

XXIV CONGRESO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA
PUNTA DEL ESTE, URUGUAY, NOVIEMBRE 2010

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE
UN SISTEMA DE RIEGO MULTIPREDIAL Y MULTISECTORIAL
EN LA ZONA DE COLONIA VALDENSE

Andrea Pitzer, Alejandra De Vera, Bruno Bicudo, Virginia Quagliotti

UdelaR - Facultad de Ingeniería – Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental, Uruguay
andrea_pitzer@hotmail.com; ale_devera@hotmail.com; brusbicudo@hotmail.com; vickyquagliotti@hotmail.com

RESUMEN:

En el presente trabajo se analizó la prefactibilidad económica de un sistema de riego multipredial y multisectorial para un grupo de pequeños productores (lecheros y frutícolas), cuya limitante para lograr la estabilidad en la producción, y su incremento en cantidad y calidad, es el acceso al agua. A partir de la concepción del sistema de riego mediante obras de captación directa del río Rosario y conducción desde las mismas hasta los diferentes puntos de demanda, se compararon los costos asociados al sistema de riego en los distintos puntos del área piloto con el margen bruto obtenido por el incremento de producción, resultando que la implementación del sistema de riego es rentable para el maíz, la soja y el duraznero, no resultando rentable para el sorgo y la alfalfa. Si bien los resultados son específicos para el área piloto, la metodología desarrollada resulta válida para otros sistemas de características similares, y la implementación de este tipo de emprendimientos puede impulsar el desarrollo de grupos de pequeños productores, difícil de alcanzar mediante iniciativas individuales.

ABSTRACT:

This study analyzes the financial feasibility of a multi-field, multi-sector irrigation system, designed for a large group of small scale producers (mainly from the fruit and milk sector), whose limitation for achieving production stability, as well as an increase in quality and yield is water access. The irrigation system was conceived starting from direct intake structures from the Rosario River, and then conducted to the different places which require of it. The costs associated with the irrigation system in the different locations within the pilot area were compared to the gross margin obtained by the yield increase, and as a result the irrigation system showed itself feasible for corn, soy and peach, but not feasible for hay and sorghum. Even though the obtained results are specific to the pilot area, the developed methodology seems valid for other systems of similar characteristics, and the implementation of this kind of projects is likely to boost the development of groups of small scale producers, hard to achieve through individual initiatives.

PALABRAS CLAVES:

Riego multipredial y multisectorial.

INTRODUCCIÓN

Ante las elevadas pérdidas productivas en el sector agropecuario vinculadas a las deficiencias hídricas, la gran variabilidad del régimen de precipitaciones y las tendencias del cambio climático, entre otros factores, se impone la necesidad de coordinar acciones entre los distintos actores afectados para superar las principales restricciones que posee la adopción de la práctica de riego extensivo a nivel nacional.

De esta manera surge el interés colectivo de construir planes concretos para el desarrollo del riego y su uso en el medio agropecuario, apuntando al manejo sustentable.

En este marco se propone un proyecto de riego multipredial y multisectorial para un grupo de pequeños productores, fundamentalmente lecheros y frutícolas, que se ubican en el departamento de Colonia, Uruguay, en una zona comprendida entre el río Rosario y el arroyo Cufre, próximo al centro poblado de Colonia Valdense.

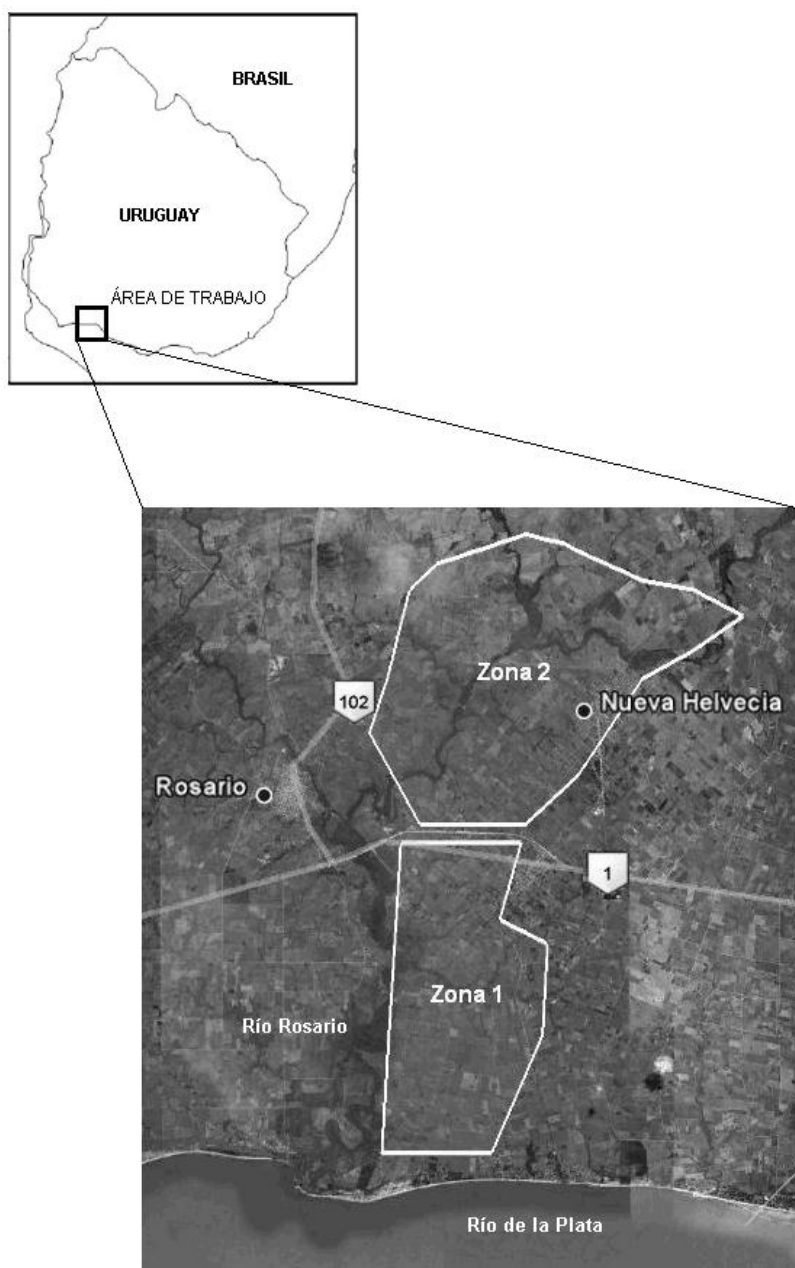


Figura 1.- Ubicación del área de trabajo

En general, esta zona está completamente parcelada en campos de relativa poca extensión (la superficie media por productor es de 100 há), y la limitante para lograr la estabilidad en la producción y su incremento en cantidad y calidad es el acceso al agua.

El objetivo del presente trabajo consistió en desarrollar la concepción de dicho sistema de riego multipredial y multisectorial, y analizar su prefactibilidad económica.

DEFINICIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

La Ruta 1, que une las ciudades de Colonia y Montevideo, marca la diferencia entre el paisaje al Sur y al Norte de la misma. Al Sur la topografía del terreno es más uniforme, no presentando desniveles significativos respecto al río Rosario, mientras que al Norte el paisaje es más accidentado. Desde el punto de vista de la disponibilidad del recurso agua, también se presentan diferencias: al Sur, la influencia del remanso del Río de la Plata en el río Rosario garantiza un volumen de agua dulce suficiente para el riego, mientras que al Norte la disponibilidad de agua es limitada.

En base a estas diferencias se definieron dos áreas piloto de trabajo: la Zona 1, al Sur de Ruta 1, abarcando una superficie de 5.400 há, y la Zona 2, al Norte de Ruta 1, abarcando una superficie de 8.500 há. El presente trabajo se centró en el análisis correspondiente a la Zona 1.

METODOLOGÍA

Para la Zona 1 se realizó un estudio de prefactibilidad de riego, a partir de la construcción y operación de obras de captación directa del río Rosario y conducción desde las mismas hasta los diferentes puntos de demanda.

Este estudio implicó estimar la magnitud de las deficiencias de agua, su probabilidad de ocurrencia, sus efectos sobre el rendimiento de los cultivos y el incremento de margen bruto generado por el riego. Se asumió que el manejo de los suelos y de los cultivos es dato, y que el proyecto no introduce una modificación en los mismos.

Se partió del supuesto básico de que el manejo agronómico no es limitante para la obtención de altos rendimientos de forma sostenible. Si bien las condiciones de óptimo rendimiento del cultivo y de máximo beneficio económico no son coincidentes, la información disponible permite abordar el tema desde el máximo rendimiento del cultivo.

La evaluación económica del proyecto se realizó desde una perspectiva global que evalúa la rentabilidad económica de la inversión para todo el sector afectado, sin distinción de cómo se distribuyan los ingresos entre los diferentes actores. Cabe destacar que se trata de un análisis exclusivamente económico, en tanto no se plantea una valoración de otros beneficios sociales intangibles como, por ejemplo, el impacto social del aumento del trabajo, etc.

DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE RIEGO

El aprovechamiento de las ventajas de cualquier sistema de riego depende fuertemente del conocimiento de la cantidad de agua que consumen los cultivos y del momento oportuno para aplicarla, con el objetivo de no perjudicar su rendimiento. Por lo tanto, el uso de la tecnología del riego implica el conocimiento de ciertos parámetros básicos del suelo y del cultivo, fundamentales para lograr un uso eficiente del agua aplicada.

Identificación y selección de los cultivos representativos a regar

Primeramente se identificaron los distintos cultivos a regar que se desarrollan en la zona y se seleccionaron aquellos más representativos, resultando los siguientes:

- Agrícolas de verano: maíz, soja y sorgo, de primera y segunda siembra.
- Perennes: alfalfa.
- Frutícolas: duraznero.

Determinación de los umbrales y ciclos de riego para los diferentes cultivos seleccionados

Para cada uno de los cultivos seleccionados se determinaron el o los ciclos del cultivo con las duraciones de cada fase, los valores de los coeficientes del cultivo de referencia (K_c), el umbral de riego considerado y el método de riego más apropiado.

En cuanto a las fechas y a la duración de cada fase de los ciclos de los cultivos, las mismas se tomaron de información de la zona o eventualmente, en caso de que dicha información no estuviera disponible, de datos nacionales o con condiciones similares a las de la zona en estudio.

Los coeficientes del cultivo de referencia y el umbral de riego para cada cultivo se extrajeron de recomendaciones de la FAO; los valores de K_c se corrigieron para las condiciones de humedad mínima (47 %) y velocidad media del viento de la zona (2,7 m/s).

Tabla 1.- Valores de K_c y umbral de riego

Cultivo	Tipo	K_c (Corregido)			Umbral (p%)
		Inicial	Máximo	Final	
Maíz	Cereal	0,32	1,22	0,62	55%
Soja	Legumbre	0,41	1,16	0,51	50%
Sorgo	Cereal	0,32	1,12	0,57	55%
Alfalfa	Forraje	0,41	0,96	0,91	55%
Durazno		0,52	1,02	0,77	50%

Determinación de los parámetros hídricos de los principales tipos de suelo

Para obtener una descripción de los suelos presentes en la zona afectada por el proyecto se tomó como base la descripción de los Grupos de Suelos CONEAT (una clasificación nacional en base a la productividad en términos de carne bovina, ovina y lana en pie). Dicha descripción permite obtener características del relieve, de la geología y de los suelos presentes. En particular, en lo referente a los suelos brinda información sobre color, textura, fertilidad y drenaje.

Se caracterizó la composición textural del suelo predominante para cada una de las unidades de suelos presentes, determinando los porcentajes de arena, arcilla, limo y materia orgánica de cada horizonte en el cual pueden desarrollarse las raíces, definidos a partir del Compendio de Suelos del Uruguay (2001).

Luego, a partir de los datos texturales de cada horizonte, se calculó la densidad aparente a través de la expresión de Fernández (1979), y los contenidos de agua en peso seco a capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (PMP) mediante la expresión de Silva et al. (1988). Finalmente, se determinó el agua disponible en mm cada 10 cm, y la sumatoria de toda el agua del

horizonte. En la Tabla 2>Error! No se encuentra el origen de la referencia. se presenta un resumen de los resultados obtenidos.

Tabla 2.- Parámetros hídricos de los suelos

Unidad	Horizonte	Profundidad	CC	PMP	AD	AD	AD
		(cm)	(% en vol)	(% en vol)	(% en vol)	(mm/horiz)	(mm/perfil)
Kiyú	A	00-25	39,73	23,34	16,39	40,97	84
	Bt1	25-50	39,62	22,41	17,22	43,05	
Libertad	A	00-20	41,41	24,43	16,98	33,95	92
	Bt1	20-53	42,30	24,64	17,67	58,30	
San Gabriel - Guaycurú	A	00-16	37,34	21,78	15,56	24,89	25
Ecilda Paullier	A	00-24	41,92	25,18	16,74	40,18	86
	Bt	24-50	41,78	24,32	17,46	45,40	
San Ramón	A	00-33	44,49	27,13	17,36	57,29	74
	E	33-43	40,46	23,48	16,98	16,98	
Villa Soriano	A	00-33	42,98	26,25	16,73	55,20	85
	Bt1	33-50	41,99	24,50	17,49	29,73	

Simulación mediante el modelo WinIsareg

Para la determinación de las necesidades de riego de los cultivos se empleó el método del balance hídrico. En este caso, se realizó una simulación de la demanda de riego para el máximo rendimiento del cultivo mediante el modelo WinIsareg (Texeira & Pereira, 1992) en base a series históricas de datos climáticos diarios, para las diferentes combinaciones de suelos y cultivos presentes en la zona.

Para el diseño se adoptó la necesidad de riego anual que se da con una frecuencia del 80 %, es decir, la lámina neta de riego necesaria para garantizar el máximo rendimiento del cultivo en el 80 % de los años simulados, y se consideró como suelo representativo del área piloto el correspondiente a la Unidad de Suelo Kiyú, ya que ocupa más del 50 % de la superficie y las necesidades anuales no varían significativamente para una u otra unidad considerada.

Debido a la tendencia creciente de la precipitación en el tiempo, se procedió a ajustar el periodo de simulación para que los resultados fueran representativos del clima futuro esperado.

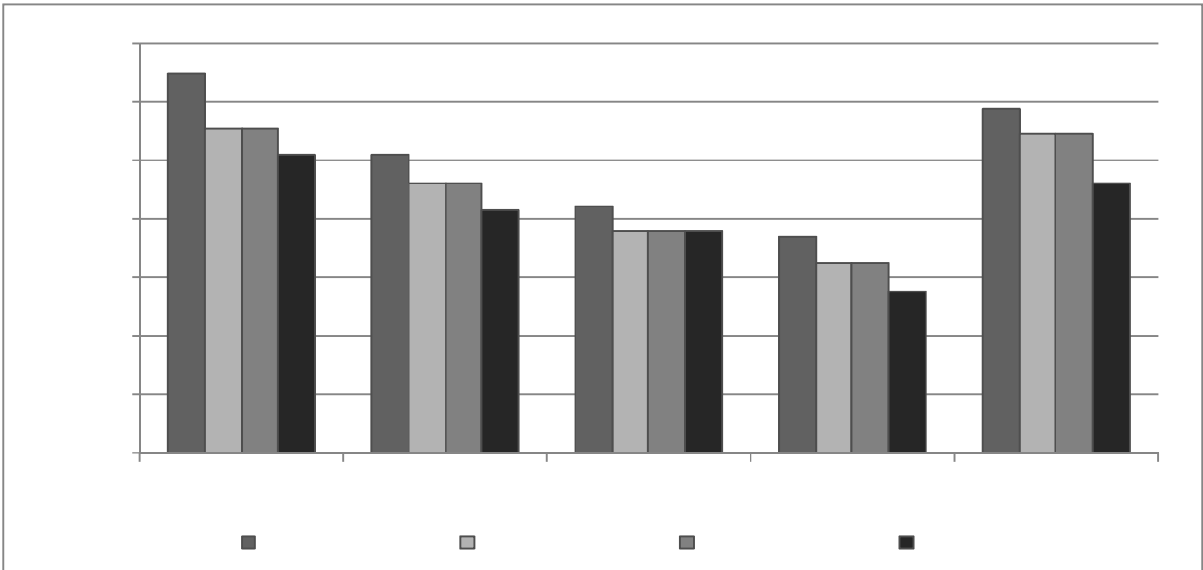


Figura 2.- Necesidades de riego según longitud de periodo de simulación

Tal como se observa en la Figura 2, cuanto más corto es el periodo de simulación considerado, menores son los requerimientos de riego de los cultivos. Se considera como mejor estimación del clima futuro el de los últimos 30 años, por lo cual se adoptó como serie de datos representativa la correspondiente a dicho periodo.

Tabla 3.- Necesidades anuales de riego

Cultivo	Riego anual (mm)
Maíz de 1era	462
Soja de 1era	
Sorgo de 1era	324
Alfalfa	555
Duraznero	546

Cálculo de volúmenes máximos de riego

Una vez determinadas las necesidades de riego anuales para cada uno de los cultivos de la zona en estudio, se procedió a definir las áreas máximas a regar y la demanda de riego en cada una de ellas, para cada uno de los rubros (agricultura y fruticultura).

Para determinar las áreas destinadas a cada rubro, se consideró un subgrupo de productores como muestra representativa del total de productores de la zona piloto, cuyas tierras ocupan el 30 % del área total. De esta manera se determinó el área máxima a regar según los rubros que demandan riego: 758 há para agricultura y 231 há para fruticultura.

Por otro lado, dada la gran diversidad de cultivos agrícolas, la alta rotatividad de los mismos, inclusive en un mismo año, y las variaciones de la fecha de siembra dentro de un mismo tipo de cultivo, se consideró que la demanda del conjunto de los cultivos agrícolas de verano es equivalente a la de los ciclos de primera del maíz, soja y sorgo, y que éstos representan en superficie el 80 %, distribuidos según se muestra en la Tabla 4. El 20 % restante corresponde entonces a los cultivos perennes, siendo la demanda de riego equivalente a la de la alfalfa.

Tabla 4.- Distribución de los cultivos agrícolas representativos

Porcentajes del área total	
Maíz de 1era	40%
Soja de 1era	20%
Sorgo de 1era	20%
Alfalfa	20%

En cuanto a los cultivos frutícolas, el duraznero es la especie predominante, por lo que se consideró que la demanda del conjunto de los cultivos frutícolas es equivalente a la del ciclo del duraznero.

A partir de las consideraciones y definiciones realizadas, se obtuvieron las áreas máximas a regar y la demanda anual de riego que genera cada una de ellas para los cultivos representativos, las cuales se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5.- Áreas y demandas máximas de riego por rubros

Rubro	Área (há)	Riego (mm)	Volumen (m ³)
Agricultura	758		3.305.807
Maíz de 1 ^a	303	462	1.400.535
Soja de 1 ^a	152	378	572.946
Sorgo de 1 ^a	152	324	491.097
Alfalfa	152	555	841.230
Fruticultura	231	546	1.258.971

Determinación del ciclo anual de riego

Luego, respetando el ciclo medio anual de riego de cada cultivo para el periodo simulado, se distribuye mensualmente el requerimiento máximo de riego anual para obtener una demanda máxima mensual. En la Figura 3 se muestra el caudal máximo requerido para regar la totalidad del área cultivada de la zona en estudio.

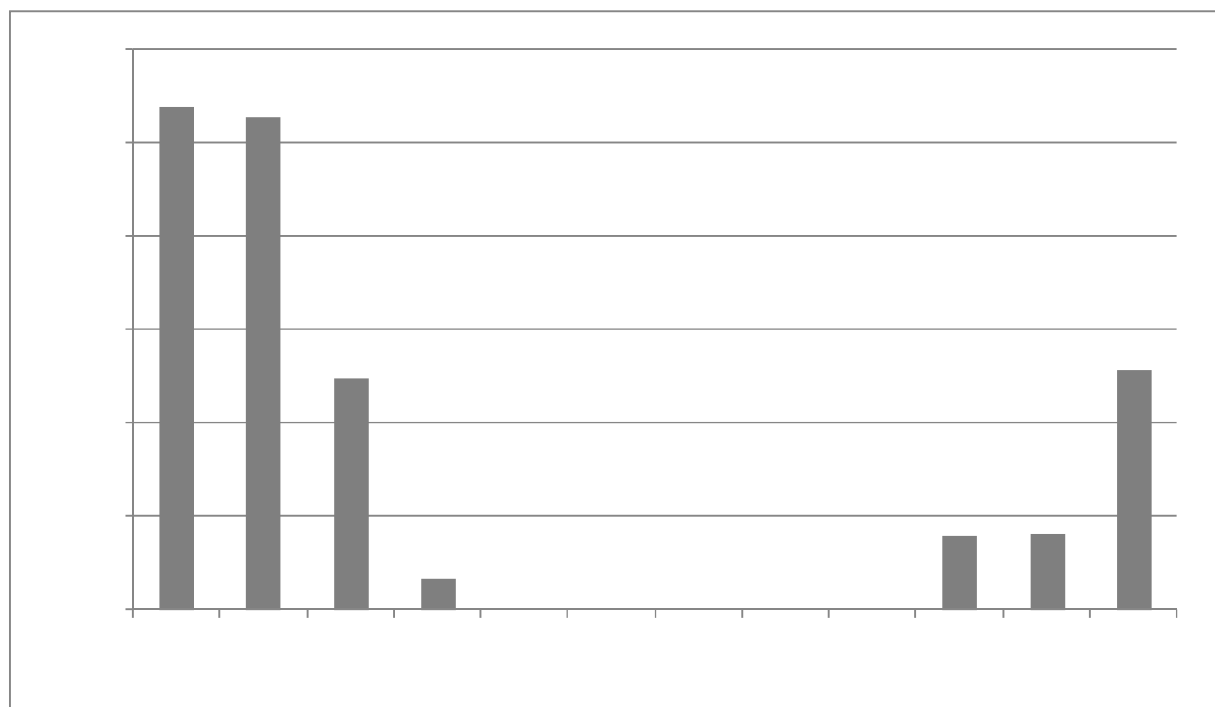


Figura 3.- Requerimiento mensual máximo de riego neto

El ciclo anual de riego bruto en m³/há para cada uno de los cultivos se determinó a partir del ciclo anual de riego neto, asumiendo una eficiencia global de 70 % para riego por aspersión y de 80 % para riego por goteo.

1.2

CONCEPCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

1

Se identificaron los posibles emplazamientos para la obra de captación y en base a un análisis económico se seleccionaron dos: uno para abastecer a los productores ubicados al Sur del arroyo Sarandí (tributario del río Rosario), y otro para abastecer a los restantes, ubicados al Norte de dicho arroyo.

Caudal de riego (m³/s)

0.6

0.50

0.4

0.52

El sistema de distribución consiste en las dos obras de captación, cada una con su respectiva línea de distribución primaria, mediante la cual se conduce el agua a presión hasta puntos seleccionados por sus condiciones altimétricas favorables, según se muestra en la Figura 4. Algunos de dichos puntos se emplearán como recalques, de manera de disminuir la potencia requerida y las dimensiones de las bombas a emplear. Además, se prevén puntos intermedios entre los anteriores y la toma, para distribuir desde allí parte del agua bombeada hacia las zonas más bajas. Con esto se busca reducir los costos de energía, ya que se evita elevar el agua hacia grandes distancias de la fuente para luego devolverla por gravedad en el sentido contrario.

Desde los puntos de distribución derivarán tuberías de distribución secundaria, donde el agua será conducida por gravedad hacia depósitos de almacenamiento construidos en el ingreso de cada predio a regar. Estos depósitos podrán ser reservorios excavados en tierra (revestidos con film de polietileno si es necesario) o tanques australianos, y deberán ser capaces de almacenar el volumen de agua de riego requerido diariamente.

El sistema de riego interno propuesto depende del tipo de cultivo a regar: riego por aspersión para cultivos agrícolas y riego por goteo para frutales.

Se prevé que el financiamiento del sistema de riego propuesto se realice mediante el cobro de una tarifa a los usuarios conectados al sistema. La tarifa se fijará por metro cúbico, existiendo diferentes rangos de precio según la ubicación relativa del predio a regar respecto a los puntos de distribución. De esta forma, disponiendo de la ubicación del productor y del consumo de agua al término del mes, se procederá a cobrar por metro cúbico, y no en forma de tarifa plana o por hectárea cultivada. De este modo se pretende que los productores optimicen el uso del agua mediante métodos de riego más eficientes.

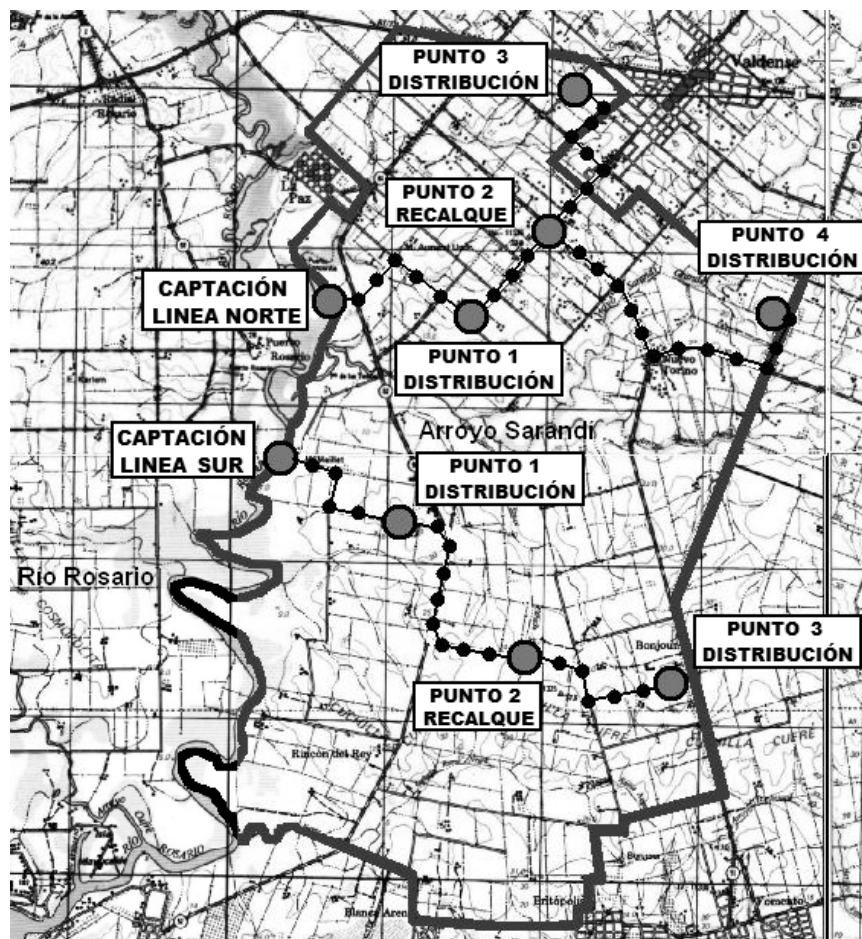


Figura 4.- Esquema del sistema de riego

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE RIEGO

Para el estudio se consideró que el riego es económicamente factible para un determinado cultivo si el beneficio obtenido con la mejora de la producción compensa o supera los gastos incurridos en el sistema de riego.

Para lograr un aumento óptimo de la producción, el sistema de riego se debe complementar con un conjunto de medidas adicionales según el tipo de cultivo, entre las que se encuentran, por ejemplo, un incremento en la aplicación de fertilizantes y el empleo de semillas de mejor calidad (híbridos) en el caso de los cultivos agrícolas de verano.

La respuesta de cada cultivo frente al riego es diferente. Por lo tanto, ante una misma demanda de riego en una misma localización respecto a la toma, el aumento de la producción puede tornar el sistema de riego rentable para un determinado cultivo, mientras que para otro no.

El análisis de prefactibilidad económica se realizó entonces para cada uno de los cultivos de la zona, comparando los siguientes rubros:

- Costo de inversión, operación y mantenimiento del sistema de riego.
- Margen bruto asociado al aumento de producción.

Si el margen bruto supera al costo, el sistema de riego se considera rentable.

Todos los precios se expresan en Unidades Indexadas (UI), que es una unidad de cuenta uruguaya que determina en forma diaria la evolución acumulada por el Índice de Precios al Consumo (IPC), a julio de 2009.

Tabla 6.- Unidades de cuenta, cotización en \$U a julio 2009

Unidad indexada (UI)	1,9378
Dólar (U\$S)	23,395

Costos del sistema de riego

Los costos del sistema de riego comprenden:

- Costo anual base.
- Costo de riego interno.

El costo anual base comprende los costos de operación, mantenimiento e inversión del sistema de riego común a todos los productores; lo asumen todos los productores usuarios del sistema en función de la distancia a las obras de captación.

Los costos de operación están fuertemente vinculados al consumo de energía y potencia. En un sistema de distribución por bombeo como el proyectado, estos costos son los que condicionan la viabilidad del sistema.

La potencia consumida por el sistema de riego depende del caudal a elevar y de la carga a suministrar por el equipo de bombeo. Se determinó la potencia consumida por unidad de caudal, y a partir del ciclo anual de riego bruto en m³/há y de la definición de las horas diarias de bombeo (20 horas en el mes de mayor demanda) se calcularon los costos de bombeo por hectárea cultivada. Cabe señalar que se asumió la misma configuración de áreas por cultivo para todas las zonas de

riego asociadas a los puntos de distribución primaria, resultando la repartición de caudales por punto de distribución mostrada en la Tabla 7 y por cultivo mostrada en la Tabla 8.

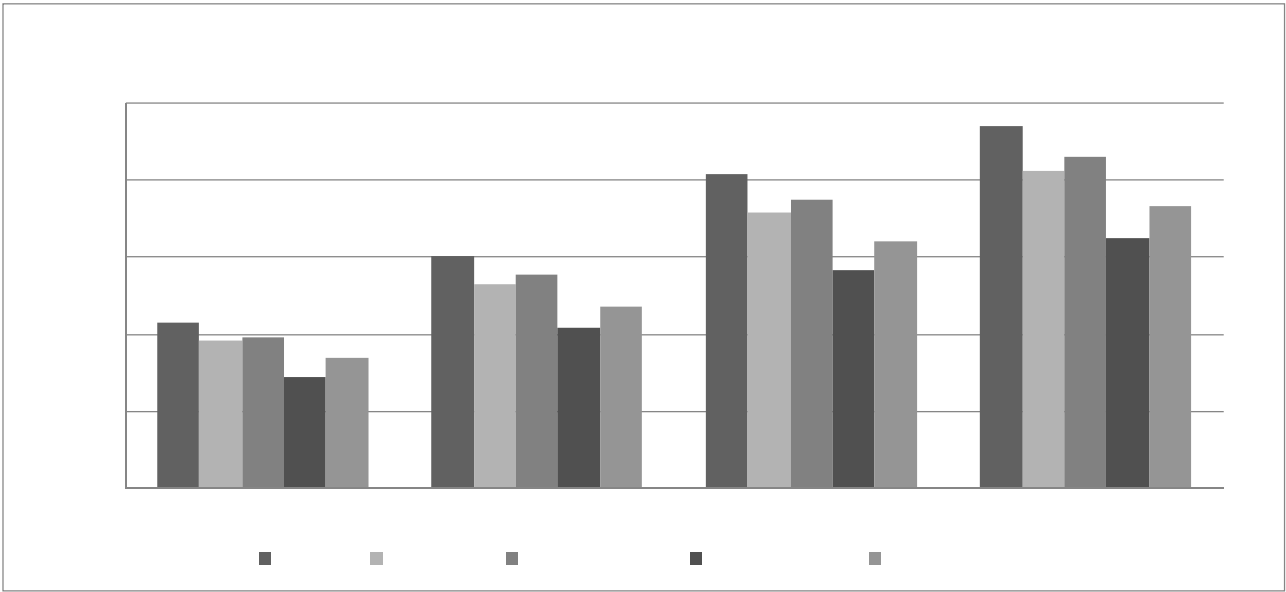
Tabla 7.- Caudal asociado a cada punto de distribución primaria en %

Línea Norte		Línea Sur	
Punto 1	11 %	Punto 1	22 %
Punto 2	40 %	Punto 2	35 %
Punto 3	20 %	Punto 3	43 %
Punto 4	30 %		

Tabla 8.- Caudal asociado a cada cultivo en %

Maíz de 1ª	32 %
Soja de 1ª	10 %
Sorgo de 1ª	14 %
Alfalfa	18 %
Duraznero	26 %

A los efectos de este estudio de prefactibilidad, se asumió que los costos de mantenimiento son del orden del 10 % de los costos de operación y que los costos de inversión son del mismo orden que el costo de un año de operación. En la Figura 5 se presentan los resultados obtenidos.



Costo anual base del sistema de riego
Línea Norte

2.500
2.000
1.500
1.000
U/há

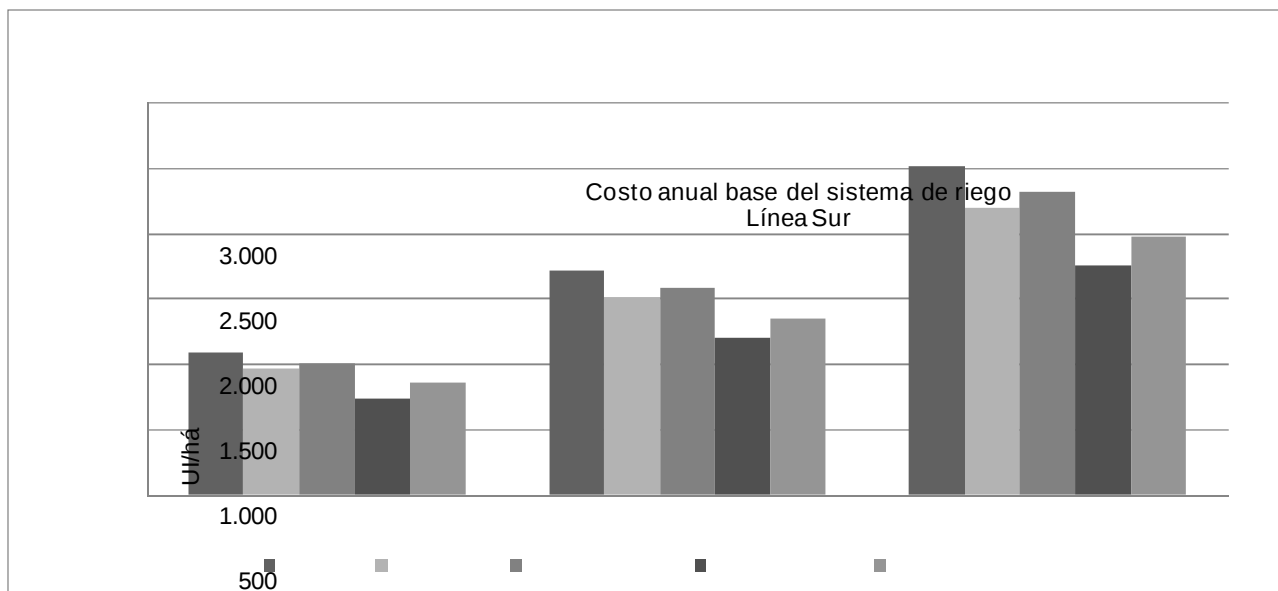


Figura 5.- Costo anual base del sistema de riego

Al costo anual base del sistema de riego se le debe sumar el costo del riego interno de cada productor, que comprende los costos de operación, mantenimiento e inversión del sistema de riego dentro de cada predio; lo asume cada productor en su predio.

El costo de riego interno depende del sistema de riego a emplear (aspersión o goteo) y del área a regar. Para contemplar este último factor se definieron tres tipos de productores, chico, mediano y grande, y se calcularon los costos asociados a cada cultivo para cada uno de ellos. Para el análisis se adoptó el costo asociado al mediano productor. En la Figura 6 se presentan los resultados obtenidos.

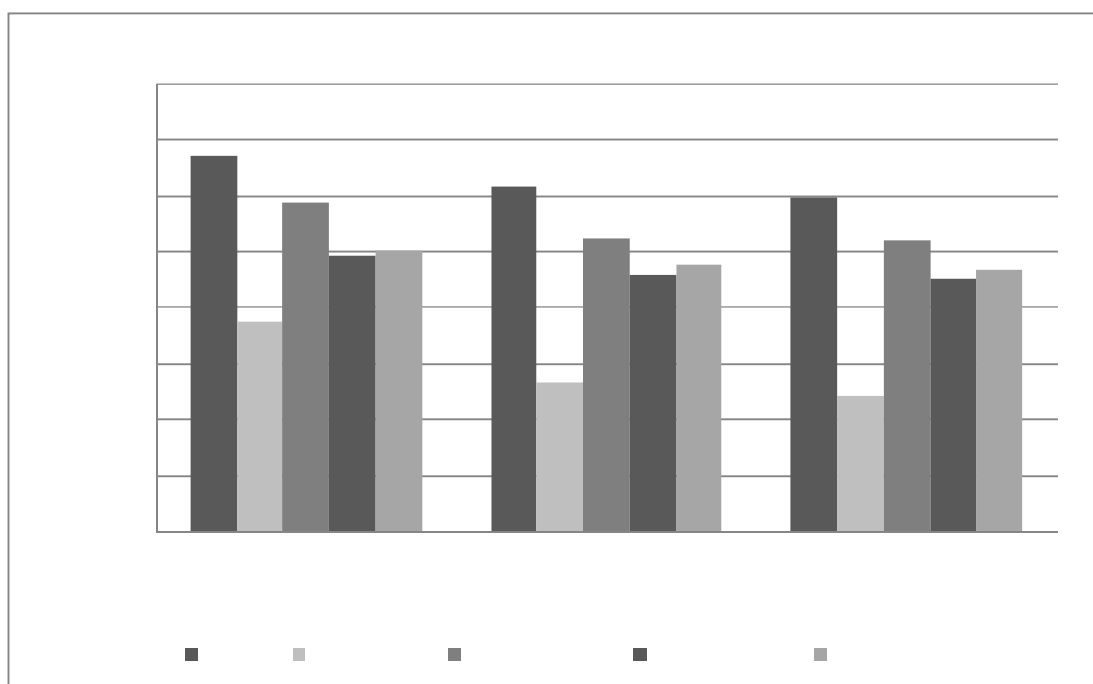


Figura 6.- Costo de riego interno

Finalmente, el costo anual total del sistema de riego incluye los costos de operación, inversión y mantenimiento del sistema de riego y los costos de riego interno. En la Figura 7 se presentan los resultados obtenidos para ambas líneas de bombeo.

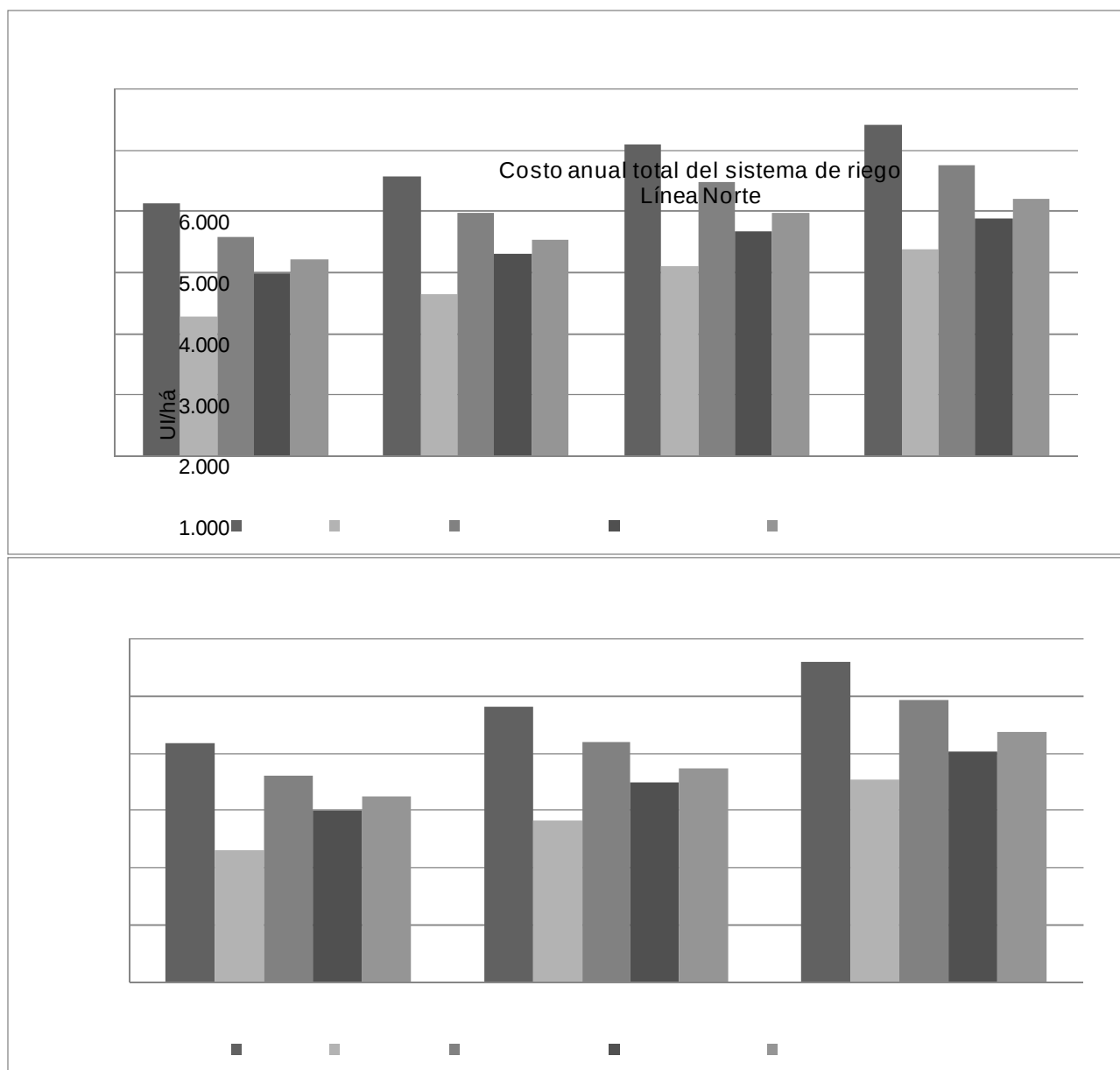


Figura 7.- Costo total del sistema de riego

Margen bruto asociado al aumento de producción

El margen bruto surge de comparar:

- Beneficio asociado al incremento de producción esperado por la implementación del sistema de riego. 6.000
- Costos incrementales asociados al aumento de insumos (sin incluir el riego).

El beneficio asociado al incremento de producción se calculó como el producto del rendimiento incremental (por unidad de superficie) por el precio neto del cultivo (por unidad de peso o cantidad según correspondiera).

El rendimiento incremental para cada cultivo resulta del análisis de las diferencias de productividad entre el cultivo en secano, bien hecho, y el mismo cultivo bajo riego, también bien hecho (en este último caso el cultivo tiene semillas de mejor calidad, más densidad de siembra, más fertilización, más cuidado de plagas y enfermedades, etc., que en un cultivo en secano bien hecho).

Punto 1 Punto 2 Punto 3
Alfalfa Durazno Maíz de 1era Soja de 1era Sorgo de 1era

Tabla 9.- Rendimiento incremental

Cultivo	ton/há
Maíz de 1ª	7,0
Soja de 1ª	3,0
Sorgo de 1ª	2,0
Alfalfa	6,5
Duraznero	10,0

De forma de contemplar la alta variabilidad de los precios de los cultivos en el mercado, se consideraron tres escenarios de precio: alto, medio y bajo, que surgen de un análisis estadístico de las series de precios correspondientes al mercado interno.

En cuanto a los costos incrementales, se tienen dos tipos: los asociados a todos aquellos insumos que complementan el paquete de mejora de la producción para lograr el óptimo rendimiento del cultivo (fertilizantes, semillas híbridas, etc.) y los que dependen directamente de la cantidad de producción (enfardado, carga, transporte, etc.).

El resumen de los resultados obtenidos para cada uno de los escenarios considerados se presenta en la Tabla 10.

Tabla 10.- Margen bruto por incremento de producción en UI/há

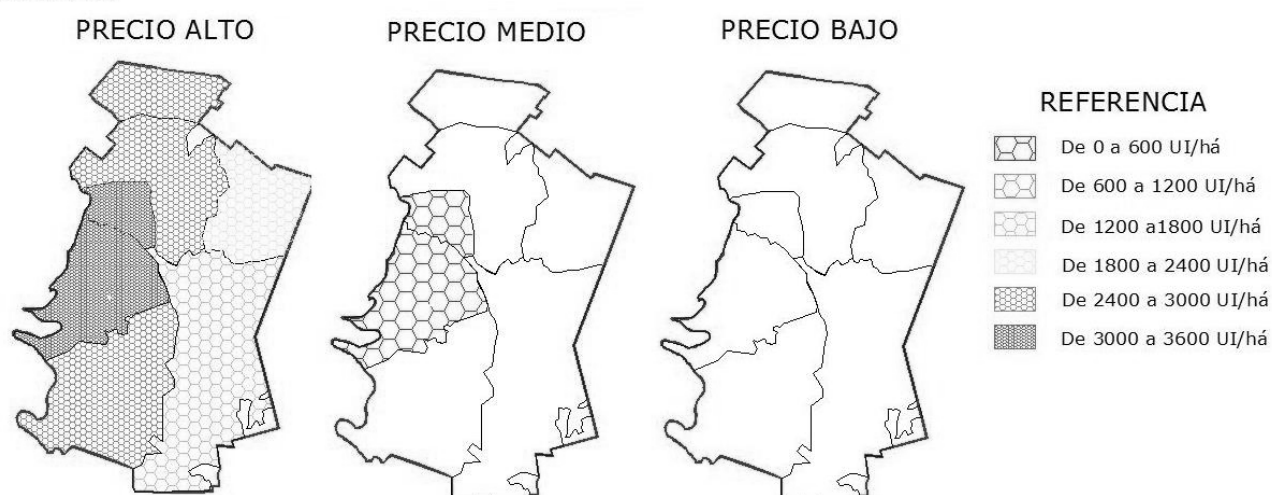
Precio/Cultivo	Maíz de 1ª	Soja de 1ª	Sorgo de 1ª	Alfalfa	Duraznero
Alto	10.039	7.909	1.771	7.326	60.636
Medio	7.081	6.044	1.177	4.575	50.882
Bajo	4.968	5.211	583	1.221	47.889

RESULTADOS

Una vez calculados los costos anuales del sistema de riego y el margen bruto anual esperado, se obtiene el beneficio neto de la aplicación del sistema de riego para cada cultivo y para cada escenario de precio considerado, en función de los distintos sectores de riego definidos.

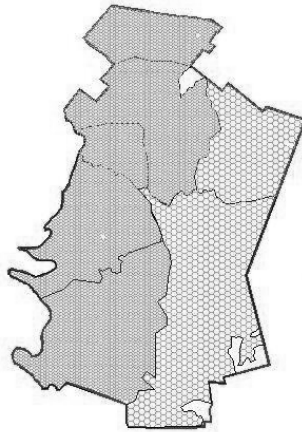
Para visualizar rápidamente el beneficio neto de los cultivos representativos en cada una de las áreas de riego definidas, se presentan a continuación diferentes esquemas de la Zona 1 con el mismo para cada uno de los tres escenarios de precios planteados.

ALFALFA

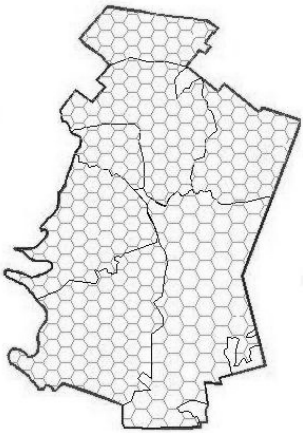


DURAZNO

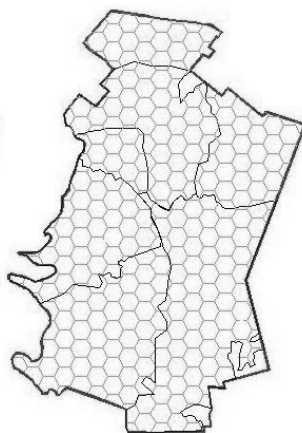
PRECIO ALTO



PRECIO MEDIO



PRECIO BAJO

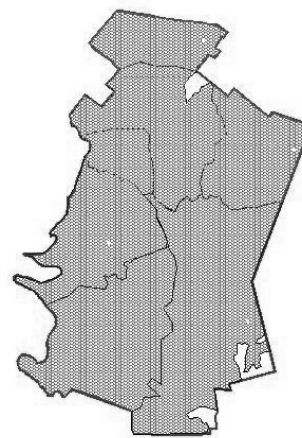


REFERENCIA

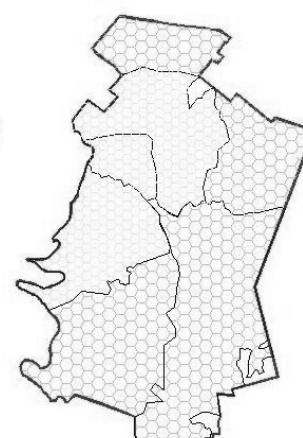
- De 45 a 47,5 Miles de UI/há
- De 47,5 a 50 Miles de UI/há
- De 50 a 52,5 Miles de UI/há
- De 52,5 a 55 Miles de UI/há
- De 55 a 57,5 Miles de UI/há
- De 57,5 a 60 Miles de UI/há

MAIZ

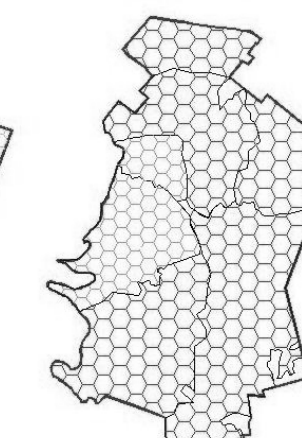
PRECIO ALTO



PRECIO MEDIO



PRECIO BAJO

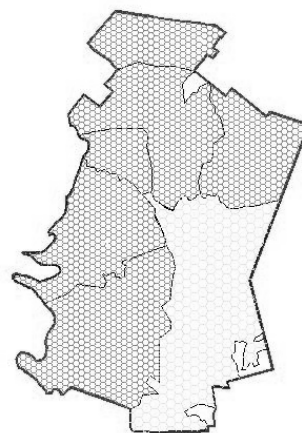


REFERENCIA

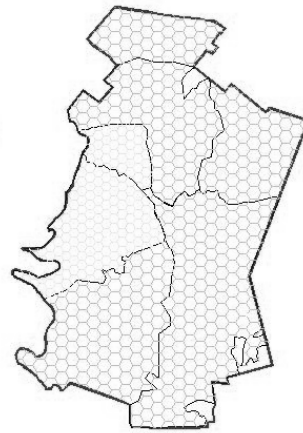
- De 0 a 1000 UI/há
- De 1000 a 2000 UI/há
- De 2000 a 3000 UI/há
- De 3000 a 4000 UI/há
- De 4000 a 5000 UI/há
- De 5000 a 6000 UI/há

SOJA

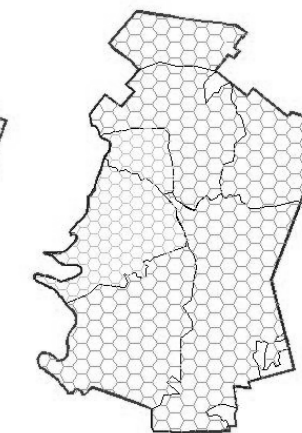
PRECIO ALTO



PRECIO MEDIO



PRECIO BAJO



REFERENCIA

- De 0 a 1000 UI/há
- De 1000 a 2000 UI/há
- De 2000 a 3000 UI/há
- De 3000 a 4000 UI/há
- De 4000 a 5000 UI/há
- De 5000 a 6000 UI/há

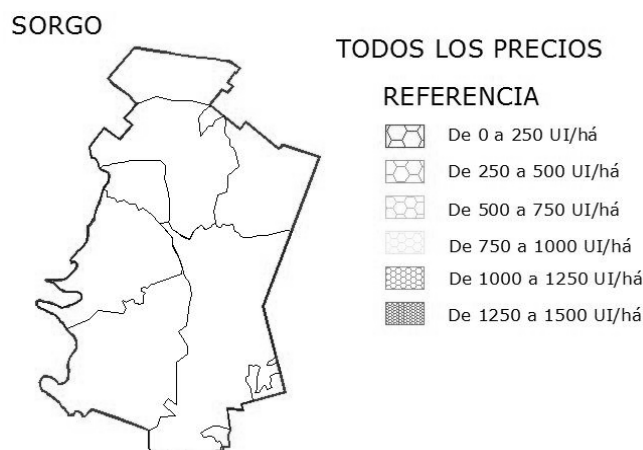


Figura 8.- Beneficio neto estimado por cultivo

Por lo tanto, los resultados obtenidos para los cultivos representativos son:

- Maíz: presenta beneficios significativos para toda la Zona 1 en un escenario de precio medio y alto. En un escenario de precio bajo si bien presenta beneficios positivos, éstos son inferiores a los de los otros escenarios.
- Soja: presenta beneficios similares a los del maíz.
- Sorgo: no resulta rentable independientemente de su ubicación y del escenario de precio considerado, resultado consistente con el hecho de que es el cultivo menos sensible al déficit hídrico.
- Alfalfa: presenta beneficios relativamente altos en toda la Zona 1 para un escenario de precio alto, los cuales disminuyen a medida que se incrementan las distancias y cotas respecto a la toma. En un escenario de precio medio resulta rentable únicamente en las zonas próximas a la toma, con beneficios bajos. No es rentable en un escenario de precio bajo.
- Duraznero: presenta beneficios elevados, independientemente de su ubicación y del escenario de precio considerado.

CONCLUSIONES

Se concluye que la implementación del sistema de riego es rentable para el maíz, la soja y el duraznero, independientemente de su ubicación en el área piloto definida y del escenario de precio considerado. Para el sorgo y la alfalfa no resulta rentable.

Si bien los resultados son específicos para el área piloto, la metodología aplicada puede ser válida para otras zonas de características similares.

Se entiende necesaria la concreción de este tipo de emprendimientos de riego multipredial y multisectorial, innovadores en el Uruguay, ya que pueden reportar importantes beneficios para el desarrollo de grupos de pequeños productores, difíciles de alcanzar mediante iniciativas individuales.

REFERENCIAS

- Allen R.G, Luis S. Pereira L.S., Raes D., Smith M., FAO (2006). *Evapotranspiración del cultivo - Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Estudio FAO, Riego y Drenaje 56. Roma, Italia.
- Dirección de Suelos y Fertilizantes, MGAP (1976). *Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay*. Montevideo, Uruguay.
- División de Suelos y Agua, MGAP (2001). *Compendio Actualizado de Información de Suelos del Uruguay*. Montevideo, Uruguay.
- Silva A., Ponce de León J., García F. y Durán (1988). Boletín de Investigación N° 10, Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay.
- Fernández C.J. (1979). “Estimaciones de densidad aparente y retención de agua disponible en el suelo a partir de la composición granulométrica y del porcentaje de materia orgánica”. Segunda reunión de la Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay.
- Teixeira, J.L., Pereira, L.S. (1992). “ISAREG, an irrigation scheduling model”. *ICID Bulletin*, Vol. 41 No. 2 pp. 29-48.