

Uso eficiente del agua para riego

***EL RIEGO POR GOTEO SUBTERRÁNEO Y SUS PRIMERAS EXPERIENCIAS EN
SIEMBRA DIRECTA PARA LA REGIÓN CENTRAL DE CÓRDOBA.
DINÁMICA DEL AGUA EN EL SUELO Y PRODUCTIVIDAD DE LOS CULTIVOS.***

**4ª Reunión Internacional de riego
Manfredi, 15 y 16 de octubre 2014.**

**Ing. Agr (M Sc) Ignacio Severina.
Inta Manfredi**

email: severina.ignacio@inta.gob.ar

Uso eficiente del agua para riego

INTRODUCCIÓN

- Importancia del riego en el mundo y en Argentina

Riego por goteo subterráneo (RGS)

- Principales atributos del RGS
- Consideraciones para un diseño de un sistema de RGS.

Descripción de los módulos de RGS

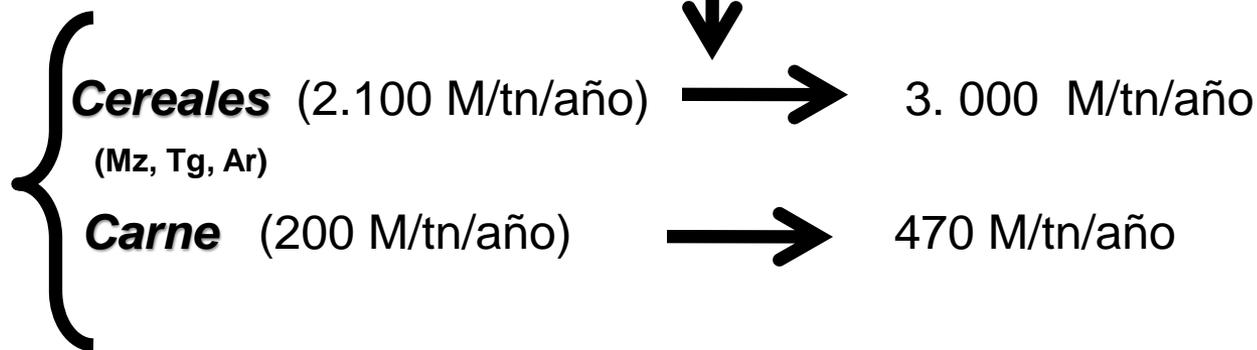
- Características edáficas*
- Características climáticas.*
- Resultados de 18 años de manejo del balance hídrico en pivote para trigo, maíz y soja*

Resultados del módulos de RGS

- Dinámica del agua en el suelo.
- Resultados productivos en los cultivos de Trigo, Maíz 1º y Soja 2º

Uso eficiente del agua para riego

Se estima que para el **2050** la **POBLACIÓN MUNDIAL** se incrementaría de 7000 a 9200 millones/habitantes  **Incremento 70%** de la producción de alimentos (Loyola et al., 2014)



La **agricultura** del mundo y especialmente de **los países en desarrollo** deberán **duplicar** la **producción de alimentos**.

- Aumentos en el rendimiento** de los cultivos
- Intensificación sostenible** de la producción agrícola

Tecnologías de irrigación cada vez mas eficientes.

El **desafío** consiste en lograr una **producción con bases** verdaderamente **sostenibles** a través de una **gestión** adecuada de los **recursos hídricos** y especialmente del **riego**

Superficie irrigada: 1,355 millones de hectáreas con riego (CNA 2002)

Superficie irrigada: 2,200 millones de hectáreas con riego (CNA 2008)

Incremento del 63% de la superficie bajo riego

Argentina tiene una capacidad potencial según recursos hídricos de abastecer a 16 M/ha, 6 M/ha con riego integral y 10 M/ha de riego complementario (MAGP, 2010)

MÉTODOS DE RIEGO (%) ÁREA REGADA

Región	Gravitacional	Aspersión	Localizado
Húmeda	56	37	6
Semiárida	71	26	2
Árida	79	5	16
PAIS	70	21	9

Fuente: CNA '02

Desafíos de la agricultura bajo regadío

↓ **impacto ambiental** del riego sobre la **Salinización de los suelos**, **contaminación** de los acuíferos y utilización **mas eficiente del recurso hídrico**

Uso eficiente del agua para riego

Dentro de los métodos de riego, el **riego localizado** es considerado el de **mayor eficiencia**.

Riego por Goteo Subterráneo (RGS). Es definido como la aplicación del agua por debajo de la superficie del suelo, a través del uso de emisores con caudales menores o iguales al riego por goteo tradicional. (ASAE, 2001).

VENTAJAS POTENCIALES DEL RGS

- ✓ **Mayor eficiencia en el uso del agua aplicada. Determinaron eficiencias de aplicación de un 95%**
- ✓ Permite la **aplicación oportuna, precisa y eficiente** de los principales **nutrientes** requeridos por los cultivos.
- ✓ Se puede adaptar a campos de **forma irregular**, presencia de **montes, caminos, construcciones**, completar **rincones de pivotes**.
- ✓ Se pueden **utilizar agua residuales** ya que la aplicación por debajo del suelo, reduce contacto con personas, animales y elimina malos olores.
- ✓ Requiere **menores caudales y presiones de trabajo** consecuentemente utiliza **menor cantidad de agua y menores costos energéticos**.
- ✓ Menor presión de malezas y reduce proliferación de enfermedades foliares
- ✓ Total adaptación a la siembra directa y a los cultivos extensivos.

Uso eficiente del agua para riego

Consideraciones para un diseño de un sistema de RGS.

- ✓ Presentan un **costo de inversión inicial mayor**.
- ✓ Es fundamental disponer de un **óptimo diseño del equipo y las instalación.**

Diseño hidráulico óptimo es aquel que permite mantener el caudal y la uniformidad de riego, a lo largo de todo el L_R

Separación entre laterales de riego óptima (S_{LR}) es aquella que permite proporcionar a todo el cultivo, cantidades similares de agua y nutrientes.

✓ Taponamiento de los emisores y problemas de uniformidad de riego. Reducir a través del uso de **válvulas de alivio**, **emisores anti succión** y **colectoras** de limpieza sumado a un **protocolo de mantenimiento**.

✓ La germinación de un cultivo puede verse afectada con estos sistemas, particularmente en suelos con menor capilaridad como los arenosos. Fuertemente relacionado con la profundidad de los L_R , el caudal de emisores, tipo de suelo.

✓ La utilización del RGS con **agua con alto contenido de sales**, puede provocar la salinización del suelo por encima del L_R .

Uso eficiente del agua para riego

Características de los módulos de RGS

El INTA firmó convenios de vinculación tecnológicas con empresas proveedoras de sistemas de riego y se instalaron 2 módulos de RGS.

Convenio

I.N.T.A. – NETAFIM 2012

Superficie: 6 ha.

Rotación: Trigo – Soja 2°- Maíz 1°.

Distancia entre emisores: 0,50 m.

Profundidad L_R : 25-35 cm

Caudal del emisor: 0,6 litros/hora.

Separación entre laterales: 0,80 m y 1 m

Tasa de riego: 1,5 mm/h y 1,2 mm/h

Emisor: Dripnet PC Antisifon.

Convenio

I.N.T.A. – Rivulis - 2013

Superficie: 6, ha.

Rotación: Trigo – Soja 2°- Maíz 1°.

Distancia entre emisores: 0,50 m.

Profundidad L_R : 25-35 cm

Caudal del emisor: 1 litros/hora.

Separación entre laterales: 1,05 m y 1,57 m

Tasa de riego: 1,9 mm/h y 1,27 mm/h

Emisor: D5000.



Uso eficiente del agua para riego

Objetivos generales del módulo de RGS

- ❖ Evaluar el movimiento de agua aplicada por el sistema RGS en un suelo franco limoso, típico de la región central de la Provincia de Córdoba, con cultivos extensivos y bajo la tecnología de siembra directa.
- ❖ Determinar la separación entre laterales de riego más conveniente para este tipo de suelo, según un criterio edáficos, climáticos, de cultivos y económicos.
- ❖ Evaluar el comportamiento, adaptabilidad y productividad de los distintos cultivos en sistemas bajo siembra.

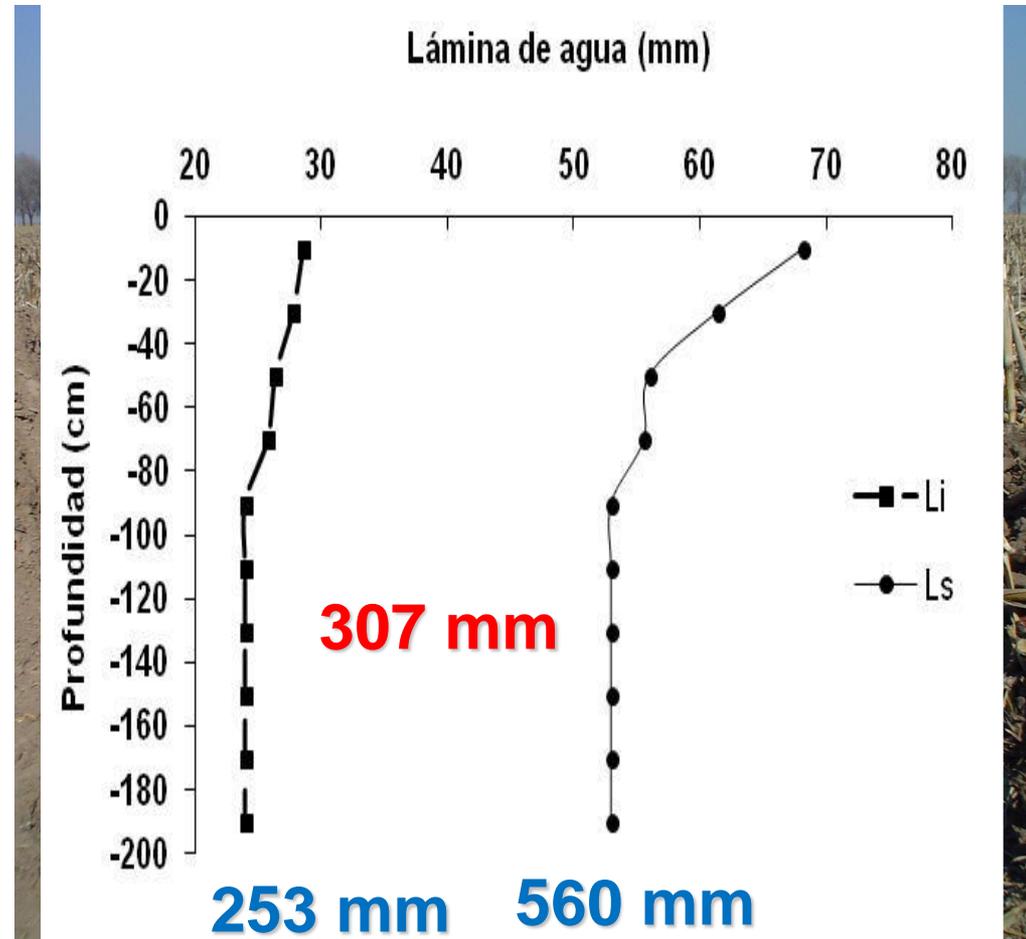
Uso eficiente del agua para riego

Características edáficas

Haplustol Típico
Serie Oncativo

Textura Franco-Limosa

Horizonte	A	AC	C _k
Arcilla (%)	15%		
Limo (%)	70%		
Arena (%)	15%		



Uso eficiente del agua para riego

Características climáticas.

Régimen climático: **Semiárido**

Precipitaciones anuales

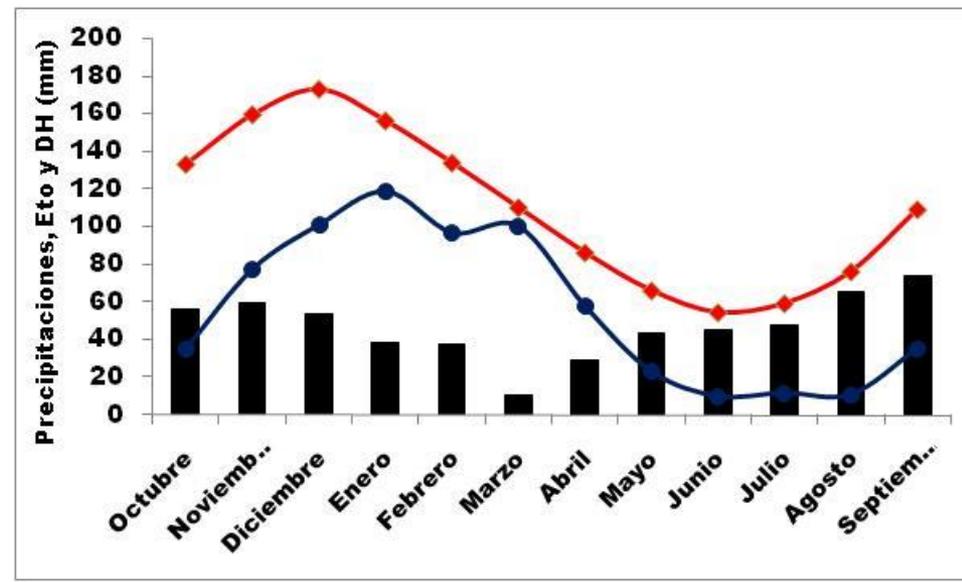
Pp = 760 mm (serie 1931-2013)

Evapotranspiración potencial

Eto (PM) = 1320 mm

Déficit hídrico

DH (mm) = 560 mm



Uso eficiente del agua para riego

Con fines **experimentales** y **demostrativos** se conduce en el **INTA Manfredi** desde el año **1996**, un Módulo de riego suplementario con un **equipo de Pivote central**

Los momentos y lámina de riego para cada cultivo, se deciden en función de un Balance Hídrico, que tiene en cuenta los siguientes aspectos:

✓ **Determinación del contenido de agua en el suelo**

Método gravimétrico

Siembra del cultivo

Inicio y final del Pc de los cultivos

Madurez Fisiológica

La demanda atmosférica (Eto) → Variables climáticas

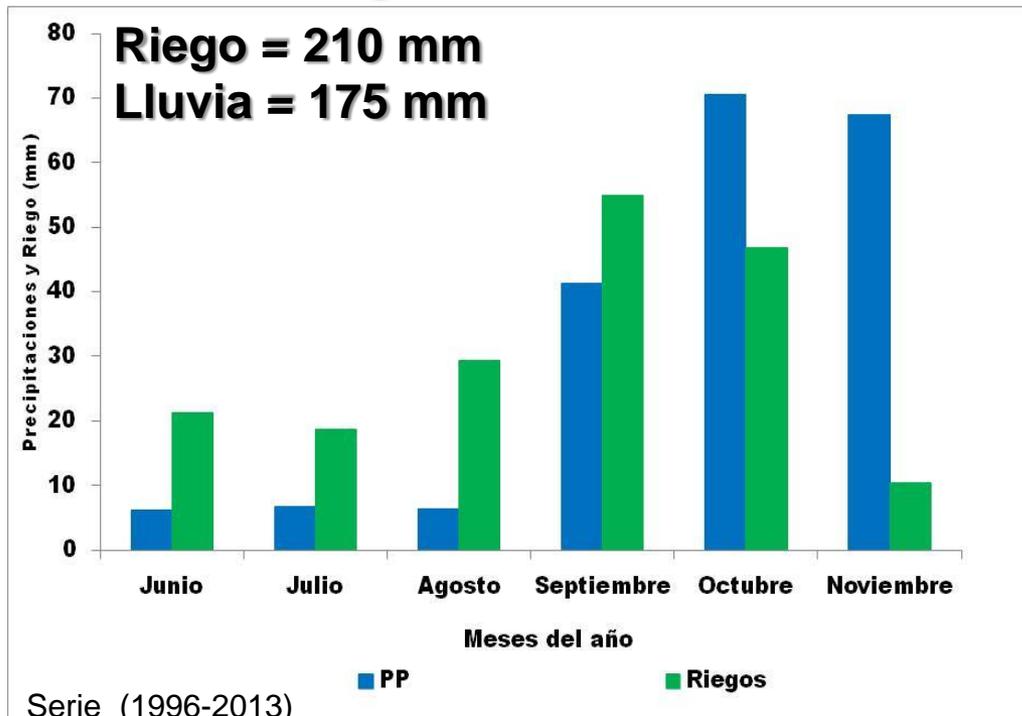
Evapotranspiración del cultivo. $Etc = Eto * Kc$

Límite mínimo aceptable (Umbral de riego) de agua útil en el suelo en f(x) del cultivo y estado fenológico.

Uso eficiente del agua para riego

Resultados del manejo de 18 años de uso del balance hídrico en Pivote para trigo, maíz 1º y soja 2º.

Trigo (Serie - 1996-2013)



Consumo del cultivo

485 mm

Rendimiento riego

5200 Kg/ha

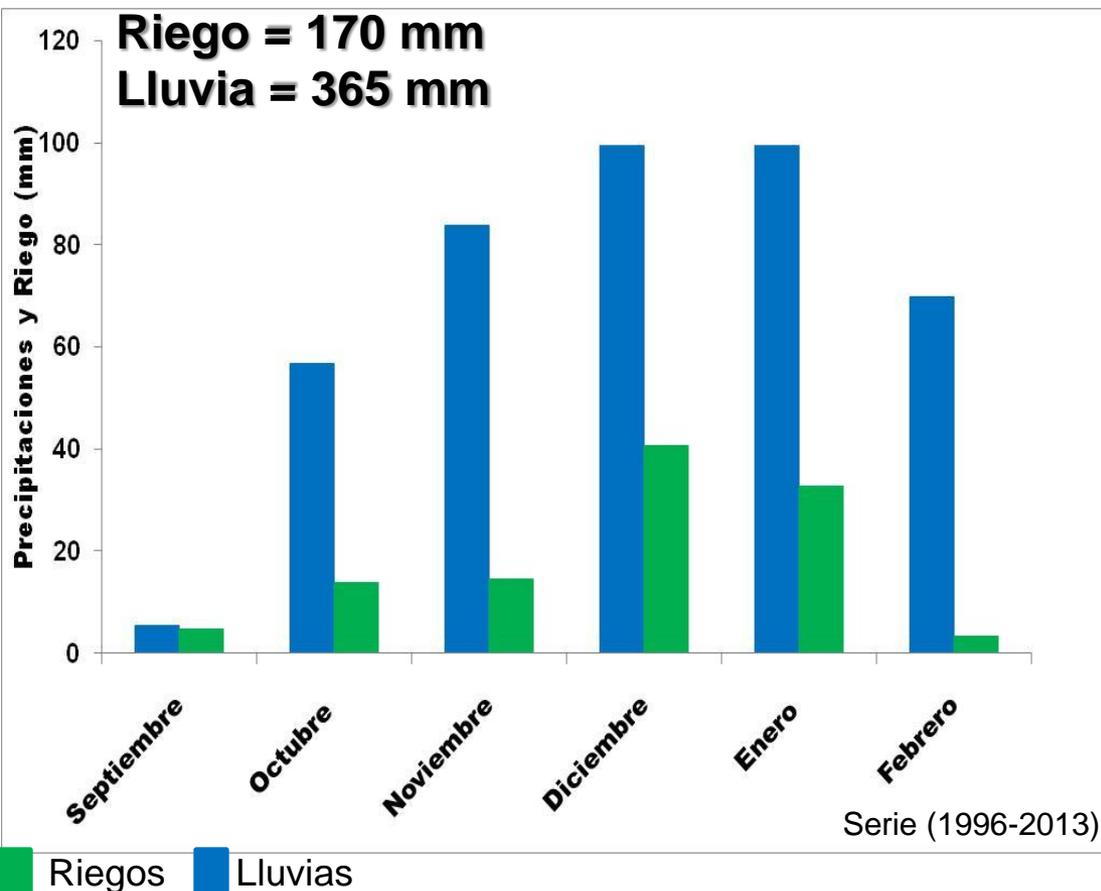
**Eficiencia del uso del agua
(kg/mm)**

11 Kg/mm

Uso eficiente del agua para riego

Resultados del manejo de 18 años de uso del balance hídrico en pivote para trigo, maíz 1º y soja 2º.

Maíz 1º (Serie - 1996-2013)



Consumo del cultivo

542 mm

Rendimiento Riego

12.200 kg/ha

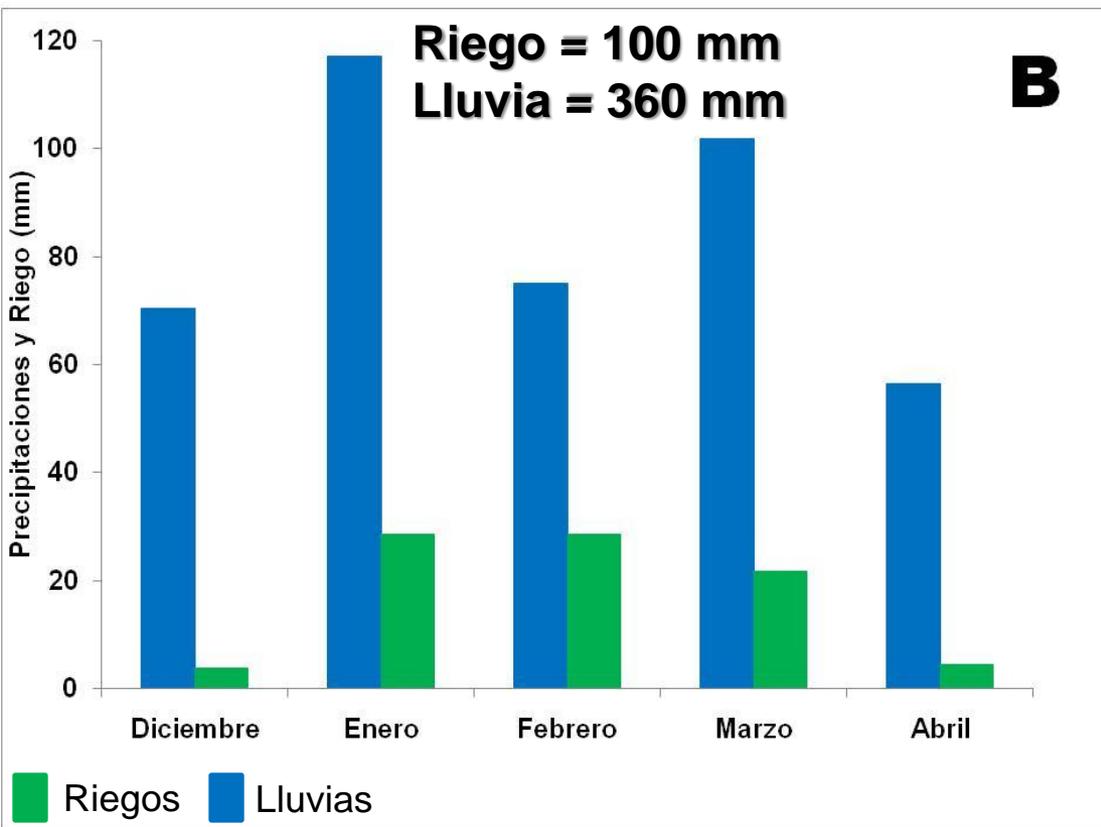
**Eficiencia del uso del agua
(kg/mm)**

21 Kg/mm

Uso eficiente del agua para riego

Resultados del manejo de 18 años de uso del balance hídrico en pivote para trigo, maíz 1º y soja 2º.

Soja 2º (1996-2013)



Consumo

457 mm

Rendimiento Riego

3000 Kg/ha

**Eficiencia del uso del agua
(kg/mm)**

7 Kg/mm

Metodología aplicada en el módulo de RGS

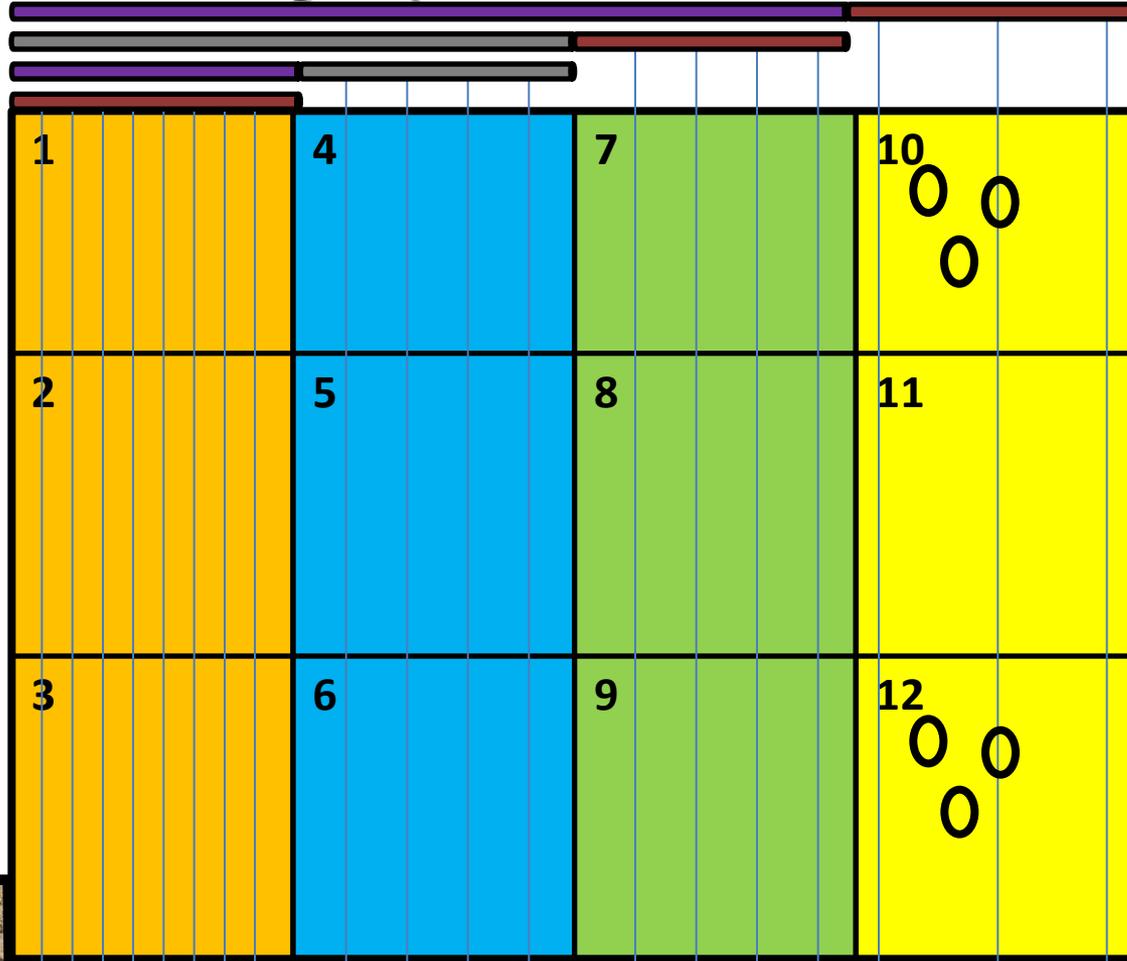
PVC

Ø 90/6

Ø 63/5

Ø 50/5

Ø 40/6



$S_{LR} = 1 \text{ m}$
 5-7 cm del LR
 25 cm del LR
 50 cm del LR

$S_{LR} = 1.6 \text{ m}$
 5-7 cm del LR
 40 cm del LR
 80 cm del LR

$S_{LR} = 1 \text{ m}$ $S_{LR} = 1.05 \text{ m}$ $S_{LR} = 1.6 \text{ m}$
 $q_e = 0,6 \text{ l/h}$ $q_e = 1 \text{ l/h}$ $q_e = 1 \text{ l/h}$

Dos láminas de riego

20 mm
 40 mm

$IAS = AU_f - AU_i \text{ (mm)}$

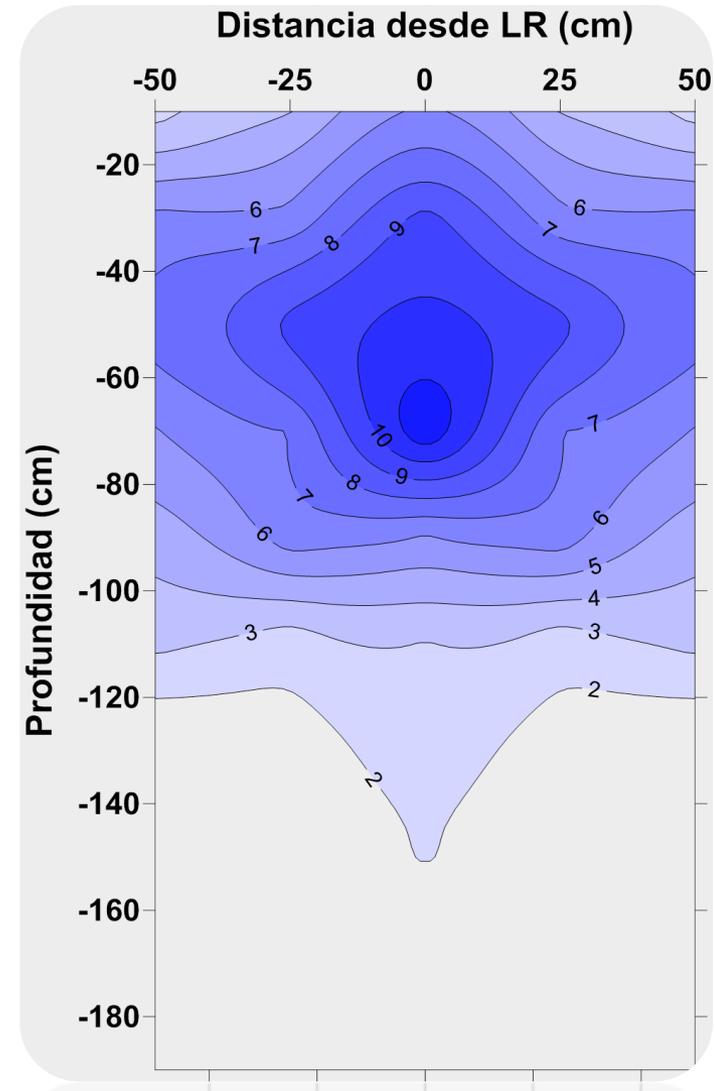
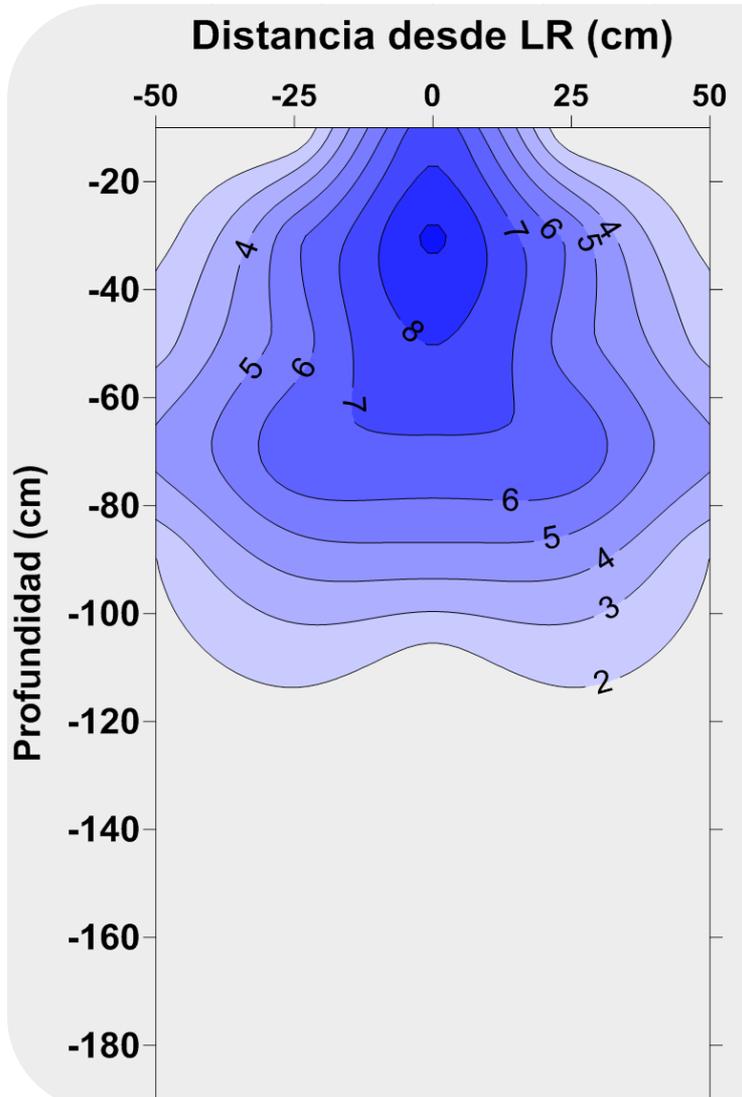


Uso eficiente del agua para riego

$S_{LR} = 1 \text{ m}$
 $q_e = 0,6 \text{ l/hs}$
 $L_r = 20 \text{ mm}$

RESULTADOS

$S_{LR} = 1 \text{ m}$
 $q_e = 0,6 \text{ l/hs}$
 $L_r = 40 \text{ mm}$



Uso eficiente del agua para riego

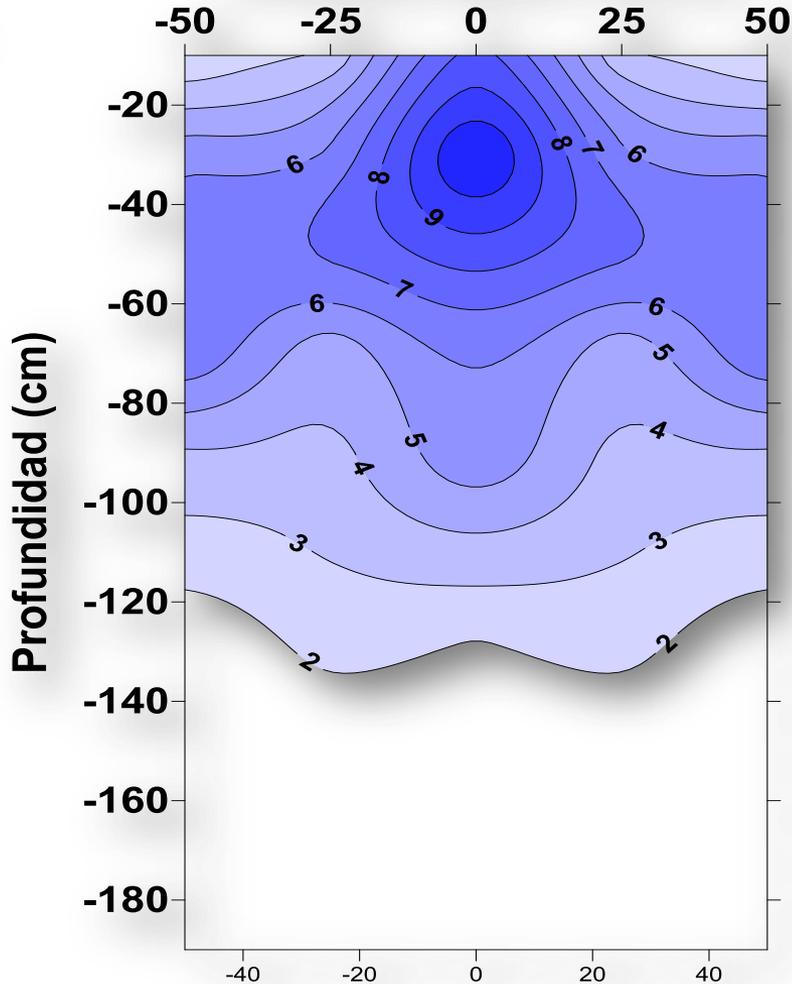
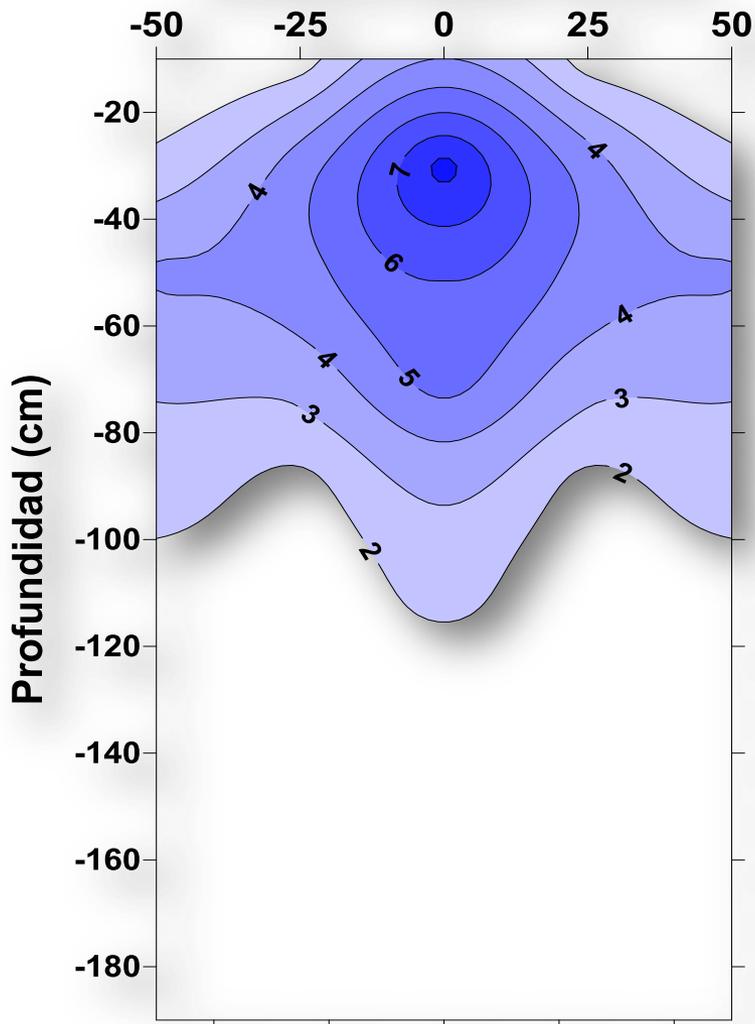
RESULTADOS

SLR = 1 m
q_e = 1 l/hs
L_r = 20 mm

SLR = 1 m
q_e = 1 l/hs
L_r = 40 mm

Distancia desde LR (cm)

Distancia desde LR (cm)

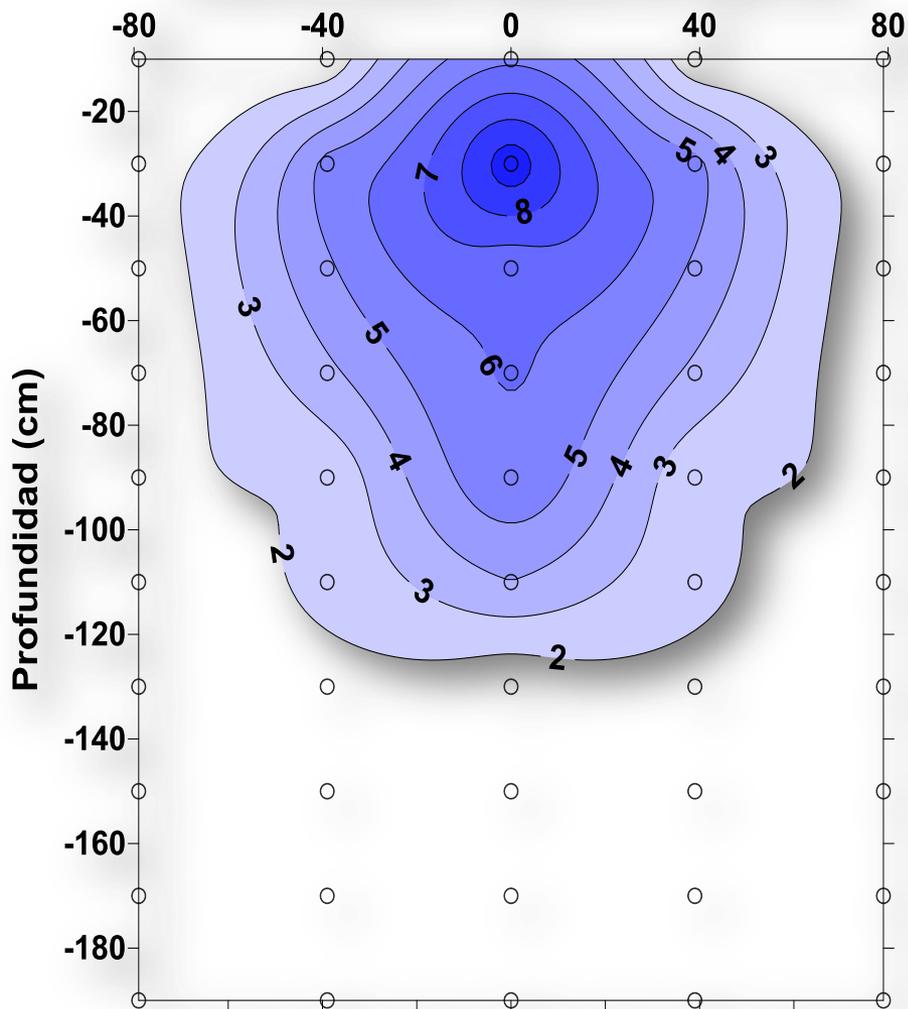


Uso eficiente del agua para riego

RESULTADOS

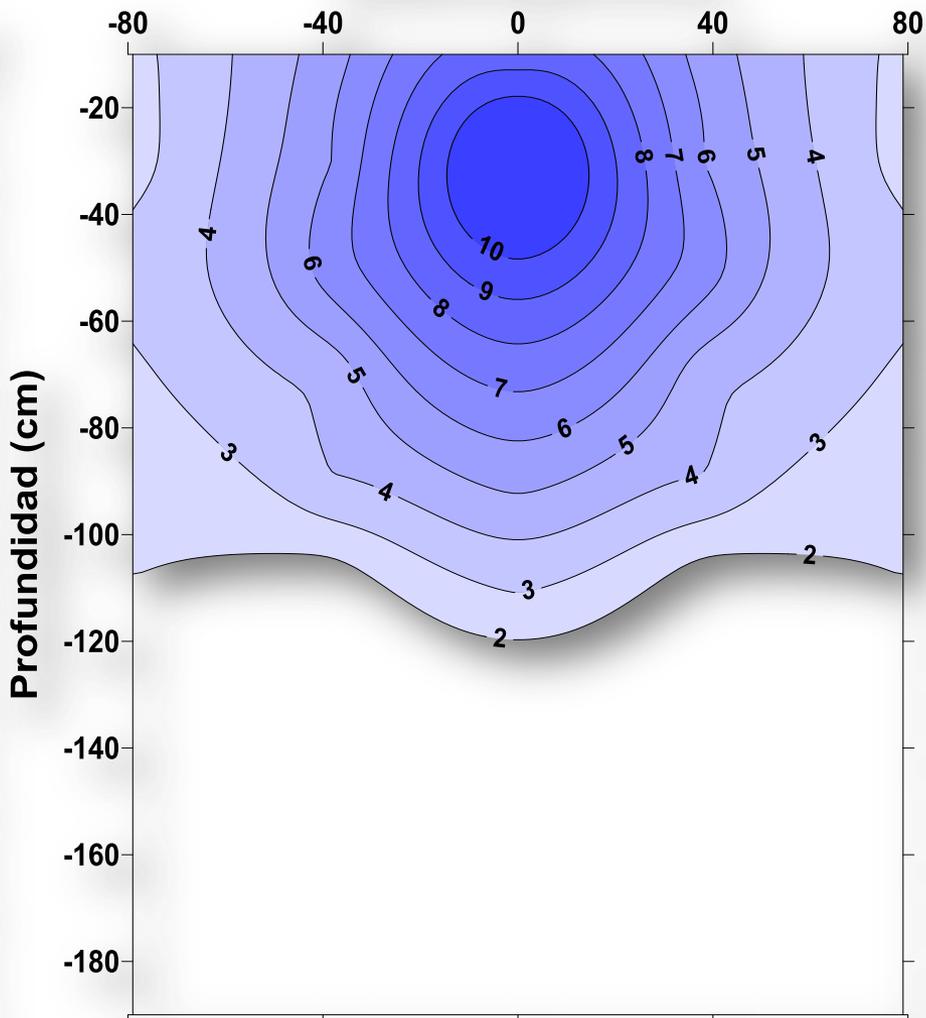
$S_{LR} = 1.6 \text{ m}$
 $q_e = 1 \text{ l/hs}$
 $L_r = 20 \text{ mm}$

Distancia desde el laterale de riego (cm)



$S_{LR} = 1.6 \text{ m}$
 $q_e = 1 \text{ l/hs}$
 $L_r = 40 \text{ mm}$

Distancia desde LR (cm)



Metodología utilizada en el RGS

✓ **Determinación del contenido de agua en el suelo**

Método gravimétrico

Siembra del cultivo

Inicio y final del Pc de los cultivos

Madurez Fisiológica

Siembra paralelo al Lr

d: 160 kg/ha – dist entre surco: 17 cm

Muestreos de **materia seca**

Inicio período crítico

Final del período crítico

Madurez Fisiológica

Rendimiento y sus componentes

Consumo

EUA

Balance Hídrico

Lr : 25 mm SLR : 0,8 m

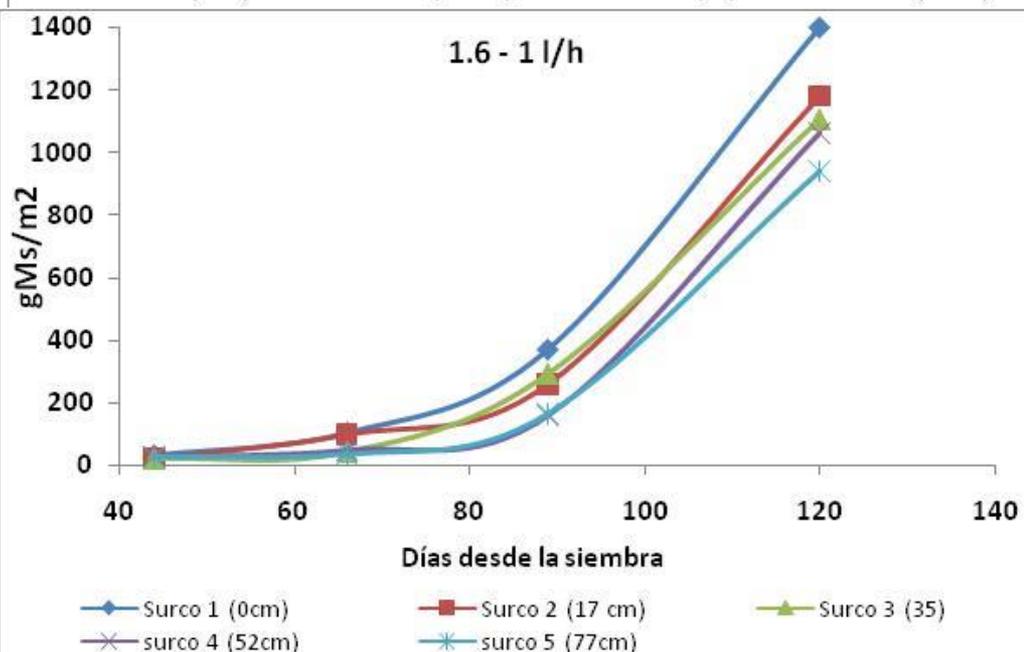
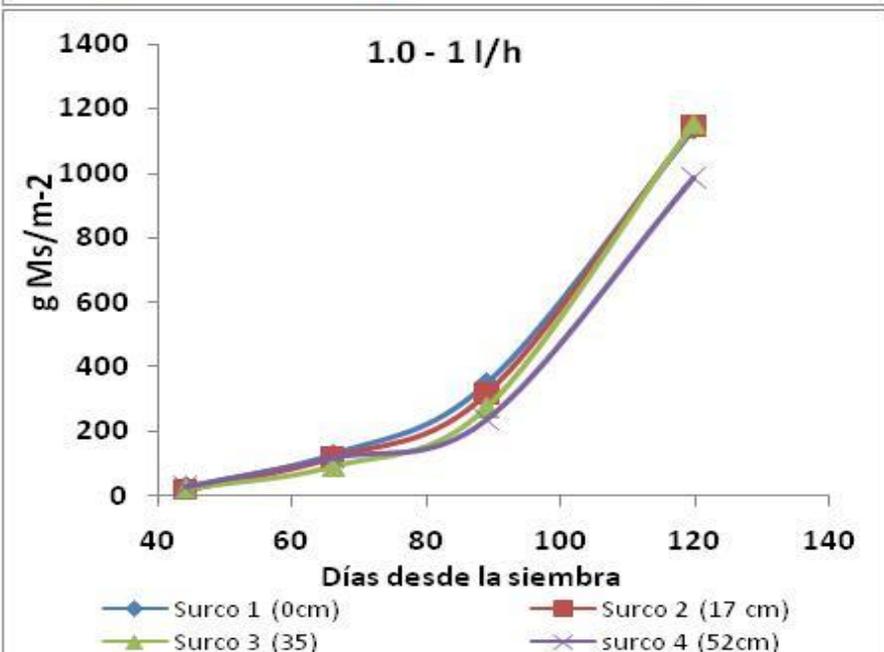
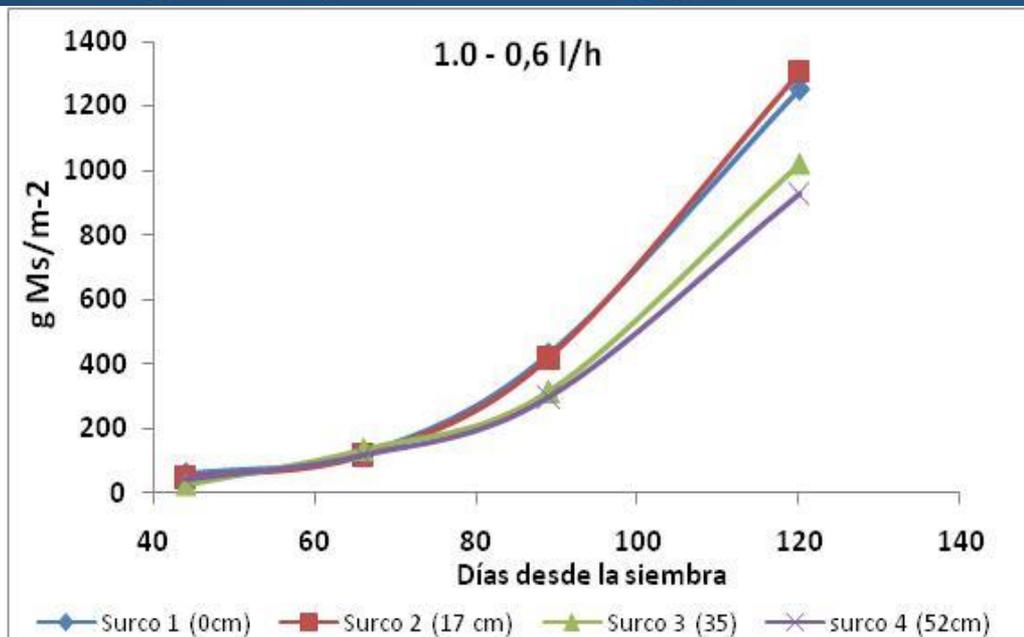
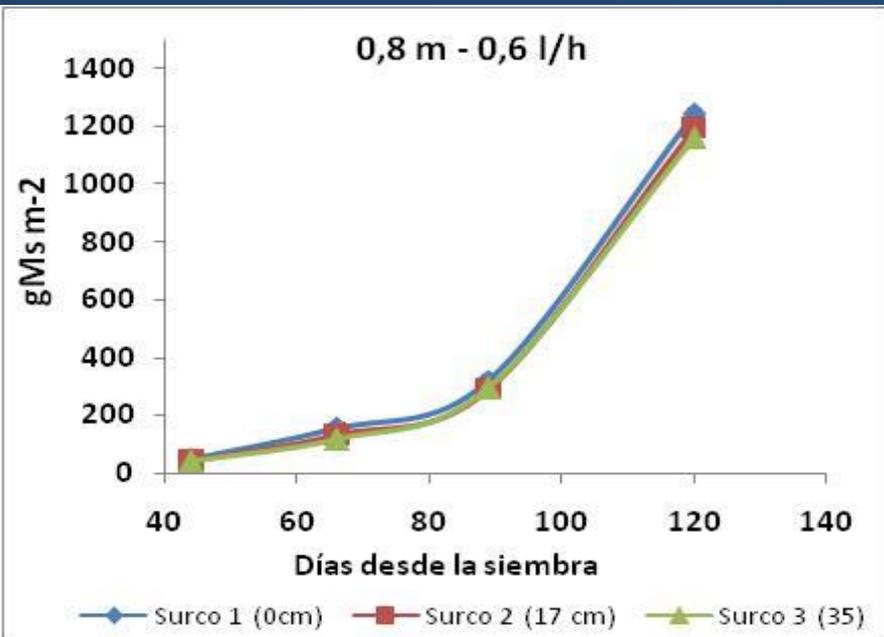
Lr : 30 mm SLR : 1 m

Lr : 50 mm SLR : 1.6 m



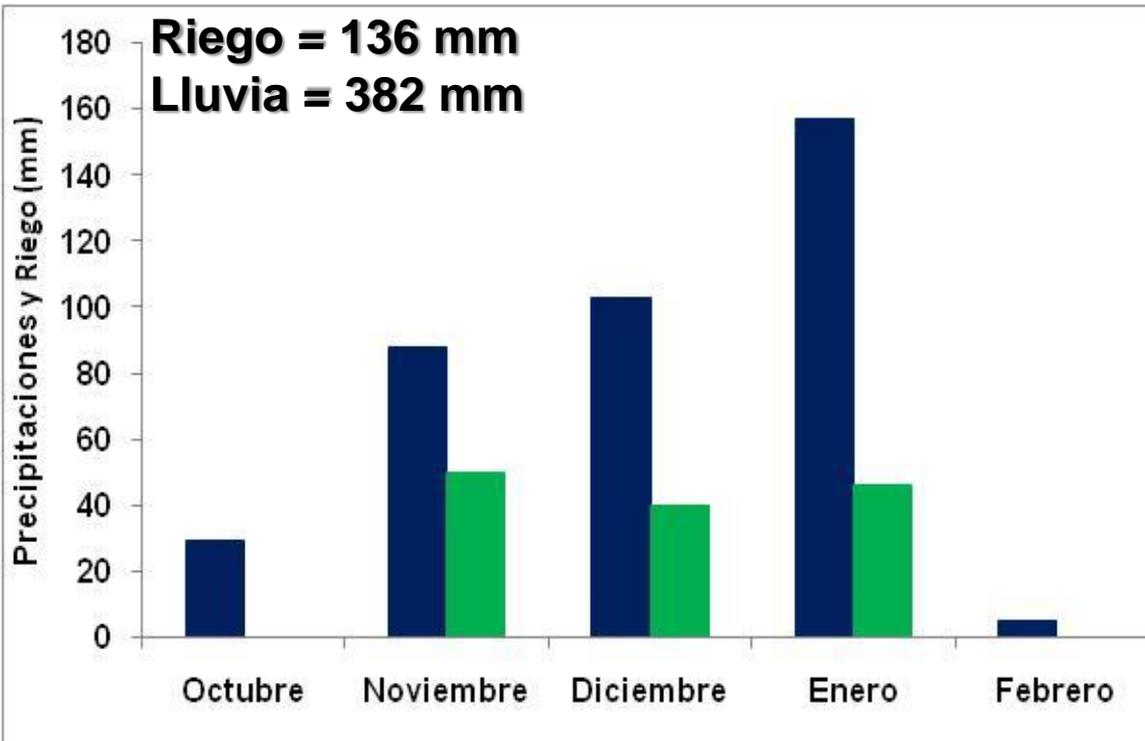
2014/10/08

Uso eficiente del agua para riego



Uso eficiente del agua para riego

Resultado en Maíz 1° en RGS



Consumo del cultivo

550 mm

Rendimiento Riego

13067 kg/ha

Eficiencia del uso del agua (kg/mm)

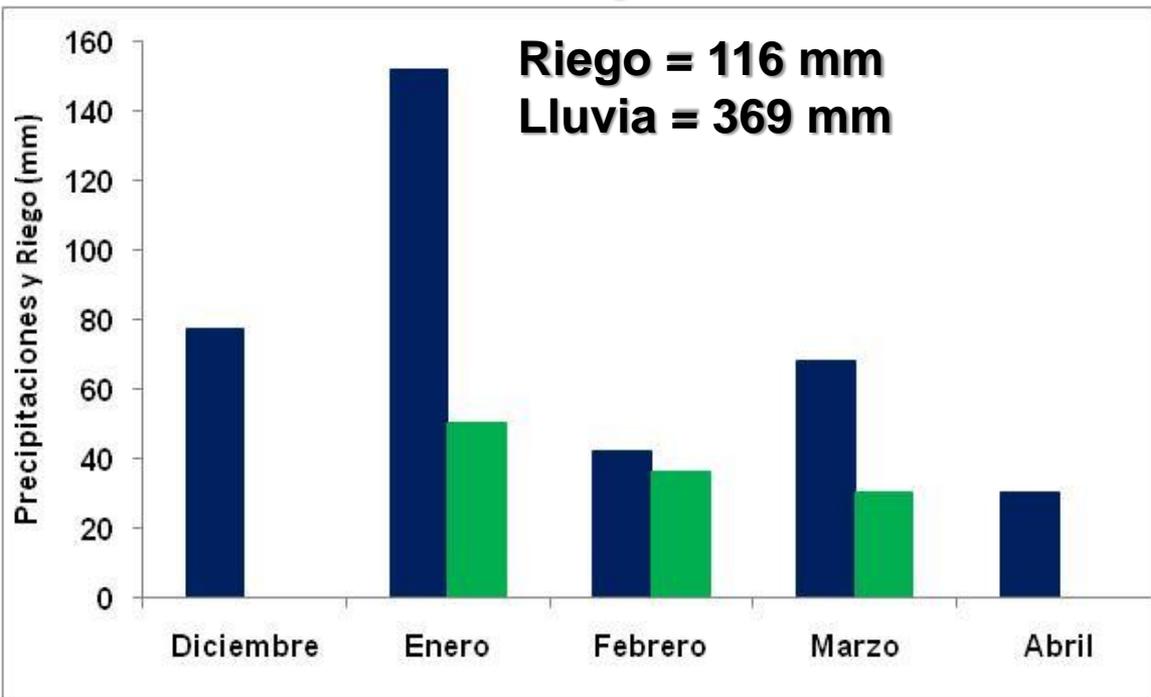
23,7 Kg/mm

Rendimiento (kg/ha)

Repeticiones	SLR (0,8)	SLR (1.0)
1	12603	12659
2	13756	13378
3	15075	12828
Promedio	13180 (a)	12955 (a)

Uso eficiente del agua para riego

Resultado en Soja 2° en RGS



Consumo del cultivo

489 mm

Rendimiento Riego

2905 kg/ha

Eficiencia del uso del agua (kg/mm)

6 Kg/mm

Rendimiento (kg/ha)		
Repeticiones	SLR (0,8)	SLR (1.0)
1	2836	2561
2	2912	3000
3	3116	3000
Promedio	2955 (a)	2854 (a)

Uso eficiente del agua para riego

Conclusiones parciales

Si bien los resultados productivos del cultivo de **Maíz 1º** y **Soja 2º** fueron **similares** entre las **dos SLR evaluadas**, es necesario seguir evaluando este comportamiento

Laminas de riego de 20 mm, no lograron un humedecimiento superficial en todos los tratamientos evaluados.

Para la misma separación entre laterales de riego, **el mayor caudal de los emisores** provocó un **mayor humedecimiento lateral**, lo que se vio reflejado además en la producción de biomasa en el cultivo de trigo

El éxito de la adopción de una tecnología como es el RGS, en una nueva región diferente a la que fue creada, requiere de **conocimiento sobre diseño, manejo del equipo, mantenimiento, cultivos**, y además de un **equipo calificado de distribuidores, operadores, instaladores y asesores de sistemas de riego**.

MUCHAS GRACIAS

GRUPO DE TRABAJO DE RIEGO

Ing Agr. Salinas Aquiles

Ing Agr. Giubergia, Juan Pablo

Ing Agr. Boccardo Matías

Ing Agr. Aimar Federico

COLABORADORES

Tisera Rodrigo

Serrano Justina

Nicolás Cravero

Mariano Mozzicafreddo

Betiana Aimar

Matelica Marcelo