

INDICE DE POTENCIALIDAD AGRICOLA DE TURC

Turc (Turc, 1967) demuestra que hay una correlación entre determinadas variables climáticas y la producción de una especie sobre un suelo bien labrado y fertilizado. Si se calcula el índice de potencialidad agrícola de Turc en un determinado lugar, y si se dispone del valor que alcanza la producción en el mismo período de tiempo, puede establecerse la relación producción-índice, relación que permitirá predecir la producción esperada en cualquier otro período. Así una de las aplicaciones del índice de productividad de Turc es para estimar los aumentos de producción que implicaría la transformación de una zona de secano en regadío.

El índice de Turc se obtiene mes a mes y mediante la suma de los valores mensuales (según el tiempo de permanencia de los cultivos el campo) se obtiene el valor para el cultivo.

Para el cálculo del índice de Turc se deben establecer tres factores:

F_t : factor térmico
 F_h : factor solar
 F_s : factor sequedad

En regadío $F_s=1$; puesto que suponemos que no hay déficit de agua.

El índice de Turc mensual se calcula como producto de los tres factores obtenidos para el mes:

$CA = F_t \cdot F_h \cdot F_s$ (en secano)
 $CA = F_t \cdot F_h$ (en regadío)

Y el del período de tiempo considerado se evalúa mediante el sumatorio. Así el índice de Turc anual será el resultado de sumar los doce índices de Turc mensuales del año:

$$CA_{\text{anual}} = \sum F_{ti} \cdot F_{hi} \cdot F_{si}; \text{ de } i = I \text{ a } i = XII$$

1. Factor térmico

El factor térmico se determina por medio de la expresión:

$$\begin{aligned} F_t &= [tm \cdot (60 - tm) / 1000] \cdot [(t - 1) / 4] && \text{Si: } 1 < t < 5 \\ F_t &= 0 && \text{Si: } t \leq 1 \\ F_t &= [tm \cdot (60 - tm) / 1000] && \text{Si: } t \geq 5 \end{aligned}$$

tm : temperatura media del mes en °C
 t : temperatura media de las mínimas del mes en °C

El factor $F_t = [tm \cdot (60 - tm) / 1000]$ es máximo para $tm=30$ °C,

2. Factor solar

El factor solar es el valor menor del resultado de las dos expresiones siguientes, siempre que el valor inferior sea positivo, en caso contrario el factor solar toma como valor el cero y el mes es improductivo.

F_h = mínimo de los valores resultantes $\{F_{h1}$ y $F_{h2}\}$. Si el valor inferior es negativo se toma el cero.

$$F_{h1} = N - 5 \cdot [\Phi / 40]^2$$

$$F_{h2} = 0,03 \cdot [R_s - 100]$$

N: insolación máxima media en horas/día. Se estima a partir de la fórmula astronómica o tablas.

Φ : latitud en grados.

R_s : radiación solar en el suelo ($\text{cal}/(\text{cm}^2 \text{ día})$), evaluada por:

$$R_s = R_a \cdot [0,18 + 0,62 (n/N)]$$

R_a : radiación solar extraterrestre ($\text{cal}/(\text{cm}^2 \text{ día})$)

N : insolación máxima astronómica (horas de sol/día)

n : insolación eficaz (horas de sol/día)

3. Factor de sequedad

Si se desea calcular el índice de Turc para regadío no es preciso calcular este factor, pues toma como valor la unidad al no haber déficit de agua. Para el cálculo del factor de sequedad hay que plantear un balance hídrico por el método directo y con reserva máxima de 100 mm, de forma que necesitamos cuantificar para cada mes:

| | |
|-------|---|
| P | : precipitación media mensual |
| ETP | : evapotranspiración potencial según Turc |
| P-ETP | : diferencia entre la P y la ETP |
| R | : reserva |
| VR | : variación de reserva |
| ETR | : evapotranspiración real |
| F | : falta |

La ETP según Turc es: $ETP_{\text{TURC}} = f_i \cdot [tm_i / (tm_i + 15)] \cdot [R_s + 50] \cdot c_i$

f_i factor de corrección mensual: 0,37 para Febrero; 0,4 para el resto de los meses.

tm_i temperatura media mensual en °C.

R_s radiación solar media en el suelo ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$), calculada por medio de la expresión:

$$R_s = R_a \cdot (0,18 + 0,62 \cdot n_i / N_i)$$

R_a radiación solar extraterrestre ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$)

n_i horas de insolación reales (h/día)

N_i horas de insolación máxima astronómica (h/día)

c_i factor de corrección para zonas áridas, con desplazamientos de masas de aire cálido, en función de la humedad relativa del mes:

$$c_i = 1 \quad \text{si } HR > 50 \%$$

$$c_i = 1 + [(50 - HR) / 70] \quad \text{si } HR < 50 \%$$

Para el cálculo de F_s es necesario calcular más parámetros. Llamaremos X al más pequeño de entre los valores mensuales de ETP y $0,3 \cdot \text{ETP} + 50$. el valor se toma comparando esos dos valores mes a mes; es decir:

$$X_i = \text{mínimo} \{ETP_i \text{ y } (0,3 \cdot ETP_i) + 50\}$$

Se calcula la expresión $[(X-F)/X]_i + \text{rep}_{i-1}$. Donde el símbolo rep es el report del mes precedente. Se debe cumplir siempre que el report es mayor de cero y menor de uno. Este valor representa una acumulación de aridez extrema que repercute en el mes siguiente.

Si la expresión anterior $\{[(X-F)/X]_i + \text{rep}_{i-1}\}$ es mayor o igual a cero se coge el valor obtenido y el report del mes siguiente es nulo, al no haber aridez. De esta forma podemos poner de partida para realizar los cálculos como report nulo el último mes del período húmedo o en aquellos meses con $(X-F)/X$ igual a la unidad. De la misma forma, si $[(X-F)/X]_i > 0$ en todos los meses del año se verificará que el report será igual a cero en todos los meses del año.

Si la expresión $F_s = \{[(X-F)/X]_i + \text{rep}_{i-1}\}$ es menor de cero se coge el valor de cero $F_s = 0$, y el report del mes siguiente será $[(X-F)/X]_i + \text{rep}_{i-1}$ si el valor es mayor de -1 (entre -1 y 0) en caso contrario se toma el valor de -1 . Siempre el valor de F_s estará comprendido entre 1 y cero

Ejemplo Calcule el factor de sequedad del índice de Turc, en un observatorio con los siguientes datos.

| | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| P | 64 | 119 | 134 | 114 | 105 | 81 | 66 | 40 | 18 | 1 | 2 | 17 |
| ETP _{Turc} | 83 | 57 | 46 | 47 | 62 | 79 | 99 | 124 | 140 | 150 | 141 | 110 |

Solución.

| | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep |
|---------------------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|-------|------------|------------|
| P | 64 | 119 | 134 | 114 | 105 | 81 | 66 | 40 | 18 | 1 | 2 | 17 |
| ETP _{Turc} | 83 | 57 | 46 | 47 | 62 | 79 | 99 | 124 | 140 | 150 | 141 | 110 |
| P-ETP | -19 | 62 | 88 | 67 | 43 | 2 | -33 | -84 | -122 | -149 | -139 | -93 |
| 0,3·E+50 | 75 | 67 | 64 | 64 | 69 | 74 | 80 | 87 | 92 | 95 | 92 | 83 |
| R | 0 | 62 | 100 | 100 | 100 | 100 | 67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| VR | 0 | 62 | 38 | 0 | 0 | 0 | -33 | -67 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ETR | 64 | 57 | 46 | 47 | 62 | 79 | 99 | 107 | 18 | 1 | 2 | 17 |
| F | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 122 | 149 | 139 | 93 |
| X | 75 | 57 | 46 | 47 | 62 | 74 | 80 | 87 | 92 | 95 | 92 | 83 |
| (X-F)/X | 0,75 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,80 | -0,33 | -0,57 | -0,51 | -0,12 |
| Rep | -1 | -0,25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,33 | -0,9 | -1 |
| (X-F/X) + rep | -0,25 | 0,75 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,80 | -0,33 | -0,9 | -1 (-1,41) | -1 (-1,12) |
| F _s | 0 | 0,75 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,80 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Ejemplo. Calcule el índice de Turc anual para secano y regadío. Los datos se indican en la tabla.

| | <i>E</i> | <i>F</i> | <i>M</i> | <i>A</i> | <i>M</i> | <i>J</i> | <i>J</i> | <i>A</i> | <i>S</i> | <i>O</i> | <i>N</i> | <i>D</i> |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Tm | 3,2 | 4,8 | 6,7 | 8,7 | 12,2 | 16,5 | 20,1 | 19,8 | 17,4 | 12,2 | 6,8 | 3,7 |
| T | -1 | -0,4 | 0,8 | 2,4 | 5,7 | 9,3 | 11 | 12 | 9,9 | 6,3 | 2 | -0,3 |
| Ft | 0 | 0 | 0 | 0,19 | 0,58 | 0,72 | 0,80 | 0,80 | 0,74 | 0,58 | 0,09 | 0 |
| N | 9,50 | 10,7 | 12,0 | 13,4 | 14,6 | 15,2 | 14,9 | 13,8 | 12,5 | 10,9 | 9,8 | 9,2 |
| Latitud 41°57' | | | | | | | | | | | | |
| Rs | 141,7 | 229,3 | 326,6 | 421,6 | 518,3 | 592,6 | 656,7 | 582,4 | 414,5 | 284,7 | 138,6 | 118,5 |
| Fh1 | 3,40 | 4,60 | 5,90 | 7,30 | 8,50 | 9,10 | 8,80 | 7,70 | 6,40 | 4,80 | 3,70 | 3,10 |
| Fh2 | 1,25 | 3,88 | 6,80 | 9,65 | 12,55 | 14,78 | 16,70 | 14,47 | 9,44 | 5,54 | 1,16 | 0,56 |
| Fh | 1,25 | 3,88 | 5,90 | 7,30 | 8,50 | 9,10 | 8,80 | 7,70 | 6,40 | 4,80 | 1,16 | 0,56 |
| P | 49 | 44 | 32 | 48 | 50 | 39 | 21 | 13 | 35 | 40 | 53 | 48 |
| ETP _{Turc} | 12 | 15 | 31 | 47 | 79 | 106 | 126 | 121 | 84 | 52 | 22 | 12 |
| F | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 101 | 108 | 49 | 12 | 0 | 0 |
| 0,3 ETP+50 | 53,6 | 54,5 | 59,3 | 64,1 | 73,7 | 81,8 | 87,8 | 86,3 | 75,2 | 65,6 | 56,6 | 53,6 |
| X | 12,0 | 15,0 | 31,0 | 47,0 | 73,7 | 81,8 | 87,8 | 86,3 | 75,2 | 52,0 | 22,0 | 12,0 |
| (X-F)/X | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | -0,15 | -0,25 | 0,35 | 0,77 | 1,00 | 1,00 |
| Report | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,15 | -0,4 | -0,05 | 0 | 0 |
| F _s | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,72 | 1 | 1 |
| F _s | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,72 | 1 | 1 |
| F _t | 0 | 0 | 0 | 0,19 | 0,58 | 0,72 | 0,80 | 0,80 | 0,74 | 0,58 | 0,09 | 0 |
| F _h | 1,25 | 3,88 | 5,90 | 7,30 | 8,50 | 9,10 | 8,80 | 7,70 | 6,40 | 4,80 | 1,16 | 0,56 |
| CA _{secano} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,39 | 4,93 | 6,55 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,00 | 0,10 | 0,00 |
| CA _{regadío} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,39 | 4,93 | 6,55 | 7,04 | 6,16 | 4,74 | 2,78 | 0,10 | 0,00 |

El índice anual se obtiene mediante el sumatorio:

$$CA_{\text{secano}}_{\text{anual}} = \sum F_{ti} \cdot F_{hi} \cdot F_{si} = 14,9$$

$$CA_{\text{regadío}}_{\text{anual}} = \sum F_{ti} \cdot F_{hi} = 33,7$$