

# **EFFECTO DEL REGIMEN DE HUMEDAD DEL SUELO SOBRE LA PRECOCIDAD Y RENDIMIENTO NUTRITIVO DEL ALGODON, EN LA ZONA DE SEVILLA**

**Por:**

**J. Martin**

**y**

**N. Fernandez**

**Centro de Edafologia y Biologia Aplicada del Cuarto, del C.S.I.C.**

**SEVILLA**

Si bien las condiciones generales para el cultivo del algodón de regadío son ya conocidas (8) y menciones específicas, en cuanto a diversos aspectos agronómicos del mismo, pueden encontrarse en diversas publicaciones (métodos de riego (8), necesidades en agua (4), niveles óptimos de nutrición (2), calidades de fibra (3), etc.), es indudable que, dados los efectos que tienen sobre esta planta tanto las condiciones climáticas, como el volumen de agua que le suministra el suelo a lo largo de su ciclo vegetativo, es obligado el estudio sobre el terreno, si se quieren conocer con exactitud las necesidades fisiológicas para un máximo rendimiento en cantidad y calidad de cosecha.

A veces, esas mismas condiciones meteorológicas locales obligan a apartarse de lo que en principio podríamos considerar como técnica ordinaria de cultivo, especialmente por lo que se refiere al régimen de riegos, con el fin de obtener una cosecha precoz, situada antes del período de lluvias (5), ya que éstas normalmente deterioran la calidad del producto.

A partir de la campaña de 1965, se han establecido parcelas experimentales en zonas dedicadas al cultivo extensivo de algodón de regadío, con el fin primordial de encontrar el régimen de humedad del suelo más adecuado, como consecuencia de una aplicación diferente del agua de riego.

El establecimiento de estas parcelas se ha hecho sobre terreno cuyas características

agronómicas y de fertilización eran bien conocida, y cuyo manejo estaba previamente considerado como satisfactorio, de forma que permitiesen observar, sin otras posibles interferencias, el efecto del factor en estudio.

En cada una de las campañas, el método experimental ha ido sucesivamente modificándose según la orientación que aconsejaban los resultados de la precedente, pero sin alterar ni el objeto perseguido, ni el fundamento del método.

La presente comunicación pretende dar cuenta de los resultados de mayor interés encontrados hasta el presente.

### DISEÑO EXPERIMENTAL

El distinto régimen de humedad del suelo a que hemos aludido, se conseguía por la aplicación del agua de riego, en cada una de las parcelas experimentales, en el momento en que la reserva existente en el perfil había descendido a unos niveles preestablecidos y que variaban de unas a otras. Inicialmente, estos niveles comprendían  $2/3$  a  $1/10$ , aproximadamente, de la capacidad de retención de agua útil. Posteriormente, estos márgenes fueron reducidos, hasta quedar fijados, en la última campaña, a la que nos vamos a referir de manera especial, en  $1/2$  y  $1/6$ , respectivamente, e incluyendo, como niveles intermedios,  $1/3$  y  $1/4$  de dicha capacidad. Los riegos se efectuaban, pues, antes de que el suelo se desecase en cada parcela por debajo de estos valores respectivos. Para el tipo de suelo en estudio las fracciones de agua útil  $1/2$ ,  $1/3$ ,  $1/4$ ,  $1/6$  y  $1/10$  correspondieron, según calibrado realizado sobre el terreno y con un medidor de humedad tipo Bouyoucos moisture meter, a los valores de la escala 90, 50, 30, 20 y 5.

Para controlar la variación en el porcentaje de humedad del suelo, que permitiese efectuar el riego en el momento oportuno, se ha seguido un procedimiento mixto, consistente en la toma de muestras a intervalos regulares, para su desecación en estufa a  $105^{\circ}$  C, y en la observación de la resistencia eléctrica de bloques de yeso, tipo Bouyoucos, situados en el centro de cada parcela, a 20 cm. de profundidad. En las parcelas de riegos menos frecuentes existían bloques suplementarios situados cada 15 cm., hasta una profundidad de 1,20 m

Los bloques medidores de humedad fueron calificados in situ a lo largo de las diferentes campañas, por comparación con los resultados obtenidos de la toma de muestras realizada en sus inmediaciones, y en la misma fecha de la lectura del bloque (6). En el período de riegos de mayor interés (riegos diferenciales; ver más adelante) la profundidad más apropiada para seguir el control de la humedad era de 15 a 30 cm.

Cada parcela correspondiente a un determinado régimen de riegos tenía una superficie de  $180\text{ m}^2$ , con cuatro repeticiones, en bloques al azar, por lo que se disponía de un área total, con cuatro tratamientos y un testigo, de  $3.600\text{ m}^2$ .

Para evitar efectos de borde, las recolecciones se referían siempre a un recuadro interior, en el centro de cada parcela, de  $115\text{ m}^2$ .

Las pérdidas de agua por infiltración en las acequias de alimentación eran reducidas a un mínimo, por revestimiento con láminas de plástico.

El método de riego ha sido el de agua rodada e inundación, y se atendía a la medición de su volumen por medio de un vertedero triangular de 90°.

## CARACTERISTICAS DEL CAMPO DE EXPERIENCIAS

El trabajo experimental se ha llevado a cabo en la finca Torre del Judio, término de La Rinconada, a unos 10 Km. al NE. de Sevilla, sobre un suelo definido como suelo rojo mediterráneo de terraza, muy frecuente entre los regadíos de la provincia.

Las características del perfil eran las siguientes: de 0 a 20 cm., pardo-rojizo, limo-arenoso, grumo-granular, de buena permeabilidad y no calizo; de 20 a 80 cm., pardo-rojizo, arcillo-limoso, poliédrico, compacto, menos permeable y no calizo; de 80 a 130, pardo rosáceo, limo-arcilloso, permeable y con abundancia concreciones calizas. La roca madre estaba constituida por caliza blanca, gruesa.

## ATENCIONES DE CULTIVO

La siembra se efectuó a máquina, después de dos labores de arado, con trisurco reversible, dos de grada de discos (acompañado de tratamiento de herbicida de preemergencia) y una de escarificador. En la campaña de 1967 tuvo lugar el día 12 de abril. En campañas anteriores, hubo necesidad en ciertos casos de una resiembra parcial, efectuada un mes más tarde aproximadamente.

La densidad de siembra fue de 80 Kg/Ha, utilizándose la variedad Coker "Carolina Queen", en liños a 90 cm., con separación entre plantas, después de aclaradas, de unos 30 cm.

Antes de la siembra se abonó con 500 Kg/Ha. de superfosfato cálcico al 18<sup>o</sup>/o, 350 Kg/Ha de cloruro potásico al 50<sup>o</sup>/o y 250 Kg/Ha de sulfato amónico al 21<sup>o</sup>/o. En cobertera se emplearon 350 Kg/Ha de nitrato amónico cálcico al 26<sup>o</sup>/o a primeros de Junio, repitiéndose esta aplicación a primeros de Julio.

Cada 10-15 días se hicieron tratamientos de insecticidas. La presencia de plagas varió de unas campañas a otras, siendo prácticamente inexistente en la última, facilitando las labores de campo.

## ESTADO NUTRITIVO

Con el fin de conocer la situación de nutrientes en la planta, se procedió a efectuar una serie de análisis foliares, a principios de la floración, tanto de macro como de micronutrientes. Estos análisis se realizaron sobre las hojas desecadas a 60° y pulverizadas, utilizándose por separado, limbos y peciolo. Dos técnicas de muestreo se siguieron normalmente: hojas de axilas de flor y hojas 4.<sup>a</sup> según las técnicas ya conocidas.

Como se deduce de la observación de la tabla I, el estado nutritivo era plenamente satisfactorio.

TABLA I

Situación de nutrientes en la hoja a principios de la floración

Tipo de muestra		‰ en materia seca					p.p.m en materia seca				
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	B	Zn	Cu
Hoja	Limbo	4,35	0,28	1,60	4,52	0,88	380	150	70	39	12
Axila	Pecíolo	1,66	0,15	4,28	2,48	0,67	76	35	28	15	8
Cuarta	Limbo	4,62	0,30	1,28	3,09	0,88	380	135	54	30	12
hoja	Pecíolo	2,28	0,22	4,60	1,82	0,62	80	25	24	22	8

## RESULTADOS

## Aplicación de los riegos.

La Fig. 1 presenta un esquema de la frecuencia de riegos aplicados en cada régimen experimental.

El riego correspondiente a cada uno de ellos se efectuaba el mismo día en sus cuatro repeticiones, con el fin de normalizar lo más posible la marcha en los distintos niveles, para lo que era necesario suministrar el agua tomando como indicación la media de lecturas correspondiente.

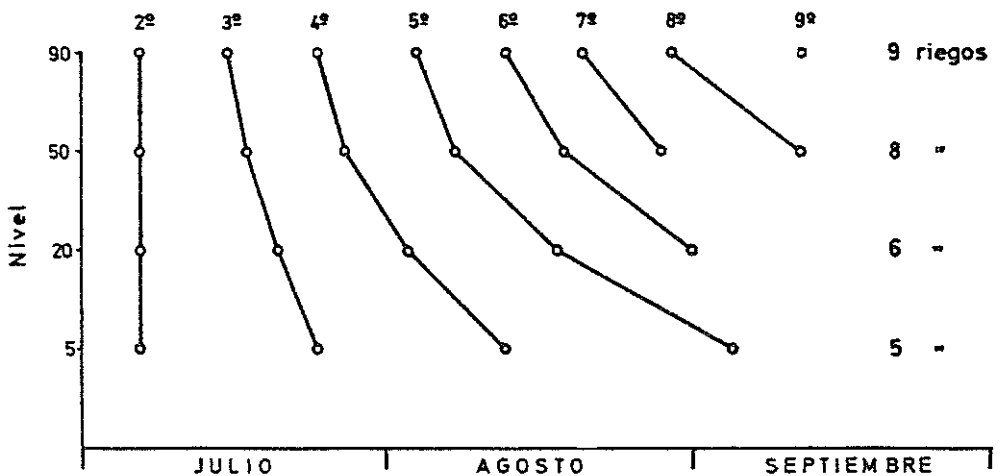


Fig. 1.- Marcha de los riegos a lo largo del periodo experimental.

En la campaña de 1967, el número de riegos varía desde 9, en el régimen más húmedo, a 5, en el más seco. Como puede apreciarse en la fig. 1 los dos primeros riegos se efectuaron en la misma fecha en todas las parcelas, por lo que la diferenciación experimental no tenía lugar hasta que las plantas estaban bien enraizadas.

Como consecuencia de una distinta climatología en las diferentes campañas, el volumen y frecuencia de los riegos varió algo de unas a otras. La tabla II recoge los resultados completos correspondientes a la última. En la de 1966 el consumo de agua fue un 20 % superior aproximadamente en el nivel más húmedo y un 10 % superior en el más seco. En la campaña actual las cifras provisionales arrojan un volumen que supone un 10-15 % superior en todos los niveles.

TABLA I I

Cantidad de agua empleada en los riegos de los distintos niveles (mm.)

Nivel	Riegos comunes		Riegos diferenciales							Total	% sobre el 90	Media	
	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º	7.º	8.º	9.º			(1)	(2)
90	41,7	47,2	29,4	52,8	44,4	50,0	40,6	36,7	43,3	386,1	100,0	42,9	42,5
50	41,7	47,2	36,7	55,6	40,0	40,6	40,6	43,3	—	345,7	89,5	43,2	42,8
20	41,7	47,2	52,8	56,1	53,9	37,8	—	—	—	289,5	75,0	48,2	50,2
5	41,7	47,2	52,8	57,2	45,0	—	—	—	—	243,9	63,2	48,8	51,7
T	41,7	47,2	36,7	43,3	40,0	40,6	35,0	43,3	—	327,8	84,9	41,0	39,8

(1) De todos los riegos

(2) De los riegos diferenciales

Aunque el volumen total aplicado en los tratamientos más secos, es, lógicamente, inferior, el correspondiente a cada riego es más elevado, ya que el suelo presenta un mayor agotamiento de la reserva. La disminución del volumen total de los tratamientos más secos con respecto a los más húmedos se debe, pues, al menor número de riegos.

La tabla III nos muestra los porcentajes que los volúmenes de riego representan con relación a la evapotranspiración potencial estimada, según método de Thornthwaite (7) y a las recomendaciones de Blaney-Criddle (1) para el algodón. En las medias de porcentajes se incluyen dos valores, según se trate del total de riegos o sólo de los diferenciales.

TABLA III

Media diaria (mm.) que supone el agua suministrada en los riegos (R) de los distintos niveles y relación (°/o) con las recomendaciones de Blaney-Criddle (B) y la evapotranspiración potencial según Thornthwaite (Th).

Nivel	Periodos entre riegos								Media	
	1 <sup>o</sup> -2 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup> -3 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup> -4 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup> -5 <sup>o</sup>	5 <sup>o</sup> -6 <sup>o</sup>	6 <sup>o</sup> -7 <sup>o</sup>	7 <sup>o</sup> -8 <sup>o</sup>	8 <sup>o</sup> -9 <sup>o</sup>	(1)	(2)
90R	1,7	3,3	6,0	4,4	5,4	4,9	4,0	3,2	4,1	4,5
R/B	53	83	140	107	124	114	96	125	109	117
R/Th	38	64	94	83	105	91	77	76	79	84
50 R	1,7	3,3	5,7	3,6	3,8	4,2	3,0	—	3,6	3,9
R/B	53	83	135	85	87	101	141	—	98	105
R/Th	38	61	93	67	72	80	69	—	69	74
20 R	1,7	3,8	4,4	3,5	2,7	—	—	—	3,2	3,6
R/B	53	127	105	81	65	—	—	—	86	95
R/Th	38	68	77	67	52	—	—	—	60	66
5 R	1,7	3,0	2,9	2,0	—	—	—	—	2,4	2,6
R/B	53	72	69	54	—	—	—	—	62	65
R/Th	38	51	56	40	—	—	—	—	46	49

(1) De todos los riegos

(2) De los riegos diferenciales

Suponiendo que no hubiera existido variación en la reserva de humedad del suelo, el nivel de riegos más frecuentes significaría un 85°/o aproximadamente del valor de la evapotranspiración potencial.

En las parcelas regadas con mayor intervalo, y gracias a las indicaciones de los bloques de yeso, pudo observarse una clara disminución de la reserva a lo largo del periodo vegetativo, alcanzando ésta una profundidad de al menos 1,20 m.

#### Precocidad de flores y cápsulas

Los primeros botones florales, y dependiendo de las distintas campañas, aparecieron hacia mediados de junio, y las primeras flores se observaron del 5 al 15 de julio.

Las primeras cápsulas abiertas, del 25 de agosto al 5 de septiembre.

Tanto en la aparición de botones y flores como en la apertura de cápsulas se notó una precocidad relativa en las parcelas de riegos más espaciados.

La gráfica de la figura 2 muestra el valor de los conteos de cápsulas abiertas realizados en la última campaña.

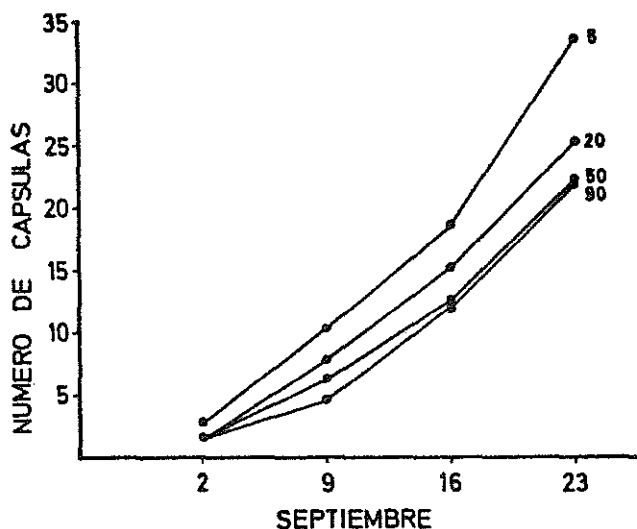


Fig. 2.- Precocidad de cápsulas. Numero de capsulas abiertas por planta en varios momentos del periodo experimental en los distintos niveles de riegos.

#### PRODUCCION: CANTIDAD Y PRECOCIDAD.

En todas las campañas la recogida de cosecha fue manual, adoptándose como criterio para decidir su momento y forma, el seguido normalmente en la zona.

La recolección se realizó en tres pases escalonados, el primero de ellos a finales de Septiembre, excepto en la campaña de 1966, en que las tempranas lluvias otoñales lo retrasaron a la segunda quincena de Octubre. El segundo tuvo lugar en Octubre y el tercero a mediados de Noviembre. En la última campaña estas fechas fueron 27 de Septiembre, 11 de Octubre y 25 de Noviembre.

TABLA IV

Peso de algodón bruto cosechado en las distintas parcelas (expresado en Kg./Ha.)

Bloque	Cogida	Nivel de Riegos					Media por bloques
		5	20	50	90	T	
1.º	1. <sup>a</sup>	1890	2000	1892	1885	1574	3600
	2. <sup>a</sup>	445	1445	1335	1667	1481	
	3. <sup>a</sup>	220	334	445	556	830	
	Total	2555	3779	3672	4108	3885	
2.º	1. <sup>a</sup>	1888	1780	1884	1555	1665	3864
	2. <sup>a</sup>	1000	1333	1781	1778	1485	
	3. <sup>a</sup>	335	555	667	780	835	
	Total	3223	3668	4332	4113	3985	
3.º	1. <sup>a</sup>	2220	1945	1852	1850	1670	3815
	2. <sup>a</sup>	648	1295	1670	1759	1574	
	3. <sup>a</sup>	93	464	557	648	831	
	Total	2961	3704	4079	4257	4075	
4.º	1. <sup>a</sup>	1576	1760	1393	1111	1389	3853
	2. <sup>a</sup>	1020	1668	2036	1850	2037	
	3. <sup>a</sup>	463	371	741	926	925	
	Total	3059	3799	4170	3887	4351	
Media por nivel		2949	3737	4063	4091	4074	
Máxima por nivel		3223	3799	4332	4257	4351	
Media 2.º+3.º+4.º		3081	3724	4194	4086	4137	

El peso del algodón bruto obtenido en cada una de las cogidas y para cada parcela (expresado en Kg./Ha.), para la campaña de 1967, puede observarse en la tabla IV. En ella queda manifiesto el efecto que sobre el volumen de cosecha ha tenido el diferente régimen de riegos. Se aprecian tres niveles de producción significativamente distintos entre sí, como demuestra el estudio estadístico sobre el valor de la media de cada uno de ellos, resumido en la tabla V: uno inferior, correspondiente a las parcelas del nivel del 5; uno medio, correspondiente a las del 20; y uno superior, correspondiente a las del 50 y 90.

La media de producción por bloques es inferior en el 1.º, siendo las de los otros tres semejantes entre sí, aunque esta diferencia no puede considerarse significativa.



TABLA V

Significación entre valores medios de producción correspondientes a niveles de riegos y a bloques.

	Valores medios Comparados	Valor de t	Nivel de significación
Niveles de riegos	5—20	5,42	××
	20—50	2,27	(×)
	20—90	4,30	××
	20—T	3,21	×
	50—90	0,18	—
Bloques	1. <sup>o</sup> —2. <sup>o</sup>	0,79	—
	1. <sup>o</sup> —3. <sup>o</sup>	0,60	—
	1. <sup>o</sup> —4. <sup>o</sup>	0,72	—

(×) 0,10

× 0,05

×× 0,01

— Significación inferior a 0,40

Se incluyen también en dicha tabla de producción las medias por nivel de riego prescindiendo del bloque primero, observándose que en ningún caso las diferencias entre los niveles 90 y 50 son concluyentes.

El nivel inferior de riego, al igual que se observó en la apertura de flores y cápsulas dió lugar a cosechas más tempranas. Ello se traduce en un mayor porcentaje de la primera cogida frente al total cosechado, siendo para esta última campaña a que nos referimos, de 64,8<sup>o</sup>/o en el 5, de 50,1<sup>o</sup>/o en el 20 y de 43,5<sup>o</sup>/o en el 50, que se diferencian significativamente entre sí. El nivel 90 no acusa diferencia apreciable con el 50, como ocurrió ya con la producción.

Hay que considerar que el efecto de bloque sobre la precocidad es más destacado que sobre la producción, encontrándose la máxima diferencia entre el 1.<sup>o</sup> y 4.<sup>o</sup>.

### CALIDAD DE LA FIBRA

Tomando datos de la última campaña, el rendimiento en fibra según desmotación en máquina de laboratorio osciló, en valores medios por nivel de riego, entre 35,2<sup>o</sup>/o y 35,4<sup>o</sup>/o, con valores absolutos de 34,7<sup>o</sup>/o y 36,3<sup>o</sup>/o, sin que aparezcan diferencias significativas.

Las fibras más gruesas, según el índice micronaire, corresponden al nivel más seco,

diferenciándose significativamente del más húmedo, con medias respectivas de 4,04 y 3,76. De igual forma, los niveles del 20 y 50 también presentan diferencias con respecto al 90, si bien el grado de significación es bajo. No son significativas, en cambio, las diferencias existentes entre los del 20 y 50 con el del 5, aunque sea este último el más alto. Según este índice, los niveles del 5, 20 y 50 dieron lugar a fibras medianas y el 90, a finas.

Siguiendo con los resultados de esta última campaña, todas las parcelas produjeron fibras muy resistentes, para el valor Prestley (P.S.I.), no observándose diferencias que puedan considerarse significativas entre los distintos tratamientos, oscilando sus medias entre 89,1 y 90,4.

La uniformidad, según fibrógrafo, fue normal en todos los casos.

La longitud de fibra varió, en valor medio, de 1,10 a 1,14 pulgadas, correspondiendo el más bajo al nivel del 5, sin que existieran diferencias significativas.

## CONCLUSIONES

El consumo total del agua no llegó a alcanzar el valor de la evapotranspiración potencial calculada según el método de Thornthwaite, aún en el caso del nivel de riegos más frecuente. Por ello, en el nivel inferior de riegos, se acusa una substracción de la reserva del perfil al final del periodo vegetativo de la planta.

El consumo de agua del nivel de riegos inferior ha sido, con respecto al superior, de unos  $\frac{2}{3}$ , valor medio obtenido de las campañas estudiadas.

Las parcelas más productivas han sido aquellas en que se efectuaron los riegos diferenciales antes de que la capacidad de agua útil, a 20 cm. de profundidad en el perfil, descendiera a  $\frac{1}{3}$  aproximadamente de su valor total, sin que se hayan observado, por otra parte, diferencias significativas entre las producciones correspondientes a niveles superiores a ese límite.

Teniendo en cuenta el ahorro de agua que supone el nivel de  $\frac{1}{3}$  con respecto a otros superiores, habría que considerarlo en la práctica como el más conveniente para una producción máxima.

También la precocidad es favorable, dentro de un máximo de producción, a las parcelas regadas a dicho nivel, en el que la calidad de la fibra no sufre baja alguna.

## BIBLIOGRAFIA

1. BLANEY, H.F. y CRIDDLE, W.D. 1950. Determining water requirements in irrigation areas from climatological and irrigation data. U.S.D.A. Soil Conser. Serv. Tech. paper 96, 48 pp.

2. BRAUD, M. 1965. Le diagnostic foliaire, guide de la fertilisation minérale du cotonnier. Coton et fibres tropicales 20, 2, Juin.
3. BROWN, H.B. y WARE, J.O. 1961. Algodón. U.T.E.H.A. Méjico.
4. KUMAR, V. y cols. 1967. Irrigation guide for field crops. World Crops, 19. December.
5. MARTIN, A., J. 1964. Características y variabilidad del balance de agua en la provincia de Sevilla. An. Edafol, Agrobiol, 23, 799-815.
6. MARTIN A., J. y FERNANDEZ M., N. Efecto del régimen de humedad del suelo sobre la precocidad y producción en algodón de regadío. An. Edafol. Agrobiol. (En prensa).
7. THORNTHWAITE, C.W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. Geogr. Rev., 38, 55-94.
8. THURMOND y cols. 1960. Texas guide for growing irrigated cotton. Texas, AM. College System.

#### RESUMEN

Desde la campaña de 1965, se ha dispuesto de parcelas experimentales en las que se estudia el efecto que el distinto régimen de aplicación de los riegos tiene sobre la precocidad y cantidad de cosecha de algodón, según el grado de desecación existente en el perfil del suelo en el momento de suministrar el agua.

De los resultados encontrados hasta el presente, parece deducirse que, para la climatología de la región de Sevilla, y en suelo de tipo medio, el máximo rendimiento en la fisiología de la planta, por cuanto a los fines perseguidos, se consigue cuando la aplicación tiene lugar antes de que la zona radicular presente una humedad inferior a 1/3 de su capacidad de retención de agua útil.

Los resultados obtenidos sobre parcelas regadas por inundación tratan de completarse con los deducidos en otras, regadas por aspersión.

Experiencias en lisímetros, complementan estos estudios, con el efecto debido al tipo de suelo.

#### RESUME

Depuis la campagne de 1965, des parcelles expérimentales ont été disposées pour étudier l'effet que le différent régime d'application des arrossages a sur la précocité et sur la quantité de coton récolté, selon le degré de dessèchement du profil du sol au moment de l'application de l'eau.

On peut déduire des résultats trouvés jusqu'au moment présent que le maximum de rendement, pour la climatologie de la région de Seville et pour un sol de type moyen, est obtenu quand l'eau a été appliquée avant que la zone racinaire présente une humidité inférieure à  $1/3$  de sa capacité de rétention d'eau utile.

Ces résultats, obtenus sur des parcelles arrosées par inondation, seront complétés avec ceux provenant de parcelles arrosées par aspersion.

D'autre part, on étudie l'effet dû au type de sol au moyen de cases lysimétriques.