NECESIDADES DE AGUA DE RIEGO EN MAIZ

Ricardo Romero[1]

Introducción

El maíz es el cultivo de verano de mayor demanda de agua del suelo. Su característica de cultivo tipo C4 determina que sea una de las especies de mayor eficiencia en el uso de agua. Esto hace que el cultivo sea extremadamente sensible a la cantidad y distribución de las precipitaciones durante la estación de crecimiento, siempre que el paquete tecnológico aplicado sea el adecuado para el cultivo (preparación de tierra, control de malezas, fertilización, etc.)

El clima de Uruguay se clasifica como de tipo templado sub-húmedo, con una distribución de precipitaciones mensual que oscila entre los 70 a 100 mm en valores normales. Sin embargo la distribución tanto espacial como temporal de las lluvias es altamente variable.

Para una adecuada caracterización de la disponibilidad de agua para el cultivo, resulta mas apropiado determinar la disponibilidad de agua en el suelo a la profundidad de exploración de las raíces. Para ello es necesario cuantificar el aporte al suelo y la demanda del cultivo por agua. El balance hídrico es la herramienta mas adecuada para ello. En base a las series históricas de registros de lluvia y demanda se puede cuantificar el estado "normal" de disponibilidad de agua para las plantas y su variación dentro y entre años.

En la Figura 1 se presenta la evolución anual del contenido medio de agua en un suelo tipo para el área de La Estanzuela durante el período 1965-1999. Los valores de agua disponible corresponden al cálculo del balance hídrico climatológico para la región, y permiten determinar una ventana de oportunidad para el uso del riego como suplemento del régimen de lluvia estival de octubre a marzo.

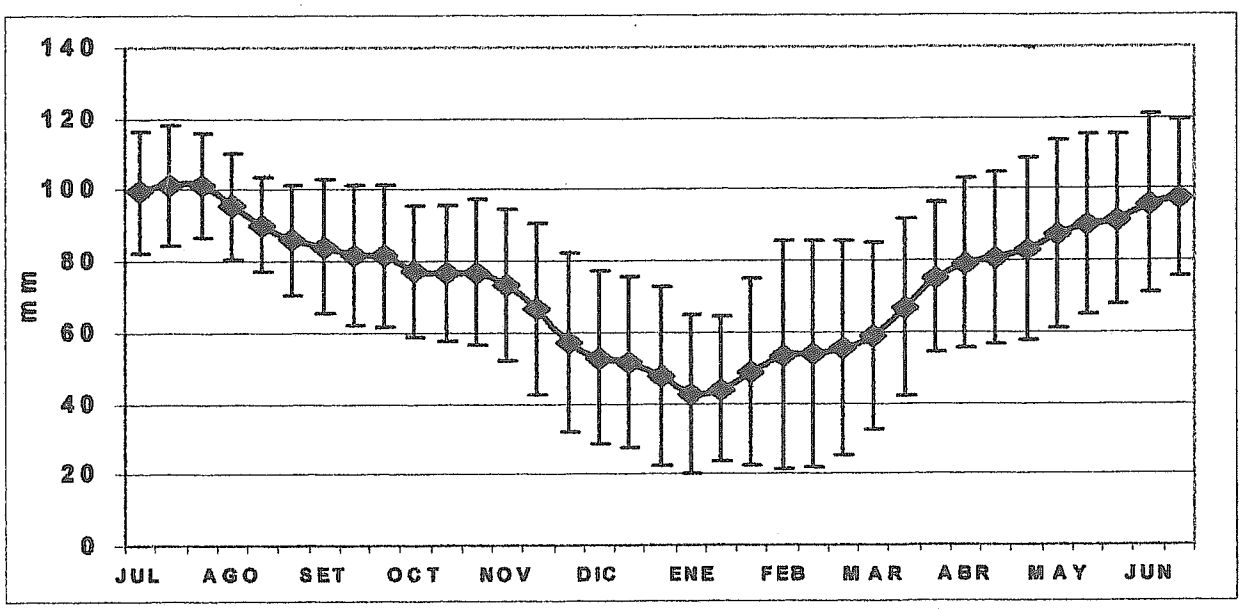

Figura 1: Evolución media del contenido de agua disponible (AD) de un suelo de 60 cm de profundidad y 115 mm de AD a capacidad de campo (CC). Las barras indican los valores de desviación standard típica (STD) correspondientes a cada valor.

[1] Ing.Agr. (MSc) Grupo de Riego, Agroclima, Ambiente y Agricultura Satelital. INIA La Estanzuela

Puede observarse que en términos medios, el contenido de agua en el suelo a partir del mes de octubre disminuye en forma casi lineal, con un mínimo de aproximadamente el 50% de la capacidad de campo (CC) durante el mes de enero, para luego comenzar una recuperación hacia marzo.

Por otro lado es extremadamente poco frecuente que la evolución en el contenido de agua disponible en un año en particular sea igual a la evolución climatológica. De hecho la variabilidad dentro y entre estaciones y años es muy elevada.

En la Figura 2 se comparan los valores de agua disponible registrados durante los años 1997-1998 y 1999-2000 con los valores normales esperados. Del análisis de las mismas surge que la disponibilidad de agua es extremadamente variable. Asimismo, aunque en general los totales de precipitación estival parecen ser adecuados para cultivos de verano (año 1997-1998), existen oportunidades en las que se producen déficits hídricos. Estos períodos pueden corresponder a ventanas de oportunidad para el uso estratégico del riego suplementario.

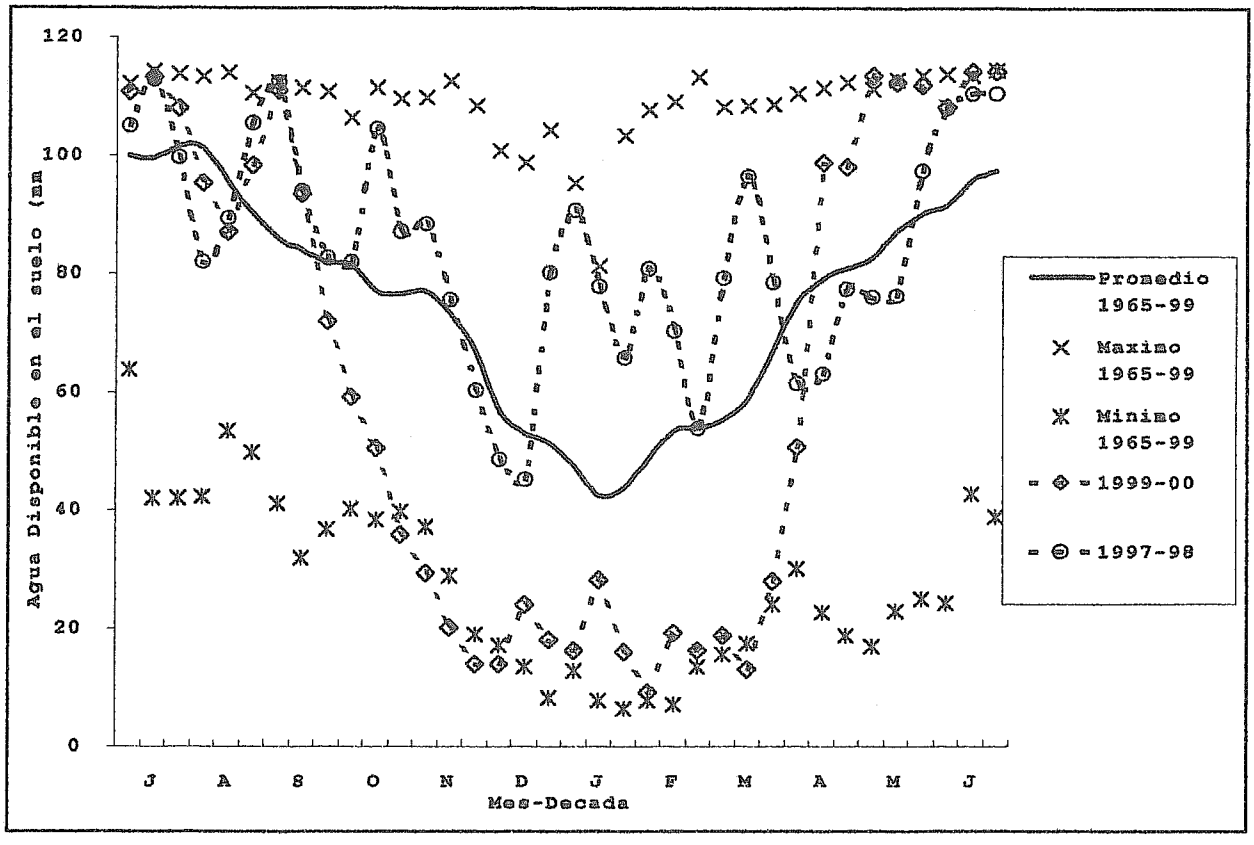

Figura 2: Variabilidad interanual observada en el contenido de AD en el suelo. La línea continua corresponde a la media aritmética de los valores registrados durante la serie 1965-2000; las X y asteriscos corresponden a los máximos y mínimos absolutos respectivamente, registrados durante la misma serie. Las líneas punteadas representan la evolución real observada durante los años 1997-1998 (circulos) y 1999-2000 (diamantes)

Es importante destacar que el uso estratégico del riego suplementario cuando el contenido de agua del suelo alcanza los valores críticos es una situación frecuente que ocurre cada año durante algún período de la estación de crecimiento. El riego debe ser considerado como una

tecnología que asegura un adecuado contenido hídrico a lo largo de toda la estación de crecimiento.

Resultado experimentales

Durante los veranos 1998-1999 y 1999-2000 se llevó a cabo un experimento de campo para determinar la respuesta en rendimiento del cultivo de maíz al contenido de agua del suelo. Para ello se utilizó un híbrido de ciclo corto (Pioneer 3572) sembrado en 2 épocas de siembra: 21 de setiembre y 31 de octubre. La variabilidad en el contenido de agua en el suelo se generó por medio de varias líneas de aspersores. Los tratamientos fueron regados utilizando el criterio de riego del 50% de agotamiento del agua disponible en el perfil de suelo explorado por las raíces.

Este experimento permitió ajustar un modelo de balance hídrico que requiere información climática: precipitación y evapotranspiración Penman o Tanque A; y las características hídricas del tipo de suelo: capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (PMP).

En base a los resultados del modelo se estableció para el híbrido y épocas de siembra considerados una relación entre el porcentaje de agua disponible medio (como % de la CC) desde siembra a madurez fisiológica y el rendimiento final. Para las condiciones de este experimento se obtuvo (Figura 3) una respuesta media de 180 kg. de grano por cada unidad de aumento en el porcentaje de agua disponible del suelo. Vale decir que si mediante el riego suplementario se logra aumentar desde 40% (año seco) a 80% en el porcentaje de agua disponible (AD media a lo largo del cultivo dividido por la CC), se obtiene una respuesta en el rendimiento del orden de los 7200 kg./ha.

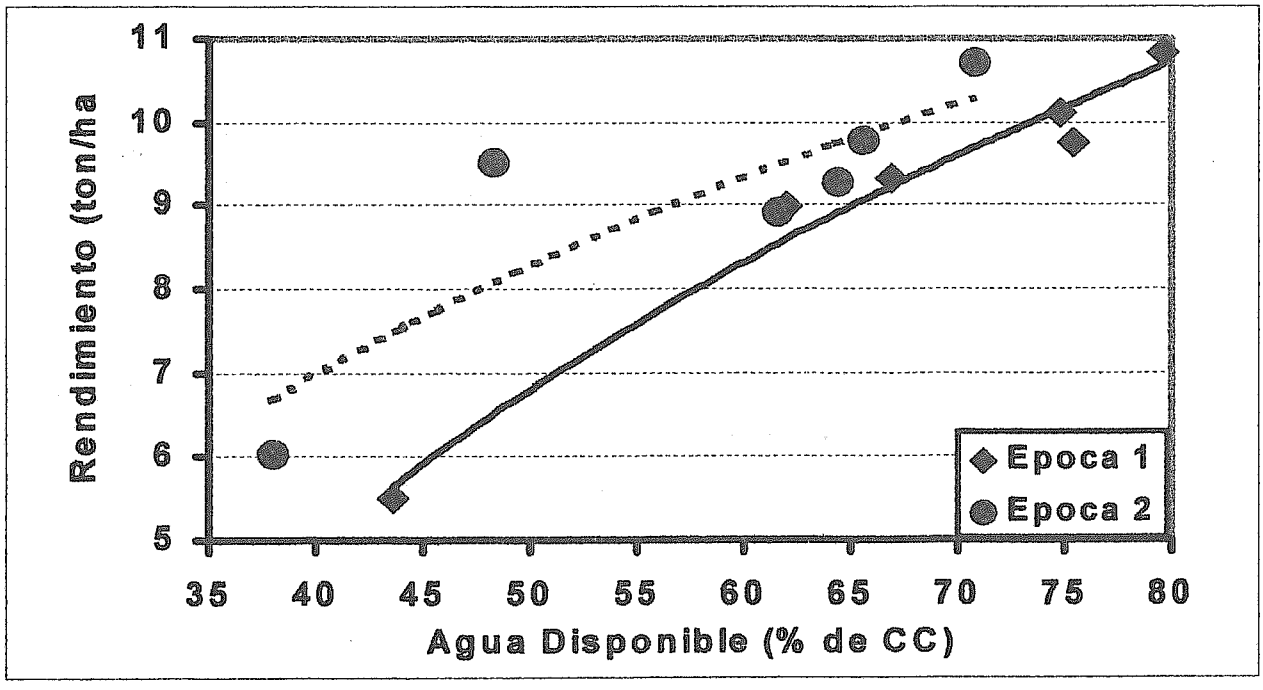

Figura 3: Rendimiento medio observado en función del contenido de AD como porcentaje de la CC del suelo. Las líneas corresponden a la tendencia en la respuesta para la época 1 (línea continua) y la época 2 (línea punteada)

Necesidades netas de agua de riego

En base a estos resultados, y utilizando la serie histórica de datos climáticos de INIA La Estanzuela (precipitación y evapotranspiración desde 1965 a 1999) se estimó la evolución diaria de agua disponible para el cultivo de maíz para cada uno de los 34 años de la serie. Esto permitió determinar no solo las características del estado hídrico del suelo para cada una de las zafras y época de siembra, sino también las necesidades de agua de riego para cada una de las mismas.

En el Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos en base a esta simulación.

Cuadro 1: Estadísticas de precipitación, AD (%de CC) en secano, necesidades de agua de riego netas y AD (%de CC) con riego en base a la serie histórica de 1965 a 1999. Los valores normal, mínimos y máximos corresponden al percentil 50%, 0% y 100% respectivamente. La Eficiencia se estimó en base a la respuesta media en rendimiento dividido por los milímetros aplicados.

Epoca	Valor	Precipitación (mm)	Agua Disp. (%)	Riegos (mm)	Agua Disp. c/Riego (%)
1	Normal	382	70.1	66	81.5
	(Min-Max)	174-650	32.1-93.8	2-177	67.1-94.0
2	Normal	332	52.6	121	73.6
	(Min-Max)	202-579	26.0-82.3	38 -297	37.1-86.8

Considerando una respuesta de 180 kg//há por cada incremento del porcentaje de AD medio durante el ciclo del cultivo, la eficiencia de la aplicación de riego (respuesta en rendimiento dividido por los milímetros aplicados) para la época 1 es de 29.7 kg/mm (entre 4.8 y 49.1) y para la época 2 es de 27.4 kg/mm (entre 40.0 y 12.8).

Frecuencia de distribución de las necesidades netas de riego

En base a las necesidades netas de riego calculadas para un maíz de ciclo corto sembrado en las 2 épocas consideradas, se obtuvieron las curvas de frecuencia de necesidades netas de agua de riego (Figura 4) para cada época.

Las necesidades netas de agua de riego son mayores para la época de siembra de fines de octubre comparada con las de siembras de fines de setiembre.

También se puede ver que para un maíz de ciclo corto (90 días de siembra a floración) sembrado el 21 de setiembre, las necesidades netas de agua de riego son en un 90% de las oportunidades, iguales o inferiores a 150 mm; mientras que para el mismo híbrido sembrado el 31 de octubre, las necesidades netas en un 90% de los casos son iguales o inferiores a 225 mm.

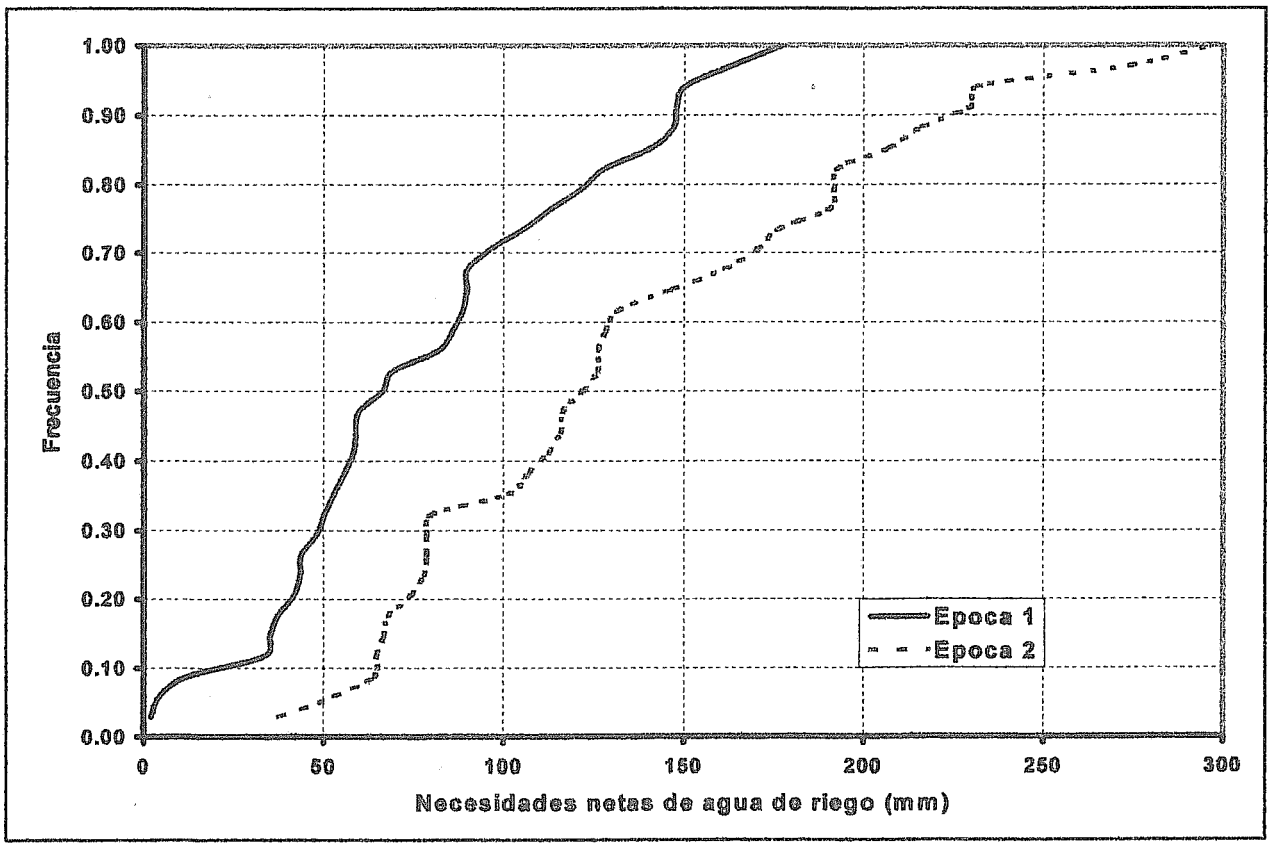

Figura 4: Frecuencias acumuladas de las necesidades netas de agua de riego por un cultivo de maíz de ciclo corto para dos épocas de siembra:21 de setiembre y 31 de octubre en base a la serie de datos de precipitación y evapotranspiración de 1965 a 1999

Los riegos aplicados durante la zafra 98-99 fueron de aproximadamente 100 mm, que correspondieron a una frecuencia de 0.70 para la época 1 y de 0.35 para la época 2. Sin embargo en la zafra 1999-2000, los riegos aplicados fueron en ambas épocas mayores a 250 mm. Estas necesidades son extremadamente poco frecuentes para la época 2 , mientras que para la época 1 corresponden a valores nunca registrados en la serie histórica de 1965 a 1999.

Lo mismo puede expresarse como demanda de agua de riego neta cada 10 días desde siembra a madurez fisiológica (Figura 5).

En la gráfica se muestra la demanda de agua de riego con un margen de seguridad de 75% (1 de cada 4 años la demanda fue superior) en períodos de 10 días a partir de la fecha de siembra para las dos épocas consideradas. La demanda se complementa entre épocas, y cuando comienza el período de máxima demanda de la segunda época, las necesidades de la época 1 son prácticamente nulas.

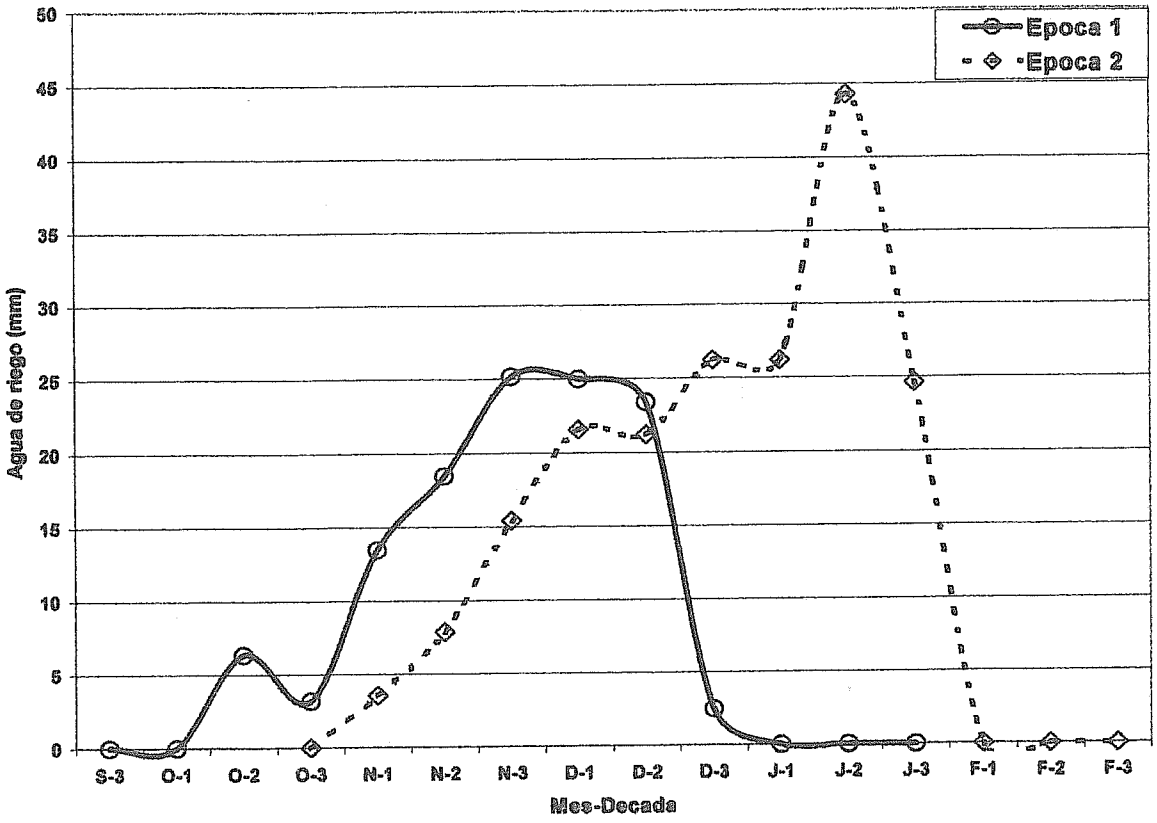

Figura 5: Demanda de agua de riego (con frecuencia 75%) acumulada cada 10 días post siembra para 2 épocas de siembra (1-21 de set.; 2-31 de oct) para un cultivo de maíz de ciclo corto.

Conclusiones

Los resultados obtenidos confirman que por medio del riego suplementario se logra un significativo aumento en el contenido de agua disponible para maíz. Este aumento en el contenido de agua disponible en el suelo está relacionado con un significativo aumento en el rendimiento del cultivo.

El análisis de series históricas de registros climáticos permite establecer para cada localidad, las necesidades netas de riego medias, y las frecuencias de ocurrencia de las necesidades de agua de riego para maíz en distintas épocas de siembra. Las mayores demandas corresponden a épocas de fines de octubre, mientras que demandas menores son necesarias para siembras de fines de septiembre.

Las frecuencias de necesidades de agua de riego permite establecer un nivel de seguridad de necesidades máximas de riego y su probabilidad de ocurrencia. Esta información es relevante para el diseño de un sistema de riego apropiado a las necesidades del sistema.

El escalonamiento de épocas de siembra contrastantes permite disminuir las necesidades de agua del sistema, y por lo tanto una mayor eficiencia en el uso del agua para riego.