

Respuesta del rendimiento en grano del maíz a la cantidad de agua en distintos periodos vegetativos

Antecedentes.

El maíz es un cereal de verano muy sensible a la falta de agua durante el ciclo vegetativo, fundamentalmente en la época de polinización. Sin embargo, diversos autores han concluido que los riegos tardíos durante el llenado del grano no tienen efecto en la producción.

En ensayos realizados en el S.I.A. durante 1992 se obtuvo una función de respuesta del maíz sometido a estrés hídrico continuo altamente correlacionada. En este caso la producción está estrechamente ligada a la cantidad de agua total que recibe el cultivo a lo largo de su ciclo vegetativo.

En Aragón el maíz se cultiva en regadío, fundamentalmente en riego por inundación donde la dosis de agua no se puede fraccionar tan fácilmente como en el riego por aspersión, por lo que es sumamente importante conocer de antemano las necesidades mínimas en cada período vegetativo de los cultivos, para dedicar las superficies a cultivar de cada uno de ellos en función del agua disponible.

Por todo ello, se ha realizado durante tres años un experimento con maíz y el siguiente objetivo:

Determinar la respuesta de producción del maíz sometido a estrés de riego en cada período vegetativo: crecimiento, reproducción y maduración.



Nascencia de maíz en ensayo de riego.

Material y métodos.

Este trabajo se ha realizado en una parcela de la finca experimental del S.I.A. (Zaragoza), que dispone de una parcela con riego por aspersión con 16 sectores independizados con marco de 15 x 15 m. Se ha elegido uno de estos sectores cada año y en la salida de los aspersores se han acoplado mangueras de polietileno (P.E.) de 32 mm de diámetro, colocándolas a lo largo de las parcelas elementales del ensayo, donde se insertaron tantas salidas de agua como parcelas elementales, para efectuar los riegos en función del diseño experimental. La separación de parcelas se realizó con motocultor y apero apropiado para hacer el caballón de separación de fuera hacia dentro de cada microparcela.

La preparación del suelo y demás labores se realizó con maquinaria convencional, y la recolección se efectuó a mano eligiendo 21 plantas por parcela elemental, en las dos líneas centrales de las cuatro que constaba la microparcela. Las 21 plantas corresponden a 3 m² de superficie.

El diseño estadístico ha sido totalmente aleatorio con ocho tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. En cada repetición se sembraron cuatro líneas de maíz a un marco de 75 x 16 cm. La superficie de cada parcela elemental fue de 10 m².

Los períodos considerados fueron:

- 1.º *Crecimiento* (de nascencia hasta aparición del penacho).
- 2.º *Reproducción* (de aparición del penacho hasta que las sedas cambian de color).
- 3.º *Maduración* (desde cambio de color de las sedas hasta maduración fisiológica).

Los tratamientos de riego (R) o no riego (N) han sido los que se mencionan a continuación en los tres períodos vegetativos RRR RRN RNR RNN NRR NRN NNR NNN. Ejemplo RNR, riego durante crecimiento, no riego durante reproducción, riego durante maduración.

Cronología del cultivo:

Se ha efectuado el seguimiento del cultivo durante los tres años, controlando las fechas de las distintas labores, tratamientos y períodos vegetativos (tabla I).

Tabla I. Datos y fechas más relevantes de los ensayos de maíz.

CONCEPTO	1995	1996	1997
Preparación suelo	Abril	Abril	Abril
Abonado sementera	Abril-150 U.F. N-P-K	Abril-150 U.F. N-P-K	Abril-150 U.F. N-P-K
Fecha de siembra	19 de Mayo	25 de Mayo	8 de Mayo
Fecha nascencia	29 de Mayo	29 de Mayo	17 de Mayo
Abonado cobertera	28 de Junio 150 UFN	26 de Junio 150 UFN	17 de Junio 150 UFN
Fin crecimiento	30 de Julio	18 de Julio	19 de Julio
Fin floración	25 de Agosto	9 de Agosto	1 de Agosto
Madurac. fisiológica	22 de Septiembre	24 de Septiembre	20 de Septiembre
Recolección	19 de Octubre	10 de Octubre	16 de Octubre
Fecha 1.º riego	13 de Junio	7 de Junio	28 de Mayo
Fecha último riego	19 de Septiembre	17 de Septiembre	16 de Septiembre

Resultados.

El primer año, durante el período de crecimiento del maíz hubo una inundación involuntaria en algunas parcelas elementales, y hubo que estimar la cantidad de agua aportada a esas parcelas. El segundo año hubo aportaciones irregulares de agua en algunas repeticiones. Por ello se han sombreado las producciones anómalas debido a las particularidades apuntadas anteriormente (tabla II), y se han eliminado de determinados análisis estadísticos en función de lo que se pretende obtener.

La fecha de nascencia parece influir decisivamente en el techo de producción del maíz, de donde la oportunidad de las labores preparatorias y la climatología juegan un papel importante

Se exponen las producciones de maíz en los tres años en función del agua recibida por el cultivo (lluvia+riego) en los tres períodos vegetativos.

Tabla II. Agua recibida en mm (lluvia+riego) por el maíz durante los años 95, 96 y 97 en los tres períodos vegetativos y producción en Kg/ha (14% humedad).

TRATAM.	1995				1996				1997			
	mm 1	mm 2	mm 3	Kg/ha	mm 1	mm 2	mm 3	Kg/ha	mm 1	mm 2	mm 3	Kg/ha
RRR	383	132	132	11.946	275	148	298	7.819	249	78	267	10.218
RRR	283	132	132	8.696	275	148	298	3.270	249	78	267	9.729
RRR	233	132	132	7.217	275	148	298	7.815	249	78	267	10.476
RRN	233	132	0	6.942	275	148	27	1.379	249	78	67	8.488
RRN	283	132	0	7.621	275	148	27	3.254	249	78	67	8.384
RRN	233	132	0	6.595	275	148	27	2.835	249	78	67	7.967
RNR	233	0	132	43	275	26	298	1.852	249	18	267	9.533
RNR	233	0	132	2.689	275	26	298	867	249	18	267	7.229
RNR	383	0	132	9.078	275	26	298	1.750	249	18	267	8.473
RNN	383	0	0	3.545	275	26	27	3.792	249	18	67	6.503
RNN	383	0	0	3.340	275	26	27	1.860	249	18	67	8.904
RNN	383	0	0	3.916	275	26	27	2.469	249	18	67	8.996
NRR	0	132	132	4.755	20	148	298	1.467	69	78	267	7.822
NRR	50	132	132	4.199	20	148	298	2.117	69	78	267	7.214
NRR	0	132	132	4.631	20	148	298	2.598	69	78	267	8.296
NRN	0	132	0	410	20	148	27	1.392	69	78	67	4.628
NRN	0	132	0	2.165	20	148	27	769	69	78	67	3.764
NRN	50	132	0	2.769	20	148	27	446	69	78	67	5.741
NNR	0	0	132	35	20	26	298	698	69	18	267	3.113
NNR	0	0	132	694	20	26	298	421	69	18	267	2.559
NNR	50	0	132	1.885	20	26	298	267	69	18	267	320
NNN	150	0	0	4.626	20	26	27	105	69	18	67	609
NNN	50	0	0	413	20	26	27	55	69	18	67	996
NNN	0	0	0	182	20	26	27	105	69	18	67	320

Se ha hecho el estudio de la varianza de la cosecha en función del año y los tratamientos, y ha resultado que hay diferencias significativas de producción entre años, es decir, cada año ha tenido una producción media diferente, y las causas han podido ser varias, tales como diferentes fechas de siembra y consiguientemente nascencias, diferente compactación del suelo, funcionamiento desigual del riego, inundación involuntaria, distinta climatología, malas hierbas, etc. Los ocho tratamientos han reflejado las producciones expresadas en el siguiente cuadro:

TRAT	PROD. MEDIA Kg/ha
RRR	8.853 a
RRN	6.511 b
RNR	5.800 b
NRR	5.204 b
RNN	5.183 b
NRN	3.032 c
NNR	1.562 d
NNN	402 d

Producciones con letras distintas son estadísticamente diferentes con un 95% de probabilidad según el test de Duncan.

La lluvia caída en las tres campañas durante los períodos vegetativos del cultivo, ha resultado insignificante para el maíz, ya que en los tres períodos vegetativos resultó significativa la aplicación del riego. Por los resultados se aprecia que las mejores producciones se obtienen regando durante todo el ciclo vegetativo del maíz.

Para saber como afecta a la producción la cantidad de agua en cada período vegetativo, se han realizado las regresiones múltiples de las producciones de las tres campañas respecto a los mm de agua (riego + lluvia) recibidos por el cultivo en cada período 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 el maíz durante el crecimiento.
 - X_2 = mm de agua recibidos por el maíz durante la reproducción.
 - X_3 = mm de agua recibidos por el maíz durante la maduración.

Los coeficientes a, b y c (16,3 16,7 y 8 respectivamente) han resultado significativos al 99% y esto viene a indicar que el agua contribuye sólidamente al incremento de producción en los tres períodos vegetativos, si bien el coeficiente c, de menor valor, indica que el agua recibida por el cultivo durante la maduración influye menos en el incremento de cosecha. El agua de riego parece que se aprovecha mejor durante la floración y el crecimiento, según la función de producción obtenida.

$$\text{Producción (Kg/ha)} = 16,3 X_1 + 16,7 X_2 + 8 X_3 (r^2 = 0,48)$$

Esta función explica el 48% de la variación de la producción grano, respecto a los mm de agua (lluvia+riego) recibidos por el cultivo durante el ciclo vegetativo. Con arreglo a esta función de producción, cada mm de agua que recibe el maíz durante el crecimiento suponen 16,3 Kg/ha de grano, cada mm de agua durante la floración suponen 16,7 Kg/ha de grano, y cada mm durante la maduración suponen 8 Kg/ha de maíz grano.

Conclusiones.

La función de respuesta obtenida en este trabajo está basada en las condiciones que se han desarrollado los experimentos, y somos conscientes que en otras condiciones puedan variar los coeficientes que se puedan obtener, por lo que deben considerarse como orientativos.

El orden decreciente de producción depende de:

- 1.º Riego durante los tres períodos vegetativos.
- 2.º Riego durante dos períodos vegetativos o bien sólo durante crecimiento.
- 3.º Riego en un período vegetativo.
- 4.º No regar.

Información elaborada por:

Bercero Bercero, Angel Del Centro de Técnicas Agrarias. Montañana.

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 TÉCNICAS AGRARIAS:
Apartado de Correos 727 • 50080 Zaragoza • Teléfono 976 57 63 11, ext. 256.