

REPETIBILIDAD DE PARÁMETROS GENÉTICOS DEL BANCO CLONAL DE *CEDRELA ODORATA* L. EN GUISA, GRANMA

REPETITIVE OF GENETIC PARAMETERS OF THE CLONAL BANK OF *CEDRELA ODORATA* L. IN GUISA, GRANMA

ING. WILDEN LAHERA-FERNÁNDEZ,¹ ING. JOSÉ L. RODRÍGUEZ-FONSECA,¹ ING. ELIER C. RIQUENES-VALDÉS¹
Y LUIS M. ÁLVAREZ-CÉSPEDES²

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Guisa. Carretera a Victorino Km 1½, La Soledad, Guisa, Granma, Cuba, wlaheraf@guisa.inaf.co.cu, teléf.: 023 391387 y 023 392511

² Centro Universitario Contramaestre. Agronomía, Universidad de Oriente, Cuba

RESUMEN

Se presenta los resultados del estudio de repetibilidad clonal para las variables diámetro (1,30 m), altura total, altura comercial y volumen total con corteza a la edad de 39 años, realizado en el banco clonal de *Cedrela odorata* L., ubicado en la localidad La Escondida, Guisa, Granma. Fueron seleccionados los clones con un 70 % de supervivencia como mínimo, totalizando 32 de ellos. Las citadas variables de crecimiento se procesaron estadísticamente mediante un diseño completamente aleatorio, y se aplican los procedimientos de la genética cuantitativa clonal clásica, obteniéndose los siguientes valores de repetibilidad: $R = 0,39$; $R = 0,80$; $R = 0,88$ y $R = 0,66$ para la altura total, diámetro 1,30 m; altura comercial y volumen total con corteza, respectivamente, evidenciándose la existencia de un control genético fuerte para estas variables, con posibilidades de tener éxitos en la mejora genética de la especie para los rendimientos maderables.

Palabras claves: *Cedrela odorata* L., genética forestal, repetibilidad clonal, Cuba.

ABSTRACT

It is presented the results of the study of repetibilidad clonal for the variable diameter (1.30 m), total height, commercial height and total volume with bark to the 39 year-old age, carried out in the bank clonal of *Cedrela odorata* L., located in the town The Escondida, Guisa, Granma. The clones were selected with 70 % of survival like minimum, totalling 32 of them. Those mentioned variables of growth, were processed statistically by means of a Totally Random design, being applied the procedures of the genetics quantitative classic clonal, being obtained the following repetibilidad values: $R = 0.39$; $R = 0.80$; $R = 0.88$ and $R = 0.66$ for the total height, diámetro 1,30 m; commercial height and total volume with bark respectively. Being evidenced the existence of a strong genetic control for these variables, with possibilities of being successful in the genetic improvement of the species for the yields maderables.

Key words: *Cedrela odorata* L., forest genetics, clonal repetitive, Cuba.

INTRODUCCIÓN

El programa para el mejoramiento genético de *Cedrela odorata* L. comenzó en Cuba en la década de 1970, momento en que se seleccionaron los fenotipos superiores (*árboles plus*) en todo el país, llegándose a completar 222 de ellos. A partir de este material selecto y de gran importancia, se estableció el Banco de Germoplasma en la localidad de Guisa,

Granma, que consta de seis rametos por clon, espaciados a 3 m x 4 m, distribuidos en una superficie de 3,6 ha. Actualmente los árboles tienen una edad promedio de 39 años con promedio general de diámetro y altura de 23,6 cm y 19,5 m, respectivamente, según consignan los datos de las evaluaciones de campo de 2014 realizadas por Lahera (inédito).

El archivo de clones objeto de estudio es de considerable extensión, y garantiza una base genética amplia en el programa de mejora de los rendimientos maderables iniciado con la especie. Es por ello que su preservación y mantenimiento es de interés no solo por el material vegetativo que aporta, sino también por otros aspectos como los estudios clonales, fenológicos de Hechavarría *et al.* (2001), estudios florales (dentro de las actividades del proyecto «Diagnóstico y manejo de *Hypsipyla grandella* Zeller mediante métodos biológicos y silvícolas»), entre otros.

Según Gálvez (1985), la repetibilidad es el límite superior que puede alcanzar la heredabilidad en sentido amplio, ya que contiene toda la variación genética entre individuos más un componente del ambiente general.

En base a este criterio, se estima el control genético total de las variables de crecimiento en estudio a partir de la evaluación estadístico-genética del material clonal representativo de la especie *Cedrela odorata* L. en Guisa, aun cuando el mejorador solo tenga la posibilidad de influir sobre la varianza genética aditiva.

La presente investigación tuvo como objetivo estimar la repetibilidad de las variables diámetro a 1,30 m sobre el suelo, altura total, altura comercial y volumen total con corteza de los clones del banco de cedro.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el banco clonal de *Cedrela odorata* L. ubicado en la localidad La Escondida, Guisa Granma, plantado sobre un suelo pardo con carbonato [Hernández *et al.*, 1999]. El clima local, según registros climatológicos del Centro Provincial de Meteorología, perteneciente al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), en la última década, presentó el siguiente comportamiento: promedio de la temperatura media del aire, 25,3 °C; promedio de precipitaciones anuales acumuladas, 1422 mm, y promedio de la humedad relativa del aire, 84,5 %.

Para las estimaciones de los parámetros clonales se tomaron los clones con no menos del 70 % de supervivencia, totalizando 32 de ellos, material que sirvió de base para realizar el estudio clonal.

La repetibilidad se estimó a partir de mediciones de $d_{1,30\text{ m}}$, medido con cinta diamétrica ($\pm 1,0$ cm de precisión), altura total y altura comercial medida con hipsómetro Blume Leiss ($\pm 0,5$ m de precisión), volumen total con corteza, estimado mediante la fórmula general del volumen $V = (\pi/4)(d^2)(h)(f)$, empleándose como coeficiente mórfoico $f = 0,36$, según MINAG (1982), tomadas a los 39 años de edad en mediciones repetidas en el espacio de diferentes individuos de un mismo genotipo (clon), utilizando el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + e_{ij}$$

donde:

e_{ij} : Error de observación en la j-ésima medida del i-ésimo individuo

$\mu + g_i$: Verdadero valor del i-ésimo individuo

La estructura general del ANOVA para determinar la repetibilidad en el espacio en nuestras condiciones se presenta a continuación:

FV	GL	CM	CM _(E)
Clones	(n-1)	CM ₁	$s_e^2 + r s_i^2$
Error	n(r-1)	CM ₂	s_e^2
Total	(nr)-1		

El componente de varianza σ_i^2 = valor originado por la diferencia genética entre individuos más un componente no genético, pero que es inherente a cada individuo, denominado ambiente general del individuo, mientras que σ_e^2 estima la varianza particular, o específica de cada individuo [Falconer, 1975, citado por Gálvez, 1985].

donde:

CM₁: Cuadrado medio entre individuos (clones)

CM₂: Cuadrado medio entre mediciones = componente de varianza del error σ_e^2

r: Número de medidas en cada clon; número igual para cada clon

n: Número de individuos

Una vez estimados los componentes de varianza de este modelo, se calculó el cociente:

$$R = \frac{\sigma_i^2}{\sigma_i^2 + \sigma_e^2}$$

donde:

R: Repetibilidad clonal

σ_i^2 : Componente de varianza entre clones

σ_e^2 : Componente de varianza dentro de los clones

σ_i^2 : $(CM_1 - CM_2)/\text{no. de medidas en cada individuo}$

Expresión que refleja la correlación entre mediciones de un mismo individuo y se define como repetibilidad de la medición.

El Error Standard de la repetitividad (ES_R) se estimó considerando un número igual de mediciones por individuos, mediante la fórmula propuesta por Becker (1986).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados en los análisis de varianza para las cuatro variables en estudio (altura total, altura comercial, diámetro del fuste a 1,30 m sobre el nivel del suelo y volumen total con corteza), de los 32 clones del banco de cedro, mostraron diferencias significativas con los testigos, al 5 % de probabilidad de error.

Si consideramos la repetibilidad clonal como el límite superior que pudiera alcanzar la heredabilidad en sentido amplio, ya que contiene toda

la variación genética entre individuos más un componente del ambiente general, según Gálvez (1985), el control genético total de estas variables bajo estas condiciones ambientales estaría por encima del 38 %, valores que reflejan un potencial genético utilizable en la mejora de los rendimientos maderables de *Cedrela odorata* L.

En evaluaciones efectuadas a partir del estudio de 100 clones en el banco de germoplasma de *C. odorata* L. realizado por Lahera *et al.* (1994), a los 14 años de edad, fueron encontradas repetibilidades de 0,85 y 0,62 para altura total y diámetro a 1,30 m, respectivamente, valores que comparados con los estimados actuales, para altura (0,39), queda por debajo, y el diámetro a 1,30 m (0,80), es aún más elevado, comportamiento que pudiera explicarse por irregularidades en los patrones de crecimiento primario y secundario de la especie en edades tempranas y por las variaciones principalmente del clima registradas entre aquel momento y el presente.

Los valores actuales de repetibilidad de las cuatro variables en estudio se muestran en la *Tabla 1*.

TABLA 1
Repetibilidad estimada, error estándar y límites de confianza

<i>Carácter</i>	<i>Repet.</i>	<i>E. Est. Rep.</i>	<i>Límites de confianza</i>
Altura total (m)	0,39	0,19	Pr (0,25 ≤ 0,39 ≤ 0,56) = 0,95
Diámetro 1,30 (m)	0,80	0,14	Pr (0,71 ≤ 0,80 ≤ 0,89) = 0,95
Altura comercial (m)	0,88	0,20	Pr (0,50 ≤ 0,88 ≤ 0,91) = 0,95
Volumen Tcc (m ³)	0,66	0,15	Pr (0,54 ≤ 0,66 ≤ 0,82) = 0,95

Si aceptamos la repetibilidad como equivalencia de la heredabilidad en sentido amplio, entonces la máxima expresión del control genético total lo alcanzó la altura comercial con valor de $R = 0,88$, y la mínima la altura total con $R = 0,39$. El primer caso tiene importancia práctica, ya que la altura comercial de los árboles define en gran medida la calidad del producto en las industrias de transformación primaria de la madera. No obstante, esta variable presentó el mayor error estándar para la repetibilidad, situación que un tanto favorece su mejora genética, ya que según Palmberg (1987), citado por Pérez (2008), la variación genética proporciona los elementos básicos para la selección y mejora genética.

En el sureste de México, Sánchez *et al.* (2004) establecieron un ensayo clonal con el objetivo de determinar el nivel de control genético en el crecimiento temprano de clones de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake y la repetibilidad de parámetros genéticos en los sitios de evaluación. El análisis de los 66 clones mostró un control genético fuerte para la media de los clones $R \geq 0,88$ para altura, diámetro y volumen del tronco, cifra algo similar a la obtenida en este trabajo para las mismas variables, a excepción de la altura comercial del fuste.

Zobel y Talbert (1984) refieren que el éxito de cualquier programa de mejoramiento genético forestal depende del conocimiento y uso que se tenga de la variación. Esto corrobora lo plantea-

do por Gálvez (1985) sobre la equivalencia entre repetibilidad y heredabilidad en sentido amplio ($R \approx h_a$); así, al comparar estos resultados, las diferencias no son muy marcadas. La *Tabla 2* muestra los valores promedio de las variables en estudio de los 32 clones seleccionados.

TABLA 2

Promedio de las variables en estudio correspondientes a cada clon

Clon	$D_{1,30}$ Prom	Ht Prom	Hc Prom	Vtcc Prom
3	33	13	4	0,3558
4	39	14	4	0,5352
5	28	11	1	0,2167
25	33	11,5	2	0,3148
38	39	12	1	0,4587
42	12	10	4	0,0362
48	50	11	2,5	0,6912
49	36	14	2	0,456
61	29	13,5	3,5	0,2853
65	37	13	5	0,4473
78	44	11,5	0	0,5596
79	21	9	3	0,0998
83	44	12	2,5	0,5839
85	33	10	5	0,2737
86	34	11	5	0,3196
95	28	9	1	0,1773
104	24	9	3	0,1303
107	27	8	3	0,1466
114	48	10	2	0,5791
122	28	8	2	0,1576
123	28	10	3	0,197
126	41	12	4	0,507
127	12	6	3	0,0217
132	23	9,5	5,5	0,1263
145	30	6	1,6	0,1357
146	24	7,5	4	0,1086
147	26	7	2	0,1189
149	21	9	3	0,0998
178	23	7	3	0,0931
184	31	10,5	5	0,2536
192	20	8,5	4,5	0,0855
223	35	9	6	0,2771

$D_{1,30}$ Prom: Diámetro a 1,30 m promedio

Ht Prom: Altura total promedio (m)

Hc Prom: Altura comercial promedio (m)

Vtcc Prom: Volumen total con corteza promedio (m³/año)

CONCLUSIONES

- Los resultados del estudio clonal de *Cedrela odorata* L. mostraron un control genético elevado para los caracteres de crecimiento evaluados: altura total, altura comercial, diámetro a 1,30 m y volumen total del fuste con corteza. Aun cuando se hayan estimado valores alentadores de repetibilidad clonal y estos sean equivalente a la heredabilidad en sentido amplio, estos deben tenerse solo como un indicador, ya que no es posible afirmar que pueda desarrollarse un programa exitoso de mejora genética de los rendimientos maderables por selección fenotípica bajo las condiciones ambientales ensayadas, ya que la varianza aditiva susceptible a ser manejada por el mejorador está ligada a la varianza no aditiva y su interacción con el ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- Becker, W. 1986. Manual de genética cuantitativa. Washington. Publication Academic Enterprises. Editora Pulman. 175 p.
- Falconer, D.S. 1975. Introducción a la genética cuantitativa. México. Editorial Continental S.A. 430 p.
- Gálvez, G. 1985. Parámetros y estadísticos en genética cuantitativa: Diseños genéticos estadísticos para la descomposición de la varianza genética. Repetibilidad. En Genética Vegetal y Fitomejoramiento. p. 208-214.
- Hechavarría, O.Y, et al. 2001. Fenología de especies de interés económico. Informe de proyecto. Ciudad de la Habana. Instituto de Investigaciones Forestales. 50 p.
- Hernández, A., Pérez, J.M., Bosch, D., Rivero, L. 1999. Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Ciudad de La Habana. Instituto de Suelos. 64 p.
- Lahera, W., Álvarez, A., Gámez, S. 1994. The genetic improvement programme in *Cedrela odorata* L. in Cuba. En: Forest Genetic Resources. FAO. No. 22. p. 27-28.
- Lahera, W., Rodríguez, J., Riquenes, E. 2014. Trabajos de evaluación del Banco clonal de *C. odorata* L. en el proyecto 1007. Manejo de *Hypsipilla grandella* Zeller. INAF. Inédito.
- MINAG. 1982. Norma Ramal 595 Silvicultura. Tratamientos silviculturales coníferas y latifolias, Raleos en plantaciones y bosques naturales. 26 p.
- Pérez, M. 2008. Avances y Perspectivas en el Mejoramiento Genético de *Pinus occidentalis* Swartz. Revista Plan Sierra (DO). 50 p.
- Proyecto 1007. Manejo integral de *Hypsipilla grandella* Zeller. INAF.
- Sánchez, V.A., Debligs, N. 2004. Repetibilidad de parámetros genéticos en un ensayo clonal. Colegio de Postgraduados. Instituto de Recursos Naturales. IRENAT. Texcoco, México. Agrociencia (MX) 38(4): 11, Julio-Agosto.
- Zobel, B., Talbert, J. 1984. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Universidad Carolina del Norte. Editorial Limusa. S. A. De C. V. México. D.F. 545 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Wilden Lahera Fernández

Ingeniero Forestal, investigador agregado del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, graduado en la Especialidad de Posgrado en Silvicultura, profesor auxiliar de la Universidad de Oriente, ha desarrollado investigaciones relacionadas con la conservación y el mejoramiento genético de especies forestales, con mayor énfasis en la zona montañosa (suroriental) de la Sierra Maestra. Es autor y coautor de varias publicaciones y resultados científico-técnicos relacionados con el mejoramiento genético forestal y la silvicultura. Tiene participación en múltiples eventos científico-técnicos regionales, nacionales e internacionales.

XILOTECA DE MADERAS CUBANAS JULIAN ACUÑA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRO-FORESTALES



La Xiloteca del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF), fue fundada en 1970 por el Ingeniero Alberto Ibáñez Drake. Está adscrita desde 1977 al Index Xylariorum Institutional Wood Collection of the World.