

MANEJO SUSTENTABLE DE TIERRAS Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

Indicadores de calidad de semillas y plántulas de dos especies del género *Cedrela* cultivadas en vivero con fines de restauración en condiciones amazónicas.¹

Seed and plant quality marks of two species from *Cedrela* cultivate on a nursery garden for restoration on amazon condition.

Diego Armando Ureta Leones², Mónica Mishell
Ocaña Martínez, Araceli Gladys Medina Gahona,
Wellington Víctor Yunga García, Yudel García
Quintana y Yasiel Arteaga Crespo

²Universidad Estatal Amazónica, Ecuador
diego_slade@hotmail.com

Recibido: 17/06/2019

Aceptado: 20/11/2019

Publicado: 27/12/2019

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar los indicadores de calidad de las semillas y plantas de dos especies del género *Cedrela* (*Cedrela odorata* y *Cedrela fissilis*) con la finalidad de restaurar áreas degradadas por la actividad de silvopastura. El trabajo se desarrolló en el vivero forestal del campus principal de la Universidad Estatal Amazónica, y abarcó la etapa de control del proceso de germinación y desarrollo morfológico de dichas plantas. En la etapa de germinación se determinó la masa, pureza, capacidad germinativa, energía germinativa, valor útil, inicio de germinación, tiempo medio de germinación y vigor germinativo; así como se realizaron pruebas de viabilidad con tetrazolio al 1%. En fase de vivero evaluaron los parámetros: Índice de calidad de Dickson, esbeltez, y relación peso seco aéreo-peso seco radical. Se determinó que la calidad de las plantas está dada por el comportamiento de los parámetros morfofisiológicos. Las dos especies de las semillas presentaron un alto porcentaje de viabilidad como indicador de su buena calidad. El desarrollo morfométrico fue adecuado, lo cual indica mayor capacidad para transportar agua y nutrientes, como reflejo de su potencialidad para sobrevivir y crecer. Los resultados demostraron que los parámetros de calidad constituyen una herramienta de diagnóstico que permite pronosticar su aptitud a partir de su respuesta postransplante, capacidad de supervivencia, potencialidad de crecimiento y aclimatación como respuesta a los programas de restauración ecológica en condiciones amazónicas.

PALABRAS CLAVE: especies forestales, indicadores de calidad, vivero.

ABSTRACT

The objective of the investigation was to evaluate the seed and plant quality marks of two species of *Cedrela* (*Cedrela odorata* and *Cedrela fissilis*) gender with the finality of restoration of degraded areas by the silvopasture. The work has been developed on a nursery garden campus of the Amazon State University, and includes the control stage of germination process and the morphological development of the plants. At the germination stage we determinate the mass, purity, capacity to germinate, energy to germinate, useful value, germination start, average time for germination and vigor for germinate; we also made tests of viability with tetrazolium at 1%. At

¹ Tercer Premio en el IX Taller Estudiantil Internacional sobre Medio Ambiente (TEIMA '2019)

nursery stage we evaluate the parameters: Dickson's quality index, slenderness and the relation aerial dry-radical dry weight. We determinate that plant quality is related with the morphophysiological parameters. The two seed species present a high viability as a mark of its high quality. The morphometric development was adequate, this indicate higher capacity to transport water and nutrients, as reflect of its potentiality to survive and growth. The results show that quality markers are an effective diagnosis tool to foreseen its aptitude, survival capacity, grow potentiality and acclimatization responding to the ecological restoration program on the amazon condition.

KEYWORDS: forest species, nursery, quality marks.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad es cada vez más importante el éxito de los programas de reforestación y restauración de ecosistemas degradados y vulnerables, con especies forestales que permitan resistir las disímiles condiciones ambientales que presenta el trópico y de manera particular la Amazonía ecuatoriana, reconocida por su megadiversidad y por formar parte del ciclo de carbono que mantiene un ecosistema equilibrado; sin embargo, ella está expuesta constantemente a factores como la expansión de la frontera agrícola, la ganadería intensiva, destrucción de los bosques, entre otros flagelos, lo cual causa impactos socio-ambientales en los bosques tropicales amazónicos (Bravo *et al.*, 2017).

Para dar cumplimiento a las actividades de restauración se requiere como proceso inicial el conocimiento de la germinación y el estudio de calidad de las plantas producidas en vivero, de manera tal que se pueda seleccionar el material idóneo para cada condición de sitio. La calidad morfológica de una planta está dada por un conjunto de caracteres o atributos en estándares establecidos, tanto de naturaleza cualitativa como cuantitativa. La morfología es el resultado de las características genéticas, las condiciones ambientales del vivero y las prácticas de cultivo empleadas, como la fecha de siembra, la densidad de cultivo, el grado de sombreo, el régimen de fertilización y riego, las podas aéreas, etc. (Mexal y Landis, 1990).

Para caracterizar la calidad de una planta se han empleado multitud de atributos morfológicos (Duryea, 1985; Thompson, 1985; Mexal y Landis, 1990; Villar, 2003). Los más utilizados han sido la altura, el diámetro del cuello de la raíz y el peso seco de la raíz y la parte aérea (South, 2000); todos ellos descriptores del grado de desarrollo de la planta. Además, se han usado índices o relaciones morfológicas, que resultan de la combinación de dos o más atributos morfológicos, como por ejemplo, el índice de Dickson, la esbeltez (cociente entre la altura y el diámetro en el cuello de la raíz) y la relación entre el peso seco de la parte aérea y la radical. Estos índices reducen dificultades interpretativas que los atributos morfológicos poseen al considerarlos de forma individualizada, sobre todo, cuando se analiza el equilibrio entre el desarrollo de la parte aérea o transpirante y la radical o absorbente (Thompson, 1985). También existen otros criterios tomados en consideración como atributos de calidad morfológica de plantas forestales, tales como morfología del sistema radical, peso seco, volumen, longitud, y arquitectura (Romero *et al.*, 1986; Brissette *et al.*, 1991; Navarro y Calvo, 2003).

El objetivo de este trabajo fue evaluar parámetros de calidad morfológica de semillas y plántulas de dos especies del género *Cedrela* (*Cedrela odorata* y *Cedrela fissilis*), promisorias para la restauración de áreas degradadas a causa de la actividad de silvopastura como estrategia para el manejo sostenible de los recursos forestales en condiciones amazónicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el vivero forestal del campus principal de la Universidad Estatal Amazónica, ubicado en el km. 2^{1/2} vía Puyo a Tena (Paso Lateral), cantón Pastaza, provincia Pastaza. El área de aviveramiento se caracteriza por un ambiente tropical donde la precipitación anual alcanza 4 000 mm, la temperatura varía entre 15°C a 25°C. La humedad relativa es de 80%. Para la germinación se obtuvo como material reproductivo semillas de dos especies de plantas forestales del género *Cedrela* (*C. odorata*), provenientes de la provincia Pastaza, y (*C. fissilis*), proveniente de la provincia Esmeraldas.

Las semillas fueron cosechadas de árboles con buenas características fenotípicas (fuste recto, sin bifurcaciones, copa vigorosa, ramas plagiotrópicas y estado fitosanitario sano), como lo establece Ministerio de Agricultura y Ganadería (2006) para la selección de árboles semilleros. El sustrato empleado fue adquirido a través de compra directa al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Pastaza (ECO ABONO PUYO), el cual estuvo libre de contaminación de elementos patógenos, con pH de ocho (8), capacidad de intercambio catiónico de -6.4 y una conductividad electrolítica de -23,4, considerado óptimo para el establecimiento de las especies forestales en fase de vivero. El envase utilizado fue bandejas de tubetes plásticos con un volumen de 135 cm³.

Para la determinación de las mediciones morfométricas de las semillas se registraron las dimensiones principales longitud (L), ancho (W) y grosor (T), las cuales se midieron utilizando un calibrador digital STANLEY con una precisión de ± 0.05 mm; seguidamente se calculó el diámetro medio aritmético (Da), diámetro medio geométrico (Dg), volumen de semilla (S) y relación de largo y ancho (L/W), según la metodología descrita por (Mohsenin, 1986). Con la información obtenida de los datos morfométricos de las semillas se determinaron los parámetros estadísticos descriptivos (mínimo, máximo, media, desviación estándar y varianza), y se realizó una matriz de correlación de Pearson, lo cual se llevó a cabo mediante el uso del programa estadístico SPSS ver. 22.0.

Se realizó la prueba de viabilidad de semillas en el Laboratorio de Biología de la Universidad Estatal Amazónica, mediante las normas de la International Seed Testing Association (2014), las semillas de las dos especies fueron colocadas en agua durante 24 horas; posteriormente se adicionó en una solución de tetrazolio (2, 3, 5- cloruro trifeníl tetrazolio) al 1% durante dos horas en estufa a 40°C, a partir de los criterios de Rao *et al.* (2007).

La evaluación del proceso de germinación de la semilla se llevó a cabo diariamente con el conteo físico del número de semillas germinadas por cada especie. Esta información proporcionó los datos necesarios para calcular los parámetros de germinación relacionados con la capacidad germinativa, energía germinativa, valor útil, inicio de germinación, tiempo medio de germinación, vigor germinativo, según lo descrito por (Sotolongo *et al.*, 2011).

La determinación de los atributos morfológicos de la planta se llevó a cabo al final del período de cultivo en vivero a una muestra de 64 plantas por especie, donde se determinaron los siguientes parámetros:

- *Altura (h)*, se midió cada individuo con una regla graduada en cm.
- *Diámetro en el cuello de la raíz (DCR)*, se midió con un calibrador digital STANLEY en mm.
- *Peso de las plantas (BIOMASA)*, se sacrificó una muestra de 10 plantas por cada especie, las cuales fueron colocados en la estufa a una temperatura de 60°C durante 48 horas y posteriormente cada fracción de las plántulas fueron pesadas en una balanza analítica

sartorius con error 0.01 g, para obtener el peso seco de la biomasa aérea y radical. Peso seco de la parte aérea (PSA). Indica la capacidad de resistencia de las plantas, el peso seco de la parte radical (PSR). Caracteriza la masa total de raíces y el peso seco total (PST).

Se determinaron índices morfológicos de calidad de la planta forestal, a partir de lo propuesto por Oliet (2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La morfometría de las semillas de *C. odorata* y *C. fissilis* analizadas a través de los estadísticos descriptivos manifestó un patrón general de comportamiento poco variado en las medidas de forma y tamaño; el volumen de semillas resultó el de mayor variabilidad en ambas especies, por lo que podría estar asociado al peso y estructura de estas (*tabla 1*). Estos resultados demuestran que las dimensiones ortogonales de las semillas responden a patrones de variabilidad de tipo ambiental determinado fundamentalmente por las condiciones de heterogeneidad del hábitat, topografía, y fisiografía y, como en el caso de estudio las semillas proceden de cinco árboles cosechados de un mismo sitio, la variación fue poca.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de los parámetros morfométricos de las semillas de *C. odorata* y *C. fissilis*.

<i>Cedrela odorata</i>					
VARIABLES	Mínimo	Máximo	Media	D. estándar	Varianza
Largo	2.32	2.59	2.5192	0.0416	0.0017
Ancho	0.69	0.8	0.7623	0.0260	0.0007
Grosor	0.06	0.11	0.0848	0.0136	0.0002
Diámetro aritmético	1.07	1.15	1.1220	0.0184	0.0003
Diámetro geométrico	0.31	0.67	0.4902	0.0877	0.0077
Volumen de semillas	3.9	4.69	4.4395	0.1353	0.0183
Relación Largo/Ancho	2.94	3.64	3.3089	0.1276	0.0163
<i>Cedrela fissilis</i>					
VARIABLES	Mínimo	Máximo	Media	D. estándar	Varianza
Largo	2.69	2.88	2.7764	0.0352	0.0012
Ancho	0.83	0.94	0.8841	0.0211	0.0004
Grueso	0.08	0.15	0.1172	0.0174	0.0003
Diámetro aritmético	1.21	1.29	1.2592	0.0156	0.0002
Diámetro geométrico	0.59	1.11	0.8634	0.1323	0.0175
Volumen de semillas	5.11	5.85	5.4894	0.1307	0.0171
Relación Largo/Ancho	2.96	3.37	3.1416	0.0812	0.0066

Fuente: Elaboración propia.

Las variables morfométricas en las semillas de las dos especies en estudio mostraron una correlación altamente significativa ($p \leq 0.05$), expresada a través de la matriz de correlación de Pearson, lo que demuestra la estrecha relación entre las variables asociadas al tamaño y la forma de las semillas. Las variables asociadas al ancho, grosor, diámetro aritmético y geométrico manifestaron una correlación negativa con la variable relación largo-ancho (*tabla 2 y 3*).

Tabla 2. Matriz de correlación de Pearson entre los parámetros morfométricos de las semillas de *C. odorata*.

	Largo	Ancho	Grosor	DA	DG	VS	RLA
Largo	1	0.013	0.021	0.756**	0.121	0.941**	0.401**
Ancho		1	0.485**	0.605**	0.612**	0.326**	-0.910**
Grosor			1	0.501**	0.982**	0.281*	-0.433**
DA				1	0.628**	0.926**	-0.243
DG					1	0.403**	-0.508**
VS						1	0.091
RLA							1

Nota: Diámetro aritmético (DA), Diámetro geométrico (DG), Volumen de semillas (VS), Relación Largo/Ancho (RLA). **Fuente:** *Elaboración propia*.

Tabla 3. Matriz de correlación de Pearson entre los parámetros morfométricos de las semillas de *C. fissilis*.

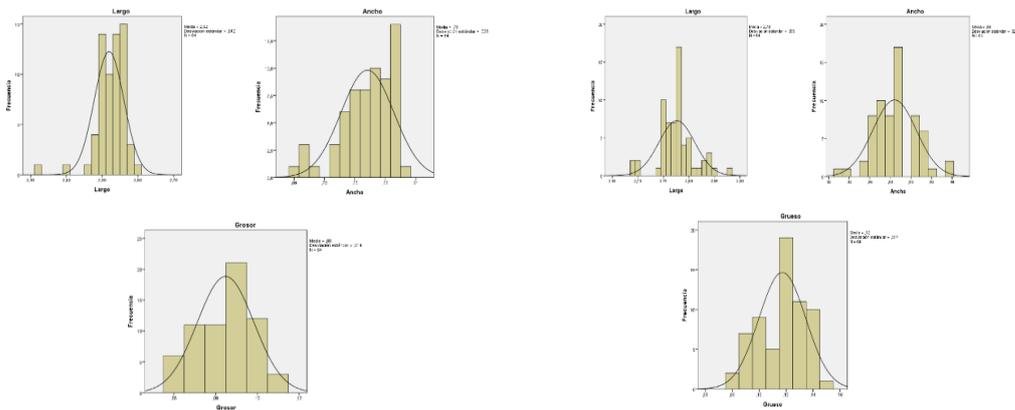
	Largo	Ancho	Grueso	DA	DG	VS	RLA
Largo	1	0.105	-0.009	0.790**	0.082	0.947**	0.396**
Ancho		1	0.122	0.550**	0.280*	0.354**	-0.870**
Grueso			1	0.402**	0.984**	0.214	-0.119
DA				1	0.532**	0.937**	-0.120
DG					1	0.332**	-0.219
VS						1	0.141
RLA							1

Nota: Diámetro aritmético (DA), Diámetro geométrico (DG), Volumen de semillas (VS), Relación Largo/Ancho (RLA). **Fuente:** *Elaboración propia*.

En la *figura 1* a y b se representa la distribución de las métricas relacionadas con la forma y tamaño de las semillas de *C. odorata* y *C. fissilis*, las cuales adoptan un comportamiento con tendencia gaussiano, característico de la simetría encontrada en las mediciones de largo, ancho y grosor de las semillas de ambas especies, lo que corrobora la poca variabilidad encontrada, aunque es notorio destacar que las semillas de *C. fissilis* presentaron una mayor asimetría.

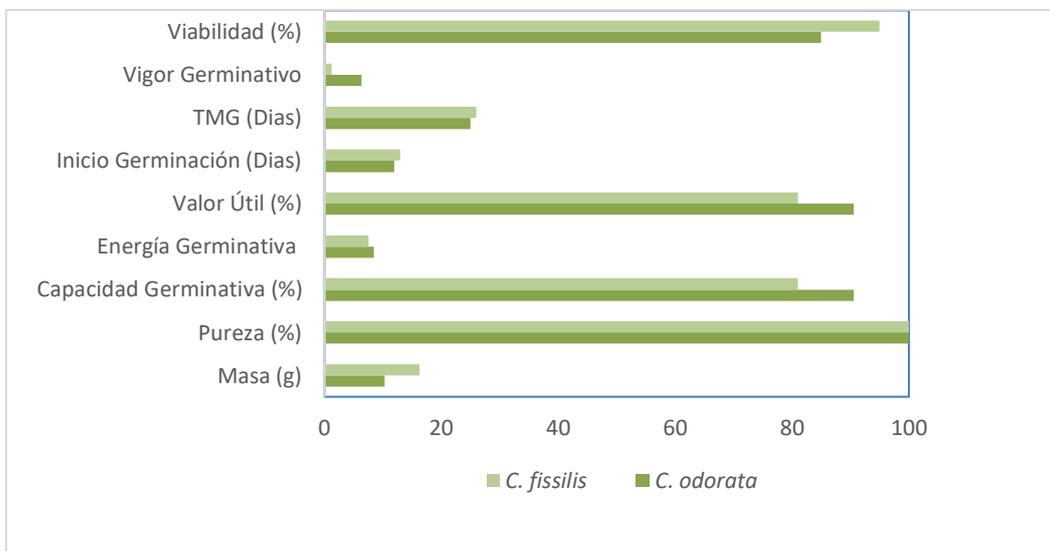
La *figura 2* muestra el comportamiento de los indicadores de *calidad de las semillas* de las dos especies estudiadas del género *Cedrela*, en la cual la especie de *C. fissilis* presenta una viabilidad de 95% superior a *C. odorata* con un 85%. Estudios similares en cuanto a este parámetro fueron reportados para la especie *C. odorata* (Espitia *et al.*, 2017). El porcentaje de valor útil, capacidad germinativa y energía germinativa fueron superiores en la especie *C. odorata*, aunque no fueron representativos para reportar diferencias entre estas, en cambio, el inicio de germinación y la pureza de las semillas indicaron similares resultados. La especie de *C. odorata* presentó un mejor vigor germinativo, lo cual determina rapidez y uniformidad en el proceso de desarrollo de plantas de calidad en condiciones de campo o de vivero como lo establece (Association of Official Seed Analysts, 1983).

Figura 1. Distribución de las métricas relacionadas con la forma y tamaño de las semillas de *C. odorata* (a) y *C. fissilis* (b).



Fuente: Elaboración propia.

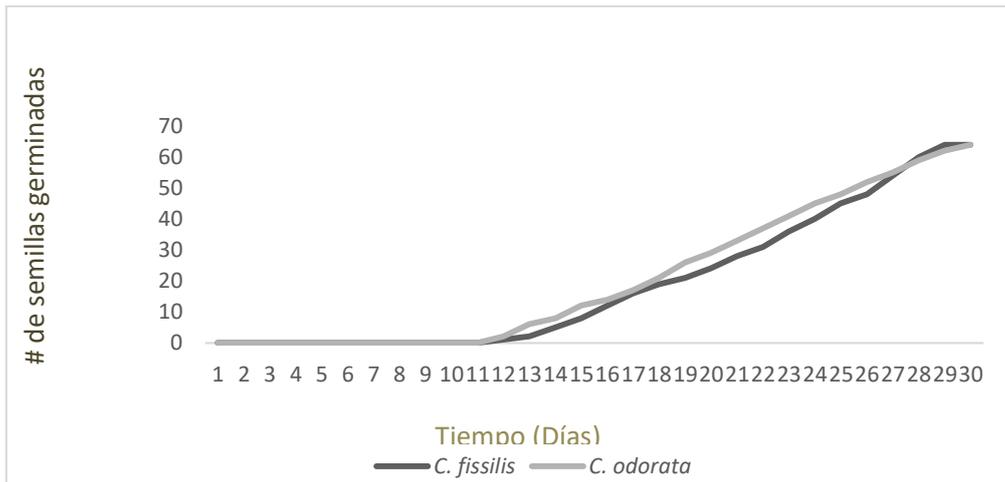
Figura 2. Indicadores de calidad de semillas de las dos especies estudiadas del género *Cedrela*.



Fuente: Elaboración propia.

La *curva de germinación acumulada* adopta al final del período de evaluación un patrón sigmoidal (*figura 3*), lo que denota estabilidad en el crecimiento de las plantas en el vivero. Este comportamiento estuvo precedido de una fase constante comprendida entre la siembra y el inicio de germinación (0-10 días), y luego el inicio de la fase exponencial donde el número de semillas germinadas fue en forma acelerada hasta quedar finalmente en su fase estacionaria en las dos especies de estudio.

Figura 3. Curvas de germinación acumulada que describe el comportamiento de germinación en las dos especies del género *Cedrela*.

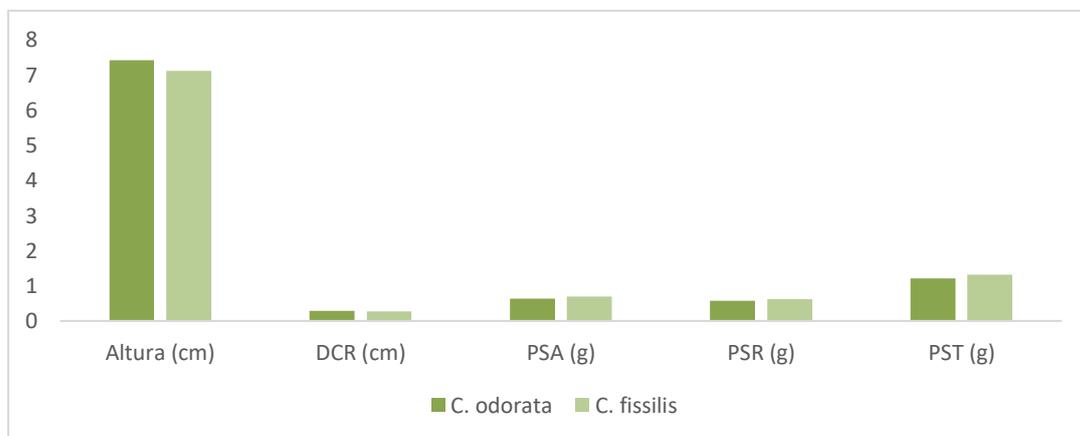


Fuente: Elaboración propia.

Las plantas mostraron similar *crecimiento en altura*, diámetro en el cuello de la raíz y masa seca, en las mismas condiciones ambientales de vivero, sus valores promedios son satisfactorios para el desarrollo inicial de ambas especies de género *Cedrela* en estudio (figura 4). El diagnóstico en vivero de los parámetros morfológicos del crecimiento de las plantas aportó información valiosa desde el punto de vista práctico, pues permite seleccionar las especies aptas para soportar condiciones adversas donde se realizan las actividades de restauración forestal.

La variable *altura* de la planta es un indicador del grado de desarrollo de la parte aérea. El *diámetro* en el cuello de la raíz se considera un predictor de la supervivencia y desarrollo y por lo tanto ofrece una relación muy favorable de la capacidad de pronóstico de respuesta en campo. Este brinda una aproximación de la sección transversal de transporte de agua, de resistencia mecánica de la planta y de la capacidad relativa para tolerar altas temperaturas en la superficie del suelo (Castillo, 2001 y Landis *et al.*, 2000).

Figura 4. Evaluación de los parámetros morfológicos en las dos especies del género *Cedrela*.



Fuente: Elaboración propia.

La *tabla 4* muestra los resultados de los *atributos de calidad* de la planta de las dos especies del género *Cedrela* estudiados en condiciones de vivero, indicando que ambas especies muestran parámetros adecuados para ser consideradas como plantas de calidad para los programas de reforestación en zonas degradadas. Estos resultados se corresponden con lo reportado por Montoya y Cámara (1996), y Delgado (2009).

Tabla 4. *Indicadores de calidad morfológica de las dos especies del género Cedrela.*

Especie	Grado de Lignificación	PA/PR	Esbeltez	Calidad de Dickson	Balance Hídrico
<i>C. odorata</i>	11.74	1.07	25.84	1.12	0.31
<i>C. fissilis</i>	10.26	1.11	27.29	1.17	0.31

Fuente: *Elaboración propia.*

Según Oliet (2000), los *atributos de calidad* de la planta son la resultante de los parámetros morfológicos y fisiológicos. La *esbeltez* permite estimar la resistencia mecánica de la planta frente al viento o la sequía, recomendando valores bajos. La *esbeltez* es la relación altura-diámetro del cuello de la raíz y constituye un indicador muy similar al diámetro del cuello de la raíz en su capacidad de predicción del crecimiento y la supervivencia en plantación e incluso superior. Su cálculo permite una estimulación de la resistencia mecánica de la planta durante las operaciones de plantaciones o frente a vientos fuertes (Mateo *et al.*, 2011 y Castillo, 2001).

La relación PA-PR indica que las plantas con valores más bajos sobreviven mejor, lo cual se debe al reducirse la superficie transpirante respecto a la absorbente. El *índice de calidad de Dickson* (Qi) expresa la potencialidad de la planta en relación con la supervivencia y el crecimiento. La proporción tallo – raíz se refiere a la proporción de la biomasa de la parte aérea con respecto a la raíz. Una proporción mayor de tres incrementa gradualmente las probabilidades de desequilibrio hídrico, y pone en serio peligro la supervivencia de la planta.

CONCLUSIONES

Las variables morfométricas de las semillas de *C. odorata* y *C. fissilis* analizadas a través de los estadísticos descriptivos manifestaron un patrón general de comportamiento poco variado en las medidas de forma y tamaño de las semillas, el volumen resultó el de mayor variabilidad, asociado al peso y estructura de la semilla, la poca variabilidad se debe a las procedencias de un mismo sitio, lo que se manifiesta por la homogeneidad del hábitat.

Las dos especies en estudio manifestaron un crecimiento similar en las medidas morfométricas, lo cual es un indicador de su capacidad para realizar funciones fisiológicas y su alta potencialidad para sobrevivir y crecer en las disímiles condiciones ambientales de la Amazonía.

Los atributos de calidad de la planta forestal reflejaron, a través del índice de Dickson, *esbeltez*, *balance hídrico* y la relación PA-PR, que las dos especies se encuentran dentro de los estándares de calidad y, por consiguiente, pueden ser empleadas para los programas de restauración en áreas degradadas en condiciones amazónicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Association of Official Seed Analysts. (1983). *Seed Vigor Testing Handbook: Contribution No. 32 to the Handbook on Seed Testing*.
- Bravo, C., Marín, H., Marrero-Labrador, P., Ruiz, M. E., Torres-Navarrete, B., Navarrete-Alvarado, H. y Changoluisa-Vargas, D. (2017). Evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de producción de la provincia de Napo, Amazonía ecuatoriana. *Bioagro*, 29(1), 23-36. <https://cutt.ly/MyLhpDL>
- Brissette, J.C., Barnett, J.P. y Landis, T.D. (1991). Container seedlings en Duryea, M.L. y Dougherty, P.M. (Eds.) *Forest Regeneration Manual* (pp.117-141). Kluwer Academic Publishers. <https://cutt.ly/9yLhicg>
- Castillo, I. (2001). *Efecto del sustrato en el cultivo de la especie Eucaliptus grandis en vivero utilizando tubetes plásticos en la EFI Guanahacabibes* [Tesis de maestría no publicada]. Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- Delgado, M. (2009). *Comportamiento de los parámetros de calidad de la Genipa americana con sustratos orgánicos en viveros con tubetes*. [Tesis de maestría no publicada]. Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- Duryea, M.L. (1985). Evaluating seedling quality: importance to reforestation. En M.L. Duryea (Ed.). *Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests* (pp.1-4). Oregon State University. <https://rngr.net/publications/evaluating>
- Espitia-Camacho, M., Araméndiz-Tatis, H. y Cardona-Ayala, C. (2017). Características morfométricas, anatómicas y viabilidad de semillas de *Cedrela odorata* L. y *Cariniana pyriformis* Miers. *Agronomía Mesoamericana*, 28(3), 605-617. <https://doi.org/10.15517/ma.v28i3.26287>
- International Seed Testing Association. (2014). *International rules for seed testing*. 2014. Editorial Battersdorf.
- Landis, T.D, Tinus, R.W., Mc Donal, S.E. y Barnett, J.P. (2000). *The container Tree Nurse manual*, 2 Agric. Handbook. 674. Department of Agriculture, Forest Service.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2016). Manual de procedimientos: Identificación de Fuentes Semilleras y Árboles Plus. Dirección de Desarrollo forestal.
- Mateo-Sánchez, J.J., Bonifacio-Vázquez, R., Pérez-Ríos, S.R., Mohedano-Caballero, L. y Capulín-Grande, J. (2011). Producción de (*Cedrela odorata* L.), en sustrato a base de aserrín crudo en sistema tecnificado en Tecpan de Galeana, Guerrero, México. *Ra Ximhai*, 7(1), 123-32. <https://cutt.ly/JyLh5ek>
- Mexal, J.G. y Landis, T.D. (1990). Target seedling concepts: height and diameter in *Target seedling symposium: proceedings, combined meeting of the Western Forest Nursery Associations* (pp.17-36). https://www.fs.fed.us/rm/pubs_rm/rm_gtr200.pdf
- Mohsenin, N.N. (1986) Propiedades físicas de materiales de plantas y animales. Gordon y Breach Science Public. ISBN 9780677213705.

- Montoya, J.M. y Cámara, M.A. (1996). *La planta y el vivero forestal*. Mundi-Prensa Libros.
- Navarro, C.R. y Calvo, M.J. (2003). Efecto de la fertilización de crecimiento con nitrógeno sobre la arquitectura y el contenido de almidón en la raíz de brinzales de *Pinus halepensis* Mill.; *Pinus pinaster* Aiton.; *Pinus pinea* L. *Scientia gerundensis*, 26, 29-39. <https://core.ac.uk/download/pdf/39032878.pdf>
- Oliet J.A. (2000). *La calidad de la planta forestal en vivero*. Editorial ETSIAM.
- Rao, N.K., Hanson, J., Dulloo, M.E., Ghosh, K., Novell, D. y Larinde, M. (2007). *Manual para el manejo de semillas en Bancos de Germoplasma*. No. 8. Bioersivity International. <https://cutt.ly/UyLkqds>
- Romero, A.E., Ryder, J., Fisher, J.T. y Mexal, J.G. (1986). Root system modification of container stock for arid land plantation. *Forest Ecology and Management*, 16(1-4), 281-290. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(86\)90028-9](https://doi.org/10.1016/0378-1127(86)90028-9)
- Sotolongo, R., Geada, G., y Cobas, M. (2011). *Fomento forestal*. Editorial Félix Varela.
- South, D.B. (2000). *Planting morphologically improved pine seedlings to increase survival and growth*. Forestry and Wildlife Research Series N° 1. Alabama Agricultural Experiment Station. <https://cutt.ly/4yLkRMn>
- Thompson, B.E. (1985). Seedling morphological evaluation. What can you tell by looking? in M.L. Duryea (Ed.) *Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major test* (pp.59-71). <https://rngr.net/publications/evaluating>
- Villar, S.P. (2003). Importancia de la calidad de la planta en los proyectos de revegetación en J. M Rey-Benayas, T. Espigares y J.M. Nicolau (Eds.) *Restauración de Ecosistemas en Ambientes Mediterráneos* (pp.87-112). Universidad de Alcalá de Henares. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=3046>