

# ESTIMACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS DE MAÍZ EN FUNCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN

Juan Pablo MONZON<sup>1</sup>, Víctor Osvaldo SADRAS<sup>2</sup>, Horacio FORJAN<sup>3</sup>, Fernando ANDRADE<sup>4</sup>

## Introducción

El número de granos por unidad de superficie, principal componente de rendimiento del maíz, se define durante el período que se extiende desde 15 días antes hasta 15-20 días después de floración (KINIRY & RITCHIE, 1985). Es por ello que deficiencias hídricas durante este período causan las mayores pérdidas de rendimiento (ANDRADE & SADRAS, 2000). CALVIÑO *et al.* (2003), evaluando el rendimiento de maíz en sistemas de secano en el sudeste de la pampa húmeda, encontraron que más del 84% de la variación en el rendimiento fue explicada por la disponibilidad de agua durante un período centrado en la floración.

La cantidad de agua disponible para un cultivo durante un período determinado depende de varios factores incluyendo i) el agua disponible en el suelo al momento del inicio del período, y ii) las precipitaciones durante dicho período. Estos dos factores serán objeto de estudio en este trabajo.

Uno de los métodos para analizar la variación en los rendimientos consiste en el uso de modelos simples basados en pocas variables ambientales de importancia, por ej: la disponibilidad hídrica alrededor del período crítico del cultivo (CALVIÑO *et al.*, 2003).

El objetivo de este trabajo es analizar el rendimiento de maíz en función de las lluvias alrededor de floración y las lluvias previas a dicho período.

## Materiales y métodos

Los datos utilizados provienen de la Red Oficial de Ensayos Territoriales (ROET) realizada en Barrow, ubicado en el sudeste de la pampa húmeda para el período 1986-2002. Se utilizaron solo los híbridos de mayor rendimiento (cuartil superior).

El promedio de lluvias en Barrow para el período octubre-marzo en los últimos 16 años es de 505mm. El suelo es franco-arcilloso con un manto calcáreo a 70cm de profundidad y capacidad de almacenaje de agua útil de 95mm.

Los datos fueron corregidos a rendimientos constante de la campaña 1999-2000 por la tendencia observada a lo largo de los años, adjudicada a diferencias de manejo y mejora genética.

La relación entre el rendimiento (Y) y las lluvias ocurridas en un período que abarca desde 30 días antes hasta 20 días después de la fecha de

panojamiento (W) (CALVIÑO *et al.*, 2003), fue descripta por el modelo:

$$Y = a [1 - e^{-(W-W_0)/b}] \quad (\text{ec. 1})$$

donde a = rendimiento en grano sin déficit de agua (kg/ha),  $W_0$  = umbral de W para la fijación de granos (mm), y b = grado de curvatura ( $\text{mm}^{-1}$ ).

El total de datos disponibles para Barrow fue de 202. Se ajustó la ecuación 1 (i) usando el conjunto total de los datos, y (ii) los datos divididos en dos clases según las lluvias ocurridas entre 90 días y 30 días antes de la fecha de floración masculina fuesen superiores o inferiores a 155 mm. Este umbral permite dividir los datos en dos clases del mismo tamaño. Se utilizó un 75% de los datos para calibrar el modelo y el resto para validación.

La precisión de las predicciones del modelo fue evaluada mediante el rendimiento promedio, el desvío estándar, el coeficiente de correlación ( $R^2$ ), la raíz del cuadrado medio del error, (RMCE) y el error relativo (ER), que es la  $\text{RMCE} \times 100 / \text{promedio}$  de los valores observados (KOBAYASHI & SALAM, 2000).

## Resultados y discusión

Los coeficientes de la ecuación 1 se presentan en la Tabla 1. W explicó entre un 45 y 81% de la variación en rendimiento. El ajuste del modelo discriminando los datos según las lluvias previas a floración fuesen mayores o menores a 155 mm disminuyó la suma de cuadrado de la regresión (471,6 vs. 333,8). El modelo ajustado para el caso 2 presentó mayores valores de  $W_0$  y  $R^2$  que en el caso 3 (Tabla 1). Por lo tanto a medida que el cultivo de maíz es más dependiente de W, debido a menores lluvias previas, el ajuste del modelo mejora y el umbral de W para la fijación de granos es mayor (Tabla 1).

**Tabla 1.** Coeficientes del modelo (ecuación 1), coeficiente de determinación ( $R^2$ ) número de datos (n) y suma de cuadrados de la regresión (SCR).

Caso	a	$W_0$	b	$R^2$	n	SCR $\times 10^6$
1-Barrow*	13640	4,4	118	0,67	152	471,6
2-Barrow <155	13639	3,6	148	0,81	76	140,8
3-Barrow >155	13640	-14,6	112	0,45	76	192,8

\*1: todos los datos, 2: precipitación en el período comprendido entre 90 días y 30 días antes de la fecha de panojamiento <155mm, 3: precipitación en el período comprendido entre 90 días y 30 días antes de la fecha de panojamiento >155mm.

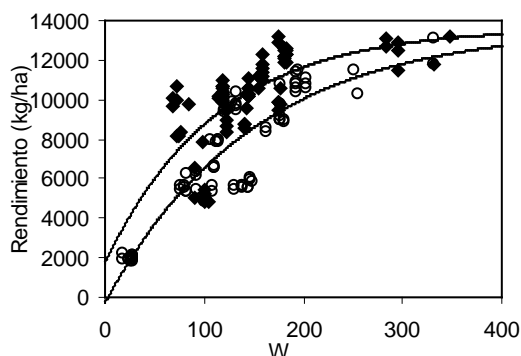
<sup>1</sup> Alumno de Postgrado en Agronomía, Universidad Nacional de Mar del Plata. Becario CONICET. cc 276 km. 73.5 Balcarce, Bs. As. ARGENTINA. email: jpmonzon1978@hotmail.com.

<sup>2</sup> CSIRO & APSRU, Adelaide AUSTRALIA.

<sup>3</sup> Chacra Experimental Agropecuaria Barrow-INTA.

<sup>4</sup> Dr. Prof. Tit. Ecofisiología de Cultivos. UNMDP.

El modelo utilizado permitió representar satisfactoriamente la tendencia y la variabilidad de los rendimientos (Figura 1 y Tabla 2).



**Figura 1.** Rendimiento en función de las lluvias ocurridas en un período que abarca desde 30 días antes hasta 20 días después de la fecha de panojamiento (W). Símbolos abiertos precipitación en el periodo comprendido entre 90 días y 30 días antes de la fecha de floración <155mm, y símbolos llenos precipitación en el periodo comprendido entre 90 días y 30 días antes de la fecha de panojamiento >155mm.

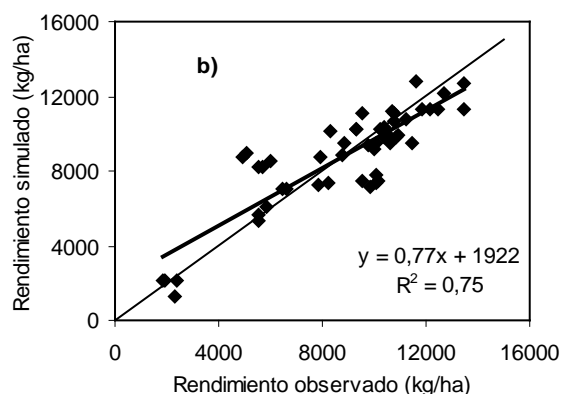
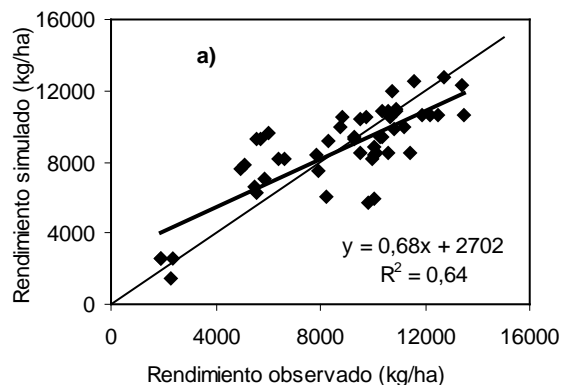
Tabla 2. Valores promedio obtenidos en la evaluación del modelo. 1: sin considerar las lluvias previas a floración y 2: considerando lluvias previas a floración

	1		2	
	O*	S	O	S
n	50			
Rendimiento	8799	8714	8799	8719
Desvest	2956	2549	2956	2667
RMCE	1780		1490	
ER	20,2		16,9	

\*O=observado, S=simulado.

El modelo ajustado al conjunto de datos explicó un 64% de la variación en rendimiento, pero tiende a sobrestimar los valores bajos de rendimiento y a subestimar los altos. Esto se evidencia en la ordenada de origen (2702) y en la pendiente (0,68) de la recta en la Figura 2a.

La consideración de lluvias previas a floración, mejora el ajuste del modelo, que nos permite explicar un 75% de la variación en rendimiento. La ordenada al origen se reduce, la pendiente se acerca más a uno (Figura 2b) y la RMCE y el ER se reducen (Tabla 2).



**Figura 2.** Rendimiento observado en función del rendimiento simulado para a) modelo sin considerar las lluvias previas a floración y b) modelo considerando las lluvias previas a floración. Se muestra la línea  $y = x$ .

## Conclusión

Las lluvias alrededor de floración son determinantes del rendimiento de maíz y las lluvias previas a este período mejoran el ajuste del modelo.

El modelo utilizado (ec. 1) mostró ser una herramienta útil en el análisis y estimación de los rendimientos de maíz. Por su simplicidad constituye una herramienta accesible para que productores puedan realizar estimaciones confiables de rendimiento en condiciones similares a las consideradas.

## Bibliografía

- ANDRADE F.H., V.O. SADRAS. 2000. Efectos de la sequía sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos. p. 173-206. En: Andrade, F.H., Sadrás, V.O. (Eds). **Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja**. Ed. Medica Panamericana S.A.
- CALVIÑO, P.A., F.H. ANDRADE; V.O. SADRAS. 2003. Maize yield as affected by water availability, soil depth and crop management. **Agron. J.** 95:275-281.
- KINIRY, J.R.; J.T. RITCHIE. 1985. Shade-sensitive interval of kernel number of maize. **Agron. J.** 77: 711-715.
- KOBAYASHI, K.; M.US. SALAM. 2000. Comparing simulated and measured values using mean squared deviation and its components. **Agron. J.** 92:345-352.