

Análisis comparativo de los valores obtenidos (M. de Blaney-Criddle) en las dotaciones de riego en las cinco cuencas de la España seca»

HERMINIO CASTILLO HERNANDO (*)

RESUMEN. Este artículo es un complemento del que se publicó en esta misma revista en el n.º 81 correspondiente a octubre-noviembre-diciembre 1991. Allí las comparaciones se realizaban para los valores de dotaciones de riego obtenidas por el Método de Penman, y aquí se efectúan estas comparaciones para los valores hallados según el Método de Blaney-Criddle.

Además, como resumen de ambas metodologías, se analizan los valores obtenidos para la hectárea representativa con cada una de dichas metodologías y en cada una de las cinco cuencas que constituyen lo que se ha dado en llamar la «España seca».

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE VALUES OBTAINED (M. DE BLANEY-CRIDDLE) IN THE WATER ALLOCATIONS FOR THE FIVE BASINS IN «DRY SPAIN»

ABSTRACT. This is a supplementary article to the one published in n.º 81 of the same journal, covering October-November-December 1991. In that issue, the comparisons were made for water allocation values obtained using the Penman Method, and here, we make such comparisons for values found through the Blaney-Criddle Method.

Furthermore, in summarizing both methodologies, and analysis is conducted of the values obtained for the representative hectare using both of the above-mentioned methodologies, for each of the five basins that constitute what is known as «dry Spain».

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

En el artículo de la revista I. C. n.º 81 se hace mención en su apartado de «Objetivo» del contenido del mismo en función de los valores obtenidos mediante la «metodología Penman», así como la indicación de que en otro artículo próximo, que es éste, se analizarían los resultados hallados con «metodología Blaney-Criddle».

Cumpliendo, pues, con aquel compromiso se van a analizar los valores obtenidos según la «metodología Blaney-Criddle» cuyos resultados pormenorizados por zonas y subzonas, así como por grupos de cultivos y por cultivos individualizados, están detallados en los Anexos II de cada una de las cuencas estudiadas, tal y como

se expresa en el citado apartado del artículo de referencia I. C. n.º 81.

Tanto la figura 1 (croquis de las cuencas hidrográficas de la «España seca»), como las tablas 1, 2, 3 y 4 de aquel artículo son comunes y, por lo tanto válidas, para el desarrollo de este nuevo artículo. Se hace referencia al contenido de dichas tablas, mediante el título de cada una, para dar coherencia y continuidad al desarrollo de este artículo.

Tabla 1. Precipitación: Lluvia media y total por cuencas hidrográficas en la España peninsular.

Tabla 2. Embalses: Capacidad de los mismos por cuencas y total. Volumen total de agua embalsada a fin de cada año (en millones de m³).

Tabla 3. Dedicación productiva de las cinco cuencas de la «España seca» (Desglose por cultivos y porcentaje de representatividad).

Tabla 4. Superficies de regadío consideradas en cada cuenca (hectáreas).

(*) Doctor Ingeniero Agrónomo y Economista. Jefe de la División de Regadíos del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX (WOPT).

SUCINTA DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA

A la metodología cuya sucinta descripción se efectuó en el apartado correspondiente del artículo I. C. n.º 81, sólo cabe sustituir la fórmula de la ecuación utilizada para obtener la ET_0 , por el método de Penman Modificado que allí se detalla, por la correspondiente a la empleada en el método Blaney-Criddle, que originalmente recurre a la temperatura, t , y al porcentaje de horas diurnas, p , como variables climáticas para predecir el efecto del clima sobre la evapotranspiración.

Este «factor f », o factor de uso consuntivo, que así se le llama, viene expresado por:

$$f = p (0,46 t + 8,13)$$

donde:

p = porcentaje diario medio de horas diurnas anuales que se obtienen de un cuadro elaborado en función de los meses y de la latitud Norte o Sur dados.

t = promedio de las temperaturas máxima y mínima diarias en °C.

Así el factor f viene expresado en mm diarios y representa el mismo valor durante todo el mes.

Para determinar las estimaciones de la ET_0 , se efectúa para diferentes condiciones de humedad relativa mínima, horas de insolación diarias y vientos diurnos. De esta forma el valor f viene dado en el eje de las X y el de la ET_0 en el de las Y.

Los coeficientes de cultivo K_c , empleados para obtener los ET_c , los valores de la precipitación efectiva, P_e , y el otro parámetro del balance hídrico, A_0 (agua aportada o almacenada en el suelo), tienen las mismas connotaciones en la aplicación del método Penman o del método Blaney, por lo que se omite cualquier descrip-

ción al haberse realizado ya en el artículo inicial al que nos hemos venido refiriendo.

RESULTADOS OBTENIDOS

En la tabla 5 (ya ha quedado indicado que las 4 primeras son idénticas a las que aparecen en el artículo de esta misma revista, en su n.º 81) aparecen los valores de las dotaciones netas de la hectárea representativa de cada grupo de cultivos y para cada una de las cinco cuencas, obtenidas según los procedimientos descritos de manera breve en el apartado anterior.

Son valores medios ponderados de la hectárea que representa a la proporción de cada cultivo en cada grupo o, en su caso, al cultivo en cuestión. Se incluyen también en dicha tabla los valores medios de las dotaciones netas para el conjunto de las cinco cuencas según grupos de cultivos, según la hectárea representativa de cada cuenca, tanto con la inclusión del arroz y «otros cultivos», como sin la consideración de ambas, cuya influencia en los valores medios —especialmente a causa de los valores de las dotaciones del arroz— distorsionan las medias halladas.

Para cada uno de los grupos de cultivos, así como para determinados cultivos individualizados y para la «hectárea representativa de la cuenca», con y sin arroz y otros cultivos, se dan los valores media aritmética de las cinco cuencas y media aritmética ponderada por la representatividad de cada cultivo en cada cuenca, para hacer más coherentes estos valores.

En el análisis de los resultados obtenidos deben considerarse una serie de limitaciones, que se observarán cuando se quieran emplear estos valores para situaciones concretas de ubicación y especificidad de los cultivos. Estas restricciones son las siguientes:

1. Su validez se adapta a lo estipulado en las condiciones básicas de cálculo.

GRUPO DE CULTIVOS	CUENCA					MEDIA DE LAS CINCO CUENCAS	MEDIA PONDERADA CINCO CUENCAS
	GUADALQUI	SUR	SEGURA	GUADIANA	JUCAR		
EXTENSIVOS	3.287	2.238	3.174	2.513	2.472	2.737	2.894
HORTICOLAS	2.729	2.256	2.135	1.670	1.898	2.138	2.111
FORRAJEROS	5.371	5.949	7.184	4.937	4.417	5.572	5.479
FRUTALES	3.320	4.105	4.372	4.214	2.812	3.765	3.407
ARROZ	12.500	—	—	12.285	11.513	12.099	12.132
OTROS CULTIVOS (H. R. #)	6.580	7.500	—	3.000	3.500	5.125	6.530
H. R. GENERAL CUENCA	3.893	4.191	3.906	3.000	3.038	3.606	3.522
H. R. CUENCA (sin Arroz ni O. C. I)	3.379	3.564	3.906	2.762	2.663	3.255	3.156

TABLA 5. Dotaciones netas de la hectárea representativa (m³/ha y aflu. M. Blaney-Criddle (cuencas de la «España seca»).

Los valores del grupo «Otros cultivos» son extensivos. En el estudio de la cuenca del Segura no han sido considerados.

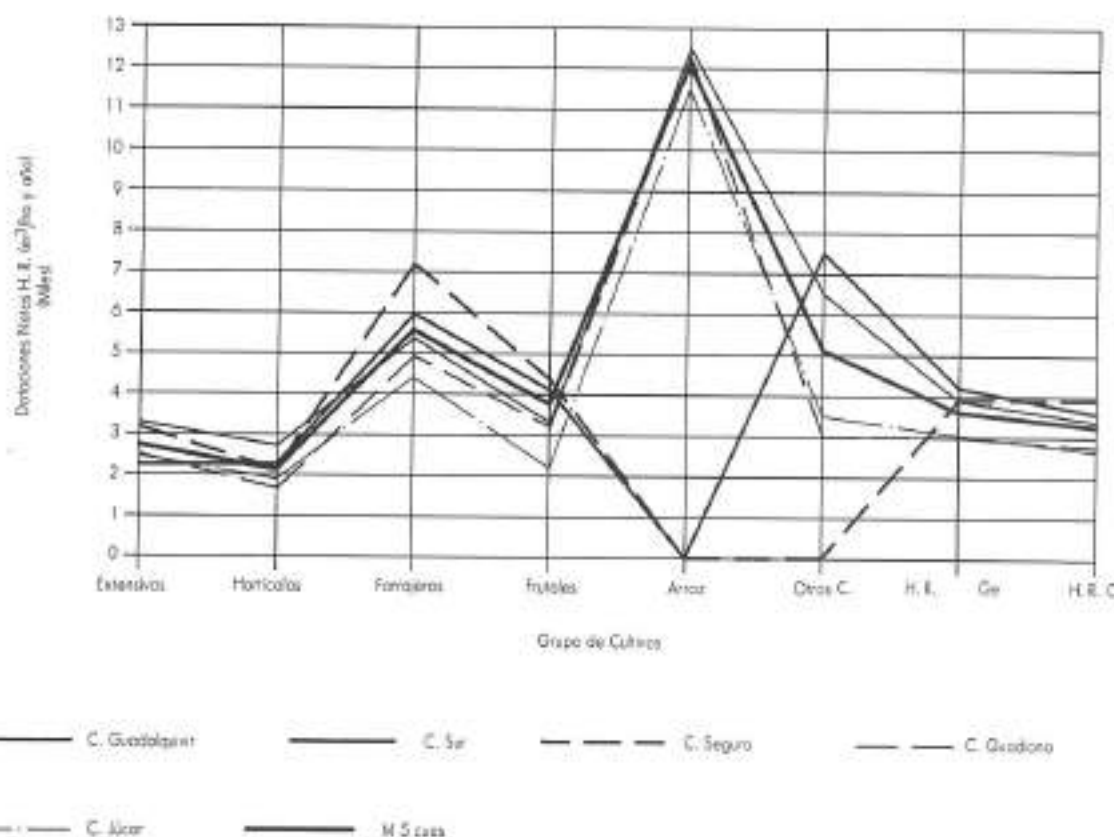


FIGURA 2. Dotaciones netas H.R. Cuencas «España seca».

2. La aplicación de los valores obtenidos tienen su máxima eficacia en planificación de zonas de transformación en regadío.
3. También son muy válidos para cuantificar las necesidades globales de agua a efectos de dimensionamiento de embalses para demanda de regadíos.
4. Si se emplean con cuidado, sirven para comparar los valores de dotaciones netas entre grupos de cultivos y entre zonas de la misma dedicación productiva.

Los valores de dotaciones netas calculadas para cada grupo de cultivos se exponen también en las figuras 2 y 3. (La figura 1 se corresponde con la equivalente que aparecen en el artículo de esta misma revista en su n.º 81, que es un croquis de las cuencas de la «España seca».) Estas figuras representan —en gráfico de barras y de líneas— las dotaciones netas de la hectárea representativa, por grupos de cultivos para cada una de las cinco cuencas, así como las correspondientes a la hectárea representativa general de cada cuenca, y las de cada una de estas cuencas sin considerar los valores obtenidos para el arroz y c. forzados que distorsionan los valores medios.

Observando dichas figuras se pueden apreciar las desviaciones de los valores medios intercuenas para cada grupo de cultivos, así como las medias de las cinco cuencas y sus desviaciones en relación a su hectárea representativa y a su media.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Las tablas 4 y 5 expresan, respectivamente, las superficies de regadío según grupo de cultivo y los valores obtenidos para las dotaciones netas de la hectárea representativa de cada uno de estos grupos.

También aparecen en la tabla 5 los valores de las dotaciones netas de cada cuenca, así como los valores medios del conjunto de las cinco cuencas, y los valores medios ponderados considerando las superficies de regadío que se han incluido en cada una de las cinco cuencas.

En las tablas 6 a 10 se muestran con detalle los resultados totales y parciales obtenidos para las dotaciones netas de la hectárea representativa, por grupos de cultivo, zona y subzona, y el valor medio calculado, para las cuencas del Guadalquivir (tabla 6), Sur (ta-

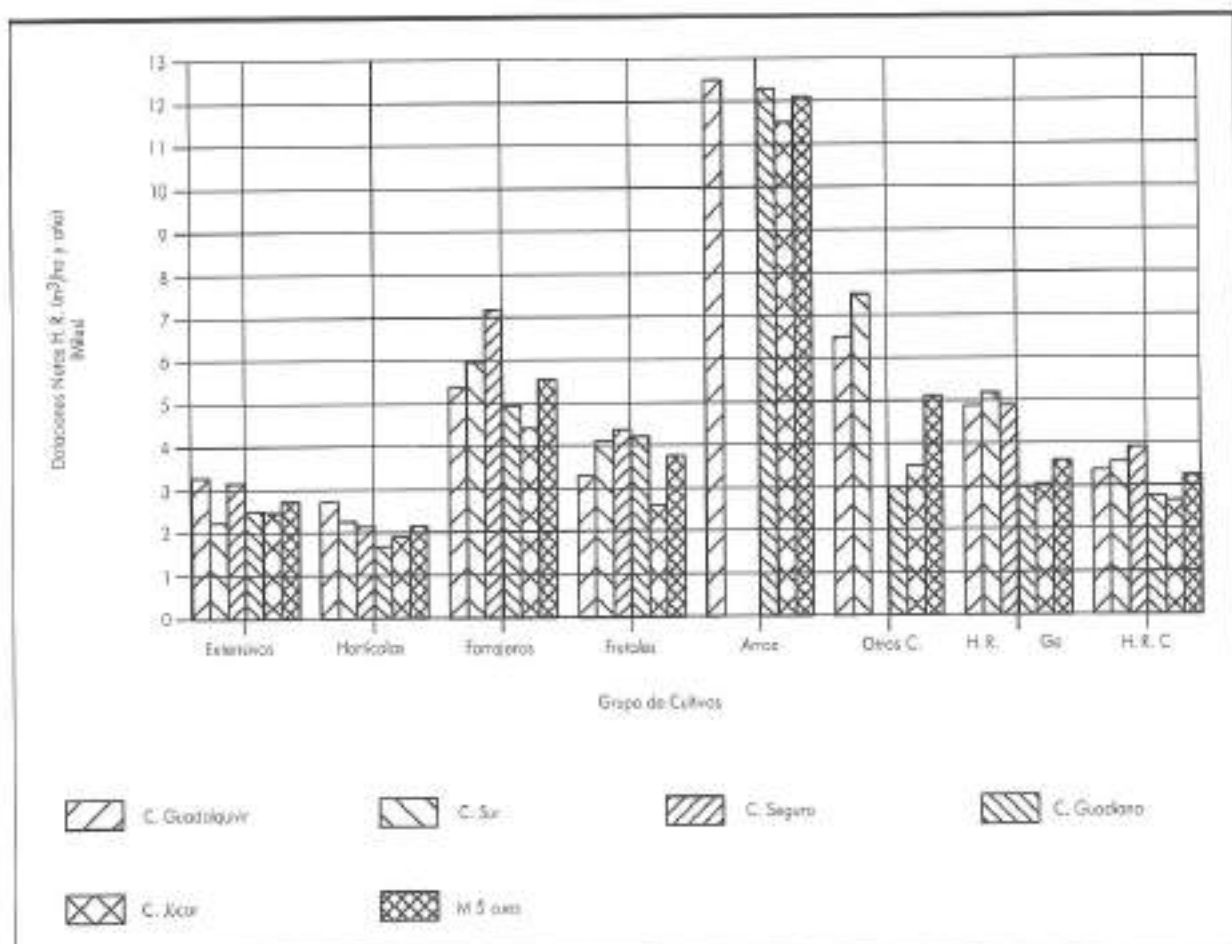


FIGURA 3. Dotaciones netas H. R. Cuencas «España secas».

bla 7), Segura (tabla 8), Guadiana (tabla 9) y Júcar (tabla 10).

En cada una de las tablas se indica para cada cuenca un resumen y a la vez una ampliación, representando la concentración final de resultados de cada uno de los estudios efectuados para cada cuenca, a los que se ha hecho mención en el apartado de «Introducción y antecedentes» y que llevan por título «Determinación de las dotaciones de riego en los planes de regadío de la cuenca del...».

La tabla 5 y los gráficos de las figuras que en base a sus datos se ha elaborado muestra que las dotaciones netas de la hectárea representativa —en adelante HR—, de las cuencas del Sur, Segura y Guadalquivir, tienen valores significativamente superiores a los correspondientes a las cuencas del Guadiana y del Júcar. Si se comparan los valores extremos de las cinco cuencas, tenemos los 4.191 m³/ha en C. Sur y los 3.000 de la C. Guadiana, que nos da una relación aproximada de 1,40 que nos indica que la dotación media requerida por C. Sur es el 40 % superior a las obtenidas para la C. Guadiana.

Cuando efectuamos la comparación entre los valores de la HR de cuenca, en los que se no incluye ni el arroz ni los que hemos denominado «otros cultivos», la relación entre los valores de las cuencas más distantes, que en este caso son la C. Segura con 3.906 m³/ha y la C. Júcar con 2.663, es aún mayor pues da un valor de 1,47.

De la observación de valores que da esta tabla se deduce que estas diferencias entre valores extremos de las dotaciones netas de la HR para las C. Sur y C. Guadiana se deben en gran parte a la influencia de las dotaciones relativas asignadas al grupo de «Otros Cultivos» que son 2,5 veces los de C. Sur respecto a la C. Guadiana, siendo, además, casi 4,5 veces la superficie considerada para la primera cuenca con respecto a la segunda. También para los grupos de «C. hortícolas» y «C. forrajeros» se han obtenido valores superiores para la C. Sur respecto a la C. Guadiana, contribuyendo así a las diferencias indicadas para los valores medios de la HR entre ambas cuencas.

En el caso de no inclusión del arroz, ni «otros cultivos», la diferencia tan acusada que se obtiene en los

ZONA	SUBZONA	C. EXTENS.	HA.	C. HORTIC.	HA.	C. FOREAL	HA.	C. FRUTAL	HA.	ARROZ	HA.	FRÖRES	HA.	HECTAREA REPTIVA	TOTAL HECTAREAS
GUADIANA MENOR ALTO GUADALUPE-JAÉN-GUADALUPE	I	1.418	22.058	2.441	2.633	3.147	3.454	3.016	15.531	14.905	3	0	0	2.344	43.679
	II	58.5	2.349	1.326	492	3.392	469	2.534	1.121	0	0	0	0	1.457	4.431
	III	1.919	2.107	2.583	380	6.368	521	1.688	4.814	0	0	0	0	2.103	7.912
	IV	2.183	5.678	3.405	1.672	6.354	2.300	2.426	7.032	0	0	0	0	2.983	16.682
	V	1.826	544	2.406	108	6.875	235	2.089	1.201	0	0	6.500	2	2.579	2.090
	VI	2.528	1.369	2.724	508	6.766	246	2.571	14.701	0	0	0	0	2.633	16.824
SUBTOTAL		3.279	1.538	3.167	618	6.321	307	3.027	7.354	0	0	0	0	3.178	9.817
ALTO GENIL S. MORENA-CRPA, CORDOBA- GUADALUPE-RAMBLA-GUADALUPE	I	2.010	13.675	2.893	3.778	6.068	4.078	2.501	36.223	0	0	6.500	2	2.662	57.756
	II	2.265	21.159	3.512	6.797	5.549	4.419	4.270	6.852	0	0	6.500	162	3.215	39.389
	III	2.341	75	2.459	51	7.046	14	2.269	144	0	0	6.500	1	2.571	285
	IV	3.504	3.335	2.456	274	6.148	222	2.552	1.834	0	0	6.500	22	3.261	5.687
	V	2.663	4.238	2.704	375	5.913	359	2.514	249	0	0	6.500	9	2.889	5.230
	VI	3.128	10.136	2.499	692	4.930	426	5.566	357	0	0	6.500	39	3.243	11.650
SUBTOTAL		596	131	2.589	146	5.599	915	2.385	8.339	0	0	6.500	48	2.837	31.204
BENIZAR-HUESA BAJO GENIL	I	3.310	51.059	2.559	4.874	5.752	2.619	2.802	12.349	0	0	6.500	131	3.266	71.032
	II	3.961	2.501	3.306	192	7.401	64	4.406	119	0	0	6.500	2	4.018	2.878
	III	3.477	13.169	2.965	1.145	6.291	1.344	3.965	1.656	0	0	0	0	3.708	17.314
	IV	4.176	26.915	3.016	2.453	6.094	1.185	5.026	2.658	0	0	6.500	7	4.227	33.218
	V	3.947	42.585	3.015	3.790	6.328	2.593	4.615	4.433	0	0	6.500	9	4.048	53.410
	VI	3.060	320	2.759	53	6.337	647	3.858	34	0	0	0	0	5.082	1.054
CRPA, SEVILLANA-S. NORTE SEVILLA-V. B. GO. MARISMA	I	3.005	70.730	2.458	11.296	5.890	4.171	4.778	16.917	12.507	20.930	6.500	125	5.422	124.169
	II	4.048	7.272	2.410	1.173	4.869	857	4.016	4.598	12.093	3.434	6.500	15	5.573	17.349
	III	3.917	78.222	2.455	12.522	5.787	5.675	4.614	21.549	12.500	24.364	6.500	140	5.438	142.572
	IV	3.512	14.024	1.940	1.663	3.145	3.238	3.972	749	0	0	6.500	24	3.340	19.698
	V	3.068	6.442	2.165	1.239	3.359	610	3.935	211	0	0	6.500	21	2.987	8.523
	VI	3.372	20.466	2.036	2.902	3.179	3.848	3.964	940	0	0	6.500	45	3.234	28.221
SUBTOTAL		3.287	249.324	2.729	37.296	5.371	26.686	3.320	97.897	12.500	24.367	6.500	489	3.893	436.059
TOTAL															

TABLA 6. Dotaciones netas de la hacienda representativa de los grupos de cultivo de cada zona regada y del total de la cuenca (en m.c. por ha.) Cuadro del Guadalupe (M. de Blaney-Criddle).

ZONA	C. EXTENS.	HA.	C. HORTIC.	HA.	C. FORRAL.	HA.	C. RIJUAL.	HA.	C. FORZADO	HA.	HECTAREA REPTIVA.	TOTAL HECTAREAS
CFO. GIBRAITAR	2.707	2.053	1.769	1.124	5.779	592	0	0	7.500	31	2.996	3.800
SMA. DE RORDA	2.547	1.32	2.296	85	6.885	38	6.340	671	0	0	5.608	1.126
ANTEOLERA	2.055	7.472	3.895	549	8.091	2.588	6.743	61	0	0	3.641	10.670
GUADALHORCE	4.789	2.759	1.355	2.418	6.939	1.715	4.934	13.571	7.500	77	4.670	20.540
VEIEZ AMAGA	2.521	4.012	2.448	120	5.859	1.061	4.517	2.307	7.500	439	3.826	7.959
COSTA GRANADINA	2.279	2.309	206	1.485	0	0	5.490	3.870	7.500	1.673	4.215	9.338
VALLE DE LECRIN	206	159	0	0	0	0	3.349	2.955	0	0	3.189	3.114
ALPUJARRA	927	3.089	953	1.385	2.103	649	1.088	3.412	0	0	1.070	9.435
ALMA-CFO. DALIAS	2.400	1.000	3.758	1.453	3.549	810	5.345	4.935	7.500	15.580	6.475	23.778
ALBOX	1.817	1.025	4.936	958	8.748	83	4.858	2.996	0	0	4.275	4.664
BERIA	0	0	3.903	110	0	0	4.578	1.567	7.500	220	4.878	1.897
LANJAR-ANDABAX	255	351	1.520	936	1.527	282	1.573	6.036	0	0	1.505	7.605
VERA-ALMANZORA	1.347	1.751	5.587	724	5.349	2.703	3.968	5.063	7.500	200	4.066	10.441
TOTAL	2.238	27.012	2.256	11.348	5.949	10.541	4.105	47.246	7.500	18.220	4.191	114.367

TABLA 7. Dotaciones netas de la hectárea representativa de los grupos de cultivo de cada zona regado y del total de la cuenca (en m.c. por ha.) Cuenca del Sur (M. de Blaney-Criddle).

ZONA	SUBZONA	C. EXTENS.	HA.	C. HORTIC.	HA.	C. FORRAL.	HA.	C. FRUTAL	HA.	HECTAREA REPTIVA.	TOTAL HECTAREAS
SIERRA SEGURA RIO MUNDO	I	1.951	2.113	2.235	377	5.501	621	5.631	119	2.802	3.230
	I	2.458	555	2.842	141	6.307	346	0	0	3.788	1.042
	II	2.250	3.373	3.167	1.760	5.999	1.203	5.216	2.000	3.655	8.426
SUBTOTAL		2.279	3.928	3.143	1.901	5.757	1.549	5.216	2.090	3.670	9.468
NOROESTE MURCIA MULA GUADALENTIN	I	2.628	1.896	2.018	516	6.315	690	6.229	4.784	5.095	7.894
	I	1.471	38	2.672	37	8.024	62	5.585	3.522	5.554	3.659
	I	3.062	485	2.832	163	5.741	371	5.162	155	4.154	1.174
	II	4.155	8.571	3.016	4.564	8.321	3.036	3.700	13.852	4.193	30.073
SUBTOTAL		4.096	9.056	3.010	4.727	8.040	3.407	3.716	14.007	4.192	31.197
RAMBLA NOROESTE	I	2.131	148	2.577	93	7.266	48	5.388	1.919	5.092	2.208
	II	2.320	379	2.036	894	6.500	141	4.520	9.077	4.255	10.491
SUBTOTAL		2.267	527	2.087	987	6.695	189	4.671	10.996	4.401	12.699
VEGAS ALTAS	I	3.122	1.483	2.577	1.383	6.215	279	6.044	7.283	5.173	10.428
	II	2.029	1.190	1.847	322	7.700	206	5.423	7.395	4.905	9.113
SUBTOTAL		2.635	2.673	2.439	1.705	6.846	485	5.731	14.678	5.048	19.541
VEGA MEDIA SUR DE ALCANTAR	I	2.660	1.635	1.445	4.067	7.816	714	4.044	9.487	3.406	15.903
	I	3.497	11.125	2.130	8.592	8.078	2.310	3.951	26.061	3.719	48.088
	II	2.243	1.220	1.747	1.221	5.548	133	2.944	4.386	2.661	6.960
SUBTOTAL		3.373	12.345	2.082	9.813	7.940	2.443	3.806	30.447	3.585	55.048
SUR DE MURCIA MAR MENOR POZOCHONDO CORRAL RUBIO YECLA	I	2.022	100	1.597	678	6.547	46	2.266	1.463	2.143	2.287
	I	3.075	5.403	1.725	7.487	6.675	2.088	2.951	5.063	2.914	20.041
	I	2.333	36	4.593	6	7.850	9	0	0	3.572	51
	I	2.351	70	1.282	11	7.113	13	0	0	2.884	94
	I	2.540	176	2.936	277	6.947	295	5.516	1.275	5.112	2.023
TOTAL		3.174	39.996	2.135	32.591	7.184	12.617	4.372	97.931	3.906	183.135

TABLA 8. Dotaciones netas de la hectárea representativa de los grupos de cultivo de cada zona regada y del total de la cuenca (en m.c. por ha.) Cuenca del Segura (M. de Blaney-Criddle).

ZONA	SUBZONA	C. EXTENS.	HA.	C. HORTIC.	HA.	C. FORRAL.	HA.	C. RUTAL	HA.	ARROZ	HA.	FOR. FORZ. PRESAS	HA.	HECTAREA REPTIVA.	TOTAL HECTAREAS
EXTREMENA	ARDILIA	2.065	732	1.308	60	4.826	677	4.353	15	0	0	0	0	3.308	1.504
	DOCEMARO	2.850	162	0	0	6.572	71	5.842	5	0	0	0	0	4.023	238
	ENTERRIOS	3.485	463	2.279	88	6.572	147	5.842	37	0	0	0	0	4.077	735
	LOBON	3.696	11.828	1.861	1.186	6.358	319	5.647	605	0	0	0	0	3.685	13.938
	MONTUO	3.522	20.477	2.172	2.609	6.358	1.403	5.047	1.481	0	0	0	0	3.661	25.970
	ORELLANA	3.768	36.561	2.446	5.459	6.572	1.647	5.807	2.712	12.285	5.861	0	0	4.780	52.240
	PIEDRA AGUDA	4.357	351	2.703	141	6.708	128	5.882	19	0	0	0	0	4.508	639
	ZUJAR	3.783	5.488	2.438	685	6.572	108	5.842	187	0	0	0	0	3.747	6.468
	SUBTOTAL	3.674	76.082	2.304	10.228	6.231	4.500	5.739	5.061	12.285	5.861	0	0	4.248	101.732
	MANCHEGA	3.935	98	724	66	6.675	141	5.727	7	0	0	0	0	4.534	312
SUBTOTAL	MANZANARES	359	13.283	1.007	561	5.038	599	2.518	2.400	0	0	0	0	855	16.843
	PEÑARROYA	2.895	2.957	1.721	1.424	6.107	454	3.387	1.006	0	0	0	0	2.903	6.041
	T. AGRANHAM	3.468	677	2.362	57	5.702	79	0	0	0	0	0	0	3.608	813
	EL VICARIO	4.211	536	3.131	69	6.675	122	0	0	0	0	0	0	4.522	727
	RIEGOS FRIOS	1.415	58.440	1.240	18.736	4.445	15.728	2.595	5.121	0	0	3.000	23	1.930	98.048
	SUBTOTAL	1.329	75.991	1.278	21.113	4.550	17.123	2.669	8.534	0	0	3.000	23	1.863	122.784
ANDALUZA	CHANZA	1.491	259	2.558	621	6.221	348	5.307	2.290	0	0	3.000	1.582	4.125	5.100
	COUEL	2.383	176	2.644	480	6.364	254	5.585	961	0	0	3.000	155	4.500	2.026
	PIEDRAS	1.572	175	2.768	272	681	1	5.300	1.380	0	0	3.000	358	4.308	2.186
	TINTO	3.909	1.461	2.071	1.158	5.015	130	5.336	152	0	0	3.000	1.951	3.179	4.852
SUBTOTAL		3.279	2.071	2.374	2.531	6.049	733	5.358	4.783	0	0	3.000	4.046	3.883	14.164
	TOTAL	2.513	154.144	1.670	33.872	4.937	22.356	4.214	18.378	12.285	5.861	3.000	4.069	3.000	238.680

TABLA 9. Dotaciones netas de la hectárea representativa de los grupos de cultivo de cada zona regada y del total de la cuenca (en m.c. por ha.) Cuenca del Guadiana (M. de Blaney-Criddle).

ZONA	SUBZONA	C. EXTENS.	HA.	C. HOETIC.	HA.	C. FORRAL.	HA.	C. FRUTAL	HA.	ARROZ	HA.	FLORES	HA.	HA.	HECTAREA REPTIVA	TOTAL HECTAREAS
CUENCA TERUEL CASTELLÓN	I	1.380	2.604	1.495	1.231	3.319	2.124	2.399	1.165	0	0	3.500	0	197	2.181	7.321
	I	998	4.628	1.627	240	4.623	966	2.374	800	0	0	0	0	0	1.715	6.634
	I	1.622	876	1.088	960	4.751	401	3.089	3.892	0	0	0	0	0	3.056	6.134
	II	1.137	867	1.167	9.074	3.677	295	2.197	45.915	10.569	90	3.500	0	65	2.034	56.306
SUBTOTAL		1.381	1.743	1.159	10.034	4.041	696	2.314	49.812	10.569	90	3.500	0	65	2.135	62.440
VALENCIA	I	1.737	325	1.880	616	4.656	188	3.913	1.420	0	0	0	0	0	3.199	2.549
	II	893	220	1.676	1.794	3.566	54	2.302	9.633	0	0	3.500	0	66	2.193	11.767
	III	2.055	4.986	2.106	18.511	3.716	456	2.926	74.278	11.518	15.858	3.500	0	468	3.951	114.507
	IV	1.842	987	1.811	2.092	5.026	504	2.954	6.176	0	0	0	0	0	2.704	9.759
	V	1.735	1.430	1.747	3.430	4.856	823	2.733	13.033	0	0	0	0	0	2.569	18.716
	VI	797	174	1.680	1.444	2.159	25	2.305	13.496	0	0	0	0	0	2.228	15.139
SUBTOTAL		1.902	8.122	1.985	27.887	4.559	2.050	2.796	117.986	11.518	15.858	3.500	0	534	3.448	172.437
ALICANTE	I	1.846	2.443	1.993	1.869	3.335	603	3.569	20.689	0	0	3.500	0	2	3.284	25.606
	II	2.441	351	2.264	1.445	6.926	63	2.971	20.610	0	0	3.500	0	30	2.931	22.399
	III	3.057	2.310	2.157	2.485	6.966	825	3.346	11.975	0	0	3.500	0	153	3.312	17.748
SUBTOTAL		2.435	5.004	2.131	5.799	5.496	1.491	3.288	53.274	0	0	3.500	0	185	3.171	65.753
AIBACETE	I	2.744	52.235	3.008	3.816	4.447	3.210	5.106	306	0	0	3.500	0	105	2.866	59.674
	II	3.203	3.017	1.745	240	5.829	286	4.006	1.173	0	0	0	0	0	3.488	4.716
SUBTOTAL		2.769	55.252	2.933	4.056	4.560	3.496	4.235	1.481	0	0	3.500	0	105	2.912	64.390
TOTAL		2.472	77.353	1.898	49.247	4.417	10.823	2.812	224.518	11.513	15.948	3.500	0	1.066	3.038	378.975

TABLA 10. Dotaciones netas de la hacienda representativa de los grupos de cultivo de cada zona regada y del total de la cuenca en m.c. por ha. Cuanto del 94. de Blaney-Criddle.

GRUPO DE CULTIVOS	PENMAN	BLANEY	REL. PIBC
GUADALQUIVIR			
EXTENSIVOS	4.809	3.287	1,46
HORTICOLAS	4.005	2.729	1,47
FORRAJEROS	7.542	5.371	1,40
FRUTALES	4.675	3.320	1,41
ARROZ	14.434	12.500	1,15
OTROS CULTIVOS (H.F.F.)	6.500	6.500	1,00
H. R. GENERAL CUENCA	5.417	3.893	1,39
H. R. CUENCA (sin Arr. ni O. C.)	4.864	3.379	1,45
SUR			
EXTENSIVOS	3.905	2.238	1,74
HORTICOLAS	3.607	2.256	1,60
FORRAJEROS	8.693	5.049	1,46
FRUTALES	6.200	4.105	1,51
ARROZ	—	—	—
OTROS CULTIVOS (H.F.F.)	7.500	7.500	1,00
H. R. GENERAL CUENCA	5.838	4.191	1,39
H. R. CUENCA (sin Arr. ni O. C.)	5.322	3.564	1,55
SEGURA			
EXTENSIVOS	4.705	3.174	1,48
HORTICOLAS	3.256	2.135	1,53
FORRAJEROS	10.134	7.184	1,41
FRUTALES	6.062	4.372	1,39
ARROZ	—	—	—
OTROS CULTIVOS (H.F.F.)	—	—	—
H. R. GENERAL CUENCA	5.547	3.906	1,42
H. R. CUENCA (sin Arr. ni O. C.)	5.547	3.906	1,42
GUADIANA			
EXTENSIVOS	3.036	2.513	1,21
HORTICOLAS	2.089	1.670	1,25
FORRAJEROS	5.638	4.937	1,14
FRUTALES	4.626	4.214	1,10
ARROZ	12.913	12.285	1,05
OTROS CULTIVOS (H.F.F.)	3.000	3.000	1,00
H. R. GENERAL CUENCA	3.510	3.000	1,17
H. R. CUENCA (sin Arr. ni O. C.)	3.277	2.762	1,19
JÚCAR			
EXTENSIVOS	4.498	2.472	1,82
HORTICOLAS	3.397	1.898	1,79
FORRAJEROS	7.184	4.417	1,63
FRUTALES	4.801	2.812	1,71
ARROZ	14.234	11.513	1,24
OTROS CULTIVOS (H.F.F.)	3.500	3.500	1,00
H. R. GENERAL CUENCA	5.018	3.038	1,65
H. R. CUENCA (sin Arr. ni O. C.)	4.016	2.663	1,73
MEDIA DE LAS 5 CUENCAS E. S.			
EXTENSIVOS	4.191	2.737	1,53
HORTICOLAS	3.271	2.138	1,53
FORRAJEROS	7.838	5.572	1,41
FRUTALES	5.273	3.765	1,40
ARROZ	13.860	12.099	1,15
OTROS CULTIVOS (H.F.F.)	5.125	5.125	1,00
H. R. GENERAL CUENCA	5.066	3.606	1,40
H. R. CUENCA (sin Arr. ni O. C.)	4.769	3.255	1,47
MEDIA PONDERADA DE LAS 5 CUENCAS E. S.			
EXTENSIVOS	4.214	2.894	1,46
HORTICOLAS	3.252	2.111	1,54
FORRAJEROS	7.523	5.479	1,37
FRUTALES	5.159	3.407	1,51
ARROZ	14.172	12.132	1,17
OTROS CULTIVOS (H.F.F.)	6.530	6.530	1,00
H. R. GENERAL CUENCA	5.021	3.522	1,43
H. R. CUENCA (sin Arr. ni O. C.)	4.664	3.156	1,48

TABLA 11. Dotaciones netas de la hectárea representativa (m²/ha). M. Penman VS M. Blaney-Criddle. Cuencas de la «España seca».

valores medios de la HR para las cuencas del Segura y del Júcar es debida fundamentalmente a los valores hallados para los grupos de «C. forrajeros» y «C. frutales» cuya relación entre una y otra cuenca es, respectivamente, 1,63 y 1,55.

La proximidad de estas dos cuencas, que son limítrofes, y que comparten características agroclimáticas muy similares, hace que sean «críticas» las diferencias obtenidas en los valores medios de dotaciones netas de la HR. Ahora bien, observando las tablas 8 y 10 que muestran las dotaciones netas y las superficies de cada grupo de cultivos por zonas y subzonas dentro de cada cuenca, y apoyándonos en la tabla 3 donde se desagregan los cultivos componentes de cada grupo, así como sus porcentajes de representatividad respecto a su grupo, veamos lo que ocurre con los C. forrajeros y los C. frutales.

- En relación a la superficie de regadío total de cada cuenca, los «frutales» representan el 53,5 % en la C. del Segura y el 59,3 % en la C. del Júcar. Dentro de este grupo, los cítricos significan el 44,8 % en el Segura y el 72,3 % en el Júcar, siguiéndoles en importancia los frutales de hoja caduca, con el 30,6 y 12,7 %, respectivamente, para esas cuencas.
- Para el grupo de C. forrajeros, éstos representan el 6,9 % del total en la C. del Segura, y sólo el 2,9 % en la del Júcar. La alfalfa, que es el cultivo de mayor consumo, significa el 86,5 % del total del grupo de forrajeros en la C. del Segura y el 68,4 % en la C. del Júcar.
- Al margen de la influencia de la representatividad de la dedicación productiva por grupos de cultivo, y de los cultivos individualizados dentro de cada grupo, en los valores obtenidos para las dotaciones netas de la HR las diferencias obtenidas son consecuencia de los valores hallados para la ET_0 en cada cuenca y, dentro de éstas, de las zonas y subzonas en que se han dividido para su estudio.

El análisis de las tablas 6 a 10, o más resumidamente de la tabla 5, denota una relativa coherencia en los valores obtenidos para grupos de cultivos iguales en las distintas cuencas. En todas ellas los grupos que más dotaciones demandan son, después del arroz, que es un cultivo de especial demanda de agua, el grupo de los «forrajeros», seguido de los «frutales», después los «extensivos» y por último los «hortícolas». En esta «clasificación» no se incluye el grupo de «otros cultivos» debido a la heterogeneidad de sus componentes y a la forma de obtener sus dotaciones, normalmente por información directa.

Para los valores de la media de las cinco cuencas, tanto ponderando la superficie considerada en regadío en cada cuenca como sin tenerla en cuenta, se mantiene el mismo orden indicado anteriormente en cuanto a valores demandados para dotaciones netas: forrajeros, frutales, extensivos, hortícolas. La relación entre las de-

mandas máxima y mínima es, para los valores medios ponderados, de 2,60.

Las diferencias que se pueden dar para valores de dotaciones netas de la HR para un mismo grupo de cultivos, de una cuenca determinada, pero en zonas o subzonas distintas en que se ha dividido las cuencas, se puede observar, por ejemplo, en la tabla 10 de la C. del Júcar. En dicha tabla se dan valores muy diferentes en las C. extensivos de la subzona VI de Valencia, con $797 \text{ m}^3/\text{ha}$ frente a la subzona II de Albacete con valores de $3.202 \text{ m}^3/\text{ha}$. Igualmente en la misma cuenca las dotaciones netas del grupo C. forrajeros dan valores de $2.159 \text{ m}^3/\text{ha}$ en la subzona VI de Valencia, frente a valores de $6.966 \text{ m}^3/\text{ha}$ en la subzona III de Alicante.

Otro ejemplo de diferenciación entre valores de dotaciones netas entre zonas, para un mismo grupo de cultivos en una misma cuenca, se puede ver en la tabla 9 para la cuenca del Guadiana. En ella se observa que, para todos los grupos de dicho cultivo, los valores correspondientes a la media de la zona extremeña son superiores a los de la zona andaluza, y éstos a su vez a los de la zona manchega, encontrándose las diferencias más acusadas en el grupo C. extensivos con valores de $3.674 \text{ m}^3/\text{ha}$, $3.279 \text{ m}^3/\text{ha}$ y $1.329 \text{ m}^3/\text{ha}$, respectivamente.

La justificación de estas diferencias y de otras que puedan resultar de un análisis más exhaustivo de los valores hallados, se pueden encontrar en las siguientes causas:

- Los porcentajes de representatividad de dedicación productiva son distintos en aquellos cultivos cuyos rendimientos de agua comportan una diferencia significativa. Así, en el ejemplo citado anteriormente en primer lugar, el 93 % de los cultivos extensivos de la zona de Valencia, subzona VI, son de patata temprana, mientras que en la zona de Albacete, subzona II, el 70 % de dichos cultivos es maíz.
- La incidencia del recorrido del viento es muy importante en los valores calculados para la evapotranspiración, ya que a igualdad de otros factores, da necesidades hídricas más altas. Esto ocurre entre Valencia y Albacete en el ejemplo citado.
- La precipitación efectiva y el agua almacenada por el suelo incide también en la obtención de resultados diferenciados para grupos de cultivos iguales. Como este factor actúa como sustraendo en el balance hídrico, cuanto menor es, mayores son las necesidades de la planta, suponiendo una evapotranspiración similar y, por tanto, mayor el valor de sus dotaciones netas. Este factor, unido al de la incidencia del viento, puede establecer los diferentes valores que se han obtenido para las zonas extremeña, andaluza y manchega que han sido indicadas para la C. del Guadiana en otro de los ejemplos.

Cabe señalar como resumen de este apartado que los valores de dotaciones netas para la HR de un determinado grupo de cultivos no tienen por qué ser igual a la

de otro grupo de cultivos diferentes, esto por razones obvias. Además, tampoco tienen por qué ser coincidentes los valores de dotaciones netas de un mismo grupo de cultivos, si éstos se refieren a zonas y/o subzonas diferentes. Las razones antes expuestas en relación a la distinta representatividad de los cultivos en la hectárea tipo, así como la influencia de las características climáticas —que son función de la estación meteorológica que suministra los datos básicos—, validan la posible desigualdad que pudiera darse.

Las tablas 6 a 10, con el apoyo de la tabla 3, analizadas con detalle, permiten establecer un conjunto de conclusiones deducidas de los valores obtenidos, especialmente con vistas a su empleo en planificación, de manera que sirva como una primera aproximación para coadyuvar al buen uso del agua, consumiendo ésta de una forma más racional y coherente.

RESUMEN COMPARATIVO ENTRE LOS VALORES OBTENIDOS SEGUN METODOLOGIAS PENMAN Y BLANEY-CRIDDLE

En la tabla 11 se muestran los valores de las Dotaciones Netas de la HR según las «metodologías» Penman y Blaney-Criddle, así como la relación comparativa de sus respectivos valores para cada uno de los grupos de cultivos, en cada una de las cinco cuencas de la «España seca» que estamos analizando.

También se exponen para cada una de las cuencas los valores hallados por «Penman» y por «Blaney-Criddle», así como la relación entre ambos, en la HR general de la Cuenca y en la HR general sin considerar la incidencia del arroz ni de «otros cultivos».

Para los valores medios de las cinco cuencas, tanto sin considerar el peso específico de las superficies de regadío de cada cuenca, como teniendo en cuenta dichas superficies, se muestran en cada uno de los grupos de cultivos los valores de HR que se están analizando.

A la vista de los resultados contenidos en la tabla 11, se tiene lo siguiente:

- En todos los casos, los valores correspondientes a «Penman» son superiores a los obtenidos por «Blaney».
- Las relaciones extremas entre los valores hallados para las dos metodologías en el conjunto de los grupos de cultivo y de cuencas es de 1,10 y de 1,82. El primero se corresponde al grupo de «frutales» en la C. del Guadiana, donde los valores «Penman» sólo son el 10 % superiores a los valores «Blaney». El segundo, el valor extremo superior, se obtiene para el grupo de «extensivos» en la C. del Júcar donde los valores «Penman» superan a los valores «Blaney» en un 82 %.
- Para las cuencas Guadalquivir, Guadiana y Júcar en que se han calculado dotaciones para el arroz, la relación entre los valores encontrados por una y otra metodología han variado entre 1,05 en el Guadiana y

1,24 en el Júcar, correspondiéndole al Guadalquivir una relación de 1,15.

- La comparación efectuada para los valores de la media ponderada de las cinco cuencas indican que:
 - Para la HR general, los valores «Penman» son el 43 % superiores a los valores «Blaney». Si no se incluye ni el arroz ni «otros cultivos», este porcentaje se eleva al 48 %.
 - Los porcentajes más altos en la relación P/BC se dan para el grupo de cultivos «hortícolas», donde los valores «Penman» son el 54 % más elevados que los correspondientes valores «Blaney».
 - Las diferencias menos acusadas en esta relación se han obtenido para los cultivos «forrajeros» en que los valores «Penman» son un 37 % más altos que los «Blaney».
 - Aún menos diferencias se aprecian en el caso del arroz, donde solamente son el 17 % mayores las dotaciones según metodología «Penman» que las de «Blaney».
- Según los diferentes grupos de cultivos, las diferencias más significativas de cada uno, valores máximos y mínimos en las relaciones «Penman» versus «Blaney», se han encontrado en las siguientes cuencas:
 - **C. Extensivos.** En la C. Júcar está el valor máximo, 1,82, y en la C. Guadiana el valor mínimo, 1,2. Para la media ponderada de las cinco cuencas el valor hallado es 1,46.
 - **C. Hortícolas.** El valor más alto es el de la C. Júcar con 1,79 y el más bajo el de la C. Guadiana con 1,25. En la media ponderada de las cinco cuencas se da una relación de 1,54.
 - **C. Forrajeros.** También es la C. del Júcar la que proporciona el valor más elevado en este grupo, 1,63, correspondiendo igualmente a la C. del Guadiana el más pequeño con 1,14. La media ponderada de las cinco cuencas da un valor de 1,37.
 - **C. Frutales.** Al igual que en los grupos de cultivos anteriores, la C. del Júcar y la del Guadiana son las que tienen los valores máximos y mínimos, respectivamente, en la relación valores «Penman» Vs valores «Blaney». Estos son 1,71 y 1,10. El valor 1,51 es el resultante para la media ponderada de las cinco cuencas.

La observación global de todos los valores ratifica el hecho de que sean las C. del Júcar y del Guadiana las que proporcionan estos valores de relación, máxima y mínima, respectivamente, para las dotaciones según metodologías Penman y Blaney.

- Las cuencas del Guadalquivir y Segura son las que tienen valores intermedios, en los diferentes grupos de cultivo, para la relación P/BC. Todo ello en relación a los máximos del Júcar y a los mínimos del Guadiana que anteriormente han sido analizados. De las dos cuencas dan mayor relación la del Segura que la del Guadalquivir, excepto para «frutales».

Valores superiores a estas dos cuencas, para todos los grupos de cultivo, se obtienen en la C. del Sur, que, por lo tanto, tienen los valores de relación P/BC más próximos a los de la C. del Júcar, que han dado los máximos.

En definitiva, la secuencia de mayor a menor valor en la relación P/BC es para las cinco cuencas: Júcar, Sur, Segura, Guadalquivir, Guadiana.

BIBLIOGRAFIA

- «Determinación de las dotaciones de riego en los planes de regadío de la cuenca del Guadalquivir». Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX).
- «Determinación de las dotaciones de riego en los planes de regadío de la cuenca del Sur». Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX).
- «Determinación de las dotaciones de riego en los planes de regadío de la cuenca del Segura». Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX).
- «Determinación de las dotaciones de riego en los planes de regadío de la cuenca del Guadiana». Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX).
- «Determinación de las dotaciones de riego en los planes de regadío de la cuenca del Júcar» (en revisión). Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX).
- «Las necesidades de agua en los cultivos». Publicación n.º 24, FAO.
- «Análisis comparativos de los valores obtenidos (M. de Penman) en las dotaciones de riego de las cinco cuencas de la "España seca"». *Revista Ingeniería Civil*, n.º 81, del CEDEX (MOPT), Oct., Nov., Dic., 1991.