



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**

*La Universidad Católica de Loja*

**ÁREA BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA**

## **TÍTULO DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**Relación del tamaño y peso de la semilla como factor clave para la germinación y desarrollo de plántulas.**

Trabajo de titulación

AUTORA:

Bermeo Granda, Liliana Jackeline

DIRECTOR:

Gusmán Montalván, Elizabeth del Carmen, Ph.D.

LOJA-ECUADOR

2016

## **APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Doctora.

Elizabeth del Carmen, Guzmán Montalván Ph.D.

### **DOCENTE DE LA TITULACIÓN**

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: “*Relación del tamaño y peso de la semilla como factor clave para la germinación y desarrollo de plántulas*” realizado por Bermeo Granda, Liliana Jackeline ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, 20 de Septiembre de 2016

Guzmán Montalván Elizabeth del Carmen Ph. D  
**DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Bermeo Granda Lilibiana Jackeline, declaro ser autora del presente trabajo de titulación: Relación del tamaño y peso de la semilla como factor clave para la germinación y desarrollo de plántulas, de la titulación de Ingeniera en Gestión en Ambiental, siendo directora del presente trabajo: Elizabeth del Carmen Guzmán Montalván y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posible reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico vigente de la Universidad establece: "Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad"

f. ....

**Autor:** Bermeo Granda Lilibiana Jackeline

**Cédula:** 1105032989

## **DEDICATORIA**

Con todo el corazón lleno de gratitud dedico este trabajo:

A mi madre, María Elena, quien ha sido padre y madre a la vez, a ella le debo todo lo que ahora soy. Gracias por brindarme todo su apoyo de manera incondicional durante el transcurso de la carrera, por enseñarme que con sacrificio y perseverancia se logran grandes metas, gracias por ser el pilar fundamental de mi vida

A mi ángel, María Concepción, mi abuela y mi madre a la vez, que desde donde te encuentras ahora guías cada pasó que doy, gracias por esas valiosas enseñanzas que inculcaste en mí y sobre todo gracias por cada uno de tus concejos llenos de sabiduría y amor. Vivirás en mi corazón siempre.

A todos mis familiares, gracias por su apoyo incondicional; en especial a Martha, quien ha sido un gran apoyo a lo largo de toda mi vida.

A mis hermanos, Gaby y David, que con su inocencia me han apoyado y alentado para conseguir mis logros.

A esa personita especial que me ha brindado su paciencia y apoyo incondicional, en cada momento.

*Liliana Jackeline Bermeo Granda*

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente a Dios por bendecirme en cada momento de mi vida y con ello permitirme culminar con una etapa más.

A la universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Ciencias Ambientales y en ella a los docentes, quienes con su profesionalismo y conocimientos me ayudaron durante toda mi formación académica.

Me complace de sobre manera extender mi más sincero y profundo agradecimiento a la Dra. Elizabeth Gusmán, quien ha sido la guía idónea durante todo el proceso que ha llevado realizar este trabajo, gracias por todo su apoyo, paciencia y dedicación.

A mis amigas y amigos quienes me brindaron su ayuda en todo momento, gracias por su amistad y apoyo incondicional, Johana, Ximena, María Fernanda, Diego Pablo, Anthony e Israel.

**Liliana Jackeline Bermeo Granda**

## Índice de Contenido

APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
Índice de Contenido.....	vi
Índice de figuras .....	vii
Índice de Tablas .....	vii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
Objetivos.....	5
Objetivo General:.....	5
Objetivos Específicos:.....	5
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO.....	6
1.1 Semilla y su importancia .....	7
1.2 Relación peso y tamaño de semillas con el crecimiento de las plántulas .....	8
1.3 Descripción botánica de las especies de estudio .....	9
CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS .....	12
2.1. Recolección de Muestras .....	13
2.2. Procesamiento de semillas.....	13
2.3. Siembra de semillas .....	13
2.4. Procesamiento de plántulas .....	14
2.5. Análisis Estadístico .....	15
CAPITULO III: RESULTADOS.....	16
3.1. Caracterización y germinación de especies de bosque seco.....	17
3.2. Relación entre el tamaño y peso de la semilla sobre la eficiencia de germinación y crecimiento de plántulas.....	17

3.2.1. Relación largo y ancho de la semilla con el crecimiento.....	18
3.2.2. Relación peso de la semilla con el crecimiento.....	20
CONCLUSIONES .....	22
RECOMENDACIONES .....	23
BIBLIOGRAFÍA.....	24
ANEXOS.....	29

### Índice de figuras

Figura 1. Proceso de formación de semillas .....	7
Figura 2. a) Árbol perennifolio de 12 m de altura. b) Semillas de <i>Colicodendron scabridum</i> .....	9
Figura 3. a) Arbusto caducifolio de 4 m de altura. b) Semillas de <i>Leucaena trichodes</i>	10
Figura 4. a) Árbol caducifolio de 10 m de altura. b) Semillas de <i>Coccoloba ruiziana</i> ...	10
Figura 5. a) Arbusto de hasta 6 m de altura. b) Semillas <i>Erythroxylum glaucum</i> .....	11
Figura 6. Recolección de semillas de las especies seleccionadas .....	13
Figura 7. a) Peso de semillas. b) Medida de ancho y largo de semillas .....	13
Figura 8) Toma de datos de crecimiento de plántulas de las especies seleccionadas.	14
Figura 9. a) Peso y medida de plántulas. b) Medida de parte foliar c) Medida de raíz de <i>Colicodendron.scabridum</i> .....	14
Figura 10. Días de germinación y numero de semillas germinadas de <i>Coccoloba ruiziana</i> .....	18
Figura 11. Días de germinación y numero de semillas germinadas de <i>Leucaena trichodes</i> .....	18

### Índice de Tablas

Tabla 1. Media de tamaño y porcentaje promedio de germinación de especies.....	17
Tabla 2. Valores de relación y significancia entre cada variable de crecimiento con el largo y ancho de la semilla de las especies en estudio .....	19
Tabla 3. Valores de relación y significancia entre cada variable de crecimiento con el peso de la semilla .....	20

## RESUMEN

El tamaño y peso de la semilla son rasgos importantes dentro de los procesos de germinación y desarrollo de plántulas, conocer como éstas características influye en la germinación, es un aspecto importante en la ecología de los bosques secos.

En el presente estudio se determinó la relación entre el tamaño y peso de la semilla, sobre la eficiencia de germinación y crecimiento de plántulas. Por ello se evaluó 4 especies, de bosque seco *Colicodendron scabridum*, *Leucaena trichodes*, *Coccoloba ruiziana*, *Erythroxylum glaucum*.

Los resultados indican que semillas pequeñas germinan en menor tiempo y presentan un mayor porcentaje de germinación (45%), como es el caso de *Coccoloba ruiziana*, en el caso de semillas grandes como *Leucaena trichodes* germinaron solo el 14% y necesitaron un mayor tiempo para su germinación.

Nosotros podemos concluir que semillas grandes presentan un bajo porcentaje de germinación, pero una ventaja de estas semillas es que sus plántulas crecen mucho más rápido, destinando más recursos a su sistema foliar y de raíz y por tanto resultan plántulas más vigorosas en comparación con las provenientes de semillas pequeñas.

**Palabras claves:** Tamaño y peso de las semillas, germinación, plántulas, bosque seco, especies de bosque seco.



## ABSTRACT

The size and seed weight are important features within the processes of germination and seedling development, knowing how these characteristics affect germination, it is an important dry forest ecology aspect.

In the present study the relationship between size and weight of the seed, the efficiency of germination and seedling growth was determined. Therefore 4 species, dry forest *Colicodendron scabridum*, *Leucaena trichodes*, *Coccoloba ruiziana*, *Erythroxylum glaucum* was evaluated.

The results indicate that small seeds germinate in less time and have a higher germination percentage (45%), as in the case of *Coccoloba ruiziana*, in the case of large seeds such as *Leucaena trichodes* germinated only 14% and needed more time to germination.

We can conclude that large seeds have a low germination percentage, but one advantage of these seeds is that their seedlings grow much faster and devote more resources to their leaf system and root and therefore are more vigorous seedlings compared to those from small seeds.

**Keywords:** Size and weight of seeds, germination, seedling dry forest, dry forest species.

## INTRODUCCIÓN

La semilla constituye el principal órgano reproductivo de la mayoría de las plantas. Ésta cumple una función esencial en la transformación y dispersión de las poblaciones de plantas, en la regeneración de los bosques y la sucesión ecológica de los bosques (Doria, 2010). Dentro del ecosistema, la semilla representa el medio para asegurar la continuidad de la existencia, adaptación y evolución de las especies, por lo que la capacidad germinativa y el crecimiento de las semillas son procesos fundamentalmente importantes (Trujillo, 1995; Pita, 1998), la capacidad que las semillas poseen para germinar está determinada por factores internos como: la madurez, la viabilidad, el periodo de tiempo durante el cual las semillas se almacenan (Vásquez et al, 2016) y por factores externos como: el agua, la temperatura y la luz (Jara, 1996).

Son varios los factores ecológicos que pueden afectar el proceso de germinación de las semillas; el tamaño y peso de la semilla son unos de los factores muy importantes que pueden influir sobre la velocidad, porcentaje, vigor de las plántulas (Bockus & Shroyer, 1996; Yanlong, He et al., 2007) y el establecimiento de las mismas dentro de una población (Kidson & Westoby, 2000; Baloch et al., 2001). Cuando hablamos de plántula, nos referimos a la etapa final del proceso de crecimiento de la semilla. Esta etapa comienza con la emergencia de la radícula desde la semilla y termina cuando la planta deja de depender de las reservas almacenadas en esta (Kitajima & Fenner 2000). En el momento que las plántulas recién germinan no tienen la capacidad de resistir a condiciones desfavorables, debido a que no cuentan con la robustez física que se adquiere con la edad (Kitajima & Fenner 2000), pues durante este estadio las especies afrontan las mayores presiones de selección y las tasas más altas de mortalidad como consecuencia de la influencia de una amplia gama de factores bióticos y abióticos (Godínes et al. 2007). Esta elevada mortalidad actúa como un filtro selectivo en los rasgos de las semillas y de las plántulas (Kitajima & Fenner 2000).

Se ha determinado que semillas más pequeñas generalmente germinan más rápido proporcionando una ventaja competitiva en las etapas de sucesión temprana (Baskin C & Baskin, M 1998). Pese a que las semillas más grandes poseen un tiempo de germinación un poco más lento (Villar M, et al 2008) estas tienen un mayor porcentaje de germinación y originan plántulas más vigorosas en comparación con las de semillas pequeñas (Yanlong, He et al., 2007) (Harper, J.L. 1977; Ferreira, A.G & Borghetti, F. 2004); mientras que especies con semillas pequeñas estarían adaptadas a la colonización de nuevos espacios para ampliar su límite de distribución geográfica. (Ranieri, B.D, et al 2012; Marques, M &

Oliveira, P.E 2005; Mendes, C, et al 2011). Se podría decir que las plántulas emergidas a partir de semillas pequeñas, con menos recursos propios, crecerán preferentemente más en área foliar (Lopes & Fagundes, 2014).

En base a lo mencionado y conscientes de la importancia de la relación del tamaño y peso de la semilla, nos hemos enfocado en determinar cómo influye el peso y tamaño de la semilla de especies de bosque seco en su germinación, crecimiento de la planta, foliar y radicular de las plántulas, y de esta manera aportar con información sobre la interacción entre las características ecológicas de las semillas, las cuales determinan la abundancia de plántulas existentes en determinado lugar, y con ellos formular alternativas de conservación y regeneración en los bosques secos.

## **Objetivos**

### **Objetivo General:**

- Identificar la relación que existe entre el tamaño y peso de la semilla sobre la eficiencia de germinación y crecimiento de plántulas.

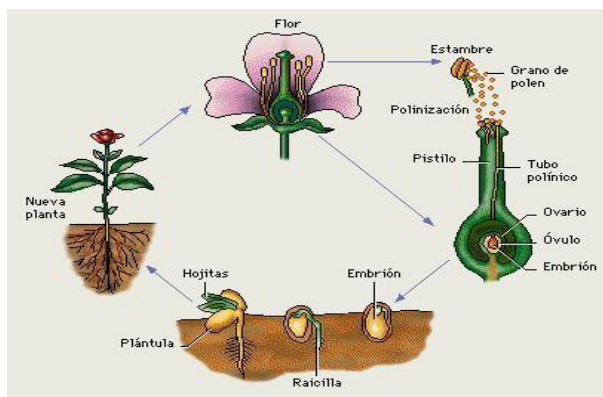
### **Objetivos Específicos:**

- Caracterizar la germinación de 5 especies de bosque seco, relacionadas con el peso y tamaño de la semilla.
- Relacionar el tamaño foliar y radicular con las características de peso y tamaño de la semilla.

## **CAPITULO I: MARCO TEÓRICO**

## 1.1 Semilla y su importancia

La semilla constituye el principal órgano reproductivo de la mayoría de las plantas. Ésta cumple una función esencial en la transformación y dispersión de las poblaciones de plantas, en la regeneración de los bosques y la sucesión ecológica (Doria, 2010). La semilla se forma a partir del rudimento seminal, localizado en el ovario de las flores, tras producirse la fecundación por los granos de polen (Figura 1) (Megías et al, 2015).



**Figura 1.** Proceso de formación de semillas

**Fuente:** (Bidwell, 1993)

Dentro del ecosistema, la semilla es la fuente de alimento principal para muchos animales, representan el medio para asegurar la continuidad de la existencia, adaptación y evolución de las especies, por lo que la capacidad germinativa y el crecimiento de las semillas son procesos fundamentalmente importantes (Trujillo 1995; Pita, 1998), la capacidad que éstas poseen para germinar está determinada por factores internos como: **la madures**, que es el desarrollo completo de ésta, y **la viabilidad**, periodo de tiempo durante el cual las semillas almacenan su capacidad para germinar (Vásquez et al, 2016) y factores externos como el agua, la temperatura y la luz (Jara 1996).

Las semillas poseen reservas energéticas como: grasas, carbohidratos y proteínas, estas reservas, pueden encontrarse en diferentes tejidos o en el embrión mismo, lo cual está relacionado con la germinación y el desarrollo de un nuevo individuo (Doria, 2010). Por tanto cuando la semilla encuentra las condiciones ambientales adecuadas, germinará y dará paso a una nueva plántula.

En la actualidad las semillas representan una forma de conservar las especies para el futuro, para lograr asegurar así la conservación de especies y variedades de plantas valiosas, mediante los bancos de germoplasma, las instituciones públicas y los jardines botánicos. (Arias, 2001. Megías et al, 2015).

## 1.2 Relación peso y tamaño de semillas con el crecimiento de las plántulas

La variación en el tamaño de la semilla es importante dentro de la ecología de las plantas, ya que el tamaño de las semillas puede afectar directamente a los procesos de germinación y el reclutamiento de plántulas que influye en el rendimiento de la planta bajo diferentes condiciones (Leishman, 2001; Rego, 2007).

Según, Marques (2005) son varios los factores ecológicos y evolutivos que pueden afectar el proceso de germinación de semillas y por ende un futuro establecimiento de plántulas. El tamaño y peso de la semilla influye directamente en el tiempo, porcentaje de germinación, y vigor de las plántulas (Mölken, 2005). Sin embargo, el tamaño y peso de las semillas dentro de una misma especie varía hasta en un 50%, debido a sus limitaciones fisiológicas (Leishman et al., 2000), en muchas especies de árboles y arbustos se pueden encontrar distintos tamaños de semillas dentro de una población, dentro de una misma planta y aún dentro de un mismo fruto, el cual es un fenómeno común (Moles & Westoby, 2006; Fenner & Thompson, 2005). Sin embargo se ha considerado que semillas pequeñas habitualmente germinan más rápido facilitando una mayor ventaja competitiva en etapas de sucesión temprana (Baskin, 1998), y semillas más grandes germinan más lentamente, pero tienen mayor porcentaje de germinación y tienden a producir plántulas más vigorosas a diferencia de las semillas pequeñas (Ferreira & Borghetti, 2004).

Además el tamaño de la semilla es considerado como responsable de que las semillas grandes tengan una alta probabilidad de establecimiento en condiciones duras, o muchas semillas pequeñas tengan una alta probabilidad de dispersión en el espacio y el tiempo (Fenner & Thompson 2005). Muchos estudios han demostrado que las plántulas de especies de semillas grandes sobreviven mejor que las plántulas de semilla pequeña en condiciones naturales (Dalling & Hubbell 2002; Moles & Westoby 2004) y tienen menores riesgos en forma experimental como sombra, defoliación, competencia con la vegetación establecida, etc (Westoby et al., 1996).

Un estudio realizado en Brasil comprueba, que el porcentaje de germinación de *Copaifera officinalis* se vio afectado por el tamaño de la semilla. Sin embargo, el resultado fue diferente debido a que el porcentaje de germinación fue de 15,6% en las semillas pequeñas por lo que estas necesitan menos tiempo para la germinación que las semillas de gran tamaño, lo que corrobora los patrones generales. Es importante destacar que el aumento en el tiempo de germinación puede causar pérdida de viabilidad de la semilla debido al ataque de microorganismos depredadores, por lo tanto, este hecho se puede utilizar para explicar la

variación en el porcentaje de germinación de la semilla observada en este estudio (Lopes & Fagundes, 2014).

Según Primack (1987) el peso de las semillas está relacionado con la cantidad de reservas nutricionales que se asignará para el crecimiento inicial de las plántulas. En cada población donde las especies están expuestas a diferentes condiciones ambientales, como temperatura, disponibilidad de agua y nutrientes, es razonable esperar variación en el peso de la semilla (Milberg et al., 1996). Tanto así que la variación del peso de la semilla ha demostrado influir en la supervivencia de las plántulas en varias especies (Venable, 1992; Andersson & Milberg, 1998).

De tal forma se puede mencionar que el peso y el tamaño de las semillas están directamente relacionados con la cantidad de reservas nutricionales que se asignará para el crecimiento inicial de las plántulas (Lopes & Fagundes, 2014). Una mayor cantidad de reservas almacenadas permiten una mayor probabilidad de establecimiento de plántulas en sitios con menor disponibilidad de recursos (Geritz, 1995). Sin embargo, las plantas asignan relativamente menos recursos a su sistema de la raíz cuando se aumenta la disponibilidad de nutrientes (Agren, 2003; Yang, 2005).

### 1.3 Descripción botánica de las especies de estudio

#### 1.3.1. *Colicodendron scabridum*



**Figura 2.** a) Árbol perennifolio de 12 m de altura. b) Semillas de *Colicodendron scabridum*.

Árbol perennifolio de hasta 12 m de altura y 30 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Pertenece a la familia de las Capparaceae, se la conoce también como *Capparis scabrida* (Figura 2a). Se encuentra en las provincias de El Oro, Guayas, Loja y Manabí. En altitudes de 0-500 y de 1 000-2 000 m s. n. m. Crece simpodialmente por yemas axilares. Hojas simples, alternas, oblongo a lanceoladas, ápice obtuso, borde entero, coriáceas, esparcidas, de 15-20 cm de longitud, 2-4 cm de ancho; haz verde oscuro y brillante, algo áspero, el



envés abundantemente pubescente con pilosidad estrellada, con nervaduras central y secundarias pronunciadas. Flores hermafroditas, actinomorfas; cáliz con 5 lóbulos densamente pubescentes, marrones en la cara externa; corola crema con 5 pétalos libres, estambres numerosos; inflorescencia en racimos o corimbos axilares. Fruto baya, ovado-oblongo, 5-10 cm de longitud, 4-8 cm de diámetro, pericarpio blando con abundante pubescencia estrellada, exuda una resina cristalina, duro, fibroso, blanquecino; con numerosas semillas, escaso endosperma (Figura 2b) (Aguirre, 2012).

### 1.3.2. *Leucaena trichodes*



**Figura 3.** a) Arbusto caducifolio de 4 m de altura. b) Semillas de *Leucaena trichodes*.

Arbusto caducifolio de 4 m de altura. Tallos numerosos y delgados hasta de 2,5 cm de DAP, copa muy frondosa (Figura 3a). Hojas compuestas, alternas, imparipinnadas, pedunculadas, foliolos ovados con borde liso y punta redondeada. Flores actinomorfas, blancas, agrupadas en cabezuelas solitarias o reunidas en 3-5, densos y globosos. Fruto una vaina aplanada, algo curva, delgada y corta, de 2-2,5 cm, marrón, varias semillas negras (Figura 3b). Propagación por semillas, se adapta a terrenos de baja fertilidad y susceptibles a la erosión (Aguirre, 2012).

### 1.3.3. *Coccoloba ruiziana*



**Figura 4.** a) Árbol caducifolio de 10 m de altura. b) Semillas de *Coccoloba ruiziana*.

Árbol caducifolio de 10 m de altura y 25 cm de DAP. Pertenece a la familia Polygonaceae, se la conoce también como *Coccoloba barbeyana* (Figura 4a). Se la encuentra en bosques espinosos tropicales, entre 0 y 1000 m s. n. m. en las provincias de El Oro, Guayas, Loja y Manabí. Presenta un fuste ramificado con varios tallos, ramas y ramillas. Corteza color pardo oscuro, fisurada con nudos abultados, las ramas son glabras. Hojas simples alternas, obovadas de 8-13 x 3,5-6 cm, con ápice obtuso y margen entero, ocreas de 15-20 mm de longitud. Flores unisexuales en inflorescencia racimosa, con pedúnculo grande de hasta 35 cm de largo, glabros. La flor con pedúnculo, cáliz de cinco sépalos de color verde corola de cinco pétalos de color amarillento. Fruto una drupa de color verde (tierna) y morado (maduro) de 3 cm de diámetro, que se agrupan en infrutescencias racemosas de hasta 18 cm de longitud (Figura 4b) (Aguirre, 2012).

#### 1.3.4. *Erythroxylum glaucum*



**Figura 5.** a) Arbusto de hasta 6 m de altura. b) Semillas *Erythroxylum glaucum*

Arbusto de hasta 6 m de altura, 10-12 cm de DAP. Pertenece a la familia: Erythroxylaceae (Figura 5a). Está presente en bosque natural o intervenido seco de las provincias de Loja, El Oro, Guayas y Manabí. Fuste muy ramificado desde la base con varios fustecillos. Corteza externa de color pardo claro, de apariencia rugosa, cambia a pardo-oscuro con la madurez. Hojas simples, alternas, ovadas-elípticas, glabras, verde-pálidas, ápice redondeado y base cuneada. Flores pequeñas blancas. Fruto drupa de color rojo anaranjado cuando está maduro (Figura 5b). La madera es utilizada en postes, leña y carbón. Sus hojas y frutos sirven de forraje para el ganado caprino (Aguirre, 2012).

## **CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS**

## 2.1. Recolección de Muestras

Las semillas de *Colicodendron scabridum*, *Coccoloba ruiziana*, *Erythroxylum glaucum* y *Leucaena trichodes*, fueron colectadas en la Reserva la Ceiba, Reserva Ecológica Arenillas, de las cuales se seleccionaron 10 individuos con la presencia de frutos, y se escogió un lote de 100 semillas al azar, para el seguimiento de germinación y crecimiento de plántulas (Figura 6).



Figura 6. Recolección de semillas de las especies seleccionadas

## 2.2. Procesamiento de semillas

Cada una de las semillas fueron pesadas (Figura 7a) y medidas (largo y ancho) (Figura 7b), y a cada una se les colocó un código específico para un mejor seguimiento.

Con el fin de ablandar la testa de las semillas y facilitar la absorción de agua cada muestra se sometió a un proceso de imbibición, que consiste en dejar reposar cada una de las semillas en agua destilada por 48 horas.

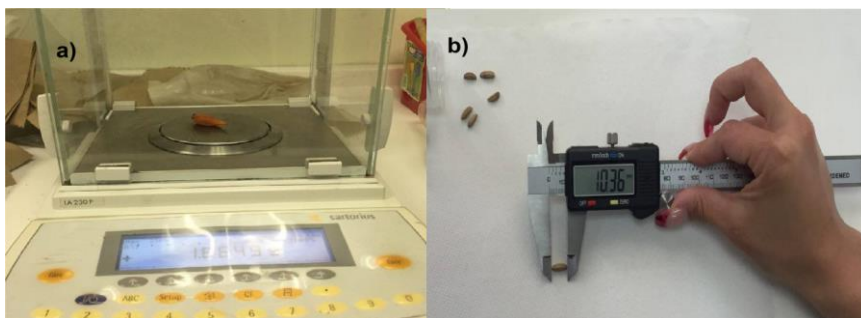


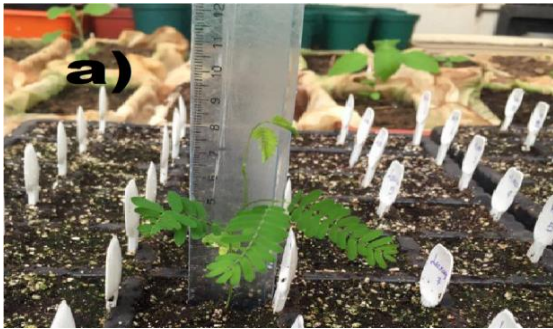
Figura 7. a) Peso de semillas. b) Medida de ancho y largo de semillas

## 2.3. Siembra de semillas

Luego del tiempo de inhibición las semillas fueron sembradas en semilleros plásticos, con sustrato compuesto de turba, la cual fue previamente humedecida. Cada muestra se identificó con el mismo código obtenido en el procesamiento de las semillas para facilitar la

toma de datos posteriores. Los semilleros fueron colocados bajo condiciones de invernadero.

El riego y registro del proceso germinativo se realizó semanalmente (tres veces a la semana) tomando en consideración la velocidad de germinación de cada especie (Figura 8). En esta fase se registró el inicio de la germinación.



**Figura 8)** Toma de datos de crecimiento de plántulas de las especies seleccionadas.



**Figura 9.** a) Peso y medida de plántulas. b) Medida de parte foliar c) Medida de raíz de *Colicodendron.scabridum*

#### **2.4. Procesamiento de plántulas**

Una vez iniciado el proceso de germinación, las plántulas fueron separadas cuidadosamente del sustrato metiéndolas en un recipiente con agua, para luego proceder a medir y pesar toda la plántula además de sus partes aérea y radicular por separado antes de que pierdan agua (será el peso fresco) (Figura 9a). Las hojas, tallos y raíces se almacenaron en una bolsa pequeña de papel con la respectiva etiqueta de identificación (Figura 9b-c) (Anexo 1). Se calculó la masa seca de la parte foliar y radicular, mediante el secado en estufa por 48 horas a 80°C, para luego realizar los correspondientes análisis.

## **2.5. Análisis Estadístico**

Se determinó la relación entre el peso, tamaño y ancho de las semillas con las variables de: Tamaño de la Planta, Raíz, Foliar, Peso Planta, Raíz, Foliar y Peso Seco Planta, Raíz, Foliar, mediante modelos lineales simples, utilizando el programa R-Project (R Environment Core Team).

## **CAPITULO III: RESULTADOS**

### 3.1. Caracterización y germinación de especies de bosque seco

En el presente trabajo técnico se trabajó con 4 especies de bosque seco *Colicodendron scabridum*, *Coccoloba ruiziana*, *Erythroxyllum glaucum*, *Leucaena trichodes* con un total de 100 semillas para cada una de las especies.

Dentro de nuestros resultados en cuanto al porcentaje de germinación obtuvimos que *Coccoloba ruiziana* obtuvo un 45 %, siendo la especie con un mayor número de semillas germinadas en un mes, mientras que *Leucaena trichodes* alcanzo el 14%, considerándose la especie con menor número de semillas germinadas en un tiempo de cuatro meses (Tabla 1).

**Tabla 1.** Media de tamaño y porcentaje promedio de germinación de las especies en estudio

Especies	Total Semillas	Largo (mm)	Ancho (mm)	Peso (gr)	% de Germinación
<i>Colicodendron scabridum</i>	95	9.32	9.74	0.298	36
<i>Leucaena trichodes</i>	100	7.44	5.42	0.045	14
<i>Coccoloba ruiziana</i>	100	3.47	3.06	0.019	45
<i>Erythroxyllum glaucum</i>	100	9.54	3.62	0.110	25

### 3.2. Relación entre el tamaño y peso de la semilla sobre la eficiencia de germinación y crecimiento de plántulas.

Con respecto al tamaño y peso de las especies analizadas nos permite indicar que semillas pequeñas poseen un mayor porcentaje de germinación y requieren de menor tiempo para germinar como se observó en *Coccoloba ruiziana* (Figura 10). Con respecto a semillas grandes estas presentan un menor porcentaje de germinación y necesitan un mayor tiempo para germinar así lo muestran las especies *Leucaena trichodes* (Figura 11) y *Erythroxyllum glaucum*. Nosotros encontramos algo diferente en la especie *Colicodendron scabridum*, que posee semillas grandes pero necesita un tiempo de 32 días para su germinación (Anexo 2), esta particularidad puede deberse a las diferentes características morfológicas que posee esta especie (Armstrong & Westoby 1993).



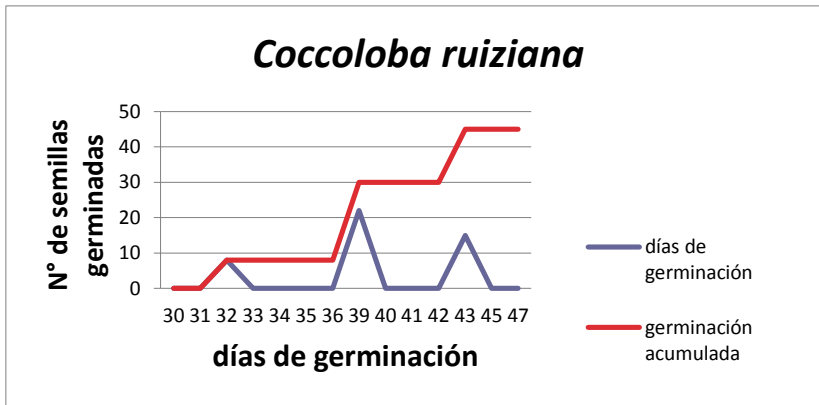


Figura 10. Días de germinación y número de semillas germinadas de *Cocoloba ruiziana*

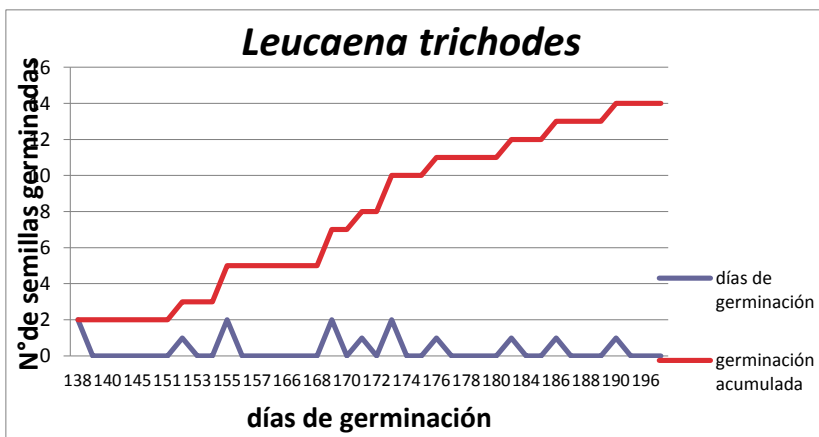


Figura 11. Días de germinación y número de semillas germinadas de *Leucaena trichodes*

Algunos autores mencionan que semillas pequeñas generalmente germinan más rápido pero tienen un menor porcentaje de germinación, mientras tanto semillas grandes tienen germinación lenta pero un mayor porcentaje de germinación y por tanto tienden a producir plántulas más vigorosas en comparación con semillas pequeñas, (Baskin, C & Baskin, M 1998 & Yanlong et al, 2007), que puede ser el caso de *Colicodendron scabridum*, sin embargo esto no fue lo que encontramos en nuestra investigación para las demás especies.

### 3.2.1. Relación largo y ancho de la semilla con el crecimiento de plántulas

Dentro de nuestros resultados *Colicodendron scabridum* es la especie que presentó diferencias significativas con las variables estudiadas (Tabla 2), nosotros observamos diferencias en cuanto a su tamaño de raíz y peso fresco (contenido de agua) por tanto se puede decir que semillas grandes tienden a generar raíces con mayor longitud, (Villar, et al. 2008). En cambio con respecto al ancho de la semilla podemos evidenciar que *Erythroxylum glaucum* es la especie que posee relación con el tamaño foliar. (Tabla 2).

**Tabla 2.** Valores de relación y significancia entre cada variable de crecimiento con el largo y ancho de la semilla de las especies en estudio

<i>Colicodendron.scabridum</i>									
Variables	Largo			Ancho			Peso		
	Estimate	p value		Estimate	p value		Estimate	p value	
Tamaño Planta	0.62	0.15	NS	-0,17	0.77	NS	8.25	0.37	NS
Tamaño Foliar	-0,24	0,41	NS	0.08	0.84	NS	1.73	0.78	NS
Tamaño Raíz	1.03	0.04	*	-0,17	0.80	NS	7.38	0.49	NS
Peso Planta	0.076	0.0098	**	0.018	0.09	NS	0.58	0.00019	***
Peso Foliar	0.041	0.040	*	0.036	0.19	NS	1.14	0.0051	**
Peso Raíz	0.032	0.004	**	0.003	0.44	NS	0.11	0.06	NS
Peso Seco Planta	0.022	0.0029	**	0.018	0.09	NS	0.58	0.00019	***
Peso Seco Raíz	0.006	0.032	*	0.003	0.44	NS	0.11	0.061	NS
Peso Seco Foliar	0.016	0.002	**	0.015	0.053	NS	0.46	2.24e-05	***

<i>Erythroxylum.glaucum</i>									
Variables	Largo			Ancho			Peso		
	Estimate	p value		Estimate	p value		Estimate	p value	
Tamaño Planta	-0,9	0.45	NS	1.68	0.54	NS	2.28	0.54	NS
Tamaño Foliar	0.55	0.42	NS	3.62	0.017	*	2.32	0.27	NS
Tamaño Raíz	-1,45	0.084	NS	-1,93	0.33	NS	-0,035	0.98	NS
Peso Planta	0,019	0.55	NS	0.018	0.41	NS	0.015	0.59	NS
Peso Foliar	0.0099	0.63	NS	0.087	0.061	NS	0.082	0.19	NS
Peso Raíz	0.011	0.48	NS	0.0071	0.33	NS	0.021	0.023	*
Peso Seco Planta	-0,007	0.49	NS	0.018	0.41	NS	0.015	0.59	NS
Peso Seco Raíz	0.00076	0.81	NS	0.018	0.41	NS	0.021	0.023	*
Peso Seco Foliar	-0,006	0.49	NS	0.011	0.56	NS	-0,005	0.86	NS

Significancia: p= 0.05\*, p=0.01\*\*, p=0.001\*\*\*, NS=No significante.

Este tipo de comportamiento se manifiesta en estos ecosistemas secos por presentar largos periodos de sequía, según Villar, et al. (2008), durante dichos periodos, plantas jóvenes deben crecer rápidamente, formar una raíz profunda que les asegure el agua en esta época, competir por espacio, luz, nutrientes y adquirir defensas para resistir la presión de los herbívoros. Lloret et al. (1999), en un estudio demostraron que especies con semillas grandes tienen más resistencia, lo cual está relacionado con una mayor asignación de biomasa a raíces para generar una ventaja y garantizar una mayor adquisición de recursos para favorecer su supervivencia.

### 3.2.2. Relación peso de la semilla con el crecimiento de plántulas

En lo referente al peso de las semillas, se mostró diferentes variaciones dependiendo de la especie, como es el caso de *Colicodendron scabridum* que presento semillas con mayor peso, lo cual influyó sobre las variables del peso de la planta (contenido de agua) y peso foliar, en cambio con *Erythroxylum glaucum* encontramos una relación con el peso de la raíz (Tabla 3).

**Tabla 3.** Valores de relación y significancia entre cada variable de crecimiento con el peso de la semilla

Peso semilla				
VARIABLES	ESPECIE	ESTIMATE	P VALUE	
Peso Planta	<i>Colicodendron scabridum</i>	0.58	0.00019	***
	<i>Leucaena trichodes</i>	7.80	0.023	*
Peso Raíz	<i>Erythroxylum glaucum</i>	0.021	0.023	*
Peso Foliar	<i>Colicodendron scabridum</i>	1.14	0.0051	**
Peso Seco Planta	<i>Colicodendron scabridum</i>	0.58	0.00019	***
	<i>Leucaena trichodes</i>	7.80	0.023	*
Peso Seco Raíz	<i>Erythroxylum glaucum</i>	0.021	0.023	*
Peso Seco Foliar	<i>Colicodendron scabridum</i>	0.46	2.24e-05	***

Significancia: p= 0.05\*, p=0.01\*\*, p=0.001\*\*\*, NS=No significativa.

En un estudio de Villar, et al. (2008) sobre el crecimiento en 24 especies de plántulas leñosas, cultivadas en invernadero, bajo condiciones propicias, el peso de semilla no estaba relacionado con la tasa de crecimiento de las plántulas, pero de forma negativa lo estaba, con las variables morfológicas de área foliar y área específica foliar, por cuanto en este estudio señalan que las plántulas emergidas a partir de semillas pequeñas, con menos recursos propios, invertirían preferentemente en área foliar para crecer lo más rápido posible.

Un peso de semilla grande presenta ciertas ventajas durante los primeros estadios de la plántula ya que le permite soportar situaciones con una baja ganancia de carbono, como por ejemplo en condiciones de sombra (Quero et al. 2007). Una semilla grande también origina plántulas con una biomasa mayor (Quero et al. 2007; González-Rodríguez et al. 2010; Pérez-Ramos et al. 2010), lo que puede conferirle ventajas competitivas como el acceso a recursos limitantes (agua, nutrientes, luz), así lo señalan en un estudio comparativo de (Marañón & Grubb 1993).

## CONCLUSIONES

Las semillas de tamaño pequeño tuvieron los porcentajes de germinación más altos, y un tiempo de germinación menor (32 días), como es el caso de *Coccoloba ruiziana*.

Por el contrario se observó que semillas grandes (7mm a 9mm) tienen un menor porcentaje de germinación y necesitan mayor tiempo para su crecimiento (50 días) lo podemos observar con *Erythroxylum glaucum* y *Leucaena trichodes*.

En cuanto al largo de las semillas *Colicodendron scabridum* es una de las especies que tiene mayor relación con las variables: tamaño de la raíz, peso planta, foliar y raíz, lo cual puede deberse a una mayor absorción de agua y concentración de nutrientes y con ello destinar más recursos al crecimiento aéreo y radicular de la plántula.

## **RECOMENDACIONES**

Trabajar con un mayor número de especies, para poder replicar las siembras y con ello obtener un alto número de semillas germinadas.

Previo a la siembra dejar en imbibición a las semillas en un lapso de 72 horas para ablandar su testa y así conseguir un mayor porcentaje de germinación.

Es necesario controlar otro tipo de condiciones ambientales como: temperatura, sustrato, humedad, luz, para poder saber con más certeza que factores afectan al desarrollo de las semillas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Andersson L, Milberg P. (1998). Variation in seed dormancy among mother plants, populations and years of seed collection. *Seed Sci. Res.* 8: 29-38.
- Agren, G.I. and Franklin, O. (2003) Root: Shoot Ratios, Optimization and Nitrogen Productivity. *Annals of Botany*, 92, 795-800. <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcg203>.
- Aguirre Z. 2012. Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guia dendrológica para su identificación y caracterización. Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático. MAE/FAO. Finlandia. Quito, Ecuador. 140 p.
- Arias J., Rios., & Monsalve F. (2001). Tecnología para la producción y manejo de semilla de frijol para pequeños productores. Boletín Divulgativo 1. Investigación La selva, rio negro, Antioquia. Colombia. 32pp.
- Armstrong, D. & Westoby, M. (1993) Seedlings from Large Seeds Tolerated Defoliation Better: A Test Using Phylogenetically Independent Contrasts. *Ecology*, 74, 1092-1100.
- Baloch HA, DiTommaso A, Watson AK (2001) Intrapopulation variation in *Abutilon theophrasti* seed mass and its relationship to seed germinability. *Seed Sci. Res.* 11:333-345.
- Baskin, C & Baskin, M. (1998) *Seeds Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, New York.
- Bidwell, R.G.S., (1993). *Fisiología Vegetal*. Primera Edición en Español, AGT Editor S.
- Bockus, W. W., & Shroyer, J. P. (1996). Effect of seed size on seedling vigor and forage production of winter wheat. *Canadian journal of plant science*, 76(1), 101-105.
- Dalling, J.W. 2002. Ecología de semillas. En: M. Guariguata y G. Catan, eds. *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. Libro Universitario Regional, Cartago, Costa Rica. Pp. 345-375.
- Fenner M, Thompson K. 2005. Cambridge: Cambridge University Press. 260 pp.
- Ferreira, A. & Borghetti, F. (2004) *Germinação: Do Básico ao Aplicado*. Editora Artmed, Porto Alegre.

Geritz, S.A. (1995) Evolutionarily Stable Seed Polymorphism and Small-Scale Spatial Variation in Seedling Density. *The American Naturalist*, 146, 685-707.

Godínez-Ibarra; Ángeles-Pérez; López-Mata; García-Moya; Valdez-Hernández- Santos-Posadas; Triidad-Santos. 2007. Lluvia de semillas y emergencia de plántulas de *Fagus grandifolia* subsp. Mexicana en La Mojonera, Hidalgo, México. In: *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78:117-128.

González V., Navarro R., Villar R. (2010). Maternal influences on seed mass effect and initial seedling growth in four *Quercus* species. *Acta Oecologica* 37:1-9.

Harper, J.L. (1977) *Population Biology of Plants*. Academic Press, New York.

Hoffmann, W. A., & Franco, A. C. (2003). Comparative growth analysis of tropical forest and savanna woody plants using phylogenetically independent contrasts. *Journal of Ecology*, 91(3), 475-484.

Jara, N, L. F.(ED.). 1996. *Biología de semillas forestales*. CATIE. Proyecto de semillas forestales: Danida Forest Seed Centre. CATIE (C.R). Materiales de enseñanza. No. 36-32p.

Khurana, E. & Singh, J. (2001). Ecology of seed and seedling growth for conservation and restoration of tropical dry forest: a review. *Environmental conservation*, 28(01), 39-52.

Kidson R, Westoby M (2000) Seed mass and seedling dimensions in relation to seedling establishment. *Ecologia* 125: 11-17.

Kitajima, K; Fenner, M. 2000. Ecology of seedling regeneration. In *The Ecology of Regeneration in plant Communities*. Ed. M Fenner. p 331-359.

Leishman, M. R., Wright, I. J., Moles, A. T., & Westoby, M. (2000). The evolutionary ecology of seed size. *Seeds: the Ecology of Regeneration in Plant Communities*, 2, 31-57.

Leishman, M.R. (2001) Does the Seed Size/Number Trade-Off Model Determine Plant Community Structure: An Assessment of the Model Mechanisms and Their Generality. *Oikos*, 93, 294-302. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0706.2001.930212.x>

Lloret, F., C. Casanovas, y J. Penuelas. 1999. Seedling survival of Mediterranean shrubland species in relation to root : shoot ratio, seed size and water and nitrogen use. *Functional Ecology* 13: 210-216.



Lopez M., & Fagundes M. (2014). Seed Size as Key Factor in Germination and Seedling Development of *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae). *American Journal of Plant Sciences*, 2566-2573.

Marañón, T., & Grubb., P. (1993). Physiological basis and ecological significance of the seed size and relative growth rate relationship in Mediterranean annuals. *Functional Ecology* 7: 591-599.

Marqués, M & Oliveira, P. (2005) Características Reprodutivas das Espécies Vegetais da Planície Litorânea. *História Natural e Conservação da Ilha do Mel*. Editora da Universidade Federal do Paraná, Paraná.

Megías, M., Molist, P.; & Pombal, M. (2015). Atlas de Histología, Vegetal y Animal. Semilla. Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud. Facultad de Biología. Universidad de Vigo.

Mendes, C., Oliveira., E & Ranal., A. (2011) Seed Germination and Seedling Growth of two *Pseudobombax* species (Malvaceae) with Contrasting Habitats from Brazilian Cerrado. *Revista de Biologia Tropical*, 59, 1915-1925.

Moles, A. T and Westoby, M. 2006. Seed size an plant strategy across the whole life cycle. *Oikos* 113:91-105.

Milberg P, Andersson L, Elverson C, Regnér S. (1996) Germination characteristics of seeds differing in mass. *Seed Sci. Res.* 6: 191-197.

Moles, A. T and Westoby, M. 2006. Seed size an plant strategy across the whole life cycle. *Oikos* 113:91-105.

Mölken, T., Jorritsma-Wienk, L.D., Hoek, P.H. and Kroon, W.H. (2005) Only Seed Size Matters for Germination in Different Populations of the Dimorphic *Tragopogon pratensis* subsp. *pratensis* (Asteraceae). *American Journal of Botany*, 92, 432-437. <http://dx.doi.org/10.3732/ajb.92.3.432>.

Murphy, P. & Lugo, A. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual review of ecology and systematics*, 67-88.

Pérez M., Gómez., Villar R., García, L., Marañón, T. (2010). Seedling growth and morphology of three oak species along field resource gradients and seed mass variation: a seedling age-dependent response. *Journal of Vegetation Science* 21:419–437.

Pineda, G., Paz, H., & Tinoco O. (2011). Morphological and physiological differentiation of seedlings between dry and wet habitats in a tropical dry forest. *Plant, cell & environment*, 34(9), 1536-1547.

Pita M., & Pérez F. (1998). Germinación de Semillas. Hojas Divulgadoras. Núm. 2090-HD. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Madrid, 20 pp.

Primack, B. (1987). Relationship among Flower, Fruits, and Seeds. *Annual Review of Ecology and Systematics*.

409-430. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.es.18.110187.002205>

Pyrooz, N. (2013). The Tabebuia Project, California Academy of Sciences y Reserva Biológica Cerro Seco. Cordillera de El Bálsamo, Bahía de Caráquez-Ecuador. *Plantas del Bosque Seco*.

Quero, J., Villar, R., Marañón, T., Zamora, R., Poorter, L. (2007). Seed mass effects in four mediterranean *Quercus* species (Fagaceae) growing in contrasting light environments. *American Journal of Botany* 94:1795-1803.

Ranieri, B., Pezzini, F., Garcia, Q., Chautems, A. & França, M.. (2012) Testing the Regeneration Niche Hypothesis with Gesneriaceae (tribe Sinningiae) in Brazil: Implications for the Conservation of Rare Species. *Austral Ecology*, 37, 125-133.

Rego, R., Silva, A., Brondani, G., Grisi, F., Nogueira, A. & Kuniyoshi, Y.S. (2007) Caracterización Morfológica do Fruto, Semente e Germinação de *Duranta vestita* Cham. (Verbenaceae). *Revista Brasileira de Biociências*, 5, 474-476.

Trujillo, E. (1995). Algunos reportes de almacenamiento y tratamientos pregerminativos de semillas forestales. In: *Memorias Simposio Avances en la producción de semillas forestales en America Latina*. (1995. Managua. Nicaragua). Prosefor/Catie, Turrialba, Costa Rica. Pp. 317-327.

Vásquez A, Vibrans H, Vergara-Silva F, Caballero J (2016) Intercultural Differences in Local Botanical Knowledge and Knowledge Loss among the Mexican Isthmus Zapotecs. *PLoS ONE* 11(3): e0151693. doi:10.1371/journal.pone.0151693.

Venable L. (1992). Size-number trade-offs and the variation of seed size with plant resource status. *Amer. Nat.* 140: 287-304.

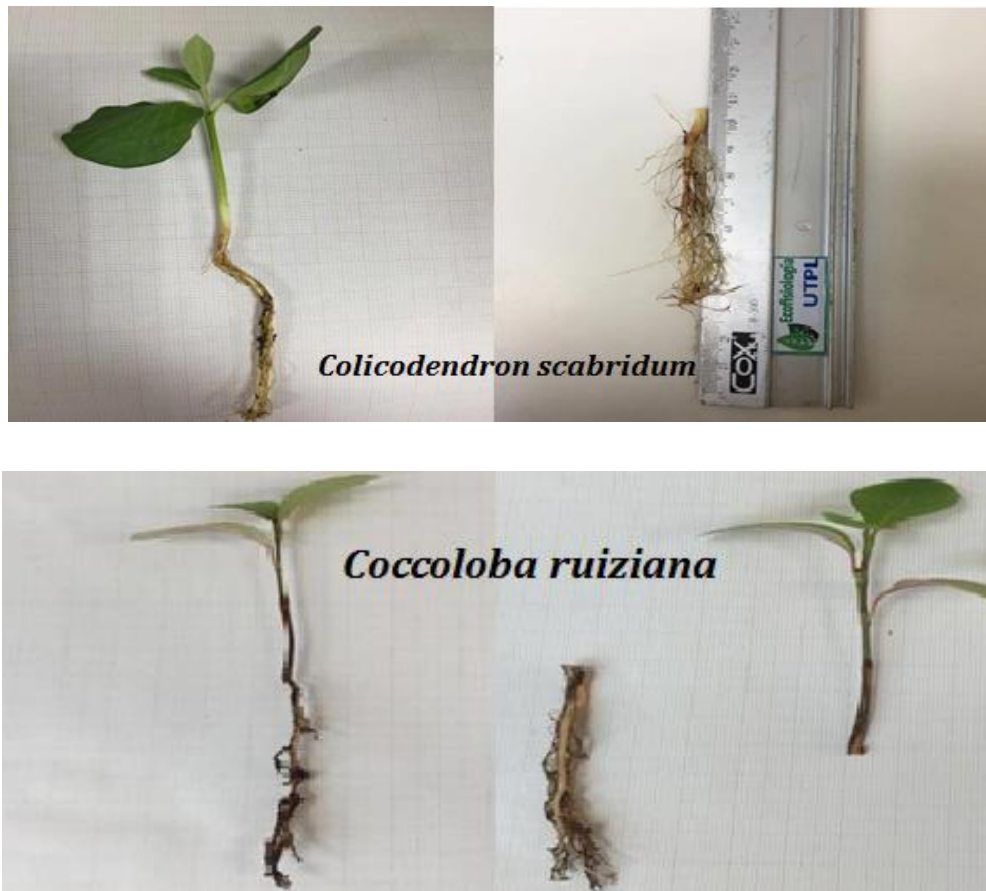
Villar M, Ruiz J, Quero L, Poorter, H, Valladares, F, & Marañón, T. (2008). Tasas de crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e implicaciones ecológicas.

Westoby, M., Leishman, M., Lord, J., Poorter, H., & Schoen, D. J. (1996). Comparative ecology of seed size and dispersal [and discussion]. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 351(1345), 1309-1318.

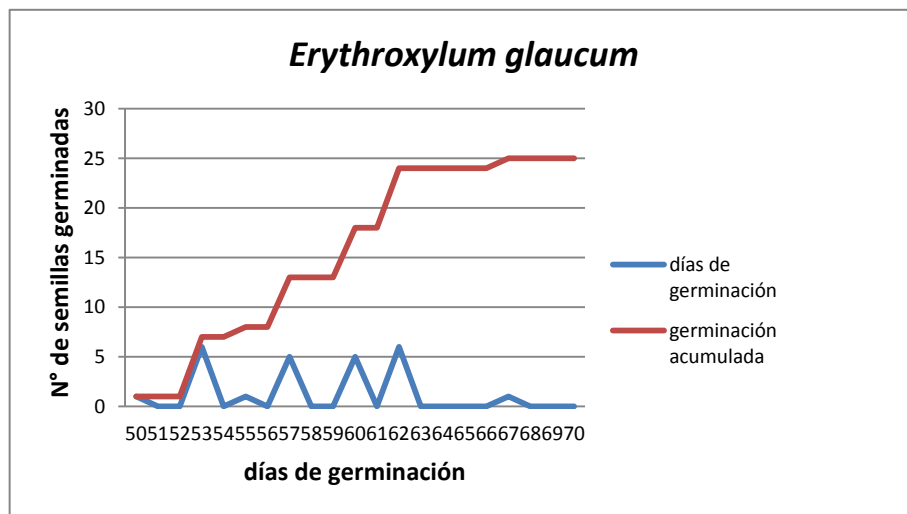
Yanlong, H., Mantang, W., Shujun, W., Yanhui, Z., Tao, M. and Guozhen, D. (2007). Seed Size Effect on Seedling Growth under Different Light Conditions in the Clonal Herb *Ligularia virgaurea* in Qinghai-Tibet Plateau. *Acta Ecologica Sinica*, 27, 3091-3108.

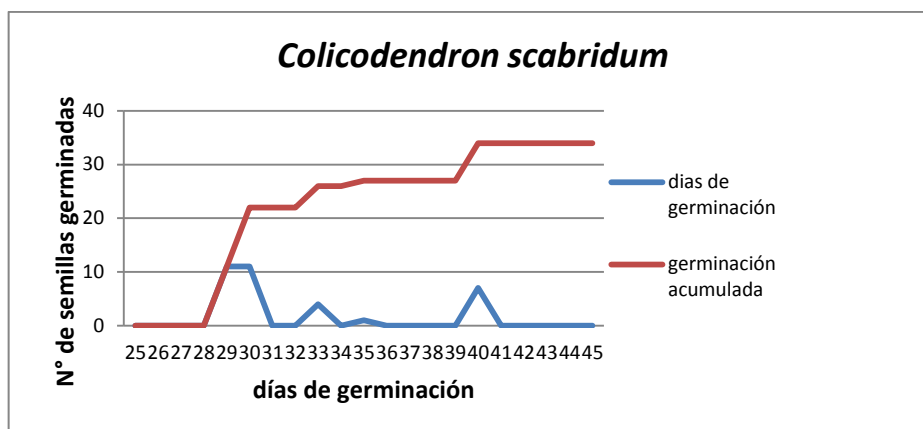
## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Plántula y raíz de *Colicodendron scabridum* y *Coccoloba ruiziana*.



**Anexo 2.** Días de germinación y número de semillas germinadas de *Erythroxylum glaucum* y *Colicodendron scabridum*.





**Anexo 3.** Relación de significancia de las especies, con cada una de las variables analizadas respecto al largo, ancho y peso de la semilla.

<b><i>Coccoloba.ruiziana</i></b>									
Variables	Largo			Ancho			Peso		
	Estimate	p value		Estimate	p value		Estimate	p value	
Tamaño Planta	0.13	0.86	NS	0.94	0.27	NS	-4,09	0.75	NS
Tamaño Foliar	-0,097	0.87	NS	0.47	0.47	NS	2.46	0.80	NS
Tamaño Raíz	0.24	0.59	NS	0.47	0.31	NS	-6,35	0.36	NS
Peso Planta	0.013	0.79	NS	0.012	0.56	NS	-0,033	0.91	NS
Peso Foliar	0.0033	0.92	NS	0.022	0.54	NS	0.047	0.92	NS
Peso Raíz	0.010	0.63	NS	0.010	0.32	NS	-0,09	0.54	NS
Peso Seco Planta	0.0058	0.76	NS	0.012	0.56	NS	-0,033	0.91	NS
Peso Seco Raíz	0.0037	0.70	NS	0.010	0.32	NS	-0,91	0.54	NS
Peso Seco Foliar	0.0020	0.86	NS	0.0020	0.87	NS	0.058	0.76	NS

<b><i>Leucaena.trichodes</i></b>									
Variables	Largo			Ancho			Peso		
	Estimate	p value		Estimate	p value		Estimate	p value	
Tamaño Planta	0.69	0.89	NS	-0,31	0.96	NS	476.30	0.16	NS
Tamaño Foliar	0.15	0.95	NS	1.35	0.70	NS	243.72	0.15	NS
Tamaño Raíz	0.54	0.84	NS	-1,66	0.66	NS	232.5	0.19	NS
Peso Planta	0.050	0.81	NS	0.056	0.46	NS	7.80	0.023	*
Peso Foliar	-0,003	0.97	NS	0.19	0.16	NS	12.24	0.07	NS
Peso Raíz	0.06	0.59	NS	0.0012	0.97	NS	3.80	0.064	NS
Peso Seco Planta	0.019	0.74	NS	0.056	0.46	NS	7.80	0.023	*
Peso Seco Raíz	0.020	0.53	NS	0.0012	0.97	NS	3.80	0.064	NS
Peso Seco Foliar	-0,002	0.95	NS	0.055	0.20	NS	3.99	0.046	*