

INFLUENCIA DE LA ENCINA (*QUERCUS ROTUNDIFOLIA* LAM.) EN LA DISTRIBUCION DEL AGUA DE LLUVIA

E. L. CALABUIG*

M.^a L. GAGO GAMALLO*

J. M. GÓMEZ GUTIÉRREZ*

SUMMARY.—Evaluation of wood effect on grassland is one of the fields being investigated in our Department of Pastures. The present work deals with the influence of Ever-green oak tree (*Quercus rotundifolia*) on rain water distribution.

The amount of water which goes through the tree, that dripping down the trunk (stem-flow), or the one cut off by the mass of leaves have been evaluated during two years. A global summary of every variables affecting hydric balance is given and seasonal variations according to occurrence precipitation is shown in detail.

Some concrete cases of water distribution, under the tree or within its zone of influence, caused by various meteorologic phenomena (storms, fog, etc.) as well as dominant wind influence are discussed and contrasted.

RESUMEN.—Uno de los campos de investigación que se siguen en nuestra Sección de Praticultura es el de la valoración de efectos del arbolado sobre el pastizal. En este trabajo se aborda el de la influencia de la encina (*Quercus rotundifolia*) en la distribución del agua de lluvia.

A lo largo de dos años se ha venido valorando la cantidad de agua que pasa a través del árbol, escurre por el tronco o queda interceptada por la hojarasca. Se hace un resumen global de todas las variables que afectan al balance hídrico y se exponen con más detalle las variaciones estacionales, en función de la precipitación incidente.

Se comentan algunos casos concretos de distribución del agua bajo el árbol y en su zona de influencia, producidos por fenómenos meteorológicos diversos (tormentas, nieblas, etc.), así como la influencia del viento dominante, comparándolas entre sí.

* Sección de Praticultura. Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca.

INTRODUCCION

Los efectos del arbolado sobre el estrato herbáceo son múltiples, e imprescindibles de tener en cuenta, cuando se trata de interpretar la estructura y definir la función del pastizal en el conjunto poliestratificado de los bosques. El arbolado es uno de los principales responsables de la distribución en mosaico del pastizal.

Por otra parte, las consecuencias de una deforestación incontrolada ya se han dejado notar, y urge con necesaria premura una investigación programada para determinar el significado real del árbol, como fundamento de su rentable y racional aprovechamiento, en equilibrio con el resto de los factores del sistema ecológico.

El estudio de estos efectos forma parte del plan de investigación de la Sección de Praticultura del Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca. En la actualidad ya se han abordado varios sectores, referidos a la distribución parcial de la vegetación herbácea (ALONSO, 1978), influencia en la producción (LUIS-CALABUIG, 1976; LUIS-CALABUIG y cols., 1978), variaciones químico-analíticas del estrato herbáceo (MONTALVO y cols., 1978), etc., y otros ya están en fase final de interpretación (aportes de hojarasca, ciclos bioquímicos, etc.).

En este trabajo tratamos de cubrir el aspecto de la influencia del arbolado en la distribución de la precipitación sobre el suelo, como fase previa para la interpretación de los efectos totales, significado y función del arbolado en ambientes semiáridos. El interés estriba en el hecho concreto de que el monte de encina (*Quercus rotundifolia*) no suele ser en la zona de dehesas del Centro-Oeste Español un bosque cerrado, sino un monte abierto, donde la producción primordial, actualmente, es el pasto que crece en ese sistema de monte aclarado.

Las precipitaciones constituyen uno de los elementos característicos del clima de cualquier región. Para algunos ecosistemas terrestres son la principal y, a veces, única fuente de provisión de agua. En zonas semiáridas, la productividad está estrechamente relacionada con la precipitación anual y su distribución estacional. Es pues necesario conocer en qué medida el árbol modifica la cantidad de agua aportada por las precipitaciones que llega al suelo.

MATERIAL Y METODO

a) Descripción de la zona de estudio

El experimento fue realizado en la finca experimental de Muñovela del C.E.B.A. de Salamanca y en El Palacio, de propiedad particular. Ambas son

colindantes y están situadas cerca de Salamanca en dirección suroeste. La zona forma parte de la cuenca del arroyo Valmuza.

La correspondiente a la primera finca se encuentra en una ladera, sometida a fuerte erosión, con una pequeña hondonada secundaria de orientación norte-sur. La vegetación queda definida por encinas (*Quercus rotundifolia*) y su carrasca, acompañadas de matorral de *Dorichium pentaphyllum*, *Thymus zygis*, *Thymus mastichina* y algunos ejemplares de *Crataegus monogyna*.

La segunda finca se encuentra en una zona de pendiente muy suave, carente de erosión y definida, en cuanto a la vegetación, por un bosque de encina adhesado de densidad media.

La finca de Muñovela dispone de una estación meteorológica completa, cuyos datos se utilizan como referencia y control en el presente estudio.

b) Descripción general del experimento

El objeto del experimento consiste en valorar el efecto que el encinar adhesado tiene en la distribución del agua de precipitación, caída en cualquiera de sus formas meteorológicas.

Se eligieron dos encinas, de características intermedias, en la primera de las fincas descritas y una en la segunda. El árbol número 1 se encuentra en la ladera de una pequeña vaguada con ligera exposición sureste. En la misma vaguada, aunque en la ladera de exposición suroeste, está localizado el árbol número 2. El árbol número 3 se encuentra en la zona llana de la segunda finca.

Las características morfológicas fundamentales de las tres encinas se recogen en la Tabla I.

TABLA I

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LAS TRES ENCINAS

	Longitud proyección de la copa dirección N - S (cm)	Longitud proyección de la copa dirección E - W (cm)	Superficie de proyección (m ²)	Altura (cm)	Perímetro medio del tronco (cm)	Altura de las primeras ramifica- ciones (cm)
Arbol 1	825	832	54,1	870	131	120
Arbol 2	764	777	46,6	850	128	180
Arbol 3	1025	910	79,1	790	210	220

En la superficie de proyección de la copa de la encina y zona de influencia de la misma, se colocaron, para el control del agua de intercepción, una serie de pluviómetros en posición determinada.

Para las encinas 1 y 3 los pluviómetros se colocaron a lo largo de los ocho rumbos geográficos principales, mientras que para la número 2 solamente se utilizaron cuatro. Partiendo del tronco de la encina y en cada uno de los sentidos, la posición de los pluviómetros quedó fijada en función de la distancia al árbol y del área de proyección de su copa. De esta forma, el más próximo se colocó a medio metro del tronco, el segundo en la zona media de proyección, el tercero en el límite de esta misma zona y el cuarto entre 1 y 1,5 m. hacia afuera (Ver fig. 1).

En total, el número de pluviómetros de control en las encinas 1 y 3 fue de 32, y en la número 2 de 16.

De acuerdo con esta distribución, y para el posterior cálculo de valores medios, quedaron definidas tres zonas:

1. Zona de efecto permanente, bajo la proyección del árbol (Zp).
2. Zona de influencia, en las proximidades del árbol (Zi).
3. Zona abierta, de precipitación temporal incidente homogénea (Za).

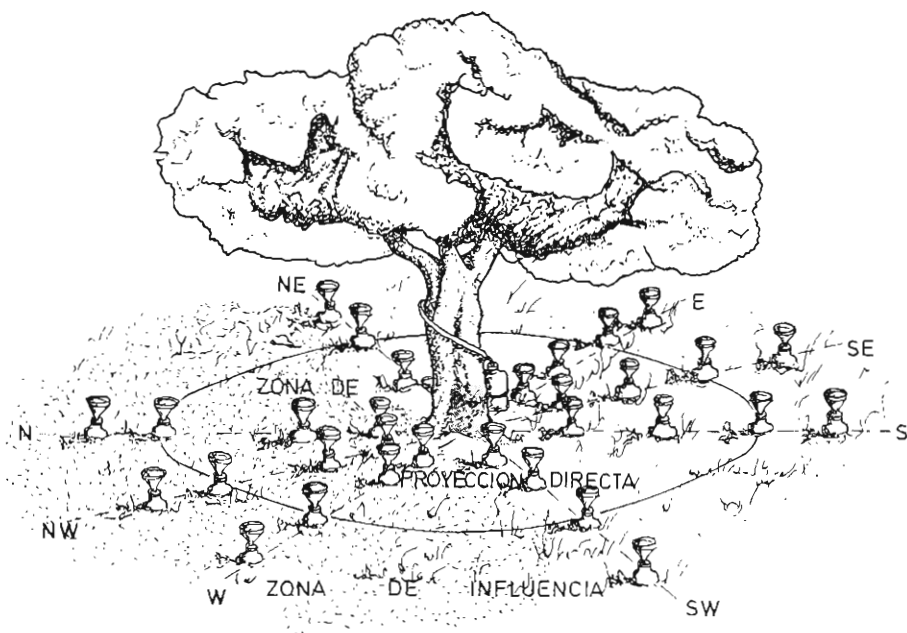


FIG. 1

Distribución de los pluviómetros bajo el árbol

Los pluviómetros utilizados eran de material plástico y constaban de un embudo de 15,7 cm. de diámetro mayor, con redcilla de percolación que impedía la obstrucción por materiales sólidos, un depósito de cuatro litros, enterrado en parte en el suelo, y un pequeño frasco de 50 cm³ de capacidad, al final del embudo, que permitía medir, con más exactitud, precipitaciones de escasa cuantía. A partir de estos 50 cm³ rebosaba el agua al depósito mayor.

Parte del agua interceptada por el árbol escurre por el tronco. Esta se recogió mediante un pequeño canal de chapa galvanizada en espiral sujeto al mismo, que terminaba en un depósito igual a los anteriores.

La toma de muestras se realizaba por períodos irregulares, que dependían de la época y cantidad de lluvia registrada en el observatorio control.

La disposición de pluviómetros adoptada en este experimento, y en general cualquier tipo de regularidad en la colocación, ha sido poco utilizada en trabajos precedentes, fundamentalmente porque en la mayoría de ellos se trata del efecto de un bosque en conjunto, con densidad elevada de árboles, de características muy diferentes a las del monte adhesado salmantino, donde el efecto global aparece como la suma de efectos individuales más o menos superpuestos.

c) *Balance hídrico*

La mayor parte de las investigaciones realizadas sobre este mismo tema tratan de calcular la cantidad de agua interceptada por el arbolado. En la mayoría de los casos, se ha intentado expresar ese valor en función de un determinado número de variables, resultando una ecuación lineal. Han sido varias las fórmulas propuestas, sin embargo, la más generalizada parte de la consideración de que la aportación hídrica proviene solamente de la atmósfera (SCHNOCK, 1968; STANHILL, 1968; ALVERA, 1976).

Teniendo en cuenta esta circunstancia, el balance hídrico puede expresarse según la siguiente relación:

$$I = P - (Pd + G + E)$$

donde

- I = Agua interceptada por el árbol
- P = Agua de precipitación incidente o bruta
- Pd = Agua de penetración directa
- G = Agua de goteo
- E = Agua de escurrido a lo largo de los troncos

El agua de penetración directa y de goteo son imposibles de diferenciar, de acuerdo con el sistema de muestreo, por lo que ambas se recogen como

un solo parámetro, que podemos llamar para simplificar, Pt (agua que pasa a través de la copa). Queda pues la fórmula:

$$I = P - (P_t + E)$$

Algunos autores (SCHNOCK y GALOUX, 1967) introducen independientemente de las demás variables el agua aportada por las nieblas, sin embargo, queda en todos bien claro, que excepto en casos muy particulares, estos aportes son insignificantes. Otras veces (RUTTER, 1963; AUSSENAC, 1968) la evapotranspiración aparece desglosada de la intercepción. Otra posibilidad frecuente es la de considerar las variaciones de agua almacenada en el suelo (RUTTER, 1963; AUSSENAC, 1968).

Consideremos con algún detalle la naturaleza de los diferentes tipos de agua que participan en la ecuación general, así como su comportamiento en relación con el árbol.

Precipitación incidente (P). Representa la cantidad de agua total que cae sobre la cubierta de los árboles. Su medida queda reflejada en el pluviómetro y pluviógrafo de la estación meteorológica de Muñovela.

Agua interceptada (I). Es la parte de precipitación que queda retenida por el árbol, la cual puede, después de un tiempo determinado, pasar de nuevo a la atmósfera por evaporación o, quedar absorbida a nivel de los órganos vegetales aéreos. La fracción interceptada de las precipitaciones constituye el parámetro más importante del balance hídrico en sistemas de bosque. Su cálculo en este trabajo se ha basado en una simple relación aritmética, pero se han llegado a establecer modelos gráficos y matemáticos más complicados (BRINGFELT y HARSMAR, 1974).

Agua de penetración a través de la copa (Pt = Pd + G). Corresponde a la fracción de precipitación que pasa directamente al suelo entre las hojas del árbol o cae después de ser interceptada por goteo. Esta fracción se recoge en los pluviómetros situados bajo el árbol.

Agua de escurrido (E). Viene dada por el agua que es captada por el árbol y resbala a lo largo del tronco, recogándose en el canal espiral colocado con tal propósito. En el presente trabajo no se ha considerado este valor por ser relativamente insignificante, dado el intenso efecto de esponja de la corteza.

RESULTADOS Y DISCUSION

a) *Síntesis climatológica de la zona de estudio*

La estación meteorológica de Muñovela dispone solamente de 5 años de observaciones, sin embargo, dada la proximidad a Salamanca, pueden refe-

rirse a la zona las características generales deducibles de los estudios realizados a partir de los datos de la estación meteorológica de la capital salmantina, con un período de observación superior a los 40 años (GARMENDIA, 1964; OLIVER y LUIS CALABUIG, 1978).

En la figura 2 se representan ombrotermograma y climatograma correspondientes a esa estación.

La zona queda incluida dentro del fitoclima de encinar castellano. Las precipitaciones están comprendidas entre los 400 y 500 mm. anuales, con máximas en noviembre y mínimas en agosto. La temperatura media anual oscila entre 12 y 13° C, con extremas máxima y mínima en julio y enero, respectivamente. Aplicando el criterio establecido por GAUSSEN, corresponde al tipo de clima termomediterráneo acentuado (125-150 días secos) con características de semiaridez y temperatura fresca.

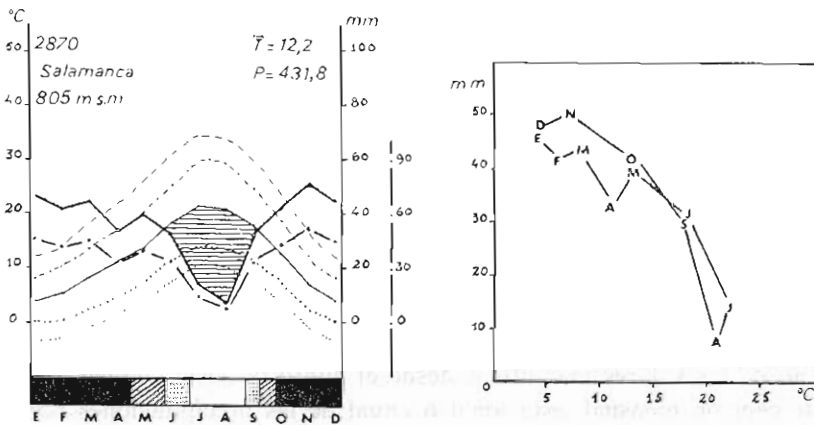


FIG. 2

Ombrotermograma y Climatograma de Salamanca

En la gráfica de la figura 3 se representa la evolución térmica y de precipitación de la estación control de Muñovela, a lo largo del período que ha durado el experimento, detallada por meses. En la banda inferior quedan definidos los períodos de sequía, deducidos de las anteriores características climáticas.

b) Efecto del árbol sobre la distribución del agua de precipitación

Para el estudio global del ciclo hidrológico bajo el arbolado se han simplificado los valores obtenidos individualmente en los pluviómetros, calcu-

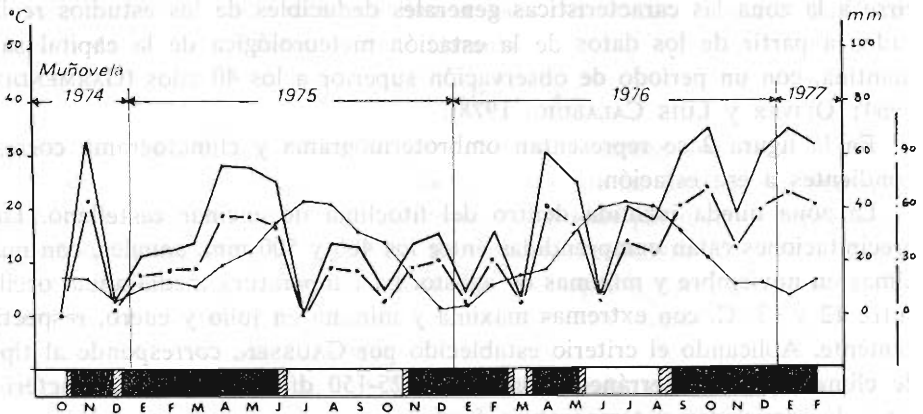


FIG. 3

Evolución de precipitaciones y temperaturas en el observatorio de control

lando la media para las zonas Zp y Zi (de efecto permanente y de influencia), definidas en el apartado de material y método. El resultado de tales valores, para los tres árboles, queda reflejado en la figura 4. La precipitación en la zona Za se identifica con la precipitación incidente o bruta (P), y la resultante en Zp con el agua de penetración directa más la de goteo ($Pd + G = Pt$).

1. Balance hídrico en la zona de efecto permanente

Uno de los valores más útiles, desde el punto de vista comparativo, es el de intercepción mensual, estacional o anual de las precipitaciones por la cubierta forestal. (NOIRFALISE, 1959; AUSSENAC, 1968; SCHNOCK, 1968; ALVE-RA, 1976, etc.).

En este trabajo se ha calculado la tasa de intercepción estacional y anual, expresada en tanto por ciento, y obtenida como media aritmética a partir de los valores resultantes a lo largo de todo el período de observación (Tabla II).

La tasa de intercepción estacional resulta máxima, para cualquiera de los tres árboles, durante los meses de verano (42-50 %), aunque en primavera se consiguen valores muy próximos (41-47 %). Por el contrario, el mínimo se obtiene durante el otoño (20-29 %). Valores algo superiores a estos últimos se detectan en la etapa invernal (24-29 %). Quedan definidos, por lo tanto, dos períodos claros de características diferentes: primavera y verano, de intercepción elevada y otoño e invierno de intercepción media.

El paralelismo conseguido en los tres árboles es casi perfecto, siendo generalmente superiores en el árbol 3 y más bajos en el árbol 2. Los valores

anuales de intercepción oscilan entre el 32 y 41 %. RAPP y ROMANE (1968) obtienen una tasa de intercepción del orden del 30 % en los bosques de encina. Resulta, sin embargo, difícil el comparar estos resultados con otros obtenidos en experimentos llevados a cabo en bosques de diferente especie (AUSSENAC, 1968; ALVERA, 1976, etc.), dadas las diferencias morfológicas del árbol, ciclos fenológicos, distribución del arbolado y precipitación incidente.

TABLA II

PORCENTAJES ESTACIONALES DE PRECIPITACION A TRAVES DEL ARBOL Y DE INTERCEPCION

PERIODO	ARBOL 1		ARBOL 2		ARBOL 3	
	Pt	I	Pt	I	Pt	I
Marzo-Abril-Mayo	53	47	59	41	55	45
Junio-Julio-Agosto	51	49	58	42	50	50
Septiembre-Octubre-Noviembre ...	79	21	80	20	71	29
Diciembre-Enero-Febrero	76	24	76	24	61	39
ANUAL.....	63	37	68	32	59	41

Como complemento, se dan también los resultados obtenidos para la tasa de goteo, obtenida, como hacen otros autores, de la razón entre la cantidad de agua bajo la cubierta del árbol y la registrada en la zona descubierta expresada en tanto por ciento. (RAPP y ROMANE, 1968). La tasa de goteo anual varía, por lo tanto, entre el 59 y 68 % de la precipitación incidente. Estos valores son muy parecidos a los obtenidos en otros bosques de *Quercus* (SCHNOCK y GALOUX, 1967).

Las diferencias obtenidas para los tres árboles, tanto en la tasa de intercepción como de goteo, pueden deberse, por una parte, al distinto volumen de su copa, y por otra, a la superficie foliar y distribución de ramificaciones.

El agua de escurrido por el tronco supone tan sólo el 0,10 %, aproximadamente de la precipitación bruta. Al obtenerse estos valores tan bajos, se han desestimado para el cálculo de las otras variables. Así pues, las tasas de intercepción y de goteo aparecen como complementarias sobre el porcentaje total.

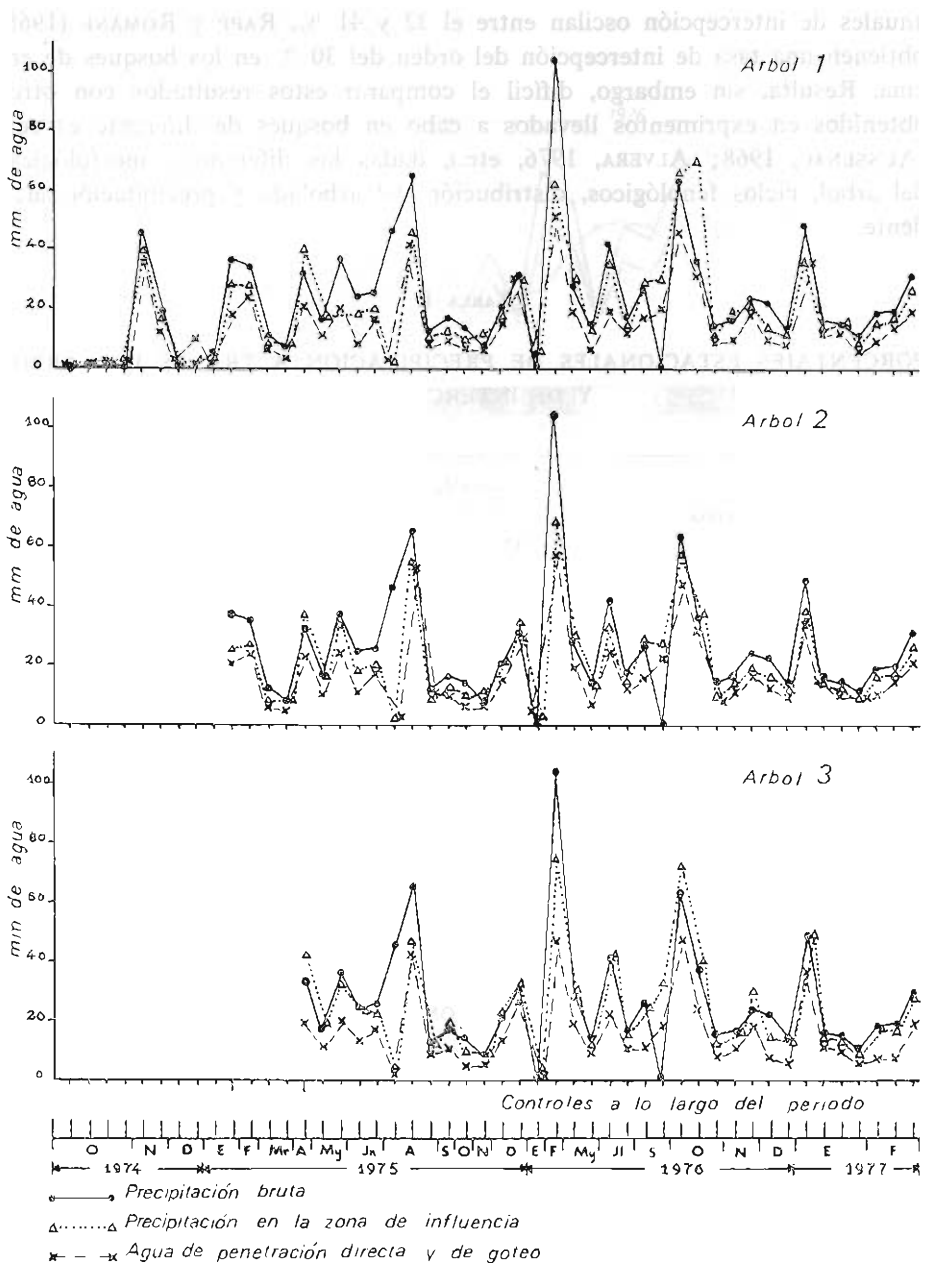


FIG. 4

Precipitación en función de la distancia a la encina

2. *Distribución de precipitaciones en función de la distancia al árbol*

En la figura 4 se representan gráficamente las evoluciones del agua recogida en las tres zonas que se definen en función de la distancia al árbol. El período de observación en los tres árboles fue distinto, comenzándose los controles con desfases temporales entre ellos.

Normalmente la precipitación bruta es superior a las demás, sin embargo, en ciertas ocasiones llega a ser superada por la recogida en la zona de influencia, la cual es superior a la de penetración directa y goteo, excepto cuando el fenómeno meteorológico es la niebla.

El trazado de las trayectorias de precipitación obtenida en las tres zonas es muy semejante, lo cual se pone de manifiesto al comparar los coeficientes de correlación entre las variables consideradas en los controles efectuados a lo largo de todo el experimento.

Teniendo en cuenta los períodos comunes de control, los coeficientes de correlación obtenidos por pares, entre las tres zonas (Z_a , Z_i , Z_p), son siempre positivos y muy significativamente distintos de cero, para cualquiera de los tres árboles (Tabla IIIa). La relación más estrecha tiene lugar entre la precipitación recibida en las zonas de efecto permanente (Z_p) y la zona de influencia (Z_i).

TABLA III

COEFICIENTES DE CORRELACION

- (a) Entre precipitaciones en las zonas de efecto permanente, influencia y observatorio de control.
- (b) Entre precipitaciones de las zonas de efecto permanente e influencia en distintos árboles.

(a)

	Z_a-Z_i	Z_a-Z_p	Z_i-Z_p
Arbol 1	0,82	0,81	0,93
Arbol 2	0,83	0,82	0,95
Arbol 3	0,83	0,83	0,95

= 95 % r = 0,349

= 99 % r = 0,449

(b)

ARBOL 1				ARBOL 1				ARBOL 2						
		Zi	Za			Zi	Za			Zi	Za			
A		Zi	0,98	0,95	A		Zi	0,98	0,87	A		Zi	0,96	0,92
R		Za	0,92	0,87	R		Za	0,92	0,97	R		Za	0,95	0,96
B					B					B				
O					O					O				
L					L					L				
2					3					3				

= 95 % --- r = 0,349

= 99 % --- r = 0,449

Las correlaciones entre precipitaciones de una misma zona, en árboles diferentes, son también positivas y con probabilidad superior al 99 % de ser diferentes a cero. Los coeficientes de correlación más elevados se obtienen entre las zonas de influencia de la encina (Tabla IIIb).

c) Efecto de fenómenos meteorológicos concretos

En cada uno de los controles realizados, la distribución del agua de lluvia en los pluviómetros situados bajo el árbol y en su proximidad, es diferente, ya que los factores que influyen en ella son varios (precipitación incidente, viento dominante, ráfagas de viento, fenómenos meteorológicos, etc.) y de características extremadamente variables.

El poder disponer de casos concretos, en que alguna de esas variables aparezca más patente que el resto, permite una disección detallada del efecto que en conjunto y de forma continuada ejerce el árbol.

Las llamadas precipitaciones ocultas son, en elevado número de casos, de gran importancia por las cantidades de agua recogidas bajo la cubierta forestal. Durante el período en que se realizaron los controles de este experimento se anotaron tres observaciones de nieblas prolongadas, acompañadas de baja temperatura. Para el árbol 1, con período más amplio de estudio, se registraron, para la zona de efecto permanente, valores de 2,8 mm. (6-XII 74), 10,5 mm. (23-XII-74) y 7,8 mm. (8-I-76), mientras que el observatorio meteorológico de Muñovela, tanto el pluviómetro como el pluviógrafo, no registraron cantidad apreciable. KERFOOT (1968) presenta una completa revisión bibliográfica acerca de este tipo de precipitaciones, comentando, para algunos casos, valores muy superiores a los obtenidos por nosotros.

Los tres casos comentados se representan gráficamente en la figura 5. En los dos últimos el viento dominante sopla del E y en el primero del NE. En todos ellos, la media de precipitación obtenida en la zona de efecto permanente es, cinco veces o más, superior a la recogida en la zona de influencia. Se puede observar también, como característica general, que los valores elevados se consiguieron en los pluviómetros situados en la mitad de la zona de proyección más próxima a la dirección en que sopla el viento.

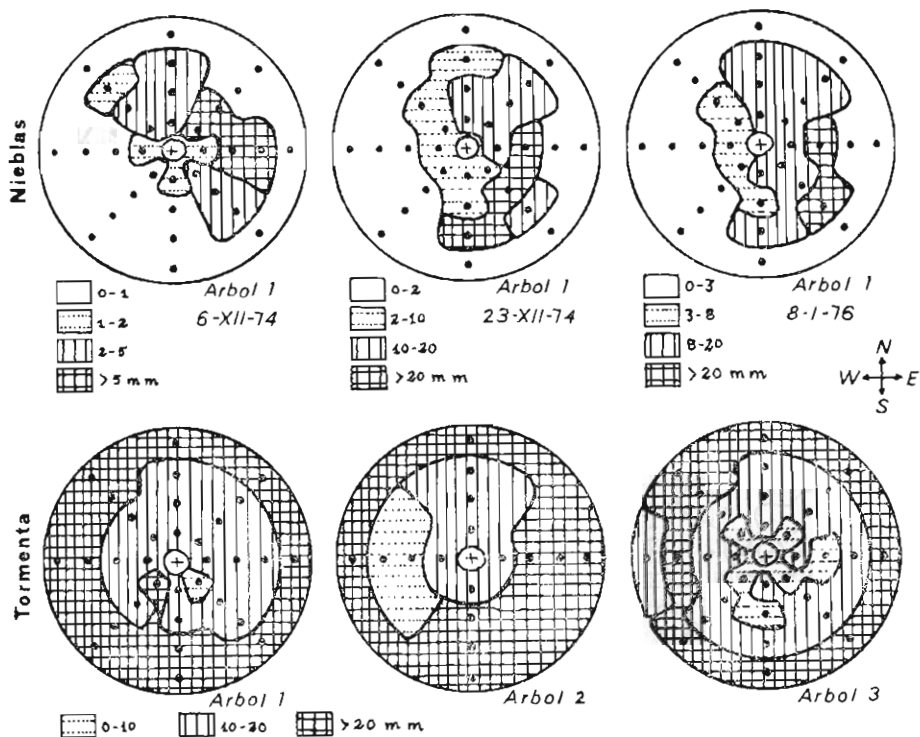


FIG. 5

Distribución del agua bajo la encina para fenómenos meteorológicos concretos

Cuando el agua recogida se debe fundamentalmente a chaparrones de tormenta en forma líquida o de granizo, el valor medio obtenido en los pluviómetros de la zona de influencia de la **encina**, es superior a la de la zona de proyección directa de la copa. En la figura 5 se ha esquematizado la distribución obtenida para los tres árboles el día 6-IX-76, con una precipitación

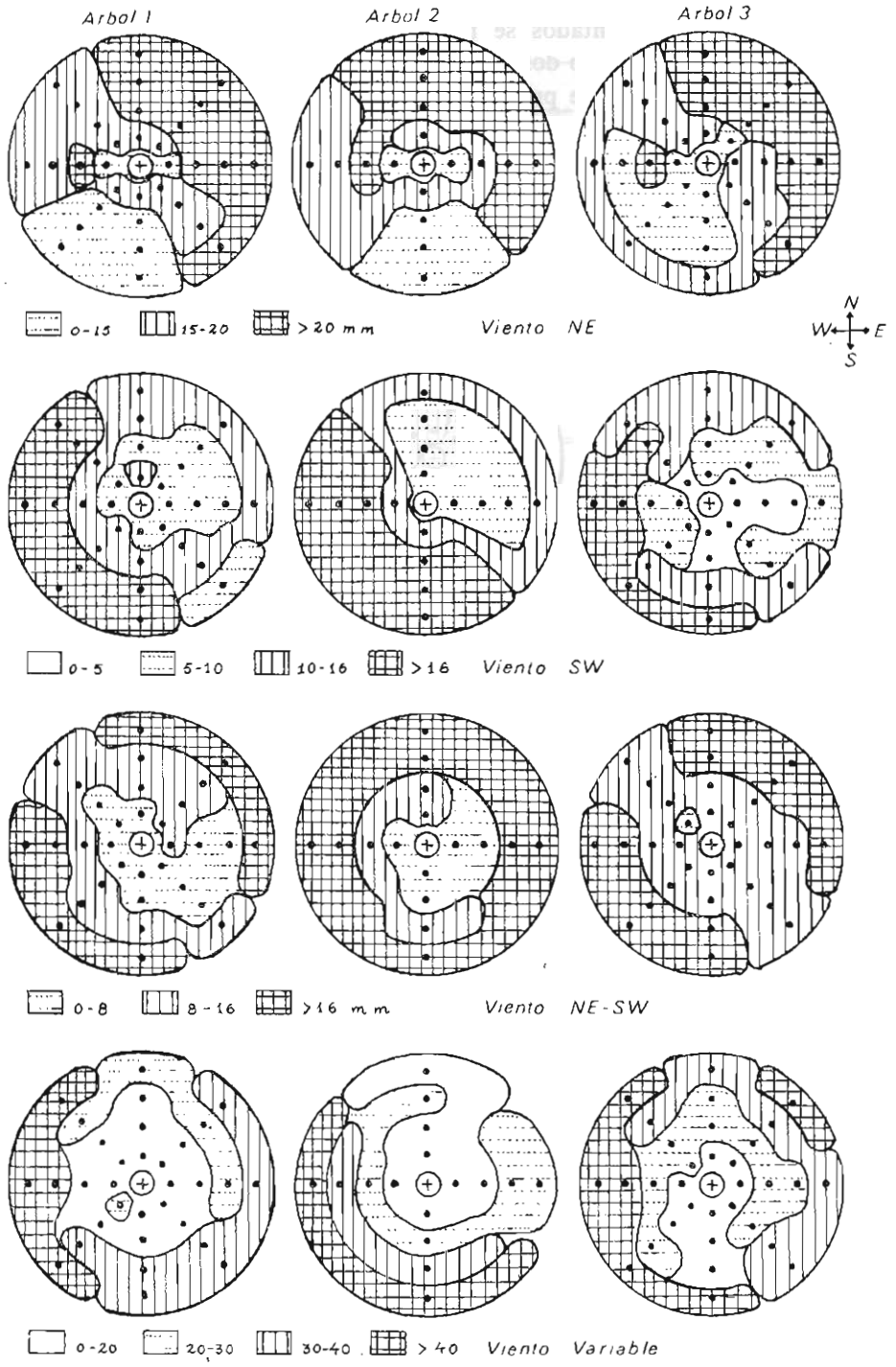


FIG. 6

Influencia del viento dominante en la distribución del agua bajo la encina

bruta de 26,4 mm. y dirección variable de viento dominante. Los valores obtenidos en las zonas Zp y Zi fueron los siguientes:

	ARBOL 1	ARBOL 2	ARBOL 3
Zp	17,8	17,2	10,9 mm.
Zi	28,3	27,9	24,7 mm.

d) *Influencia del viento dominante*

El viento dominante es uno de los factores que más afectan en la distribución del agua sobre el suelo en los montes adhesados de encina. El efecto de pantalla del árbol queda modificado de manera diferente en función de la intensidad y dirección del viento.

A lo largo del período de observación y sobre un total de 217 días de lluvia, en 136 el viento dominante fue del SW, lo que supone un 63 % de los casos. Sigue en importancia el viento NE y las situaciones alternantes de ráfagas de viento de direcciones SW y NE.

En la figura 6 se esquematizan para los tres árboles, casos concretos de las situaciones más frecuentes de viento dominante. El paralelismo obtenido en alguno de ellos es bastante significativo, aunque no llegue a conseguirse un acoplamiento perfecto, como consecuencia de las otras muchas variables que intervienen. Por otra parte, el árbol número 2, al tener solamente 16 pluviómetros, aparece siempre mucho más simplificado.

La característica más repetida es la presencia de precipitaciones más elevadas en los pluviómetros más cercanos a la dirección en que sopla el viento dominante (NE en el primer caso, SW en el segundo y NE y SW en el tercero), mientras que, cuando el viento dominante es muy variable, se obtiene una distribución más compleja y menos uniforme.

El efecto del viento dominante sobre los porcentajes de goteo de más penetración directa e intercepción de la encina, quedan esquematizados en el siguiente cuadro:

VIENTO DOMINANTE

	SW	NE	SW-NE	VARIABLE
% Pt	59-73	68-71	46-53	55-70
% I	27-41	29-32	47-54	30-45

La tasa de goteo más elevada tiene lugar cuando la dirección del viento dominante es del NE. Por lo tanto, la de intercepción es la más baja. Con viento variable las tasas de intercepción y goteo presentan límites muy amplios. Cuando el viento es del SW, NE o variable los porcentajes de goteo son superiores a los de intercepción, mientras que, con situaciones de viento racheado de direcciones NE-SW ambos valores son muy parecidos.

AGRADECIMIENTOS.— Los autores agradecen a D. L. García Criado, J. C. Estévez y M. Hernández, la labor realizada durante la etapa de montaje y la colaboración a lo largo del período de controles.

BIBLIOGRAFIA

- ALONSO PELOCHE, H. (1978): *Influencia de la encina (Quercus rotundifolia) en la distribución de la vegetación*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Salamanca.
- ALVERA, B. (1976): *Contribución al estudio de la intercepción de las precipitaciones atmosféricas en el pinar de San Juan de la Peña*. P. Cent. Pir. Biol. Exp. 7 (1), 505-522.
- AUSSENAC, G. (1966): *Interception des précipitations par le couvert forestier*. Ann. Sci. Forest, 25 (3), 135-155.
- AZEVEDO, J. y MORGAN, D. L. (1974): *Fog precipitation in coastal California forest*. Ecology, 25 (5), 1134-1141.
- BRINGFELT, B. y HERSMAR, P. (1974): *Rainfall interception in a forest in the Velen Hydrological representative basin*. Nordic Hydrology, 5, 146-165.
- DELFES, J. (1965): *Interception and stem-flow in stands of spruce and beech in west germany*. International Symposium on Forest Hydrology. Ed. Ley William, E. Sopper and Howard W. Lull, 181-185.
- GARMENDIA IRAUNDEGUI, J. (1964): *Estudio climatológico de la Provincia de Salamanca. Termometría y Pluviometría*. I.O.A.T.O. Salamanca.
- KALMA, J. D.; STANHILL, G. and URIELI, E. (1968): *Rainfall interception and stem-flow in an orange plantation*. J. Agric., 18 (1), 3-14. Israel.
- KERFOOT, O. (1968): *Mist precipitation on vegetation*. For. Abstr., 29 (1), 8-20.
- KITTREDGE, J. (1948): *Interception and stem-flow*. Forest influences, 11, 99-114.
- LEYTON, L.; REYNOLDS, E. R. C. and THOMPSON, F. B. (1970): *Hydrological Relations of Forest and Moorland vegetation*. Report on Forest Research, 97-106. Her Majesty's Stationery Office.
- LUIS CALABUIG, E. (1976): *Ecosistemas de Pastizal. Estudio de la vegetación mediante técnicas de análisis factorial. Crecimiento primario*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
- LUIS CALABUIG, E.; MONTALVO, I.; GÓMEZ, J. M. y GARCÍA, L. (1978): *Producción de pastizales en la zona de dehesas de Salamanca y su relación con otros factores ecológicos*. Pastos (en prensa).
- MONTALVO, I.; GARCÍA, B.; LUIS, E. y GÓMEZ, J. M. (1978): *Influencia del arbolado sobre la composición química de la hierba*. Pastos (en prensa).

- NOIRFALISE, A. (1959): *Sur l'interception de la pluie par le couvert dans quelques forêts belges*. Bulletin de la Société Royale Forestière de Belgique. Oct. 1-7. Centre de Cartographie phytosociologique, Bruxelles.
- OLIVER MOSCARDÓ, S. y LUIS CALABUIG, E. (1976): *Factores termo-pluviométricos de la provincia de Salamanca*. En: *Estudios sobre la Dehesa Salmantina*. Ed. E. Balcells (en prensa).
- RAPP, M. et ROMANE, F. (1968): *Egouttement des précipitations sous des pleulements de Quercus ilex L. et de Pinus halepensis Mill. Contribution a l'étude du Bilan de l'eau dans les écosystèmes méditerranées*. Oecol. Plant., 3, 271-284.
- RAYMOND, E. and LEONARD (1968): *Mathematical Theory of interception*. International Symposium on Forest Hydrology. Ed. Ley William, E. Sopper and Howard W. Lull, 131-136.
- RUTTER, A. J. (1963): *Studies in the water relation of Pinus silvestris in plantation conditions. I. Measurements of rainfall and interception*. J. Ecol., 51, 191-203.
- SCHNOCK, G. (1967): *Réception des précipitations et écoulement le long des troncs en 1966. Serie B: La Chênaie mélangée calcicole de Virelles-Blaimont*. Recherches sur L'écosysteme Forest, 17, 1-15. Programme du Centre d'Ecologie Générale. Bruxelles.
- SCHNOCK, G. (1968): *Bilan des apports hydriques pour 1966 et 1967. Serie B: La Chênaie mélangée calcicole de Virelles-Blaimont*. Recherches sur L'écosysteme Forest, 25, 3-19. Bulletin de la Société Royale Forestière de Belgique. Bruxelles.
- SCHNOCK, G. (1973): *Réception des précipitations suivant un transect sol-cime dans une chênaie mixte*. Oecol. Plant, 8 (1), 17-23.
- SCHNOCK, G. et GALOUX, A. (1967): *Réception des précipitations et égouttement. Serie B: La Chênaie mélangée calcicole de Virelles-Blaimont*. Bull. Inst. r. Sci. nat. Bel., 43/33 (8), 1-28.
- STANHILL, G. (1968): *The Water in Temperate Forest: Precipitation and Evapotranspiration*. Ecological studies I. Analysis of Temperature Forest Ecosystems. Ed. by David E. Reichle. Dec: 243-256.
- WOOD, D. M. (1937): *The interception of precipitation in an oak-pine forest*. Ecology, 18, (2): 251-255.
- ZINKE, P. J. (1966): *Forest interception studies in the United States*. International Symp. forest Hydrol. 137-160. Pergamon Press. Oxford.