

MANEJO DEL AGUA DE RIEGO EN EL CULTIVO DE MAIZ EN LA ZONA NORTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Totis de Zeljkovich, L.E.; Zeljkovich, V.J. y Perez, O. G.
INTA. Estación Experimental Agropecuaria Pergamino.
CC 31 (2700) Pergamino, Buenos Aires, Argentina.
e-mail: perclim@inta.gov.ar

SUMMARY

A PC software "Yacu" was applied to analyze maize water balance and to decide when to irrigated and how many inches of water to apply, at a farm field (Acevedo, Bs. As. province) on a Pergamino silt-loam (Typic Argiudol). The results shown that Yacu improve the irrigation strategies for corn crops. Also, contributed to choose the best economical and sustentable strategies.

Key Words: software, irrigation water supplied, maize.

INTRODUCCION

El manejo eficiente del agua y la planificación de las prácticas que involucra la aplicación de la tecnología del riego complementario en la región pampeana, determina la necesidad de conocer los requerimientos de riego de los cultivos y el balance hídrico a través de las diferentes etapas de sus ciclos.

La información reunida en la E.E.A. Pergamino (INTA) durante más de 20 años de investigaciones sobre las necesidades de agua de los distintos cultivos, la demanda de la atmósfera y el agua aportada por el suelo según sus características físicas (capacidad de campo: CC, punto de marchitez permanente: PMP, etc), ha permitido desarrollar el programa YACU para computadoras personales (Totis et al., 1996). Este programa, de uso sencillo, permite calcular el momento y la cantidad de agua de riego a aplicar durante el ciclo de los cultivos, y pronosticar la evolución del consumo de agua de las plantas y el almacenaje de agua en el suelo. La información necesaria comprende la CC y el PMP del suelo explorado por las raíces, el contenido de agua en el suelo al comienzo del ciclo (CIA) del cultivo, el nivel de riego (NR) o límite inferior de agua útil del suelo en el cual el usuario decidió mantenerlo, y ca-

da 5 días, el total de lluvias y temperatura media del aire.

En este trabajo se presentan los resultados de la aplicación del Yacu, como herramienta para el manejo del riego en el cultivo de maíz, en un campo de productores de la zona norte de la Provincia de Bs As.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizó el Yacu para determinar el momento y la cantidad de agua de riego a aplicar en el cultivo de maíz durante el período agrícola 1995-96, en una experiencia de riego con un equipo de pivote central, ubicada en el campo del Sr. Germinal Buchaca de 350 has en la localidad de Acevedo.

Figura N°1:



El caudal provisto por tres bombas fue de 330.000 litros por hora y la posibilidad del equipo de 5,1 mm/día para cada posición de 154 has.

Las situaciones fueron las siguientes:

- sin riego, en el área fuera de los círculos del pivote,
- con riego hasta 20 días después de la floración, utilizando un híbrido de ciclo intermedio cuya floración ocurrió en la primera quincena de diciembre. Esta situación corresponde a la posición 1 del pivote, en donde se sembró a fines de agosto. El riego total aplicado fue de 155 mm, y

- con riego durante todo el ciclo del cultivo en función de las necesidades de agua máximas determinadas con el Yacu. Esta última situación se ubicó en el área de superposición de las dos posiciones del equipo y correspondió a un Módulo de Alta Tecnología (MAT) de la empresa Cargill S.A. En la misma se sembraron distintos híbridos, con fechas de siembra normales (mediados de setiembre), cuya floración ocurrió durante la segunda quincena de diciembre. El riego total aplicado resultó de 290 mm.

El resto del campo, 150 has que corresponden a la posición 2 del equipo, se dedicó a la producción de semilla. En este último caso el riego total resultó de 135 mm.

Mediante una calicata realizada en el mismo campo, se extrajeron muestras de los distintos horizontes del suelo, Argiudol Típico serie Pergamino, para la determinación de la CC, PMP y densidad de los distintos horizontes hasta un metro de profundidad, en el Laboratorio de Suelos de la E.E.A.Pergamino. También se determinó el CIA.

Los resultados de la aplicación del Yacu, se presentan mediante los gráficos de:

***almacenaje de agua relativo** o porcentaje de agua en el suelo respecto del AUM, para la profundidad de extracción del agua utilizada,

***riego aplicado y deficiencias**, en donde figuran los milímetros de riego aplicado y las deficiencias de agua en el suelo al final de cada periodo. Las deficiencias corresponden a la cantidad de AU que falta al final de cada periodo de 5 días, para alcanzar el NR elegido,

***consumo de agua** o cantidad de agua evapotranspirada por las plantas (evapotranspiración real: ETR) en mm totales cada 5 días en las situaciones sin riego y con riego, y la evapotranspiración máxima (ETM), y

***consumo de agua relativo** o relación porcentual entre la ETR (evapotranspiración real) y ETM.

El momento a partir del cual comenzar el riego se determinó en función del contenido de agua en el suelo calculado para un periodo determinado, y del consumo y deficiencias para el periodo siguiente, encontradas con la información del clima preestablecido (Totis et al., 1996), la cual corresponde a un año considerado como muy seco. Se eligió para los cálculos un NR: 50 % del agua útil máxima.

La cantidad de agua de riego a aplicar se determinó corriendo el programa con aproximaciones sucesivas utilizando un archivo de riegos.

Se realizó un seguimiento de la humedad del suelo mediante muestreos gravimétricos hasta 1m de profundidad, en las parcelas con la mayor cantidad de riego. En cada caso se efectuaron 2 repeticiones con dos submuestras cada una. La información obtenida permitió comparar el AU medida con la calculada por el programa.

RESULTADOS Y DISCUSION

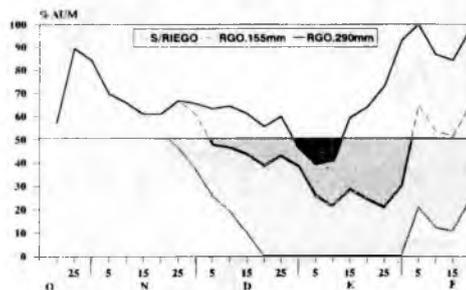
La CC y el PMP del suelo hasta la profundidad de exploración radicular utilizada (1m), fueron de 378 y 208 mm, respectivamente.

En el gráfico 1 se observa la evolución del almacenaje de agua en el suelo calcu-

lada por el Yacu en las tres situaciones.

Gráfico N° 1:

ALMACENAJE DE AGUA



Puede corroborarse que con el riego máximo el agua útil del suelo permaneció por encima del 40 % del AUM, durante todo el ciclo del cultivo, mientras que con el intermedio se alcanzaron valores del 22 % del AUM. Al respecto se han evidenciado reducciones en el consumo de agua que afectan el crecimiento del maíz, cuando el contenido de agua de la zona radicular desciende por debajo del 40-60 % del AUM, durante el periodo de floración (Shaw, 1988; Muchow y Sinclair, 1991). La ausencia de agua útil hasta el metro de profundidad en la situación sin riego a partir del 20 de diciembre, marca la magnitud de las deficiencias hídricas durante el periodo agrícola 1995-96.

El descenso del agua útil por debajo del NR a partir de mediados de noviembre, marca el momento de iniciación del riego.

Los resultados de las comparaciones entre los valores de la humedad del suelo medida y la calculada por el Yacu (Cuadro 1), evidenciaron diferencias dentro de los rangos esperados para este tipo de muestreos en suelos Argiudoles (Totis et al. 1987).

Cuadro N°1:

**AGUA UTIL DEL SUELO (mm)
MEDIDA Y CALCULADA**

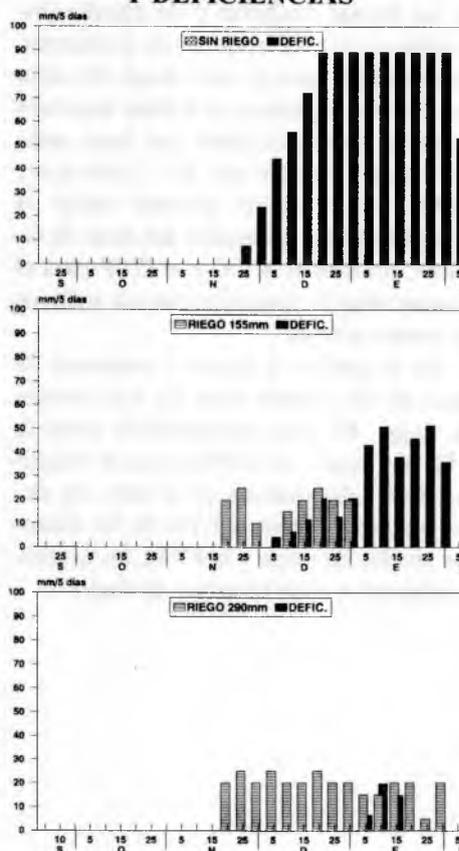
Fecha	5/10	25/11	20/12	5/01
Método				
Gravimétrico	158	134	93	57
C.V. %	8	13	15	3
YACU	179	119	99	70
Diferencia %	+3	-11	+6	+23

El muestreo gravimétrico es promedio de 2 repeticiones

En el gráfico 2 figuran los riegos aplicados y las deficiencias de agua en el suelo encontradas para las tres situaciones.

Gráfico N° 2:

**RIEGO APLICADO
Y DEFICIENCIAS**

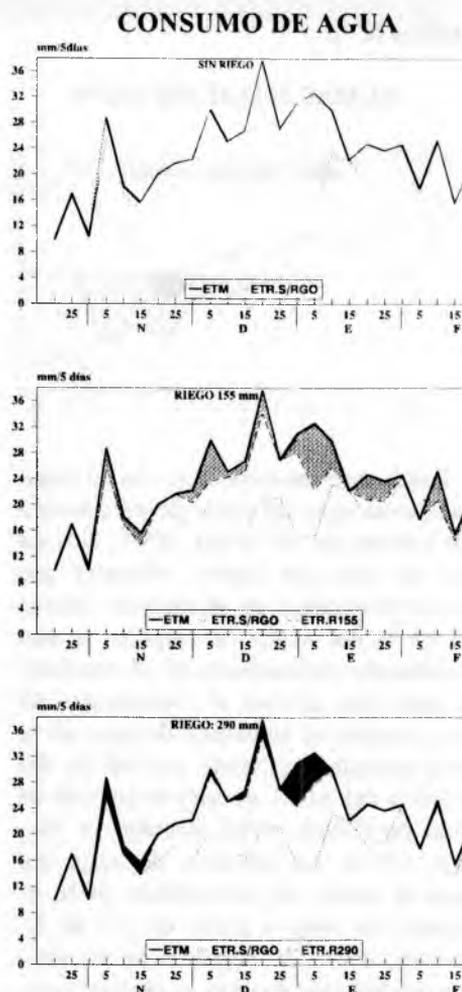


El pronóstico de las primeras deficiencias durante el período de 5 días que termina el 25 de noviembre, determinó la aplicación del primer riego de 20 mm en la posición 1 del pivote. El nivel de agua en el suelo alcanzado en esta situación (gráfico 1), permitió trasladar el equipo a la posición 2 entre el 25 y 30 de noviembre, en la cual se había pronosticado un contenido de agua en el suelo por debajo del 20 % del AUM.

Respecto a las deficiencias de agua en la situación de secano, las cuales ascendieron a 90 mm a partir del 15 de diciembre hasta el 31 de enero (valores de 0 de AU del gráfico 1), cabe destacar que corresponden a una característica de la reserva de agua durante el ciclo del cultivo de maíz en la región (Fase Suelos Convenio INTA-INRA, 1974; Totis de Zeljkovich et al., 1984). En estos casos las plantas dependen solamente del agua de las lluvias recibidas y de aquella disponible en los horizontes más profundos. Cabe señalar que en esta etapa del ciclo del cultivo, las raíces ya habían superado el metro de profundidad que fuera utilizado para el cálculo del AU (Totis et al., 1996). El programa permite variar la profundidad de extracción del agua de las raíces, utilizando la CC y el PMP para el espesor elegido (creando nuevos archivos de estos valores).

En el gráfico 3 figura el consumo de agua de las plantas para los tres niveles de riego. El área comprendida entre la ETR sin riego y la ETM marca la magnitud de las deficiencias en el maíz sin riego, y aquellas entre la ETR de los distintos niveles de riego y la ETM, las correspondientes a cada situación de riego.

Gráfico N°3



Las reducciones en el consumo de agua de las plantas respecto al consumo potencial (gráfico 4) durante el período de floración-llenado de grano, alcanzaron valores del 55, 30 y 20 % de la ETM para las situaciones sin riego, riego de 155 mm y de 290 mm, respectivamente.

Gráfico N° 4:



Los rendimientos obtenidos: 4.900 kg/ha para la situación sin riego, 11.000 kg/ha para la de 155 mm y 14.000 kg/ha para el riego de 290 mm, determinaron eficiencias de aplicación del agua de riego de 39.4 y 31.4 kg/mm, respectivamente.

Cadro N° 2:

RENDIMIENTO Y EFICIENCIA DEL AGUA

NIVEL DE RIEGO	RENDIMIENTO Kg/ha	DIFERENCIA POR RIEGO Kg/ha	EFICIENCIA DEL RIEGO Kg/mm
Sin Riego	4.900		
Riego 155 mm	11.000	6.100	39,4
Riego 290 mm	14.000	9.100	31,4

Estos resultados revelan que la aplicación del 50 % del riego máximo, puede considerarse una estrategia más eficiente desde el punto de vista económico.

CONCLUSIONES

El conocimiento del balance hídrico durante el ciclo del cultivo de maíz mediante la aplicación del programa Yacu, así como la posibilidad de su pronóstico, permitió tomar decisiones de manejo del equipo y evaluar estrategias de manejo del agua en las distintas situaciones de riego en el campo.

Además contribuyó al uso más eficien-

te del agua de riego en el cultivo de maíz y dio pautas para la elección de estrategias económicamente más rentables.

La sostenibilidad del sistema, requiere por otra parte, del manejo ajustado de las láminas de riego a aplicar ya que no siempre la calidad de las aguas resulta adecuada, especialmente debido al contenido de sodio, y sus efectos a largo plazo son difíciles de predecir.

BIBLIOGRAFIA

Muchow, R. C. and Sinclair, T. R. 1991. Water deficit effects on maize yields modeled under current and "greenhouse" climates. *Agronomy Journal* 83 (6): 1052-1059.

Pergamino. Estación Experimental Agropecuaria. Laboratorio de Suelos. 1974. Algunas consideraciones previas del "Estudio de la dinámica del agua en los principales suelos del área maicera pampeana". Pergamino, Fase Suelos Convenio INTA-INRA. 20 p.

Shaw, R. H. 1988. Climate requirement. In: G. F. Sprague y J. W. Dudley (eds.). *Corn and corn improvement* 3 ed. Madison. Wisconsin. American Society of Agronomy. pp. 609-638. (Serie Agronomy N° 18).

Totis de Zeljkovich, L.E.; Zeljkovich, V. J. y Blotta, L. A. 1984. Sistemas de labranzas en la rotación trigo-soja-maíz. III. Efectos en el contenido de humedad del suelo y en el consumo y eficiencia del agua del cultivo de maíz. In: Congreso Nacional de Maíz, 3°, Pergamino, 1984. Actas. Pergamino, A.I.A.N.B.A. pp.181-187.

Totis de Zeljkovich, L. E.; Zeljkovich, V.J.; Hansen, O. M. y Blotta, L. A. 1987. Sistemas de labranzas en la rotación trigo-soja-maíz. V. Efectos en el contenido de humedad del suelo y en la eficiencia

de uso del agua por los cultivos de trigo y soja. Pergamino, E.E.A. Publicación Técnica N°42. 23 pp.

Totis de Zeljkovich, L.E.; Frutos, E.; Améndola, C.; Hernandorena, C. O.; Zeljkovich, V. J. y Perez, O.G. 1996.

Yacu: Programa para el manejo del agua de riego en la región pampeana. In: Congreso Argentino de Agrometeorología, 7°, Congreso Latinoamericano e Ibérico de Meteorología, 7°, Buenos Aires, 1996. Actas. Buenos Aires, Centro Argentino de Meteorólogos. pp. 23-24.