

# ANALISIS DE LA SUCESION PLUVIOMETRICA. Riotinto 1880-1988

Por LEONCIO GARCIA BARRON  
Dpto. de Física Aplicada de la  
Universidad de Sevilla.

## INTRODUCCION

En el conocimiento del patrimonio natural de una comarca, y en particular de la Sierra de Huelva, destaca el clima, por cuanto influye en la forma de vida y costumbres de sus habitantes, y de modo fundamental en la producción agropecuaria.

En las IV Jornadas (Jabugo 1989) expusimos "Aportaciones al estudio climático de la Sierra de Huelva" basándonos en los valores termopluiométricos medios de los observatorios de Almonaster, Aracena, Galaroza y Aroche, lo que nos permitió establecer la caracterización agroclimática. En el presente estudio nos proponemos analizar el régimen de lluvias durante períodos largos, superior al siglo, y obtener conclusiones de las desviaciones significativas respecto de los valores estadísticos centrales, o lo que es lo mismo, respecto de la experiencia directa asociada a la regularidad de las estaciones. Ello nos permitirá conocer hasta que punto estas desviaciones puedan ser excepcionales históricamente.

Para las conclusiones de la ponencia de las IV Jornadas remitimos a la lectura de las actas. Deseamos destacar únicamente dos aspectos interesantes para el presente estudio:

"análoga distribución de precipitaciones a lo largo del año agrícola en los cuatro observatorios".

"de la comparación de las series cronológicas de Aroche y Aracena destaca el paralelismo de las oscilaciones anuales".

Pretendemos constatar si estas conclusiones son validas considerando Riotinto como observatorio de referencia, por ser el que tiene el período de datos más amplio.

La figura 1 representa la precipitación anual del período 1951-80 para las estaciones de Aroche, Aracena y Riotinto. Podemos observar paralelismo

en las oscilaciones anuales de Riotinto en relación con Aracena, (hacemos notar que no nos interesan los valores absolutos de precipitación, sino la evolución temporal). En relación con Aroche se produce la casi superposición. En cuanto a la distribución relativa de precipitaciones a lo largo del año, la figura 2 muestra la analogía. Por tanto: aceptamos como hipótesis de trabajo que el régimen pluviométrico del observatorio de Riotinto caracteriza, con suficiente fiabilidad, a toda la Sierra. El hecho que exista en la sierra central la zona más húmeda no afecta a nuestro análisis. Si utilizamos el coeficiente de variación (cociente entre la desviación típica y el valor medio) que se revela como el más satisfactorio en el estudio comparado de varias estaciones, obtenemos, para el período 1951-80:

Riotinto: 0.27      Aroche: 0.27      Aracena: 0.23

Estos resultados confirman nuestra hipótesis.

### ANALISIS SECUENCIAL

Denominamos secuencia al conjunto de años consecutivos que cumplen una determinada condición. La longitud de la secuencia la indicamos por el valor numérico entre paréntesis, siendo (1) el año aislado.

La línea que representa la precipitación anual, está formada por valores extremos relativos (máximos y mínimos), separados por fases (segmentos) crecientes o decrecientes. Es posible comparar la sucesión gráfica correspondiente a fenómenos naturales, en este caso pluviometría, con la sucesión teórica correspondiente a un fenómeno azaroso, cuyas propiedades son matemáticamente conocidas.

La figura 3 representa la pluviometría anual 1880-1986, en que también se dibujan las rectas de valores previamente calculados:

$P$  ,  $P + \sigma$  ,  $P - \sigma$

$P = 738$  mm de precipitación media

$\sigma = 206$  mm de desviación típica (relacionada con el margen de fluctuación).

En el cuadro adjunto se recogen algunas características de la sucesión pluviométrica, que contrastamos con las propiedades y valores teóricos. No podemos extendernos en el fundamento físico-matemático de estos valores sino simplemente indicar, respecto de ellos, el significado de la sucesión objeto de estudio.

La precipitación media  $P=738$  mm establece el límite entre años secos (S) y lluvisos (H). A su vez podemos considerar, en función de la desviación típica, cuatro zonas:

- muy seco (ms): inferior a 532 mm. (16%)
- normal seco (ns): entre 532 y 738 mm. (34%)
- normal húmedo (nh): entre 738 y 944 mm. (34 %)
- muy húmedo (mh): superior a 944 mm. (16%)

Los porcentajes finales se refieren a la probabilidad de una distribución gaussiana teórica, a la que la sucesión se aproxima. En el cuadro, la distribución se indica por el número de años que la precipitación está comprendida en cada intervalo. La comparación señala una asimetría, con desplazamiento hacia la zona seca, en que los valores (ns) exceden significativamente de los (nh); 40 frente a 31.

Las fases, máximos y mínimos coinciden aproximadamente en número con los calculados teóricamente, salvo el elevado valor de  $P_c$  (3), lo que parece indicar una ligera organización.

La transición indica la evolución entre dos años consecutivos. Si la proporción entre años secos y lluviosos se repartiera por igual, cada tipo de transición representaría una probabilidad del 25%. Hemos realizado 105 cálculos a partir de la distribución real. Ello conduce al predominio, tanto en frecuencia real como probabilidad teórica, de la transición S-S.

De conformidad con la conclusión anterior, la observación de secuencias indica que en 29 ocasiones un año seco sigue a otro seco, y solamente en 19 ocasiones un año lluvioso sigue otro lluvioso. Interpretamos cierta persistencia en los períodos secos, y en particular en la secuencia S(3) que excede notablemente la probabilidad calculada.

Podemos cuantificar la persistencia por medio del coeficiente R que relaciona la frecuencia  $f$  de año seco con la frecuencia  $f'$  de la secuencia SS. Obtenemos  $R=0.6$ , que confirma persistencia moderada, por lo que la precipitación no es totalmente independiente de la del año precedente.

## PERIODICIDAD E INFLUENCIA SOLAR

Es evidente la relación entre el clima y la actividad solar, de tal forma que se han elaborado hipótesis que asocian la actividad, medida por las manchas solares, y la precipitación anual. La variación anual del número de manchas solares presenta un período de once años, fácilmente observable en su representación gráfica. Las oscilaciones pluviométricas, sin embargo, no se comportan tan regularmente, por lo que no se le puede asignar una clara periodicidad.

Hemos representado en un sistema de doble entrada, precipitación anual frente a número de manchas solares. La figura 4 incluye las rectas de valores medios y sus desviaciones típicas por lo que resultan 16 áreas de la intersección de las cuatro franjas horizontales y verticales.

En la hipótesis más simple de correlación lineal, obtendríamos en la gráfica, una nube de puntos longitudinal, orientada según la diagonal. Por tanto, esta hipótesis queda descartada.

Otra hipótesis relaciona las "anormalidades" por exceso o defecto, en la precipitación, con grandes alteraciones en las manchas, que ha obtenido

relativo éxito en zonas mediterráneas (Ruiz Hoyos: conferencia del Día mundial de la Meteorología 1977 . Fctad. de Física. Sevilla). En el cuadro se recogen la probabilidad de cada área y los valores reales correspondientes. Podemos observar la aproximación entre los datos calculados para la distribución normal y los reflejados en la gráfica, sin que de forma apreciable exista mayor concentración en las áreas de los vértices, como prevé la hipótesis, por lo que no es posible aceptarla.

## ESTUDIO AGROMETEOROLOGICO

Incluimos este apartado por su interés práctico en la comarca. Desde el punto de vista agrícola-ganadero consideramos en el análisis las dos estaciones de crecimiento vegetativo, en las cuales existe disponibilidad hídrica, y la actividad biológica no está limitada por el exceso o defecto de temperatura. El otoño y la primavera son las estaciones que más inciden en la economía agraria de la Sierra.

Durante el otoño se dan las condiciones para la formación del fruto en castaños, encinas, alcornoques y olivos, lo que requiere importante aportación de nutrientes disueltos en agua. Tras el período seco de verano la pradera natural precisa una "otoñada", al menos, moderadamente lluviosa. En otoños secos, aunque la "montanera" sea abundante, la bellota es pequeña y poco jugosa, por lo que el cerdo necesita mayor cantidad de hierba fresca complementaria, que al no existir, le hace perder avidez por la comida.

La formación de la castaña se favorece por las lluvias tempranas, mientras que el olivar por las lluvias de noviembre, anteriores a las heladas de diciembre.

Basándonos en la evapotranspiración y balance hídrico adoptamos el criterio agroclimático de definir para la Sierra:

- Otoño temprano: Precipitación del mes de Septiembre superior a 90 mm. Buen año si octubre no es excesivamente cálido y seco.
- Otoño tardío: Precipitación de octubre no alcanza 40 mm. Mal año de castañas y con dificultades ganaderas.
- Otoño seco: Precipitación acumulada de octubre-noviembre no supera 90 mm. Mal año agrícola y ganadero. El "campo" no produce alimentación ganadera suficiente, que tiene que ser complementada "de almacén".

Con estos criterios obtenemos:

Otoño Temprano: 11% (aprox. 1 de cada 10)

Otoño tardío: 34% (aprox. 1 de cada 3)

Otoño seco: 20% (aprox. 1 de cada 5). (Incluye a los otoños tardíos, es decir en el 14% de los años noviembre aporta remedio).

Tan importante como una primavera lluviosa es, para los árboles en flor, la ausencia de heladas tardías. Las siembras y praderas pueden, con una primavera húmeda, superar un invierno relativamente seco, pero difícilmente al contrario. En la gráfica de distribución mensual de precipitaciones se comprueba la analogía de los meses de otoño y primavera en los observatorios de Riotinto y Aroche, y el exceso de éste durante el invierno.

Definimos, para la Sierra, primavera seca aquella que la lluvia acumulada de los meses de marzo-abril no supera 100 mm. En este caso la evapotranspiración es mayor que la precipitación, por que se produce la disminución de reserva hídrica hasta alcanzar el déficit, adelantado. Se presenta en el 16% de los años (aprox. 1 de cada 6). En el 5% de los casos, la precipitación de marzo-abril no alcanza 50 mm (1 año de cada 20) por lo que no existe agrícolamente la primavera.

Denominamos primavera húmeda aquella que la precipitación acumulada de los meses de marzo, abril y mayo supera 220 mm y en ningún mes es inferior a 50 mm. Se produce con una frecuencia del 15% (1 de cada 7 años), si bien se alcanza mayor precipitación total, aunque irregularmente repartida, en otro 22%.

La pluviometría del verano no es significativa a efectos agrícolas, si no es por resultados negativos de las tormentas. El 80% de los meses de julio y agosto no se alcanza 10 mm, y en 2 de cada 3 años la lluvia de estos meses es inapreciable.

El regadío, al igual que el suministro a núcleos urbanos, dependen de manantiales y pantanos, cuyos niveles están condicionados por la pluviometría de años precedentes y principalmente de las lluvias de invierno (más del 40% del total anual). Invitamos al lector interesado a observar en la figura 3 las secuencias anuales de sequía.

---

Para finalizar deseamos resaltar los aspectos más llamativos o anecdóticos de más de un siglo de pluviometría en la Sierra:

Los máximos absolutos mensuales son:

Enero: 380 mm en 1941	Julio: 35 mm en 1961
Febrero: 360 mm en 1947	Agosto: 77 mm en 1985 (!)
Marzo: 336 mm en 1952	Septiembre: 194 mm en 1939
Abril: 238 mm en 1902	Octubre: 401 mm en 1913
Mayo: 150 mm en 1946	Noviembre: 288 mm en 1907
Junio: 118 mm en 1925	Diciembre: 407 mm en 1958

En 1983 y 1896 la precipitación de Enero fue nula y en 8 ocasiones más no alcanza 10 mm. Enero es el mes más irregular.

En febrero en 8 ocasiones no se alcanzan los 10 mm, y en marzo en 4 ocasiones, siendo en 1907 y 1966 nula.

En octubre en 11 ocasiones no se alcanza 10 mm, siendo nula en 1958 y 1971, en noviembre en 12 ocasiones, con nula en 1888, 1890 y 1948, y en diciembre en 6 ocasiones y precipitación nula en los años 1888, 1889 y 1980.

Durante el año agrícola 1888-1889 la precipitación total fue de 7 mm entre octubre, noviembre y diciembre

---

### **Observación final.**

El anterior análisis no agota, evidentemente, el estudio del clima en la Sierra. Tal vez, en próximas Jornadas podamos exponer otros aspectos que ahora no tratamos: por ejemplo, el comportamiento cronológico del año agrícola y de las estaciones, o la posible existencia de tendencias.

Quizás otros autores aporten distintos enfoques, que enriquezcan esta parcela, base del patrimonio natural.

Analisis secuencial pluviométrico

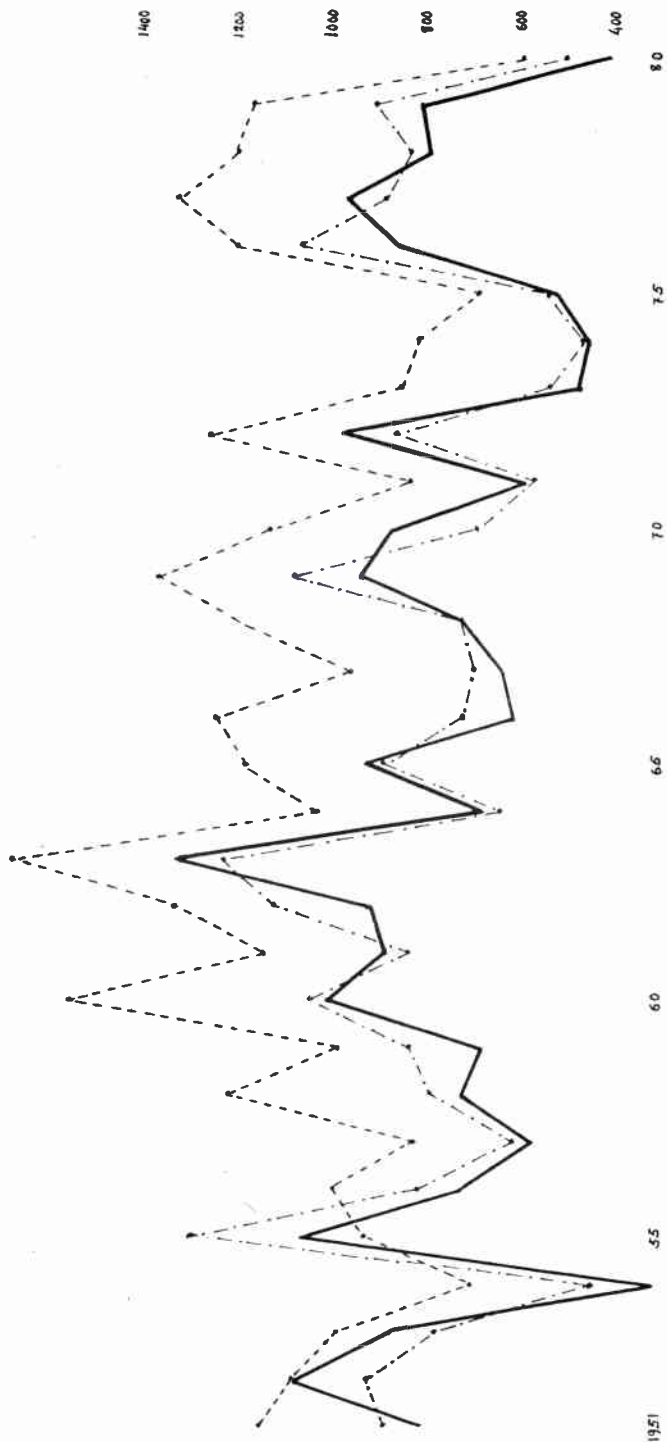
	Valores reales					Valores teóricos		
Fases	F.1	F.2	F.3	F.4		F.1	F.2	F.3>
Crecientes Fc	25	4	7		34	215	9.4	3.4
Decrecientes Fd	23	8	3	1	35			
Máximos	34							
Mínimos	35					106/3=35.33		
Distribución								
ms	18	}		58		17	}	
ns	40					36		
nh	31	}		48		36	}	
mh	17					17		
Transiciones								
S-S	30 = 28.3%					29.9%		
H-H	19 = 18 %					20.5%		
S-H	28 = 26.4%					24.8%		
H-S	29 = 27.4%					24.8%		
Secuencias								
H(2)	5	}		(19)		6.5		
H(3)	1					3.		
H(4)	4					2.4		
S(2)	1	}		(29)		6.5		
S(3)	8					3.6		
S(4)	4					4.3		
Persistencia	$R=(f-f')/(f-1)=0.6$					$f=0.547$ $f \leq 0.273$		

ACTIVIDAD SOLAR -- PRECIPITACION

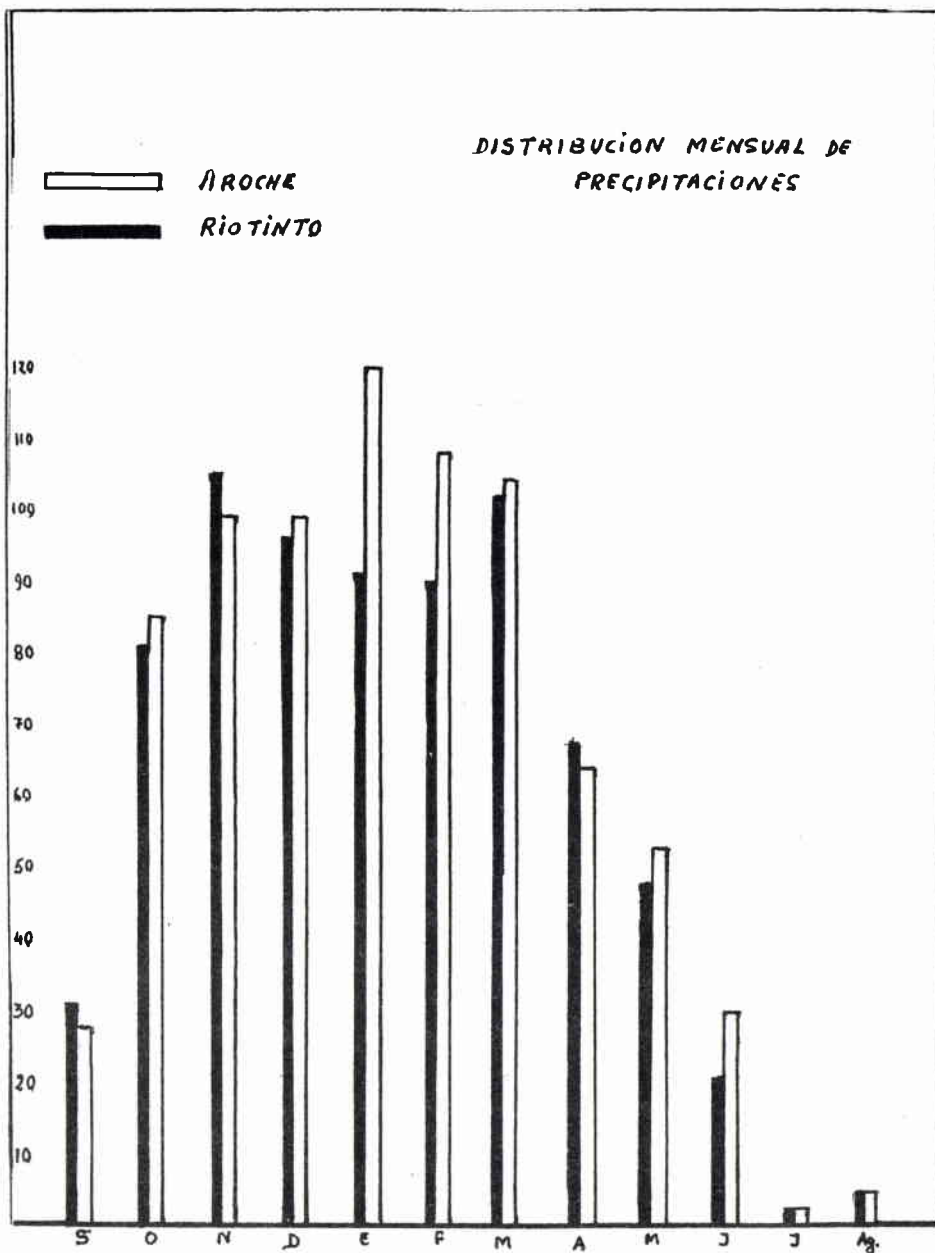
AREAS	V. calculados	V. reales
Vertices (4)	$4 \cdot 0.16 \cdot 0.16 \cdot n = 6.76$	(2,3,1,1) 7
Centrales (4)	$4 \cdot 0.34 \cdot 0.34 \cdot n = 30.51$	(15,6,7,5) 33
Laterales (8)	$8 \cdot 0.34 \cdot 0.16 \cdot n = 28.72$	(4,2,4,2, 2,4,6,0) 24

SUCESION 1951-80. Pluviometría

ARACENA ---  $\bar{p} = 1080$  mm.  $\sigma = 245$   $V_c = 0'23$   
 AROCHE - - -  $\bar{p} = 808$  mm.  $\sigma = 218$   $V_c = 0'27$   
 RIOTINTO ———  $\bar{p} = 772$  mm.  $\sigma = 220$   $V_c = 0'28$







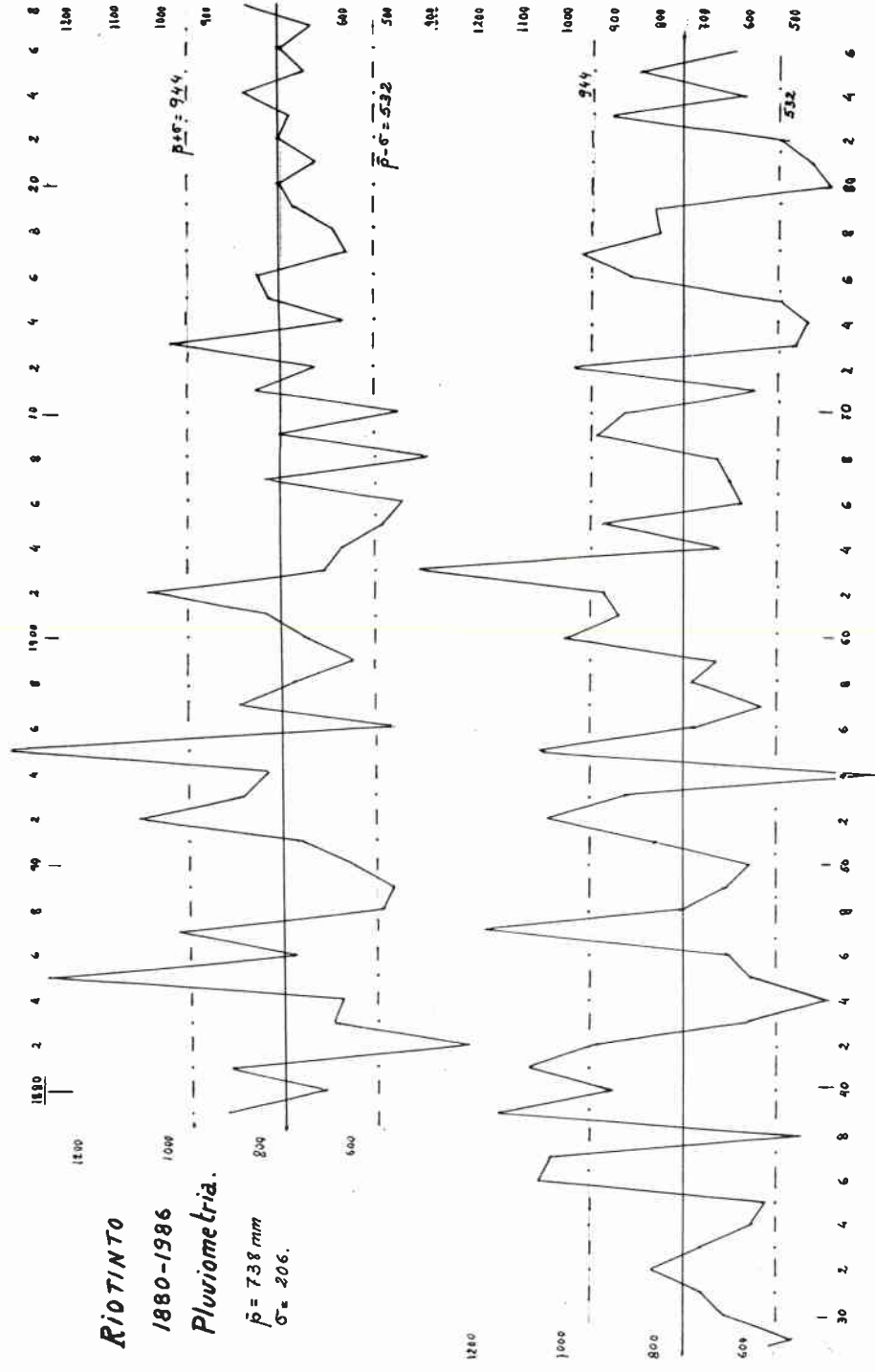
**RIDTINTO**

1880-1986

Pluviometria.

$\bar{p} = 738 \text{ mm}$

$\sigma = 206.$



**RIOTINTO: 1901-1966**  
(3.22)

Precipitación:  $\bar{p} = 746$ ;  $\sigma_p = 200$   
Manchas solares:  $\bar{x} = 54$ ;  $\sigma_x = 45$

