

Evaluación económica del riego suplementario en cultivos y pasturas

INTRODUCCIÓN

El riego puede visualizarse como una herramienta útil en la búsqueda de mejores niveles de rentabilidad y estabilidad de los ingresos de los sistemas agrícola-ganaderos, mediante la reducción en la variabilidad de los márgenes netos y el aumento de su media (Cardellino y Baethgen, 2000). Esto puede deberse, tanto por aumentos en los rendimientos, y su estabilidad interanual, como por mejoras en la calidad del producto, lo cual reduce la brecha productiva y posibilita el acceso a mejores precios y mercados. Sin embargo, no siempre resulta posible su implementación, ya sea por factores económicos, de gestión o por razones físicas derivadas de la respuesta de la especie a la presente tecnología.

Es así que, la tecnología de riego puede ser analizada simultáneamente como una inversión, un seguro y/o como parte de un paquete tecnológico. En el primer caso, si el riego se considera como una inversión de mediano y largo plazo, su valoración se considera como un factor más en la ecuación financiera de la empresa y su rentabilidad. Para ello, se toma en cuenta su flujo de fondos futuros actualizado, de forma de estimar el tiempo de amortización de su inversión inicial y evaluar su rentabilidad futura, tanto si su inversión es realizada con fondos propios como de terceros. A su vez, se compara dicha rentabilidad estimada con el costo de oportunidad o tasa de retorno requerida si dicha inversión la realizara en otro activo o bien de capital.

Sin embargo, lo usual es que al momento de plantearse realizar una inver-

sión, no se tenga conocimiento cierto de todas las variables involucradas. Entre ellas se encuentran los costos futuros del capital, las materias primas, los precios de venta de los productos, etc. Es así que siempre nos encontramos en un contexto de incertidumbre. Existen algunas formas de reducir la incertidumbre, en la actividad agropecuaria es posible encontrar al riego como una de ellas.

«Seleccionar productos con baja variabilidad, el uso de planes formales de seguro, contratos a futuro y la selección de procesos productivos estables (con riego) son métodos que permiten reducir la incertidumbre o resultados desfavorables; considerar la flexibilidad y liquidez como mecanismos para prepararse ante cambios e incertidumbre» (Heady, 1952).

El riego como seguro reduce la incertidumbre, acortando la variabilidad de los resultados económicos. A través de su implementación se intenta mitigar el riesgo de déficit hídrico, frente a la incertidumbre acerca de la disponibilidad de agua, en ocasión de la aleatoriedad en la distribución de las lluvias a lo largo del año. Es así que podemos comparar la posibilidad de regar con la opción de contratar un seguro. Finalmente, si el riego se considera como parte de un paquete tecnológico, este potencia los otros factores productivos al eliminar la restricción del recurso agua.

De todas formas, el resultado económico dependerá de un análisis preciso de las soluciones técnicas apropiadas a cada situación de producción, en relación a las inversiones en fuentes de agua, distribución y equipos de bombeo, fuentes energéticas y métodos de aplicación de agua (Giménez y Mosco, 1996).

En el marco de la ejecución del proyecto: «Respuesta física y económica al riego suplementario en cultivos y pasturas y desarrollo de la tecnología de riego por superficie en siembra directa», financiado por los FPTA de INIA, una de las áreas de trabajo refiere a la generación de conocimiento desde el enfoque económico. Esta área intenta efectuar aportes a la producción nacional, mediante la generación de información económica que contribuya a la toma de decisiones, con el fin de aumentar la adopción de tecnologías de riego suplementario en cultivos y pasturas en sistemas agrícolas y agrícolas-forrajeros.

Dicho proyecto tiene como objetivo general aumentar significativamente la productividad y estabilidad de los rendimientos de los cultivos de verano y pasturas a través de la adopción de riego suplementario en sistemas agrícolas y agrícolas-forrajeros del Litoral y de las nuevas zonas de expansión agrícola.

El trabajo se desarrolla a lo largo de 5 capítulos: el primero consiste en la introducción a la temática, objetivos y el marco de construcción del presente documento. Como segundo punto se plantea el diseño metodológico, dónde se detalla las técnicas que se utilizaron a lo largo del trabajo, así como las diversas fuentes de información. Posteriormente, se profundiza en los resultados de la investigación y las conclusiones, para finalizar con la bibliografía consultada.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología utilizada en esta área, es netamente con enfoque cuantitativo, básicamente utilizando planillas de cálculo, construidas en base a fuentes de información primaria a partir de los datos obtenidos a lo largo del proyecto a nivel experimental, y fuentes secundarias. En cuanto a las segundas se utilizó los Anuarios y Encuestas Agrícolas del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), mediante las cuales fue posible generar un marco de la situación nacional para el análisis de la información arrojada por el proyecto. En el caso de los costos de los equipos de riego se trabajó con información de expertos calificados.

Esta publicación resume parte de los trabajos que se realizaron a lo largo del proyecto, a partir de los resultados obtenidos para cada tratamiento aplicados a diferentes cultivos y pasturas durante tres años, 2009 a 2011. Asimismo se incluyeron datos de cobertura nacional de los últimos 12 años; estos últimos se integran en ésta área con el fin de otorgar un marco de referencia nacional a los rendimientos obtenidos a nivel experimental.

Entre las principales variables a considerar se analizan los rendimientos para cada cultivo, a lo largo de los tres años, según los diversos tratamientos. A su vez, se identifican series con precios de mercado de los tres cultivos de referencia (maíz, sorgo, y soja), así como costos de algunos sistemas de riego, particularmente los más utilizados para estos cultivos como son: el riego por superficie y con pivote.

En función de los datos físicos obtenidos en los ensayos de respuesta al riego suplementario y deficitario tanto en cultivos como en pasturas se evaluaron diferentes tecnologías de riego, comparando la opción con y sin riego. A su vez, considerando precios y costos comerciales se analizaron los resultados económicos de la aplicación de diferentes estrategias de riego suplementario y deficitario a los cultivos y especies forrajeras en estudio.

RESULTADOS

Evaluación de rendimientos

Para evaluar los rendimientos de los cultivos y especies forrajeras, se efectuó una comparación en dos niveles, el primero resulta de anteponer los tratamientos para cada especie forrajera, donde dado el alto cumulo de lluvias sufrido durante el primer año los tratamientos en seco, y de riego en ciertos momentos específicos, particularmente en soja y sorgo, tuvieron importantes inconvenientes para la cuantificación de los resultados.

Sin embargo, a pesar de este inconveniente, es posible observar diferencias entre tratamientos para cada cultivo, donde el tratamiento de riego en todo el ciclo (T1) es el que en todos los casos obtiene

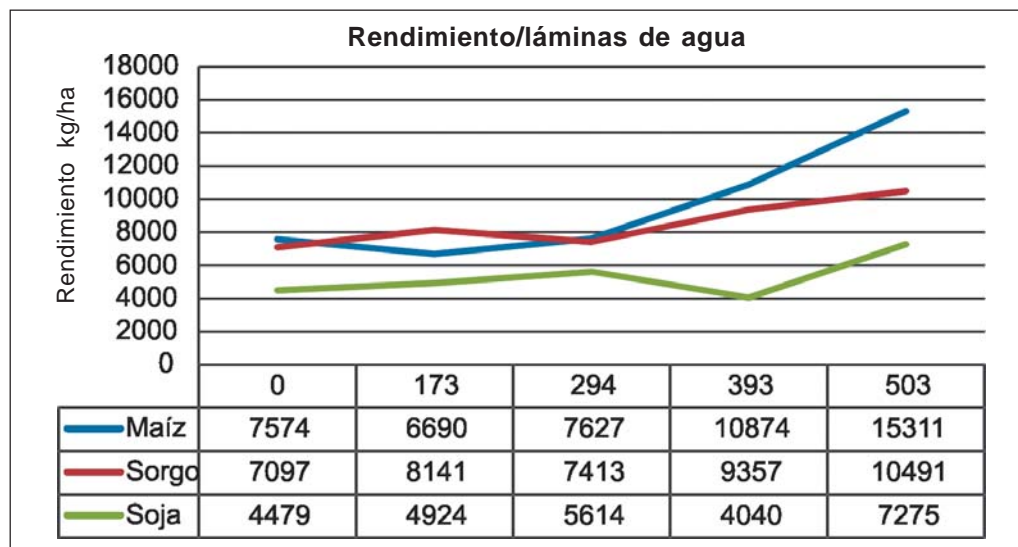


Figura 1. Rendimientos de maíz, sorgo y soja para los 5 tratamientos en función del agua aplicada, expresados en kg/ha. Zafra 2010/11.

mejores rendimientos. Sin embargo si comparamos entre cultivos, la soja es la que presenta diferencias más reducidas entre tratamientos año a año y a su vez una menor respuesta al riego, (Figura 1).

El segundo nivel de comparación resulta de analizar los rendimientos de cada cultivo con los resultados obtenidos a nivel nacional. En este último caso, en los tres cultivos, para todos los tratamientos se aprecia importantes diferencias con el promedio nacional, donde los primeros arrojan guarismos que triplican,

o cuadruplican la media nacional en las tres zafras¹, tal y como puede apreciarse en los siguientes gráficos, (Figuras 2 a 4).

Respecto a las forrajeras, se aprecia importantes diferencias entre las especies involucradas en el experimento, durante los dos años de ejecución del proyecto. En el caso de Pennisetum purpureum (Pp) es la que presenta una mayor producción y por tanto un mejor diferencial en el rendimiento bajo regadío, alcanzando alrededor de 8 ton/ha más que el seco, durante el primer año. Mien-

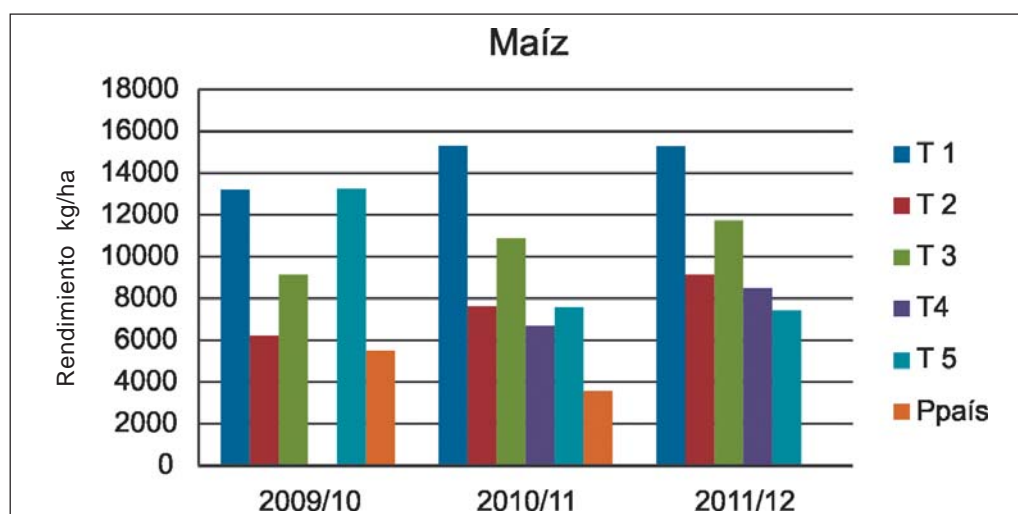


Figura 2. Rendimiento de maíz para los 5 tratamientos y promedio nacional para las zafras 2009/10, 2010/11 y 2011/12, expresados en kg/ha.

¹ Lamentablemente no se cuenta con información oficial sobre los promedios nacionales de la última zafra 2011/12.

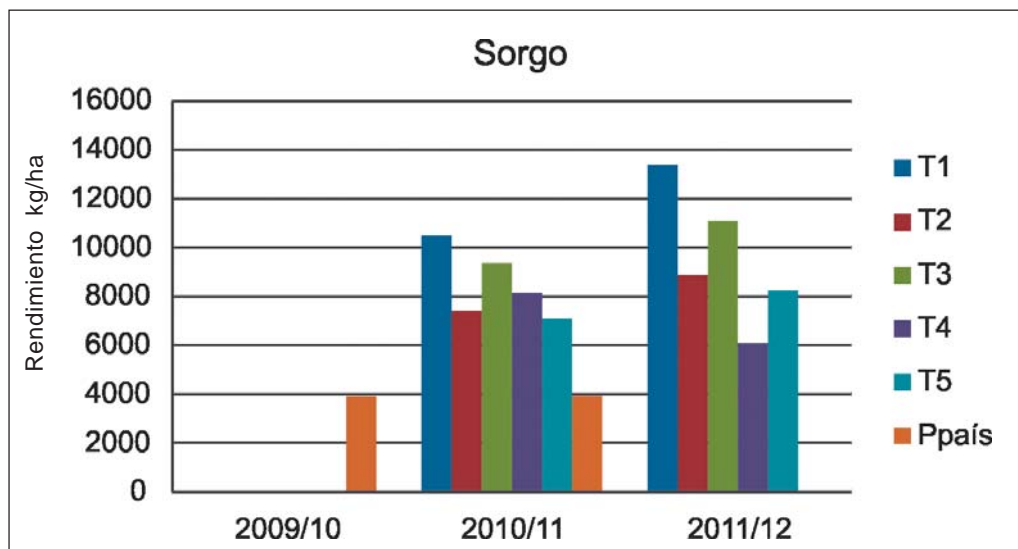


Figura 3. Rendimiento de sorgo para los 5 tratamientos y promedio nacional para las zafras 2009/10, 2010/11 y 2011/12, expresados en kg/ha.

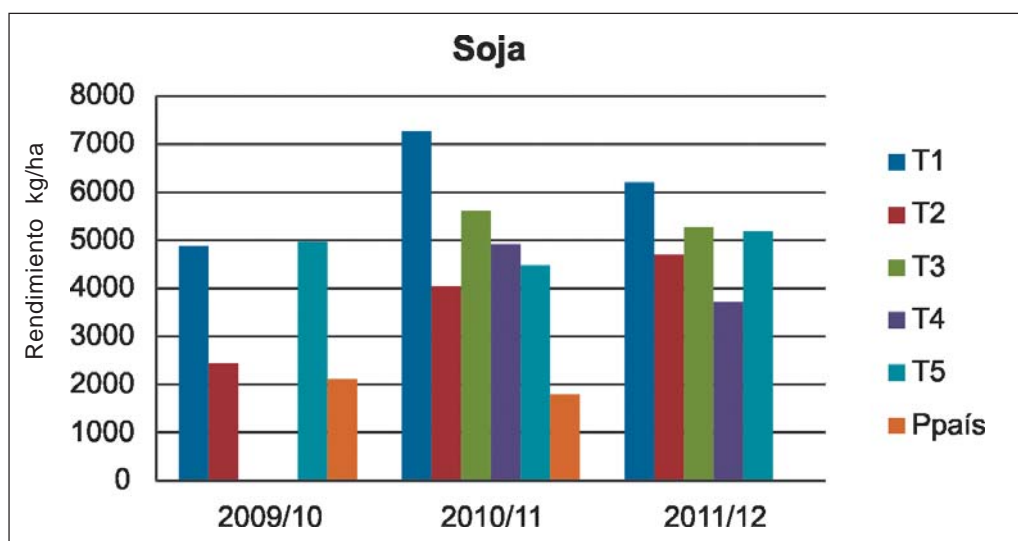


Figura 4. Rendimiento de soja para los 5 tratamientos y promedio nacional para las zafras 2009/10, 2010/11 y 2011/12, expresados en kg/ha.

tras que las especies *Paspalum dilatatum* (Pd) y *Paspalum notatum* (Pn) muestran rendimientos ampliamente menores, siendo la *Festuca arundinacea* (Fa) la que presenta una menor respuesta al riego.

Los rendimientos obtenidos con Pp en seco representan más de 3 veces los máximos obtenidos en las especies Pn, Pd y más de 5 en *Festuca*. Estas diferencias entre especies con diversos tratamientos de irrigación amerita la reflexión sobre la incorporación de la tecnología de riego en los sistemas de producción ganaderos, ya que los rendi-

mientos en algunas especies con riego presentan valores por encima de los habituales en seco, lo cual impacta directamente en la rentabilidad del negocio ganadero. Sin embargo, debe considerarse la diversidad en las respuestas de cada especie a la tecnología implementada y los tratamientos efectuados a la hora de incorporar esta tecnología.

El siguiente cuadro muestra los rendimientos de materia seca de las especies evaluadas, con dos tratamientos de riego al 100 y 50 por ciento de la ETo y el seco, (Cuadro 1).

Cuadro 1. Producción de materia seca de lámina + tallo de: Pp, Pn, Pd, Fa para el año 1 (zafra 2010/2011) y 2 (zafra 2011/2012), expresados en kg/ha.

Nivel de agua	Pp	Pn	Pd	Fa	Media
Año 1: Ciclo 2010 – 2011					
100 % Eto	29979	9652	11091	2374	13274
50 % Eto	27000	9253	8288	1149	11423
Secano	22054	8402	9176	328	9990
Comparativo 100 %/secano	7925	1250	1915	2046	3284
Media	26344	9103	9518	1284	
Año 2: Ciclo 2011 – 2012					
100 % Eto	10518	4968	4058	3333	5818
50 % Eto	11167	5881	4024	2200	5719
Secano	9217	4229	5019	377	4710
Comparativo 100 %/secano	1301	739	-961	2956	1108
Media	10300	5026	4367	1970	

Costos y márgenes

En cuanto a los costos se comparan dos sistemas de riego, riego por aspersión mediante la tecnología de pivote central y riego por superficie bajo la modalidad de surcos. Ambos diseños de equipos utilizados para efectuar el análisis comparativo considera una superficie a regar de 100 ha. con una jornada de riego de 20 horas diarias.

El pivote central es fijo con toma sobre canal, y presenta las siguientes características: radio estructural de 564 m, lamina de aplicación de 6,5 mm, caudal de 324 m³/hora, presión 3,5 bar y potencia 30 Hp. Mientras que el riego por superficie se efectúa mediante surcos con tubería colapsable con compuertas, las cuales son fijas en todas las cabeceras. Los surcos son de 120 m de largo con una separación entre surcos de 1.30 m.

En el primer caso, se plantean algunas variantes asociadas al uso de diferentes fuentes de energía (motor eléctrico o gas oil), así como la distancia de la toma de agua (0 o 846mts), mientras que para el riego por superficie se plantean tres tipos de energías: gravedad, motor eléctrico o gas oil. El Cuadro 2 presenta información de costos asociados a la inversión inicial² (equipos y bombas),

costos operativos básicamente energía y mano de obra para cada sistema, costos de los cultivos y tierra, todos expresados en dólares por hectárea.

Comparando las inversiones iniciales para cada sistema, se aprecia una importante diferencia de costos entre ambos sistemas, siendo el pivote el que requiere mayor inversión por hectárea, aunque permite lograr la automatización del riego, lo cual resulta una ventaja muy importante a tener en cuenta. Por su parte, en cuanto a los costos operativos los equipos que utilizan gas oil para el bombeo del agua, son los que tendrán mayores costos por mm aplicado de agua, siendo el sistema de riego por gravedad el de menor costo, ya que no genera costos por concepto de consumo de energía (Cuadro 2).

Posteriormente se efectuaron cálculos de márgenes para todos los tratamientos, considerando los precios de mercado de cada cultivo y sus respectivos rendimientos para la zafra 2010/2011, así como las láminas aplicadas en cada tratamiento durante dicha zafra. Esta zafra se consideró como base para la comparación, ya que se contaba con todos los datos necesarios para el cálculo, y a su vez en el caso de la zafra anterior las lluvias fueron 5 veces supe-

²No se incluyen costos asociados a la fuente de agua.

Cuadro 2. Inversión inicial y costos operativos de riego con pivote y por superficie expresados en U\$/ha. Zafra 2010-11.

Inversión Inicial (U\$/ha)*	
Sistema	Costo
PIVOTE (0) Electrobomba	1420
PIVOTE (0) Motobomba	1530
PIVOTE (846) Electrobomba	1720
PIVOTE (846) Motobomba	1820
SUPERFICIE (gravedad)	355
SUPERFICIE EB	625
SUPERFICIE MB	515
Costos Operativos (U\$/mm aplicado)**	
Sistema	Costo
PIVOTE Electrobomba	0.23
PIVOTE Motobomba	1.37
SUPERFICIE (gravedad)	0
SUPERFICIE Electrobomba	0.06
SUPERFICIE Motobomba	0.34
Otros Costos (U\$/ha)	
Cultivos	Costo
Maíz	737
Sorgo	669
Soja	497
Tierra	306

* La inversión inicial incluye equipo y bomba. No incluye fuente de agua.

**Los costos operativos incluyen los conceptos de energía y mano de obra.

riores al promedio, por tanto fue un año Niño muy atípico.

En la presente zafra se aplicaron láminas brutas de 500 mm de agua en maíz, 400 mm en sorgo y 450 mm en soja para el tratamiento de riego en todo el ciclo, las cuales se utilizaron como dato para el cálculo de los costos operativos para el riego por aspersión. Asimismo, dado que el riego por superficie implica una aplicación de agua superior, se consideró una eficiencia del 50 %, con lo cual se consideraron las siguientes láminas, para todo el ciclo según cada cultivo:

Maíz: Lámina Neta 375 mm. Lámina Bruta 750 mm.

Sorgo: Lámina Neta 300 mm. Lámina Bruta 600 mm.

Soja: Lámina Neta 325 mm. Lámina Bruta 650 mm.

Si comparamos los márgenes entre la opción con y sin riego, tomando como tratamientos el primero como la opción con riego y como «sin» los valores promedio nacionales, en virtud de que los valores obtenidos por el tratamiento en secano (T5) superan ampliamente la media nacional de los últimos años, siendo no acorde con la realidad de los tres cultivos. Los márgenes con riego superan al tratamiento sin riego, en los tres cultivos, solo en el caso del uso de pivote en sorgo el secano supera al riego dado el peso de la inversión inicial. Sin embargo, esta diferencia a favor del riego presenta una mayor amplitud para el caso del maíz, donde para la opción de regar por pivote, el margen supera en 1350 dólares por hectárea al tratamiento sin riego utilizando electrobomba y la mitad con motobomba. Mientras que en el caso

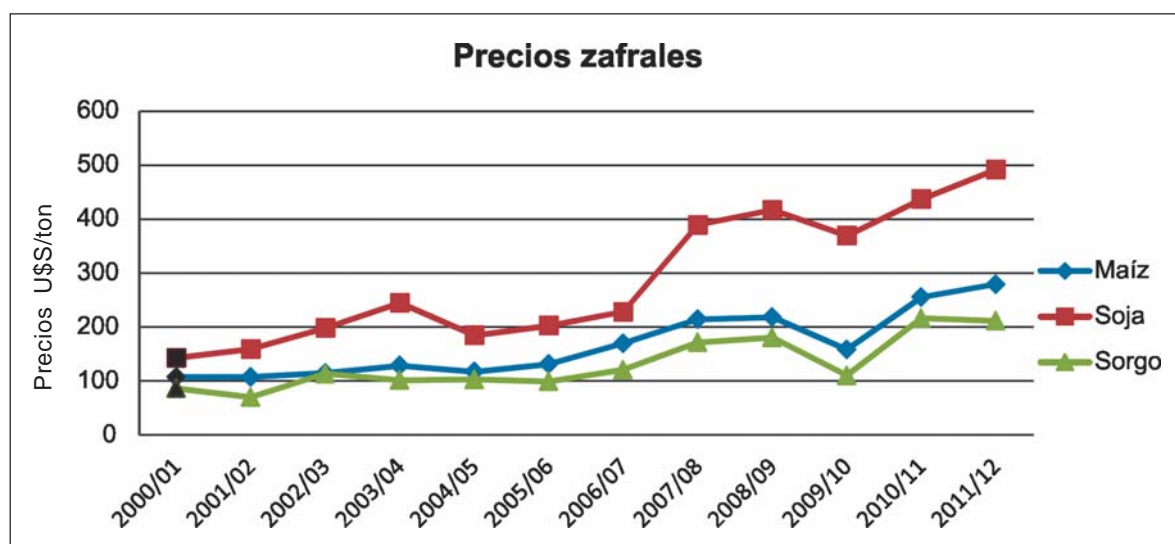
Cuadro 3. Márgenes de los tres cultivos según tratamiento y tipo de riego, expresado en U\$/ha. Zafra 2010/11.

Cultivo	Sin Riego	Con Riego				Gravedad
		Pivote		Superficie		
		Electrobomba	Motobomba	Electrobomba	Motobomba	
Maíz						
T 1	-	1225	542	2040	1939	2355
Ppaís ³	-	132	-	-	-	-
Sorgo						
T 1	-	-303	-875	508	448	815
Ppaís	-	126	-	-	-	-
Soja						
T 1	-	1075	468	1887	1814	2196
Ppaís	284	-	-	-	-	-

del sorgo ambos tratamientos arrojan pérdida, siendo el secano el de menor impacto, con una pérdida que apenas supera los 100 dólares por hectárea y en soja el margen presenta importantes diferencias a favor del riego, donde la electrobomba duplica el margen frente a la motobomba, (Cuadro 3).

Tanto los márgenes en maíz como en soja presentan diferentes causas, en el primero tiene una importante incidencia la respuesta del cultivo al riego, superándola ampliamente frente a los otros dos cultivos y así mismo en secano. Mientras

que en el caso de la soja el precio de mercado marca la pauta, con un incremento constante en los últimos 12 años (Figura 5), por tanto la respuesta del cultivo a la tecnología de riego y su precio de mercado históricamente son variables fundamentales para la toma de decisiones. En el caso del sorgo, se juntan ambas fundamentaciones, tanto los bajos rendimientos como los menores precios inciden en la generación de márgenes no atractivos para inversión de la tecnología de riego en este cultivo.

**Figura 5.** Precios zafrales de maíz, soja y sorgo desde 2000/01 hasta 2011/12, expresados en U\$/ton.

³Refiere al promedio a nivel país.

Analizando los márgenes desde el punto de vista de las tecnologías de riego, las diferencias son importantes derivando en que para los pivotes los márgenes son bastante menores frente a la tecnología de riego por superficie, donde ésta última duplica o triplica, dependiendo de la energía y el cultivo, los márgenes de la aspersión. Siendo la opción de mayor margen, la adopción de la tecnología de surcos por gravedad, en vistas de que no existen costos derivados del uso de energía. Asimismo un factor diferencial a tener presente es este último, la energía, ya que las opciones a base de gasoil son las que presentan márgenes menores, en virtud del incremento de su precio durante los últimos años, a pesar de que las electrobombas implican una inversión inicial mayor.

CONCLUSIONES

Por tanto, efectuando un análisis comparativo entre tratamientos, se desprende que aquellos que plantean riego con déficit hídrico en algunas etapas del crecimiento de los cultivos, obtienen márgenes bastante menores al riego durante todo el ciclo, incluso algunos tratamientos presentan márgenes menores al secano.

Finalmente, el efecto de los rendimientos sobre los márgenes juega un papel muy relevante a la hora de evaluar la inversión en riego, y por ende la estrategia a seguir en esta tecnología es fundamental, siendo muy importante no solamente la elección del equipo a incorporar sino también la rutina de riego, considerando las particularidades del cultivo a regar, su respuesta al riego suplementario y la evolución de su precio de mercado en los últimos años.

BIBLIOGRAFÍA

- CARDELLINO, G.; BAETHGEN, W.** 2000. «Análisis de la viabilidad de sistemas de riego para maíz: estudio de casos y evaluación de estrategias». INIA La Estanzuela. Montevideo, Uruguay.
- FAVA, M.; FRACALANZA, P.; NUNES, A.** 2007. «Impacts of a liberalization in the USA market for frozen concentrated orange juice: why Florida's producers are so afraid?». *Rer.* Vol. 45, N° 04. Río de Janeiro, Brasil.
- GIMÉNEZ, L.; MOSCO, M.** 1996. «Riego en maíz: una alternativa a evaluar». *Revista Cangüé* N° 8. EEMAC, Universidad de la República. Paysandú, Uruguay.
- HEADY, E.O.** 1952. «Economics of agricultural production and resource use». Ed. Prentice hall, Englewood cliffs.
- MGAP-DIEA.** 2000-2011. «Anuarios Estadísticos Agropecuarios». Montevideo, Uruguay.
- MGAP-DIEA.** 2000-2011. «Encuestas Agrícolas». Montevideo, Uruguay.
- PASCALÉ, R.** 1999. «Decisiones financieras». 3ª edición. Buenos Aires, Argentina.
- PIEDRABUENA, L.; PIVEL, J.; SCARSI, C.** 2008. «El riego agrario en Uruguay: una aproximación económica a su desarrollo (1985-2005)». Monografía. Facultad de Ciencias Económicas y Administración, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.
- RITSON, C.** 1977. «Agricultural economics: principles and policy». Ed. Westview Press, Boulder. Colorado, Estados Unidos.