

4. Riego suplementario en cultivos extensivos, panorama de Argentina y experiencia en la región central del país

I. A. Salinas

Ignacio Aquiles Salinas: INTA Manfredi, Argentina.

Contacto: aquilessalinas@gmail.com

4.1. Introducción

La mayor parte de la producción agropecuaria en la República Argentina, se desarrolla en ambientes subhúmedos o semiáridos, por lo que uno de los principales factores que limitan la producción o generan una importante variabilidad interanual en los rendimientos, es la escasez e inadecuada distribución de las precipitaciones. El riego se convirtió entonces en la principal tecnología agropecuaria que permite revertir y/o atenuar estos problemas potenciando además las condiciones edafoclimáticas de cada área donde se lo utiliza.

4.2. Panorama en Argentina

A nivel oficial no existe información actualizada para conocer la evolución de la superficie regada, lo más contemporáneo, son los resultados del censo nacional agropecuario 2002, que muestra una superficie regada a nivel nacional de 1.356.000 ha, lo que representaba un 0,49 % del territorio nacional, en la Figura 1 se observa como está distribuida la participación porcentual del riego en las distintas regiones del país. Según la publicación “Una estrategia para el manejo integrado del agua para riego en Argentina” (BID-Prosap) el área bajo riego en el 2005 ascendía a 1.810.000 ha. De esta superficie, prácticamente el 70 % corresponde a los sistemas de riego gravitacionales (Figura 2), donde provincias como Mendoza, Salta y Jujuy tienen la mayor superficie con este sistema de riego. El otro sistema que tiene gran desarrollo y que sigue incrementando su superficie, es el de aspersión, con una participación (2002) de aproximadamente el 21% del área. Resultados del cen-

so, indican que la tasa de crecimiento anual del área bajo riego nacional es del 2,7%.

En la provincia de Córdoba, de acuerdo al censo 2002, la superficie bajo riego era de 93.835 ha. Si bien no se tiene información del crecimiento de riego en todas sus modalidades, los trabajos realizados por INTA Manfredi junto al consorcio de regantes, indican que el riego por aspersión en cultivos extensivos pasó de 56.000 ha aproximadamente (censo 2002) a 130.000 ha a fines del 2008 (INTA Manfredi datos no publicados), lo

Figura 1: Argentina. Participación por regiones al año 2002. Participación relativa en porcentaje (%).

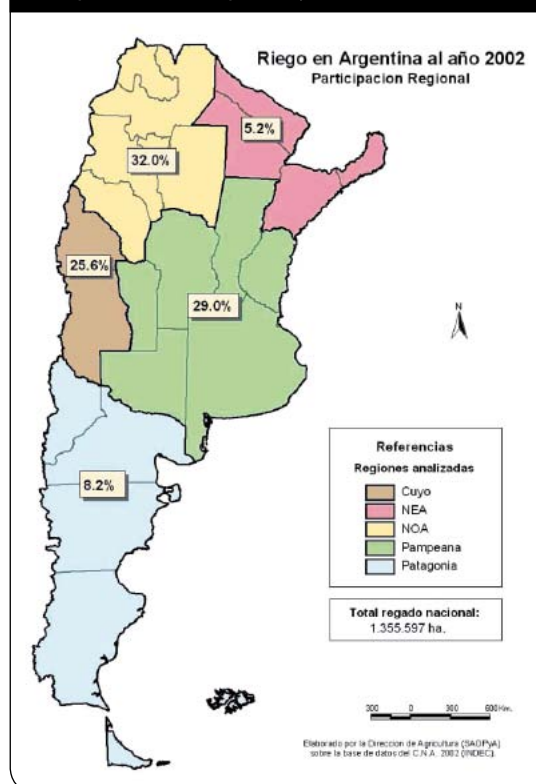


Figura 2: Argentina. Sistemas de riego al año 2002. Participación relativa en porcentaje (%).

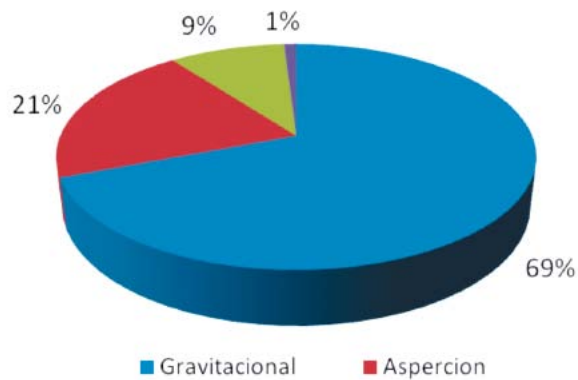
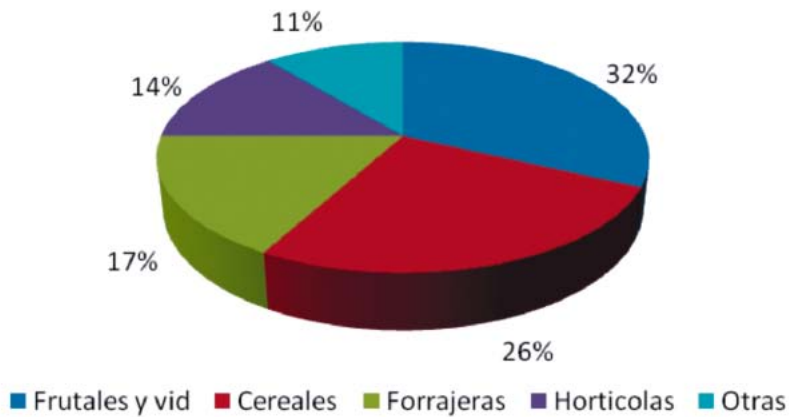


Figura 3: Argentina. Cultivos regados al año 2002. Participación relativa en porcentaje (%).



que muestra un incremento de más de un 200% en el plazo de 7 años (2002-2008).

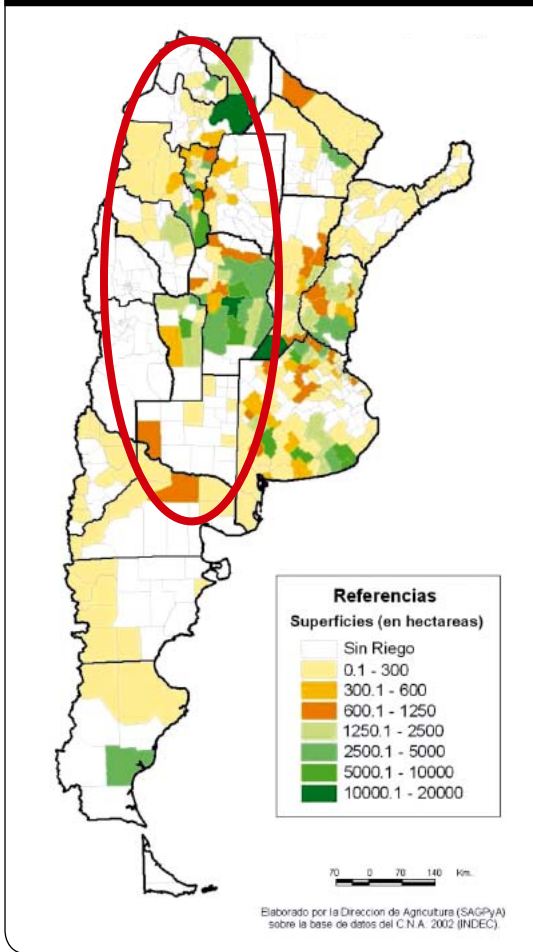
Los cultivos que predominantemente se riegan según el censo, son frutales y vid en un 32%, seguidos por cereales 25,7% el resto corresponde a forrajeras 17%, hortalizas 13,7% y forestales (Figura 3); aunque según BID – Prosap se observa en la actualidad un incremento no registrado de cereales y oleaginosas que alcanzaría una superficie cercana al 30%.

A nivel nacional, el riego por aspersión es el sistema más adoptado para regar cultivos extensivos, la distribución del área se ubica en la zona central del país (Figura 4), debido a que el riego gravitacional y localizado se concentra principalmente al Oeste, y en la zona del NEA por ser climáticamente más húmeda, no hay tanta difusión del riego ya que cola-

bora solo con el 5% del área regada con este sistema.

Si analizamos la variabilidad en la venta de equipos importados de aspersión (fuente Aduana) como un indicador del crecimiento de esta tecnología, vemos una tendencia creciente en la superficie que ha incorporado al riego pero con grandes altibajos debido a varios factores (políticos, socio-económicos, empresariales, etc.). Durante la crisis económica de los años 2001-2002, las ventas cayeron lo que provocó una fuerte retracción en la tasa de crecimiento del área regada, pero luego con la situación económica actual y los resultados productivos obtenidos tanto a nivel experimental como a nivel de productor, motivaron nuevamente el interés por esta tecnología, por lo que es de esperar que se llegue a los valores de los años 1996-1997 (Figura 5) lo que generará que el área bajo riego siga incrementándose.

Figura 4: Argentina. Distribución de la superficie con riego por aspersión año 2002.



4.3. Evolución del riego suplementario en la provincia de Córdoba

Tal como ocurrió en otras provincias, en Córdoba a mediados de 1990 comenzó un crecimiento importante en el uso del riego suplementario en cultivos extensivos. Muchas fueron las razones que confluyeron para esto, entre otras la revalorización de los campos, el aumento en el precio de los commodities y un ajuste en el manejo de las tecnologías que aseguraba el éxito productivo y económico.

El INTA jugó un rol muy importante en este crecimiento ya que trabajó tanto en lo organizacional (formación de consorcios, modificación de leyes, etc.) como en lo experimental, acompañando ese crecimiento junto a los productores y organizaciones públicas y privadas que trabajan en la temática.

Caracterización ambiental

La principal limitante que condiciona la producción y sustentabilidad de la empresa agropecuaria en la mayor parte del territorio provincial, son las deficiencias hídricas y la marcada variabilidad en su distribución a través del año. La Figura 6 muestra la distribución de las precipitaciones medias a lo largo del año para la localidad de Manfredi (centro de la provincia), donde observamos un déficit marcado durante casi

Figura 5: Argentina. Cantidad de equipos de 7 tramos vendidos por año (fuente Aduana).

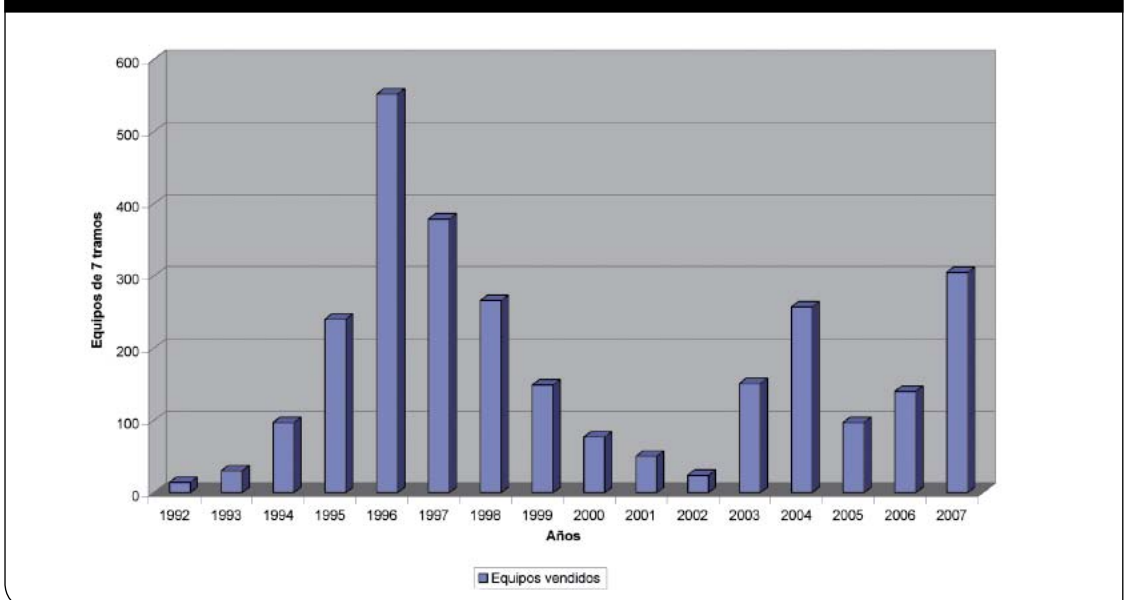
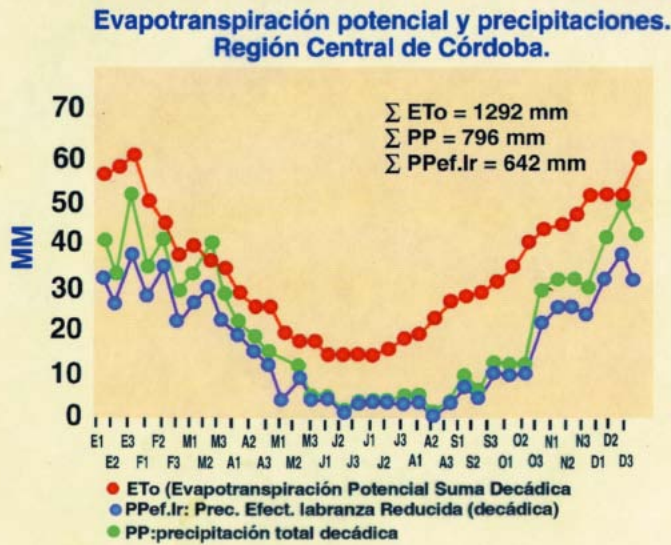


Figura 6: Córdoba. Distribución anual de precipitaciones vs evapotranspiración de cultivo en Manfredi.



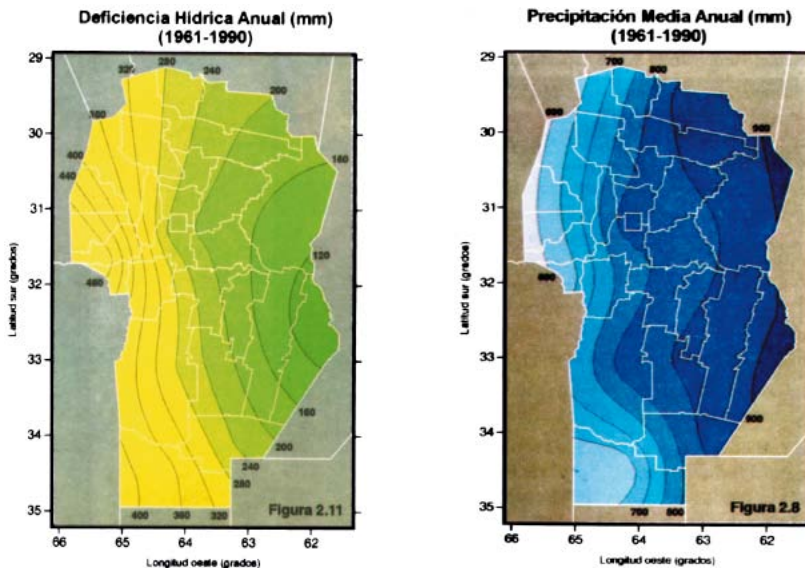
todo el año (diferencia entre evapotranspiración del cultivo y aporte de lluvias) afectando principalmente los cultivos de invierno como el trigo.

Si bien los datos informados corresponden a la localidad de Manfredi, existe en la provincia de Córdoba una variación importante en las precipitaciones que disminuyen de Este a Oeste generando deficiencias hídricas como se pueden apreciar en la Figura 7.

La calidad de agua y suelos definen la superficie bajo riego y su distribución

En la provincia de Córdoba, los proyectos de riego por aspersión se desarrollaron utilizando agua subterránea provenientes de perforaciones privadas. El área de la provincia con mayor densidad de perforaciones es la zona Central y Noreste (Figura 8), donde se obtiene agua de calidad, con buenos caudales, y se riegan suelos de

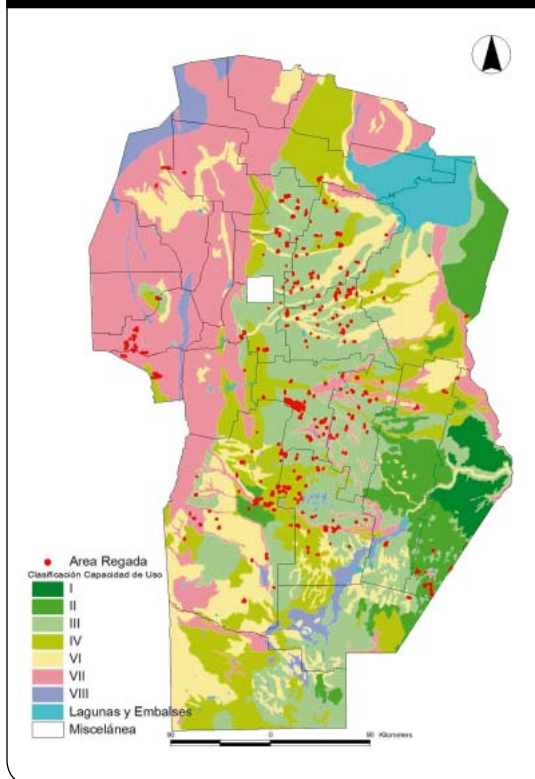
Figura 7: Córdoba. Precipitaciones anuales medias y deficiencia hídrica en la provincia.



buena aptitud agrícola. En la Figura 8 se observan los círculos de riego por pivó central (puntos rojos) identificados a través de imágenes satelitales (convenio INTA-CONAE) que permiten determinar el área bajo riego y su evolución a través del tiempo.

De acuerdo a los datos aportados por el INTA Manfredi, en general las aguas utilizadas para riego y los suelos que se están regando, no presentan limitaciones importantes.

Figura 8: Provincia de Córdoba. Distribución del los equipos de riego a nivel provincial en función de mapa de capacidad de uso de los suelos. (Fuente convenio INTA- MAGYRR).



La difusión del riego suplementario, está condicionada, a la disponibilidad de aguas de calidad apropiada y caudales suficientes, en combinación con suelos aptos que justifiquen, con buenos rendimientos, las inversiones de implementación y mantenimiento que esta tecnología requiere.

Necesidades de riego de los cultivos

En la provincia de Córdoba, la cantidad de agua aplicada en los principales cultivos (trigo, soja

y maíz), varía según la localidad, aumentando desde el centro Sur, con unos 180mm/ha año promedio, hasta alcanzar cerca de 400mm/ha año en el noroeste provincial, milimetraje relacionado con las de precipitaciones y déficit hídricos de cada región (Figura 7).

Aunque con variaciones según zona y año, se puede estimar para la secuencia trigo/soja 2º maíz primera (tres cultivos en dos años), una necesidad anual de riego de 250 a 300mm.; es decir 2.500 a 3.000m³ ha/año. En el Cuadro 1 se muestra los milímetros aplicados a cada cultivo.

Cuadro 1: Córdoba. Lámina media aplicada por cultivo en la EEA Manfredi.

CULTIVO	(mm)
TRIGO	200
SOJA 1º	120
SOJA 2º	87
MAIZ 1º	118
MAIZ 2º	90

Rendimientos obtenidos en el módulo experimental y de capacitación en riego suplementario de la EEA INTA Manfredi 1996-2009

Desde el año 1996 el INTA Manfredi en su módulo demostrativo de experimentación y capacitación bajo riego suplementario, y en campo de productores regantes demostrativos, viene realizando experiencias de manejo de donde surgen las recomendaciones técnicas que luego difunde por diferentes medios.

El módulo demostrativo, tiene un equipo de pivóte central transportable de 5 tramos y voladizo, que riega una superficie de 30ha. El agua es suministrada por una perforación, que posee una electrobomba sumergible, con un caudal de 140.000 litros/hora.

Se conducen, con fines comparativos, dos secuencias de cultivos:

- Secuencia A - Trigo / Soja 2º - Maíz 1º
- Secuencia B - Trigo / Maíz 2º - Soja 1º

En ambas secuencias, se realizan tres cultivos cada dos años; en el caso del trigo, en todas las

Cuadro 2: Manfredi: resultados del análisis químico de suelo.

Profundidad (cm)	M.O. (%)	N total (%)	pH	CE (dS/m)	P (ppm)
0 – 20	2,10	0,125	6,20	0,6	30
20 – 40	1,35	0,089	6,70	0,7	13

campañas, se siembra sobre maíz y sobre soja. Los cultivos se manejan en un sistema de siembra directa continua desde el inicio del módulo.

El suelo del lote regado pertenece a la serie Oncativo, es un Haplustol éntico, profundo, bien drenado, desarrollado sobre materiales loésicos franco limosos, que ocupa las lomas casi planas, muy extendidas, con pendientes que no superan el 0,5%. Es el suelo más representativo del área, que conjuntamente con otras series de similar aptitud ocupa una importante superficie en la región central de Córdoba. A nivel químico (Cuadro 2) es un suelo de reacción ligeramente ácida (no limitante) y no salino. Moderado contenido de materia orgánica y nitrógeno total y bien provisto de fósforo asimilable.

En cuanto a la calidad del agua utilizada puede considerarse como de regular a buena. Los resultados de algunos de los elementos del análisis se observan en el Cuadro 3 que sigue a continuación.

Cuadro 3: Manfredi: resultados del análisis químico de agua.

Conduct. Elect. (dS/m)	Sales totale (g/l)	RAS ajustado
1,067	0,683	7,9

Del análisis se determina que la concentración de sales totales es de 700 mg/litro y la relación de absorción de sodio (RAS AJ – FAO 1992) es 7,9. De acuerdo a esos valores, su utilización en forma continua implica de un bajo a mediano riesgo de salinización y mediano de sodificación (disminución de permeabilidad) del suelo.

Manejo del cultivo

Las medidas de manejo y las tecnologías aplicadas en los cultivos apuntan a lograr el máximo rendimiento económico, manteniendo y mejorando la sustentabilidad del sistema productivo,

incrementando los rendimientos por una mejora en la eficiencia en el uso de los insumos (fertilizante, semilla, agua, etc.).

Se realizan ensayos de experimentación para: determinar las densidades óptimas de siembra, seleccionar los cultivares o híbridos más destacables, determinar el distanciamiento entre hileras óptimas, la fecha de siembra adecuada, el cultivo antecesor, etc.; analizando cada una de estas variables en forma individual o en combinación con las otras.

Manejo de la fertilización

La estrategia de fertilización consiste en la reposición de los principales macro nutrientes (nitrógeno y fósforo) extraídos por los cultivos, manteniendo y/o mejorando las condiciones físico, químicas y biológicas de los suelos bajo riego.

El fósforo se aplica a la siembra localizado o al voleo, en dosis de mantener niveles de suficiencia, ya que por los valores actuales, no existe respuesta en rendimiento a su aplicación.

No se fertiliza con azufre debido a que el agua de riego contiene altos niveles de sulfatos, de manera que milímetros aplicados superan ampliamente la demanda de los cultivos.

La fertilización nitrogenada, se realiza de acuerdo a:

Análisis de suelo, previo a la siembra; para determinar: fertilidad actual y potencial.

Rendimientos esperados en función de los potenciales del área.

Requerimientos totales del cultivo y parciales según estado fenológico.

Los ensayos experimentales con nitrógeno apuntan a: evaluar diferentes fuentes de nutrientes, a la determinación de dosis óptima, a

conocer los momentos de aplicación, a mejorar la respuesta en la calidad del grano.

Manejo del riego

El agua es un elemento fundamental en la vida y para la producción, su uso (mal uso) será cada vez más cuestionado por ser un recurso que se comparte con la población y la industria. En INTA Manfredi durante muchos años hemos trabajado básicamente en definir una estrategia de riego que permita asegurar que el agua no sea limitante en la búsqueda de la producción potencial de los cultivos. Los resultados nos llevaron a difundir la técnica de Balance Hídrico como la herramienta más recomendable para definir los momentos y las láminas de riego para cada cultivo. Este balance tiene en cuenta los siguientes aspectos:

Determinación de la reserva de agua útil en el suelo, medida por métodos gravimétricos.

Demanda de agua (Evapotranspiración de referencia o potencial) según valores climáticos registrados durante el ciclo de los cultivos.

Necesidades de agua del cultivo según valores climáticos (temperatura y radiación solar) y estado fenológico (vegetativo, macollaje, encañazón, espigazón y llenado de granos)

Límite mínimo aceptable (umbral) de agua útil en el suelo, según cultivo y estado fenológico.

Lluvias efectivas (milímetros de agua realmente infiltrados según registros pluviométricos diarios corregidos por un coeficiente de aprovechamiento).

En forma paralela se trabaja en otra serie de ensayos que apuntan a: mejorar la eficiencia en el uso del agua (kg grano/mm consumido), buscando incluso restringir el aporte de agua en algunas etapas específicas del cultivo, al estudio y validación de instrumentos de medición indirecta (*sondas diviner, enviorscan, aquaspy*) o software específicos.

Resultados productivos

Las mejoras que se han obtenido en los rendimientos en la EEA. Manfredi, son muy importantes como se puede observar en los cuadros de rendimientos obtenidos, pero no solo es importante el aumento de la producción, sino también la estabilidad de los rendimientos lo que le mejora la predictibilidad del negocio agropecuario.

En el caso particular del trigo que se desarrolla durante la estación seca, las diferencias se hacen más notables como se observa en la Figura 9.

En los cultivos de verano, se destaca no solo el aumento de los rendimientos sino también la estabilidad de los mismos. Los valores obtenidos para maíz se presentan en la Figura 10 y para soja en la Figura 11.

Figura 9: Manfredi. Rendimientos promedio anuales de trigo en riego y seco.

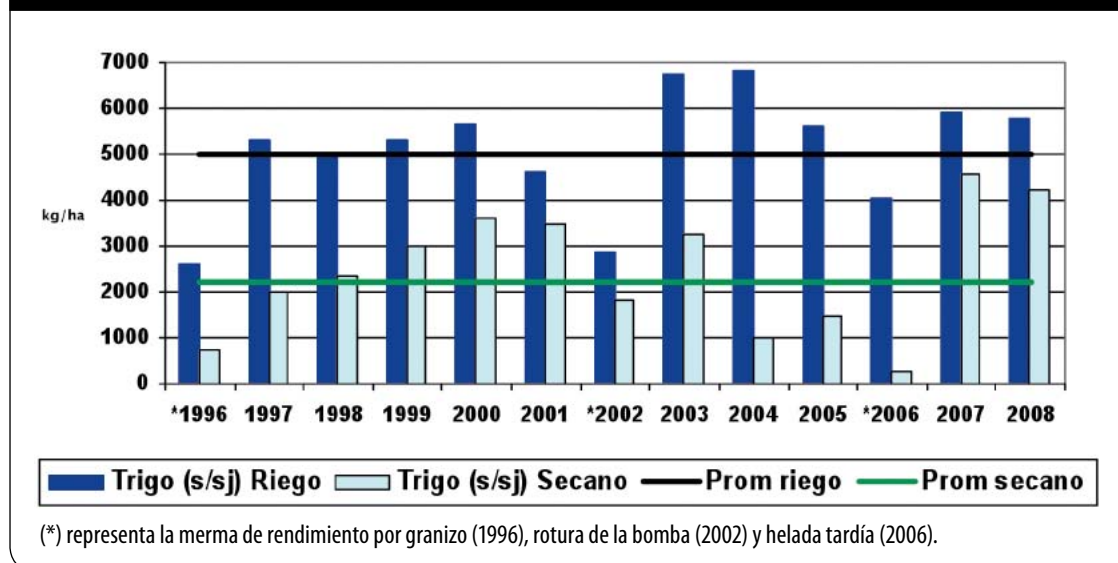


Figura 10: Manfredi. Rendimientos promedio anuales de maíz en riego y seco.

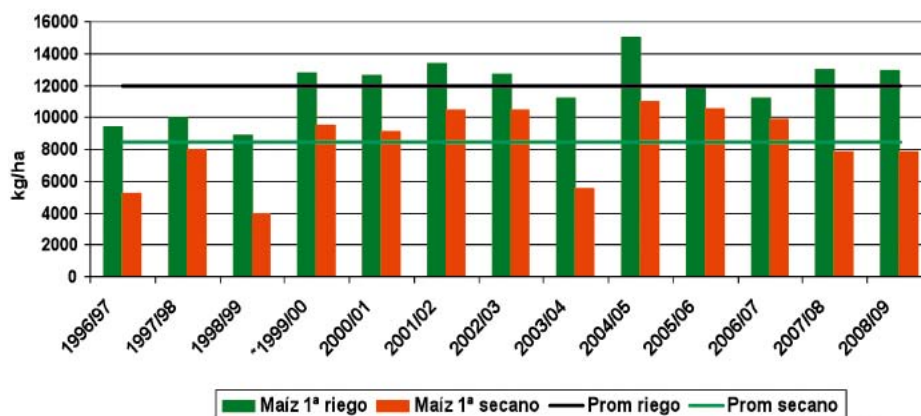
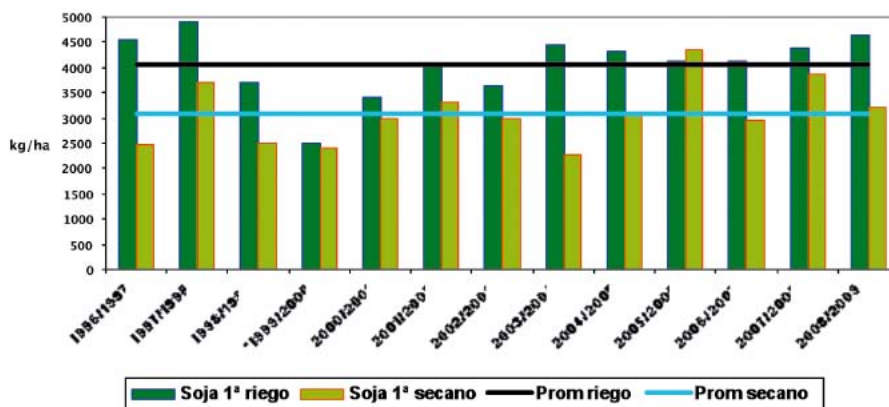


Figura 11: Manfredi. Rendimientos promedio anuales de soja en riego y seco.



(*) Representa merma de rendimiento por bicho bolita (1999-2000).

Cuadro 4: Rendimientos promedio de Manfredi en riego y seco (período 1996-2009).

CULTIVO	RENDIMIENTO PROMEDIO (Kg/ha)		Diferencia (Kg/ha)	Incremento en % respecto seco	RIEGO promedio (mm)
	RIEGO	SECANO			
TRIGO (ant. soja)	5090	2443	2647	108	206
TRIGO (ant. Maíz)	4580	2110	2470	117	206
SOJA 1ª	4018	3074	944	31	126
SOJA 2ª	2973	2513	460	18	98
MAIZ 1ª	12600	9390	3210	34	152
MAIZ 2ª	9713	7310	2403	32	124

Cuadro 5: Resultados económicos, en base a rendimiento y riego promedio de los distintos cultivos.

CULTIVO	RENDIMIENTO (Kg/ha)		RIEGO (mm)	MB (US\$/ha)		Diferencia (US\$/ha)
	RIEGO	SECANO		Riego	Secano	
TRIGO (ant soja)	5090	2443	206	202,6	64	138,6
TRIGO (ant. Maíz)	4580	2110	206	115,1	24	91,1
SOJA 1 ^a	4018	3074	126	506,0	397,5	108,5
SOJA 2 ^a	2973	2513	98	327,7	297,9	29,8
MAIZ 1 ^a	12600	9390	152	649,3	513,5	135,8
MAIZ 2 ^a	9713	7310	124	399,5	315	84,5

A modo de resumen, en el Cuadro 4 se presentan los valores promedios de rendimientos y milímetros (mm) de riego aplicados (1996-2009) para los cultivos que integran la rotación, y la diferencia en rendimientos entre riego y secano en cada cultivo. Es necesario aclarar que los cultivos están presentes en todas las campañas.

Resultados económicos

Para las dos rotaciones, secuencia A y B, se calcularon los márgenes brutos (Cuadro 5), tomando como rendimiento los valores promedios obtenidos en el período (1996-2009). Para establecer el precio de grano se tomó como referencia junto con los valores de los insumos correspondientes a la revista Agromercado de mayo de 2010. La cantidad y tipo de insumo aplicados, difieren para riego y secano, y están acordes a las necesidades de cada sistema. El costo del mm de riego, es el establecido para el módulo de INTA Manfredi, calculado en 0,56 U\$/mm.

4.4. Consideraciones finales

El riego suplementario es una excelente tecnología que permite aumentar y estabilizar la pro-

ducción, existe otra ventaja que es la posibilidad de incorporar producciones alternativas que amplían el espectro de negocios, mejorando la diversidad de cultivos y/o pasturas disminuyendo el efecto detrimental de los monocultivos. Aunque la utilización del recurso agua debe ser realizada con mucha responsabilidad, esto implica extremar los cuidados que requiere el monitoreo continuo de los acuíferos para mantener constante la calidad química del agua, como también es importante el monitoreo de los suelos regados para detectar cambios en las condiciones físicas o químicas de los mismos.

Finalmente siendo el agua un recurso estratégico, deberíamos pensar que su uso debe incluir a la mayor cantidad de productores, sobre todo pequeños y medianos; y para mejorar aún más la eficiencia del uso del agua, tenemos que considerar además de la producción primaria, el agregado de valor como producción de alimentos especializados o bioproductos.

Agradecimiento: especialmente al ingeniero Eduardo Martellotto, por su colaboración en la redacción de este trabajo, y el aporte de ideas en su diagramación.