

Nota técnica

Germinación, diámetro de semilla y tratamientos pregerminativos en especies con diferentes finalidades de uso¹

Germination, seed diameter and pregerminative treatments in species with different purposes of use

Ricardo Abril-Saltos², Tomás Ruiz-Vásquez³, Jatnel Alonso-Lazo³, Génova Cabrera-Murillo⁴

Resumen

Evaluar la germinación de especies vegetales permite conocer sus características y entender los factores que influyen en este proceso. El objetivo de este trabajo fue conocer las características de germinación de las especies *Eugenia stipitata* McVaugh, *Inga edulis* Mart, *Inga spectabilis* (Vahl) Wild, *Piptocoma discolor* (Kunth) Pruski, *Stachytarpheta cayennensis* (Rich.) Vahl, y *Verbena officinalis* L., y su respuesta en función del diámetro de semilla y uso de tratamientos pregerminativos. Este estudio se desarrolló en el cantón Pastaza, provincia de Pastaza, Ecuador; entre febrero y junio del 2014. Se utilizaron diferentes diámetros de semilla y tratamientos pregerminativos en aquellas que no presentaron porcentajes de germinación superiores al 40%. En un primer ensayo *I. edulis* e *I. spectabilis* sobrepasaron este valor sin tratamientos, el resto de especies presentó valores inferiores al citado. Se clasificó la semilla en dos diámetros y se aplicó dos dosis de ácido giberélico, en *E. stipitata* también se escarificó con ácido sulfúrico. A los 45 días hubo interacción de 100 ppm de ácido giberélico con mayor diámetro de semilla, se obtuvo mayores porcentajes de germinación en *S. cayennensis* y en *E. stipitata*, donde también interaccionó con la escarificación. *V. officinalis* y *P. discolor* no presentaron respuesta a las aplicaciones realizadas. *I. edulis* e *I. spectabilis* presentaron altos porcentajes de germinación sin tratamientos pre germinativos, *E. stipitata* y *S. cayennensis* presentaron respuesta a diámetro de semilla y aplicación de tratamientos, mientras que *P. discolor* y *V. oficinales* no.

Palabras clave: *Inga* spp., *Eugenia stipitata*, *Stachytarpheta cayennensis*, *Verbena officinalis*, dormancia.

Abstract

The evaluation of vegetal species germination consents to know its characteristics and permits to understand the factors that influence this process. The aim of this research was to know the germination's characteristics of some species, such as *Eugenia stipitata* McVaugh, *Inga edulis* Mart, *Inga spectabilis* (Vahl) Wild, *Piptocoma discolor* (Kunth) Pruski, *Stachytarpheta cayennensis* (Rich.) Vahl, and *Verbena officinalis* L., and also their reaction to

¹ Recibido: 13 de setiembre, 2016. Aceptado: 16 de enero, 2017. Este trabajo formó parte de la tesis de Ricardo Abril para la obtención del grado de Doctor en Ciencias Agrícolas, en la República de Cuba, bajo auspicio de la Universidad Estatal Amazónica.

² Universidad Estatal Amazónica, Departamento de Ciencias de la Vida. Carrera de Ingeniería Ambiental Km 2 ½ Vía a Napo, Pastaza, Ecuador. rvabril@uea.edu.ec

³ Instituto de Ciencia Animal Cuba, Departamento de Pastos y Forrajes. Carretera Central Km 33 y medio San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. terizv@ica.co.cu, jalonso@ica.co.cu

⁴ PRAGROS (Productores Agrícolas). Km 2 ½ vía a Tarqui, Pastaza, Ecuador. genova112002@yahoo.com



pregerminative treatments depending on the seed's diameter. This study was carried out in Pastaza, Province of Pastaza, Ecuador, between February and June, 2014. Different diameters of seeds and pregerminative treatments were used in species, which did not present germination percentages higher than 40%. In the first practice *I. edulis* and *I. spectabilis* exceeded this value without treatment. Other species had lower values. Seeds were classified considering two diameters and two doses of gibberellin acid, this was applied to, and evaluated in the *E. stipitata*. In addition, scarification with sulfuric acid was done. After 45 days of its application, 100 ppm of gibberellic acid with larger seed diameter reported higher percentages of germination in *S. cayenensis*, and in *E. stipitata*, which also interacted with the scarification. *V. officinalis* and *P. discolor*, did not present any response to the applications made. *I. edulis* and *I. spectabilis* presented high germination percentages without pregerminative treatments, *E. stipitata* and *S. cayenensis* showed response to seed diameter and the applied treatments, while *P. discolor* and *V. officinalis* did not show any response.

Keywords: *Inga* spp., *Eugenia stipitata*, *Stachytarpheta cayenensis*, *Verbena officinalis*, dormancy.

Introducción

Uno de los principales problemas para establecer cultivos es la latencia de semillas, que en condiciones naturales asegura la supervivencia de las especies en situaciones desfavorables (Sanabria et al., 2001). Baskin y Baskin (2004) clasifican a la dormancia en: fisiológica, regulada por la temperatura; morfológica, se presenta por el subdesarrollo del embrión; morfofisiológica, cuando existe efecto de los dos tipos de dormancia anteriormente citadas; física, presente cuando existen capas impermeables al agua; y combinada, cuando una semilla presenta todos los tipos de latencia citados.

La latencia física también es denominada como interna o endógena, puede generarse por la semipermeabilidad de la cubierta de la semilla, conocida como imbibición tegumentaria, y participan en su regulación el ácido abscísico y las giberelinas (Herrera et al., 2006). La latencia morfológica o embrionaria, en ocasiones se supera con exposición a enfriamiento en húmedo (Hartmann et al., 2014), donde las semillas pueden germinar en un rango más estrecho de condiciones ambientales; sin embargo, al eliminarse permite la germinación en un rango más amplio de condiciones (Herrera et al., 2006).

El uso de tratamientos para romper la latencia tegumentaria provoca que las semillas presenten buena respuesta al tiempo y un porcentaje de germinación remojándolas durante veinticuatro horas a temperatura ambiente, lo cual podría deberse a una imbibición más rápida que la que se obtendría en el semillero humedecido (FAO, 1991).

Para mejorar el intercambio de oxígeno y humedad entre el embrión y el medio ambiente, es necesario debilitar la cubierta tegumentaria, para ello se pueden aplicar tratamientos mecánicos como: incisiones en la cubierta de la semilla, tratamientos con calor o debilitamiento de la cubierta con el uso de papel lija o arena gruesa (Oliveira et al., 2007).

También es común realizar escarificación con tratamientos químicos, las sustancias más utilizadas son los ácidos sulfúrico y clorhídrico concentrado. Este mecanismo genera un proceso de aereación exotérmica, por lo cual es necesario dejarlas que se enfrien antes de otros tratamientos (FAO, 1991). Navarro et al. (2010) en trabajos desarrollados en *Albizia lebbek* con tiempos de inmersión de 10 min, señalan que con estas técnicas se puede tener variabilidad en los resultados, debido a factores individuales de la semilla.

El ácido giberélico puede ser utilizado como un desinhibidor de la germinación y así, reemplazar la necesidad de estímulos ambientales, como luz y temperatura (Saldivar-Iglesias et al., 2010). Algunas investigaciones han demostrado el efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de *Ferocactus* sp. (Amador et al., 2013), *Ischaemum rugosum* Salisb (Jarma et al., 2007), *Nothofagus alessandri*, *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus pumilio* (Rocuant, 1984), donde las giberelinas influyeron en la activación del crecimiento vegetativo del embrión, el debilitamiento de la capa del endospermo y la movilización de reservas almacenadas en este (Taíz y Zeiger, 2006).

Otras técnicas para mejorar el porcentaje de germinación de la semilla incluyen la estratificación o almacenamiento en frío, y se ha comprobado que, alcanza buenos resultados en *Chenopodium album* y *Polygonum pensylvanicum* (Hock et al., 2006).

El diámetro de la semilla influye en características de la germinación; según Maranon y Grubb (1993), semillas pequeñas presentan mayor germinación, lo que indican una correlación negativa entre el tamaño de la semilla y la tasa de crecimiento relativo, posiblemente debido a que semillas de menor diámetro poseen células más pequeñas, con menor contenido de ADN y presentan menor tiempo de división. No obstante, otros estudios indican que semillas más grandes tienen mayor resistencia a condiciones adversas y presentan mejores porcentajes de germinación (Tenorio-Galindo et al., 2008; Huerta y Rodríguez, 2011), características que difieren para cada especie, por lo cual es importante clasificar las semillas según su tamaño e identificar las características de germinación de cada especie.

Las especies evaluadas en este estudio son utilizadas con diferentes finalidades como alimentación, medicina, generadoras de sombra y material de construcción, además presentan diversas características en cuanto a su morfología y semilla.

Eugenia stipitata McVaugh, conocida como arazá, es un arbusto con follaje denso y altura de hasta 3 m (Geilfus, 1994a), su fruto es una baya con pulpa espesa agrídulce (García et al., 2007), utilizado como alimento. En algunos países se han realizado estudios enfocados a la propagación por semilla y crecimiento (Escobar et al., 1996; García et al., 2007).

En especies arbóreas se encuentran *Inga edulis* Mart conocida como guaba bejuco, tiene copa densa y ancha con altura de hasta 30 m y diámetro entre 30 a 60 cm, el fruto es una legumbre de 40 a 180 cm de longitud y posee en su interior semillas rodeadas por arilos blanquecinos algodonosos, es utilizado como alimento (Salazar et al., 2000). El arbusto también se utiliza como material de construcción y generador de sombra.

Inga spectabilis (Vahl) Wild, también llamada guaba machetona (Ríos et al., 2008), es un árbol de hasta 30 m con diámetro de 20 a 60 cm, el arilo de su fruto presenta igual uso que *I. edulis*. Ambas especies han sido estudiadas en zonas tropicales de Centro América (Geilfus, 1994b; Marín et al., 2012) y se ha descrito su uso como árbol de sombra en cultivos perennes. *I. spectabilis* también se utiliza en la producción de miel, y sus semillas son alimento animal (Geilfus, 1994b; Cordero et al., 2003). En la amazonía ecuatoriana no se han reportado estudios de sus características de germinación.

Como especie arbórea también está *Piptocoma discolor* (Kunth) Pruski, conocida como piwe, alcanza hasta los 25 m de altura, con diámetro de 0,4 a 0,5 m, es utilizada como material de construcción (Ríos et al., 2008) y considerada pionera en repoblación de zonas deforestadas. En esta especie no se poseen estudios de germinación en la amazonía ecuatoriana.

En especies herbáceas dos responden al nombre vulgar de verbena, una de ellas es *Verbena officinalis* L., hierba de tallos rectos, muy ramificados, puede medir más de 1 m de altura, inflorescencia en espiga, fruto en cápsula con cuatro semillas (O'Leary et al., 2007); la otra es *Stachytarpheta cayennensis* (Rich.) Vahl que alcanza alturas de hasta 2 m, con inflorescencia terminal (Onofre et al., 2015), tiene amplia distribución y presenta usos medicinales y estudios farmacológicos (Moreira et al., 2006; Olayiwola et al., 2013), se ha estudiado su germinación en condiciones de laboratorio, donde se evaluó el efecto de la luz en la germinación (Díaz-Filho, 1996). En ambas especies no existen estudios que evalúen el diámetro de semilla y promotores de germinación en la amazonía ecuatoriana.

El objetivo de la investigación fue conocer las características de germinación de las especies *Eugenia stipitata* McVaugh, *Inga edulis* Mart, *Inga spectabilis* (Vahl) Wild, *Piptocoma discolor* (Kunth) Pruski, *Stachytarpheta cayennensis* (Rich.) Vahl y *Verbena officinalis* L., su respuesta en función del diámetro de semilla y uso de tratamientos pregerminativos.

Materiales y métodos

Localización

Las investigaciones se desarrollaron en la amazonía ecuatoriana en la parroquia Tarqui, cantón Pastaza, provincia de Pastaza, Ecuador; ubicada a una altura de 983 msnm, coordenadas 17M 0830121 UTM 9842150, temperatura entre 19 y 23 °C, precipitación de 4562,9 mm (INAMHI, 2011) y su clasificación de bioma corresponde a un bosque pluvial pre montano (Mariscal, 2016).

Los ensayos se realizaron bajo cubierta y expuestos a libre circulación de aire, en el período febrero-junio del 2014, tuvieron una duración de sesenta días para las especies *I. edulis*, e *I. spectabilis* que presentaron germinación rápida, noventa días en *P. discolor*, *S. cayennensis* y *V. officinalis* y 120 días en *E. stipitata* que presentó germinación más tardía. Las temperaturas medias para el periodo de desarrollo de los ensayos variaron entre 17 y 17,7 °C, de acuerdo con los datos reportados por la estación meteorológica Pindo Mirador (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza, 2015).

Debido a que las especies evaluadas presentaron diferentes características en sus frutos, se aplicaron diferentes métodos para la extracción de semillas. Para cada una de ellas, se recolectaron frutos maduros en el mes de febrero 2014, y se extrajeron semillas que estuvieran completamente desarrolladas. Para las especies *S. cayennensis*, y *V. officinalis*, cuya inflorescencia es en espiga, las semillas fueron extraídas a través del trillado. En *P. discolor* debido a inflorescencia en capítulo y tamaño, las semilla fueron extraídas con pinzas entomológicas.

En *Eugenia stipitata* las semillas se extrajeron abriendo el fruto y quitando la pulpa; para lo cual se tuvo que remojar 48 horas con cambio de agua a las 24 horas. Se controló que no se generara fermentación que pudiera afectar el proceso, por lo que no se cubrió el recipiente que contenía los materiales. Posteriormente, las semillas se lavaron para eliminar la pulpa de la cubierta, se extrajo las semillas y se secaron a temperatura ambiente por 72 horas de acuerdo con lo citado por Do-Nascimento y De-Oliveira (1999). En *Inga edulis* e *Inga spectabilis* las semillas se extrajeron del fruto quitando el arilo de forma manual.

Las semillas de las especies evaluadas se desinfectaron con captam en polvo (85% de concentración), polvoreándolas con una dosis de 1 g /kg de semilla seca.

Las semillas de todas las especies fueron sembradas después de ser desinfectadas, sin considerar su diámetro, y parte de ellas fueron almacenadas durante treinta días a 5 °C para prolongar su tiempo de vida, de acuerdo con las reglas de Harrington (Gálvez, 2004), para poder evaluar el uso de tratamientos pregerminativos en las especies que presentaron bajos porcentajes de germinación.

Para conocer las características de germinación se sembraron veinticinco semillas en bandejas de germinación con turba, se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron: días a la germinación, considerando los días a la emergencia de la radícula, tomados desde el momento de la siembra; porcentaje de germinación a los 10, 15, 30 y 45 días desde la siembra; y altura de la planta a los 10, 15, 30 y 45 días desde la emergencia.

En las especies que no presentaron porcentajes de germinación satisfactorio con un valor superior al 40% (González, 1991), se realizó una nueva prueba con las semillas almacenadas en refrigeración. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial, donde se midió el diámetro transversal a la altura del embrión utilizando un calibrador vernier (pie de rey), las semillas se clasificaron de acuerdo con el diámetro en cada especie y se consideró el diámetro promedio para agruparlas en dos tamaños. Se identificó la influencia de esta característica sobre la germinación, a excepción de *V. officinalis* y *P. discolor*, donde las semillas presentaron diámetros inferiores a 1 mm, por lo que se consideró un solo diámetro.

Se utilizó ácido giberélico (GA₃) como tratamiento pregerminativo, en dosis de 0 (testigo), 50 y 100 ppm; las semillas se sumergieron por una hora en el ácido, tiempo aplicado por Lewak y Anwar (1977) y que en interacción con la concentraciones de 100 ppm se obtuvo mejor resultado por Nord et al. (1971).

Paralelamente, de cada grupo en función de su diámetro, se tomó cincuenta semillas de *E. stipitata* y 100 semillas de *S. cayenensis* y *V. officinalis*, se estableció el peso inicial del grupo de semillas con una balanza analítica con precisión de 0,001g y se sumergieron durante una hora en agua destilada para determinar la curva de absorción de agua en función de la ganancia de peso, mismo que se registró cada 15 min. Debido al tamaño de las semillas y precisión del equipo, no se determinó este parámetro en *P. discolor*.

Las semillas de la especie *E. stipitata*, que poseían mayor diámetro y cubierta impermeable, se escarificaron con ácido sulfúrico al 10%, se sumergió la semilla durante 10 min, tiempo considerado en investigaciones en otras especies (Burbano, 1990), ya que en *E. stipitata* no se hallaron estudios en que se utilizara este ácido como tratamiento.

En función de los diámetros de semilla, en *E. stipitata* y *S. cayenensis* se utilizó un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial, mientras en *P. discolor* y *V. officinalis*, al trabajarse con un solo diámetro, se aplicó un diseño de bloques completos al azar (Cuadro 1). En ambos casos se trabajó con tres repeticiones, de acuerdo con Aguirre et al. (2008) y Orantes et al. (2013).

Cuadro 1. Diseño experimental, diámetro de semilla y tratamientos pregerminativos aplicados en las especies propagadas. Provincia de Pastaza, Ecuador. 2014.

Table 1. Experimental design, seed diameter and treatments applied to pre-germination in species. Pastaza province, Ecuador. 2014.

Especie	Escarificación química	Diámetro de semilla, mm	Estratificación (AG ₃ , ppm)	Diseño experimental utilizado
<i>Eugenia stipitata</i>	Ácido sulfúrico al 10%	< a 8	100	Bloques completos al azar con arreglo factorial: dos métodos de escarificación x dos diámetros de semilla x tres concentraciones de ácido giberélico y tres repeticiones
			50	
			0	
		> a 9	100	
			50	
			0	
	Sin escarificación	< a 8	100	
			50	
			0	
		> a 9	100	
			50	
			0	
<i>Stachytarpheta cayenensis</i>	Sin escarificación	< a 0,9	100	
			50	
			0	
		> a 0,9	100	
			50	
			0	
<i>Verbena officinalis</i>	Sin escarificación	< a 0,1	50	
			25	
			0	
<i>Piptocoma discolor</i>	Sin escarificación	< a 0,8	50	
			25	
			0	

El ensayo se desarrolló en bandejas de germinación, llenas con turba hasta completar todos los orificios, se colocó una semilla por orificio. Los parámetros evaluados fueron: vigor germinativo, porcentaje de germinación a los 10, 15, 30 y 45 días desde la siembra, y altura de la planta en cm, medida desde la base de la planta hasta la yema apical a los 10, 15, 30 y 45 días desde la emergencia.

En las especies *S. cayennensis* y *V. officinalis*, que presentaron emergencia de hojas cotiledonales se registró los días para la aparición de la hoja verdadera. En *E. stipitata*, que presentó emergencia a partir de los 45 días, se registró el porcentaje de germinación a los 45, 50, 65 y 80 días.

Análisis estadístico

Los datos de días a la emergencia se transformaron con la función arcoseno y los de porcentaje de germinación con la función raíz cuadrada (Herrera, 2013). Se realizó el análisis de varianza y comparación de medias de Duncan a través del programa INFOSTAT (Di-Rienzo et al., 2014). Se analizó el efecto de los tratamientos en forma individual y también la interacción entre ellos en *E. stipitata* y *S. cayennensis*, y únicamente en *S. cayennensis* y *V. officinalis*, se evaluó la aplicación de ácido giberélico en las diferentes medidas tomadas.

Resultados

En las tasas y velocidad promedio de germinación, *E. stipitata* alcanzó un 2,7% y 45 días, *S. cayennensis* un 38% con 29 días, *V. officinalis* un 8% con 65 días y *P. discolor* un 2% y 47 días. Debido al bajo porcentaje de germinación obtenido en estas especies, se procedió a la segunda etapa con aplicación de tratamientos pregerminativos.

Inga spectabilis e *Inga edulis*

Inga spectabilis alcanzó 100% de germinación a los cinco días. La altura de la planta presentó valores promedio a los diez días de 0,94 cm, a los 15 días de 1,39 cm, a los 30 días de 2,89 cm y a los 45 días de 4,22 cm.

Inga edulis a los 15 días de siembra, mostró un porcentaje de germinación del 89%. Los valores promedio para la altura de la planta fueron a los 15 días de 3,85 cm, a los 30 días de 8,14 cm y a los 45 días de 12,54 cm.

Si se comparan ambas especies de la subfamilia Mimosaceae, se puede notar que, *Inga spectabilis* mostró un menor tiempo para la germinación, pero *Inga edulis* posee un mejor desarrollo inicial hasta los 45 días. Como los porcentajes de germinación superaron el 40% en ambas especies, no se requirió aplicar tratamientos pregerminativos.

Absorción de agua

Se registró el peso inicial del grupo de semillas de cada especie, en *E. stipitata* para grupos de cincuenta semillas el peso fue de 158,6 g en las semillas con diámetro > 9 mm y 108 g en las de diámetro < 9mm. En *S. cayennensis* el peso de cien semillas con diámetro >1mm fue 0,349 g y en las < 1mm fue 0,271g. En *V. officinalis* el grupo de cien semillas pesó 0,019 g.

La curva de absorción de agua en función de la ganancia de peso en porcentaje puede observarse en la Figura 1. El mayor porcentaje de ganancia en peso a la hora de inmersión lo presentó *S. cayennensis*; las semillas con diámetro <1 mm alcanzaron una ganancia en peso del 45%, mientras que las semillas con diámetro >1mm alcanzaron un 24% de incremento en peso.

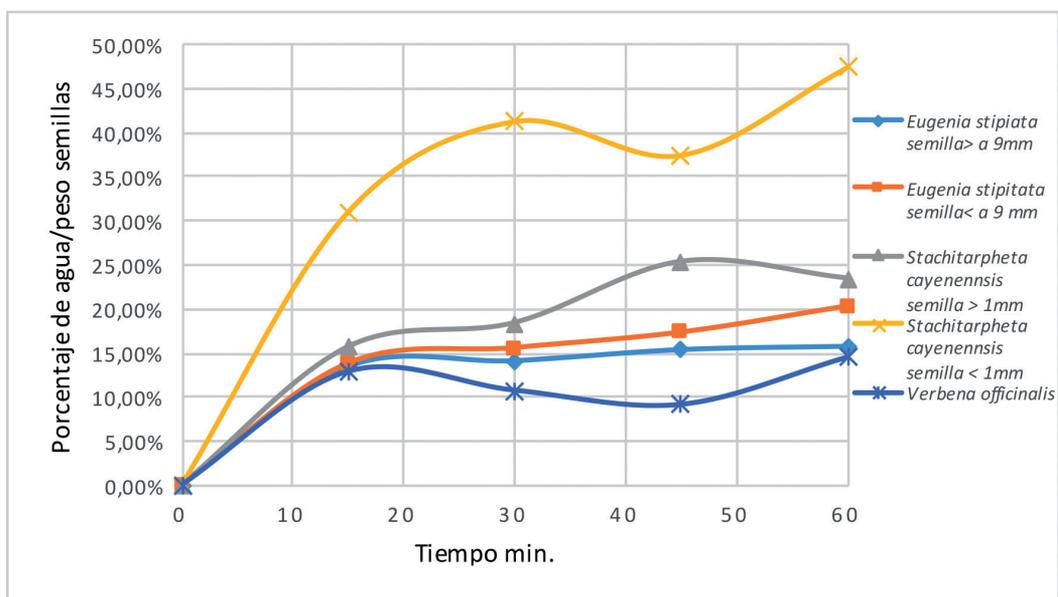


Figura 1. Curva de absorción de agua de *E. stipitata*, *S. cayenensis* y *V. officinalis*. Provincia de Pastaza, Ecuador. 2014.

Figure 1. *E. stipitata*, *S. cayenensis* y *V. officinalis* water absorption curve. Pastaza province, Ecuador.2014.

E. stipitata en sus dos diámetros y *V. officinalis* en su único diámetro reportaron incrementos en peso entre el 14 y el 20%.

Eugenia stipitata

En *E. stipitata* existió interacción entre el método de escarificación con la concentración de ácido giberélico y diámetro de semilla, para la medida porcentaje de germinación a los 45 días (Cuadro 2). Difieron del resto de los tratamientos las semillas escarificadas con ácido sulfúrico, diámetro inferior a 8 mm y concentración de 50 ppm de ácido giberélico, con este último se presentó un porcentaje de germinación inferior al 40%, mientras que el mayor porcentaje se obtuvo con el tratamiento de ácido sulfúrico, diámetro superior a 9 mm y aplicación de 100 ppm de ácido giberélico.

El porcentaje de germinación a los 65 días, tuvo interacción entre el diámetro de la semilla y la concentración de ácido giberélico, las semillas con diámetro inferior a 8 mm y aplicación de 50 ppm de ácido giberélico, fueron las de menor porcentaje de germinación y difirieron de los tratamientos diámetro de semilla < 8 mm con las concentraciones de 100 y 0 ppm de ácido giberélico, y diámetro > 9 mm con las concentraciones de 50 y 100 ppm de ácido giberélico. El mejor resultado se obtuvo en las semillas con diámetro < 8 mm sin aplicación de ácido giberélico.

Los resultados mostraron que para la germinación, la interacción del ácido sulfúrico con el resto de tratamientos presentó diferencias significativas solo hasta los 45 días de germinación.

Se presentó interacción del método de escarificación con la concentración de ácido giberélico y el diámetro de la semilla para la altura tomada a los 10, 15 y 45 días (Cuadro 3). A los 10 días de germinación, las semillas escarificadas con ácido sulfúrico, diámetro < 8 mm y concentración de 50 ppm de GA₃ difirieron del resto de los tratamientos, con excepción a los 10 días de las semillas sin escarificación, concentración de 50 ppm de GA₃ en

Cuadro 2. Comportamiento de la germinación en la especie *Eugenia stipitata* con diferentes métodos de escarificación y concentración de hormonas en dos diámetros de semilla. Provincia de Pastaza, Ecuador. 2014.

Table 2. Behavior of germination of the *Eugenia stipitata* species according to the different used methods of scarification and hormones concentration in two seed diameters. Pastaza province, Ecuador. 2014.

Concentración de ácido giberélico, ppm	Porcentaje de germinación a los 45 días, %				Porcentaje de germinación a los 65 días, %	
	Escarificación con ácido		Sin escarificar			
	Diámetro de semilla, mm		Diámetro de semilla, mm		Diámetro de semilla, mm	
	< a 8	> a 9	< a 8	> a 9	< a 8	> a 9
50	0,20 c (11)	0,57 ab (31)	0,61 ab (33)	0,61 ab (33)	0,38 b (27)	0,76 a (48)
100	0,61 ab (33)	0,73 a (44)	0,61 ab (33)	0,61 ab (33)	0,64 a (36)	0,68 a (41)
0	0,61 ab (33)	0,44 b (19)	0,61 ab (33)	0,67 ab (33)	0,79 a (49)	0,59 ab (32)
Valor de P	0,0427				0,0056	
EE (±)	0,006				0,08	

Datos transformados según función arcoseno. Valores entre paréntesis indican las medias originales / Transformed data according to arcsene function. Values in parentheses indicate the original means.

a, b, c: valores con letras comunes no difirieron para $P < 0,05$ (Duncan, 1955) / a, b, c: values with common letters did not differ from $P < 0.05$ (Duncan, 1955).

Cuadro 3. Comportamiento de la altura en cm, en la especie *Eugenia stipitata* para los diferentes tratamientos de escarificación y concentración de hormonas aplicados en dos diámetros de semilla. Provincia de Pastaza, Ecuador. 2014.

Table 3. Behavior of height in cm, of *Eugenia stipitata* species for different scarification treatments and hormone concentration, applied in two diameters seed. Pastaza province, Ecuador. 2014.

Concentración de ácido giberélico, ppm	Altura de la planta a los 10 días		Altura de la planta a los 15 días		Altura de la planta a los 45 días							
	Escarificación con ácido		Sin escarificar		Escarificación con ácido							
	Diámetro de semilla, mm		Diámetro de semilla, mm		Diámetro de semilla, mm							
	< a 8	> a 9	< a 8	> a 9	< a 8	> a 9						
50	1,43 c	4,30 ab	3,20 bc	3,27 bc	2,67 c	6,04 abc	5,09 abc	4,64 abc	2,67 d	11,73 abc	10,89 bc	13,11 ab
100	4,73 ab	3,60 ab	4,30 ab	5,63 a	5,61 abc	5,19 abc	3,61 bc	8,31 a	12,11 abc	12,89 ab	12 abc	15,14 a
0	3,83 ab	4,43 ab	4,30 ab	4,50 ab	6,28 abc	6,31 abc	6,64 ab	5,00 abc	9,83 bc	14,33 a	9,42 c	14,83a
Valor de P	0,0364				0,0271				0,0094			
EE (±)	0,68				1,14				1,04			

a, b, c: valores con letras comunes no difirieron para $P < 0,05$ (Duncan, 1955) / a, b, c: values with common letters did not differ from $P < 0.05$ (Duncan, 1955).

ambos diámetros de semilla. A los 15 días, el mismo tratamiento se diferenció de los tratamientos de semillas sin escarificar de diámetro > 9 mm con concentración de 100 ppm de GA₃ y diámetro < 8 mm sin aplicación de ácido giberélico, mientras que a los 45 días ese tratamiento difirió del resto.

En todos los períodos de muestreo, las semillas escarificadas con ácido sulfúrico, diámetro > 8 mm y concentración de 50 ppm de GA₃ presentaron la menor altura (Cuadro 4), y la mayor fue con las semillas sin escarificar con diámetro > 9 mm y concentración de 100 ppm de GA₃. En el vigor germinativo la especie no presentó diferencias significativas entre tratamientos, reportando un promedio de 58 días a la germinación.

Cuadro 4. Comportamiento de la germinación para diferentes concentraciones de ácido giberélico en dos diámetros de semilla en *Stachytarpheta cayennensis*. Provincia de Pastaza, Ecuador. 2014

Table 4. Germination behavior for different concentrations of gibberellic acid in two diameters of seeds of *Stachytarpheta cayennensis*. Pastaza province, Ecuador. 2014.

Concentración de ácido giberélico, ppm	Días a la germinación		Porcentaje de germinación a los 45 días, %	
	Diámetro de semilla, mm		Diámetro de semilla, mm	
	< a 2	> a 2	< a 2	> a 2
50	6,03 b (36,36)	5,91 b (34,93)	0,98 a (68)	0,78 ab (49)
100	5,06 a (25,6)	5,95 b (35,4)	0,66 b (37)	0,99 a (69)
0	6,48 b (41,99)	6,28 b (39,44)	0,85 ab (56)	0,67 b (40)
Valor de P	00176	0,0453		
EE (±)	0,17	0,10		

Datos transformados según función arcoseno. Valores entre paréntesis indican las medias originales / Transformed data according to arcsene function. Values in parentheses indicate the original means.

a, b: valores con letras comunes no difirieron para P<0,05 (Duncan, 1955) / a, b: values with common letters did not differ from P<0.05 (Duncan, 1955).

Stachytarpheta cayennensis

El comportamiento de la germinación en *S. cayennensis* (Cuadro 4), mostró interacción entre el diámetro de la semilla y la concentración de ácido giberélico para las medidas: días a la germinación, donde la interacción diámetro < 2 mm y la concentración de 100 ppm de ácido giberélico difirió del resto y tuvo menor número de días a la germinación. En la medida porcentaje de germinación a los 45 días, las semillas de diámetro < 2 mm con concentración de 50 ppm de GA₃ y diámetro > 2 mm con concentración de 100 ppm de GA₃, presentaron mayores porcentajes de germinación y difirieron de las semillas con diámetro < 2 mm con concentración de 100 ppm de GA₃ y semillas con diámetro > 2 mm sin aplicación de ácido giberélico.

La concentración de ácido giberélico influyó en el comportamiento de la altura de la planta (Cuadro 5). Las semillas sin aplicación de ácido giberélico difirieron del resto de tratamientos en las medidas efectuadas a los 15 y 45 días, excepto a los 15 días con GA₃ 50 ppm. La aplicación de 100 ppm de ácido giberélico mostró la mayor altura para ambos momentos de muestreo, aunque sin diferir de la aplicación de 50 ppm.

Los tratamientos no difirieron para el resto de medidas, se obtuvo como media 35,8 días a la emergencia, 9,9 días a la aparición de la hoja verdadera desde la emergencia de la planta, altura promedio a los 10 días de 0,75 cm, a los 15 días de 1,0 cm y a los 30 días de 1,74 cm, con porcentajes de germinación a los 10 días de 0,2%, a los quince días de 2,4% y a los 30 días de 36%.

Cuadro 5. Comportamiento de la altura para diferentes concentraciones de ácido giberélico (GA₃) en la especie *Stachytarpheta cayennensis*. Provincia de Pastaza, Ecuador. 2014.

Table 5. Behavior of height according to different concentrations of gibberellic acid (GA₃) in the *Stachytarpheta cayennensis* species. Pastaza province, Ecuador. 2014.

Concentración de ácido giberélico, ppm	Altura de la planta a los 15 días, cm	Altura de la planta a los 45 días, cm
50	1,22 ab	2,37 a
100	1,39 a	2,46 a
0	0,91 b	1,71 b
Valor de P	0,0301	0,0322
EE (±)	0,0726	0,2063

a, b: valores con letras comunes no difirieron para P<0,05 (Duncan, 1955) / a, b: values with common letters did not differ from P<0.05 (Duncan, 1955).

Piptocoma discolor

En *P. discolor* a aplicación de ácido giberélico influyó en el comportamiento de la altura de la planta a los 45 días (Cuadro 6). La concentración de 50 ppm difirió del resto de tratamientos y presentó la mayor altura. Los tratamientos no mostraron diferencias para el resto de las medidas, y alcanzaron bajos niveles de germinación con 41 días a la emergencia y una media de 0,4 % a los 10 y 15 días, 1,3 % a los 30 días y 6,2 % a los 45 días. La altura promedio fue 0,3 cm a los 10 días, 0,4 cm a los 15 días y 0,7 cm a los 30 días.

Cuadro 6. Efecto de la concentración de ácido giberélico para la altura de la planta a los 45 días en la especie *Piptocoma discolor*. Provincia de Pastaza, Ecuador. 2014.

Table 6. Observed effect after 45 days application of gibberellic acid concentration reflected on height of *Piptocoma discolor* species. Pastaza province, Ecuador. 2014.

Concentración de ácido giberélico, ppm	Altura de la planta a los 45 días, cm
50	0,83 a
100	0,55 b
0	0,03 b
Valor de P	0,0156
EE (±)	0,11

a, b: valores con letras comunes no difirieron para P<0,05 (Duncan, 1955) / a, b: values with common letters did not differ from P<0.05 (Duncan, 1955).

Verbena officinalis

Los tratamientos utilizados en *V. officinalis* no mostraron diferencias para todas las medidas, se obtuvo una media de 62 días a la emergencia, 11 días a la aparición de la hoja verdadera, altura de 0,7 cm a los 10 días, 0,8 cm

a los 15 días, 1 cm a los 30 días y 1,25 cm a los 45 días. La germinación comenzó a partir de los 30 días con una media del 1% y a los 45 días del 6%.

Discusión

El análisis entre semillas de las especies indicó que *E. stipitata* y *S. cayenensis* fueron los que presentaron mejor respuesta a los tratamientos pregerminativos, y evidenciaron un aumento en la tasa de germinación, respecto a los valores obtenidos previo a la aplicación de tratamientos. En *V. officinalis* se identificó una disminución de la tasa de germinación, mientras que, en *P. discolor* no hubo respuesta a los tratamientos.

S. cayenensis reportó la mayor tasa y velocidad de germinación, lo cual pudo deberse a características endógenas, donde las giberelinas pueden intervenir en la inducción de la hidrolasa de la pared, lo cual debilita el endospermo y aumenta el potencial de crecimiento del embrión (Herrera et al., 2006), características que son diferentes para cada especie, por lo cual, presentan diferentes respuestas a la aplicación de tratamientos.

La interacción entre el diámetro de la semilla y la estratificación, pudo sugerir la presencia de una latencia morfofisiológica, donde las semillas con menor diámetro presentaron mayor dormancia embrionaria, como se demostró en *Calophyllum pinetorum* (Sánchez et al., 2002), en la cual, el uso de tratamientos con estratificación han sido estudiados (Hartmann et al., 2014). La aplicación de giberelinas también puede compensar los requerimientos de frío de las semillas (Taíz y Zeiger, 2006).

El diámetro de semilla también pudo influir en la masa de la cubierta seminal, donde las semillas de menor diámetro pueden presentar mayor masa de la cubierta seminal, como lo obtenido en *Calophyllum pinetorum* (Sánchez et al., 2002), y mayor resistencia a la aplicación de tratamientos con escarificación que buscan debilitar la cubierta, esto se reflejó en los resultados obtenidos en *E. stipitata*, donde las semillas con mayor diámetro y aplicación de escarificación obtuvieron mayores porcentajes de germinación.

Los resultados mostraron en *S. cayenensis* y *E. stipitata*, la posible presencia de una combinación de dormancia física y morfofisiológica (Hartmann et al., 2014), que fue superada con la combinación de tratamientos de estratificación y escarificación.

El efecto de almacenamiento en frío sin la aplicación de ácido giberélico (concentración de 0 ppm) y sin escarificación de ácido sulfúrico en *E. stipitata*, no presentó diferencias con el resto de tratamientos en el porcentaje de germinación a los 45 días, sin embargo, a los 65 días presentó el valor más alto en esta medida, alcanzando un 49% de germinación en las semillas con diámetro < a 8 mm.

En *S. cayenensis* el efecto de almacenaje en frío no mostró diferencias en la mayoría de tratamientos para la velocidad de germinación, y de igual forma para el porcentaje de germinación a los 45 días en las semillas con diámetro inferior a 2 mm. Esto indicó que en ambas especies, es la interacción entre el almacenamiento en frío y los tratamientos aplicados lo que mejoró la germinación.

En *E. stipitata*, las semillas almacenadas en refrigeración con diámetro > 9 mm, escarificación con ácido y la aplicación de 100 ppm de GA₃ presentaron mayores porcentajes de germinación, esta interacción, pudo demostrar lo que en forma individual otros autores plantearon para cada uno de estos factores en otras especies, donde se han indicado incrementos en el porcentaje de germinación con la aplicación de almacenamiento en frío (Hock et al., 2006), diámetro de la semilla (Tenorio-Galindo et al., 2008; Huerta y Rodríguez, 2011) escarificación con ácido (Jarma et al., 2007) y aplicación de giberelinas (Amador et al., 2013); sin embargo, estos tratamientos y las características de la semilla no mostraron efecto en el vigor germinativo.

En *S. cayenensis* las semillas de menor diámetro y aplicación de 100 ppm de GA₃, reportaron un mayor vigor germinativo y esto concuerda con lo citado para otras especies sin (Maranon y Grubb, 1993) y con aplicación

de 100 ppm de ácido giberélico (Saldívar-Iglesias et al., 2010), en el estudio que se utilizó ácido giberélico la germinación se vio influenciada por este producto, al igual que en este trabajo.

En *E. stipitata*, *S. cayenensis* y *P. discolor*, la aplicación de ácido giberélico mostró efectos en la altura de la planta, este efecto pudo deberse a que la hormona generó efectos de elongación celular (Taíz y Zeiger, 2006). En forma individual para cada especie se puede citar:

En *Eugenia stipitata*, estudios realizados en Brasil, donde la siembra fue inmediata a la cosecha, indicaron germinación lenta y no uniforme, y pudo tardar entre 45-90 días para iniciar el proceso (Do-Nascimento y De-Oliveira, 1999), datos que concuerdan con los resultados de este estudio. No se encontraron trabajos de escarificación con ácido sulfúrico para esta especie, pero los resultados indicaron que el tratamiento favoreció el intercambio de oxígeno con el medio y, por lo tanto, pudo mejorar el porcentaje de germinación.

En la medida altura de la planta, Geilfus (1994a) planteó que el crecimiento inicial es muy lento; en este sentido, Do-Nascimento y De-Oliveira (1999) indicaron que la especie presentó una altura de 7 a 16 cm a los dos meses desde la emergencia. Resultados similares se obtuvieron en esta investigación.

En *Inga spectabilis* el resultado de porcentaje de germinación fue similar a lo citado por Salazar et al. (2000), quienes manifestaron que la especie mostró entre 95 y 100% de germinación, que comenzó a los 4 días desde la siembra y finalizó entre 15 a 25 días posteriores. Cordero et al. (2003) manifestaron que las semillas del género *Inga* son recalcitrantes y su viabilidad dura un par de semanas.

En semillas endospermicas de la familia asterácea, el principal obstáculo para la germinación es la ruptura del endospermo. El tegumento se debilita por la interacción del ácido abscísico con las giberelinas así permite la emergencia de la radícula (Herrera et al., 2006). Los resultados de la presente investigación indicaron que la aplicación de ácido giberélico influyó en la altura de la planta, pero no en la germinación de *P. discolor*.

Si se comparan los resultados de las especies *Stachytarpheta cayennensis* y *Verbena officinalis*, que pertenecen a la misma familia botánica, se identificó que ambas poseen características completamente diferentes en la germinación y la altura de la planta hasta los 45 días, siendo más promisoría *Stachytarpheta cayennensis*.

Conclusiones

Las especies evaluadas presentaron diferentes características de germinación.

Las especies del género *Inga*, mostraron altos porcentajes de germinación sin requerir de tratamientos pregerminativos e independientemente del diámetro de la semilla.

El almacenamiento en frío y aplicación de tratamientos pregerminativos, favoreció las tasas de germinación de *E. stipitata* y *S. cayennensis*.

En *E. stipitata*, la interacción del almacenamiento en frío, el mayor diámetro de la semilla y la aplicación de 100 ppm de ácido giberélico, mejoró el porcentaje de germinación, alcanzando niveles satisfactorios.

En *S. cayennensis*, la interacción de diámetro < 2mm y aplicación de 100 ppm de ácido giberélico, incrementaron la velocidad de germinación, y las aplicaciones de 50 y 100 ppm de GA₃, independiente del diámetro de semilla, permitieron alcanzar niveles satisfactorios de germinación.

La mayor altura de la planta a los 45 días en *S. cayennensis*, se obtuvo con la aplicación de 100 ppm de GA₃; asimismo, en *E. stipitata* a los 45 días, la mayor altura se dio con la interacción de la semilla de mayor diámetro sin aplicación de escarificación, mientras que en *P. discolor* fue la concentración de 50 ppm la que reportó mayor altura.

V. officinalis no mostró respuesta a los tratamientos aplicados para la velocidad y porcentaje de germinación y altura de la planta.

Literatura citada

- Aguirre, J., R. Alonso, C. Ortega, A. Gómez, y R. Magaña. 2008. Métodos inductivos para maximizar la germinación de semilla de germoplasma nativo en vivero para sistemas silvopastoriles en Nayarit, Méx. *Zootec. Trop.* 26:355-358.
- Amador, K., J. Díaz, S. Loza, y Y. Bivián. 2013. Efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de dos especies de *Ferocactus* (cactaceae). *Polibotánica* 35:109-131.
- Baskin, J., and C. Baskin. 2004. A classification system for seed dormancy. *Seed Sci. Res.* 14:1-16.
- Burbano, E. 1990. Efecto de la escarificación química en la calidad de semilla de *Centrosema* spp. durante el almacenamiento. *Agron. Mesoam.* 1:63-67.
- Cordero, J., D. Boshier, y A. Barrance. 2003. *Inga* sp. En: J. Cordero et al., editores, Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, CRC. p. 598-604.
- Di-Rienzo J., F. Casanoves, M. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada, y C. Robledo. 2014. InfoStat 2014. Grupo InfoStat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, ARG. <http://www.infostat.com.ar> (consultado 01 jun. 2015).
- Díaz-Filho, M. 1996. Germination and emergence of *Stachytarpheta cayennensis* and *Ipomoea asarifolia*. *Planta Daninha.* 14:118-126.
- Do-Nascimento, S., y F. De-Oliveira. 1999. Arazá (*Eugenia stipitata*) cultivo y utilización. Secretaría Pro Témpore, Manaus, BRA.
- Duncan, D. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics* 11:1-42.
- Erazo, G., J. Izurieta, P. Cronkleton, L. Larson, y L. Putzel. 2014. El uso de pigüe (*Piptocoma discolor*) por los pequeños productores de Napo, Ecuador. *CIFOR* 24:1-6.
- Escobar, C., J. Zuluzaga, y A. Martínez. 1996. El cultivo de arazá. Corpoica, Florencia, Caquetá, COL.
- FAO. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. FAO, Roma, ITA.
- Gálvez, C. 2004. Almacenamiento y conservación de semillas. En: Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, editor, Material vegetal de reproducción, conservación y tratamiento. Junta de Andalucía, Andalucía, ESP. p. 131-148.
- García, J., J. Trujillo, y M. Gómez. 2007. Manual de manejo de cosecha y postcosecha de frutos de arazá (*Eugenia stipitata* Mc.Vaught) en la Amazonía colombiana. SINCHI, Bogotá, COL.
- Geilfus, F. 1994a. Familia de la guayaba (Mirtáceas): el arazá. En: F. Geilfus, editor, El árbol al servicio del agricultor: manual de agroforestería para el desarrollo rural. Vol. 2. ENDA-CARIBE/CATIE, Turrialba, CRC. p. 179-180.
- Geilfus, F. 1994b. Familia del tamarindo (Leguminosa): los guarumos dulces. En: F. Geilfus, editor, El árbol al servicio del agricultor: manual de agroforestería para el desarrollo rural. Vol. 2. ENDA-CARIBE/CATIE, Turrialba, CRC. p. 141-142.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza. 2015. Base de datos meteorológicos estación Pindo Mirador. Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza, Pastaza, ECU.
- González, E. 1991. Recolección y germinación de semillas de 26 especies arbóreas del bosque húmedo tropical. *Rev. Biol. Trop.* 39:47-51.
- Hartmann, H., F. Kester, F. Davies, and R. Geneve. 2014. Hartmann and Kester's plant propagation: principles and practices. 8th ed. Pearson Prentice Hall, Delhi, IND.
- Herrera, J., R. Alízaga, E. Guevara, y V. Jiménez. 2006. Germinación y crecimiento de la planta. Editorial Universidad de Costa Rica, San José, CRC.

- Herrera, M. 2013. Métodos estadísticos alternativos de análisis con variables discretas y categóricas en investigaciones agropecuarias. Tesis Dr., Universidad Agraria de la Habana, San José-Mayabeque, CUB.
- Hock, S., S. Knezevic, C. Petersen, J. Eastin, and A. Martin. 2006. Germination techniques for common lambsquarters (*Chenopodium alnum*) and Pennsylvania smartweed (*Polygonum pennsylvanicum*). *Weed Technol.* 20:530-534.
- Huerta, R., y D. Rodríguez. 2011. Efecto del tamaño de semilla y la temperatura en la germinación *Quercus rugosa* Née. *Rev. Chapingo* 17:179-187.
- INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). 2011. Anuario meteorológico. No 51-2011. INAMHI, Quito, ECU.
- Jarma, A., J. Arbeladez, y J. Clavijo. 2007. Germinación de *Ischaemum rugosum* Salisb. en respuesta a estímulos ambientales y químicos. *Rev. Temas Agrarios* 12(2):31-41.
- Lewak, S., and K. Anwar. 1977. Mode of action of gibberellic acid and light on lettuce seeds germination. *Plant Physiol.* 60:575-577.
- Maranon, T., and P.J. Grubb. 1993. Physiological basis and ecological significance of the seed size and relative growth rate relationship in mediterranean annuals. *Func. Ecol.* 7:591-599.
- Marín, O., G. Castaño, y G. Gómez. 2012. Fenología del guamo *Inga edulis* (Fabales: Mimosoideae) en dos agroecosistemas del Quindío, Colombia. *Rev. Invest. Univ. Quindío* 23:127-133.
- Mariscal, A. 2016. Local baseline knowledge for conservation and restoration of degraded ecosystems in Ecuador. Thesis Dr., Faculty of Forest Sciences Southern Swedish Forest Research Centre, Alnarp, SWE.
- Moreira, R., G. Costa, T. López, J. Bezerra, R. Guerra, M. Rebelo, e M. Ribeiro. 2006. Efeito leishmanicida *in vitro* de *Stachytarpheta cayennensis* (Rich.) Vahl (Verbenaceae). *Rev. Bras. Farmacogn.* 17:59-64.
- Navarro, M., G. Febles, V. Torres, y A. Noda. 2010. Efecto de la escarificación húmeda y seca en la emergencia de plántulas de *Albizia lebbek* (L.) Benth. *Pastos y Forrajes* 33(3):2-10.
- Nord, E., L. Gunter, and S. Graham. 1971. Gibberellic acid breaks dormancy and hastens germination of creeping sage. *Res. Note PSW-RN-259*. USDA, Berkeley, CA, USA.
- O'Leary, N., M. Múlgara, y O. Morrone. 2007. Revisión taxonómica de las especies del género *Verbena* (Verbenaceae). *Ann. Mo. Bot. Gard.* 94:571-621.
- Olayiwola, G., O. Ukponmwan, and D. Olawode. 2013. Sedative and anxiolytic effects of the extracts of the leaves of *Stachytarpheta cayennensis* in mices. *Afr. J. Tradit. Complement. Altern. Med.* 10:568-579.
- Oliveira, J., E. Prendes, A. Khouri, y J. García. 2007. Evaluación de un método de escarificación mecánica en la germinación de semillas de leguminosas pratenses. *Pastos* 38:179-191.
- Onofre, S., Z. Quinteiro-dos-Santos, F. Kagimura, and S. Matiello. 2015. Antifungal activity of the aqueous extract of *Stachytarpheta cayennensis*, (Rich.) Vahl. (Verbenaceae), on oral candida species. *J. Med. Plants Res.* 9(2):42-47.
- Orantes, C., T. Mila, y E. Garrido. 2013. Viabilidad y germinación de semillas de tres especies arbóreas nativas de la selva tropical, Chiapas, México. *Polibotánica* 36:117-127.
- Ríos, M., H. Borgtof, M. Koisol, y G. Granda. 2008. La colección etnobotánica del herbario QCA. En: M. Ríos et al., editores *Plantas útiles del Ecuador: aplicaciones, retos y perspectivas*. Abya Yala, Quito, ECU. p. 247-544.
- Rocuant, T. 1984. Efecto de giberelina y de tiourea en la germinación de semillas: Especies del género *Nothofagus*. *Bosque* 5(2):53-58.
- Salazar, R., C. Soihet, y J. Méndez. 2000. *Inga edulis* Mart. En: R. Salazar et al., editores, *Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, CRC. p. 73-74.

- Saldívar-Iglesias, P., A. Laguna-Cerdas, F. Gutiérrez-Rodríguez, y M. Domínguez-Galindo. 2010. Ácido giberélico en la germinación de semillas de *Jaltomata procumbens* (Cav.) J. L. Gentry. *Agron. Mesoam.* 21:327-331.
- Sanabria, D., R. Silva, M. Oliveros, y H. Barrios. 2001. Escarificación química y térmica de semillas subterráneas de *Centrosema rotundifolium*. *Bioagro* 13:117-124.
- Sánchez, J., B. Muñoz, Y. Cuesta, y Y. Torres. 2002. Correlación entre el tamaño de la semilla, la dormancia, la germinación y el vigor de las plántulas de *Calophyllum pinetorum*. *Rev. Jard. Bot. Nac.* 23:75-84.
- Taíz, L., y E. Zeiger. 2006. *Fisiología vegetal*. Universitat Jaume, CA, USA.
- Tenorio-Galindo, D.A. Rodríguez-Trejo, y G. López-Ríos. 2008. Efecto del tamaño y color de la semilla en la germinación de *Cecropia obtusifolia* Bertol (Cecropiaceae). *Agrociencia* 42:585-593.