testa, cubierta o tegumento que, según la especie puede presentar distintas formas, texturas y apariencias (Soblechero et al., 2005), así como puede exhibir una gran variedad de colores y tonalidades (Soblechero et al., 2005). A pesar de la variación en estructura y composición la testa entre las especies, esta pasa por fases similares de desarrollo en relación con el embrión y el endospermo (Butler, 1988).

La testa, es una estructura involucrada en la protección de las semillas, así como en la germinación, ya que puede actuar como una barrera para el ingreso de agua debido a la presencia de células impregnadas como sustancias hidrofóbicas (Baskin & Baskin, 1988). Además, la testa es considerada un órgano multifuncional que juega un papel importante en la nutrición embrionaria durante el desarrollo de la semilla (Yasseen et al., 1994), en el control del intercambio de gases, provoca latencia y también puede prevenir el deterioro de las semillas, actuando como una barrera para la entrada de microorganismo que afecten a las semillas (Marcos Filho, 2005).

La textura de la testa es uno de los rasgos morfológicos de las semillas que pueden ser clasificados como duro-impermeable o blando-permeable en función de la absorción o no de la humedad (Omar & Albornoz, 2013). En algunas semillas la testa puede ser extraordinariamente dura, estando formada por abundante tejido esclerenquimático, siendo la dureza de la cubierta un factor determinante que podría retrasar la germinación (Gleiser et al., 2004).

Por otra parte, la función de la testa también puede ser asumida principalmente para controlar la germinación a través de la imposición de latencia y limitando las actividades perjudiciales de los agentes físicos y biológicos a la semilla, a más de proteger al embrión contra condiciones ambientales adversas (Debeaujon, León y Koornneef, 2000).

Si bien, estudios relacionados con la estructura y funcionalidad de la testa han sido bien identificados para algunas especies (Smýkal et al., 2014), lo cierto es que, para las especies leñosas presentes en los bosques secos no se han evidenciado estudios. A razón de ello, el presente estudio Técnico - exploratorio tiene como objetivo general, realizar un

primer acercamiento al conocimiento del grosor la testa de semillas del bosque seco, teniendo como objetivos específicos los siguientes:

- a) Identifica el grosor de la testa de semillas en diferentes especies leñosas de bosque seco ecuatoriano.
- b) Determinar la variación del grosor de la testa luego de un proceso de imbibición de las semillas.

## Capítulo uno

### Materiales y métodos

Se trabajó con semillas maduras de 38 especies leñosas perteneciente a 17 familias de diferentes zonas del bosque seco ecuatoriano (Tabla 1). De las especies seleccionadas el 45% pertenecen a la familia Fabaceae, seguida de las Euphorbiaceae, Malvaceae, Rubiaceae, Salicaceae. Los lotes de semillas se obtuvieron del banco de semillas de la UTPL, almacenadas a -10°C, hasta su uso, el listado de las especies se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Nombre de las especies y ubicación de las plantas del bosque seco empleadas en la investigación.*

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Reportada</b>	<b>Procedencia</b>
<b>Fabaceae</b>	<i>Acacia macracantha</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Loja
<b>Fabaceae</b>	<i>Albizia multiflora</i>	(Kunth) Barneby & J.W. Grimes	Loja
<b>Fabaceae</b>	<i>Albizia guachapele</i>	(Kunth) Dugand	El Oro
<b>Fabaceae</b>	<i>Caesalpinia glabrata</i>	Kunth	Loja
<b>Fabaceae</b>	<i>Cassia grandis</i>	L. f.	Loja
<b>Fabaceae</b>	<i>Delonix regia</i>	(Bojer ex Hook.) Raf.	Manabí
<b>Fabaceae</b>	<i>Erythrina velutina</i>	No reportada	Manabí
<b>Fabaceae</b>	<i>Geoffroea spinosa</i>	Jacq.	Loja
<b>Fabaceae</b>	<i>Leucaena leucocephala</i>	(Lam.) de Wit	Loja
<b>Fabaceae</b>	<i>Leucaena trichodes</i>	(Jacq.) Benth.	Loja
<b>Fabaceae</b>	<i>Myroxylon peruiferum</i>	L. f.	Guayas
<b>Fabaceae</b>	<i>Prosopis juliflora</i>	(Sw.) DC.	Manabí
<b>Fabaceae</b>	<i>Senna alata</i>	(L.) Roxb.	Manabí
<b>Fabaceae</b>	<i>Senna mollissima</i>	(Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S. Irwin & Barneby	Loja
<b>Fabaceae</b>	<i>Senna spectabilis</i>	No reportada	Loja
<b>Fabaceae</b>	<i>Schizolobium parahyba</i>	(Vell.) S.F. Blake	El Oro
<b>Fabaceae</b>	<i>Samanea saman</i>	(Jacq.) Merr.	Guayas
<b>Fabaceae</b>	<i>Triparis cuminiflora</i>	No reportada	Loja
<b>Achatocarpaceae</b>	<i>Achatocarpus pubescens</i>	C.H. Wright	Loja

<b>Apocynaceae</b>	<i>Rauvolfia sp.</i>	L.	Loja
<b>Bixaceae</b>	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	(Willd.) Spreng.	Manabí
<b>Cordiaceae</b>	<i>Cordia alliodora</i>	(Ruiz & Pav.) Oken	Guayas
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera graveolens</i>	(Kunth) Triana & Planch.	Manabí
<b>Capparaceae</b>	<i>Capparis flexuosa</i>	(L.) L.	Loja
<b>Convolvulaceae</b>	<i>Ipomea pauciflora</i>	No reportada	Loja
<b>Combretaceae</b>	<i>Terminalia valverdeae</i>	A.H. Gentry	Guayas
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Jatropha curcas</i>	L.	Loja
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Ricinus communis</i>	L.	Loja
<b>Erythroxylaceae</b>	<i>Eritroxylum glaucum</i>	No reportada	Manabí
<b>Malvaceae</b>	<i>Ceiba trischistandra</i>	(A. Gray) Bakh.	Guayas
<b>Malvaceae</b>	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Lam.	Manabí
<b>Rubiaceae</b>	<i>Randia armata</i>	(Sw.) DC.	Loja
<b>Rubiaceae</b>	<i>Simira ecuadorensis</i>	(Standl.) Steyerm.	Guayas
<b>Verbenaceae</b>	<i>Citharexylum poepigii.</i>	No reportada	Loja
<b>Moraceae</b>	<i>Sorocea bonplandii</i>	(Baill.) W.C. Burger, Lanj. & Wess. Boer	Loja
<b>Salicaceae</b>	<i>Casearia hirsuta</i>	Sw.	Loja
<b>Salicaceae</b>	<i>Prockia crucis</i>	P. Browne ex L.	Loja
<b>Malpighiaceae</b>	<i>Bunchosia pseudonitida</i>	Cuatrec.	Guayas

Nota. La clasificación taxonómica de las especies tomado de: <https://www.tropicos.org/home>

Para proceder con el análisis del grosor de las semillas se seleccionaron 10 semillas en buen estado fitosanitario (Que no estén contaminadas por hongos y que mantengan toda su estructura externa) por cada especie y se las separó en dos grupos de 5 semillas; uno en estado seco y otro grupo pasó por un proceso de imbibición en agua a temperatura ambiente por el lapso de 5 días. Este proceso se realizó a razón de reportes previos realizados en el banco de semillas para la germinación y porque se buscaba ver si existe diferencia en el grosor de la testa luego de un proceso de imbibición.

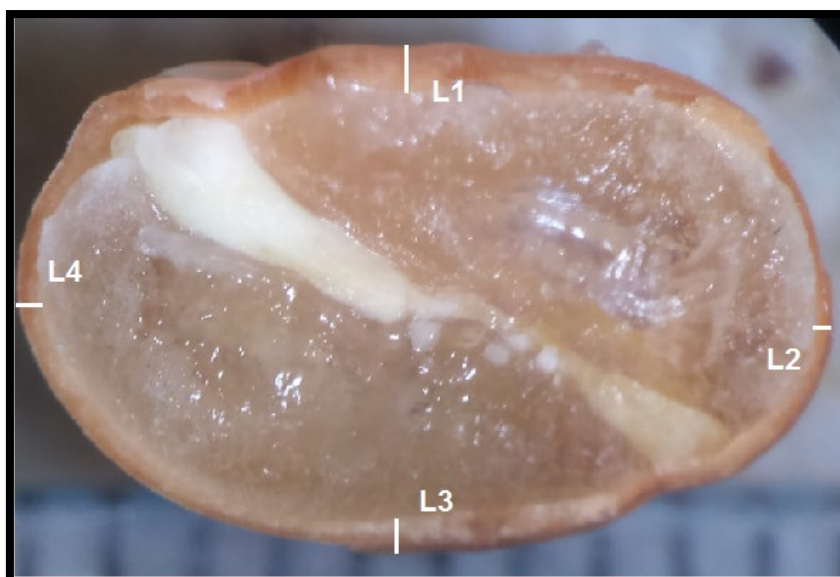
Cada semilla fue colocada en un contenedor independiente para llevar su correspondiente codificación por especie. Asimismo, en cada semilla se procedió a realizar un corte transversal, empleando para ello un bisturí, y mediante el empleo de un estereoscopio (marca Amscope 20x-40x-80x Binocular) se procedió a fotografiar el corte en

cada semilla. Las fotografías fueron acompañadas con una regla para la referencia de medida.

Posteriormente, con ayuda del programa de acceso gratuito *imageJ* se identificó la región de la testa y se procedió a medir el grosor en cuatro lados, según como se observa en la figura 1.

### Figura 1

*Imagen con las zonas de medición del grosor la testa en las semillas en cada especie. Corte transversal.*



*Nota.* L= lado medido.

Con los datos obtenidos del grosor de las semillas, se procedió a calcular los promedios y desviación estándar por cada especie y por grupos. Asimismo, se realizó un análisis cluster (Análisis de agrupación usando una agrupación jerárquica utilizando el método Ward con una distancia Euclídea) para clasificar las especies en función del grosor de la testa, y se utilizó la prueba de Kruskal Wallis para analizar diferencias del grosor de la testa entre especies y grupos. Finalmente, en base a la prueba de correlación de Spearman se analizó la dependencia entre los grupos. Todas las pruebas estadísticas mencionadas se realizaron debido a que los datos resultaron no paramétricos según la prueba de Shapiro Will.

## Capítulo dos

### Resultados

En el primer grupo de semillas, el grosor promedio de la testa fue de  $0,209 \pm 0,21$  mm, con valores que variaron desde 0,043 mm en *R. armata* hasta  $4,414 \pm 0,39$  mm en *G. spinosa*, resultando esta última medida en un valor atípico sobre las demás especies. Ante esto, las pruebas estadísticas posteriores se realizaron sin tomar en cuenta esa especie (*G. spinosa*).

Asimismo, el segundo grupo de semillas, las que pasaron por un proceso de imbibición presentaron un grosor desde 0,045 mm (*R. armata*) hasta 5,746 mm en *G. spinosa*, con un promedio general de  $0,320 \pm 0,42$  mm. Los valores de todas las especies se muestran en la tabla 2. Asimismo, imágenes de la testa de las semillas de algunas especies se representan en la figura 2.

**Tabla 2**

*Grosor (mm) de la testa en diferentes semillas del bosque seco.*

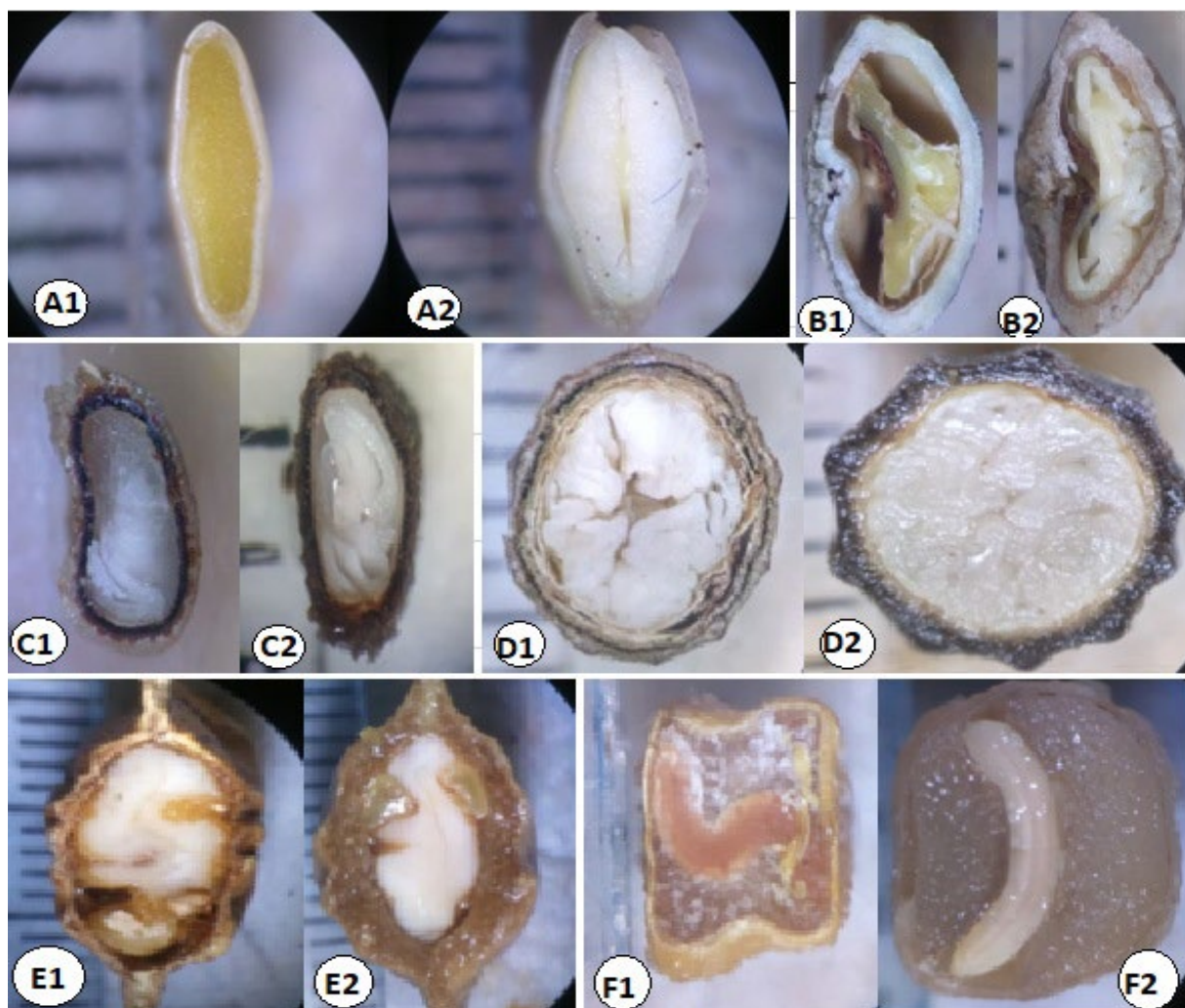
Familia	Especie	Grupo 1	Grupo 2	Diferencia (mm)
		Promedio + DE	Promedio + DE	
Fabaceae	<i>A. guachapele</i>	0,0492 ± 0,01	0,3808 ± 0,07	0,3316
	<i>A. macracantha</i>	0,1001 ± 0,00	0,1144 ± 0,01	0,0144
	<i>A. multiflora</i>	0,1112 ± 0,01	0,1495 ± 0,01	0,0384
	<i>C. glabrata</i>	0,4441 ± 0,03	0,4710 ± 0,05	0,0030
	<i>C. grandis</i>	0,3025 ± 0,03	0,3292 ± 0,02	0,0267
	<i>D. regia</i>	0,3702 ± 0,13	0,4343 ± 0,07	0,0641
	<i>E. velutina</i>	0,3592 ± 0,0	0,3721 ± 0,02	0,0129
	<i>G. spinosa</i>	4,4144 ± 0,39	5,7464 ± 0,25	1,3321
	<i>L. leucocephala</i>	0,0711 ± 0,01	0,1472 ± 0,04	0,0761
	<i>L. trichodes</i>	0,1442 ± 0,19	0,1569 ± 0,03	0,0127
	<i>M. peruiferum</i>	0,2925 ± 0,03	2,3484 ± 0,35	2,0559
	<i>P. juliflora</i>	0,1209 ± 0,01	0,1444 ± 0,01	0,0235
	<i>S. alata</i>	0,0533 ± 0,01	0,1119 ± 0,01	0,0586
	<i>S. mollissima</i>	0,1140 ± 0,01	0,1481 ± 0,01	0,0340
	<i>S. spectabilis</i>	0,1985 ± 0,02	0,2073 ± 0,02	0,0088
<i>S. parahyba</i>	0,6597 ± 0,08	0,7756 ± 0,25	0,1159	
<i>S. saman</i>	0,5312 ± 0,03	0,7175 ± 0,05	0,1863	

	<i>T. cumingiana</i>	0,0758 ± 0,01	0,0971 ± 0,05	0,0213
<b>Achatocarpaceae</b>	<i>A. pubescens</i>	0,1368 ± 0,08	0,2975 ± 0,19	0,1606
<b>Apocynaceae</b>	<i>Rauvolfia.sp.</i>	0,2498 ± 0,04	0,2831 ± 0,06	0,0332
<b>Bixaceae</b>	<i>C. vitifolium</i>	0,1234 ± 0,0	0,1374 ± 0,02	0,0140
<b>Boraginaceae</b>	<i>C. alliodora</i>	0,1643 ± 0,03	0,2920 ± 0,03	0,1287
<b>Burseraceae</b>	<i>B. graveolens</i>	0,3429 ± 0,03	0,4528 ± 0,04	0,1099
<b>Capparaceae</b>	<i>C. flexuosa</i>	0,1509 ± 0,05	0,2013 ± 0,03	0,0503
<b>Convolvulaceae</b>	<i>I. pauciflora</i>	0,1260 ± 0,02	0,1666 ± 0,02	0,0406
<b>Combretaceae</b>	<i>T. valverdeae</i>	0,0519 ± 0,01	0,0533 ± 0,01	0,0013
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>J. curcas</i>	0,2415 ± 0,03	0,2588 ± 0,03	0,0173
	<i>R. cunmunis</i>	0,1786 ± 0,0	0,1905 ± 0,02	0,0119
<b>Erythroxylaceae</b>	<i>E. glaucum</i>	0,1657 ± 0,03	0,1809 ± 0,02	0,0152
<b>Malvaceae</b>	<i>C. trischistandra</i>	0,1657 ± 0,02	0,1854 ± 0,01	0,0197
	<i>G. ulmifolia</i>	0,0956 ± 0,01	0,1931 ± 0,06	0,0975
<b>Rubiaceae</b>	<i>R. armata</i>	0,0429 ± 0,01	0,0445 ± 0,01	0,0017
	<i>S. ecuadorensis</i>	0,2001 ± 0,06	0,2212 ± 0,07	0,0212
<b>Verbenaceae</b>	<i>Cytherexylum.sp</i>	0,8119 ± 0,02	0,8165 ± 0,09	0,0047
<b>Moraceae</b>	<i>S. bonplandii</i>	0,3698 ± 0,05	0,5065 ± 0,04	0,1368
<b>Salicaceae</b>	<i>C. hirsuta</i>	0,1189 ± 0,01	0,1216 ± 0,02	0,0027
	<i>P. crucis</i>	0,0918 ± 0,01	0,0939 ± 0,02	0,0021
<b>Malpighiaceae</b>	<i>B. pseudonitida</i>	0,0473 ± 0,00	0,0829 ± 0,04	0,0356
<b>Promedio</b>		0,2090 ± 0,216	0,3206 ± 0,41	0,111
<b>General</b>				

Nota. DE= Desviación estándar. Valores medidos en milímetros (mm).

**Figura 2.**

*Imágenes del grosor de la testa de algunas especies de bosque seco. La letra representa la especie, el número el grupo al que pertenece.*

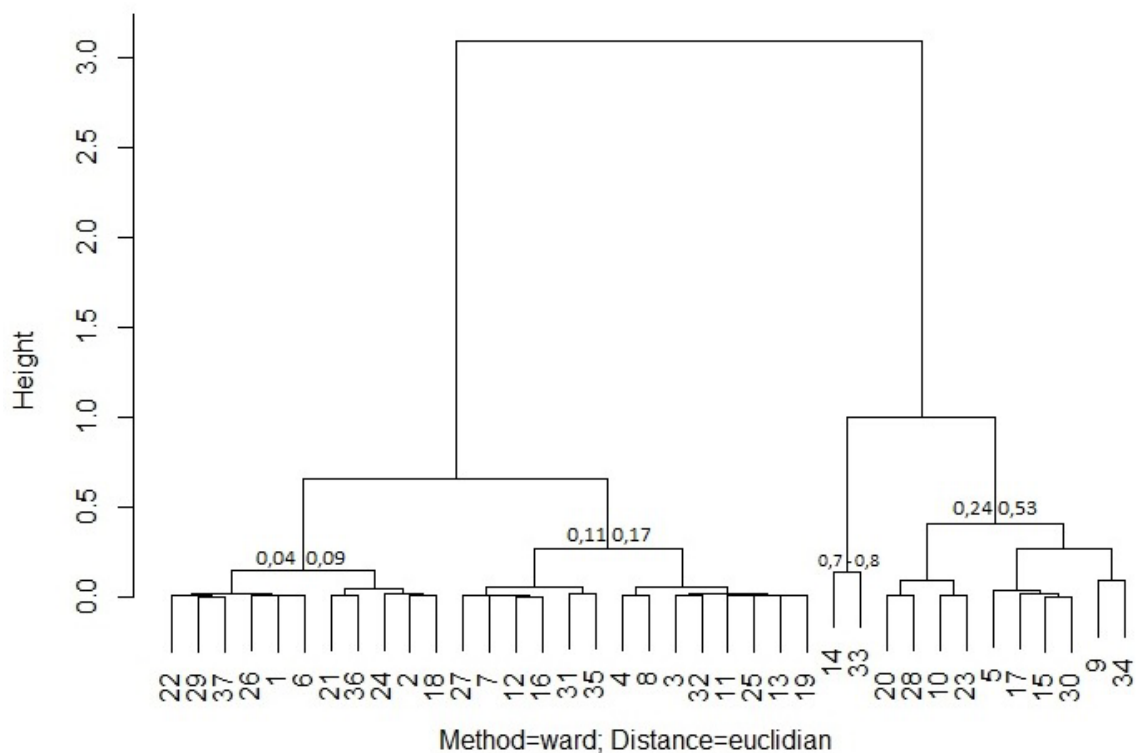


*Nota. A: A. Guachapele, B: B. graveolens, C: G. ulmifolia, D: C. alliodora, E: M. peruiferum, F: S. alata.*

Se encontraron diferencias significativas del grosor de la testa de las semillas entre las especies dentro de cada grupo ( $p < 0,001$ ), procediendo a realizar un análisis de conglomerados para determinar qué especies se agrupan entre sí en función del grosor de la testa, encontrando para el primer grupo cuatro agrupaciones generales, que no necesariamente corresponden a la misma familia según se puede observar en la figura 3.

**Figura 3.**

Dendrograma en función del grosor de la testa en las semillas del grupo 1, usando el método Ward con una distancia Euclídea.

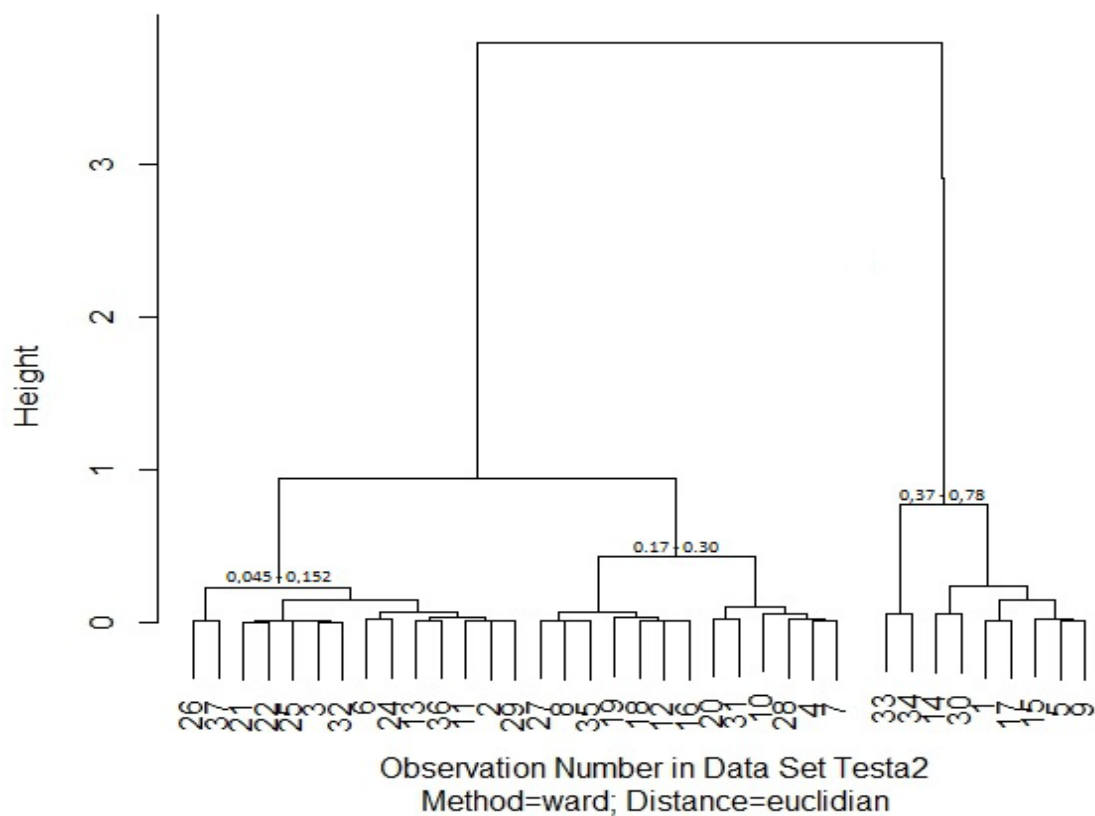


22 <i>L.trichodes</i>	27 <i>R.communis</i>	11 <i>C.hirsuta</i>	20 <i>J.curcas</i>
29 <i>S.alata</i>	7 <i>C.alliodora</i>	25 <i>P.juliflora</i>	28 <i>Rauvolfia.sp.</i>
37 <i>T.valverdeae</i>	12 <i>C.trischistandra</i>	13 <i>C.vitifolium</i>	10 <i>C.grandis</i>
26 <i>R.armata</i>	16 <i>E.glaucum</i>	19 <i>I.pauciflora</i>	23 <i>M.peruiferum</i>
1 <i>A.quachapele</i>	31 <i>S.ecuadorensis</i>		5 <i>B.graveolens</i>
6 <i>B.pseudonitida</i>	35 <i>S.spectabilis</i>	14 <i>Cytherexylum</i>	17 <i>E.velutina</i>
21 <i>L.leucocephala</i>	4 <i>A.pubescens</i>	33 <i>S.parahyba</i>	15 <i>D.regia</i>
36 <i>T.cumingiana</i>	8 <i>C.flexuosa</i>		30 <i>S.bonplandii</i>
24 <i>P.crucis</i>	3 <i>A.multiflora</i>		9 <i>C.glabrata</i>
2 <i>A.macracantha</i>	32 <i>S.mollissima</i>		34 <i>S.saman</i>
18 <i>G.ulmifolia</i>			

Asimismo, al analizar el segundo grupo (semillas en imbibición) los resultados arrojaron que las especies se separaron en tres grupos en función del grosor de la testa de la semilla. Igual que en el primer grupo, las agrupaciones de las especies no se fueron en base a una clasificación taxonómica. Los resultados se resaltan en la figura 4.

Figura 4.

Dendrograma (Cluster) en función del grosor de la testa en las semillas del grupo 2, usando el método Ward con una distancia Euclídea.



<i>R. armata</i>	<i>A. macracantha</i>	<i>Rauwolfia. sp.</i>	<i>S. parahyba</i>
<i>T. valverdeae</i>	<i>S. alata</i>	<i>A. pubescens</i>	<i>S. saman</i>
<i>L. leucocephala</i>		<i>C. alliodora</i>	<i>Cytherexylum</i>
<i>L. trichodes</i>	<i>R. communis</i>		<i>S. bonplandii</i>
<i>P. juliflora</i>	<i>C. flexuosa</i>		<i>A. guachapele</i>
<i>A. multiflora</i>	<i>S. spectabilis</i>		<i>E. velutina</i>
<i>S. mollissima</i>	<i>I. pauciflora</i>	<i>M. peruvianum</i>	<i>D. regia</i>
<i>B. pseudonitida</i>	<i>G. ulmifolia</i>		<i>B. graveolens</i>
<i>P. crucis</i>	<i>C. trischistandra</i>		<i>C. glabrata</i>
<i>C. vitifolium</i>	<i>E. glaucum</i>		
<i>T. cumingiana</i>	<i>S. ecuadorensis</i>		
<i>C. hirsuta</i>	<i>C. grandis</i>		

En cambio, al comparar los valores medios entre el grosor de la testa de las semillas del grupo uno con el grupo dos, se encontró que existen diferencias significativas en los grupos (tabla 3), donde, también se puede evidenciar que el grosor medio del grupo 1 es más bajo que aquellas semillas que fueron colocadas en imbibición.

**Tabla 3**

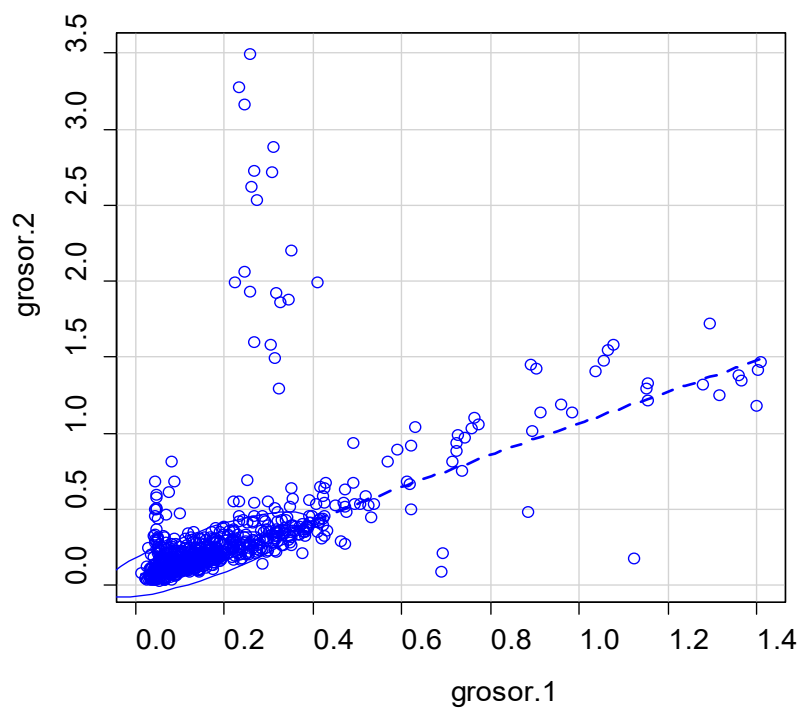
*Diferencias del grosor de la testa de semilla entre los grupos usando la prueba de Kruscall Wallis.*

Grupo	Valor medio	$\chi^2$	Df	P valor
GRUPO 1	0,2106	659,75	36	0,001
GRUPO 2	0,319	611,39	36	0,001

Los análisis de correlación mostraron que, mientras aumenta el grosor de la testa en el grupo 1, también lo hace cuando las semillas son embebidas, con una significancia estadística de  $p < 0,001$  y un índice de relación positivo ( $\rho = 0.751$ ) (Figura 5).

**Figura 5.**

Análisis de correlación Spearman entre el grosor de la testa entre grupos.



## Capítulo tres

### Discusión

El presente estudio se enfocó en analizar la variación del grosor de la testa de semillas de 38 especies leñosas pertenecientes a 17 familias del bosque seco ecuatoriano. Los resultados obtenidos revelaron diferencias significativas en el grosor de la testa tanto entre especies y entre grupos de semillas. Estos hallazgos ofrecen información base para futuros estudios que permitan complementar la información generada sobre la importancia de la testa, debido a que el estudio sobre el grosor de la testa sigue siendo un nicho de información poco analizado en especies leñosas, sobre todo, en las presentes en los bosques secos de la región Tumbesina.

Así como existe una alta variación en el tamaño, forma y color de las semillas (Romero-Saritama y Draper, 2017), también, en nuestro estudio se evidenció una gran variación en el grosor de la testa en las especies estudiadas, tanto en el primer grupo como en el segundo que fue sometido a un proceso de imbibición. Esto concuerda con Dubbern de Souza y Marcos-Filho (2001), quienes mencionan que la estructura de la cubierta de la semilla difiere entre especies y variedades de especies.

Asimismo, los resultados de agrupación mostraron que la variación en el grosor de la testa no se asoció necesariamente con la clasificación taxonómica, ya que especies de diferentes familias presentaron similitudes en el grosor de la testa. Esto sugiere que el grosor de la testa no podría formar parte de los criterios morfológicos para la clasificación taxonómica de las especies, a diferencia del tamaño, forma y color de las semillas que si son caracteres usados para clasificaciones taxonómicas (Gunn, 1981).

Al comparar ambos grupos, se encontraron diferencias significativas en el grosor de la testa, siendo las semillas en imbibición las que presentaron una testa más gruesa en promedio que las del primer grupo. El incremento de la testa al ser hidratada se puede producir de varias formas, por un lado, a la presencia del hilio, el micrópilo y el rafe que han sido sugeridos como vía de absorción de agua en algunas especies de fabaceas (Korban et al. 1981; Agbo et al. 1987), y, por otro lado, a las capas de las células epidérmicas que

componen a la testa (Kelly et al 1992), que al existir una descompresión en la capa empalizada debilita la impermeabilidad al agua (Graaff y Van Staden, 1984).

En cambio, la correlación positiva y significativa encontrada entre el grosor de la testa en el grupo 1 y las semillas en imbibición refuerza la importancia de esta característica en los ambientes secos, posiblemente semillas con testa más gruesa en estado seco podrían ser favorable para mantener vivo el embrión al no permitir la deshidratación del mismo durante la época de menor humedad, pero, en época de lluvia la testa podría embeberse para permitir la germinación, situación reportada en especies de *Leucaenas* que a pesar de tener una capa epidérmica empalizada más compacta, el espesor del tejido fue penetrado por el agua permitiendo su mayor germinación (Ibrahim, Wang & Dali, 2020).

Finalmente, en términos de conservación y manejo de la biodiversidad, conocer la variabilidad morfológica la cubierta de las semillas puede ser relevante para ayudar a restauración y la conservación de los bosques secos; aquellas especies con semillas más gruesas podrían requerir estrategias específicas (escarificación) de manejo para asegurar su germinación exitosa, mientras que las especies con semillas más delgadas podrían tener una mejor capacidad de germinación mediante procesos pre germinativos o incluso sin ellos, por lo tanto, un rápido uso de estas especies en programas de reforestación en zonas degradadas.

## **Conclusiones**

El 63,16% de las especies presenta el grosor de la testa menor al promedio general, por lo tanto, se podría concluir que la mayoría de las especies en estudio presenta una testa no muy gruesa en estado seco.

Existe variación significativa en el grosor de la testa entre especies y entre el grupo de semillas secas y las expuesta a imbibición.

El grosor de la testa no es un rasgo que pueda agrupar a las especies según su clasificación taxonómica.

En general, los resultados de este estudio ofrecen un aporte al conocimiento morfológico de la testa de las semillas de las especies leñosas de bosque seco de la región tumbesina.

### **Recomendaciones**

Dada la multifuncionalidad de la testa es necesario ampliar el estudio a más especies presentes en el bosque seco y determinar patrones del grosor de la testa a nivel de ecosistema.

Asimismo, dado que el grosor de la testa puede influir en la capacidad de germinación y supervivencia de las semillas, sería relevante realizar investigaciones que examinen en detalle cómo el grosor de la testa se correlaciona con la viabilidad o germinación de las semillas en diferentes especies del bosque seco.

## Referencias

- Agbo, G.N., Hosfield, M.A., Uebersax, M.A y Klamparens, K. (1987). Seed microstructure and its relationship to water uptake in isogenic lines. *Food Microstructure*, 6: 91-102.
- Baskin, C. C. y Baskin, J. M. (1988). *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. 1-666. Elsevier.
- Bradford, K., and Nonogaki, H. (2008). Seed Development, Dormancy and Germination. *Annual Plant Reviews*, 102(5): 877–878. doi: 10.1093/aob/mcn167
- Butler, E.A. (1988). "The SEM and seed identification, with particular reference to the Viciae," in *Scanning Electron Microscopy in Archeology*, Olsen Oxford: BAR International Series.
- Dalling, J. W. y Hubbell, S. P. (2002). Seed size, growth rate and gap microsite conditions as determinants of recruitment success for pioneer species. *Journal of Ecology*, 90(3), 557–568. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2002.00695.x>
- Dübbern de Souza, F.H. and Marcos-Filho, J. (2001). The seed coat as a modulator of seed-environment relationships in Fabaceae. *Braz. J. Bot.*, 24: 365-375
- Debeaujon, Léon y Koornneef. (2000). Influence of the Testa on Seed Dormancy, Germination, and Longevity in Arabidopsis. *Plant Physiology*. 122(2), 403–414 doi: <https://doi.org/10.1104/pp.122.2.403>
- Gleiser G, Picher MC, Veintimilla P, Martínez J, Verdú M. 2004. Seed dormancy in relation to seed storage behaviour in *Acer*. *Botanical Journal of the Linnean Society* **145**: 203– 208.
- Graaff, J. L y Van Staden, J. (1984) The germination of two *Sesbunia* species. *S Afr J Bot* 3: 59-62.
- Gunn, C.R. (1981). Seed topography in fabaceae. *Seed Science and Technology*, 9: 737 – 757.

- Ibrahim Yousif, M. A., Wang, Y. R. y Dali C. (2020): Seed dormancy overcoming and seed coat structure change in *Leucaena leucocephala* and *Acacia nilotica*, *Forest Science and Technology*, DOI: 10.1080/21580103.2019.1700832
- Jara-Guerrero, A, Espinosa, CI, Méndez, M, De la Cruz, M, Escudero, A. Dispersal syndrome influences the match between seed rain and soil seed bank of woody species in a Neotropical dry forest. *J Veg Sci.* 2020; 31: 995– 1005. <https://doi.org/10.1111/jvs.12894>
- Korban, S.S., Coyne, D y Weihsing, J.L. (1981). Rate of water uptake and sites of water entry in seed of different cultivars of dry bean. *Hortsciencie*, 16: 545 – 546.
- Kelly, K. M., van Staden, J., & Bell, W. E. (1992). Seed coat structure and dormancy. *Plant Growth Regulation*, 11(3), 201–209. <https://doi.org/10.1007/BF00024559>
- Marcos Filho, J. (2005). *Fisiología de Sementes de Plantas Cultivadas*. FEALQ, Piracicaba.
- Mohamed-Yasseen, Y., Barringer, S.A., Splittstoesser, W.E. y Costanza S. (1994). The role of seed coats in seed viability. *Bot. Rev* 60, 426–439. <https://doi.org/10.1007/BF02857926>
- Omar Varela, Rodolfo, & Albornoz, Patricia Liliana. (2013). Morpho-anatomy, imbibition, viability and germination of the seed of *Anadenanthera colubrina* var. cebil (Fabaceae). *Revista de Biología Tropical*, 61(3), 1109-1118.
- Romero-Saritama, J.M. y Draper. D. (2017). Almacenamiento y morfología de semillas; especies distribuidas en el sur del Ecuador. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Romero-Saritama, J. M., y Pérez-Rúiz, C. (2016). Rasgos morfológicos regenerativos en una comunidad de especies leñosas en un bosque seco tropical tumbesino. *Revista de Biología Tropical/International Journal of Tropical Biology and Conservation*, 64(2), 859–873.
- Romero Saritama, J. M. y Granda, M. G. (2020). Variación del número de semillas en frutos de 156 especies leñosas del Ecuador. *Axioma*. (23), 52-60.

- Romero-Saritama, J.M y Bedoya. (2022). Variación Morfológica en Semillas de 20 Especies Leñosas Nativas en un Bosque Seco Sudamericano. *Revista Fronteiras*. 11(1), 54-59.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.21664/2238-8869.2022v11i1.p54-59>
- Soblechero, E., Hernanz, A., Antón, N. y. Durán, J. M. (2005). Semillas y cultivos. La semilla y su morfología. *Agricultura*.
- Smýkal P, Vernoud V, Blair MW, Soukup A, y Thompson RD. (2014). The role of the testa during development and in establishment of dormancy of the legume seed. *Front Plant Sci*. 17; 5: 351. doi: 10.3389/fpls.2014.00351.