

INDICES DE PRODUCTIVIDAD

Los índices de productividad surgen con el fin de correlacionar la productividad vegetal con el macroclima. Entre ellos destacan las formulaciones que tras elaborar un índice con valores climáticos medios mensuales, correlacionan éste con la producción vegetal. Estudiamos por su amplia aplicación en España el índice de productividad potencial forestal y el índice de productividad agrícola de Turc.

INDICE DE PRODUCTIVIDAD POTENCIAL FORESTAL

Paterson, al tratar de encontrar una estrecha correlación entre la productividad potencial forestal de una estación y sus factores ecológicos comienza considerando que el clima siempre se refleja en la edafogénesis. Por otra parte considera que las condiciones topográficas generales de una región condicionan el clima de la misma.

Dentro del factor clima, considera que los factores más importantes para el desarrollo de la vegetación son la temperatura, la precipitación y la luz; elementos con los que elabora el índice CPV de Paterson, denominado así por ser exponente del clima, la productividad y la vegetación de la estación para la que se calcula.

La productividad potencial forestal, de una especie compatible con la estabilidad del medio, es la máxima producción que se puede llegar a obtener en una zona con suelo maduro y equilibrado, gestión técnica adecuada y buen estado fitosanitario.

Se considera que las altas temperaturas y las fuertes precipitaciones son imprescindibles para el desarrollo de las masas forestales. El índice de Paterson, CPV, se obtiene mediante la formulación:

$$CPV = \frac{tm_{12} \cdot G \cdot P \cdot f}{12 \cdot [T_{12} - t_1]}$$

P	: precipitación media anual en mm
tm ₁₂	: temperatura media del mes más cálido
t ₁	: temperatura media de las mínimas del mes más frío
T ₁₂	: temperatura media de las máximas del mes más cálido
G	: duración de período vegetativo en meses
f	: factor insolación

La duración en meses del período vegetativo, G, es distinta según las latitudes:

- en los países nórdicos se extiende a los meses en que su temperatura media es al menos igual a 3°C.
- en las zonas de tipo mediterráneo es para los meses en los que la precipitación (en mm) supere al doble de la temperatura media (en °C).
- para las Islas Británicas se exige que la temperatura media sea al menos de 7° C.
- en las zonas templadas cálidas o tropicales se exige que el índice de aridez de De Martonne mensual sea mayor que 20, y algunos exigen además que la temperatura media mensual sea, al menos, de 10°C.

Para el índice de productividad forestal, consideraremos, para la determinación del factor G, como mes activo para la vegetación forestal, de acuerdo con Gaussen, aquel en el que la precipitación media mensual expresada en mm sea igual o

J. Almorox

superior al doble de la temperatura media mensual expresada en ° C; siempre que ésta sea igual o superior a 6 °C. Por lo tanto:

$$G = n^{\circ} \text{ de meses } "i" \text{ que cumplen que } P_i \geq 2t_{m_i} \text{ y } t_{m_i} \geq 6$$

El factor de insolación (factor de radiaciones) de la fórmula original de Paterson se convierte, al aplicarlo a la España Peninsular, en un factor prácticamente constante al tener la latitud una amplitud máxima de 8 grados. Por este motivo, se considera válida la formulación del término de radiación propuesta por Gandullo y Serrada, 1977:

$$f = 2500/[n + 1000] \text{ siendo "n" el número de horas de insolación totales en el año.}$$

La producción potencial viene definida por medio de una regresión cuya expresión es:

$$y \text{ (m}^3 \text{ de madera/ha-año)} = (5,3 \cdot \log_{10} \text{ CPV}) - 7,41$$

Gandullo y Serrada han comprobado la validez de este método para España, si bien se estima mejor la productividad al considerar la roca madre. De forma que se introduce en la expresión de Paterson un coeficiente k que depende de la litofacies. La producción potencial de madera se estima por medio de la expresión:

$$P \text{ (m}^3 \text{ de madera/ha-año)} = k \cdot y$$

$$\text{Así: } P \text{ (m}^3 \text{ de madera/ha-año)} = k \cdot (5,3 \cdot \log_{10} \text{ CPV} - 7,41)$$

El factor k se obtiene según la clase litológica en la tabla adjunta. Una vez obtenida la clase según el factor litológico, la cuantificación del factor de litofacies en relación con la producción potencial forestal, a través de las clases litológicas anteriormente definidas, se establece a continuación:

CLASE LITOLÓGICA	COEFICIENTE k
Clase I	1,66
Clase II	1,44
Clase III	1,22
Clase IV	1,00
Clase V	0,77
Clase VI	0,55
Clase VII	0,33
Clase VIII	0,00

Tabla. Factor litológico de productividad forestal para la España peninsular. Gandullo y Serrada, 1977.

CLIMA SECO	CLIMA HUMEDO
<u>Clase I:</u> Aluviones calizos Aluviones silíceos	<u>Clase I:</u> Aluviones calizos
<u>Clase II:</u> Esquistos silíceos Gneiss y micacitas Pizarras	<u>Clase II:</u> Aluviones silíceos Calizas Dolomías Esquistos calizos Gabros y peridotitas Pizarras
<u>Clase III:</u> Areniscas calizas Esquistos calizos Gabros y peridotitas Granitos gneísicos Margas y areniscas Molasas margosas Arenas arcósicas algo arcillosas	<u>Clase III:</u> Areniscas calizas Esquistos silíceos Gneiss y micacitas Margas y areniscas Margas y calizas Molasa margosas Areniscas pizarrosas
<u>Clase IV:</u> Areniscas arcillosas Areniscas pizarrosas Conglomerados calizos Dolomías Granitos Margas Margas y calizas	<u>Clase IV:</u> Arenas arcósicas algo arcillosas Areniscas arcillosas Granitos Granitos gneísicos Margas
<u>Clase V:</u> Calizas Arenales calizos Arenales silíceos	<u>Clase V:</u> Arcillas Arenales calizos Conglomerados calizos
<u>Clase VI:</u> Arcillas Areniscas cuarzosas Conglomerados silíceos Graveras calizas Margas yesíferas	<u>Clase VI:</u> Arenales silíceos Areniscas cuarzosas Conglomerados silíceos Graveras calizas Margas yesíferas
<u>Clase VII:</u> Graveras silíceas	<u>Clase VII:</u> Graveras silíceas
<u>Clase VIII:</u> Sitios semiencharcados*	<u>Clase VIII:</u> Sitios semiencharcados*
* Los sitios con encharcamiento permanente se consideran improductivos	

En función de la productividad potencial forestal obtenida (P, m³ de madera/ha-año) se han definido diferentes clases que consideran las limitaciones para el crecimiento de bosques productivos.

PRODUCTIVIDAD	CLASE	Limitaciones para el crecimiento de bosques productivos
> 9,0	Ia	Sin limitaciones graves
7,5-9,0	Ib	Sin limitaciones graves
6 - 7,5	II	Limitaciones débiles
4,5 - 6	III	Limitaciones moderadas
3 - 4,5	IV	Lim. moderadamente graves
1,5 - 3	V	Limitaciones graves
0,5 - 1,5	VI	Limitaciones muy graves
< 0,5	VII	Impedido el bosque productivo

Ejemplo:

Se desea estimar la productividad potencial forestal (índice de Paterson), y las posibles limitaciones para el crecimiento de bosques productivos, en una zona situada en la España seca sobre granitos. Datos:

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
tm	4,8	6,4	8,4	10,9	15,1	19,7	22	23,5	19,5	13,6	7,4	5,3
P	37,8	53,8	40	52,6	40,6	31,1	10	9	32,9	46,6	49,3	50,6
n	5,5	6,7	7,7	9,1	10,5	12	11,1	8,7	6,6	5	4,4	4,7

- P : precipitación media mensual (mm)
- tm : temperatura media mensual (°C)
- n : horas de sol diarias medias para el mes (h/día)
- T₁₂ = 30,8 °C
- t₁ = -2,9 °C

La formulación del CPV es:

$$CPV = \frac{tm_{12} \cdot G \cdot P \cdot f}{12 \cdot [T_{12} - t_1]}$$

De los datos obtenemos:

- tm₁₂ = 23,5 °C
- P = 454,3 mm (P=ΣP_i)
- T₁₂ - t₁ = 33,7 °C

Nos falta por cuantificar G y f. Para la evaluación del factor G, número de meses del período vegetativo, consideramos que el mes "i" es activo para la vegetación forestal, si: P_i ≥ 2tm_i*; y, tm_i ≥ 6 **

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmi	4,8	6,4	8,4	10,9	15,1	19,7	22	23,5	19,5	13,6	7,4	5,3
		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
2 · tmi	9,6	12,8	16,8	21,8	30,2	39,4	44	47	39	27,2	14,8	10,6
Pi	37,8	53,8	40	52,6	40,6	31,1	10	9	32,9	46,6	49,3	50,6
	*	*	*	*	*					*	*	*
n° de G		1	2	3	4					5	6	

J. Almorox

En consecuencia, los meses activos son: Octubre, Noviembre, Febrero, Marzo, Abril y Mayo ($G = 6$).

Como el número de horas de sol totales medias en el año son 2798 h/año, el factor de insolación es:

$$f = 2500/1000+2798 = 0,658$$

Por lo tanto el factor CPV será:

$$\text{CPV} = \frac{tm_{12} \cdot G \cdot P \cdot f}{12 \cdot [T_{12} - t_1]} = \frac{23,5 \cdot 6 \cdot 454,3 \cdot 0,658}{12 \cdot [30,7 - (-3)]} = 104,23$$

La producción potencial obtenida es:

$$y \text{ (m}^3 \text{ de madera/ha-año)} = (5,3 \cdot \log_{10} \text{CPV}) - 7,41$$
$$y = 5,3 \cdot \log_{10} (104,23) - 7,41 = 3,28$$

El coeficiente k que depende de la litofacies, para la España seca y para el granito (clase IV), es:

$$k = 1,00; \text{ por lo tanto:}$$

$$P = k \cdot y = 3,28 \text{ (m}^3 \text{ de madera/ha-año)}$$

Por el resultado, el valor de P está entre 3 y 4,5 luego estamos en la clase IV. Luego, estamos en tierras que tienen limitaciones moderadamente graves para el crecimiento de bosques productivos.