

Crecimiento y competencia intraespecífica en *Celtis tala* en el este de Buenos Aires (Argentina)

Horlent, M.; M. Arturi, J. M. Cellini, D. Pérez Casal, J. M. Buus y J. F. Goya

RESUMEN

El efecto de la competencia se refleja en la reducción del crecimiento de los individuos que se encuentran en una situación competitiva más desfavorable. El conocimiento de esos procesos es utilizable en el manejo para optimizar las condiciones de crecimiento. Se estudió la competencia entre cohortes en un bosque de *Celtis tala* regenerado por rebrote. Se obtuvieron muestras de barreno de 48 individuos pertenecientes a 2 cohortes distintas en 3 parcelas. Se analizaron los diámetros a las edades de 5, 10 y 15 años. Los datos se analizaron mediante técnicas paramétricas y no paramétricas para un diseño de medidas repetidas. La cohorte más joven presentó diámetros menores para todas las edades. No se halló interacción cohorte x parcela indicando un comportamiento homogéneo en los 3 sectores. La interacción cohorte x edad determinó la existencia de diferencias de pendiente en las curvas de diámetro en función del tiempo, lo que refleja menores tasas de crecimiento para los individuos de la cohorte más joven. Los individuos establecidos con anterioridad determinaron una menor disponibilidad de recursos para los que les prosiguieron en el proceso de regeneración. La reducción del efecto competitivo podría conducir a un incremento en las tasas medias de crecimiento.

Palabras clave: manejo, cohorte, anillos de crecimiento, técnicas no paramétricas, medidas repetidas.

Horlent, M., M. Arturi, J. M. Cellini, D. Pérez Casal, J. M. Buus and J. F. Goya, 2003. Growth and intraspecific competition in a *Celtis tala* forest in eastern Buenos Aires (Argentina). Agriscientia XX: 79 - 84

SUMMARY

Intra-specific competition may affect individual growth rate. Competition reduction may be applied to forest management in order to improve the stand yield. The effect of competition on tree diameter growth rate was studied in a resprouted *Celtis tala* forest. A slower growth is expected in younger cohorts as an effect of competition. Core samples were obtained from 48 individuals belonging to two different cohorts in 3 plots. Diameter at 5, 10 and 15 years was compared. Data

Fecha de recepción: 26/02/01; fecha de aceptación: 14/08/02

werw analyzed using parametric and non parametric methods for repeated measures. Differences in diameter between cohorts were detected by the main effect cohort. Smaller diameters were found in the younger cohort for the three compared ages. A homogeneous pattern was found in the three studied plots as indicated by the absence of cohort x plot interaction. Individuals belonging to the younger cohort showed smaller slopes in the diameter-age curves than the older ones. The older individuals cause a diminished resource availability, thus affecting the growth rates of the younger ones. A reduction in the competitive effect in managed stands could increase individual growth rates and wood yield.

Key words: management, tree rings, cohort, non parametric techniques, repeated measures.

M. Horlent, M. Arturi, D Pérez Casal y J.F. Goya, Laboratorio de Investigación en Sistemas Ecológicos y Ambientales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Diag. 113 N° 469, (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina. E-mail: talares@ceres.agro.unlp.edu.ar. J.M. Cellini, Curso de Dasometría, Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Diag. 113 N° 469, (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina.

INTRODUCCIÓN

La competencia inter e intra-específica en una comunidad es un proceso que se pone en marcha ante la escasez de recursos. La apropiación de recursos por parte de los árboles es desigual y depende de su tamaño, tanto se trate de competencia simétrica o asimétrica (Weiner, 1985; Bonan, 1988; Ung *et al.*, 1997). Esto genera diferencias en las tasas de crecimiento de los individuos (Opie, 1968; Bella, 1971; Ford, 1975; Bonan, 1988; Begon, 1996).

El grado de ocupación de un sitio es un indicador de la competencia a nivel del rodal que permite apreciar la intensidad de la interacción entre individuos. Los árboles que se establecen en lugares abiertos disponen de mayor proporción de recursos que aquellos que lo hacen en sitios ya ocupados (Zutter *et al.*, 1997), presentando mayores tasas de crecimiento.

Muchos modelos de crecimiento utilizados en especies arbóreas presentan pendientes decrecientes. Los incrementos de tamaño son sucesivamente más pequeños. El efecto de la incorporación de la competencia al modelo es disminuir la pendiente de la curva de crecimiento en los árboles que sufren el efecto competitivo (Bonan, 1988; Renshaw, 1991).

En el presente trabajo se estudiaron individuos pertenecientes a diferentes cohortes originadas por rebrote luego de un aprovechamiento. De acuerdo con las ideas establecidas respecto de la relación

entre competencia y crecimiento es esperable que, a igual edad, los diámetros sean menores para los individuos de la cohorte más reciente. Debido al efecto esperado de la competencia sobre la pendiente de las curvas de crecimiento, la diferencia de diámetro entre individuos de diferentes cohortes debería aumentar con el tiempo.

El objetivo del trabajo fue analizar las diferencias en diámetro a 3 edades, 5, 10 y 15 años, de 2 cohortes de un bosque de *Celtis tala* a través de un análisis no paramétrico para diseños de medidas repetidas. Se compararon los resultados obtenidos por métodos paramétricos y no paramétricos a fin de analizar la adecuación de estos últimos a los casos de no cumplimiento de los supuestos de normalidad y esfericidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un bosque ubicado a 20 km al sur de la localidad de Magdalena (Buenos Aires, Argentina) (35° 11' S, 57° 17' W). Las especies dominantes son *Celtis tala* Gill et Planch (Fam. Ulmaceae) (tala) y *Scutia buxifolia* Reiss. (Fam. Rhamnaceae) (coronillo). Además conforman estos bosques otras dos especies arbóreas: *Jodina rhombifolia* H. et A. (Fam. Santalaceae) (sombra de toro) y *Schinus longifolius* (Lindl.) Speg. (Fam. Anacardiaceae) (molle), que se presentan en proporción muy baja (Goya *et al.*, 1992).

La estructura actual se encuentra condicionada

por la historia de uso. Gran parte de los bosques actuales se originaron por rebrote de cepa de los individuos cortados entre las décadas del 30 y el 50. Su fisonomía se caracteriza por presentar una elevada ramificación basal. Los individuos se encuentran distribuidos en forma agregada, formando grupos mono o biespecíficos de árboles contactados por su base (Goya *et al.*, 1992).

Se muestrearon tres parcelas de 25 x 30 m localizadas en diferentes parches de bosque y separadas por al menos 1000 m de distancia. En cada parcela se midieron todos los individuos arbóreos mayores de 1 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). A partir de los datos estructurales se tomaron cinco individuos al azar de cada clase diamétrica definidas a intervalos de 5 cm. A cada individuo se le extrajo una muestra de barreno para determinar su crecimiento.

En las muestras de barreno se contaron los anillos de crecimiento para estimar la edad, y se midieron los incrementos de diámetro a la altura del pecho (DAP) para intervalos de 5 años. Se eligió este intervalo en lugar de medir el incremento año a año debido a que los incrementos anuales fueron muy pequeños y para suavizar el efecto de las variaciones interanuales.

Se clasificaron los árboles en distintas cohortes según su edad. La primera correspondió a los árboles remanentes luego de la intervención, es decir aquellos que ya estaban presentes antes del año '50 y que no entran en el análisis. La segunda y tercera cohorte corresponden a árboles que se establecieron después de que el bosque fue cortado, y aquí se denominan 1 y 2. La primera de éstas comprende los individuos aparecidos entre el año '50 y el '64 y la última los que aparecieron a partir del año '65.

Las diferencias de diámetro entre cohortes para diferentes edades se evaluaron mediante un análisis de medidas repetidas con técnicas paramétricas (von Ende, 1993) y no paramétricas (Potvin *et al.*, 1990). Las variaciones en el tiempo se tomaron como el efecto dentro de individuos, y el factor cohorte como efecto entre individuos. Este tipo de diseño es aplicable a muchas situaciones biológicas en las que el individuo es la unidad experimental. El análisis de la respuesta de cada individuo por separado otorga mayor sensibilidad al análisis al remover las diferencias entre individuos (von Ende, 1993).

Se dispuso de 8 observaciones para cada cohorte, y el DAP correspondiente a 3 edades. Se utilizó la prueba de Mauchly (von Ende, 1993) para evaluar el ajuste de los datos a los supuestos del ANOVA y la pertinencia de utilizar un método alternati-

vo. Tales pruebas se realizaron sobre los datos sin transformar y transformados a logaritmo. Los resultados hallados para los métodos paramétricos y no paramétricos fueron comparados entre sí. Las pruebas no paramétricas para diseños de medidas repetidas permiten trabajar con cualquier tipo de distribución y constituyen métodos más robustos (Potvin *et al.*, 1990).

El efecto cohorte se analizó a través de los valores promedio del diámetro correspondiente a las edades de 5, 10 y 15 años para cada individuo. Estos diámetros fueron comparados entre individuos de diferentes cohortes mediante la prueba de Kruskal Wallis. Esta comparación se realizó con dos tratamientos (cohortes) y considera un diseño completamente aleatorizado, aun cuando la situación estudiada corresponde a un diseño en bloques (parcelas) con más de una observación por tratamiento y por bloque (individuos) (Pimentel Gomes, 1978; Steel y Torrie, 1992; Potvin, 1993). Este procedimiento podría ser conservador si se considera que las diferencias entre parcelas podrían interferir con el efecto cohorte. Si las diferencias entre cohortes reflejan un efecto consistente de la competencia, debería esperarse un comportamiento homogéneo en diferentes sectores del bosque. La homogeneidad del comportamiento se puso a prueba mediante el análisis de la interacción cohorte x parcelas.

La interacción cohorte x parcela se analizó mediante la diferencia entre cohortes de los diámetros promedio de las tres edades. Para ese análisis se aparearon al azar los individuos de las diferentes cohortes dentro de cada parcela y se compararon las diferencias entre parcelas mediante la prueba de Kruskal Wallis, correspondiendo a un diseño al azar como en el efecto cohorte.

El efecto principal edad no se puso a prueba debido que el resultado indicaría el hecho esperable de que los árboles crecen. La interacción cohorte x edad se analizó mediante la prueba de Friedman. La interacción se evaluó como la diferencia entre cohortes de los diámetros correspondientes a cada edad, siguiendo a Potvin *et al.* (1990). En estas pruebas los individuos constituyeron bloques sobre los que se observó el efecto de la edad, por lo que resultó adecuada la aplicación del análisis de Friedman.

De acuerdo con las ideas establecidas respecto de la relación entre competencia y crecimiento, es esperable que los diámetros alcanzados a las edades de 5, 10 y 15 años sean menores para los individuos de la cohorte más reciente, debiendo detectarse un efecto del factor entre individuos. Las diferencias en los incrementos diamétricos espera-

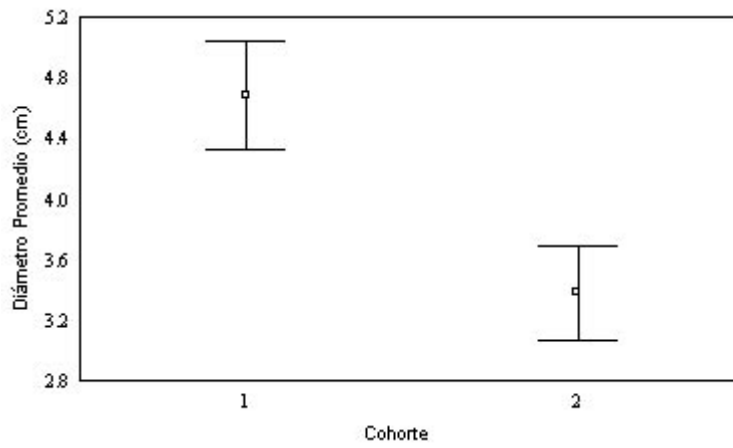


Figura 1. Diámetro medio de las tres edades por cohorte. Se indica la media \pm error estándar.

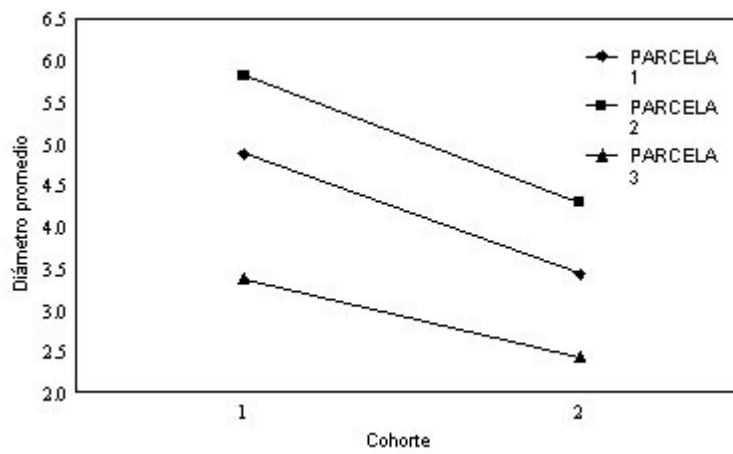


Figura 2. Interacción parcela-cohorte. Se indica la media de cada grupo.

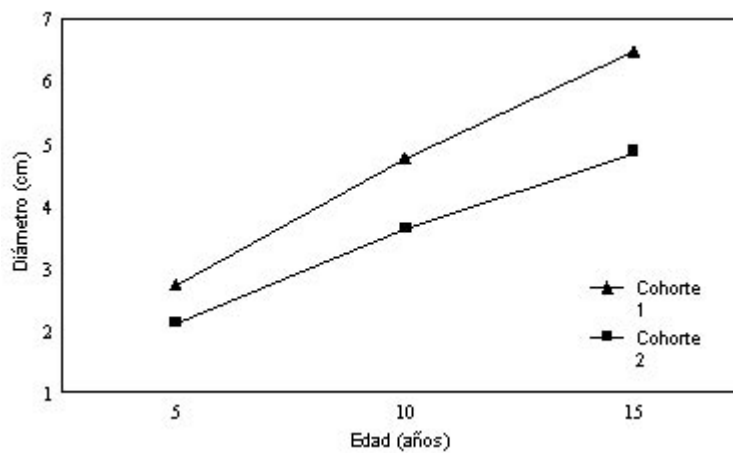


Figura 3. Interacción cohorte-edad. Se indica la media por grupo.

dos para individuos con distintos niveles de competencia permiten predecir diferentes curvas DAP-tiempo. Este efecto representaría un término de interacción entre el factor cohorte y el factor edad. Debido a que los mismos datos fueron utilizados en pruebas diferentes, se adoptó un límite de significancia conservador de 0,01.

RESULTADOS

Los datos utilizados presentaron un fuerte alejamiento de los supuestos de esfericidad, tanto cuando fueron analizados sin transformar ($W=0,42$ $p<10^{-6}$) como transformados a logaritmo ($W=0,32$ $p<10^{-6}$). El ANOVAR indicó la significancia de los efectos cohorte ($F=9,9$ $p<0,01$) y de la interacción cohorte x edad ($F=8,5$ $p<0,01$), pero no de la interacción cohorte x parcela ($F=0,2$ $p>0,81$).

Los análisis no paramétricos arrojaron los mismos resultados. Se halló un efecto principal cohorte ($H=6,9659$ $p=0,0083$) que reflejó mayores diámetros para los individuos de la cohorte 1 (Figura 1). La interacción parcela-cohorte no resultó significativa ($H=0,3950$ $p=0,8208$), lo que refleja la homogeneidad de las diferencias entre cohortes para las distintas parcelas (Figura 2). La interacción cohorte-edad tuvo un efecto significativo (Friedman Chi cuadrado= 9,25, GL=2, $p < 0,0098$) (Figura 3). La diferencia entre cohortes fue mayor a mayores edades: a los 5 años el diámetro medio de los individuos de la cohorte más antigua fue un 20 % menor que el de la más joven; a los 15 años esa diferencia fue de alrededor del 35 %.

DISCUSIÓN

La utilización de métodos no paramétricos permitió encontrar los mismos resultados que ANOVAR, pero para un juego de datos que no se ajustaban a los supuestos de este último, por lo que pueden considerarse una alternativa adecuada para esos casos. El efecto principal cohorte reflejó la diferencia de diámetros que fueron menores para más joven a las tres edades. Al momento de establecerse los individuos de la segunda cohorte, el sitio estaba ocupado por árboles mayores, lo que representa una situación competitiva desfavorable. Existen dos modelos sobre la competencia con relación a la apropiación de los recursos. Uno de ellos expresa que el efecto de la competencia es simétrico, es decir proporcional al tamaño del individuo; un árbol grande tendrá un efecto competitivo mayor que un árbol chico, pero ambos contribuirán a la competencia. El otro modelo plantea que la competencia es asimétrica y que el efecto sólo es percibido por los

individuos menores. En ambos modelos el efecto competitivo de los árboles mayores es el más importante (Weiner, 1985; Bonan, 1988; Ung *et al.*, 1997). En este trabajo no se puede evaluar cuál de los dos modelos describe mejor la situación, pero el efecto observado es esperable en ambos. Además, la falta de interacción cohorte x parcela indica que el menor crecimiento de la segunda cohorte fue consistente en los tres sectores estudiados. En diferentes modelos de crecimiento la competencia determina diferencias en las curvas de tamaño en función del tiempo. Las menores pendientes de las curvas de crecimiento de los individuos de la cohorte 2 fueron detectadas por la interacción cohorte x edad. De acuerdo con lo esperado, las diferencias de diámetros entre cohortes aumentaron con la edad. Las diferencias de alrededor de 35 % en los diámetros a los 15 años indican que la competencia puede reducir apreciablemente la tasa de crecimiento en diámetro, y que el control de la competencia mediante tratamientos silviculturales podría tener una fuerte incidencia en el rendimiento en volumen.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Rosalía y Douglas Ernshaw y a Carlos Louzan por las facilidades dispensadas para el trabajo de campo, y a todos los alumnos de las carreras de Ingeniería Forestal (Fac Cs. Agr. y Ftiles. UNLP) y de Biología (Fac. de Cs. Naturales y Museo UNLP) que colaboraron con los muestreos.

BIBLIOGRAFÍA

- Bella, I. E., 1971. A new competition model for individual trees. *Forest Science* 17: 364-372.
- Begon, M., J. L. Harper, C. R. Townsend, 1996. *Ecology*. 3ª edición. Blackwell Science Ltd. Oxford. 1068 pp.
- Bonan, G. B., 1988. The size structure of theoretical plant populations: spatial patterns and neighborhood effects. *Ecology* 69(6): 1721-1730.
- Ford, E. D., 1975. Competition and stand structure in some even-aged plant monocultures. *Journal of Ecology* 63: 311-333.
- Goya, J. F., G. Placci, M. F. Arturi, A. D. Brown, 1992. Distribución y características estructurales de los Talares de la reserva de biosfera "Parque Costero del Sur". *Revista de la Facultad de Agronomía* 68: 53-64.
- Opie, J. E., 1968. Predictability of individual tree growth using various definitions of competing basal area. *Forest Science* 14: 314-323.
- Pimentel Gomes, F., 1978. *Curso de estadística experimental*. Ed. Hemisferio Sur S.A., Buenos Aires, 323 pp.
- Potvin, C., M. J. Lechowicz, S. Tardif, 1990. The statistical analysis of ecophysiological response curves obtained from experiments involving repeated measures. *Eco-*

- logy 71(4): 1389-1400.
- Potvin, C., 1993. ANOVA: Experiments in controlled environments, in Design and analysis of ecological experiments, S. M. Scheiner & J. Gurevitch, New York, pp. 46-68.
- Renshaw, E., 1991. Modelling biological populations in space and time. Cambridge University Press, Cambridge, 403 pp.
- Steel, R. G. Y. J. H. Torrie, 1992. Bioestadística: principios y procedimientos. 2ª edición. Mc Graw-Hill, New York, 613 pp.
- Ung, C.-H., F. Raulier, D. Ouellet, J. F. Dhôte, 1997. L'indice de compétition interindividuelle de Schütz. Canadian Journal of Forest Research 27: 521-526.
- von Ende, C. N., 1993. Repeated-measures analysis: Growth and other time-dependent measures, in Design and analysis of ecological experiments, S. M. Scheiner & J. Gurevitch, New York, pp. 113-137.
- Weiner, J., 1985. Size hierarchies in experimental populations of annual plants. Ecology 66(3): 743-752.
- Zutter, B. R., G. R. Glover, R. J. Mitchell, D. H. Gjerstad, 1997. Response of loblolly pine and sweetgum to intra- and inter-specific competition and influence of soil organic matter. Canadian Journal of Forest Research 27: 2079-2087.

+