

Método de cálculo de la variable “Duración de la fotosíntesis” (alias = df)

La “Duración de la fotosíntesis” DF_p^m (en “horas”) permite estimar la productividad de un ecosistema o cultivo desde el punto de vista de la climatología ambiental mediante el cálculo del número de horas con temperatura base de 7.5°C, umbral de saturación de 35°C y condiciones de humedad positiva. Se trata de una adaptación de la “Intensidad Bioclimática Potencial” (IBP) a las condiciones de crecimiento por humedad. El IBP se basa en el hecho de que gran parte de las plantas manifiestan producción neta de biomasa a partir del umbral de 7.5°C (DIAGRAMAS BIOCLIMÁTICOS de José Luis MONTERO DE BURGOS y José Luis GONZÁLEZ REBOLLAR. ICONA (1974, 1983)), siempre que no sea superior a un máximo de 35°C, umbral adoptado en esta metodología como valor representativo (Yamori y cols., Plant, Cell and Environment 29:1659-1670, 2006; Crafts-Brandner y Salvucci, Proceedings of the National Academy of Sciences USA 97:13430-13435, 2000).

La “Duración de la fotosíntesis” es calculada en los periodos anual, mensual y estacional (p) (anual, enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre, invierno, primavera, verano y otoño), para los diferentes periodos climáticos preestablecidos (m) (1961-1990, 1985-2014, 2015-2040, 2021-2050, 2031-2060, 2041-2070, 2051, 2080, 2061-2090, 2071-2100), mediante los datos registrados (histórico observado) o proyectados (por cada combinación de Modelo de Circulación General (MCG) y escenario de emisiones (ESN)) representados por los modelos raster de la temperatura máxima ($Tmax_p^m$), la temperatura mínima ($Tmin_p^m$), evapotranspiración real (ETr_p^m) y evapotranspiración de referencia (ETo_p^m), mediante la siguiente expresión:

$$\left(\begin{array}{l} Tmin_p^m \leq T_b \wedge Tmax_p^m \geq T_{umax} \Rightarrow DF_p^m = \frac{T_{umax} - T_b}{Tmax_p^m - Tmin_p^m} \cdot \frac{ETr_p^m}{ETo_p^m} \cdot N_p \cdot fp_p \\ Tmin_p^m \leq T_b \wedge (Tmax_p^m > T_b \wedge Tmax_p^m < T_{umax}) \Rightarrow DF_p^m = \frac{Tmax_p^m - T_b}{Tmax_p^m - Tmin_p^m} \cdot \frac{ETr_p^m}{ETp_p^m} \cdot N_p \cdot fp_p \\ (Tmin_p^m > T_b \wedge Tmin_p^m < T_{umax}) \wedge Tmax_p^m > T_{umax} \Rightarrow DF_p^m = \frac{T_{umax} - Tmin_p^m}{Tmax_p^m - Tmin_p^m} \cdot \frac{ETr_p^m}{ETp_p^m} \cdot N_p \cdot fp_p \\ Tmin_p^m > T_b \wedge Tmax_p^m < T_{umax} \Rightarrow DF_p^m = \frac{ETr_p^m}{ETp_p^m} \cdot N_p \cdot fp_p \\ Tmin_p^m \leq T_b \wedge Tmax_p^m \leq T_{umax} \Rightarrow DF_p^m = 0 \\ Tmin_p^m > T_{umax} \wedge Tmax_p^m > T_{umax} \Rightarrow DF_p^m = 0 \end{array} \right)$$

$$DF_{00}^m = \sum_{p=01}^{12} DF_p^m$$

donde:

$DF_p^m \Rightarrow$ duración de la fotosíntesis del periodo intranual p en el periodo climático m (horas)

$DF_{00}^m \Rightarrow$ duración de la fotosíntesis anual en el periodo climático m (horas)

$Tmax_p^m \Rightarrow$ temperatura máxima del periodo intranual p en el periodo climático m

$Tmin_p^m \Rightarrow$ temperatura mínima del periodo intranual p en el periodo climático m

$T_b \Rightarrow$ temperatura base de la fotosíntesis (7.5°C)

$T_{umax} \Rightarrow$ temperatura máxima de la fotosíntesis (35°C)

$ETo_p^m \Rightarrow$ evapotranspiración de referencia del periodo intranual p en el periodo climático m

$ETr_p^m \Rightarrow$ evapotranspiración real del periodo intranual p en el periodo climático m

$N_p \Rightarrow$ número de días del periodo p

$fp_p \Rightarrow$ fotoperiodo del periodo p

Para el cálculo de DF_p^m se consideran que la temperatura mínima diaria ocurre a primera hora de la mañana y la máxima al atardecer, con un número de horas brutas diarias de luz equivalentes al fotoperiodo fp_p definido por la latitud y día del año.

La evapotranspiración de referencia ($ET_o_p^m$) usada para el cálculo de DF_p^m , es estimada con el método de la evapotranspiración de referencia de [Penman-Monteith adaptado a hábitats de montaña](#).

Independientemente de las características edafológicas o cualquier otro factor no climático capaz de alterar el hábitat de una especie vegetal, el clima interfiere directamente sobre la productividad vegetal mediante el régimen combinado de fotoperiodo, temperaturas, precipitaciones y evapotranspiración, entendiendo que esta última incluye otros factores climáticos como humedad relativa, viento, radiación solar, etc. Estos factores deben actuar de manera combinada en el tiempo, ya que un hábitat sometido a equivalentes medias de temperatura y precipitación anual, puede tener una respuesta muy diferente según como sea la distribución intranual de ambas. De esta forma, si la época de lluvias de un clima concurre con la época de mas frío, la productividad sera mucho menor si la misma coincide con un periodo más suave de temperaturas. Esto también influye en la eficiencia de cada biotipo, ya que estructuras vegetales capaces de explorar el subsuelo que almacena el agua acumulada en invierno, van a tener una ventaja sobre las herbáceas que van a depender de las lluvias recientes.

Así mismo, ciertas condiciones climáticas pueden restringir un hábitat por constituir un limitante, o extremo insuperable para ciertas formas vitales de vegetales, tal como puede ocurrir cuando existe un periodo estival demasiado largo, heladas, inundaciones, aludes, etc. Sin ser condiciones extremas, otras combinaciones pueden causar efectos de manera diferida sobre las plantas como ocurre con los ciclos de años secos en el mediterráneo. Así por ejemplo, es conocido que las sequías mas acusadas tienen consecuencias sobre el estrato arbóreo varios anos después.

Por otro lado, desde el punto de vista del cambio climático, no es posible conocer a priori si esta alteración va a conducir a un aumento de la producción o su merma, ya que mientras el incremento de la temperatura puede mejorar la capacidad productiva de las plantas, la disminución de la precipitación y aumento de la evapotranspiración pueden reducirla.

La nomenclatura del nombre del fichero que almacena los datos de la variable “Duración de la fotosíntesis” es la siguiente:

df_<MCG>_<ESN>_d<m>_<p>_COG.tif

df = alias de “Duración de la fotosíntesis”

MCG = nombre del Modelo de Circulación General

ESN = nombre del Escenario de Emisiones de GEI

m = periodo interanual

p = periodo intranual