

**INDICE DE SOCIABILIDAD DE LOS ÁRBOLES COMO CRITERIO DE
SELECCIÓN INDIVIDUAL PARA RODALES SEMILLEROS DE *Eucalyptus globulus*
Labill. ssp *globulus*.**

**INDEX OF SOCIABILITY OF TREES AS CRITERIA OF INDIVIDUAL
SELECTION FOR SEED STAND OF *Eucalyptus globulus* Labill. ssp *globulus*.**

**Raúl M. Marlats¹
Gerardo Denegri²
Gabriela E. Senisterra³**

¹ Profesor Departamento de Ambiente y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. CC 31 1900 La Plata, Buenos Aires. rmarlats@netverk.com.ar, Investigador Comisión Investigaciones Científicas Provincia de Buenos Aires. Avenida Antártida Argentina y 526. 1900 La Plata, Buenos Aires.

² Profesor de Economía Forestal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. CC 31 1900 La Plata, Buenos Aires. rmarlats@netverk.com.ar

³ Profesor Departamento de Ambiente y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. CC 31 1900 La Plata, Buenos Aires.

SUMMARY

The aim of this work was the search of criteria of social selection for plus trees. With data of coetaneous stand from Miramar, Buenos Aires, Argentina (35° 10' S; 59° 07' W; 29 m snm), its was make a table with equation $AB = a + b \ln(I) + c H + e$; where: AB = basal area from table; I= punctual density index; H = tree's height; a, b, c = regression coefficients; e = statistical error. Fined candidate tree by its desirable characters, it calculated its basal area in cm², competence index and measured its height. With these data it entered into the table and we got a basal area. If basal area of candidate tree is major, the tree presents upper social value of vigor it must be selected.

Key words: Index of sociability, individual selection, *Eucalyptus globulus* Labill. ssp *globulus*.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue la confección de un criterio de selección social para árboles *plus*. Con datos de un rodal coetáneo de *Eucalyptus globulus* ssp *globulus*, ubicado en Miramar, Buenos Aires, Argentina (35° 10' S; 59° 07' W; 29 m snm), se construyó una tabla con la ecuación $AB = a + b \ln(I) + c H + e$; donde: AB= área basal de Tabla; I= índice de densidad puntual; H = Altura del árbol sujeto; a, b, c = coeficientes de regresión; e = error estadístico. Encontrado el árbol candidato por caracteres deseable, se calcula su área basal en cm², el índice de competencia y mide la altura. Con estos datos se ingresa en la tabla y se obtiene un área basal. Si el área basal del candidato es mayor, el árbol presenta un valor social superior de vigor y debe ser elegido.

Palabras clave: indice de sociabilidad, criterio de selección rodales semilleros, *Eucalyptus globulus* Labill. ssp *globulus*.

INTRODUCCIÓN

La Selección de individuos fenotípicamente superiores en rodales semilleros es el resultado de una sumatoria de factores que hacen a la deseabilidad de cualidades. La sociabilidad de los árboles es un carácter de importancia, ya que el bosque es un conjunto de árboles que interaccionan entre sí. Utilizar árboles socialmente superiores, permite un mayor aprovechamiento del sitio y los recursos existentes.

La dotación genética participa en todos los caracteres que se desean seleccionar, encontrar una forma de relacionar la capacidad de competencia debida a la dotación genética a través de la sociabilidad del individuo, permitiría incluir un criterio en la selección de árboles plus para integrar rodales semilleros.

El objetivo de este trabajo fue construir un criterio de selección para elegir individuos fenotípicamente superiores para competencia, basado en la técnica de índice de densidad puntual.

MATERIALES Y MÉTODOS

Desarrollo teórico del Modelo

Se consideró que el vigor de un árbol ubicado en un bosque es el resultado de una serie de factores entre los que se destacan el micrositio, la competencia entre ellos y su dotación genética, en consecuencia la expresión de ese vigor puede ser:

1) $Vig = f (MS, C, G)$ donde Vig = vigor; MS = micrositio; C = competencia; G = dotación genética

Se supuso en una primera simplificación, que si existen indicadores que relacionan el vigor con los distintos factores enumerados, se podría construir una función y de existir una incógnita, esa se podría resolverse.

El vigor se puede medir mediante variables cuantitativas como el volumen, el diámetro, la altura o el área basal.

El micrositio es más difícil de estimar, pero se lo puede considerar a través de la altura total del individuo como una variable aproximada de alta correlación (ACCIARESI Y MARLATS, 1988).

La dotación genética es el factor de más difícil aproximación. Se puede medir a través de ensayos de progenie, pero implican un alto costo y la espera de un tiempo prolongado. En una masa isogénica la función se reduciría a una variable.

2) $Vig = f (MS, C)$ ya que G = constante. Si se ajusta una función mediante técnicas de regresión se obtiene que:

3) $Vig = f (MS, C) + pa$ donde pa = perturbación aleatoria

En este caso la perturbación aleatoria se debe a que el azar “perturba” lo que de otra manera sería un relación determinística estable (GREENE, 1998), si el micrositio y la competencia son estimados en forma precisa, se obtendría una función de muy alto ajuste y por lo tanto el R^2 debería tender a uno. En el caso de un rodal semillero de *Eucalyptus globulus*, al ser una plantación de origen seminal se agrega como variable la dotación genética, no siempre mensurable, pero que tiene una distribución normal con media \bar{x} y varianza σ^2 . Cuando se realiza el ajuste por mínimos cuadrados del modelo especificado con término constante, la variable omitida es absorbida en su media por la constante y su varianza por el

error. Si la varianza se acrecenta aumenta el error del modelo y por lo tanto disminuye el R^2 , (esta omisión genera problemas estadísticos porque los parámetros ajustados y el error estándar son sesgados, este principio, momentáneamente, a los fines propuestos, se desestimó. De acuerdo a lo expuesto se podría afirmar, que si el modelo está correctamente especificado y existe precisión en las variables medidas, el R^2 es un indicador de la homogeneidad genética de la masa.

A los efectos prácticos de este trabajo al ajustar la función 3) se generará una línea que indicará la media del vigor de los individuos como respuesta a diferentes micrositios, por lo tanto, los individuos que estén por encima, presentarán un vigor mayor, debido presuntamente a una dotación genética para la competencia superior a la media y por lo tanto serán candidatos a ser seleccionados.

Las variables que se utilizaron para construir la función 3 fueron: Diámetro o Área basal (se realizó con una u otra variable), como aproximación al vigor; altura del árbol como aproximación al micrositio y el índice de densidad puntual como aproximación a la competencia entre individuos.

Construcción del índice de competencia:

Con la información precedente se aplicó el criterio de Índice de densidad puntual odificándose el Índice de HEGYI (1974), que es dependiente de la distancia entre los árboles, calculándose de la siguiente forma:

$IH = S (d_j / d_i) / L_{ij}$ Donde: d_i = diámetro del árbol sujeto; d_j = diámetro del árbol competidor; L_{ij} = distancia hasta el competidor j

La competencia con el árbol j es mayor mientras mayor sea d_j y menor la distancia al árbol i .

Teniendo en cuenta la existencia de fallas, 25 % homogéneamente distribuidas, respecto al espaciamiento original (2,5 m x 2,5 m), se probaron 3 distancias diferentes como tamaño de parcela para elegir la más eficiente en cuanto a capacidad de predicción y menor trabajo de construcción. Se tomaron 3 radios a partir del árbol candidato a saber: 8,25 m, 6,66 m y 5,00 m correspondientes a distancias promedio entre árboles.

Se probaron diferentes modelos de los cuales el de mejor ajuste fue el polinomio:

$AB = a + b \ln(I) + c H + e$; Donde : I = diámetro; H = Altura del árbol i ; a, b, c = coeficientes de regresión; e = error estadístico

Se construyó una tabla de doble ingreso, en la cual, a partir del cálculo del índice y la altura de ese árbol se determinó un diámetro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados estadísticos que sustentaron la elección de la distancia para el modelo elegido se expresan en Tablas 1, 2 y 3.

Tabla 1- Variable dependiente Área basal, modelo logaritmico distancia 8,25 m.

Variable	Parámetro	Error estándar	t- Estadístico	Probabilidad
C	3103.42	1105.1	2.80821	0.007
HT	41.7233	10.54	3.95856	0.0002

Ln (IND)	-876.176	254.02	-3.44928	0.0011
Cepa	887.597	184.29	4.81628	0
R ²	0.68039			
R ²				
Ajustado	0.67516			
F-				
estadístico	17.598			0

Tabla 2- Variable dependiente Area basal, modelo logaritmico distancia 6,00 m.

Variable	Parámetro	Error estándar	t-estadístico	Probabilidad
C	1912.07	961.18	1.98929	0.0519
HT	40.1483	11.045	3.63514	0.0006
Ln (IND)	-604.539	221.93	-2.724	0.0088
Cepa	847.739	190.01	4.4615	0
R ²	0.6664			
R ²				
Ajustado	0.63561			
F-				
estadístico	15.15			0

Tabla 3- Variable dependiente Area basal, modelo logaritmico distancia 5,00 m.

Variable	Parámetro	Error estándar	t-estadístico	Probabilidad
C	1047.3	658.03	1.59155	0.1175
HT	42.4913	10.891	3.90148	0.0003
Ln (IND)	-451.218	161.75	-2.78963	0.0074
Cepa	872.233	190.59	4.57639	0
R ²	0.68963			
R ² Ajustado	0.66903			
F-estadístico	15.348			0

La reducción del tamaño de la parcela no influyó en la calidad del ajuste. Con lo cual la menor distancia (5 m), surgió como recomendada. La ecuación seleccionada para construir la tabla fue:

$$AB = 1047,3 - 451,218 \ln (IND) + 42,49 HT$$

Una vez encontrado el árbol candidato (esa elección se puede deber a forma, características de la madera, sanidad, u otros caracteres) se establece una parcela de 5 m de diámetro y se miden todos los pies que entran en la parcela. De este árbol se miden el diámetro y la altura, posteriormente se le calcula el área basal en cm² y el índice de competencia. Con los datos de altura y el índice de competencia se ingresa en la Tabla 4 y se obtiene un área basal. El valor obtenido se compara con el área basal calculada a partir del diámetro del candidato, si es mayor, el árbol presenta una dotación social superior en lo que respecta a vigor y debe ser elegido.

La tabla se presenta a modo informativo. Es importante aclarar, que esta expresión es aplicable al rodal en cuestión, para utilizarla como un criterio de selección que puede formar parte de un índice. Para poder utilizar el modelo en otro rodal se deberían calcular los parámetros de la ecuación nuevamente con los datos tomados en un inventario del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- ACCIARESI, G.; Marlats, R.M. 1988. Modelo funcional de micrositio en base a índices edáficos para masas coetáneas de *Populus deltoides* cv "Harvard". Actas del VI Congreso Forestal Argentino. Santiago del Estero. R.A. (2):385-389.
- GREENE, G. 1997. Econometrics analysis. Chapter 16. Third edition. Prentice Hall. USA:234- 235.
- HEGYI, F. 1974. A simulation model for managedjackpine stands. In growth models for tree and stand simulation. Royal College Forestry Resources. Notes 30, Stockholm.

Tabla 4- Tabla de referencia con el area basal en cm² correspondiente a un genotipo medio.

	índice																									
altura (m)	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38	41	44	47	50	53	56	59	62	65	68	71	74	77	
5	53	32	17		45.																					
	4	1	8	69	1																					
7	61	40	26	15	66.	48.																				
	9	6	3	4	3	1	21																			
9	70	49	34	23	15		14.	19.																		
	4	1	8	9	1	78	9	8																		
11	78	57	43	32	23	16	99.	44.	41.	25.	21.	16.	9.4													
	8	6	3	4	6	3	9	6	6	8	5	3	7													
13	87	66	51	40	32	24	18	13	80.	35.	38.	27.	12.	11.	10.											
	3	1	8	9	1	8	5	0	3	9	8	4	1	9	2											
15	95	74	60	49	40	33	27	21	16	12	80.	43.	9.0	23.	18.	7.7										
	8	6	3	4	6	3	0	5	5	1	4	3	2	7	7	2										
17	10	83	68	57	49	41	35	30	25	20	16	12		62.	32.	4.4	22.	20.								
	43	1	8	9	1	8	5	0	0	6	5	8	94	1	4	5	5	3								
19	11	91	77	66	57	50	44	38	33	29	25	21	17	14	11	89.	63.	38.	14.	30.	28.					
	28	6	3	4	6	3	0	4	5	1	0	3	9	7	7	4	1	3	8	7	9					
21	12	10	85	74	66	58	52	46	42	37	33	29	26	23	20	17	14	12	99.	77.		35.	16.			
	13	01	8	9	1	8	5	9	0	6	5	8	4	2	2	4	8	3	7	4	56	7	2			
23	12	10	94	83	74	67	61	55	50	46	42	38	34	31	28	25	23	20	18	16	14	12	10	82.	64.	
	98	86	3	4	6	3	0	4	5	1	0	3	9	7	7	9	3	8	5	2	1	1	1	5	6	
25	13	11	10	91	83	75	69	63	59	54	50	46	43	40	37	34	31	29	27	24	22	20	18	16	15	
	83	71	28	9	1	8	5	9	0	6	5	8	4	2	2	4	8	3	0	7	6	6	6	7	0	
27	14	12	11	10	91	84	78	72	67	63	59	55	51	48	45	42	40	37	35	33	31	29	27	25	23	
	68	56	13	04	6	3	0	4	5	1	0	3	9	7	7	9	3	8	5	2	1	1	1	2	5	
29	15	13	11	10	10	92	86	80	76	71	67	63	60	57	54	51	48	46	44	41	39	37	35	33	32	
	53	41	98	89	01	8	5	9	0	6	5	8	4	2	2	4	8	3	0	7	6	6	6	7	0	
31	16	14	12	11	10	10	95	89	84	80	76	72	68	65	62	59	57	54	52	50	48	46	44	42	40	
	38	26	83	74	86	13	0	4	5	1	0	3	9	7	7	9	3	8	5	2	1	1	1	2	4	
33	17	15	13	12	11	10	10	97	93	88	84	80	77	74	71	68	65	63	61	58	56	54	52	50	48	
	23	11	67	59	71	98	35	9	0	6	5	8	4	2	2	4	8	3	0	7	6	6	6	7	9	
35	18	15	14	13	12	11	11	10	10	97	93	89	85	82	79	76	74	71	69	67	65	63	61	59	57	
	08	96	52	44	56	83	20	64	15	1	0	3	9	7	7	9	3	8	5	2	1	1	1	2	4	
37	18	16	15	14	13	12	12	11	11	10	10	97	94	91	88	85	82	80	78	75	73	71	69	67	65	
	93	81	37	29	41	68	05	49	00	56	15	8	4	2	2	4	8	3	0	7	6	6	6	7	9	
39	19	17	16	15	14	13	12	12	11	11	11	10	10	99	96	93	91	88	86	84	82	80	78	76	74	
	78	66	22	14	26	53	90	34	85	41	00	63	29	7	7	9	3	8	5	2	1	0	1	2	4	
41	20	18	17	15	15	14	13	13	12	12	11	11	11	10	10	10	99	97	95	92	90	88	86	84	82	

	63	51	07	99	11	38	75	19	70	26	85	48	14	82	52	24	8	3	0	7	6	5	6	7	9
	21	19	17	16	15	15	14	14	13	13	12	12	11	11	11	11	10	10	10	10	99	97	95	93	91
43	48	36	92	84	96	23	60	04	55	11	70	33	99	67	37	09	83	58	35	12	1	0	1	2	4
	22	20	18	17	16	16	15	14	14	13	13	13	12	12	12	11	11	11	11	10	10	10	10	10	99
45	33	21	77	69	81	08	45	89	40	96	55	18	84	52	22	94	68	43	19	97	76	55	36	17	9
	23	21	19	18	17	16	16	15	15	14	14	14	13	13	13	12	12	12	12	11	11	11	11	11	10
47	18	06	62	54	66	93	30	74	25	81	40	03	69	37	07	79	53	28	04	82	61	40	21	02	84