

ESTIMACIÓN DE RENDIMIENTOS MÁXIMOS DE MAÍZ A PARTIR DE VARIABLES CLIMÁTICAS PARA ALGUNAS LOCALIDADES DEL NOROESTE ARGENTINO (NOA)

César M. Lamelas¹, Jorge D. Forciniti² y Daniel Gamboa³

Introducción

El área de producción de granos del Noroeste Argentino (NOA) abarca alrededor de 874.000 has, INTA-CONAE(2002), distribuidas en las provincias de Salta, Tucumán, Catamarca y Santiago del Estero. La producción en secano esta condicionada por el régimen de precipitaciones, que concentra más del 80% del total anual en el período octubre-marzo. En esta zona, así como en otras regiones del país, el maíz representa prácticamente la única alternativa para mantener los esquemas de rotación con soja que contribuyen a la sustentabilidad del sistema de producción. Por otra parte, la incorporación de sistemas de riego presurizados habilitó la posibilidad de siembras de maíz de primavera.

En condiciones de disponibilidad de humedad y nutrientes sin restricciones y óptimo manejo agronómico, el crecimiento y rendimiento del maíz dependen de la radiación y temperatura. Altos niveles de producción se logran con: a) altas radiaciones solares que posibilitan altas tasas de crecimiento diarias, b) temperaturas diurnas óptimas para el proceso fotosintético y c) temperaturas nocturnas bajas que retardan el desarrollo y aumentan los días de fotosíntesis (ANDRADE, 1992; RUIZ et.al., 1992).

Las variaciones en los rendimientos máximos entre regiones se deben a las diferencias en las condiciones climáticas que no son controlables, por lo que su conocimiento contribuirá a eficientar el uso de insumos.

En este marco de ideas, se propuso aplicar la metodología desarrollada por ANDRADE (1992) para estimar el potencial productivo del maíz en el NOA en comparación con otras regiones de Argentina y del mundo.

Material y métodos

Los modelos de estimación de rendimientos máximos aplicados fueron los siguientes:

Modelo A $y = 10,88 + 0,67 Ra - 0,63 T$
 $R^2 = 0,91$

Modelo B $y = 12,23 + 0,79 Ra - 0,71 T - 0,16 AT$
 $R^2 = 0,93$

Modelo C $y = 0,38 + 6,87 Q$
 $R^2 = 0,88$

Las variables climáticas utilizadas fueron temperatura media diaria (T), radiación solar global media diaria (Ra), amplitud térmica media (AT) y cociente fototermal (Q), calculado como $Ra / (T - t_b)$, donde t_b es la temperatura base de crecimiento para maíz igual a 8 °C.

Se trabajó con datos oficiales de localidades del NOA, publicados por el Servicio Meteorológico Nacional (2,3,4,5,6), a los que se agregaron los generados por la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes y los reportados por ANDRADE (1) para la zona central del país y del mundo.

Se consideraron dos épocas de siembra: a) primavera (P) con siembra a comienzos de setiembre y período crítico en el bimestre octubre - noviembre y b) estación (E) con siembra en diciembre y período crítico en enero-febrero.

Los rendimientos estimados, para todas las localidades, se expresaron como rendimientos máximos relativos respecto del más alto (100 %), del mundo o de Argentina, según la escala geográfica comparativa. Este criterio exhibe de mejor manera las diferencias entre localidades debidas a las condiciones climáticas.

Tabla 1. Localidades del mundo y de Argentina, rendimientos máximos relativos y variables climáticas correspondientes.

LOCALIDADES DEL MUNDO Y CENTRO-ESTE ARGENTINO						
País	Localidad	RDTO (1)	T (2)	Ra (3)	AT (4)	Q (5)
Argentina	Balcarce	75,7	19,0	21,2	13,4	1,9
Argentina	Pergamino	73,8	20,9	22,5	14,5	1,7
Argentina	Hilario Ascasubi	76,7	20,2	22,6	15,4	1,9
Argentina	Viedma	86,2	19,4	24,3	14,3	2,1
USA	Colorado	95,8	19,0	26,4	18,0	2,4
USA	Florida	58,7	24,2	21,7	11,7	1,3
USA	Illinois	62,6	22,8	21,4	12,0	1,5
USA	Hawaii Mayo	44,9	24,9	18,8	5,0	1,1
USA	Hawaii Diciembre	27,7	22,2	11,8	5,0	0,8
USA	Kentucky	61,4	22,4	20,7	12,0	1,4
USA	C.Davis	95,2	21,5	28,6	19,5	2,1
USA	C.Greenfield	78,4	19,1	22,0	18,0	2,0
Chile	Chile Central	100,0	17,3	25,9	17,0	2,8
India	ICRISAT	28,9	25,8	15,5	7,8	0,9
Méjico	Poza Rica	37,2	26,5	18,3	11,4	1,0
Méjico	Italtizapan	64,6	23,2	22,3	21,3	1,5
Australia	Katherine	55,2	27,7	24,1	8,0	1,2
Francia	Pau	65,6	19,1	18,7	12,7	1,7
NOROESTE ARGENTINO						
Provincia	Localidad	RDTO (1)	T (2)	Ra (3)	AT (4)	Q (5)
Tucumán	S.M.Tucumán PM	56,3	21,8	18,8	12,1	1,4
Tucumán	S.M.Tucumán EM	47,6	24,4	19,1	10,3	1,2
Tucumán	S.M.Tucumán PC	55,6	21,8	18,7	12,1	1,4
Tucumán	S.M.Tucumán EC	47,0	24,4	18,9	10,3	1,1
Tucumán	Famailá P	54,8	21,7	18,4	13,3	1,3
Tucumán	Famailá E	44,8	24,6	18,5	10,8	1,1
Tucumán	La Cocha P	56,1	21,8	18,7	12,9	1,4
Tucumán	La Cocha E	51,1	24,4	19,9	11,6	1,2
Sgo. del Estero	Santiago P	51,3	23,6	19,2	15,1	1,2
Sgo. del Estero	Santiago E	44,8	26,6	20,4	13,3	1,1
Sgo. del Estero	Campo Gallo P	49,5	24,6	19,7	17,0	1,2
Sgo. del Estero	Campo Gallo E	42,2	27,3	20,3	15,1	1,1
Catamarca	Catamarca P	51,3	24,7	20,3	13,8	1,2
Catamarca	Catamarca E	45,3	26,9	20,7	12,5	1,1
Salta	Salta P	58,8	19,8	17,6	14,3	1,5
Salta	Salta E	50,5	21,4	16,9	10,9	1,3
Salta	Orán P	35,8	25,2	16,7	13,4	1,0
Salta	Orán E	35,2	26,4	17,7	10,5	1,0
Salta	Tartagal P	42,5	24,6	17,9	13,6	1,1
Salta	Tartagal E	43,5	25,5	19,0	10,7	1,1
Salta	Rivadavia P	43,4	26,4	19,8	14,7	1,1
Salta	Rivadavia E	37,2	28,5	20,2	13,3	1,0
P: Primavera E: Estación M: Radiación global medida C: Radiación global calculada; 1: %; 2: °C; 3: (MJ m ⁻² día ⁻¹); 4: °C; 5: (MJ m ⁻² día ⁻¹ a ⁻¹)						
Fuente de datos: Andrade, EEAOC y SMN.						

¹ Ing. Agr. Jefe de Sección Agrometeorología, EEAOC. E-mail: agrometeorología@eeaoc.org.ar

² Téc. Elec. Sección Agrometeorología, EEAOC.

³ Ing. Agr. Sección Granos, EEAOC.

Si bien se aplicaron los tres modelos propuestos a los datos del NOA, en este trabajo sólo se muestran los resultados del modelo A, que utiliza radiación y temperatura media.

Resultados y discusión

Potencial productivo de Argentina con relación a otras regiones productoras del mundo

La tabla 1 muestra las localidades involucradas, sus datos climáticos y los resultados del modelo seleccionado.

El valor 100 corresponde a la zona central de Chile, que es la región de más alto nivel productivo a escala mundial. Puede verse que, además de esta región, sólo Colorado y C. Davis exceden al límite superior de potencial productivo de la Argentina (Viedma). En tanto que, los rendimientos de Hawaii en diciembre y CRISAT (India) se ubican por debajo del límite inferior de rendimientos para la Argentina (Orán E).

Potencial productivo del NOA con relación a la zona Centro-Este de Argentina.

La Tabla 2 muestra los rendimientos máximos relativos para el NOA, para las dos épocas de siembra consideradas, agregándose como referencia los datos de la zona Centro-Este del país.

Para siembras de primavera, el mayor potencial productivo del área Centro-Este se explicaría por niveles de radiación más altos, temperaturas medias más bajas y mayores amplitudes térmicas que la mayoría de las localidades del NOA. En esta última región, la localidad de Salta muestra el mayor potencial productivo (68%), adjudicable principalmente a temperaturas medias más bajas que el resto de las localidades. Para la provincia de Tucumán, las localidades seleccionadas muestran valores de potencial productivo bastante uniformes (alrededor del 65%), los que a su vez superan al resto de las localidades del NOA. Orán, Tartagal y Rivadavia conforman el grupo de menor potencial productivo relativo (42 al 50 %). Para las dos primeras las limitantes serían las elevadas temperaturas y menor radiación, mientras que la tercera localidad es la de temperaturas más altas.

En siembras de estación el potencial productivo para la región del NOA disminuye, en general, con respecto a las siembras de primavera. Asimismo, la caída de los rendimientos es variable, mostrando diferencias importantes entre localidades. Esta situación estaría determinada principalmente por un crecimiento de las temperaturas medias.

Para las localidades tucumanas la caída del potencial productivo se ubica entre 6 y 11 puntos de rendimiento relativo, incrementándose las diferencias entre ellas (52% al 60%). Además, en esta época La Cocha aparece con el rendimiento relativo más alto de la región, superando ligeramente a Salta. Orán y Rivadavia son las localidades con menor potencial productivo de la región, como consecuencia de sus elevadas temperaturas a lo que se suma un menor goce de radiación para la primera localidad mencionada.

Se destaca que, en contraposición al resto de las localidades, Tartagal muestra un leve incremento del potencial productivo relativo, lo que podría explicarse por un efecto positivo de radiación algo mayor y un reducido crecimiento de las temperaturas medias.

Tabla 2. Rendimientos máximos relativos y variables climáticas para dos épocas de siembra en el NOA y el área Centro-Este del país.

LOCALIDADES DE REFERENCIA DEL CENTRO-ESTE		
LOCALIDAD	RTO RELATIVO	
Viedma	100,0	
Balcarce	87,8	
Pergamino	85,6	
Hilario Ascasubi	89,0	
LOCALIDADES DEL NOA		
LOCALIDAD	RTO RELATIVO	
	Primavera	Estación
S.M.Tucumán M	65,4	55,3
S.M.Tucumán C	64,5	54,5
Famailla	63,6	52,0
La Cocha	65,0	59,3
Santiago	59,5	52,0
Campo Gallo	57,4	49,0
Catamarca	59,6	52,6
Salta	68,2	58,6
Orán	41,6	40,9
Tartagal	49,4	50,4
Rivadavia	50,4	43,2

Conclusiones

Los resultados obtenidos indican que:

- Los rendimientos relativos máximos de maíz para el país se ubican en un rango que va del 86% al 35% del valor más alto del mundo (Chile Central).
- Los rendimientos relativos máximos de maíz para el NOA varían entre un 68% y un 41% del valor más alto del país (Viedma).
- Los rendimientos relativos máximos de maíz para la Provincia de Tucumán varían en un rango que va del 96% al 76% del valor más alto del NOA (Salta).
- En el NOA, en general, las siembras de primavera muestran rendimientos relativos máximos más altos que las siembras de estación, a excepción de Tartagal.
- La aplicación del modelo teórico para la estimación de rendimientos máximos del NOA, resulta una primera aproximación que debería validarse mediante investigaciones locales.

Referencias bibliográficas

- ANDRADE, F. H. 1992. Radiación y temperatura determinan los rendimientos máximos de maíz. Bol. Téc. 106. EEA. Balcarce.
- INTA-CONAE. 2002. Monitoreo de cultivos del Noroeste Argentino a partir de sensores remotos. 1er. Inf. Av. 25 pp.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. 1958. Estadísticas Climatológicas 1941-50. Pub. B1, N°3.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. 1980. Estadística climatológica 1951-60. Serie B, N°6. 6ª Ed.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. 1985. Estadística climatológica 1961-70. Estad. N°35. 2ª Ed.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. 1986. Estadísticas Meteorológicas 1971-80. Est. N°36. 1ª Ed.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. 1992. Estadísticas Climatológicas 1981-90. Ser. B - N°37.
- RUIZ, R.A., G.NICOLINI, M.OTEGUI y P.A. DODDS. 1992. Elaboración del rendimiento del cultivo de maíz ante variaciones estacionales de la radiación y la temperatura. Actas V Cong.Nac. Maíz 1992. Pergamino. II 76-85.