

# CONTRIBUCIÓN RELATIVA DEL DÉFICIT MENSUAL DE PRECIPITACIÓN A LOS PERIODOS DE SEQUÍA EN EL SUROESTE PENINSULAR

Leoncio García Barrón, Juan M. Camarillo, Arturo Sousa  
Universidad de Sevilla  
E.U.A.T. Avda. Reina Mercedes s/n  
Tfno. 954.556671  
Correo electrónico: leoncio@us.es

## RESUMEN

*En este estudio pretendemos establecer el comportamiento de la precipitación mensual durante los periodos de sequía, y establecer si estadísticamente la disminución relativa es proporcionada, o bien, si el efecto del déficit pluviométrico es más marcado en determinados meses. Nos basamos en la serie pluviométrica de Riotinto (37° 42' N, 6° 36' W) a lo largo del siglo XX, homogénea, de clara influencia atlántica, y representativa del suroeste peninsular.*

*Se analiza la constancia de la contribución al déficit pluviométrico a lo largo de la año, y en consecuencia si es admisible realizar aproximaciones predictivas sobre la precipitación total en cada anualidad a partir las precipitaciones acumuladas mensuales.*

**Palabras clave:** *Precipitación, sequía, déficit mensual, suroeste peninsular*

## ABSTRACT

*Relative contribution of the deficit of the monthly precipitation to the periods of draught in the southwest of the iberian peninsula.*

*Our intention is to establish the behaviour of the monthly precipitation during the periods of draught, and to establish whether the relative decrease is statistically proportional, or the effect of the pluviometric deficit is higher in specific months. Our studies are based on the pluviometric series of Riotinto (37° 42' N, 6° 36' W) throughout the twentieth century.*

*The correspondence between the monthly/seasonal precipitation and its respective annual class is analyzed, as well as the proof of its contribution to the pluviometric deficit throughout the year.*

## 1.- INTRODUCCIÓN.

En este estudio pretendemos conocer el comportamiento intraanual de las precipitaciones durante los periodos de sequía, y determinar la regularidad del déficit de precipitaciones mensuales en su contribución a las sequías anuales. Los periodos de sequías se caracterizan por secuencias temporales prolongadas en que la disponibilidad de recursos hídricos en una determinada región es inferior a los valores habituales. Los estados en la disponibilidad de los distintos recursos hídricos en cada uno de los sectores afectados –agrícola, industrial, doméstico

y ambiental- se encuentran directamente relacionados con la precipitación: el origen de la sequía es la disminución de los valores de precipitación. El déficit acumulado produce impactos ambientales -sequía ambiental- y repercute socialmente en la producción agraria y en el suministro de agua de uso doméstico e industrial –sequía social-. El análisis de los periodos de sequía se centra generalmente en determinar su duración e intensidad (García-Barrón, 2001) y los efectos provocados (Pita, 2002). Un aspecto complementario que consideramos que no ha sido suficientemente tratado es la contribución relativa de cada uno de los meses -o estaciones- a las sequías anuales. Las conclusiones que a partir de este enfoque se obtienen pueden servir de base para la formulación de los modelos que analicen las fases intraanuales de los periodos de sequía.

## 2.- DATOS Y METODOLOGÍA.

Hemos seleccionado la serie pluviométrica de Riotinto (37° 42'N, 6° 36'W) cuya homogeneidad está comprobada. Es de las series antiguas de España; los registros pluviométricos -1882/2002- nos permiten analizar el comportamiento climático a lo largo de más de un siglo. Este observatorio está situado en la vertiente sur de la Sierra de Huelva, la cual ejerce un efecto de pantalla sobre los vientos húmedos que penetran por el suroeste de la Península desde el océano Atlántico. El promedio de la precipitación anual (748 l/m<sup>2</sup>) es superior a las otras series de larga duración: Badajoz (472 l/m<sup>2</sup>), Sevilla (574 l/m<sup>2</sup>), San Fernando (565 l/m<sup>2</sup>), y también a las portuguesas de Beja en el interior (596 l/m<sup>2</sup>), o Faro en la costa (568 l/m<sup>2</sup>). Ello, a su vez, provoca que lógicamente los déficit correspondientes sean de mayor magnitud.

También hemos podido detectar que, en los periodos de simultaneidad, la correlación de la precipitación en Riotinto es alta respecto de otros observatorios regionales y que la distribución intraanual entre ellos es similar (García Barrón, 2000, 2003). Aunque cada observatorio de la zona posea datos locales diferentes, por las razones expuestas admitimos que los registros de precipitación obtenidos en Riotinto poseen, a efectos de presente estudio, la representatividad del entorno regional. Este motivo nos ha permitido utilizar ya, en publicaciones anteriores, el observatorio de Riotinto como referente pluviométrico del occidente de Andalucía. (García Barrón, 2002). En consecuencia, aceptamos que la aplicación de los criterios de clasificación de sequía empleados en el presente trabajo dan lugar a conclusiones generales válidas para el conjunto geográfico regional de la vertiente atlántica del suroeste de la Península Ibérica.

Adoptamos el criterio de establecer el inicio del periodo anual después de la época estival en que comienza un nuevo ciclo natural; por tanto, el año climático transcurre desde septiembre hasta agosto, coincidiendo además con el año fenológico por las implicaciones evidentes del binomio *sequía-impactos*.

Para analizar el comportamiento de las situaciones de sequía establecemos el criterio de clasificación por niveles prefijados, de tal forma que consideramos que un año es *seco* cuando la precipitación total es inferior al promedio de la serie anual durante el siglo. Esto implica aceptar que son años secos incluso aquellos en que la precipitación es superior al valor de la mediana de la serie. A su vez, consideramos que el año es *muy seco* cuando la precipitación es inferior al valor de la media menos una desviación típica. [En Riotinto, en particular, si es inferior a 505 l/m<sup>2</sup> (747,6 - 242,6)].

Los valores promedios de la precipitación de la serie completa durante el siglo XX, de aquellos años clasificados secos, y muy secos, están expresados en la Tabla I para valores mensuales y en la Tabla II para los estacionales. El porcentaje indica la proporción entre la media mensual de precipitación en los años clasificados secos –o muy secos- y la media mensual del conjunto de años de la serie completa. Los resultados anteriores claramente muestran que, en valores promedio a lo largo del siglo, la ocurrencia de los años de sequía es debida

principalmente al fuerte descenso de la precipitación durante los meses de invierno, afectando en menor medida el descenso de lluvias de otoños, y es comparativamente poco relevante la disminución de las lluvias de primavera<sup>1</sup>.

*Tabla I.- Promedio de la precipitación mensual de la serie completa del siglo XX; proporción respecto de ella de precipitación media correspondiente en años secos y muy secos.*

| <b>Precipitación media mensual (l/m<sup>2</sup>) y proporción relativa durante los años de sequía</b> |      |      |       |       |      |      |      |      |      |      |     |      |
|---|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
|   | sep  | oct  | nov   | dic   | ene  | feb  | mar  | abr  | may  | jun  | jul | ago  |
| <b>Serie completa</b>   | 34.6 | 84.1 | 106.5 | 107.0 | 96.7 | 85.0 | 87.1 | 66.9 | 50.0 | 22.3 | 3.2 | 4.3  |
| <b>Precip. años secos</b>   | 88%  | 66%  | 72%   | 66%   | 62%  | 76%  | 90%  | 86%  | 89%  | 83%  | 45% | 105% |
| <b>Precip. años muy secos</b>   | 105% | 59%  | 40%   | 53%   | 38%  | 39%  | 70%  | 77%  | 75%  | 76%  | 31% | 101% |

*Tabla II.- Distribución estacional media de la precipitación de la serie completa del sigloXX; proporción respecto de ella de precipitación correspondiente en años secos y muy secos.*

| <b>Promedio de precipitación estacional (l/m<sup>2</sup>) y proporción relativa en años de sequía</b> |       |          |           |        |       |
|---|-------|----------|-----------|--------|-------|
|   | Otoño | Invierno | Primavera | Verano | Anual |
| <b>Serie completa</b>   | 225.1 | 288.7    | 203.9     | 29.8   | 747.6 |
| <b>Precip. años secos</b>   | 72 %  | 62 %     | 89 %      | (82 %) | 75 %  |
| <b>Precip. años muy secos</b>   | 51 %  | 44 %     | 73 %      | (74 %) | 57 %  |

### 3.- DÉFICIT MENSUAL MEDIO

La diferencia de la precipitación de los años secos y muy secos respecto de la serie completa da lugar a las desviaciones mensuales correspondientes cuyos valores representan el promedio mensual del déficit pluviométrico de cada uno de los meses (Tabla III).

*Tabla III.- Déficit de las precipitaciones mensuales de los años secos y muy secos, en relación con la precipitación mensual media de la serie completa.*

| <b>Déficit promedio de precipitación mensual (l/m<sup>2</sup>)</b> |      |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |     |
|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|
|  | sep  | oct   | nov   | dic   | ene   | feb   | mar   | abr   | may   | jun  | jul  | ago |
| <b>Años secos</b>  | -4.3 | -28.9 | -29.3 | -36.7 | -36.6 | -20.4 | -8.3  | -9.7  | -5.7  | -3.7 | -1.8 | 0.2 |
| <b>Años muy secos</b>  | 1.9  | -34.4 | -63.5 | -50.3 | -60.0 | -51.5 | -26.0 | -15.6 | -12.5 | -5.4 | -2.2 | 0.1 |

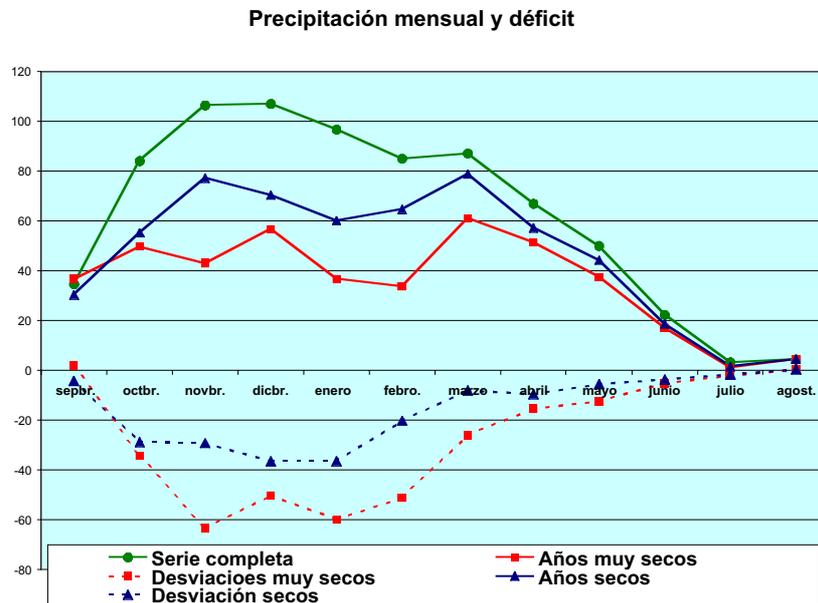
<sup>1</sup> Obsérvese que el volumen de lluvias veraniegas es muy reducido frente al total anual por lo que, aunque se incluye en los resultados, no tiene relevancia en el análisis.

Para resaltar visualmente los resultados anteriores se ha elaborado la gráfica (Figura 1) Evidentemente el déficit es poco significativo en los meses de verano dada la escasez pluviométrica, por lo que corresponde a los meses lluviosos del año, lógicamente, las mayores desviaciones. Sin embargo, destacan algunas particularidades que rompen la analogía del comportamiento pluviométrico mensual a lo largo del año entre las distintas clases. Así, la precipitación media del mes de septiembre –y en menor medida abril y mayo- es aproximadamente estable con independencia del carácter seco del año. Del semestre más lluvioso, el mes del marzo presenta las menores desviaciones por lo que tiene menor repercusión en la sequía anual tanto en los años secos como muy secos. En los años muy secos el promedio del déficit de diciembre también es inferior al de enero y febrero. Puesto que en época de sequía es esperable que la disminución pluviométrica sea más intensa en el semestre más lluviosos, indicamos el déficit mensual relativo obtenido (cociente entre déficit medio en años secos –o muy secos- y el promedio de precipitación mensual de la serie completa) que completa la información ya expresada en la Tabla I

*Tabla IV.- Déficit mensual relativo en años secos y en años muy secos*

| Déficit mensual relativo |        |        |        |       |        |       |
|--------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|
|                          | Octbr. | Novbr. | Dicbr. | Enero | Febro. | Marzo |
| <b>Año seco</b>          | 35 %   | 28 %   | 33 %   | 38 %  | 25 %   | 13 %  |
| <b>Año muy seco</b>      | 41 %   | 60 %   | 46 %   | 62 %  | 61 %   | 32 %  |

*Figura 1.- Precipitación mensual media en la serie completa de precipitación, en años secos y en años muy secos (zona superior), y déficit pluviométrico correspondiente (zona inferior) en Ríotinto.*



Por tanto, la primera conclusión general es que no existe en la región suroccidental peninsular, a lo largo del siglo XX, un comportamiento intraanual uniforme en la contribución relativa al déficit pluviométrico en el promedio mensual durante las épocas de sequía.

#### 4.- CORRESPONDENCIA ENTRE LA PRECIPITACIÓN MENSUAL/ESTACIONAL Y SU RESPECTIVA CLASE ANUAL.

El análisis precedente se ha basado en los valores mensuales promedios calculados para cada una de las clases anuales establecidas. De modo complementario es oportuno comprobar la correspondencia de la precipitación mensual para cada uno de los meses respecto de la clase asignada al año al que pertenecen; es decir, relacionar el comportamiento pluviométrico de cada mes con la intensidad de sequía anual respectiva. Podemos decir que un mes está “desclasificado” cuando su compartimiento no coincide con su clase anual. Para ello dirigimos el estudio en un doble sentido:

A.- Número de veces durante años húmedos en que la precipitación mensual de cada mes concreto es inferior a la correspondiente media mensual del conjunto de años clasificados como secos. [Por ejemplo: número de ocasiones en que, siendo la precipitación anual total superior a 747,6 l/m<sup>2</sup>, las lluvias de diciembre no alcanzan 70 l/m<sup>2</sup> (0,66 de 107, según la tabla 1)].

B.- Número de meses durante años secos en que la precipitación mensual es superior a la correspondiente media mensual del conjunto de años clasificados como húmedos. [Por ejemplo: número de ocasiones en que, siendo la precipitación anual total inferior a 747,6 l/m<sup>2</sup>, las lluvias de enero superan 148,3 l/m<sup>2</sup> (148,3 es promedio calculado de la precipitación de enero para el conjunto de años “no secos”)].

La proporción de años en que se cumplen las proposiciones enunciadas en A y B se recogen en la tabla 5. De forma similar, en la tabla 6, se han recogido los valores referidos a las series estacionales.

De los resultados resalta la desigualdad de comportamiento entre ambas proposiciones, de tal forma que es muy superior, en general, el número de *meses secos* durante *años húmedos*, en que por defecto de la precipitación mensual no se corresponde con su clase anual (enunciado A) que al contrario (enunciado B).

*Tabla V.- Discordancia relativa del carácter húmedo/seco (A) y seco/húmedo (B) de los meses respecto del total anual*

|          | SEP         | OCT         | NOV         | DIC         | ENE         | FEB         | MAR         | ABR         | MAY         | JUN         | JUL         | AGO         |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>A</b> | <b>0.57</b> | <b>0.28</b> | <b>0.21</b> | <b>0.36</b> | <b>0.21</b> | <b>0.36</b> | <b>0.49</b> | <b>0.45</b> | <b>0.49</b> | <b>0.53</b> | <b>0.64</b> | <b>0.72</b> |
| <b>B</b> | <b>0.25</b> | <b>0.13</b> | <b>0.28</b> | <b>0.11</b> | <b>0.09</b> | <b>0.21</b> | <b>0.32</b> | <b>0.26</b> | <b>0.28</b> | <b>0.26</b> | <b>0.09</b> | <b>0.26</b> |

*Tabla VI.- Discordancia relativa del carácter húmedo/seco (A) y seco/húmedo (B) de las estaciones respecto del total anual*

|          | OTOÑO | INVIERNO    | PRIMAVERA   | VERANO |
|----------|-------|-------------|-------------|--------|
| <b>A</b> | 0.13  | 0.13        | <b>0.28</b> | 0.49   |
| <b>B</b> | 0.08  | <b>0.02</b> | 0.17        | 0.19   |

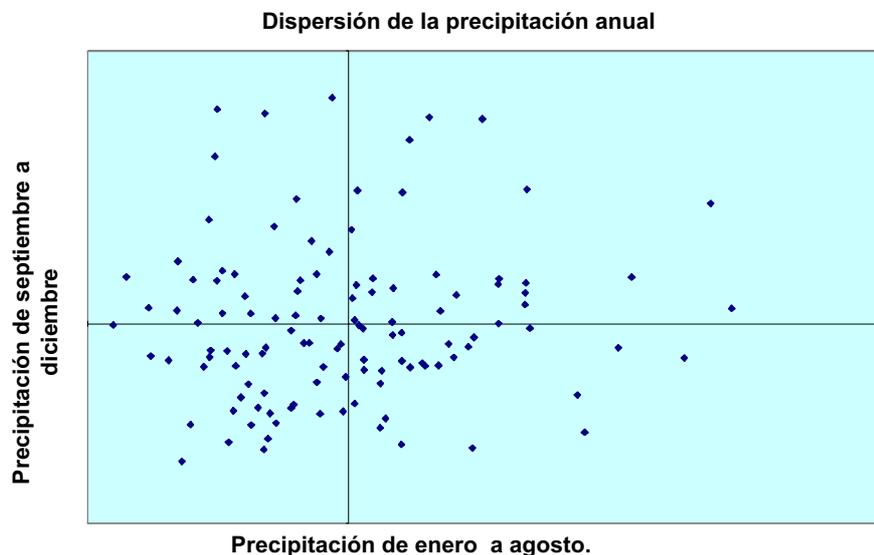
Esto puede ser parcialmente explicado por la asimetría de la distribución de la pluviometría que naturalmente tiene un límite inferior nulo. Sin embargo, si comparamos el comportamiento interno del semestre lluvioso –de octubre a marzo- observamos discrepancias. En los años globalmente secos, los meses de diciembre y enero también son predominantemente secos; por el contrario, esta asociación no está tan marcada en febrero, marzo y noviembre. Además, este mes de noviembre presenta una anomalía con respecto del sentido de la asimetría comentada, por lo que noviembre puede ser (28 %) lluvioso en años globalmente secos

En el análisis de las estaciones lo más destacable es que las discrepancias entre el carácter seco de invierno y anual son irrelevantes (2%), algo mayores las de otoño (8 %) y superiores en primavera (17 %). Estos resultados que no se justifican considerando exclusivamente, de manera uniforme, las diferentes aportaciones medias al total anual.

### 5.- SOBRE LA CONSTANCIA DE LA CONTRIBUCIÓN AL DÉFICIT PLUVIOMÉTRICO A LO LARGO DE LA AÑO.

Para analizar si existe constancia pluviométrica a lo largo del año hemos agrupado los meses en dos bloques; el primero  $B_1$  comprende la precipitación desde septiembre a diciembre (otoño ampliado) y el segundo  $B_2$  todo el resto del año desde enero hasta agosto. Si la precipitación del comienzo del año ( $B_1$ ) fuera indicio del comportamiento pluviométrico del conjunto anual, la correspondencia entre ambos bloques debería ser muy alta. En este caso, un otoño “seco” presagiaría que el resto del año tenga un comportamiento análogo, y que por tanto el año en su conjunto también presentaría déficit pluviométrico. Hemos elaborado las series de precipitación de ambos bloques a lo largo del siglo; construimos la gráfica de dispersión por parejas de valores entre  $B_1$  y  $B_2$ .

Fig 2.- Dispersión intraanual de precipitaciones: septiembre-diciembre frente enero-agosto



En la hipótesis de constancia de comportamiento, la figura formada debería ser una nube de puntos elipsoidal aplanada, longitudinal ascendente desde el tercer al primer cuadrante, tal que valores bajos de  $B_1$  se asociarán con valores bajos de  $B_2$ , e igualmente para valores altos. De la

observación de la gráfica (Figura 2) podemos deducir que existe una distribución irregular de los puntos repartidos casi aleatoriamente entre los cuatro cuadrantes (cuyos ejes son los valores promedios calculados).

Esta información es corroborada al calcular el coeficiente de correlación entre las dos series completas ya que obtenemos un valor próximo a cero. (Si consideramos periodos móviles de treinta años a lo largo de la serie completa, el coeficiente de correlación oscila en valores comprendidos entre -0,2 y +0,2). Ello indica la independencia del comportamiento relativo de ambas series, por lo que la pluviometría de la primera parte del año -otoño ampliado- no autoriza a realizar conjeturas predictivas sobre la precipitación en el resto del invierno y primavera. Se descarta, por tanto, la hipótesis de la regularidad intranual de aportación pluviométrica

Si calculamos el coeficiente de correlación entre los citados bloques B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub> pertenecientes únicamente a los años clasificados como "secos" o como "muy secos" los coeficientes de correlación son -0,33 y -0,28 respectivamente. Estos valores son pequeños, en valor absoluto, por lo que no son significativos para sacar conclusiones, si bien el signo negativo, incluso pudiera sugerir una leve existencia de sentidos no coincidentes entre ambos bloques en la contribución a la sequía anual.

## 6.-CONCLUSIONES

Como resumen de los resultados obtenidos y comentados en el texto precedente, en relación con el comportamiento estacional y mensual de la precipitación durante los años de sequía en el suroeste de la Península Ibérica, podemos enunciar las siguientes conclusiones:

1.- En valores promedio, a lo largo del siglo XX no existe comportamiento uniforme en la contribución mensual relativa al déficit pluviométrico en épocas de sequía.

2.- Es proporcionalmente mayor la discordancia de meses húmedos en años globalmente secos que al contrario.

3.- La pluviometría de la primera parte del año -otoño ampliado- no autoriza a realizar conjeturas predictivas sobre la precipitación en el resto del invierno y primavera.

## REFERENCIAS

GARCÍA BARRÓN L. (2000) "Análisis de series termopluviométricas para elaboración de modelos climáticos en el suroeste español". Dpto. de Física Aplicada II. Universidad de Sevilla.

GARCÍA BARRÓN L. (2001) "Un modèle pour l'analyse de la sécheresse dans les climats méditerranéens. Vol. 14. Publ. Association Internationale de Climatologie.

GARCÍA BARRÓN L. (2002) "Caracterización del régimen de precipitaciones en el Oeste de Andalucía" en *Aestuaría*, vol 8.

GARCÍA BARRÓN L., GARCÍA L.F., JURADO V. (2003) "Pluviometría de la Sierra de Huelva: Análisis comparado de la sequía invernal". Actas VII Jornadas del Patrimonio. Publicaciones Diputación Provincial. Huelva.

PITA, M.F., CAMARILLO J.M. et al. (2002) "La covariación espacial de la precipitación en la península Ibérica y su contribución al establecimiento de mecanismos de compensación interterritorial como instrumento de ayuda en la gestión de la sequía". III Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua. Universidad de Sevilla y UPO. Sevilla.