

## Efectos de las interacciones entre vecinos sobre la estructura y producción de las masas forestales

Ibañez J.J., Gracia C.A.

in

Bellot J. (ed.).  
Jornadas sobre las bases ecológicas para la gestión en ecosistemas terrestres

Zaragoza : CIHEAM  
Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 3

1989  
pages 29-34

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=C1000501>

To cite this article / Pour citer cet article

Ibañez J.J., Gracia C.A. **Efectos de las interacciones entre vecinos sobre la estructura y producción de las masas forestales.** In : Bellot J. (ed.). *Jornadas sobre las bases ecológicas para la gestión en ecosistemas terrestres.* Zaragoza : CIHEAM, 1989. p. 29-34 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 3)



<http://www.ciheam.org/>  
<http://om.ciheam.org/>

# EFFECTOS DE LAS INTERACCIONES ENTRE VECINOS SOBRE LA ESTRUCTURA Y PRODUCCION DE LAS MASAS FORESTALES.

---

J.J. IBAÑEZ y C.A. GRACIA  
 Departament d'Ecologia, Facultat de Biologia,  
 Universitat de Barcelona.

---

**Key words:** model, intraspecific competition, space occupation coefficient, simulation, forest production

**Abstract:** *EFFECTS OF INTERACTIONS BETWEEN NEIGHBOURS ON THE STRUCTURE AND PRODUCTION OF FOREST.* In this paper, a model on intraspecific competition is presented. The model is based on the concepts of areas of influence and interference. The basic hypothesis assumes that the optimization between space occupation (maximum) and competence (minimum) is a consequence of interactions among individuals.

Individual size of trees (DBH, canopy diameter) as well as size and distance to the neighbours are taken into account as relevant parameters. The model has been applied to three forest stands (*Pinus nigra*, *Pinus halepensis* and *Pseudotsuga menziesii*) and the results obtained are compared with some simulated stands in order to examine the biological meaning of the stands structure.

This simulated stands have been obtained modifying the position of trees but conserving the same density and DBHs distribution. In other simulations, individual trees positions remains unchanged but DBHs are permuted.

Results shown that real stand present the optimum relationship between space occupation and competence. Any other spatial distribution of trees positions or DBHs has worst result.

## INTRODUCCION

Toda población forestal en desarrollo cuenta con un espacio y unos recursos limitados. Por tanto,

cuanto los requerimientos individuales aumentan por encima de cierto límite, la competencia que se produce entre individuos próximos se traduce a lo largo del tiempo en la eliminación de la mayor parte

de los mismos. La idea de una relación inversa entre DBH medio y densidad es conocida desde antiguo por los forestales (Reineke, 1933) y ha sido formalizada desde entonces en diversas ocasiones (Yoda et al., 1963; White & Harper, 1970; White, 1981; Westoby, 1984; etc.).

En este trabajo se pretenden analizar los efectos de tales interacciones competitivas y como éstas repercuten en la estructura de las masas forestales. Esto se ha llevado a cabo a través de un modelo de competencia intraespecífica, basado en los conceptos de áreas de influencia y zonas de interferencia. La hipótesis de base del modelo presupone que las poblaciones forestales tienden a una situación que optimice la relación entre ocupación del espacio y competencia.

El modelo tiene en cuenta el tamaño individual de los árboles (DBH, diámetro de copa) y también el tamaño y la distancia de sus vecinos.

## MATERIAL Y METODOS

La localización y características de las parcelas analizadas se ha descrito previamente en Ibañez (1988). En cada una de estas parcelas se ha cartografiado la posición de todos los individuos y medido su DBH; en una de ellas en dos ocasiones (1985 y 1987). En esta misma parcela también se ha cartografiado la proyección de las copas. Igualmente se ha extraído un testigo de madera de cada árbol, mediante una barrena de Pressler, a partir de los

cuales se han obtenido sus curvas de crecimiento. En la tabla 1 se resumen las principales características de las parcelas.

Las hipótesis a partir de las cuales se ha desarrollado el modelo, son las siguientes:

1) Los árboles tienen áreas de influencia circulares (figura 1), de radio:  $R(i)=K(DBH(i)/2)$ , siendo K un coeficiente de ocupación espacial.

2) Dos individuos entran en competencia cuando sus áreas de influencia se solapan (figura 1).

3) Las poblaciones tienden a una situación que optimice la relación entre ocupación del espacio y competencia. Entendemos por óptima, aquella situación a partir de la cual el aumento de las áreas de influencia significa un mayor aumento de la superficie de interferencia, que del recubrimiento (ACP) de la parcela.

4) El valor del coeficiente de ocupación espacial, K, es aquel que verifica la tercera hipótesis.

Los principales parámetros de este modelo de competencia son:

\* El área de cobertura de la parcela (ACP), que representa el porcentaje de parcela controlado por las áreas de influencia de sus individuos (figura 1).

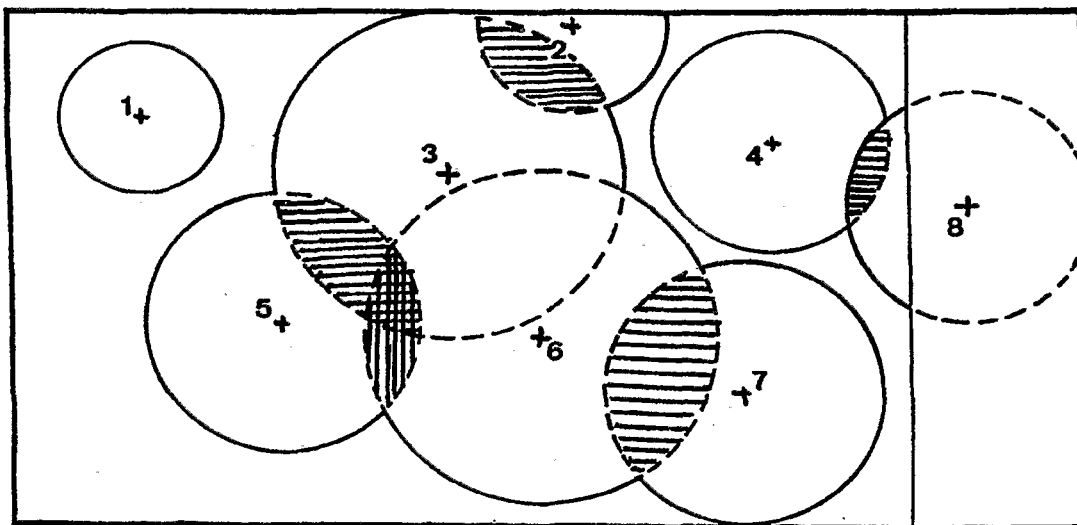
\* El coeficiente de competencia medio de la parcela (CCM), que representa el cociente entre

TABLA 1. CARACTERIZACIÓN DE LAS PARCELAS ANALIZADAS.

N°	ESPECIE	DENSIDAD (pies/ha)	A.B. (m <sup>2</sup> )	DBHm (cm)	EDAD (años)	DMVP (cm)	KO	ACP (%)	CCM (%)
1A	<i>Pinus halepensis</i>	3750	41.49	10.54	9-39	120	12.0	46	27
1B	<i>Pinus halepensis</i>	3281	44.18	11.70	11-41	137	11.5	45	24
2	<i>Pinus nigra</i>	2700	57.64	16.04	48-56	135	16.0	86	27
3	<i>Ps. menziesii</i> *	825	25.11	19.31	18	241	24.5	88	21

\* Ps.= *Pseudotsuga*. A.B.=área basal; DBHm=diámetro medio medido a 1.30m del suelo; DMVP=distancia media al vecino más próximo y KO, ACP, CCM son, respectivamente, el factor de ocupación espacial K óptimo para la parcela, el porcentaje de recubrimiento y el coeficiente de competencia, según el modelo. Estos parámetros se explican en el texto (1A=año 1985 y 1B=año 1987).

**FIGURA 1. REPRESENTACIÓN DE LOS CONCEPTOS DE SOLAPAMIENTO (ZONAS RAYADAS) Y ÁREAS DE INFLUENCIA (CON TRAZO CONTINUO). LOS VECINOS QUE RODEAN EXTERIORMENTE LA PARCELA (NUM. 8) TAMBIÉN SE TIENEN EN CUENTA EN ESTE MODELO. SE CONSIDERA ÓPTIMA AQUELLA SITUACIÓN A PARTIR DE LA CUAL UN INCREMENTO DE  $K$  REPRESENTARÍA UN MAYOR AUMENTO DEL ÁREA SOLAPADA QUE DEL RECUBRIMIENTO.**



el sumatorio de las superficies de solapamiento (figura 1) y la cobertura de la parcela (ACP), expresado en tantos por ciento.

\* El coeficiente de ocupación espacial ( $K$ ), es el factor de proporcionalidad entre el DBH de un individuo y el diámetro de su área de influencia. \* El índice de parcela (IP), es decir, el valor de la resta entre cada nuevo incremento de cobertura (ACP) y el correspondiente aumento de solapamiento. Como la parcela representa una superficie limitada, llegará un momento que un incremento del radio de influencia, significará un mayor aumento de la superficie de solapamiento que de ACP, por lo que este índice podrá tomar también, valores negativos.

\* El coeficiente de ocupación espacial óptimo de la parcela ( $K_0$ ), es aquel valor de  $K$ , que supone el último paso de positivo a negativo en el signo del índice de parcela.

Sobre la parcela 2, se han efectuado las simulaciones siguientes: 1) Permutar al azar todos los individuos de la parcela (RND-1, RND-2 y RND-3 en la figura 3); 2) generar aleatoriamente nuevas coordenadas para los individuos de la parcela (RNDxy); 3) asignar a todos los individuos un mismo DBH, igual al DBH medio de la parcela (DBHm=); y 4) repetir la simulación anterior pero con las coordenadas obtenidas en la segunda simulación (RNDxy=).

La evolución del índice de parcela, tanto en la parcela real como en el caso de las simulaciones, nos permite examinar el significado estructural de

la parcela tal y como la observamos (figura 3).

También se han estudiado las curvas de crecimiento de todos los individuos, para ver como se refleja, en términos de producción, el resultado de las diferentes interacciones entre vecinos. Todas las curvas se han ajustado a una misma función, la función de Richard (Richard, 1959) generalizada para crecimientos de tipo indeterminado como el que presentan los árboles (Gracia e Ibáñez, en prensa).

## RESULTADOS Y DISCUSION

La tabla 1 muestra que el recubrimiento espacial que según el modelo corresponde a la parcela 2 es del 86%, del mismo orden que el obtenido en un análisis de la bóveda forestal (80%), efectuado con fotografías, procesadas mediante el Sistema Binario de Análisis de Imágenes del Servei de Microscopia Electrònica de la Universitat de Barcelona (datos propios, sin publicar), lo que supondría una relación ( $K$ ) entre DBH y diámetro de influencia de 16. En estas circunstancias, el coeficiente de competencia de la parcela sería, según el modelo del 27%, similar al que corresponde a la parcela 1 pero para un valor de  $K$  sensiblemente menor ( $K=12$ ). Sin embargo, esta parcela para un valor de  $K=16$  presenta un valor de ACP (70%) comparable al de la parcela 2, y prácticamente idéntico al correspondiente a la superficie de la proyección de sus copas (figura 2). Esto permite asimilar el área de influencia a la superficie de copa. Por otra parte significa que la parcela 1 mantiene un grado de interferencia supe-

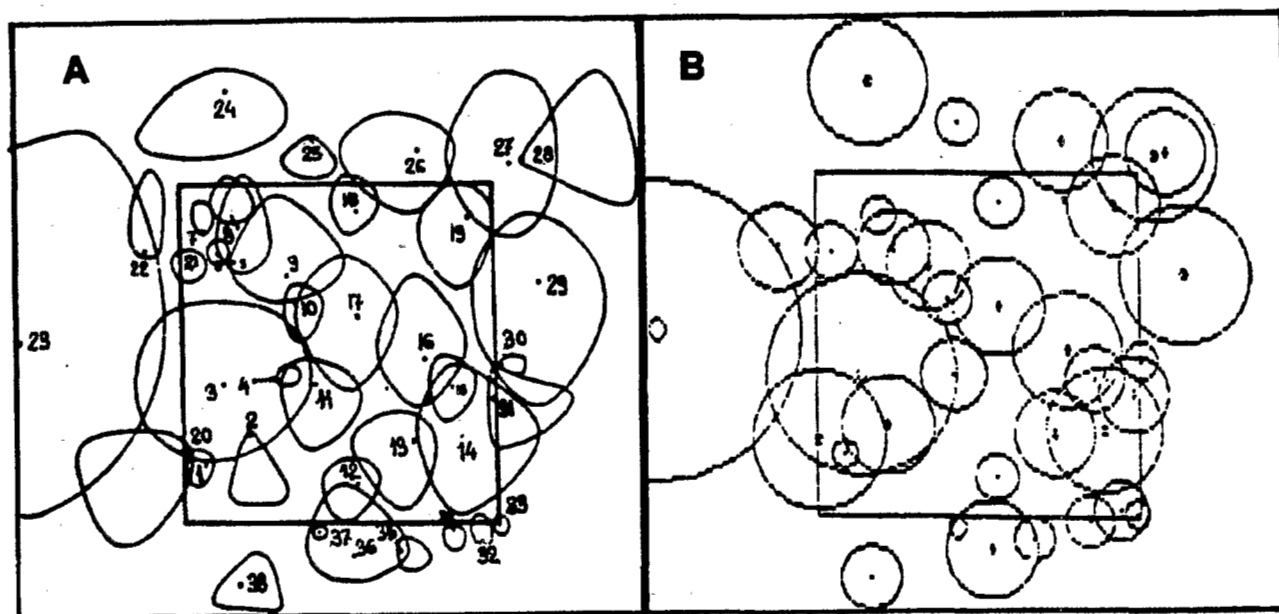
rior al de la 2; lo que está de acuerdo tanto con el hecho de que se trata de una parcela más joven, y por tanto menos estructurada, como con la evolución que ha seguido esa parcela entre los años 1985-1987, donde se ha producido un aumento notable del área basal, acompañado de la muerte de algunos de los individuos de menor tamaño (aumento de DBHm) y con vecinos muy próximos (aumento de DMVP).

De acuerdo con esto, en la parcela 3 se debería obtener un valor sustancialmente mayor de  $K$ , dado que en ella se efectuó una entresaca de proporciones considerables, cuatro años antes de su muestreo. Y eso es precisamente lo que ocurre (tabla 1).

En este caso, por tanto, el alto valor de  $K$ , indica mucho espacio disponible sin competencia, lo que se traduce en un importante incremento del crecimiento individual (figura 4), que por otra parte permite que se recupere más rápidamente, la situación inicial.

Una misma superficie de influencia puede conseguirse con un elevado número de combinaciones de DBHs y  $K$ s. Si consideramos que el espacio es limitado y que este coeficiente debe tener un límite inferior, puesto que de alguna manera representa la porción de espacio disponible para cada individuo, una vez llegado a este límite, ulteriores aumentos de DBH deben determinar la eliminación de parte

**FIGURA 2. A) PROYECCIÓN PLANA DE LAS COPAS DE LOS INDIVIDUOS DE LA PARCELA 1B (TABLA 1) DE *PINUS HALEPENSIS*, LOCALIZADA EN SALOU (TARRAGONA). B) ÁREAS DE INFLUENCIA DE ESA MISMA PARCELA SEGÚN EL MODELO PARA  $K=16$ . MÁS INFORMACIÓN SOBRE LA PARCELA SE ENCUENTRA EN LA TABLA 1.**



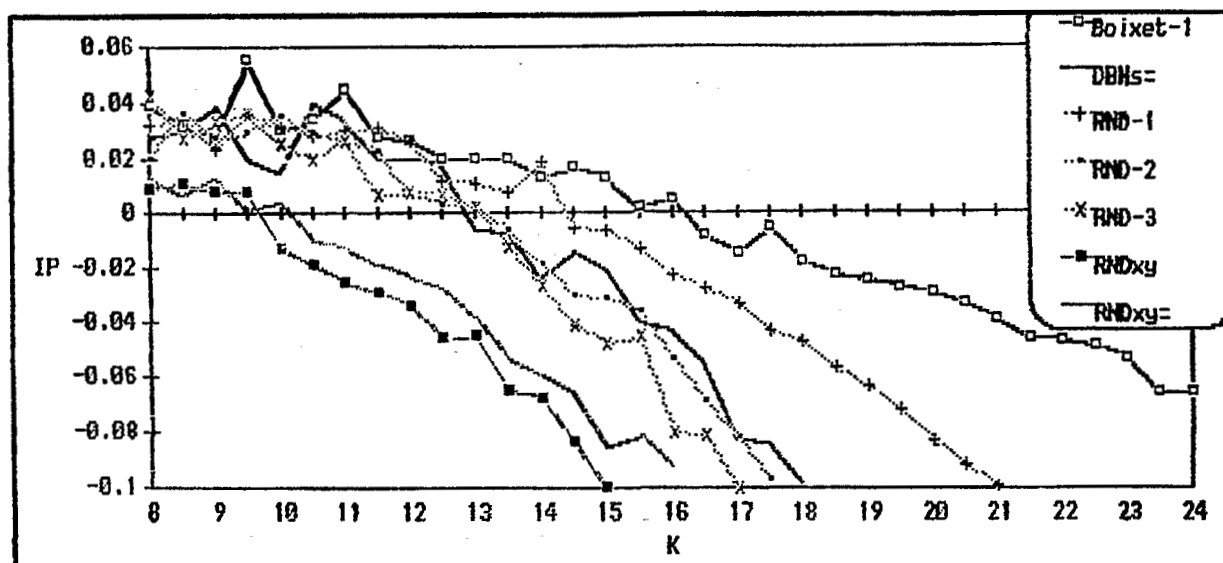
de la población.

Por otra parte, poblaciones de una misma especie, desarrolladas bajo diferentes condiciones ambientales, es previsible que modifiquen el coeficiente de ocupación espacial para mantener los requerimientos mínimos (agua y nutrientes, fundamentalmente) de la especie. En este sentido serían de esperar valores de  $K_0$  cada vez mayores a lo largo

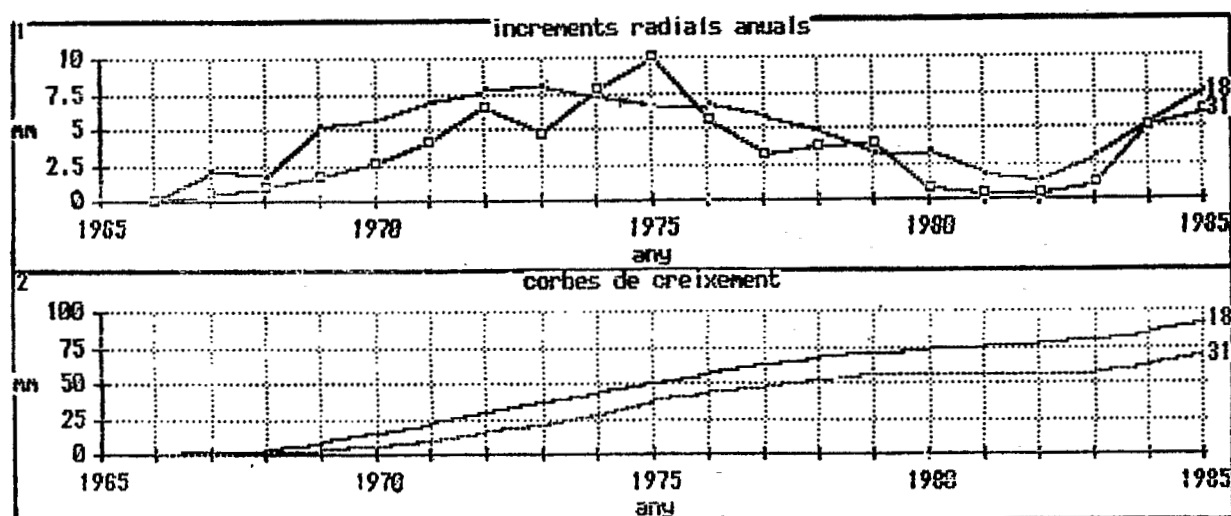
de lagradients de aridez creciente, por ejemplo.

La distribución espacial y la diversidad de DBHs que resulta de la interacción entre vecinos, parece decisiva para conseguir una relación óptima entre ocupación espacial y competencia (figura 3). De las simulaciones efectuadas, que hemos evaluado mediante el modelo propuesto, se deduce que un cambio aleatorio de la posición

**FIGURA 3. EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE PARCELA (IP) EN FUNCIÓN DEL VALOR DE K. COMPARESE SU EVOLUCIÓN EN UNA PARCELA DE *PINUS NIGRA* (PARCELA 2 DE LA TABLA 1) SITUADA EN LOS PUERTOS DE TORTOSA (TARRAGONA) CON LA DE LAS DIFERENTES SIMULACIONES EFECTUADAS. DE LOS TRES TIPOS DE SIMULACIONES, AQUELLAS QUE GENERAN UNAS NUEVAS COORDENADAS AL AZAR (RNDXY) SON LAS QUE DAN PEORES RESULTADOS, AUNQUE A CADA ÁRBOL SE LE ASIGNE UN MISMO DBH, EL DBH MEDIO DE LA PARCELA (RNDXY=). DE TODOS MODOS LAS PERMUTACIONES DE INDIVIDUOS AL AZAR (RND-N') TAMBIÉN REPRESENTAN UN CONSIDERABLE AUMENTO DE LA INTERFERENCIA EN LA PARCELA; Y LO MISMO OCURRE EN CASO DE UNIFORMIZAR LOS DBH, SUSTITUYÉNDOLOS TODOS POR EL DBH MEDIO DE LA PARCELA (DBHs=).**



**FIGURA 4. INCREMENTOS RADIALES ANUALES Y CURVAS DE CRECIMIENTO DE DOS INDIVIDUOS DE *PSEUDOTSUGA MENZIESII* DE UNA PARCELA SITUADA EN EL MONTSENY (PARCELA 3 DE LA TABLA 1). OBSERVESE EL EFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO DE UNA TALA EFECTUADA EN EL AÑO 1981.**



de parcela, se traduce en un aumento muy considerable de interferencia a nivel de parcela. En el mismo sentido se pueden interpretar los resultados de las permutaciones aleatorias de indivi-

duos o de la uniformización de DBHs, si bien en estos casos, el aumento de interferencia no es tan espectacular, probablemente por el hecho de que al menos se conserva una cierta estructura.

## BIBLIOGRAFIA

- CAUSTON, D.R. & VENUS, J.C. 1981. *The biometry of plant growth*. Edward Arnold (Publishers). London 391 pp.
- FORD, E.D. 1975. *Competition and stand structure in some even-aged plant monocultures*. Jour. of Ecol. 63: 311-333.
- GATES, D.J. 1982. *Analisis of some equations of growth and competition in plantations*. Mathem. Bioesciences 59: 17-32.
- GRACIA, C.A. & IBAÑEZ, J.J. 1986. *Efectos de la competencia sobre la producción de masas forestales*. En: Bases ecològiques per la gestió ambiental. Diputació de Barcelona. pp.: 56-57.
- GRACIA, C.A. & IBAÑEZ, J.J. (en prensa). *Una función de crecimiento flexible para describir diferentes tipos de series dendrocronológicas: generalización de la función de Richard*.
- HARPER, J.L. 1977. *Population biology of plants*. Academic press, London. 22+892 pp.
- HUNT, R. 1982. *Plant growth curves: an introduction to the functional approach to plant growth analysis*. Arnold Ltd., London.
- IBAÑEZ, J.J. 1988. *Competència intraespecífica en masses forestals: un model d'àrees d'influència*. Tesi de llicenciatura. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.
- LONG, J.N. & SMITH, F.W. 1984. *Relation between size and density in developing stands: a description and possible mechanisms*. For. Ecol. and Man., 7: 191-206.
- LORIMER, C.G. 1983. *Test of age-dependent competition indices for individual trees in natural hardwood stands*. For. Ecol. and Man., 6: 343-360.
- A. MARTINEZ, F.J. & MADRIGAL, A. 1982. *Influencia de la competencia en el crecimiento en sección*. I.N.I.A. 87pp.
- NEWHAM, R.M. 1966. *Stand structure and diameter growth of individual trees in a young red pine stand*. Can. Dep. For. Rural Dev. Int. Rep. FMR-1, 19 pp.
- PERRY, D.A. 1985. *The competition process in forest stands*. En: "Attributes of trees as crop plants", pp: 481-506. Ed. by M.G.R. Cannell & J.E. Jackson. Institute of Terrestrial Ecology. 592 pp.
- REINEKE, L.H. 1933. *Perfecting a stand-density index for even-aged forests*. J. Agric. Res., 46: 627-638.
- RICHARD, F.J. 1959. *A flexible growth function for empirical use*. Jour. of Experimental Botany, 10: 290-300.
- SLATKIN, M. & ANDERSON, D.J. 1984. *A model of competition for space*. Ecology 65(6): 1840-1845.
- SMITH, F.W. & SCOTT, D.R.M. 1984. *Derivation of a competitive index for individual trees from seasonal growth patterns*. Can. Jour. of For. Res. 14(2): 266-270.
- WEINER, J. 1984. *Neighbourhood interference amongst Pinus rigida individuals*. Jour. of Ecol. 72(1):183-195.
- WESTOBY, M. 1984. *The self-thinning rule*. Advances in Ecol. Research, 14: 167-225.
- WHITE, J. 1981. *The allometric interpretation of the self-thinning rule*. Jour. of Theor. Biology 89: 475-500.
- WHITE, J. & HARPER, J.L. 1970. *Correlated changes in plant size and number in plant population*. Jour. of Ecol. 58: 467-485.
- YODA, K, KIRA, T., OGAWA, H. & HOZUMI, H. 1963. *Self-thinning in overcrowded pure stand under cultivated and natural conditions*. Jour. of Biol. Osaka City University 14: 107-129.