



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA

TÍTULO DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

Variación en el tamaño y germinación de semillas de la especie *Machaerium millei* Standl en el Sur del Ecuador.

ARTÍCULO ACADÉMICO.

AUTOR: Campos Campos, Carlos Enrique

DIRECTOR: Romero Saritama, José Miguel, Dr.

CENTRO UNIVERSITARIO PIÑAS

2017



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>

Septiembre, 2017

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL ARTÍCULO ACADÉMICO

Doctor.

José Miguel Romero Saritama.

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de artículo académico: **Variación en el tamaño y germinación de semillas de la especie *Machaerium millei* Standl en el Sur del Ecuador** realizado por Carlos Enrique Campos Campos, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, diciembre de 2017

f).....

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo Carlos Enrique Campos Campos, declaro ser autor del presente trabajo de artículo académico: **Variación en el tamaño y germinación de semillas de la especie *Machaerium millei* Standl**, de la Titulación de Ingeniero en Gestión Ambiental, siendo Dr. José Miguel Romero Saritama director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son de mi exclusiva responsabilidad.

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

f.....

Autor: Campos Campos Carlos Enrique

Cédula: 0706330800

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso y a la virgen María, quienes me han iluminado por el sendero correcto de la vida, dándome fuerzas para seguir adelante, ya que momentos donde la adversidad se interponía fueron mi soporte de fé, decisión y coraje.

A mis padres Esmeralda Rosario Campos Apolo y Abdón de Jesús Campos Ramírez fuentes de mi inspiración, por sus consejos, sus valores de bien, por la motivación constante, por los ejemplos de trabajo y dignidad que los han caracterizado y que me han inculcado siempre, son los mejores padres que Dios me pudo haber dado.

¡Este logro de ustedes!

Carlos Enrique Campos C.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y hago extensivo mi más sincero agradecimiento al Dr. José Miguel Romero Saritama, director del presente trabajo de artículo académico, por toda su incondicional ayuda.

También expreso mi agradecimiento a la Universidad Técnica Particular de Loja de manera especial a la Escuela de Ciencias Biológicas y Ambientales sección Biología y Genética, asimismo, a todos mis estimados maestros que impartieron sus conocimientos y experiencias en el transcurso de mi vida estudiantil.

Asimismo, a cada uno de los miembros del tribunal calificador, familia y personas que de una u otra manera en algún momento siempre estuvieron allí brindando apoyo.

Carlos Enrique Campos C.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA	I
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL ARTÍCULO ACADÉMICO	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VI
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	VII
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. MATERIALES Y MÉTODOS	6
2.1. ÁREA DE ESTUDIO	6
2.2. COLECCIÓN DE SEMILLAS	6
2.3. TAMAÑO DE SEMILLAS	7
2.4. ANÁLISIS GERMINATIVOS	8
2.5. ANÁLISIS DE DATOS	10
3. RESULTADOS	11
RASGOS CUANTITATIVOS	11
TAMAÑO DE SEMILLAS ENTRE INDIVIDUOS	11
VARIACIÓN GERMINATIVA ENTRE INDIVIDUOS	12
4. DISCUSIÓN	15
5. CONCLUSIONES	18
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS	PÁGINAS
Tabla 1. Rasgos evaluados en semillas.....	7
Tabla 2. Promedios de los rasgos morfológicos medidos de todos los individuos de <i>M. millei</i>	11
Tabla 3. Promedios y desviación estándar de los rasgos cuantitativos por individuo	11

FIGURAS	PÁGINAS
Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio	6
Figura 2. Rasgos morfológicos evaluados para caracterizar la semilla. a) Largo- Ancho incluido el ala. b) Largo-Ancho semillas.....	7
Figura 3. Tratamientos pre germinativos	8
Figura 4. Siembra de semillas en bandejas de polietileno.....	9
Figura 5. Registro de germinación de la especie <i>M. millei</i>	9
Figura 6. Porcentajes de germinación de tratamientos por individuo	12
Figura 7. Curvas de velocidad de germinación por tratamientos e individuos	14

RESUMEN

Estudios biológicos en muchas especies vegetales en nuestro país todavía son escasos y es necesario generar información que permita identificar pautas para futuros procesos de restauración y conservación de las plantas leñosas. La presente investigación tuvo como objetivo estudiar la variabilidad intraespecífica del tamaño y germinación de semillas de *Machaerium millei*. Se colectaron semillas de cinco individuos, se midió el largo, ancho y peso de las semillas y se realizó tres tratamientos germinativos por cada individuo. Se encontró variación significativa en el tamaño de las semillas entre los individuos variando entre 59 a 66 mm de largo x 14 a 17 mm de ancho, con un peso de 0,39 x 0,43 g. Los porcentajes y velocidad de germinación variaron entre tratamientos y entre individuos. La mayor germinación en la mayoría de los individuos se dio en semillas que no fueron expuestas a ningún tratamiento germinativo. Esto significa que no es necesario aplicar tratamientos pregerminativos en las semillas para lograr mayor germinación. La variación de tamaño y germinación encontrada en *M. millei*, permite identificar la amplia respuesta de la especie a las condiciones ambientales actuales y futuras en su hábitat natural.

Palabras claves: *Machaerium millei*, tamaño de semillas, germinación, tratamientos pregerminativos.

ABSTRACT

Biological studies in many plant species in our country are still scarce and it is necessary to generate information to identify guidelines for future processes of restoration and conservation of woody plants. The present research had as objective to study the intraspecific variability of the size and germination seeds of *Machaerium millei*. Seeds of five individuals were collected, the length, width and weight of the seeds were measured and three germinative treatments were performed for each individual. Significant variation in seed size was found between individuals ranging from 59 to 66 mm in length x 14 to 17 mm in width, with a weight of 0.39 x 0.43 g. The percentages and germination speed varied between treatments and between individuals. The highest germination in most individuals occurred in seeds that were not exposed to any germination treatment. This means that it is not necessary to apply pregerminative treatments on the seeds to achieve greater germination. The variation in size and germination found in *M. millei* allows the identification of the species' broad response to current and future environmental conditions in its natural habitat.

Keys words: *Machaerium millei*, seed size, germination, pregerminative treatments.

1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador el principal factor de presión sobre la flora es la creciente pérdida y degradación de los hábitats y el cambio climático (MAE, 2016). Por otro lado, la preocupación por la destrucción de los ecosistemas por parte del ser humano, ha forjado el interés de generar programas de reforestación para la recuperación de áreas con especies principalmente nativas de gran valor ecológico, lo que conlleva a la necesidad de disponer de material reproductivo de buena calidad (Caraguay- Yaguana *et al.*, 2016).

Las semillas son los medios de propagación y revegetación más sofisticados creados por la evolución de las plantas (Soto, 2007; Flores-Córdova *et al.*, 2016), éstas desempeñan una función fundamental en la renovación, persistencia, dispersión de las poblaciones, regeneración de los bosques y sucesión ecológica originando nuevos individuos (Doria, 2010; Rubio-Licon *et al.*, 2011).

Una de las características con mayor grado de variabilidad de semillas es el tamaño (Silva, 2015), éste es uno de los rasgos evolutivos vegetales de mayor relevancia y, consecuentemente uno de los más profundamente estudiados (Garrido *et al.*, 2005; Souza & Fagundes, 2014; Romero-Saritama & Pérez-Ruíz, 2016a), puede englobar diferentes atributos como longitud, anchura y espesor (Silva, 2015; Romero-Saritama & Ruíz, 2016a). Su importancia radica en ser un rasgo que ocupa una posición pivotante en la ecología de las plantas al estar asociado con la dispersión, germinación, emergencia, crecimiento y supervivencia (Ayala-Cordero *et al.*, 2004; Sánchez-Salas *et al.*, 2006; Sánchez *et al.*, 2013; Freire *et al.*, 2015).

Por otro lado, la fase más importante del desarrollo de las plantas es la germinación, ya que, de ésta depende la distribución, abundancia, presencia y sobrevivencia (Pereira *et al.*, 2016; Flores-Córdova *et al.*, 2016) contituyendo una vital jerarquía para el mantenimiento y recuperación de sus poblaciones (Zalazar *et al.*, 2009) principalmente en lugares donde factores estresantes, a ejemplo de la baja disponibilidad hídrica y de la ocurrencia de las altas temperaturas, son comunes (Baldo, 2012).

Las variaciones individuales del tamaño y germinación entre árboles puede ser debido a las influencias ambientales durante el desarrollo de las semillas y la variabilidad genética a través del rango de distribución de la especie (Garrido *et al.*, 2005; Baldo, 2012; Araldi *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2014; Xu *et al.*, 2014). Por lo tanto, Sánchez-Salas *et al.*, (2010) señalan que estos aspectos repercutirán en el tamaño de la semilla produciendo resultados germinativos distintos, visto que, el entorno de un individuo materno afecta no sólo al

número, sino también al tamaño y las propiedades de su descendencia (Violle *et al.*, 2009). Asimismo, en condiciones de estrés por falta de nutrientes, las plantas también pueden hacer una distribución desigual de recursos para la progenie (Vargas *et al.*, 2003), esto, puede hacer que los individuos afectados produzcan semillas de tamaño variado, lo que puede causar diferencias en las respuestas de germinación de la especie (Guollo *et al.*, 2016), por consiguiente, el tamaño y la masa de la semilla pueden variar entre plantas de la misma especie de año en año y, también, dentro de una misma especie (Baldo, 2012).

Machaerium millei Standl (Fabaceae), objeto del presente estudio se distribuye en Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil (Lozano & Klitgaard, 2006), conocida popularmente como cabo de hacha, chiche, pechiche, entre otros (Lozano & Klitgaard, 2006; Aguirre, 2012). *M. millei* es una de las especies arbóreas del bosque seco costero ecuatoriano (Clark *et al.*, 2006). Se distribuye desde 0-900 msnm, en las provincias de Loja, El Oro, Guayas, Los Ríos, Manabí (Aguirre, 2012).

M. millei, es un árbol semicaducifolio de 4 - 16 m de altura, 10 - 35 cm de DAP (Lozano & Klitgaard, 2006; Aguirre, 2012). Fuste ramificado desde la tercera parte del árbol (Aguirre, 2012). La corteza es escamosa, fisurada con profundas grietas longitudinales, difícil de desprender en verde, la albura es de color amarillo y no hay transición con el duramen (Aguirre, 2012; MAE; & FAO, 2014). Copa irregular ramificada, con follaje verde intenso, sus hojas compuestas, alternas, imparipinadas, foliolos de 2 - 3 cm, color verde-oscuro. Estípulas caducosas, parecidas a las hojas, 1 - 2 x 2 mm (Lozano & Klitgaard, 2006). Sus flores son en forma de mariposa, amarillas con centro purpúreo de 9 - 10 mm de largo (Lozano & Klitgaard, 2006; Aguirre, 2012) en inflorescencias racimosas terminales y axilares. Pedúnculo marrón hirsuto (Lozano & Klitgaard, 2006).

La madera de *M. millei* es muy dura.- se usa en la construcción de viviendas, para elaborar cabos de herramientas como hachas, postes de cerca, carbón y como leña, las hojas, flores y frutos son forraje para caprinos y vacunos (Lozano & Klitgaard, 2006; Aguirre, 2012; MAE; & FAO, 2014). Su importancia ecológica radica en que es una especie de crecimiento rápido (Aguirre, 2012) de gran sobrevivencia (Ambuludí, 2009), apta para la reforestación y sistemas agroforestales por fijar nitrógeno y proveer de sombra (Aguirre, 2012).

En el Ecuador el estudio en semillas de *M. millei* ha sido nulo, siendo importante llenar este vacío de información sobre morfología y germinación, que permita posteriormente contribuir al manejo, conservación y procesos de reforestación de zonas secas degradadas con ésta especie, de ahí que, el presente estudio presenta los siguientes objetivos: 1) Evaluar los patrones de variación intraespecífica en el tamaño y germinación de semillas en

Machaerium Millei Standl. 2). Determinar la variación en el porcentaje y velocidad de germinación de semillas entre individuos de *Machaerium millei*. Además, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la variación intraespecífica en el tamaño y porcentaje de germinación en las semillas de *Machaerium millei*?

La presente investigación tiene como fin aportar con información morfofisiológica de semillas de la especie *Machaerium millei*, misma que a la postre permita ser una línea base para proyectos de manejo de conservación *ex situ* e *in situ* garantizando de ésta manera el éxito en programas de reforestación.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

El presente trabajo de tesis se lo realizó en un remanente de bosque seco perteneciente al bosque semidecíduo montano bajo, al sur del Ecuador, localizado en el sitio Palosolo, parroquia Moromoro-Cantón Piñas (**Figura 1**), el área se encuentra en las latitudes 3° 41' 47.36" S; 79° 45' 22.9" O, a un rango altitudinal de 920 msnm (GADPM, 2015). Por otra parte, la zona se caracteriza por una temperatura que oscila desde 18°C a 24°C; su precipitación promedio fluctúa entre 1000-1500 mm, la época lluviosa varía entre los meses de diciembre a mayo, y los meses secos entre junio y noviembre (GADPM, 2015).

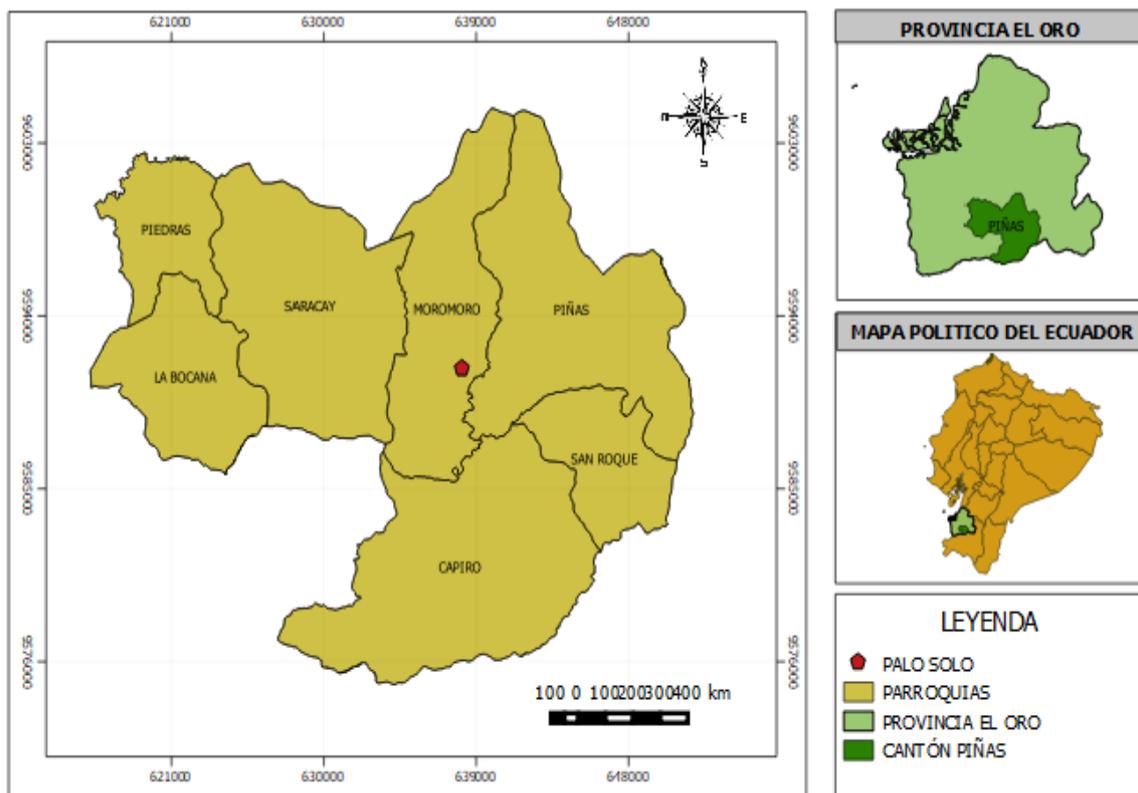


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio

2.2. Colección de semillas

La nomenclatura de identificación de especie, nombre científico, fue en base a Jørgensen & León-Yáñez (1999). Se seleccionaron cinco árboles de *M. millei* con buen aspecto fitosanitario (fustes rectos, libres de plagas y enfermedades), y se tomaron datos estructurales (DAP, altura de árboles y distancia de cada individuo). Durante los meses

octubre-noviembre 2016 se colectaron 250 semillas, tan pronto cuando comenzaron a dispersarse por cada individuo. Las semillas fueron secas y almacenadas hasta su uso.

2.3. Tamaño de semillas

De lotes de semillas colectados para cada individuo se seleccionaron 50 semillas al azar, se midieron y evaluaron diferentes rasgos del tamaño de las semillas (**Tabla 1**).

Tabla 1. Rasgos evaluados en semillas

Rasgo	Escala
Largo de semillas incluida el ala (mm)	Continua
Ancho de semillas incluida el ala (mm)	Continua
Largo semillas (mm)	Continua
Ancho semillas (mm)	Continua
Área semillas (mm ³)	Continua
Peso semillas (g)	Continua

La determinación del tamaño se realizó a partir de imágenes de una muestra de 50 semillas seleccionadas al azar por cada individuo y utilizando el software ImageJ disponible en (<https://imagej.nih.gov/ij/>), se midió el largo, ancho de las semillas con ala y sin ella (**Figura 2**).

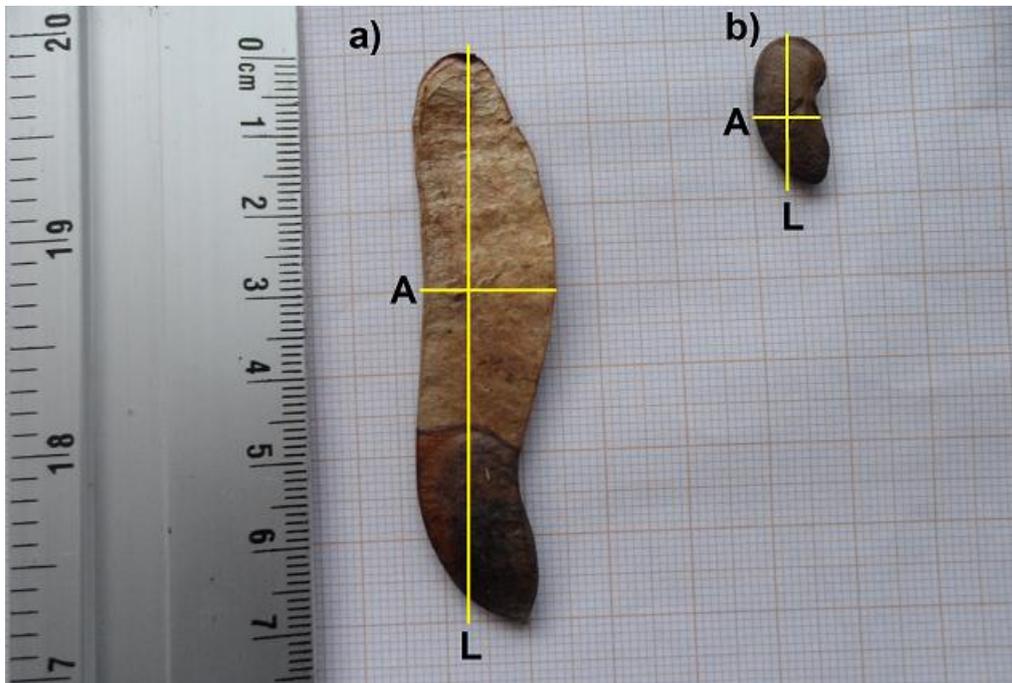


Figura 2. Rasgos morfológicos evaluados para caracterizar la semilla. a) Largo- Ancho incluido el ala. b) Largo- Ancho semillas.

- * A: ancho
- * L: Largo

Para determinar el peso de las semillas se utilizó una balanza digital, y el área se calculó en semillas incluidas el ala (**Figura 2**) mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Área} = A \cdot B \cdot \pi$$

Dónde: a=Largo; b=ancho; $\pi= 3,1416$

2.4. Análisis germinativos

Se construyó un vivero con cubierta de plástico de tal forma que las condiciones de exposición directa solar y lluvia no fueran directas en las semillas. La temperatura ambiental se midió con un cronómetro arrojando datos de 25 - 30°C, y utilizando un higrómetro de bobina se midió la humedad ambiental, misma que varió de 60 - 70%.

Por cada individuo se realizaron tres tratamientos pre germinativos de inmersión en agua a temperatura ambiente durante: 12 horas (T1), 24 horas (T2), y 36 horas (T3) y un testigo (T0) (**Figura 3**). Por cada tratamiento se usaron 50 semillas.



Figura 3. Tratamientos pre germinativos

Las semillas fueron sembradas en bandejas de polietileno utilizándose turba esterilizada como sustrato. Las semillas fueron enterradas introduciendo hasta la porción seminífera quedando el ala fuera del sustrato (**Figura 4**).



Figura 4. Siembra de semillas en bandejas de polietileno

Cada dos días se regaron las semillas de tal manera que la humedad del sustrato fuera constante y uniforme. El registro de la germinación se la realizó igualmente cada dos días (**Figura 5**), se consideró como semillas germinadas cuando la emergencia de la radícula alcanzó 2 mm de largo (Barrasa, 2013; Duarte *et al.*, 2014), como dato adicional se determinó el tipo de germinación (Epigea-Hipogea) y plántula (Criptocotileneal-Fanerocotiledonar) dispuestos por Vozzo, (2010, p. 159); Lima, (2010, p. 81).



Figura 5. Registro de germinación de la especie *M. millei*

2.5. Análisis de datos

Porcentaje de germinación (PG): Se determinó como la relación entre el número de semillas germinadas y el número de semillas sembradas, de acuerdo a la siguiente fórmula empleada por Prado-Urbina *et al.*, (2015); Barone *et al.*, (2016).

$$PG (\%) = \frac{\text{N}^\circ \text{ de semillas germinadas}}{\text{N}^\circ \text{ de semillas sembradas}} \times 100$$

3. RESULTADOS

Rasgos cuantitativos.- En forma general la especie *M. millei* presentó gran heterogeneidad en todos los rasgos morfológicos cuantitativos evaluados en las semillas. Como se puede observar en la (Tabla 2), las semillas son más largas que anchas, y el ala ocupa más del 70% de la semilla.

Tabla 2. Promedios de los rasgos morfológicos medidos de todos los individuos de *M. millei*

Rasgos cuantitativos	Promedio ± DE
Peso (g)	0,42 ± 0,06
Largo incluido el Ala (mm)	62,90 ± 5,11
Ancho incluido el Ala (mm)	15,21 ± 1,41
Largo semillas (mm)	21,55 ± 3,10
Ancho semillas (mm)	9,98 ± 1,39
Área semillas	3013,75 ± 432,15

*DE: Desviación estándar

Tamaño de semillas entre individuos.- Encontramos variación significativa del peso, largo y ancho de las semillas entre individuos (Tabla 3). El individuo dos y tres presentaron mayores pesos que los demás individuos. Por otro lado, la variación del largo de las semillas (incluida el ala) varió entre 58 a 66 mm, siendo el individuo 5 el que presentó semillas con mayor tamaño. En lo que se refiere, al ancho incluido el ala, el individuo 3 presentó mayor tamaño, que los demás individuos. Por otra parte, respecto al largo semillas (sin el ala), el individuo 2 presentó mayor tamaño, superando a los demás individuos. En lo que se refiere, al ancho semillas (sin el ala), el individuo 3 presentó ampliamente mayor tamaño, superando a los demás individuos. Y, por último, para el rasgo área semillas, el individuo 3 presentó mayor tamaño.

Tabla 3. Promedios y desviación estándar de los rasgos cuantitativos por individuo

Rasgos	Individuo 1	Individuo 2	Individuo 3	Individuo 4	Individuo 5
Peso (g)	0,42 ± 0,08	0,43 ± 0,05	0,43 ± 0,04	0,39 ± 0,06	0,41 ± 0,07
L. Ala (mm)	61,14 ± 4,27	65,08 ± 3,90	63,81 ± 5,11	58,45 ± 4,06	66,00 ± 4,21
A. Ala (mm)	13,95 ± 1,16	15,28 ± 1,03	16,50 ± 1,37	15,39 ± 0,96	14,94 ± 1,21
L. semilla (mm)	23,63 ± 1,58	25,34 ± 1,92	21,13 ± 1,70	18,17 ± 1,58	19,51 ± 1,42
A. semilla (mm)	9,3 ± 1,01	8,74 ± 0,73	11,67 ± 0,99	9,80 ± 1,09	10,40 ± 0,99
Área semilla (mm ²)	2689,62 ± 387,44	3.128,70 ± 321,67	3.313,31 ± 436,98	2.830,44 ± 315,37	3.106,67 ± 386,87

* L= largo de semillas incluida el ala/largo semillas (sin el ala).

* B= Ancho de semillas incluidas el ala/largo semillas (sin el ala).

Variación germinativa entre individuos.- En la mayoría de los individuos y tratamientos la germinación se inició a los 4 días (excepto en el T2 del individuo 5 que inició su germinación a los 6 días y finalizó a los 20 días) y finalizó a los 22 días. La especie presenta germinación epigea-fanerocotiledonar.

Los porcentajes de germinación por cada tratamiento variaron en cada individuo (**Figura 6**)

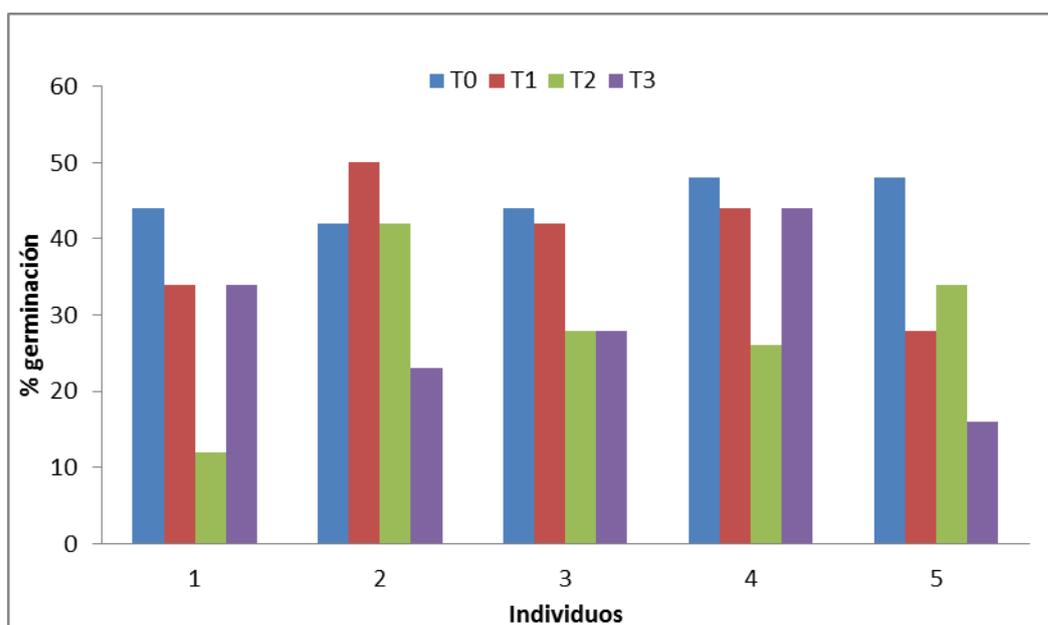
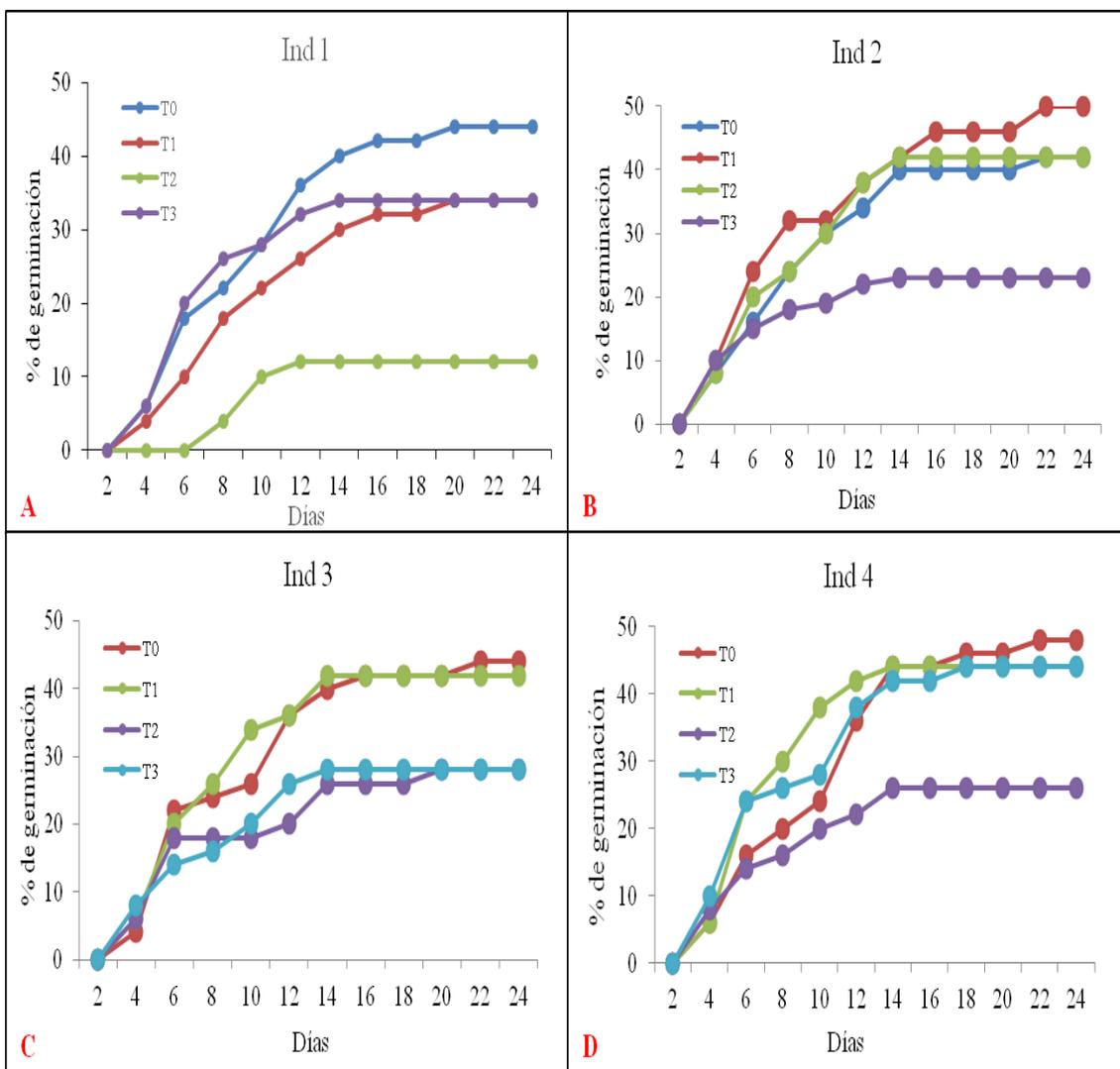


Figura 6. Porcentajes de germinación de tratamientos por individuo

Como podemos observar en la figura 6, en el individuo 1, las semillas sin ningún tratamiento germinaron en mayor porcentaje (44%). En cambio, el T2 presentó menor germinación. Mientras que, T1 y T3 mostraron igual porcentaje de germinación. Por otro lado, en el individuo 2, el T1 presentó el mayor porcentaje de germinación (50%), seguido de T2 y T0. Mientras T3 mostró el menor porcentaje de germinación. En lo que respecta al individuo 3, el mayor porcentaje de germinación lo presentó al testigo T0 con un (44%), seguido de T1 con un (42%), mientras que, el T2 y T3 reportaron igual germinación. Igualmente en el individuo 4 en el testigo se obtuvo mayor germinación seguido de T1 y T3. El T2 mostró el menor porcentaje de germinación siendo (26%). Por último, el individuo 5, el mayor porcentaje de germinación lo presentó nuevamente al T0 con un (48%), seguido de T2 y T1. El T3 mostro el menor porcentaje de germinación con un 16%.

En lo que se refiere a la velocidad de germinación (**Figura 7**), en el individuo 1, excepto en el T2, las semillas empezaron a germinar a los 4 días (**Figura 7A**), finalizando entre los 12 y 20 días. En el individuo 2, en todos los tratamientos se evidenció el inicio de germinación a los 4 días (**Figura 7b**), no obstante, la estabilización de la germinación varía entre los 14 a

22 días en los tratamientos. Igualmente en el individuo 3, el inicio de germinación coincidió entre todos los tratamientos a los 4 días (**Figura 7C**), variando en la finalización de germinación, siendo en T1 el que presentó estabilización de la germinación a los 14 días, a diferencia de los demás tratamientos que finalizaron la germinación después de dos días. En lo que respecta al individuo 4, el inicio de la germinación ocurrió a los 4 días (**Figura 6D**), marcando estabilización de germinación entre tratamientos de 14 días a 22 días, y el individuo 5, de igual manera el inicio de germinación se presentó a los 4 días (**Figura 7E**) en todos los tratamientos, variando la finalización de germinación, donde T3 presentó estabilización de la germinación a los 6 días, a diferencia de los demás tratamientos, su estabilización varió entre 14 a 22 días.



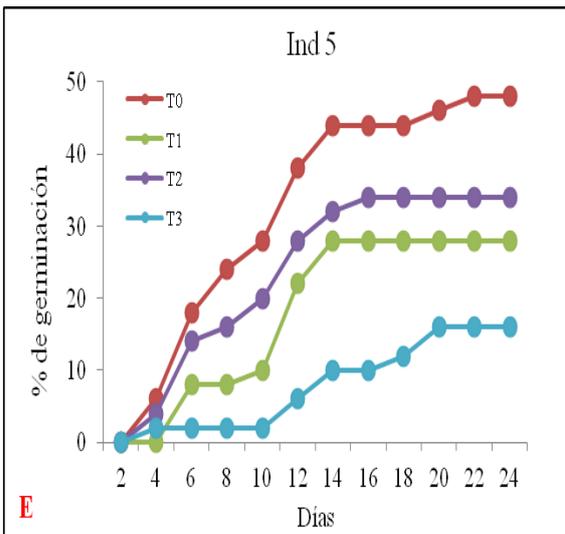


Figura 7. Curvas de velocidad de germinación por tratamientos e individuos.

4. DISCUSIÓN

Variación morfológica de semillas entre individuos.- La variación encontrada en el tamaño de las semillas entre individuos de *M. millei* puede deberse, desde factores como: la constitución genética de la especie, hasta factores ambientales particulares donde se desarrollan los individuos (Garrido *et al.*, 2005; Xu *et al.*, 2014). Estudios morfológicos en semillas de otras especies del género *Machaerium* determinaron gran variación en algunos rasgos, especialmente en el largo de las alas de las semillas (Dias, 2009). Por lo tanto, esta variación puede ser común en las especies del género *Machaerium*. No obstante, los valores del tamaño y peso de *M. millei* identificados en nuestro estudio, superan a la especie *M. Brasiliense* estudiada por (Guimarães & Barbosa, 2007).

El conocimiento de variación morfológica de semillas entre individuos de una misma población, por un lado, posibilita la selección con miras a la mejora de un dado carácter, constituyéndose en una de las más importantes fuentes de variabilidad disponibles para los mejoradores de plantas (Baldo, 2012). En cambio, Arteaga (2007) considera que la variación morfológica se debería a los efectos medioambientales durante su desarrollo. Arteaga (2007) y Giamminola & De Viana, (2013) también manifestaron, que a más de las condiciones ambientales que rodean cada individuo existe una influencia de una cantidad de factores intrínsecos como los relacionados con el número - posición y/o peso de semillas por y dentro del fruto, tiempo de producción, su localización en la arquitectura de las plantas, la disponibilidad de condiciones y recursos e interacciones con otras especies, ya que esto puede afectar el tamaño y la morfología de la semilla.

En individuos que presentan mayor peso de sus semillas, puede ser una ventaja al momento de producir nuevos individuos bajo competencia ambiental, en este sentido Violle *et al.*, (2009) mencionaron que individuos con mayor masa en sus semillas pueden producir mejores plántulas con mayor competitividad para enfrentar futuros ambientes competitivos. A esto se suma, que en especies que presentan una sola semilla por fruto como el caso de *M. millei*, las plantas destinarían mayor energía a la producción de una sola o pocas semillas, para que pudiesen tener mayor probabilidad de tolerar las condiciones de aridez de estos ambientes (Romero-Saritama, 2016). Es importante mencionar que el tamaño de las semillas de *M. millei* está sobre el promedio reportado por Romero-Saritama & Pérez-Ruíz, (2016b) en 79 especies del bosque seco. Lo que implica que las semillas de esta especie estarían dentro de las pocas semillas con mayor tamaño de semillas en bosque seco.

Variación germinativa entre tratamientos e individuos.- La variación germinativa identificada en los tratamientos usados y en cada individuo, puede ser un factor positivo en la especie, esto contribuye a reducir el riesgo de que todos sean sometidos a condiciones similares adversas simultáneamente durante su desarrollo, ayudando a evitar o reducir la competencia por recursos entre los individuos, aumentando la distribución de edades de las semillas en el banco de semillas, y así elevando la variación genética dentro de una población (Hernández-Verdugo *et al.*, (2010).

La variabilidad germinativa reportada en el presente estudio entre individuos y entre tratamientos, puede deberse primero a la propia variación intraespecífica de la especie y una estrategia de adaptación a las condiciones específicas del hábitat local donde se desarrollan los individuos, es decir es un reflejo de las adaptaciones a las condiciones del sitio, así como también, a las condiciones experimentadas por las plantas madre en la generación anterior (Sales *et al.*, 2013; Segura *et al.*, 2013).

Como se pudo observar en los resultados, los tratamientos utilizados no influyeron positivamente en el aumento de la germinación, y en muchos casos de adverso. La mayor germinación se dio cuando no se utilizó ningún tratamiento pre germinativo. En algunas especies de Fabaceae, donde la testa no es dura, un pequeño estímulo de humedad y temperatura adecuada puede inducir a la germinación (Baskin & Baskin, 2014), esto sería beneficioso en ambientes, donde la humedad y condiciones óptimas ambientales dura poco tiempo. Sin embargo, nuestros resultados en todos los tratamientos son menores a los obtenidos por Dias (2009) en especies de *M. brasiliense* y *M. villosum* donde germinaron entre 65 a 70%.

La disminución de la germinación en las semillas que son embebidas antes de la siembra, ya ha sido reportado en otras especies, el exceso de agua puede liberar ciertas sustancias en las semillas que pueden inhibir la germinación (Eilert *et al.*, 1981). Por otro lado, en semillas con testa blanda y permeable como es el caso de *M. millei*, la inhibición se realizaría más rápidamente ante la presencia de humedad, llegando al punto máximo de hidratación para su germinación en poco tiempo. A diferencia de las semillas que son expuestas a mayor tiempo de inhibición, donde el agua puede inducir a un proceso de sofocación de embrión o disminución de oxígeno para una correcta germinación (Moravec *et al.*, 2008), además un exceso de agua puede provocar el apareamiento de hongos que puede ocasionar la putrefacción de las semillas (Febles *et al.*, 1998), y por lo tanto la disminución de la germinación.

La variación en la velocidad de germinación, también es un factor importante en las especies, una germinación escalonada, reduce el riesgo del fracaso en el establecimiento mediante la distribución de la germinación en el tiempo, ya que los mecanismos que regulan el inicio de la germinación están bajo presiones selectivas (Huerta-Paniagua & Rodríguez-Trejo, 2011). Nuestros resultados mostraron que en la mayoría de los individuos, su germinación se dio a los cuatro días con alta variación en la finalización de la germinación. En este sentido Palomeque *et al.*, (2017) manifiestan que la velocidad de germinación provee información útil sobre el grado de pérdida de dormancia de semillas, lo que implicaría que las semillas de *M. millei* no presentan dormición por su rápida germinación. Además, la variación en el tiempo de germinación de una semilla con otra, puede ser producto de la cantidad de recursos disponibles en las semillas (Palomeque *et al.*, 2017).

La variación en el tiempo de germinación intraespecífica para los fines de restauración, resulta importante en la producción masiva de plántulas, en efecto, grandes diferencias en los porcentajes de germinación entre individuos de una especie y la poca sincronía de la germinación podrían repercutir en el manejo de las plántulas a nivel de viveros, conocer estos aspectos permitirán mejorar la calidad y eficiencia de los procesos de reproducción de plántulas en los programas de reforestación Palomeque *et al.*, (2017).

5. CONCLUSIONES

La alta variación encontrada en el tamaño, peso, y área de las semillas entre individuos de la especie *M. millei*, puede significar una amplia respuesta adaptativa al ambiente donde se distribuye la especie, y a los posibles cambios en los escenarios futuros donde se desarrolla la especie.

Existe una rápida germinación y en mayor porcentajes en la mayoría de los individuos donde no se utilizó algún tratamiento pregerminativo, esto podría implicar una alta capacidad de las semillas para responder rápidamente a la presencia de humedad y la ausencia de dormición en las semillas.

6. RECOMENDACIONES

Realizar estudios similares en otras especies de bosque seco y verificar si existe algún patrón morfológico o germinativo entre individuos para las especies de bosque seco.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, Z. (2012). Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización. Proyecto Manejo Forestal ante el Cambio Climático. MAE/FAO – Finlandia. Quito, Ecuador, p. 140. Available at: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Bosques-Secos4.pdf>
- Ambuludí, L. (2009). Estudio comparativo de la composición florística, estructura y dinámica de la regeneración natural en bosque seco intervenido y no intervenido de la reserva “Laipuna”, Macará, Loja. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Loja. Loja. Ecuador. Available at: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5358>
- Ayala-Cordero, G, Terrasas, T., López Mata, L., Trejo, C. (2004). Variación en el tamaño y peso de la semilla y su relación con la germinación en una población de *Stenocereus beneckeii*. Asociación Interciencia, 29(12), pp.692–697. Available at: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33909907>
- Araldi, R., Velini, E.D., Gomes, G.L.G.C., Carbonari, C.A., Alves, E., Trindade, M.L.B. (2013). Variação do tamanho de sementes de plantas daninhas e sua influência nos padrões de emergência das plântulas. Planta Daninha, Viçosa-MG, 31(1), pp.117–126. Available at: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582013000100013>
- Arteaga, L.L. (2007). El tamaño de las semillas de *Vismia glaziovii* Ruhl. (Guttiferae) y su relación con la velocidad de germinación y tamaño de la plántula. Revista Peruana de Biología, 14(1), pp.17-20. Available at: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195018583004>
- Baldo, T. (2012). Desempenho e caracterização de sementes de diferentes procedências de *Cedrela fissilis* Vellozo. Tesis de Maestría. Universidade Estadual Paulista “Julio De Mesquita Filho”. Jaboticabal. Brasil. Available at: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/92635/baldo_t_me_jabo.pdf?sequence=1.
- Baskin, C. C., & Baskin, J.M. (2014). Seeds: Ecology, biogeography and evolution of Dormancy and Germination (2nd Ed.). Kentucky, USA: Elsevier.

- Barone, J., Duarte, E. y Luna. (2016). Determinación de la eficacia de métodos de evaluación de calidad de semillas de especies forestales nativas de la Selva Atlántica. *Quebracho- Revista de ciencias forestales*, 24(1-2), pp.70–80. Available at: <http://www.redalyc.org/pdf/481/48150051008.pdf>
- Barraza, F. (2013). Crecimiento y calidad morfológica de berenjena (*Solanum melongena* L.) en fase de semillero. *Temas Agrarios*, 18(2), pp.7–20. Available at: <http://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/713/829>
- Caraguay-Yaguana, K. A., Eras Guamán, V. H., González, D. Z., Moreno Serrano J., Minchala Patiño, J. Yaguana Arévalo, M., Valarezo Ortega, C. (2016). Potencial reproductivo y análisis de calidad de *Chinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos en la provincia de Loja - Ecuador. *Revista Investigaciones Altoandinas - Journal Of High Andean Research*, 18(3), pp.271–280. Available at: <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2016.216>
- Clark, J. L., Neill, D. A. & Asanza, M. (2006). Floristic Checklist of the Mache-Chindul Mountains of Northwestern Ecuador. Department of Botany. National Museum of Natural History. Washington. 54: pp.1-180. Available at: <http://botany.si.edu/pubs/cusnh/vol54web.pdf>
- Dias, D. (2009). Morfoanatomia e Ontogênese de *Machaerium* Pers. (Fabaceae: Faboideae): fruto, semente e plântula. Tese doutorado. UNESP – Universidade Estadual Paulista. Botucatu-SP. Brasil. Available at: http://www.ibb.unesp.br/posgrad/teses/botanica_do_2009_daniela__pinto.pdf.
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), pp.74-85. Available at: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v31n1/ctr11110.pdf>
- Duarte E., Avico E., Sansberro P., Luna, C. (2014). Efecto de la testa sobre la germinación de semillas de *Handroanthus heptaphyllus* tras distintos tiempos de almacenamiento. *Ciencias agronómicas – Revista XXIV*, 24(14). pp. 029–035. Available at: <http://www.cienciasagronomicas.unr.edu.ar/journal/index.php/agronom/article/view/78/85>

- Eilert, U., Wolters, B., Nahrstedt, A. (1981). The antibiotic principle of seeds of *Moringa oleifera* and *Moringa stenopetala*. J. Medic. Pl. Res.42:55-61
- Flores-Córdova, M.A., Sánchez-Chávez, E., Balandrán-Valladares, M. I., Márquez-Quiroz, C. (2016). Efectividad de tratamientos pre-germinativos en la ruptura de la dormancia en las semillas forrajeras y de malezas. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 3(9), pp.427–432. Available at: <http://www.revistas.ujat.mx/index.php/rera/article/view/482/792>
- Freire, J.M., Piña-Rodrigues, F., Fonseca dos Santos, A. (2015). Intra-and inter-population variation in seed size and dormancy in *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake In the atlantic forest. Ciência Florestal, Santa María, 25(4), pp.897–907. ISSN 0103-9954 Available at: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509820592>
- Garrido, J.L., Rey, P. J., & Herrera, C.M. (2005). Fuentes de variación en el tamaño de la semilla de la herbácea perenne *Helleborus foetidus* L. (Ranunculaceae). Anales del Jardín Botánico de Madrid, 62(1), pp.115–125. Doi: <http://dx.doi.org/10.3989/ajbm.2005.v62.i2.10>
- Giamminola, E. M., & De Viana, M. L. (2013). Caracterización morfológica de frutos y semillas de dos accesiones de *Proposis nigra* (Griseb.) Hieron. y *Caesalpinia paraguariensis* (D. Parodi) Burkart., conservadas en el Banco de Germosplasma de Especies Nativas de la Universidad Nacional de Salta, Argentina. Lhawet/ Nuestro entorno. Publicación del Instituto de Ecología y Ambiente Humano, 2(1). Available at: <http://ineah.unsa.edu.ar/userfiles/downloads/lhawet/vol2/Giamminola & de Viana. 2013. Caracterizaci%C3%B3n morfol%C3%B3gica.pdf>
- Guimarães, D.M & Barbosa, J. (2007). Coloração dos Frutos como Índice de Maturação para Sementes de *Machaerium brasiliense* Vogel (Leguminosae – Fabaceae). Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, 5(2), pp.567–569. Available at: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/495/432>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Moromoro (GADPM). (2015). Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Moromoro. Equipo consultor. Available at: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0760021260001_PDOT_MOROMORO_19-05-2015_20-05-13.pdf

- Guollo, K., Menegatti, R.D., Debastiani, A. B., Possenti, J., Navroski, M. (2016). Biometria de frutos e sementes e determinação da curva de embebição em sementes de *Mimosa scabrella* Benth. Revista cultivando o saber, 9(1), pp.1–10. ISSN 2175-2214. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/312304301>
- Hernández-Verdugo, S., López-España, R., Porras, F., Parra-Terraza, S., Villareal-Romero, M., Osuna-Enciso, T. (2010). Variación en la germinación entre poblaciones y plantas de Chile silvestre. Agrociencia, 44(6), pp.667–677. ISSN 1405-3195 Available at: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30215554005>
- Huerta-Paniagua, R., Rodríguez-Trejo, D. (2011). Efecto de tamaño de la semilla y la temperatura en la germinación de *Quercus rugosa* Née. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 7(2), pp.179-187. ISSN: 2007-3828. Available at: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62919277001>
- Jørgensen, P.M. & León-Yané, S. (Eds.). (1999). Catalogue of the vascular plants of Ecuador. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 75: i–viii. Available at: <http://www.tropicos.org>
- Lima, M.J. Ed. (2010). Manual de Procedimentos para Análise de Sementes Florestais. UFAM-Manaus-Amazonas, Brasil. p.146. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/232768692>
- Lozano, P & Klitgaard, B.B. (2006). The genus *Machaerium* (Leguminosae: Papilionoideae: Dalbergieae) in Ecuador. Brittonia, 58 (2), pp.124–150. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/225676354>
- MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador; FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). (2014). Propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de 93 especies forestales. Quito, Ecuador. p. 105. Available at: <http://www.fao.org/3/a-i4407s.pdf>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador, “Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015-2030” 1ra ed. noviembre de 2016. Quito - Ecuador. Available at: <http://maetransparente.ambiente.gob.ec/documentacion/WebAPs/Estrategia%20Nacional%20de%20Biodiversidad%202015-2030%20-%20CALIDAD%20WEB.pdf>

- Moravec, C., Bradford, K., Laca, E. (2008). Water relations of drumstick tree seed (*Moringa oleifera*): imbibition, desiccation, and sorption isotherms. *Seed Sci. & Technol.* (EE.UU). 36, pp.311–324
- Palomeque, X., Maza, A., Iñamagua, J.P., Guenter, S., Hildebrandt, P., Weber, M., Stimm, B. (2017). Variabilidad Intraespecífica en la calidad de semillas de especies forestales nativas en los bosques montanos en el sur del Ecuador: Implicaciones para la restauración de bosques. *Revista de ciencias ambientales*, 51(2), pp.52–72. EISSN 2215-3896. Available at: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ambientales/article/view/9479/11246>
- Pereira, C. J., Romo-Campos, R. y Flores, J. (2016). Germinación de semillas de *Magnolia pugana* (Magnoliaceae), especie endémica y en peligro de extinción del occidente de México. *Botanical Sciences*, 94(3), pp.575–584. Available at: http://www.botanicalsciences.com.mx/index.php/botanicalSciences/article/viewFile/512/pdf_6
- Prado-Urbina, G., Lagunes-Espinoza, L., García-López, E., Bautista-Muñoz, C., Camacho-Chiu, W., Mirafuentes G, Felipe; Aguilar-Rincón, V.H. (2015). Germinación de semillas de chiles silvestres en respuesta a tratamientos pre-germinativos. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2(5), pp.139–149. Available at: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=358638159002>
- Romero-Saritama, J.M. & Pérez Ruiz, C. (2016a). Rasgos morfológicos de semillas y su implicación en la conservación *ex situ* de especies leñosas en los bosques secos Tumbesinos. *Ecosistemas* 25(2): 59-65. Doi: 10.7818/ECOS.2016.25-2.07
- Romero-Saritama, J. M., & Pérez-Ruiz, C. (2016b). Rasgos morfológicos regenerativos en una comunidad de especies leñosas en un bosque seco tropical tumbesino. *Revista de Biología Tropical*, 64(2), pp.859–873. Available at: <https://doi.org/10.15517/rbt.v64i2.20090>
- Romero-Saritama, J.M. (2016). Caracterización morfofisiológica de semillas de especies leñosas distribuidas en dos zonas secas presentes en el Sur del Ecuador. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Available at: <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.39532>

- Rubio-Licon, L. E., Romero-Rangel, S., Rojas-Zenteno, E. C., Durán-Díaz, A, & Gutiérrez-Guzmán, J.C. (2011). Variación del tamaño de frutos y semillas en siete especies de encino (*Quercus*, Fagaceae). *Polibotánica*, 32, pp.135–151, ISSN 1405-2768, México. Available at: <http://www.scielo.org.mx/pdf/polib/n32/n32a8.pdf>
- Sales, N.M., Pérez-García, F., Silveira, F.A.O (2013). Consistent variation in seed germination across an environmental gradient in a Neotropical savanna. *South African Journal of Botany*, 87, pp.129–133. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2013.04.001>
- Sánchez, J. A., Montejo, L. A., y Hernández, M. L. (2013). Efectos del tamaño de la semilla y la herbivoría sobre el establecimiento de plántulas arbóreas en diferentes suelos. *Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 3(2). pp.1-29. Available at: <http://www.revistaccuba.cu/index.php/acc/article/viewFile/164/133>
- Sanchés-Salas, J., Flores J, & Martínez García, E. (2006). Efecto en el tamaño de semilla en la germinación de *Astrophytum myriostigma* Lemaire. (Cactaceae), especie amenazada de extinción. *Asociación Interciencia*, 31(5), pp.371-375. Caracas, Venezuela. Available at: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33911610>
- Sánchez Salas, J., Jurado Ybarra, E., Pando Moreno, M., Flores Rivas, J., Muro Pérez, G., (2010). Estrategias germinativas de las semillas en ambientes áridos. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 9(1), pp.35–38. Available at: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455545062006>
- Segura, F., Aguado, M., Martínez-Díaz, E., Vicene M.J., M. & Sánchez, J.J. (2013). Efecto “materno medioambiental” en la morfología y germinación de semillas de *Astragalus nitidiflorus*. 6° Congreso Forestal Español, ISBN: 978-84-937964-9-5, pp.1–9. Available at: <file:///C:/Users/hp/Downloads/14559-14551-1-PB.pdf>
- Silva, K.B. (2015). Qualidade fisiológica de sementes de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) Penn. Classificadas pelo tamanho. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, 13(1), pp.1–4. Available at: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/2553>
- Soto, J. L. (2007). Variabilidade da germinação e caracteres de sementes entre matrizes de farinha-seca [*albizia hassleri* (chod.) burkart.] – Fabaceae. Tesis Maestría. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências

Agrárias e Veterinárias. Available at:
<http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/pv/m/3142.pdf>

Souza, M.L & Fagundes, M. (2014). Seed Size as Key Factor in Germination and Seedling Development of *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae). American Journal of Plant Sciences, 5, 2566-2573 Available at: <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2014.517270>

Silva, K.B., Alves, E.U., Pereira de Oliveira, A.N., Fernádes, P.A., Almeida de Sousa, N., Alves de Aguiar, V. (2014). Variabilidade da germinação e caracteres de frutos e sementes entre matrizes de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn. ISSN 1983-7682. 7(3), pp.281–300, ISSN 1983-7682. Available at: <https://revistas.pucsp.br/index.php/reb/article/viewFile/18356/15350>

Xu, J., Li, W., Zhang, C., Liu, W., Du, G. (2014). Variation in Seed Germination of 134 Common Species on the Eastern Tibetan Plateau: Phylogenetic, Life History and Environmental Correlates. PLoS ONE, 9(6): e98601. Available at: [doi:10.1371/journal.pone.0098601](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098601)

Vargas, M., Macaya, E. C., Rocha, O. (2003). Variación del tamaño de frutos y semillas en 38 poblaciones silvestres de *Phaseolus lunatus* (Fabaceae) del Valle Central de Costa Rica. Revista de Biología Tropical, 51(3) pp.707-724. ISSN 0034-7744 Available at: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/viewFile/15839/15206>

Violle, C., Castro, H., Richarte, J., Navas, M. (2009). Intraspecific seed trait variations and competition: passive or adaptive response? Functional Ecology, 23, pp.612–620. Available at: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2435.2009.01539.x/epdf>

Vozzo, J.A. (2010). Manual de Semillas de Árboles Tropicales. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos Servicio Forestal, EEUU. p. 894. Available at: https://www.rngr.net/publications/manual-de-semillas-de-arboles-tropicales/completo/at_download/file

Zalazar, M., Funes, G., Venier, M.P. (2009). Factores que afectan la germinación de *Justicia squarrosa* Griseb, forrajera nativa de la región chaqueña de la Argentina. Agriscientia, 26(1), pp.1–6. Available at: <http://www.scielo.org.ar/pdf/agrisc/v26n1/v26n1a01.pdf>