

# RIEGO EN MAÍZ: Una alternativa a evaluar

Luis Giménez\*  
Miguel Mosco\*\*

## INTRODUCCION

El maíz es uno de los cereales de mayor potencial de producción de grano y materia seca del mundo. En la agricultura uruguaya ha sido un cultivo tradicional, a pesar de su dependencia de las condiciones climáticas.

Para lograr rendimientos aceptables de grano y forraje están comprobados sus requerimientos hídricos, fundamentalmente, en las etapas de prefloración y floración. Además, solamente es posible la obtención de rendimientos potenciales, en la medida que no existan durante las diferentes fases de desarrollo del cultivo condiciones de estrés hídrico.

En ese sentido, desde fines de la década del 60 existen resultados de investigación nacional generados por el C.I.A.A.B. en La Estanzuela y posteriormente confirmados por la División Uso y Manejo del Agua (D.U.M.A.) del M.G.A.P. y Facultad de Agronomía, que indican claramente los altos rendimientos físicos que el maíz presenta con la aplicación de riego suplementario.

Estos resultados han sido comprobados en varias experiencias a nivel comercial, constatándose un creciente desarrollo de cultivos de maíz realizados bajo riego. No obstante, hasta el presente, no constituye una tecnología adoptada en forma masiva por los productores.

En el presente artículo se analizan distintos aspectos vinculados al uso del riego en el cultivo de maíz. El propósito es aportar elementos que sirvan a los efectos de la toma de decisiones en el tema.

## CARACTERISTICAS DEL RIEGO DE MAÍZ EN URUGUAY

El riego busca suplir las necesidades

hídricas del cultivo, cuando no son satisfechas en forma natural. (La extremada variabilidad de nuestro régimen pluviométrico, la relativa baja capacidad de almacenamiento de agua disponible de los suelos del país y la demanda del cultivo, que puede alcanzar valores elevados, establecen déficits hídricos cuya extensión y oportunidad de ocurrencia, pueden determinar desde productividades aceptables hasta su severa restricción, con marcados efecto año.)

De lo expuesto, surgen dos características del riego en maíz en nuestras condiciones: 1) suplementariedad: el riego no es una condición obligatoria para la producción de maíz. 2) necesidad de respuesta económica: debe conocerse la relación costo beneficio del suplemento de agua por el riego. En otras palabras, la disminución de rendimiento asociada al déficit de evapotranspiración potencial y el costo de la provisión del agua por el riego. Ello permite definir el uso y el manejo del agua. Es decir, qué dotación probable es requerida y qué respuesta física es esperable (uso) y hasta cuánto es posible erogar en tecnología de riego, con respuesta económica (manejo).

Finalmente, la agricultura en general, y sobre todo cuando se practica bajo riego, debe contar necesariamente con soluciones técnicas al problema de la conservación de suelos.

## ROL DEL RIEGO EN EL SISTEMA DE PRODUCCION

Como ha sido comprobado extensamente, la agricultura nacional es viable y sustentable biológica y económicamente, en la medida que se integre a esquemas productivos donde se alternen cultivos y pasturas, tanto en sistemas agrícola-ganaderos como lecheros.

La actual diversidad de materiales de alta

productividad y el ajuste que se está generalizando en prácticas agronómicas de manejo de cultivos y pasturas, ha ampliado la brecha tecnológica mejorando las posibilidades de alcanzar elevados rendimientos potenciales, sin perjuicio de que la inestabilidad de la producción pueda haberse incrementado.

En estas condiciones, no debería haber una separación neta entre los componentes cultivo-pastura, cuando se integra el riego al esquema productivo. Las chacras que entran a la fase de pasturas, después de cultivos bajo riego, pueden beneficiarse de este factor, repartándose los costos fijos en mayor área o productos. Además, este puede programarse de modo que no sea competitivo con el cultivo principal a ser regado, aumentando las horas de uso de equipos e instalaciones.

(Analizando los cultivos de verano tradicionales, el maíz es el que presenta la mayor reducción de rendimientos por deficiencias hídricas, además posee un período crítico muy marcado.) Cabe destacar, que no se dispone de información experimental contundente, en relación a la respuesta al riego de los restantes cultivos de verano, exceptuando el arroz y la caña de azúcar.

(Esta situación determina que el riego en el sistema de producción busque:

1) Fortalecer la opción por los cultivos de verano, asegurando estabilidad y productividad.

2) Atenuar la estacionalidad de la oferta forrajera, aumentar la productividad o valorizar momentos de uso de gran impacto económico, incrementar la producción de semilla fina y la persistencia de las pasturas.

3) En sistemas intensivos de producción, reforzar la integración vertical de rubros, mejorando la economía y la performance de la suplementación a través de un menor costo unitario de alimentos de alta calidad.)

## COMPONENTES DE UN SISTEMA DE RIEGO

(Esquemáticamente, un sistema de riego está compuesto por: una fuente de agua

\*Ing. Agr. Cátedra de Cereales y Cultivos Industriales, EEMAC.

\*\* Ing. Agr. Consultor en Riego

(curso superficial, embalse o perforación), un sistema de bombeo (conjunto de equipos y accesorios que elevan el agua desde la fuente hasta la cota a regar), un sistema de conducción y distribución (red primaria y secundaria de canales y obras accesorias; eventualmente puede existir conducción por conductos cerrados y presurizados) y un sistema de aplicación de agua a la chacra que se realiza por: métodos de riego a presión (aspersión convencional, grandes aspersores semifijos o sistemas de cañón autoenvolvente) o por métodos gravitacionales (surcos, melgas o inundación y sus variantes).

En general, lo más utilizado es la extracción de agua directamente de cursos superficiales y/o embalses, por medio de bombeo. En algunos casos de embalses, existe la posibilidad de instalar cultivos a cotas regables por gravedad.

Como puede inferirse, desde el punto de vista económico, los cursos naturales existentes que proveen caudales adecuados, ahorran inversiones. En el otro extremo, las situaciones que exigen la construcción de embalses y la extracción por bombeo, implican mayores inversiones por unidad de área puesta bajo riego.

Los costos operativos, en tanto, son afectados por las características específicas de cada emplazamiento (desnivel geométrico de elevación, longitud y diámetro de las tuberías utilizadas, tipo de equipos empleados, etc.), lo que no permite realizar generalizaciones al respecto.

(En relación a los sistemas de conducción y distribución, existen dos grandes variantes asociadas a los métodos de riego que se usan: conducciones por canales llamados "a cielo abierto" en riego por gravedad, o por tuberías portátiles o semifijas en riegos a presión.) Algunos sistemas presurizados combinan ambos tipos.

Por último, el agua es aplicada al cultivo según un método de riego. (En los métodos de riegos a presión el agua cae sobre el cultivo en forma de lluvia, en tanto que en los métodos por gravedad o superficie se deja caer el agua sobre el terreno subdividido en surcos (riego por surcos) o tablares (riego por melgas) o mediante una inundación controlada (diques en contorno).)

Los cultivos en hilera, se adaptan al riego por surcos o por aspersión indistintamente; con variantes, ambos métodos también pueden ser empleados para el riego de pasturas.

(En general, los métodos a presión exigen inversiones en equipos y tienen costos operativos sensiblemente mayores a los



Riego en maíz por surcos rectos - Gentileza Ing. Agr. Michel Koolhaas

métodos gravitacionales, que son los de más baja exigencia en ambos aspectos. Ello se debe, a que si bien los sistemas presurizados alcanzan eficiencias de aplicación 10 a 15% superiores frente a sistemas por superficie, requieren un gasto energético adicional atribuible a la conducción y descarga a presión del agua aplicada.

Por otra parte, los métodos gravitacionales exigen mayor esfuerzo, que los métodos presurizados, en la sistematización de cuadros y chacras a regar. En los primeros el avance del agua se realiza por medio de gravedad, lo cual determina la necesidad de controlar velocidades erosivas del agua, tanto sea de riego como de escurrimiento.

Por lo cual, se requiere el correcto trazado de direcciones y longitudes de surco, regueras, desagües, etc..

En definitiva, la sistematización es el manejo ordenado de aguas y suelos, tratando

de lograr que el agua de riego llegue al cultivo en el momento y en la cantidad adecuada, preservando las propiedades físicas y químicas del suelo.

### NECESIDADES DE AGUA DE RIEGO

Son diversos los métodos de estimación de necesidades hídricas de cultivos y pasturas, y en todos los casos deben calcularse para las condiciones locales. La precisión de esta modelización, será mayor cuanto mejor calidad tenga la información de base (parámetros del suelo, del cultivo e información agrometeorológica).

En el Cuadro 1 se presenta información que estima los requerimientos de riego para la obtención de rendimientos potenciales en cultivos instalados en diferentes suelos, expresados en términos de probabilidad de ocurrencia.

**Cuadro 1.** Necesidades de riego máximas netas (m<sup>3</sup>/ha) para un nivel de probabilidad de ocurrencia del 80% y para el promedio de los suelos estudiados.

Zona	Centro/Norte	Este	Sur
MAIZ(*)	2.400	1.900	2.700
PASTURA(**)	3.350	2.550	4.000
(*) Inicio del Balance hídrico 15 de octubre			
(**) Inicio del Balance hídrico 1 de octubre			

Fuente: Adaptado de Agorio *et al* (1988). In: Estimación de las Necesidades de Riego en Uruguay. D.U.M.A. del M.G.A.P.

Estas necesidades netas deben corregirse por los parámetros de eficiencia de conducción y distribución (porcentaje del agua extraída a nivel de fuente que llega a la red terciaria que depende del diseño y trazado de los canales) y de la eficiencia de aplicación, que varía según el método de riego escogido.

**Cuadro 2.** Necesidades brutas de riego (m<sup>3</sup>/ha)

Métodos de riego	Aspersión	Gravedad
MAIZ	3.300	4.200
PASTURA	4.700	5.900

Fuente: Adaptado de Agorio *et al* (1988). In: Estimación de las Necesidades de Riego en Uruguay. D.U.M.A. del M.G.A.P.

(Las necesidades brutas señaladas en el Cuadro 2, pueden considerarse como estimaciones de volúmenes necesarios a nivel de fuente de agua.)

Las estructuras de toma de agua y los equipos de bombeo, deben ser diseñados de modo de satisfacer las necesidades de cultivos y pasturas y son generalmente expresadas como caudal ficticio continuo (Q.f.c.). Esto es el caudal que cubre las necesidades máximas; determinadas por la evapotranspiración potencial- ponderada de acuerdo a las eficiencias con que pueden suplirse mediante las redes de conducción y distribución- y por la eficiencia de aplicación.

A modo de ejemplo, para satisfacer necesidades netas de 7 mm/día, normales en meses de verano, el Q.f.c. requerido para métodos gravitacionales y presurizados alcanza a 1.5 y 1.2 l/seg, respectivamente.

Para obtener los caudales de extracción a nivel de obras de toma de agua, deben corregirse los caudales instantáneos requeridos para la superficie a regar, por el factor de uso diario. Es de máxima importancia, que el horario de uso sea amplio ya que se reducen las necesidades de infraestructura y equipos en forma proporcional al mayor uso por día de las instalaciones.

A nivel de las conducciones, por su parte, la extensión del uso de las redes de canales y tuberías, tiene como límite la duración del día, ya que el riego nocturno -aunque posibles- es ineficiente.

Los parámetros presentados dan una idea general de las dotaciones de agua necesarias y del tamaño de las instalaciones requeridas. No obstante, deben ser ajustados para cada situación agroecológica y de acuerdo a los parámetros de diseño de cada sistema de riego.

### LA PROGRAMACION DEL RIEGO

La determinación del inicio de cada riego y la duración de los intervalos entre riegos se

efectúa mediante un balance hídrico, en tiempo real, donde intervienen demanda (extracción por el cultivo) y aportes (agua disponible por el suelo, precipitación efectiva y riego). Se requiere conocer estimaciones locales de evapotranspiración potencial (calculada mediante fórmulas climáticas: PENMAN-MONTEITH u otras), o estimadas indirectamente a través de evaporímetros o cubetas.

(El aporte de humedad disponible en cada momento depende de parámetros de suelo y del cultivo; deben conocerse las constantes hídricas y la profundidad de exploración radicular.)

La determinación directa de la humedad por métodos convencionales (gravimetría, sonda de neutrones, etc.) es poco aplicable para situaciones prediales.

Un parámetro que no debe descuidarse es el umbral de riego, o sea el remanente de agua disponible que determina el inicio de un tratamiento de riego. La ejecución del riego, especialmente cuando son empleados métodos por superficie, puede insumir tiempo extra cuando el contenido de humedad de las conducciones y del terreno son extremadamente bajos.

Por su parte, las precipitaciones durante el período de riego, deben ser valoradas adecuadamente en cuanto a su aporte efectivo al balance hídrico.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES DE MAIZ BAJO RIEGO

Existen en el país desde décadas atrás, resultados de investigación de maíz bajo riego. Básicamente se ha trabajado en las diferentes prácticas de manejo que tienen interacción significativa con la disponibilidad hídrica: población, fertilización y material genético. Además, se han generado algunos resultados en relación al manejo del agua aplicada.

#### Población

Se muestra en el Cuadro 3 el efecto de la población sobre el rendimiento en grano de maíz con riego. Observándose una alta respuesta en grano al incremento de la población hasta el máximo valor ensayado.

**Cuadro 3.** Efecto de la población de plantas en el rendimiento de grano de maíz bajo riego.

Densidad pl/ha	Rendimiento grano (kg/ha)	Rendimiento relativo
28.600	5.947	100
50.000	8.473	142
71.000	10.232	172

Fuente: De León y Capurro. 1977. In: Revista de la A.I.A. Segunda Epoca N° 9.

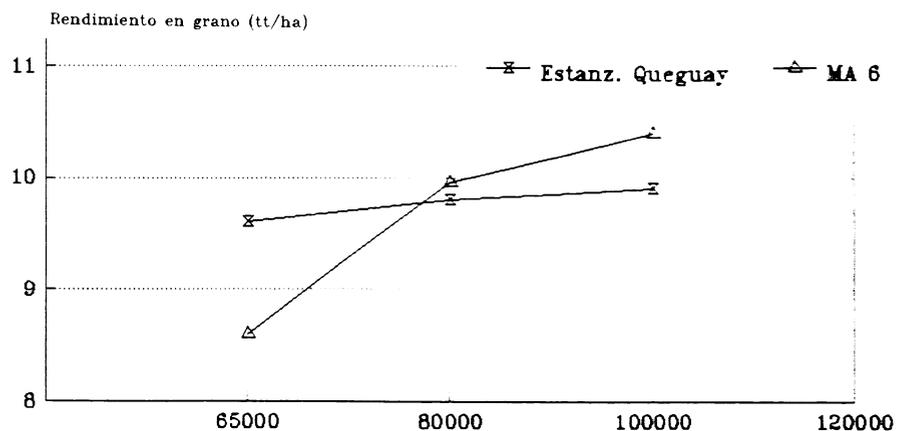


Figura 1 - Efecto población en maíz con riego - Fuente: De León y Capurro, 1977

Distinta es la situación cuando se analiza el efecto de la población con la utilización de diferentes tipos de materiales, encontrándose respuestas diferenciales al incremento en población, de acuerdo al híbrido utilizado. En la figura 1, se presenta la respuesta en rendimiento en grano al aumentar la población. El efecto es significativo al pasar de 65.000 a 100.000 pl/ha, solamente, en el material de ciclo más largo Estanzuela Queguay; en el híbrido de ciclo corto MA6 no se registró respuesta a la variación en población.

En síntesis, en el manejo de la población en maíz con riego, la información experimental existente indica respuestas en rendimiento en grano al incremento poblacional en el rango de 70.000 a 100.000 pl/ha, o sea poblaciones mayores a las recomendadas en secano que oscilan entre 50.000 a 70.000 pl/ha de acuerdo al tipo de híbrido utilizado.

Los resultados obtenidos concuerdan con la bibliografía internacional; a título de ejemplo la población recomendada en Argentina para maíz con riego es de aproximadamente 100.000 pl/ha.

La respuesta al aumento poblacional es lógica, ya que en los meses de verano los balances hídricos de suelo son negativos -en la mayor parte de las situaciones- siendo el agua el factor de competencia entre plantas de mayor jerarquía en maíz. Levantada esta limitante por medio del riego, se justifica plenamente la respuesta en rendimiento al incrementar el número de plantas en la hectárea.

Se requiere mayor información acerca de las interacciones de la población con otros factores de manejo como por ejemplo, el tipo de híbrido en relación a ciclo, época de siembra, etc., donde existen hasta el presente resultados contradictorios.

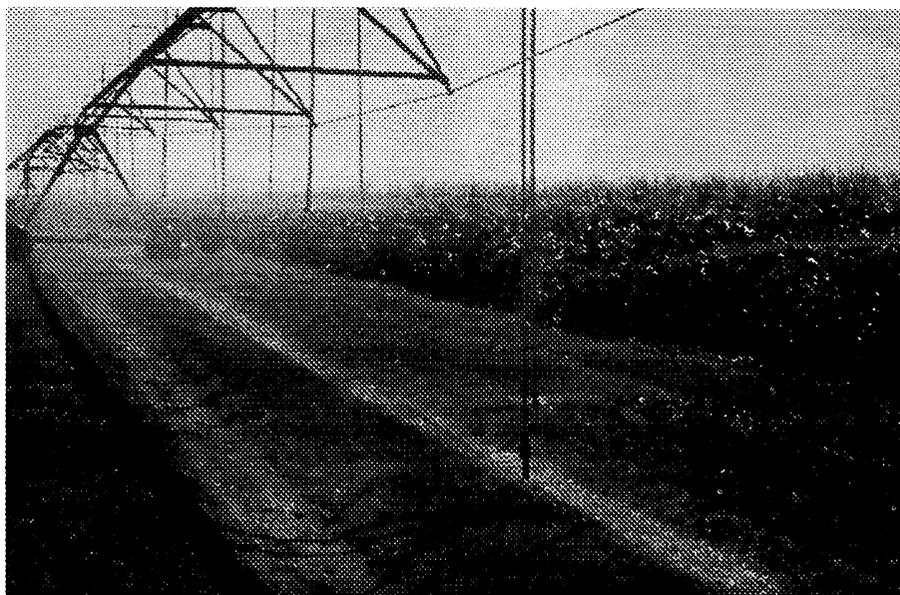
### Fertilización N-P

Otro factor que interactúa significativamente con la disponibilidad hídrica del cultivo, son las condiciones nutritivas en las cuales éste se desarrolla.

La D.U.M.A., condujo ensayos de fertilización N-P de maíz con riego, sobre diferentes tipos de suelo.

Uno de los experimentos en esta temática, se realizó sobre un suelo vertisólico con 2.5% de MO y 30 ppm de P asimilable.

Se obtuvo una respuesta altamente significativa a la fertilización con N, con aumento de rendimientos en grano hasta los 150 kg/ha de N agregado, existiendo una



Riego en maíz por aspersión con sistema de pivot central. Gentileza Ing. Agr. Michel Koolhaas

correlación positiva de los rendimientos con el % de N foliar, medido en floración. Como era de prever, en este caso debido al contenido de P del suelo, no hubo respuesta a la fertilización fosfatada en las dosis estudiadas que fueron entre 0 y 120 kg/ha)

(El segundo ensayo publicado por la D.U.M.A. en la temática, fue realizado sobre un suelo Brunosol subéutrico lúvico, con 4% de MO y 4 ppm de P asimilable. En este caso, la respuesta al P fue altamente significativa y se extendió hasta los 180 kg/ha; no detectándose respuesta en rendimiento al agregado de N.)

No se ha encontrado en la bibliografía nacional consultada, sobre maíz con riego, mayor información a la mencionada anteriormente. Por otra parte, la misma ha sido generada a fines de la década del 70.

La escasez de investigación en esta área destaca la necesidad de generar información, utilizando otros parámetros de referencia como, el contenido de N mineral del suelo, el % de N foliar, etc.. Estos parámetros, conjuntamente con la estimación del potencial de rendimiento del cultivo y la consideración de las pérdidas que se producen de N con la aplicación de riego, permitirán definir estrategias de fertilización con mayor grado de certeza, determinando dosis - a la siembra y refertilizaciones nitrogenadas posteriores en la medida que corresponda- en forma similar a lo que se está comenzando a realizar en cultivos de invierno.

### Material genético

En el tema mejoramiento en maíz, se producen a nivel mundial avances prácticamente permanentes; en el país, el INIA evalúa anualmente un número importante de híbridos en condiciones de secano.

En relación a materiales genéticos de maíz bajo riego y de acuerdo a los resultados, no todos los materiales genéticos por ser regados presentan rendimientos potenciales. A nivel nacional no se posee evaluación oficial en estas condiciones. Cabe destacar, que hace 3 años, se vienen desarrollando ensayos de evaluación de algunos híbridos bajo riego, en un acuerdo de trabajo privado, entre la Cámara de semillas y la Cátedra de Hidrología de la Facultad de Agronomía.

En esta temática, se considera que no hay información suficiente de respuesta al riego de diferentes tipos de híbridos, solamente existen experimentos aislados con resultados, en algunos casos, contradictorios.

La situación actual, en relación a la elección del material genético, determina que el productor o técnico frente a la decisión de elegir un híbrido u otro material de maíz para realizar con riego, deba necesariamente recurrir a información extranjera o de lo contrario, extrapolar resultados de la evaluación nacional realizada en secano. Ambas alternativas presentan limitantes:

1) La utilización de información extranjera, fundamentalmente de Argentina,

posee los inconvenientes de que las características agroecológicas en las cuales se desarrollan los ensayos, generalmente, son diferentes a las del país.

2) La extrapolación de resultados de secano presenta como limitante, la existencia, en esta especie, de interacción genotipo-ambiente, que hace que los materiales, no siempre, tengan el mismo comportamiento en condiciones de riego que en secano. Además las prácticas de manejo para cultivos con riego y secano son sustancialmente diferentes.

Por lo tanto, la extrapolación de resultados en las condiciones mencionadas puede conducir a errores en la elección.

En la medida que el cultivo comercial bajo riego se continúe desarrollando, se considera conveniente que la evaluación oficial de los materiales genéticos de maíz, también se realice en condiciones de riego.

#### Manejo del agua de riego

El uso eficiente del agua de riego, es un factor clave en las posibilidades de adopción

de esta tecnología. Su importancia en la estructura de costos -fundamentalmente- en métodos de riego presurizados, donde el costo por mm de agua agregado es superior a los métodos de aplicación por gravedad, así lo indican.

Existen resultados de investigación, que han determinado que la etapa reproductiva es la de mayor sensibilidad al contenido hídrico en la planta.

En el cuadro 4 se presentan un resumen de un trabajo de 3 años de duración, desarrollado en la D.U.M.A., donde se evaluó el efecto del momento y frecuencia del riego en maíz.

**Cuadro 4.** Efecto del régimen de riego sobre el rendimiento de grano de maíz (kg/ha).

Años	I	II	III
<b>Tratamientos</b>			
R1	9.089	7.237	8.987
R2	9.504	6.001	8.630
R3	8.339	1.984	8.515
R4	10.533	8.143	7.142

R1: Riego todo el ciclo con umbral de 30% de agua disp.  
R2: Riego todo el ciclo con umbral de 60% de agua disp.  
R3: Riego en período vegetativo con umbral de 60% de agua disp.  
R4: Riego en período reproductivo con umbral de 60% de agua disp.

Fuente: Hofstadter. 1983. In: Agua en la agricultura 1. Revista de la D.U.M.A.

El análisis conjunto de la información presentada detectó un efecto año muy significativo no encontrándose diferencias en relación al régimen de riego. No obstante, existió un efecto de significación en la interacción año por régimen de riego, lo que demuestra la importancia de las características hídricas del año en la expresión de las bondades de uno u otro régimen)

En el Cuadro 5 se puede observar que el tratamiento con riego a 30% de umbral durante todo el ciclo (R1), produjo rendimientos estables durante los 3 años de ensayos, y similares a los máximos rendimientos en grano con consumo de agua menor y con la posibilidad además de un mayor aprovechamiento del agua aportada por lluvia. El tratamiento con riego sólo en etapa reproductiva (R4), produjo rendimientos altos, pero las sequías de

primavera en pleno desarrollo vegetativo, causaron bajas importantes de los rendimientos en grano, frente a los tratamientos que incluyeron riego en la etapa vegetativa.

**Cuadro 5.** Rendimiento de grano de maíz, lámina y N° de riegos aplicados y eficiencia en el uso de agua de riego.

Tratamiento	Rendimiento grano(kg/ha)	Lámina (mm)	N° de riegos (kg/mm)	Eficiencia
R1	8.438	136	2.3	62
R2	8.045	214	4.6	38
R3	6.279	69	1.6	91
R4	8.606	187	3	46

Fuente: Hofstadter.1983. In: Agua en la agricultura 1. Revista de la D.U.M.A.

La interacción entre tipo de híbrido y momento de riego también fue estudiada en el país. Los resultados, indican que los híbridos de mayor potencial y de ciclos medios fueron los más afectados por el déficit hídrico en floración. Como contraparte los menos afectados fueron los de ciclo largo, debido a un período reproductivo mayor, con lo cual la falta de agua no afecta en grado tan extremo el rendimiento en grano.

En síntesis, los resultados de la

investigación nacional sugieren que la etapa de floración es la que demuestra notoriamente mayor sensibilidad a las deficiencias hídricas, produciendo las mayores pérdidas en rendimiento en grano. De todas formas, la obtención de rendimientos potenciales, sólo es posible, si el cultivo no presenta deficiencias hídricas en ningún estado fenológico.

En relación a umbrales de riego, los resultados obtenidos indican, que con 30%

de agua disponible, durante todo el desarrollo del cultivo se han logrado altos rendimientos físicos y económicos.

### ASPECTOS ECONOMICOS DEL RIEGO EN MAIZ

En el Cuadro 6 se presentan costos totales de riego, para los métodos más comunes de aplicación de agua en el cultivo de maíz.

**Cuadro 6.** Costo total anual (U\$S/ha) para una situación concreta según distintas alternativas, considerando en promedio 5 riegos de 40 mm cada uno.

	Cañón autoenvolvente			Cañón fijo			Riego por surcos		
	M	T	E(*)	M	T	E	M	T	E
<b>COSTOS FIJOS</b>									
Amortización equipo (15 años)	56	48	61	39	27	33	39	26	30
Interés (8%)	67	57	61	46	32	30	36	31	3
<b>SUBTOTAL</b>	<b>123</b>	<b>105</b>	<b>122</b>	<b>85</b>	<b>59</b>	<b>63</b>	<b>75</b>	<b>57</b>	<b>66</b>
<b>COSTOS VARIABLES</b>									
gas oil	102	102	-	88	88	-	76	76	-
electricidad	-	-	30	-	-	24	-	-	2
mano de obra	20	20	5	20	20	5	25	25	5
interés sobre capital circulante	2	2	1	2	2	1	2	2	1
<b>SUBTOTAL</b>	<b>124</b>	<b>124</b>	<b>36</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>30</b>	<b>103</b>	<b>103</b>	<b>26</b>
<b>COSTO TOTAL ANUAL</b>	<b>247</b>	<b>229</b>	<b>158</b>	<b>195</b>	<b>169</b>	<b>93</b>	<b>178</b>	<b>160</b>	<b>92</b>
(*) M = Motobomba			T = Tractobomba			E = Electrobomba			

Fuente: Cardellino y García.1995. In: Dialogo XLIII.IICA. PROCISUR.

En la decisión de realizar el cultivo de maíz con riego el costo de las inversiones es -sin lugar a dudas- una de las limitantes de mayor jerarquía; de acuerdo a los datos disponibles, el riego por surcos es el método de aplicación de agua más barato. Además es importante resaltar, que la fuente de energía a utilizar en el bombeo es determinante en los costos totales, siendo la corriente eléctrica en los tres métodos analizados, la fuente más económica.

### CONSIDERACIONES FINALES

1. El riego en maíz, conjuntamente con la aplicación de determinadas prácticas tecnológicas al cultivo, permite la obtención de altos rendimientos físicos y logra estabilidad en la producción.

2. El diseño del sistema de riego, ajustado a cada situación productiva y la existencia de fuentes de agua con caudales suficientes, son aspectos relevantes en la obtención de buenos resultados en la aplicación de riego.

3. La tecnología generada a nivel nacional en el manejo de cultivos bajo riego suplementario es insuficiente; el desarrollo del riego en sistemas agrícola-ganaderos y lecheros, requiere de un esfuerzo de investigación importante en la temática.

4. El resultado económico, de la aplicación de riego en maíz, depende de un análisis preciso de la soluciones técnicas apropiadas a cada situación de producción, en relación a las inversiones en fuentes de agua, equipos de bombeo, fuentes energéticas y métodos de aplicación de agua. ■