

INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO DEL MAÍZ: CASO HÍBRIDOS BLANCOS

INFLUENCE OF THE PRECIPITATION ON MAIZE YIELD: CASE WHITE GRAIN HYBRIDS

Pedro Monasterio*, Pedro García*, Gleenys Alejos*, Alberto Pérez*,
Jacinto Tablante*, Waner Maturret* y Luís Rodríguez*

* Investigadores. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA- Yaracuy. Km 3 Sector La Ermita vía Aeropuerto Edificio Inia. San Felipe Edo. Yaracuy, Venezuela. E-mail: pmonasterio@inia.gob.ve; pgarcia@inia.gob.ve.

RESUMEN

Se utilizaron los valores de rendimiento de grano de maíz *Zea mays* L., (kg ha⁻¹) obtenido en ensayos regionales uniformes de híbridos blanco (ERUsHMB), con datos de 7 años de evaluación, en el Campo Experimental de la Estación Local Yaritagua del INIA Yaracuy, en El Rodeo municipio Peña del estado Yaracuy, ubicado a 10° 04' N, 69° 70' W, y 308 m.s.n.m.; y los registros de Precipitación (P) y Evapotranspiración (ETP) de la estación antes señalada, con el objetivo de determinar la influencia de la distribución de la precipitación sobre los rendimientos de los cultivares de maíz inscritos en los ERUsHMB, durante los ciclos de siembra 2000 al 2006. Se calculó la lámina de agua en el suelo a 20 cm de profundidad y la ETP se obtuvo por la fórmula de Hargreaves y Samani. El año con el rendimiento promedio más bajo (5 900 kg ha⁻¹) fue 2005, quien recibió 174,2 mm de lluvia en el período crítico y 521,6 en todo el ciclo del cultivo, mientras que el 2004 resultó el año que mostró los mejores rendimientos (8 300 kg ha⁻¹), con 315,2 mm de lluvia en el período crítico y 866,9 mm en todo el ciclo. Los años con mayores productividades correspondieron a aquellos donde hubo mayor precipitación durante las etapas de prefloración, floración y llenado de grano (período crítico) y viceversa. El año que mostró el mayor nivel de productividad también presentó una mejor distribución de lluvia durante todo el ciclo del cultivo. Los resultados sugieren que la cantidad de lluvia caída durante la etapa de prefloración ha llenado de grano, determinan los rendimientos de maíz en la zona de estudio.

Palabras Clave: Distribución de lluvia; rendimiento; híbridos; *Zea mays* L.; Yaracuy; Venezuela.

SUMMARY

Regional uniform tests with white maize, *Zea mays* L., hybrids (URTswMH) were evaluated during seven years in the field of the Local Experimental Station of Yaritagua, INIA Yaracuy, located in El Rodeo municipio Peña, of Yaracuy state, at 10° 04' N, 69° 70' W, and 325 mosl. Maize grain yield (kg ha⁻¹) of these test, Precipitation (P) and Evapotranspiration (ETP) registered in the location formally described, were used to determine the influence of the rain distribution on the yields of the maize cultivars evaluated in the URTswMH during the period 2000-2006. Soil water level at 20 cm depth was calculated and the ETP was obtained with the Hargreaves y Samani (1985) formula. The year with the lowest mean yield (5 900 kg ha⁻¹) was 2005, with a rainfall of 174,2 mm in the critical period and 521,6 mm during the total period of the crop, meanwhile the year 2004 showed the highest yields (8 300 kg ha⁻¹), with 315,2 mm of rain in its critical period and 866,9 mm during the total period of the crop. The years with highest productivity, corresponded to those who received higher P during prebloom, bloom and grain full (critical period) and viceversa. The year that showed the highest level of productivity also presented a better rainfall distribution during the total crop cycle. These results suggest that the maize yield obtained in this study depended on the amount of rain that occurs during prebloom to grain full period.

Key Words: Rain distribution; yield; hybrids.

RECIBIDO: septiembre 10, 2007

ACEPTADO: septiembre 26, 2007

INTRODUCCIÓN

El maíz, *Zea mays* L., se cultiva en Venezuela en casi todo el territorio nacional, existiendo 4 zonas que representan más del 90% de la producción. El Valle Medio del Río Yaracuy es el asiento de la producción de maíz en el estado, que actualmente representa el primer cultivo rural y el segundo en la economía estatal, ocupando el 14% del área total de siembra.

La producción de maíz presenta múltiples problemas derivados del uso de zonas agroecológicas con marcadas diferencias en cuanto a las características físicas y químicas de los suelos, regímenes pluviométricos y altitud (Cabrera y García, 1999). El rendimiento del cultivo está fuertemente influido por el comportamiento de la precipitación y el déficit hídrico causa mayor impacto sobre el rendimiento en grano cuando ocurre en floración (Bergamaschi *et al.*, 2006).

El objetivo de este trabajo fue determinar la influencia de la distribución de la precipitación en el ciclo de cultivo sobre el rendimiento de los cultivares inscrito en los ensayos regionales uniformes de híbridos de maíz de grano blanco (EURHMB), durante los ciclos de siembra 2000 al 2006, en el Campo Experimental del INIA Yaracuy, El Rodeo, municipio Peña en el estado Yaracuy.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la investigación se utilizaron los registros meteorológicos, generados por la estación agrometeorológica ubicada en el Campo Experimental de la Estación Local Yaritagua del INIA-Yaracuy, municipio Peña, coordenadas 10° 04' de latitud norte y 69° 07' longitud oeste, a 308 m.s.n.m., durante los años 2000 al 2006. Igualmente se utilizó el rendimiento (kg ha⁻¹) del maíz generado por los cultivares evaluados en los ERUHMB, establecidos en el referido campo experimental durante el mismo período. Para el balance hídrico se calculó la lámina de almacenamiento de agua en el suelo a 20 cm de profundidad y la evapotranspiración potencial (ETP) se calculó por la fórmula de Hargreaves y Samani (1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio anual de precipitación pluvial fue de 974 mm., distribuida en forma unimodal (ver Figura). El año más lluvioso fue 2003 (1133 mm), seguido de

2004 (1103 mm) y 2000 con 1050 mm; sin embargo, los años que presentaron el mayor aporte de agua durante los meses de mayo y junio, lo cual coincide con la etapa de desarrollo vegetativo del cultivo fueron 2003 y 2004, en los que se presentaron valores acumulados de 529,20 y 538,30 mm al mes de junio, respectivamente. Esta cantidad de lluvia caída durante estos dos meses es suficiente para suplir todas las necesidades del cultivo en la etapa de desarrollo vegetativo (Ojeda *et al.*, 2006; Laffite, 2001).

Los años con mayores productividades promedio coincidieron con aquellos en los cuales hubo mayor precipitación durante las etapas de prefloración, floración y llenado de grano (período crítico) y viceversa (ver Cuadro).

El año que presentó el rendimiento promedio más bajo fue el 2005, obteniendo un acumulado de 174,2 mm de lluvia en el período crítico y 521,6 en todo el ciclo del cultivo, mientras que el 2004 mostró los mejores rendimientos, con un acumulado de 315,2 mm en el período crítico y 866,9 mm en todo el ciclo (ver Cuadro). Además se observa que el año 2004 presentó la mejor distribución de lluvia, supliendo las demandas de ETR.

Por otro lado, los años 2000 y 2003 (6 700 kg ha⁻¹), presentaron menor rendimiento que el 2004, a pesar de recibir cantidades similares de lluvias a éste. Es posible que se debió al exceso observado durante el período vegetativo.

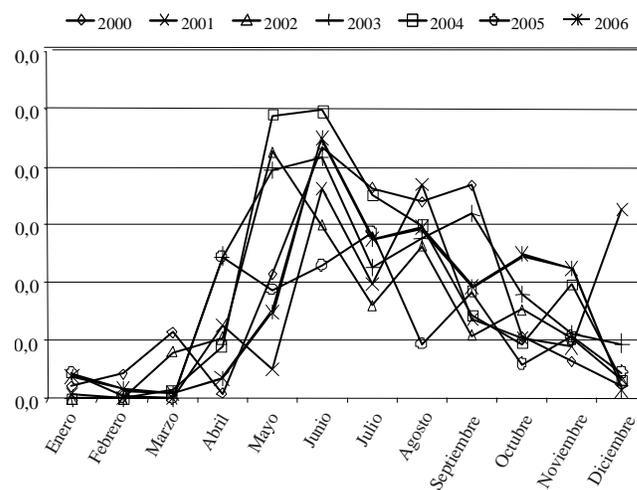


FIGURA. Precipitación media mensual en la estación meteorológica en la estación local Yaritagua del INIA - Yaracuy durante los años 2000-2006.

CUADRO. Balance hídrico, precipitación acumulada en el ciclo del cultivo y acumulada en el período crítico, y rendimientos de maíz obtenidos en los ciclos de siembra 2000 al 2006 en el Campo Exp. Estación local Yaritagua, del INIA - Yaracuy. El Rodeo, municipio Peña del Estado Yaracuy. Año 2007.

Año	Variable	Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Total	Ren. kg ha ⁻¹
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
2000	Ciclo																					828,4	6,700
	Precip.	17,8	12	28,9	41	48,4	63,8	7,3	98,7	57,3	10,3	30	83,8	39,5	27	73,3	27,3	57,9	48,9	21,2	34,5		
	ETR	17,8	12	28,9	41	30,9	27,9	22,8	40,4	30,2	25,8	28,84	46,86	29,9	28,5	30,4	42,8	30,2	32,2	31,1	40		
	Almac.*	0	0	0	0	15,5	15,5	0	15,5	15,5	0	1,2	15,5	15,5	14	15,5	0	15,5	15,5	5,6	0		
2001	Ciclo																					628,2	6,300
	Precip.	14,4	14	11,2	60,4	74	9	37,1	60,4	19,5	57	10,5	11,9	69,3	42,8	60,3	7,7	29,1	10,1	29,1	0		
	ETR	14,4	14	11,2	50,4	27,7	24,5	31	38,3	30,2	28,6	26	11,9	28,8	28	29,1	23,2	29,1	10,1	29,1	0		
	Almac.*	0	0	0	10	15,5	0	6,1	15,5	4,8	15,5	0	0	15,5	15,5	15,5	0	0	0	0	0		
2002	Ciclo																					629,4	6,100
	Precip.	13,6	38	29,8	132	21,1	32,3	71,4	24,1	15,9	14	23,6	27,1	6,7	16,3	50,1	58,8	12,7	21,4	8,5	11,6		
	ETR	13,6	31	33,7	48,3	30,9	31,9	28,8	39,7	15,9	14	23,6	27,1	6,7	16,3	30,5	48,5	28,2	21,4	8,5	11,6		
	Almac.*	0	7,1	3,19	15,5	5,7	6,1	15,5	0	0	0	0	0	0	0	15,5	15,5	0	0	0	0		
2003	Ciclo																					815,3	6,700
	Precip.	0	67	63,7	68	23	76,7	51,4	56,8	15,5	32,5	3,8	61	54,5	51,5	0	32,2	0	80,3	39,7	38,1		
	ETR	0	27	28,1	45	28,6	29,5	27	42	29,2	31,9	6,2	47,7	29,1	29	15,5	32,2	0	29,6	30,3	40,3		
	Almac.*	0	16	15,5	15,5	9,9	15,5	15,5	15,5	1,8	2,4	0	13,3	15,5	15,5	0	0	0	15,5	15,5	13,3		
2004	Ciclo																					866,9	8,300
	Precip.	50,6	74	89	30,8	56,6	81,5	21,2	90,4	35,7	63,1	58,7	17,5	12,1	20,8	84,6	31,2	8,3	1,2	37,4	2,1		
	ETR	29,5	31	30,2	46,3	29,5	27,9	28,8	43,4	31,9	31,1	24,9	33	12,1	20,8	32	46,7	8,3	1,2	36,7	2,82		
	Almac.*	15,5	16	15,5	0	15,5	15,5	7,9	15,5	15,5	15,5	15,5	0	0	0	0	15,5	0	0	0	0,72		
2005	Ciclo																					521,6	5,900
	Precip.	3,9	40	9	41,5	23,5	19,3	89,4	12,3	72,6	1,8	34,4	35,1	24,1	0	13,2	9,6	37,8	7,6	4,8	42		
	ETR	3,9	31	17,5	41,5	23,5	19,3	33,7	27,8	30,5	17,3	30,31	39,19	24,1	0	13,2	9,6	31,9	13,6	4,8	41,9		
	Almac.*	0	8,5	0	0	0	0	15,5	0	15,5	0	4,09	0	0	0	0	0	5,95	0	0	0,06		
2006	Ciclo																					668,3	6,180
	Precip.	14,6	31	20,2	8,1	28,6	112	36,4	48,6	25,6	61,9	21	29,6	10,7	48,5	34	41	6,7	12,6	72,7	4,5		
	ETR	15	28	22,9	8,1	28,6	28,5	28	38	26,3	27,7	27,7	38,4	10,7	30	32,1	46,4	16,8	12,6	30,3	20		
	Almac.*	0	2,7	0	0	0	15,5	16	16	14,8	15,5	8,8	0	0	16	15,5	10,1	0	0	15,5	0		

* Capacidad de almacenamiento del suelo: 15,5 mm de agua; + Cantidad de lluvia acumulada en el período crítico.

Ciclo vegetativo Floración - Polinización Llenado del grano hasta pastoso Maduración fisiológica

Los años que presentaron menores rendimientos (2002, 2005 y 2006), también se observó déficit hídricos en los días antes y durante la floración (ver Cuadro). Estos resultados concuerdan con lo señalado por Laffite (2001), quien refiere que los déficit hídricos que ocurren durante la etapa floración tienen un efecto multiplicador sobre el rendimiento, aparentemente porque reducen la formación de reserva.

También Bergamaschi *et al.* (2006), encontraron que el déficit hídrico ocurrido durante la floración tuvo un mayor impacto sobre el rendimiento. Por otro lado, Carvallo *et al.* (2004), refieren que las fases más sensibles del cultivo de maíz al déficit hídrico, en orden decreciente son: floración, llenado de grano y desarrollo vegetativo.

Estos resultados sugieren que la cantidad de lluvia caída en la zona de estudio durante la etapa de prefloración a llenado de grano, determinan significativamente los rendimientos de maíz en la zona de estudio, lo cual coincide con trabajos previos (Bergamaschi *et al.*, 2006; Carvallo *et al.* (2004), los cuales señalan una marcada influencia negativa sobre el rendimiento de maíz cuando se presentan déficit hídricos durante esta etapa.

Los valores medios de insolación (no mostrados) no reflejaron ninguna relación sobre el comportamiento del rendimiento de maíz en los ciclos estudiados, lo cual sugiere que las diferencias en el rendimiento observados entre los años están más relacionadas con la distribución de agua en el ciclo del cultivo que con el número de horas luz disponibles.

CONCLUSIONES

- Los años con mayores productividades promedio correspondieron a aquellos en los cuales hubo mayor precipitación durante el período crítico del cultivo.
- Los resultados sugieren que la cantidad de lluvia caída durante la etapa de prefloración a llenado de grano, determinan significativamente los rendimientos de maíz en la zona de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Bergamaschi, H., G. A. Dalmago, F. Comiran, J. I. Bergonci, A. Muller, S. Franca, A. Santos, B. Radin Biachi C. e P. Pereira. 2006. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. *Pesq. Agropec. Bras.* 41(2):243-249 p.
- Cabrera, S. y P. García. 1999. El cultivo de maíz en Venezuela. **In:** Memorias XVIII Reunión Latinoamericana del Maíz. 22 a 27 de agosto de 1999. Sete Lagoas – Mina Gerais – Brasil. EMBRAPA, CIMMYT. 150-160 p.
- Carvallo, M. R. Soratto, M. Athayde O. Arf e M. As de. 2004. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. *Pesq. Agropec. Bras.* 39(1):47-53 p.
- Hargreaves, G. H. and Z. A. Samani. 1985. Reference crop evapotranspiration from temperatura. *Applied Eng. in Agric.* 1(2):96-99 p.
- Laffite, H. R. 2001. Estreses abióticos que afectan al maíz. **In:** El maíz en los trópicos. Paliwal, Laffite, Granados y Violic (Edres.). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 2001. <http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s00.HTM>. [Consulta: julio 30, 2007].
- Ojeda, B. W., E. S Fuentes I, y H. Unland W. 2006. Programación integral de riego en maíz en el norte de Sinaloa, México. *Agroc.* 40:13-25.