

ANÁLISIS COMPARADO DE LA METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA ESTACIONALIDAD DE LA PRECIPITACIÓN

Mónica AGUILAR-ALBA, Juan Mariano CAMARILLO, Leoncio GARCÍA-BARRÓN,
Julia MORALES, Arturo SOUSA
Universidad de Sevilla



1. INTRODUCCIÓN

La caracterización de la distribución intranual, con su variabilidad interanual, requiere el análisis conjunto de dos factores: el volumen de los episodios de lluvia y su correspondiente localización a lo largo del año.

Conceptualmente consideramos la estacionalidad como una medida de agrupación de las épocas de lluvia. Denominamos indicadores estacionales a aquellos métodos utilizados para caracterizar el régimen intranual.

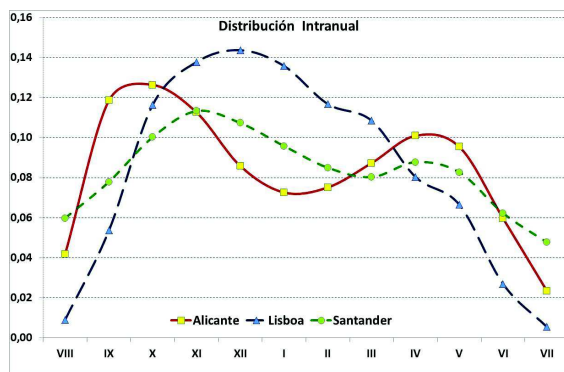
La comunicación pretende:

- Comparar los resultados obtenidos por distintos indicadores sobre la estacionalidad de la precipitación y su evolución plurianual
- Establecer su capacidad de discriminación y señalar las limitaciones

2. AREA DE ESTUDIO Y DATOS

Para la aplicación de los métodos de estacionalidad pluviométrica hemos seleccionado un conjunto de observatorios de distinta tipología climática, distribuidos espacialmente por la península Ibérica:

Santander, Alicante, Lisboa (figura 1)



Los datos mensuales de precipitación (1901 a 2017) empleados en este estudio provienen del geovisor Global Climate Monitor proyecto desarrollado el Climate Research Group del Departamento de Geografía Física de la Universidad de Sevilla.

(<http://www.globalclimatemonitor.org>).

3. METODOLOGÍA

Para cada observatorio hemos calculado durante el periodo 1901-2017 los cuatro indicadores seleccionados, donde p_i es la precipitación del mes i , m_i es el orden del mes, P_n precipitación anual del año n

El índice de concentración I_{pc} de Oliver, se basa en el cociente entre la suma de los cuadrados de la precipitación mensual y el cuadrado de la suma de la precipitación mensual.

$$I_{pc} = 100 (\sum p_i^2) / P_n^2$$

El índice de estacionalidad de Walsh-Lawler, basado en la diferencia entre la precipitación real mensual y el promedio teórico mensual si la precipitación fuera uniforme a lo largo del año.

$$S_n = \sum_i |p_i - (P_n/12)| / P_n$$

El índice de estacionalidad de Markham se basa en el cálculo fasorial. Considera el carácter cíclico de la precipitación anual por lo que representa un sistema de ejes ortogonales, centrado en un círculo, cuyo origen es el eje OX. Cada uno de los meses se puede representar por segmentos radiales cuya longitud es proporcional a la precipitación mensual p_i y su dirección determinada por el ángulo ϑ_i , siendo $\vartheta_i = 2\pi (m_i/12)$ radianes y donde m_i es el orden del mes respectivo.

Al proyectar sobre los ejes resulta $p_{xi} = p_i \cos \vartheta_i$; $p_{yi} = p_i \sin \vartheta_i$

La caracterización anual de la estacionalidad se obtiene como la suma algebraica de los 12 meses de cada año

$$P_x = (\sum p_{xi}) ; P_y = (\sum p_{yi}) ; R_n = (P_x^2 + P_y^2)^{1/2} ; \vartheta_n = \tan^{-1} (P_y / P_x)$$

El índice de estacionalidad SI, se define, como el cociente entre el módulo resultante R_n y la precipitación total anual P_n :

$$SI = (R_n / P_n)$$

Parámetros de centralización y dispersión intranual propuesto por García-Barrón y colaboradores. Para cada año n , el parámetro de centralización C_n corresponde a la fecha en que el momento temporal de primer orden con respecto al origen elegido (por simetría, 1 de agosto), de la precipitación registrada durante el año n , es equivalente al obtenido si toda la precipitación anual se produce en esa fecha única.

$$C_n = \sum (m_i p_i) / P_n ; \sum (p_i) =$$

La dispersión intranual se calcula sumando los momentos temporales de segundo orden de la precipitación de cada mes, con respecto al centro calculado previamente C_n .

$$D_n = [\sum (d_i^2 p_i) / \sum (p_i)]^{1/2} ; d_i = |x_i - C_n|$$

4. APLICACIÓN METODOLÓGICA A LA PENÍNSULA IBÉRICA

Para cada observatorio hemos calculado durante el periodo 1901-2017 el promedio y coeficiente de variación, entre paréntesis, de la serie interanual de los cuatro indicadores seleccionados

	D_n Dispersión	SI Markham	I_{pc} Oliver	S_n Walsh-Lawler
Lisboa	68,8 (0,17)	0,15 (0,64)	15,9 (0,18)	0,76 (0,16)
Alicante	89,6 (0,12)	0,29 (0,44)	15,2 (0,23)	0,69 (0,19)
Santander	100,2 (0,14)	0,11 (0,58)	10,9 (0,11)	0,44 (0,23)

Por comparación de los valores de la tabla podemos afirmar que la variabilidad de la estacionalidad, durante el mismo periodo, es superior en Lisboa (D_n SI), o en Alicante (I_{pc}), o en Santander (S_n). Es decir, sorprendentemente los resultados no son función del fenómeno físico sino del sistema de medida.

En cada observatorio hemos calculado el coeficiente de correlación de las series temporales (1901-2017) de los valores anuales entre índices. Como ejemplo la tabla posterior muestra los coeficientes de correlación r de Pearson entre los cuatro indicadores en Lisboa. Si todos los indicadores sirven para medir la estacionalidad, con sus particularidades, deberían tener una correspondencia interanual alta. Salvo entre I_{pc} y SI, es llamativa la baja correspondencia, en valor absoluto, entre de indicadores que se suponen diseñados para medir por distintos mecanismos los mismos efectos.

Lisboa	Markham	I_{pc} Oliver	Walsh-L
Dispersión	0,02	-0,43	-0,53
Markham		0,12	0,16
I_{pc} Oliver			0,83

5. ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA

El índice de concentración I_{pc} de Oliver y S_n de estacionalidad de Walsh-Lawler se obtienen matemáticamente a partir de la suma directa la precipitación mensual, sin tener en cuenta el orden interno. Por la propiedad conmutativa de la suma, los resultados obtenidos son invariantes frente a la ordenación temporal de la precipitación mensual.

El índice de estacionalidad de Markham se basa en la suma de valores de la proyección sobre los ejes de la precipitación mensual; estos valores se ven afectados por la respectiva variable angular que sí es función del orden intranual. Sin embargo, la suma de fasores con sentidos opuestos (por ejemplo: primer y tercer cuadrante) puede dar lugar a que los respectivos argumentos se contrarresten e incluso se cancelen.

Como hemos indicado, el método lineal propuesto por García Barrón y colaboradores utiliza el parámetro de centralización C_n para la localización de las épocas de lluvia dentro del periodo anual y el parámetro de dispersión D_n para medir el agrupamiento de las épocas de lluvia alrededor de C_n . Ambos parámetros se basan en cuantificar conjuntamente cada episodio de lluvia por su volumen y su posición en el ciclo anual. Como consecuencia de efectuar el producto de ambas variables mensuales, el orden posicional en la distribución intranual es determinante en los resultados.

6. CONCLUSIONES

Los índices I_{pc} de Oliver y de estacionalidad de SI Markham y S_n de Walsh-Lawler se basan en un sistema de cálculo impreciso. Cada uno de ellos puede ofrecer similares resultados ante distribuciones intranuales diferentes por lo que los consideramos carentes de la suficiente capacidad de discriminación para determinar la estacionalidad.

El método propuesto por García Barrón y colaboradores, proporciona mediante los parámetros de centralización y dispersión anual, una descripción más precisa con resultados unívocamente relacionados con la distribución intraanual.