

# APORTACIONES AL ESTUDIO CLIMATICO DE LA SIERRA DE HUELVA

Por LEONCIO GARCIA BARRON

Físico

LUIS FERNANDO GARCIA BARRON

Biólogo

## Presentación

El propósito de esta ponencia es analizar algunos factores agrometeorológicos que amplien el conocimiento climático de la Sierra de Huelva. La provincia está incluida en estudios generales, pero desconocemos la existencia de análisis específicos de caracterización bioclimática. Nuestra intención es presentar aquellos aspectos más significativos referidos a las estaciones termopluviométricas, e interpretamos que los resultados e indicadores obtenidos pueden reflejar al conjunto comarcal. Otros aspectos, como el estudio cronológico de las series, podrán desarrollarse en próximas Jornadas. Deseamos expresar las conclusiones de forma que el lector interesado pueda contrastarlas con las obtenidas en otras zonas geográficas, con lo que se alcanza mayor generalización y aplicabilidad.

Son factores meteorológicos (radiación, temperatura, precipitación,...) y edáficos (estructura y propiedades del suelo) los principales controladores de la implantación y actividad vegetal, lo que implica la necesidad de los seres vivos, y en particular las plantas, de hacer frente al medio natural y utilizar sus recursos a lo largo del ciclo vital. La acción del hombre puede modificar estos factores por el uso de técnicas que compensen las limitaciones del medio (abonos, riegos, invernaderos,...).

El clima no es solo el conjunto de fenómenos meteorológicos, que con su constancia temporal y oscilaciones, describen el estado de la atmósfera de un lugar, sino que su acción influye en los seres vivos sumidos en él, y por tanto contribuye a caracterizar a cada región. La climatología es una ciencia

que a partir de bases físicas se proyecta de forma multidisciplinar. Si consideramos «patrimonio» aquello que es propio, indudablemente en el origen del patrimonio de una región se encuentra su clima, que afecta a las distintas formas de vida y relaciones.

El presente estudio comprende el régimen térmico, el régimen de humedad y la caracterización agroclimática. Como base de datos hemos utilizado los ofrecidos por el S.N.M. para las cuatro estaciones termopluviométricas elegidas. Para Aroche (421 m.) y Aracena (731 m.) el periodo de estudio comprende 1951-80, con interpolación de la falta de datos apoyada en Riotinto, Higuera, Valdezufre y Aroche-Vínculo. En las series de Galaroza (554 m.) y Almonaster (610 m.), periodo 1967-80, ha habido que homogeneizar por extrapolación. La latitud común aproximada es 37-55 N. ( $\pm 0-03$ )

### **Régimen térmico**

La caracterización del régimen térmico se basa fundamentalmente en las temperaturas medias mensuales  $T$ , las medias de las mínimas  $t$ , las medias de las máximas  $\tau$  y complementariamente en las medias mensuales de valores absolutos  $t'$  y  $\tau'$ .

En el cuadro I se representa también la amplitud de la oscilación mensual media  $\Delta$ , el periodo cálido ( $\tau > 30$ ), area negra), el periodo frío ( $t < 7$ , area blanca).  $J$  representa el coeficiente de continentalidad de Johansson basado en la diferencia de temperatura del mes más cálido y más frío ( $0 > J < 100$ ). El menor valor de  $J$ , más oceánico, corresponde a Galaroza, y sin embargo la amplitud  $\Delta$  es la mayor.

El comportamiento de las temperaturas a lo largo del año sigue para todas las estaciones, aunque con distintos valores, un desarrollo similar con pequeñas particularidades que pueden detectarse en el cuadro.

Especial interés tiene en la zona el estudio del periodo frío (cuadro II). Emberger considera mes frío con riesgo de helada aquel en que la media de las temperaturas mínimas es inferior a  $7^{\circ}$  C. Papadakis establece el periodo medio de heladas aquel en que la media mensual de las mínimas absolutas no es superior a  $0^{\circ}$  C. Hemos elaborado el cuadro del periodo frío con ambos criterios. Comprobamos que la duración media del periodo frío ( $t < 7$ ) es mayor en Galaroza (del 23-X al 8-V) y menor en Aroche (26-XI al 23-III), con una diferencia de 64 días.

Para ampliar la información incluimos la «variabilidad» (expresada de forma frecuencial como el porcentaje de años en que determinado mes cumple la condición de referencia), y la media  $\tau$  para el mes de Enero. Como orientación complementaria se introduce el número medio de días al mes que la temperatura mínima es inferior a  $0^{\circ}$  C en Galaroza ( $n$ ).

Si bien temperaturas muy bajas pueden producir la congelación de tejidos vegetales, algunas especies, particularmente los frutales necesitan un periodo de vernalización o reposo invernal, necesario para el desarrollo de las yemas antes de la floración, durante el cual deben acumular horas de temperaturas inferiores a 7° C, en días cortos. Al no existir termógrafos los cálculos se han realizado por métodos indirectos (Weinberger, De Mota) por lo que obtenemos dos valores de referencia. Salvo para las variedades más exigentes, en distintos grados toda la Sierra cumple las condiciones de vernalización. Hacemos constar la existencia de microclimas (umbrías, solanas, valles) con características propias que, evidentemente, no pueden ser recogidas en este estudio.

Se ha elaborado la integral térmica como suma de las temperaturas mensuales de 1 de Enero a 31 de Mayo, expresado en grados-día. Este valor es indicativo del desarrollo vegetal. La precocidad mide la diferencia de fechas con que se alcanza el valor correspondiente a Aroche. Si bien Galaroza tiene 15 días de retraso en temperatura acumulada, este periodo es aún activo como veremos al realizar el balance hídrico.

Con el fin de mostrar la diversidad anual hemos calculado durante la década 71-80 para Galaroza, la fecha teórica en que se alcanza  $T=15^{\circ}$  C.

### **Régimen hídrico**

El estudio está basado en la pluviometría mensual media. En el cuadro IV-a podemos observar análoga distribución de precipitaciones a lo largo del año agrícola en los cuatro observatorios, como lo confirman los valores porcentuales mensuales y estacionales del cuadro III. Resaltamos que la mayor precipitación anual corresponde a Almonaster, superior a Aracena y Galaroza, y la menor a Aroche.

De la comparación de las series cronológicas de Aroche y Aracena (gráfico IV-b) destaca el paralelismo de las oscilaciones anuales (salvo 1955). Para cada serie, considerada una distribución normal de Gauss, calculamos la desviación típica  $\sigma$ , lo que permite establecer cuatro característicos en cada estación: Muy seco  $< P - \sigma < \text{Normal seco} < P < \text{Normal húmedo} < P + \sigma < \text{Muy húmedo}$ . Con este criterio un año de precipitación 105 cm., por ejemplo, sería muy húmedo en Aroche y normal seco en Aracena, y con distintas esperanzas estadísticas de producirse cada nivel: 0.16 el muy húmedo, frente a 0.33 el nivel normal seco.

### **Caracterización agroclimática**

El periodo activo de vegetación es aquel en que la temperatura media del aire es superior al cero vegetativo y hay plena disponibilidad hídrica. El cero

vegetativo es variable según las especies, pero puede establecerse en  $7^{\circ}\text{C}$ , a partir del cual la actividad se incrementa con la temperatura hasta alcanzar un óptimo ( $22\text{-}26^{\circ}\text{C}$ ). Para medir la efectividad de la precipitación en relación con las necesidades hídricas de las plantas se introdujo el concepto de «evapotranspiración». Si la evapotranspiración (E.T.P.), función de la temperatura es mayor que la precipitación (riego) más el agua retenida en el suelo, se produce defecto hídrico y la planta paraliza progresivamente, por sequía, su actividad vegetativa.

Para Galaroza y Aroche hemos efectuado el balance hídrico, a partir del inicio del año agrícola, basado en la diferencia entre la disposición de agua y la evapotranspiración. Hemos considerado la capacidad de retención de agua disponible en el suelo equivalente a 10 cm. de precipitación lo que permite determinar el exceso de invierno, la utilización de reserva a final de primavera, y el déficit de verano en que la evapotranspiración real (ETR) es menor que la potencial, por lo que es necesario complementar, en su caso, con riego. En este sentido destacamos que el exceso, aunque no directamente disponible afecta a manantiales profundos y pantanos.

No incluimos diagramas ombrotérmicos por ser menos precisos que el balance. Para el cálculo de E.T.P. utilizamos la fórmula de Thornthwaite. Se denomina índice hídrico I mensual al cociente de  $(P+R)$  entre E.T.P. Si  $I>1$ : mes húmedo;  $I>1>0.8$ : mes intermedio;  $I<0.5$ : mes seco. I anual  $>0.88$ : año húmedo.

El cociente Ln es el cociente entre el exceso y E.T.P. anual. Con Ln 20% el bosque reemplaza a la pradera.

El índice hidrotérmico eficaz se obtiene como suma de los productos de las temperaturas eficaces  $(T-7)$  por la precipitación útil  $P'$  en cm., de cada uno de los meses en que  $T>7$ , y  $(P+R)>E.T.P.$ , con  $P'$  max. igual a 10 cm. El índice está directamente relacionado con la potencialidad agrícola para el secano en la zona.

### **Clasificación agroclimática de Papadakis**

J. Papadakis establece un sistema de clasificación en términos de necesidades ecológicas de los cultivos, a partir de las exigencias de cultivos indicadores (cítricos, avena, algodón, etc.), según el tipo de invierno, tipo de verano y régimen de humedad. El cuadro refleja la clasificación, según el criterio de Papadakis, de referencia para la generalidad de la Sierra:

Citrus (Ci), Algodón (g), Subtropical semicálido (Su)

Mediterráneo húmedo (ME). Tipo: Mediterráneo subtropical.

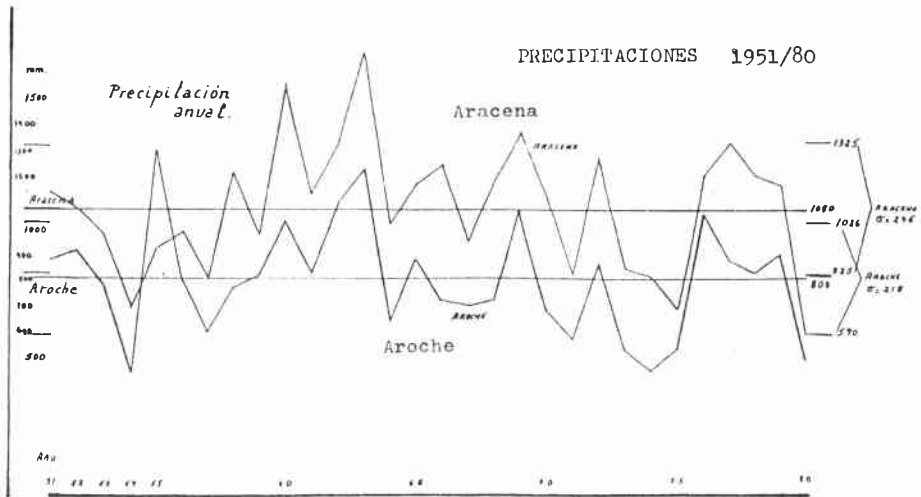
Si bien esta clasificación no es uniforme ya que:

Tipo de invierno: Aracena y Galaroza: Avena cálido. (No alcanza el mes más frío  $t=8^{\circ}\text{C}$ ).

Tipo de verano: Aracena y Galaroza: Arroz (Oriza). (No alcanza el mes cálido  $T=25^{\circ} C$ ) Almonaster se aproxima a Algodón (+) G.

Régimen de humedad: Aroche:  $1 < I < 0.88$  Mediterráneo subhúmedo.

Estas particularidades indican la existencia de una zona correspondiente a Aracena-Galaroza, de temperatura media menos elevada y más húmeda. Ello se corresponde con la distribución forestal de frutales y castaños, que desaparecen en la zona más cálida y seca de Aroche y la Sierra Occidental.



## REGIMEN TERMICO

	S	O	N	D	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	Anual
<b>AROCHE</b>													(J = 30.8)
t	16	12.2	8.1	5.2	4.5	4.9	6.5	8.5	11.6	14.8	17.6	17.8	10.7
T	22	17	11.9	8.9	8.2	8.6	10.9	13.6	17.6	21.3	25.3	24.9	15.9
C	28.3	21.4	15.8	12.6	11.9	12.7	15.4	18.8	23.6	27.9	32.8	32.2	21.2
	12.3	9.2	7.7	7.4	7.4	7.8	8.9	10.3	12	13.1	15.2	14.4	11.5
<b>ALMONASTER</b>													(J = 27.7)
t	14.6	11.4	7.6	5.4	4.8	5.3	5.9	7.9	10	13.7	17.1	16.4	10.0
T	21.6	17	12.9	10	9	9.5	10.8	13.4	16.1	20.5	24.9	24.7	15.8
C	28.7	22.7	18	14.7	13.3	13.6	15.7	19	22.3	27.7	32.8	32.2	21.7
	14.1	11.3	10.4	9.3	8.5	8.3	9.8	11.1	13.3	14	15.7	16.8	11.5
<b>ARACENA</b>													(J = 33.2)
t	13.9	10.7	5.8	3.5	3.2	3.4	4.7	6.2	9.5	12.6	16.3	16.5	8.8
T	21.2	15.9	10	7.3	6.7	7.4	9.2	11.9	15.9	19.9	24.6	24.7	14.6
C	28.6	21.2	14.4	11.2	10.4	11.3	13.7	17.5	22.4	27.2	33	32.9	20.3
	14.7	10.5	8.6	7.7	7.2	7.9	10.3	11.3	12.9	14.6	16.7	16.4	11.5
<b>GALAROZA</b>													(J = 23.5)
t	10.5	8	4.3	2.2	2.4	3.4	3.9	5.6	7.4	10.5	12.6	12	6.9
T	18.5	14.4	10	7.5	7.4	8	9.3	11.4	14	18	21.7	21.2	13.4
C	26.4	20.8	15.9	12.8	12.6	14.7	14.7	17.3	20.6	25.3	30.8	30.5	20
	15.9	12.8	11.6	10.6	10.2	9.2	10.8	11.7	13.2	14.8	18.2	18.5	13.1

## PERIODO FRIO

O	N	D	E	F	M	A	My	Duración días	Horas frío	Grados día
---	---	---	---	---	---	---	----	---------------	------------	------------

### AROCHE

t	8.1	5.2	4.5	4.9	6.5	8.5		26-XI	1086	1786
t < 7 (‰)	25	85	100	100	60	15		23-III	1137	
t'	3.4	0.4	-0.4	0.5	1.6	3.4		(132)		0
t' < 0 (‰)	5	30	55	30	15	5				días

### ALMONASTER

t	7.7	5.4	4.8	5.3	5.95	7.9		24-XI	1012	1781
t < 7 (‰)	15	90	95	100	30	5		1-IV	1068	
t'	3.5	0.6	0.7	2				(158)		-1
t' < 0 (‰)		30	20	15						día

### ARACENA

t	10.7	5.8	3.5	3.2	3.4	4.7	6.2	9.5	27-XI	1271	1550
t < 7 (‰)	75	100	100	100	90	75			22-IV	1478	
t'	3.5	0.6	0.7	2					(166)		-12
t' < 0 (‰)	25	40	75	45							días

### GALAROZA

t	8	4.3	2.2	2.4	3.4	3.9	5.6	7.4	23-X	1328	1517
t < 7 (‰)	15	85	95	100	100	95	85	25	8-V	1544	
t'		-1.5	-3.4	-3.3	-2.2				(196)		-15
t' < 0 (‰)		70	100	100	85						días
n		6.2	6.5	14	6.8	5.6	1.5				
Día teórico y diversidad para alcanzar T = 15° C											
Año	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	
	5-VI	28-V	29-V	10-VI	24-V	16-V	3-VI	5-VI	17-V	25-V	
	7	0	1	12	-4	-12	5	7	-5	-3	

## PRECIPITACION

	S	O	N	D	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	Año
--	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	---	-----

### AROCHE

P	28	85	99	99	120	108	104	64	53	34	2	5	808
	39	70	70	87	82	72	62	51	37	30	4	10	
%	3	10	12	12	15	13	13	8	6	4	.3	.6	
	25			41			27			5			

### ARACENA

P	40	108	126	150	163	145	140	92	62	40	5	7	1.080
	4	10	12	14	15	13	13	9	6	4	.5	.7	
%													
	26			42			28			5			

### ALMONASTER

P	32	135	156	180	206	165	153	106	72	33	2	5	1.245
	3	10	12	15	17	13	13	9	6	3	.2	.5	
%													
	25			44			28			4			

### GALAROZA

P	34	123	151	168	181	163	156	102	57	32	4	6	1.176
	3	10	13	14	15	14	13	9	5	3	.3	.5	
%													
	26			43			27			4			

### CLASIFICACION AGROCLIMATICA —PAPADAKIS—

Tipo de Invierno:  $-2.5 < t' (I) < 7.5$

$8 < t (I)$

CITRUS Ci

$10 < \tau (VII) < 21$

Tipo de Verano:  $> 4.5$  meses libre de heladas

$(VII) < 33.5$

ALGODON (-) g

$(V-X) > 25$

Régimen térmico : Subtropical semicálido Su

Régimen de humedad = Mediterráneo húmedo ME

$I_h > 0.88$

$L_n > 20\%$

Tipo climático: MEDITERRANEO SUBTROPICAL



## BALANCE HIDRICO

	S	O	N	D	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	Año
<b>AROCHE</b>													
T	22	17	11.9	8	82	8.6	10.9	13.6	17.6	21.3	25.3	24.9	
P	2.8	8.5	9.9	10	12	10	10	6.4	5.3	3.4	0.2	0.5	79
ETP	10.9	6.9	2.5	1.9	1.7	1.8	4.2	5	8.6	11.9	16.5	15.2	87.1
Reserva	—	1.6	9	10	10	10	10	10	6.7	—	—	—	
ETR	2.8	6.9	2.5	1.9	1.7	1.8	4.2	5	8.6	10.1	0.2	0.5	46.2
Déficit	8.1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8	16.3	14.7	40.9
Exceso				7.1	10.3	8.2	4.2	1.3					31.1
	S	H	H	H	H	H	H	H	I	S	S	S	l=09

<b>GALAROZA</b>													
T	18.5	14.4	10	7.5	7.4	8	9.3	11.4	14	18	21.7	21.2	
P	3.4	12.3	15.1	16.8	18.1	16.3	15.6	10.2	5.7	3.2	0.4	0.6	117.7
ETP	9.2	5.7	3	2	19	2.3	3.4	4.7	7	10	13	12	74.2
Reserva	—	6.6	10	10	10	10	10	10	8.7	1.9	—	—	
ETR	3.4	5.7	3	2.5	1.9	2.3	3.4	4.7	7	10	2.3	0.6	46.8
Déficit	5.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.7	11.4	22.1
Exceso			2.1	14.8	16.2	14	12.3	5,5					64.9
	S	H	H	H	H	H	H	H	I	S	S	S	l=16

## INDICE HIDROSTATICO EFICAZ

Aroche	85	48.5	19	12	16	39	42.2	55.6					373,3
Galaroza	74	30	5	4	10	23	44	39.9	35.2				265.1

PRECIPITACION BALANCE HIDRICO

