

Respuesta de producción de la cebada a la cantidad de agua en los distintos periodos vegetativos

Introducción

La cebada (*Hordeum vulgare*), es un cereal de invierno perteneciente a la familia de las gramíneas que se cultiva preferentemente en los secanos de Aragón, del resto de España y en todas las zonas áridas de los países mediterráneos, si bien también se cultiva en regadío cubriendo huecos en las alternativas.

La variabilidad de suelos y climatología, aconsejan cuantificar en cada caso la cantidad de agua (lluvia y/o riego) estrictamente necesaria en cada periodo vegetativo para obtener el máximo beneficio. Para su determinación, durante las campañas 95/96 y 96/97 se realizó un experimento en parcelas de agricultores colaboradores de Bujaraloz (Zaragoza) con los siguientes **objetivos**:

- 1º Obtener la respuesta de producción de la cebada, sometida a estrés hídrico en los periodos vegetativos de **crecimiento, reproducción y maduración**.
- 2º Conocer las cantidades mínimas de agua de la cebada en cada periodo vegetativo, para obtener el máximo beneficio.

Material y métodos

Los tratamientos han consistido en aplicar riego (**R**) ó no (**N**) en cada uno de los periodos vegetativos. El ensayo tuvo un diseño experimental completamente aleatorio con ocho tratamientos (**RRR RRN RNR RNN NRR NRN NNR NNN**) y con tres repeticiones por tratamiento. Ejemplo, el tratamiento RNN significa riego durante el periodo de crecimiento, no riego durante la reproducción y no riego durante la maduración. La dimensión de cada parcela elemental fue de 10 m².

El primer año el experimento se realizó con la variedad camelot, mientras que el segundo año la variedad utilizada fue scarlet. Ambas variedades fueron las más sembradas por los agricultores en cada una de las campañas y tienen un índice de producción similar. En los ensayos de la red experimental de la Unidad de Cultivos Herbáceos, ubicados a escasos metros, las producciones de ambas variedades en cada una de las dos campañas fueron similares.

En ambas campañas se marcaron unos 250 m² entre tres aspersores, y una vez realizada la siembra se marcaron las microparcels haciendo un caballón con motocultor y vertedera para separar los tratamientos de riego. El riego se realizó por inundación con manguera de P.E. de Ø 32 mm unida a la salida de un aspersor.

Las siembras se realizaron en el mes de Noviembre con sembradora convencional, y las recolecciones en el mes de Junio con cosechadora de microensayos. En cada parcela se cosechó dando una pasada por el centro de la misma. Para determinar la superficie cosechada, se midió previamente la longitud de cada parcela. La humedad fue inferior al 14% en todas las muestras.

Cronología de los cultivos

Las fechas de siembra, nascencia, recolección, primero y último riego, así como la de los periodos vegetativos se reflejan en la tabla I. El número máximo de riegos aplicados a los tratamientos en cada una de las campañas fue de 10 y 12 respectivamente, con una aportación de 200 y 240 mm de agua para el caso de los tratamientos regados en los tres periodos vegetativos de **crecimiento, reproducción y maduración** (Tabla II). Las cantidades aportadas se calcularon en base a los datos de evapotranspiración de la zona.

Tabla I. Datos y fechas más relevantes de los ensayos

Campaña	Variedad	Fecha siembra	Fecha nascencia	Fecha 1º riego	Fin crecimiento	Fin floración	Madurac. fisiológica	Fecha últ. riego	Fecha recolecc.
95-96	Camelot	15-11	30-11	18-3	11-4	29-4	1-6	21-5	11-6
96-97	Scarlet	28-11	10-12	13-3	14-4	23-4	3-6	26-5	23-6

Resultados

En el estudio de la varianza se han encontrado diferencias significativas entre campañas, si bien parece que es debido a la calidad de los suelos del ensayo y a la preparación de los mismos, ya que en el segundo año el suelo estaba compactado y con un alto porcentaje de yeso (blanquero).

Las producciones medias de las cebadas de estos ensayos se reflejan en la figura 1 donde se observa que la producción de la campaña 95/96 fue prácticamente el doble que la de la campaña 96/97.

Según se desprende de estos datos, la variable calidad de suelo y/o compactación del mismo, influyó significativamente en la producción, con independencia de la cantidad de agua recibida por el cultivo.

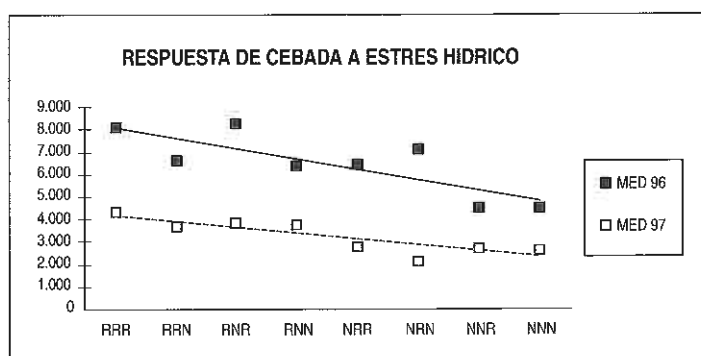


Fig. 1. Producción media de cada tratamiento en las dos campañas.

Las dos campañas que se realizaron los experimentos fueron más lluviosas de lo normal en Monegros, ya que hasta el final de floración la precipitación fue de 208 y 154 mm respectivamente, por lo que los tratamientos teóricos de no riego (N) no pudieron establecerse (tabla II). Con los datos obtenidos no se han podido cumplir los objetivos previstos de detectar diferencias significativas entre riego (R) y no riego (N) durante los tres periodos. Sin embargo, se ha obtenido información sobre el efecto del déficit hídrico en cada uno de los periodos, sobre el rendimiento.

Como se puede observar, a pesar de la abundancia de precipitaciones, los déficit hídricos en los tratamientos no regados llegaron a ser importantes en algunos periodos. Este déficit, estimado como la diferencia entre agua recibida por el tratamiento R en cada periodo (riego + lluvia) y la precipitación recogida en ese periodo, fue superior al 50% de las necesidades calculadas en casi todos los casos. Por ejemplo, en la campaña 96/97 el déficit teórico durante el periodo de maduración fue cercano al 70% y en la campaña anterior fue superior a este valor.

Para saber cómo afecta a la producción la cantidad de agua en cada periodo vegetativo, se han realizado las regresiones múltiples de las producciones de ambas campañas respecto a los mm de agua recibidos en cada periodo vegetativo, según la función lineal:

$$\text{Producción (kg/ha)} = a X_1 + b X_2 + c X_3$$

donde: X_1 = mm de agua recibidos por la cebada durante el periodo de crecimiento
 X_2 = mm de agua recibidos por la cebada durante el periodo de floración
 X_3 = mm de agua recibidos por la cebada durante el periodo de maduración

Tabla II. mm agua (riego + lluvia) recibidos por las cebadas durante los tres periodos vegetativos en las dos campañas, y producción en Kg/ha.

Tratam.	mm 1.º periodo		mm 2.º periodo		mm 3.º periodo		Kg/ha<14% H	
	95-96	96-97	95-96	96-97	95-96	96-97	95-96	96-97
RRR	275	198	53	76	111	176	8540	5028
RRR	275	198	53	76	111	176	8574	4827
RRR	275	198	53	76	111	176	7233	3190
RRN	275	198	53	76	31	56	6349	3620
RRN	275	198	53	76	31	56	5752	3793
RRN	275	198	53	76	31	56	7797	3712
RNR	275	198	13	56	111	176	8187	4072
RNR	275	198	13	56	111	176	8980	3628
RNR	275	198	13	56	111	176	7555	3817
RNN	275	198	13	56	31	56	6658	3742
RNN	275	198	13	56	31	56	5856	3978
RNN	275	198	13	56	31	56	6718	3556
NRR	195	98	53	76	111	176	5347	2514
NRR	195	98	53	76	111	176	6494	1989
NRR	195	98	53	76	111	176	7453	3947
NRN	195	98	53	76	31	56	7950	2160
NRN	195	98	53	76	31	56	7557	2179
NRN	195	98	53	76	31	56	5863	2144
NNR	195	98	13	56	111	176	1977 *	3353
NNR	195	98	13	56	111	176	6211	2198
NNR	195	98	13	56	111	176	5349	2527
NNN	195	98	13	56	31	56	1104 *	1891
NNN	195	98	13	56	31	56	6236	2674
NNN	195	98	13	56	31	56	6211	3183

Con los datos del experimento, no se abarca el rango completo de cantidades de agua en los tres periodos vegetativos, por lo que parece lícito incluir en cada campaña un tratamiento con tres repeticiones verdaderamente NNN (sin riego ni lluvia) y producción nula para que los coeficientes a, b y c tengan mayor determinación.

Las funciones de respuesta han sido las siguientes:

$$\text{Producción (kg/ha)} = 22,9 X_1 + 17,9 X_2 + 11,1 X_3 \quad \text{campaña 95-96} \quad (r^2 = 0,8)$$

$$\text{Producción (kg/ha)} = 14,3 X_1 + 10,7 X_2 + 3,5 X_3 \quad \text{campaña 96-97} \quad (r^2 = 0,8)$$

El coeficiente a (22,9 y 14,3) es significativo las dos campañas a pesar de que llovió durante el invierno, lo que parece indicar que en Monegros el agua recibida por la cebada durante el crecimiento es muy importante. El coeficiente b (17,9 y 10,7) no llega a ser significativo, pero si se analizan las dos campañas juntas llega a serlo. Esto probablemente indica que de haber más campañas de experimentos, el análisis nos diría que el agua recibida por la cebada durante la floración es muy importante. El coeficiente c (11,1 y 3,5) resultó significativo las dos campañas y a pesar de ser numéricamente más bajo, se puede decir que contribuye sólidamente al incremento de producción de la cebada.

Los mismos resultados se observan cuando comparamos las medias de producción (Tabla III). Estos resultados indican que en ambas campañas, para obtener un buen rendimiento es necesario que no haya déficit hídrico en fase de crecimiento. Sin embargo, esto no es suficiente. Los mejores rendimientos se obtienen cuando también se riega en la fase de maduración. La necesidad de riego en fase de floración, no aparece como tan importante, y esto es debido a la corta duración de este periodo. Esto permite que, si existe suficiente reserva, el cultivo no sufra en exceso por la falta de agua. Esto es particularmente cierto cuando, como en la segunda campaña, el cultivo no presenta gran desarrollo. Esto se observa claramente en los datos de esa campaña, donde, en el caso de riego en periodo de crecimiento, los tratamientos de riego y no riego en floración y en maduración rindieron lo mismo.

Tabla III. Comparación de las medias de producción en las dos campañas.

CAMPAÑA 95-96			CAMPAÑA 96-97		
Tratamiento		Kg/ha	Tratamiento		Kg/ha
RNR	a	8241	RRR	a	4348
RRR	ab	8116	RNR	ab	3839
NRN	abc	7123	RNN	ab	3759
RRN	abc	6633	RRN	abc	3708
NRR	bc	6431	NRR	bcd	2817
RNN	bc	6410	NNR	cd	2693
NNN	c	6223	NNN	d	2582
NNR	c	5780	NRN	d	2161

Para cada columna, tratamientos con letras diferentes son diferentes con una probabilidad del 95%

Con arreglo a las funciones de producción obtenidas en las dos campañas, podemos decir que, cada mm de agua que recibe la cebada durante el crecimiento suponen 22,9 Kg/ha de grano, cada mm de agua durante la floración suponen 17,9 Kg/ha de grano, y cada mm de agua durante la maduración suponen 11,1 Kg/ha de grano, si la calidad del suelo es buena y no está compactado. Sin embargo, en suelos de inferior calidad o que están compactados, cada mm de agua en cada uno de los periodos vegetativos anteriores suponen 14,3 10,7 y 3,5 Kg/ha de grano.

Conclusiones

Las diferentes condiciones edafoclimáticas de la CC.AA., los diferentes sistemas de laboreo y/o preparación del suelo para las siembras, la climatología anual variable, etc. hacen que las funciones de respuesta obtenidas en este trabajo se tomen con las debidas precauciones y sean consideradas como provisionales. Un estudio riguroso y exhaustivo exige personal y tiempo. A falta de mayor profundización en el tema, y de una forma general, se pueden obtener producciones aceptables de cebada cuando el agua recibida por el cultivo sea de unos 250 mm desde nascencia hasta la segunda decena de Mayo, siempre en función de la calidad del suelo, de su poder de retención de agua, y la distribución de las lluvias o riegos. Por otra parte, la obtención de buenos rendimientos está siempre asociada a la falta de déficit hídrico durante el periodo de crecimiento, si bien esta es una condición necesaria pero no suficiente, ya que los mejores rendimientos se obtienen cuando tampoco hay déficit en el periodo de maduración.

Información elaborada por:

Bercero Bercero, Angel

Centro de Técnicas Agrarias. Zaragoza.

Ortega Saninas, Miguel

Coordinador Oficina Comarcal Agraria. Bujaraloz.

Se autoriza la reproducción íntegra de esta publicación, mencionando su origen:
Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura y Medio Ambiente de la D.G.A.

Para más información, puede consultar al CENTRO DE TECNICAS AGRARIAS:
Apartado de Correos 727 • 50080 Zaragoza • Teléfono 976 57 63 11, ext. 256

■ **Edita:** Diputación General de Aragón. Dirección General de Tecnología Agraria. Servicio de Formación y Extensión Agraria. ■ **Composición:** Centro de Técnicas Agrarias. ■ **Imprime:** Los Sitios, talleres gráficos. ■ **Depósito Legal:** Z-3094/96. ■ **I.S.S.N.:** 1137/1730.