

DETERMINACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS CURVAS DE DISTRIBUCIÓN IRREGULAR PARA EL PINO SILVESTRE Y LARICIO, A PARTIR DE LAS TABLAS DE PRODUCCIÓN DE MASA REGULAR.

E. AYUGA (1); C. GONZÁLEZ (1); A. SÁNCHEZ (1); A. MARTÍN(1)
& S. MARTÍN (1).

(1) Departamento de Economía y Gestión Forestal, ETSIM.

RESUMEN:

El mantenimiento y aumento de la complejidad estructural de masas forestales, ha llegado a ser un objetivo de gestión relacionado con la conservación de ecosistemas y paisajes. Las especies intolerantes a la sombra pueden componer una estructura irregular en grupos pequeños con tratamientos adecuados. Para iniciar un proceso de conversión de estructura regular a una estructura irregular es necesario disponer de modelos sobre la evolución de la masa, hasta llegar a una estructura deseada. En este trabajo se describe un sencillo proceso para su cálculo partir los datos de las tablas de producción, suponiendo una estructura irregular por grupos y bosquetes. El procedimiento propuesto se aplica a las tablas de producción del pino silvestre en el sistema central y pino laricio en el sistema ibérico y se realiza la comparación de los resultados. El número de árboles por intervalo diamétrico se estima usando el método de la función núcleo.

P.C.: Estructura irregular, tablas de producción, conversión, distribución equilibrada.

SUMMARY

Maintaining and increasing the structural complexity of forest stands have become a management objective associated with the conservation of ecosystems and landscapes. With adequate treatment and using small groups, even shade intolerant species can be successfully manipulated to create a forest uneven-aged structure. To initiate the conversion of an even-aged stand to an uneven-aged structure, it is first necessary to know the desired structure to be achieved and to have models of stand development. This paper describes a simple process for obtaining a balanced diameter distribution of an uneven-aged stand, using the yield tables of even-aged stands. The proposed method applies the yield tables for *Pinus sylvestris* and *Pinus nigra* and the results have been compared. The number of trees per diameter interval is estimated using the Kernel function.

K.W.: uneven-aged structure, yield tables, conversion, balanced distribution.

INTRODUCCIÓN Y MÉTODOS:

La actividad humana ha aumentado la vegetación presente en grupos de edades sucesivas. La mayoría con especies de sombra intolerantes o especie de sombra semiintolerante (*Smith et al*, 1997). Estas son las mismas especies que se usan frecuentemente en repoblaciones, y han sido el interés principal de la silvicultura comercial (*Smith*, 1986). Las especies intolerantes frecuentemente se gestionan como estructuras regulares, debido a la fácil estrategia de cortas, las cuales emulan condiciones de desastres naturales que favorecen su regeneración. *Smith* (1986) consideró la viabilidad de obtener una masa irregular, de parcelas o grupos pequeños de especies de sombra intolerantes, que reflejan perturbaciones a pequeña escala y también mostró que la distribución irregular de grupos cuyo diámetro es alrededor de dos veces la altura del pie más cercano y los efectos de sombra son las características determinantes de una masa irregular.

Por otra parte, el interés y la posibilidad de extender las masas irregulares han aumentado, como una consecuencia de su mayor estabilidad, y su mejor conservación de naturaleza y paisaje (*Larsen*, 1995). La gestión de masas de pequeños grupos irregulares de especie intolerante es posible, pero requiere una gestión más intensiva. La conservación es una característica esencial de una masa irregular. Es el resultado de la auto-regulación o el auto-mantenimiento.

Aunque pase por diferentes fases de desarrollo la masa forestal presenta en toda su superficie

la estructura irregular, la distribución espacial de los pies se mantiene sin cambios. Estas fases de la masa forestal incluyen regeneración, diferentes etapas de crecimiento, aberturas por extracción mediante cortas, decrepitud y muerte. La estructura de la masa forestal fluctúa alrededor una estructura ideal debido a las perturbaciones (Korpel, 1995). Este ideal o estructura de la masa equilibrada se auto-mantiene y es constante en cantidad y distribución de los diferentes estados de desarrollo de las unidades de regeneración (ecounits, Oldeman, 1990).

La conceptualización de la masa irregular se basa en la estructura diametral y la de masas regulares se basa en una estructura por grupos de edad.

La curva de distribución diamétrica ideal, o curva equilibrada del número de pies por clase diamétrica, es una curva exponencial decreciente. Esta curva se mantendrá constante indefinidamente. Si hay un clareo, la curva vuelve a su estado inicial al cabo del tiempo que transcurre entre claras sucesivas. Las características de las claras, y los intervalos entre ellas se fijan de tal manera que la estructura inicial se recobre.

La forma operativa de trabajo es empleando clases diamétricas, y la distribución se expresa como número de árboles por clase diamétrica, siendo la distribución diamétrica equilibrada una función de los siguientes factores: Las eliminaciones (cortas y mortalidad) en las clases diamétricas diferentes, la transferencia de árboles entre intervalos de diferentes diámetros, y el flujo constante de pies de la regeneración que se incorporan a la clase diamétrica inferior. El fundamento de la estabilidad es una alta biomasa permanente, estructurada para mantener un equilibrio dinámico.

Necesitamos conocer la distribución equilibrada deseada para la transformación de una estructura regular a una estructura irregular y acomodar así las cortas y ayudas a la regeneración a las características de la masa real.

El proceso de transformación varía dependiendo de las diferencias existentes entre la masa forestal y la estructura irregular. Otro factor a considerar es si la especie es tolerante o intolerante a la sombra. Las intervenciones que se realizarían para la conversión de una masa de estructura regular a irregular, durante un período de transformación en el que se produce la convergencia a la estructura irregular, son básicamente cortas y ayudas a la regeneración que actúan sobre los parámetros de equilibrio de la masa. La estructura ideal puede establecerse de manera provisional al iniciarse las intervenciones e ir afinándose conforme avanza el proceso de transformación. La cuantía de las intervenciones se realiza a la luz de la estructura ideal buscada y de la evolución de la masa. Las intervenciones son fuente de experimentación, útiles para conocer la respuesta de la estructura forestal ante diversos tratamientos.

La base conceptual para la construcción de la distribución diamétrica de equilibrio de la masa irregular se encuentra en la organización de una masa irregular por bosquetes o grupos, aprovechada según el sistema de entresaca por bosquetes. La idea básica de la estructura espacial y temporal de la irregularidad por bosquetes ya fue descrita en el siglo pasado.

Para Smith (1986) la curva de distribución de una masa irregular, representa la colectividad total de la distribución diamétrica de una serie de grupos puros regulares de árboles, cubriendo áreas iguales y separadas por iguales intervalos de tiempo.

Las tablas de producción de masas regulares se establecen para distintas calidades, ofreciendo información sobre su evolución de forma regular (cada 10 años). Para cada calidad, se da la variación de diversos parámetros que se relacionan con la edad: el número total de pies, el diámetro medio cuadrático, el área basimétrica, la altura media, la altura dominante, el volumen total, volumen del árbol medio y los crecimientos.

La conceptualización de la masa irregular por bosquetes a partir de las tablas de producción se puede hacer como sigue: Para una calidad determinada, una hectárea toma una serie de valores dados en las tablas a lo largo de los años del turno. La estructura irregular buscada contendría, en un momento determinado, todos los grupos que representa la evolución de una masa regular a lo largo del tiempo. Para cada edad y calidad hay un número de pies y un diámetro medio cuadrático, proporcionado por las curvas. La misma distribución se obtiene para el conjunto de superficies, cada una con las edades consideradas anteriormente. Con estos supuestos la distribución espacial refleja la distribución temporal.

Para obtener la curva de distribución hay una serie de premisas e hipótesis:

-Para que la distribución obtenida sea real debe minimizarse el efecto borde. Para ello

conviene que los grupos sean mayores de 600 m².

- Debe establecerse un turno aproximado, con el criterio de obtención de árboles de las dimensiones que nos interesen en las últimas clases diamétricas, y que no se presenten efectos de pérdida de vitalidad.

- La producción de la masa se acepta idéntica a la estructura regular. A efectos de cálculo el área basimétrica es la misma en ambos casos.

- Las características de cada grupo, supuesta la distribución completa calculada en una hectárea, se determinan conociendo el turno aproximado " t_n " y el periodo de intervenciones y de inventario, contemplado en las tablas, que suele ser de 10 años.

Establecido el turno, múltiplo de 10, el número de grupos que conformarán una masa irregular en equilibrio sería $t_n/10$. En el caso de 150 años, serían 15 grupos (*Pinus sylvestris*) y en el de 180, 18 grupos (*Pinus nigra*). Para obtener los datos por hectárea, suponiendo que la estructura completa ocurriera en 1 ha había que dividir las variables relacionadas con el número de pies por el número de grupos.

- El tratamiento aplicado para confeccionar grupos homogéneos puede ser la corta a hecho por bosquetes o el aclareo sucesivo y uniforme (shelterwood system), el primero para grupos homogéneos de pequeña extensión y el segundo de mayor extensión.

La curva obtenida constituye una primera aproximación a la estructura irregular y ha de ser completada con sucesivos inventarios. Una gestión intensiva llevaría a la formación de grupos de diverso tamaño y con tratamientos de corta a hecho a aclareo sucesivo. La consecuencia de este patrón variado será el aumento del efecto borde y por ello la posible separación de los valores de crecimiento y efectivos reales de los derivados de la tabla de producción. Por ello, la distribución debe ir revisándose a la luz de la evolución de la masa.

Para obtener la distribución diamétrica de equilibrio, a partir de las tablas de producción, tanto del *Pinus sylvestris* L. en el centro de España (tablas de García Abejón y Gómez Loranca, 1984), como del *Pinus nigra* Arn en el Sistema Ibérico (tablas de Gómez Loranca, 1996), se seguirían los siguientes pasos (ver García Abril et al, 1999): 1º Establecer el área de estudio y objetivos, empleando las tablas de producción para cada calidad, 2º elección del turno aproximado y extensión de los datos de las tablas de producción a dicha edad, 3º determinar una modalidad de cortas y periodo de regeneración, 4º distribución en una hectárea de los pies y su área basimétrica por edad, antes y después de la corta, pudiendo así obtenerse por diferencia los valores para la masa extraída y 5º y último, estimación no paramétrica, empleando los datos anteriores, del número de pies por clase diamétrica usando la función núcleo (Ayuga et al., 1994).

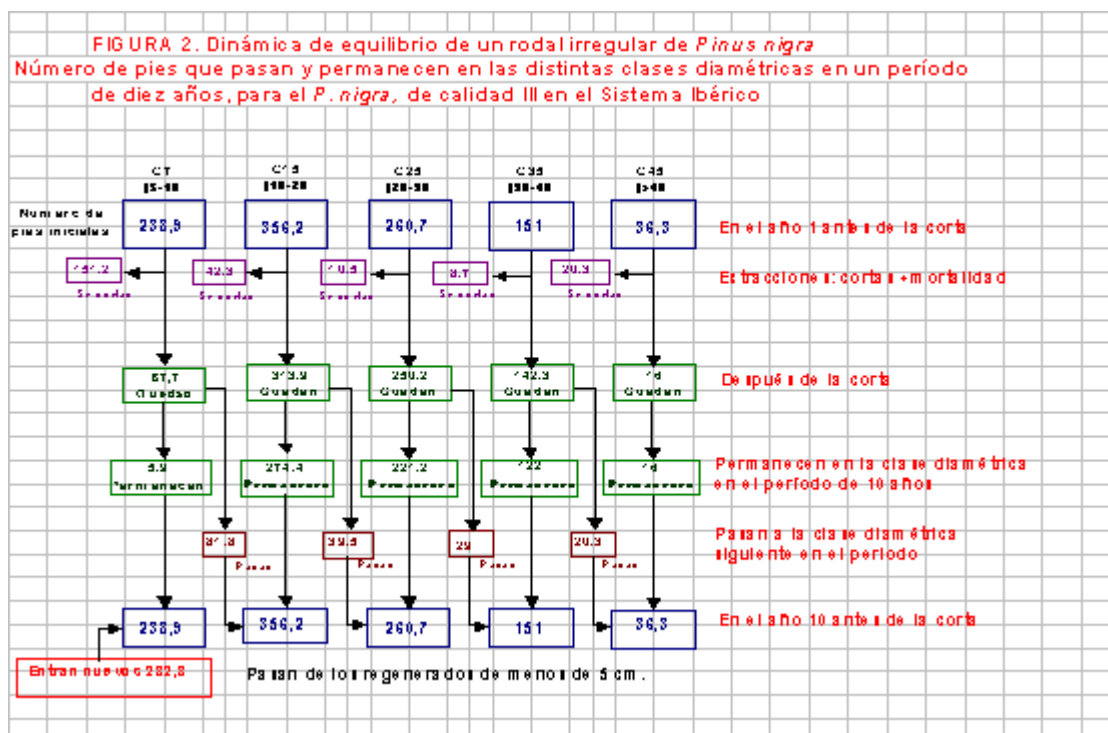
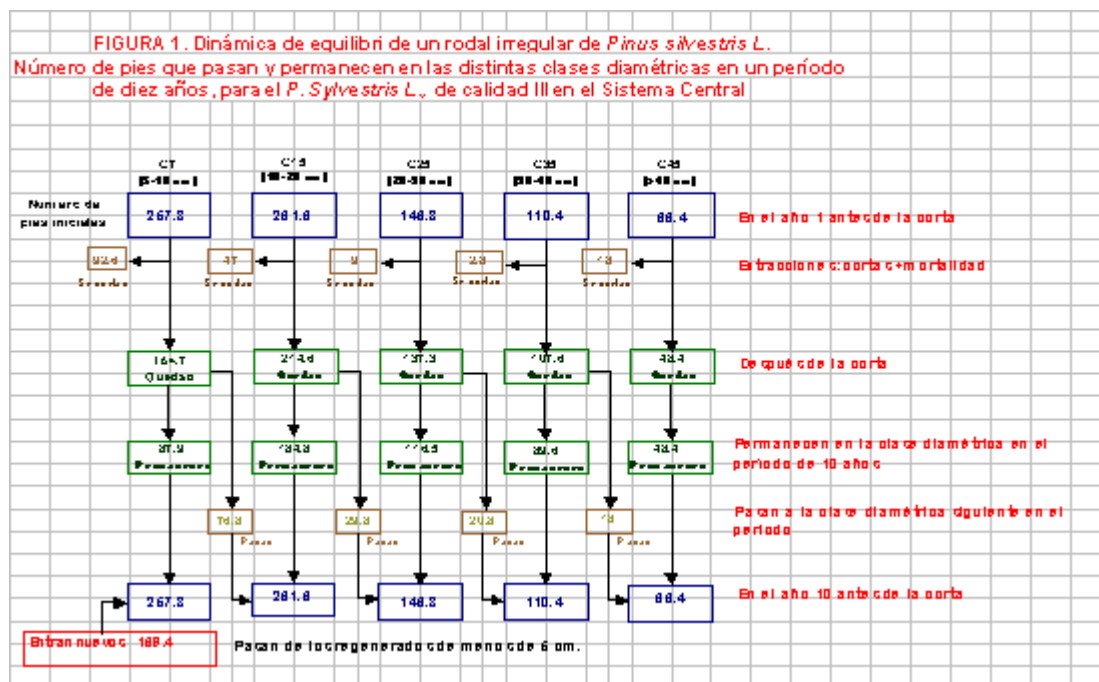
RESULTADOS.

Una vez obtenido el número de pies equivalente por clases diamétricas, y calculados los volúmenes unitarios, se tendría perfectamente definida la curva de equilibrio, las características de esta para el *P. sylvestris* se muestran en la tabla 1 y para el *P. nigra* en la tabla 2.

TABLA 1. DISTRIBUCIÓN IDEAL DEL MONTE IRREGULAR DE <i>Pinus sylvestris</i>									
Distribución diamétrica de equilibrio por hectárea de una masa irregular de <i>Pinus sylvestris</i> en el sistema central (calidad III, por intervalo diamétrico a partir de GARCÍA ABEJÓN & GÓMEZ LORANCA, 1984, supuestos 15 grupos de edades correlativas, con un intervalo de 10 años)									
Clase Ø	Masa antes de corta			Masa después de corta			Masa extraída		
	N	Dq	Ab	n	dq	ab	n'	d'q	ab'
7,5	257,3	7,5	1,1	164,7	7,5	0,7	92,6	7,5	0,41
15	261,6	15,0	4,8	214,6	15,0	3,8	47	15	0,83
25	146,3	25,0	7,2	137,3	25,0	6,7	9	25	0,44
35	110,4	35,0	10,6	107,6	35,0	10,4	2,8	35	0,27
45	66,4	45,0	10,6	48,4	45,0	7,7	18	45	2,86
	842,0		34,1	672,6		29,3	169,4		4,8
Clase Ø:	media de clase en cm.. Las clases son: 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, >40								
N	número de pies por hectárea para la clase antes de la corta								
Dq	diámetro medio cuadrático antes de la corta, por clase diamétrica								
Ab	área basimétrica de la clase en metros cuadrado, antes de la corta								
n'	número de pies extraídos por hectárea para la clase diamétrica								
d'q	diámetro medio cuadrático de pies extraídos por clase diamétrica								
ab'	área basimétrica de los pies extraídos para la clase, en metros cuadrados								
n	número de pies por hectárea, después de la corta, por clase diamétrica								
dq	diámetro medio cuadrático, después de la corta, por clase diamétrica								
ab	área basimétrica de la clase, después de la corta, en metros cuadrados								

TABLA 2. DISTRIBUCIÓN IDEAL DEL MONTE IRREGULAR DE <i>Pinus nigra</i>									
Distribución diamétrica de equilibrio por hectárea de una masa irregular de <i>Pinus nigra</i> en el sistema central (calidad III, por intervalo diamétrico a partir de GÓMEZ LORANCA, 1996 supuestos 18 grupos de edades correlativas, con un intervalo de 10 años)									
Clase Ø	Masa antes de corta			Masa después de corta			Masa extraída		
	N	Dq	Ab	n	dq	ab	n'	d'q	ab'
7,5	238,9	7,5	1,1	87,7	7,5	0,4	151,2	7,5	0,7
15	356,2	15,0	6,3	313,9	15,0	5,6	42,3	15	0,7
25	260,7	25,0	12,8	250,2	25,0	12,3	10,5	25	0,5
35	151,0	35,0	14,5	142,3	35,0	13,7	8,7	35	0,8
45	36,3	45,0	5,8	16,0	45,0	2,5	20,3	45	3,3
	1043,1		40,5	810,1		34,5	233,0		6,0
Clase Ø:	media de clase en cm.. Las clases son: 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, >40								
N	número de pies por hectárea para la clase antes de la corta								
Dq	diámetro medio cuadrático antes de la corta, por clase diamétrica								
Ab	área basimétrica de la clase en metros cuadrado, antes de la corta								
n'	número de pies extraídos por hectárea para la clase diamétrica								
d'q	diámetro medio cuadrático de pies extraídos por clase diamétrica								
ab'	área basimétrica de los pies extraídos para la clase, en metros cuadrados								
n	número de pies por hectárea, después de la corta, por clase diamétrica								
dq	diámetro medio cuadrático, después de la corta, por clase diamétrica								
ab	área basimétrica de la clase, después de la corta, en metros cuadrados								

Respecto a la dinámica de equilibrio de la estructura irregular obtenida, en un periodo de 10 años unos pies cambian de clase, otros se extraen y otros permanecen, de manera que el número permanece constante en intervalos de 10 años, es decir se mantiene la distribución equilibrada del monte ideal. La distinta situación de los pies en cuanto a permanecer en una clase, pasar a otra, o ser cortados, en un periodo de 10 años, se ilustra en las figuras 1 y 2.



El porcentaje de paso de pies de una clase diamétrica a la siguiente en un periodo de 10 años, es sensiblemente constante en todas las clases diamétricas y para ambos pinos. Este resultado coincide con las observaciones e hipótesis de la estructura irregular, que dicen que una característica fundamental de esta es el crecimiento diametral sostenido a lo largo de las clases diamétricas, es decir, el árbol medio presentará un crecimiento diametral aproximadamente constante a lo largo del tiempo.

Los valores demasiado elevados que se observan en el *P. nigra*, proceden del alto número de pies de la tabla de producción, éstos se deben considerar como una aproximación inicial que debe ir reajustándose con los datos reales conforme se obtengan masas irregulares.

CONCLUSIONES.

Considerando el creciente interés por el paisaje y por la disminución de los impactos de las actividades selvícolas se debe emplear métodos de gestión menos intensos. Para lograrlo se necesita

una masa irregular y, por otra parte, es importante desarrollar una buena metodología para obtenerla.

En este trabajo se describe un procedimiento sencillo para obtener la distribución equilibrada de una masa irregular en pequeños grupos, usando las tablas de producción de masas regulares. El principio básico es que en una masa irregular de pequeños grupos, la distribución espacial de los grupos de edades en las masas regulares es análoga a la evolución de un grupo de la masa irregular en el transcurso de una rotación.

El número de pies por clase diamétrica para la masa regular se ha estimado mediante la función núcleo. Este método de estimación se ha analizado, mostrando su validez, en varias aplicaciones con datos forestales.

Las curvas de equilibrio obtenidas son compatibles con las características conocidas de las masas irregulares.

BIBLIOGRAFIA

- AYUGA, E. *et al.* (1994). Elección de la función núcleo y ancho de banda más apropiado para la estimación de funciones de densidad con muestras grandes. *XXI Congreso de Estadística e Investigación Operativa. Sociedad de Estadística e Investigación Operativa* (SEIO) Madrid.
- GARCÍA ABEJÓN, J.L. & GÓMEZ LORANCA, J. A.; (1984). Tablas de producción de densidad variable para *Pinus sylvestris* L. en el Sistema Central. *Comunicaciones INIA. Serie Recursos Naturales*, nº 29. MAPA. Madrid.
- GARCÍA ABRIL, A. *et al.*; (1999). Concepts associated with deriving the balanced distribution of an uneven-aged structure from even-aged yield tables: application to *Pinus sylvestris* in the Central Muntains of Spain. En *Management of Mixed-species Forest: Silviculture and Economics*. D.L.O. Institute for Forestry and Nature Research. 108-127. Wageningen.
- GÓMEZ LORANCA, J. A. (1996). *Pinus nigra* Arn. en el Sistema Ibérico: *Tablas de crecimiento y producción*. Monografías INIA, nº 93. MAPA. Madrid.
- KORPEL, S; (1995). *Die Urwälder der westkarpaten*. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- LARSEN, J.B; 1995. Ecological stability of forests and sustainable silviculture. *Forest Ecology and Management*. 73: 85-96
- OLDEMAN, R.A.A; (1990). *Forests: Elements of Sylvology* . Springer-Verlag. Heidelberg.
- SMITH, D.M.; (1986). *The Practice of Silviculture*. John Wiley & Sons. New York.
- SMITH, D.M.*et al.* (1997). *The Practice of Silviculture. Applied Forest Ecology*. John Wiley & Sons. New York.