

Riego por aspersión a baja presión.



Jornadas AIDA. Sistemas innovadores para la gestión energética del regadío. 18-19 Septiembre 2018

**N. Zapata
EEAD-CSIC**



**Estación Experimental
Aula-Dei**

Esquema de la presentación

- ❑ Breve introducción al riego por aspersión a baja presión
- ❑ Estudio experimental de riego a baja presión sobre maíz.
- ❑ Transferencia de los resultados del estudio experimental a parcelas comerciales.
- ❑ Primeros resultados sobre alfalfa...

Introducción

- ❑ Los agricultores ven cómo el aumento del coste de la energía hace que su renta disminuya
- ❑ A pesar de las fluctuaciones del coste de la energía, hay que esperar que siga subiendo en las próximas décadas
- ❑ Para afrontar el problema hay que regar de forma más eficiente:
 - ❑ Cuando el cultivo lo necesita.
 - ❑ Con la cantidad que el cultivo necesita
- ❑ ... pero esto no es suficiente.

Introducción

□ ...Además, hay que ser eficiente en el uso de la energía:

1. Programar el riego:

- ¿Cuándo necesita el cultivo el agua?
- ¿Cuándo es la energía eléctrica barata?

2. Energías renovables (solar, eólica)

- Progreso rápido, imparable
- Hoy limitado por la regulación energética

3. Reducir la energía necesaria por cada metro cúbico de agua aplicada

- Mejorar la eficiencia energética de la red de la comunidad de regantes
- **Reducir la presión necesaria en el aspersor. Riego de baja presión.**

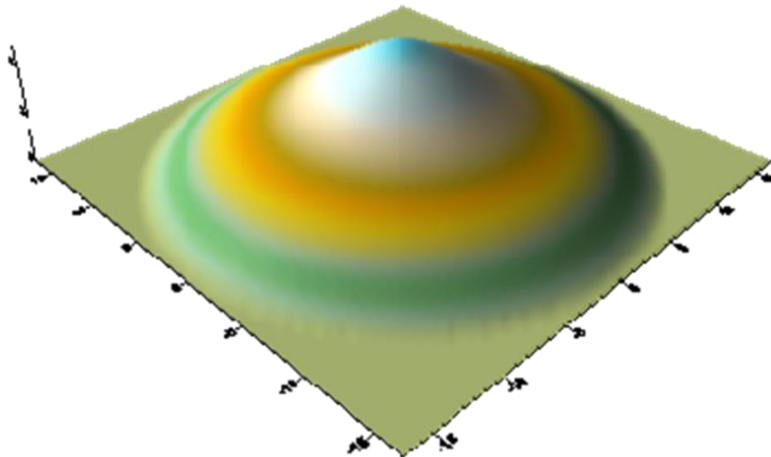
Introduction

- ❑ El diseño tradicional de un sistema de riego por aspersión asegura una presión mínima de 300 kPa en boquilla. Disminuir esta presión a 200 kPa, sin cambiar los espaciamientos entre aspersores y manteniendo los estándares de calidad de riego y principalmente la producción del cultivo, supondría un ahorro considerable de energía y una mejora de la rentabilidad de las explotaciones.
- ❑ Playan et al. (2006) presentó resultados esperanzadores comparando el funcionamiento de una misma cobertura de riego a dos presiones de trabajo 300 y 200 kPa. El patrón de distribución de agua de los aspersores no variaba demasiado y las diferencias medias de uniformidad eran ligeramente superiores (< 5%) para el tratamiento de la presión estándar (300 kPa).
- ❑ El efecto de reducir la presión de trabajo del aspersor en la calidad del riego se ha analizado en la literatura, tanto para aspersores aislados como para eventos de riego individuales (Kincaid, 1991; Playán et al., 2006; Sahoo et al., 2008; Paniagua, 2015).

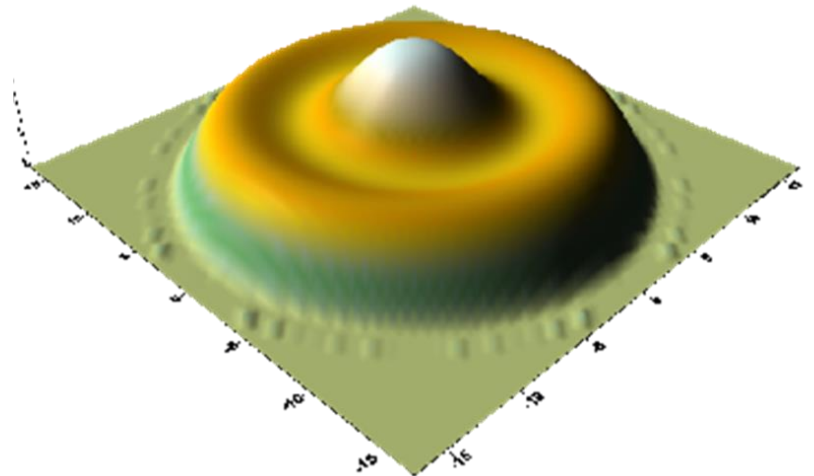
Introducción

- ❑ La presión de 300 kPa es adecuada para generar un patrón de distribución cónico, que resulta óptimo cuando se solapan los aspersores que configuran una cobertura de riego.
- ❑ Cuando el aspersor trabaja a una presión de 200 kPa genera una distribución que a menudo se asemeja a un anillo, con un pico de pluviometría en una corona circular que al solaparse no produce una uniformidad de distribución muy alta.

300 kPa



200 kPa



Introducción

- ❑ Kincaid (1991), propuso agregar una placa deflectora a la pala con el objetivo de romper el chorro y así mejorar el patrón de distribución y su solape final. Este deflector hace la función de aportar agua a la parte menos regada de la distribución anular, la zona cercana al aspersor.



Estudio experimental del riego a baja presión sobre maíz.

□ OBJETIVO:

- Analizar las diferencias en calidad del riego y producción de un cultivo de maíz regado por aspersión con presión estándar, 300 kPa, y con baja presión, 200 kPa.

Material y Métodos



Vista aérea de la parcela de ensayos

Material y Métodos

□ Tres tratamientos:

1)Aspersor de impacto y latón trabajando a 300 kPa en boquilla. Tamaños de boquilla 4.4 mm+2.4 mm. (CIS300).

2)Aspersor de impacto y latón trabajando a 200 kPa en boquilla. Tamaños de boquilla 5.2 mm+2.5 mm. (CIS200).

3)Aspersor de impacto de plástico con placa deflectora en la pala trabajando a 200 kPa. Tamaños de boquilla 5.2+2.5. (DPIS200).



CIS300
Boq 4.4 +2.4



CIS200
Boq 5.2 +2.5



DPIS200
Boq 5.2 +2.5

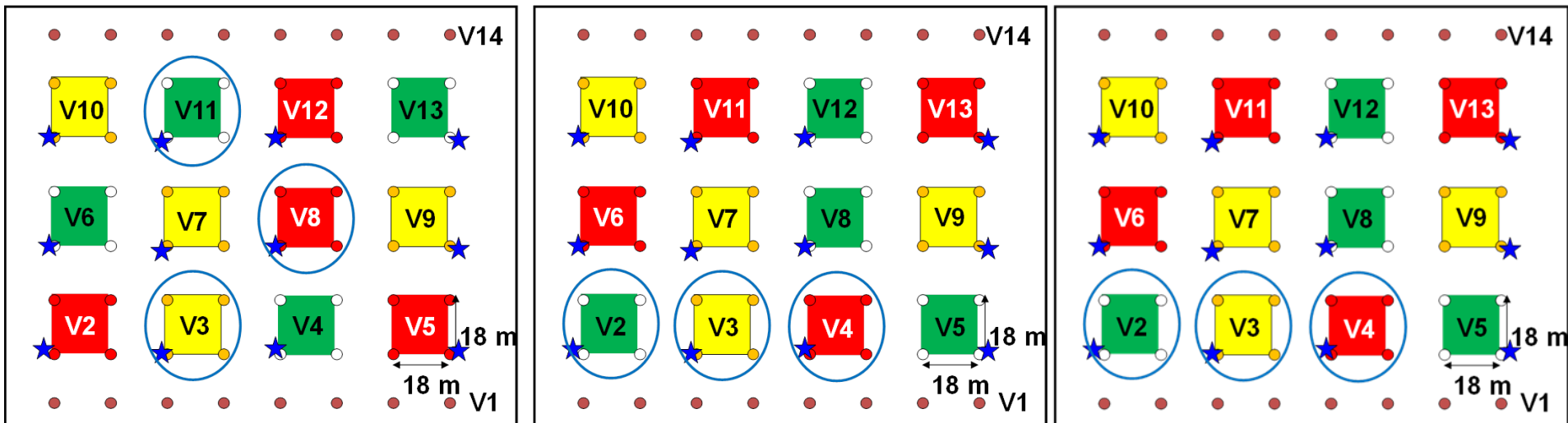
Material y Métodos

- ❑ Cada parcela experimental tiene cuatro aspersores en un marco de 18m x 18m (324 m²), controlados por una válvula hidráulica con regulador de presión.
- ❑ Cada tratamiento tiene cuatro repeticiones distribuidas al azar.
- ❑ Tres campañas de cultivo de maíz.

2015

2016

2017



V_i Electrovalves

● Boundary sprinklers

★ Pressure sensors /manometers

○ Pluviometers



CIS200



DPIS200



CIS300

Material y Métodos

- ❑ Las necesidades de riego se calcularon a partir de la evapotranspiración de referencia y los coeficientes de cultivo, calculados mediante la ecuación de la integral térmica propuesta por Martínez-Cob (2008) en la zona. Los datos agrometeorológicos y la evapotranspiración de referencia se obtuvieron de la estación de Montañana de la red SIAR, localizada a 500 metros del ensayo.
- ❑ Las 12 parcelas experimentales se regaron siempre a la vez y con el mismo volumen, para asegurar que las condiciones meteorológicas eran las mismas.
- ❑ La presión en cada parcela experimental se mantuvo de acuerdo al tratamiento correspondiente, con un regulador de presión instalado en cada válvula de sector. La presión de operación se supervisó en cada riego colocando un transductor de presión (Dickson, PR150) con registro en continuo (cada 5 minutos) en la caña de uno de los aspersores de cada parcela experimental. Junto al transductor también se instaló un manómetro de lectura directa para supervisión visual.

Material y Métodos



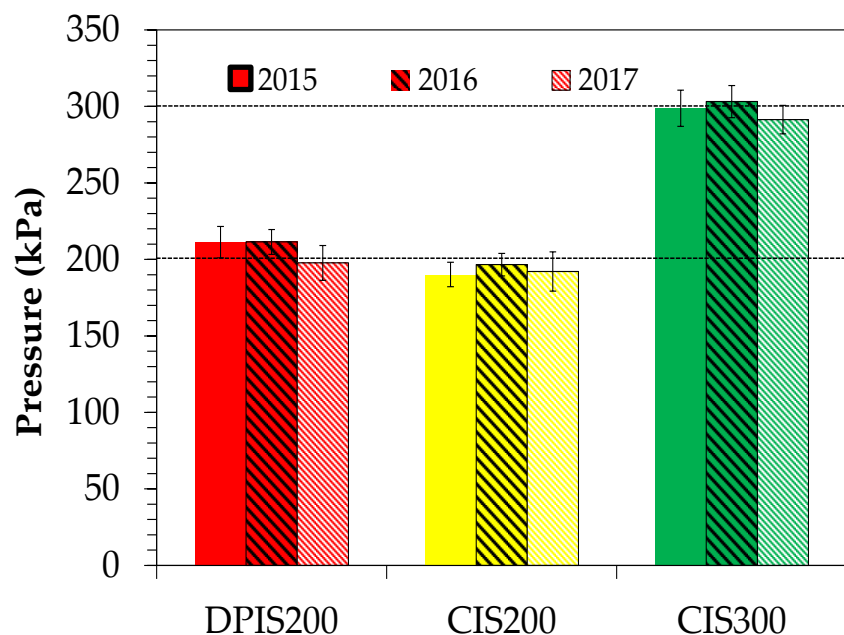
Material y Métodos

- ❑ El patrón de distribución del agua de riego se evaluó colocando una malla de 25 pluviómetros en una de las repeticiones de cada tratamiento.
- ❑ Los pluviómetros se instalaron inicialmente a una altura sobre el suelo de 1 m. En 2016 y 2017 los pluviómetros se fueron elevando a medida que el cultivo crecía para evaluar la calidad estacional del riego. Con los datos de los pluviómetros se obtuvieron el coeficiente de uniformidad (CU) y las pérdidas por evaporación y arrastre (WDEL) de cada riego. En 2016 y 2017 se determinó la calidad estacional del riego para cada tratamiento..





Resultados y Discusión

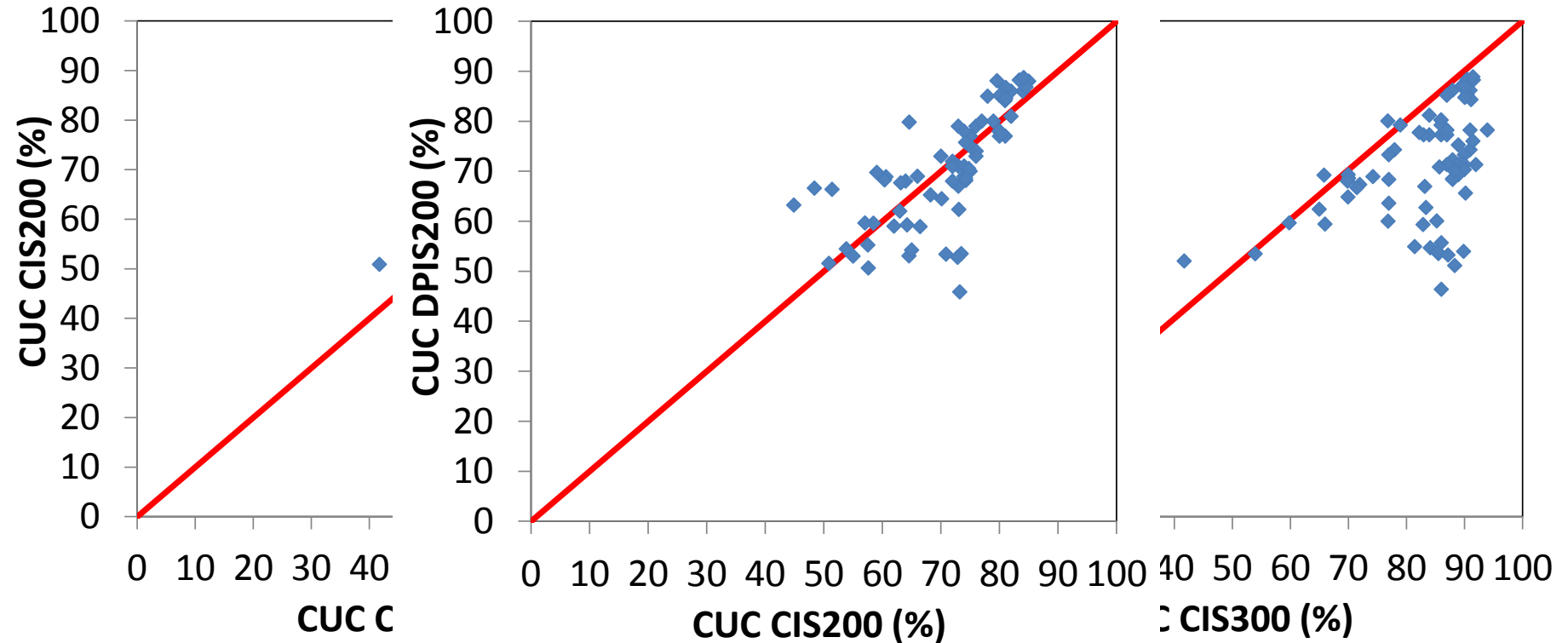


□ Datos estacionales de las campañas de riego.

□ Control de las presiones en los tres tratamientos y en los tres ciclos de cultivo

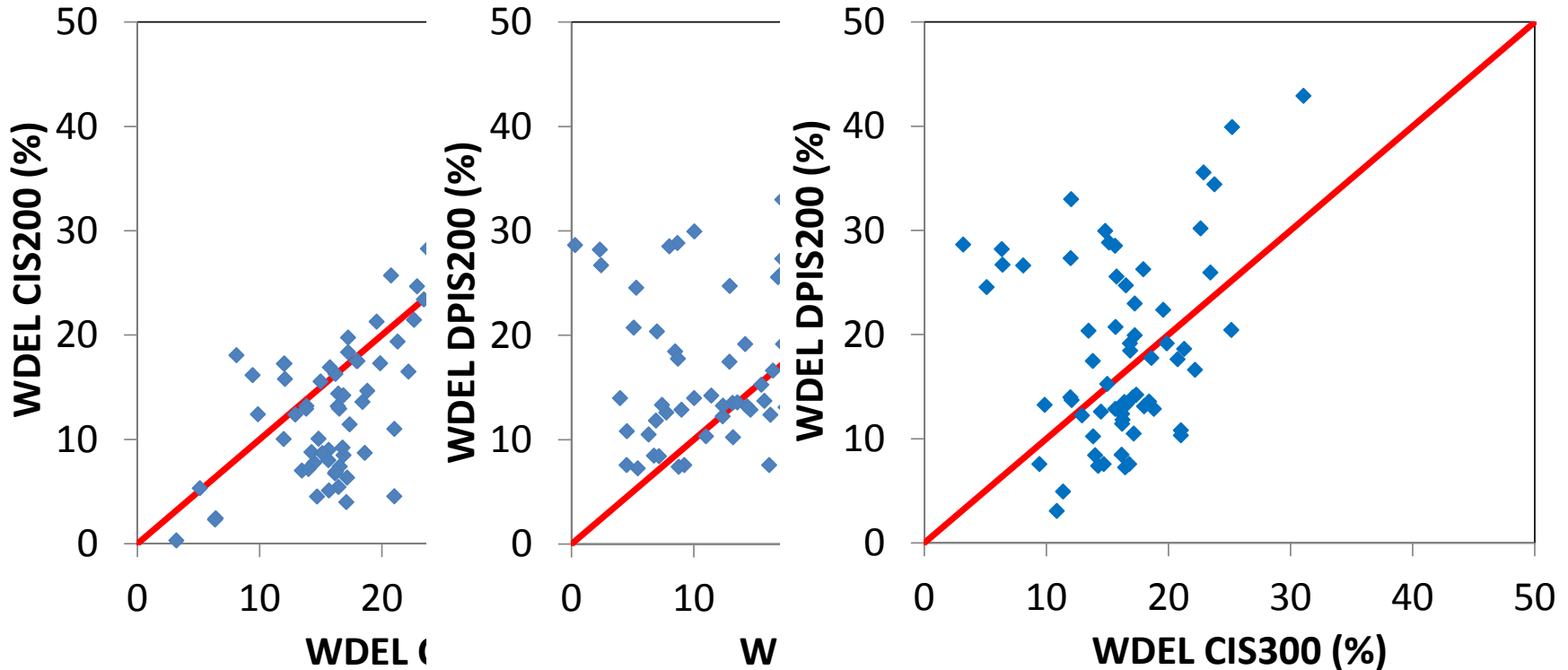
Datos	2015	2016	2017
Volumen riego (m^3 ha ⁻¹)	6.349	6.294	6.079
Tiempo riego (h)	133	132	125
Lluvia (mm)	117	129	135
Número de riegos	44	47	46
Número de riegos evaluados	6	36	38
Velocidad del viento en los riegos ($m s^{-1}$)	2,2	1,8	1,7

Resultados y Discusión



- ❑ Los tratamientos de baja presión presentan menores valores de CUC que el tratamiento de presión estándar en maíz.
- ❑ Los dos tratamientos de baja presión, CIS200 y DPIS200, presentan valores de CUC similares.

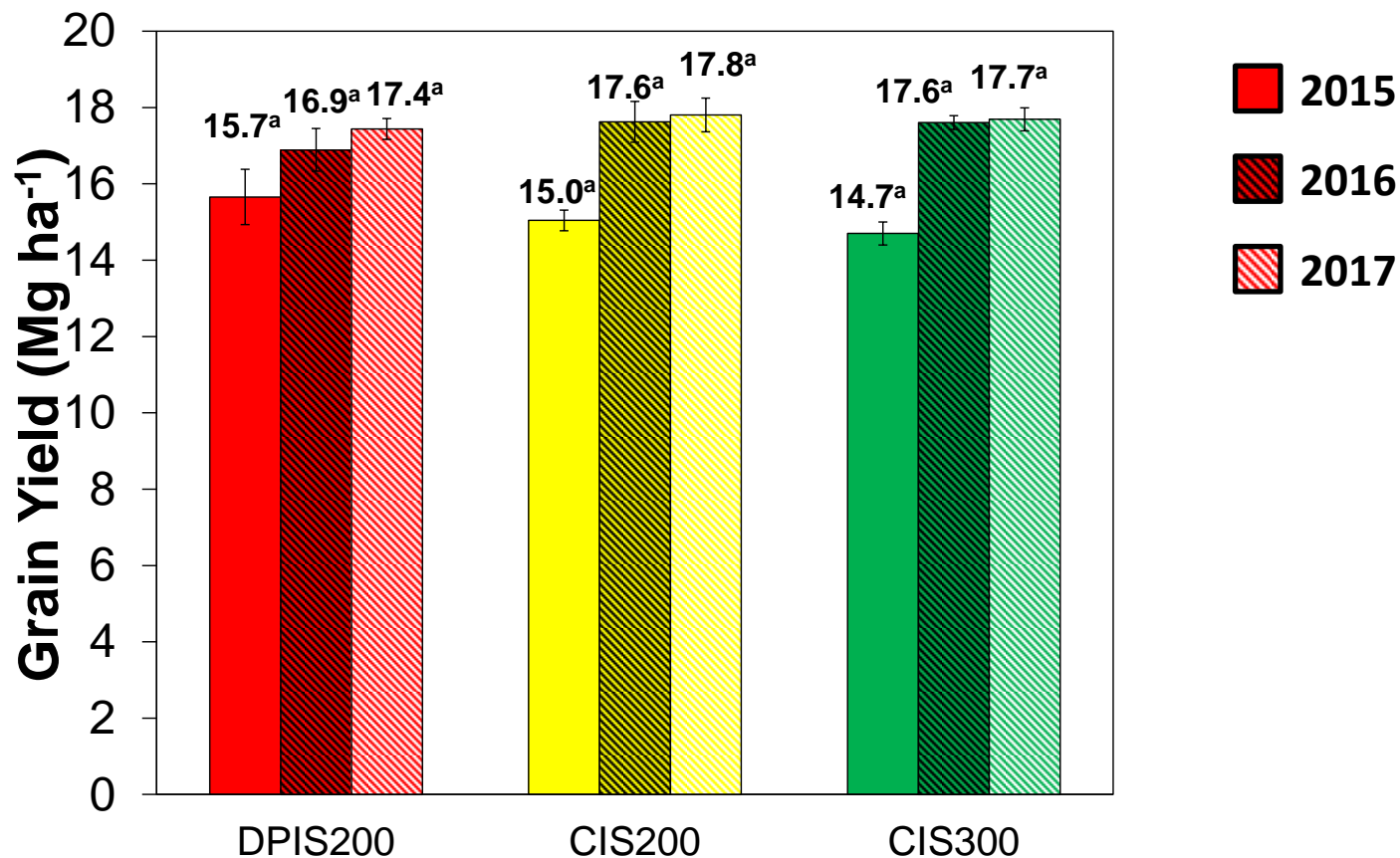
Resultados y Discusión



- ❑ Los tratamientos de baja presión producen mayores tamaños de gota que el tratamiento de presión estándar, lo que explica las mayores WDEL de CIS300 frente a CIS200.
- ❑ La placa deflectora de la pala del aspersor DPIS200 rompe el chorro produciendo gotas más pequeñas y potencialmente más fáciles de evaporar y arrastrar, lo que incrementa sus WDEL.

Resultados y Discusión

- ❑ El efecto de la presión de trabajo no fue significativo en la producción de maíz, ni en 2015 ni en 2016 ni en 2017. Tampoco entre los tratamientos de baja presión entre sí.
- ❑ Se puede concluir que los tratamientos de baja presión no reducen la producción en grano del maíz.



Más allá...

- ❑ Por qué la menor uniformidad de riego de la baja presión (entre 10%-13%) no tuvo repercusión en el rendimiento de maíz. ?
- ❑ Las diferencias en las WDEL entre CIS300 y CIS200 son pequeñas ($\approx 2\%$) y no compensan las diferencias en uniformidad.
- ❑ Además, no hay diferencias en WDEL entre los tratamientos CIS300 y DPIS200.
- ❑ Según la literatura (Steiner et al., 1983; Paltineanu and Starr, 2000; Lamm and Manges, 2000; DeBoer et al., 2001), el agua de riego por aspersión se distribuye gracias a la cubierta vegetal en tres partes: la que fluye por el tallo, stemflow, la que directa o indirectamente cae al suelo, throughfall y el volumen interceptado por la cubierta vegetal.
- ❑ En el tercer año de ensayos se evaluó el efecto que la cubierta vegetal del maíz tiene en la distribución del agua de riego, es decir en la distribución del agua que llega al suelo.

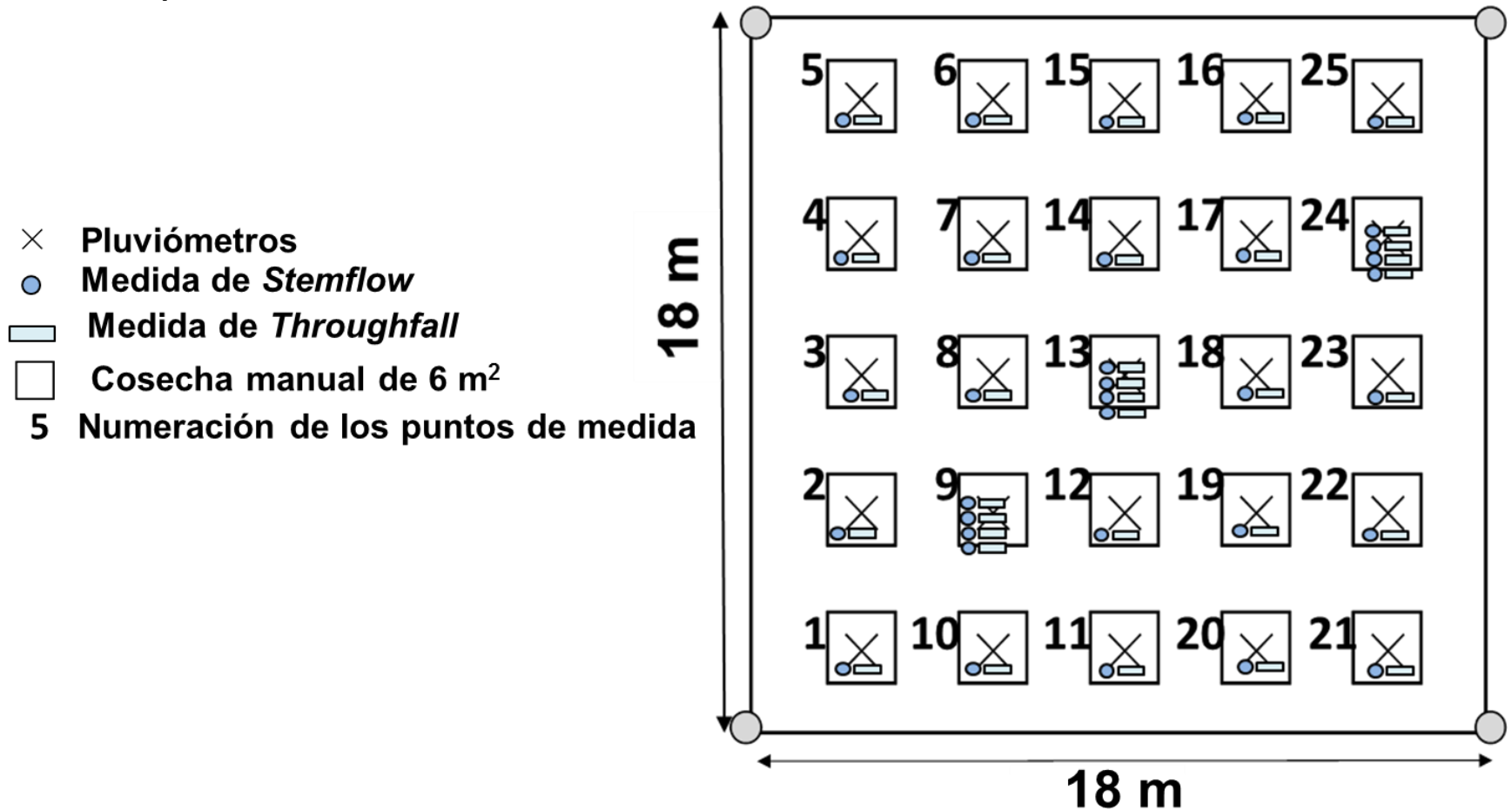
Distribución de agua de la cubierta vegetal del maíz.



Stemflow.MOV

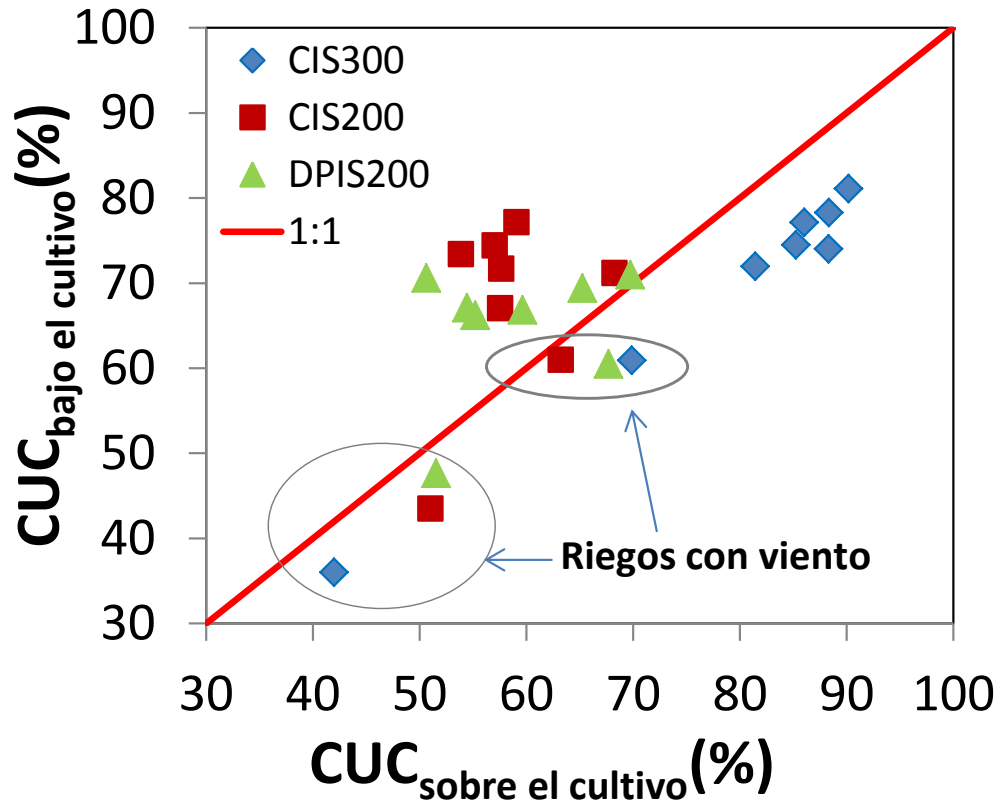
Material y Métodos

En una de las repeticiones de cada uno de los tres tratamientos y en ocho de los riegos aplicados al maíz cuando estaba completamente desarrollado en altura:





Resultados y Discusión



- ❑ En el tratamiento de presión estándar (300 kPa), la uniformidad medida sobre la cubierta vegetal (CUC_{ac}) es superior a la medida bajo la cubierta (CUC_{bc}).
- ❑ En los tratamientos de baja presión, CUC_{bc} es superior a la medida sobre la cubierta vegetal, excepto en condiciones de viento alto.
- ❑ El efecto de la cubierta en la distribución de agua suaviza las diferencias en uniformidad medidas sobre la cubierta vegetal entre tratamientos de presión.

Conclusiones

- ❑ Para evaluar la calidad del riego por aspersión estacional en sistemas de riego operando a baja presión en cultivos de porte alto (como el maíz), las determinaciones de la distribución de agua bajo el dosel vegetal o las determinaciones agronómicas como la producción en grano son más adecuadas que las tradicionales de terminaciones de uniformidad sobre la cubierta del cultivo.
- ❑ La distribución de agua que realiza la canopia de los cultivos de porte alto mejora la uniformidad de distribución del agua que llega al suelo, especialmente en los tratamientos de baja presión.
- ❑ Tres años de experimentación permiten concluir que la baja presión en aspersión ahorra energía manteniendo los estándares de calidad en el uso del agua y la producción del cultivo.

Transferencia del riego por aspersión a baja presión de parcelas experimentales a comerciales



Localización de las parcelas comerciales de ensayos. Agricultores colaboradores



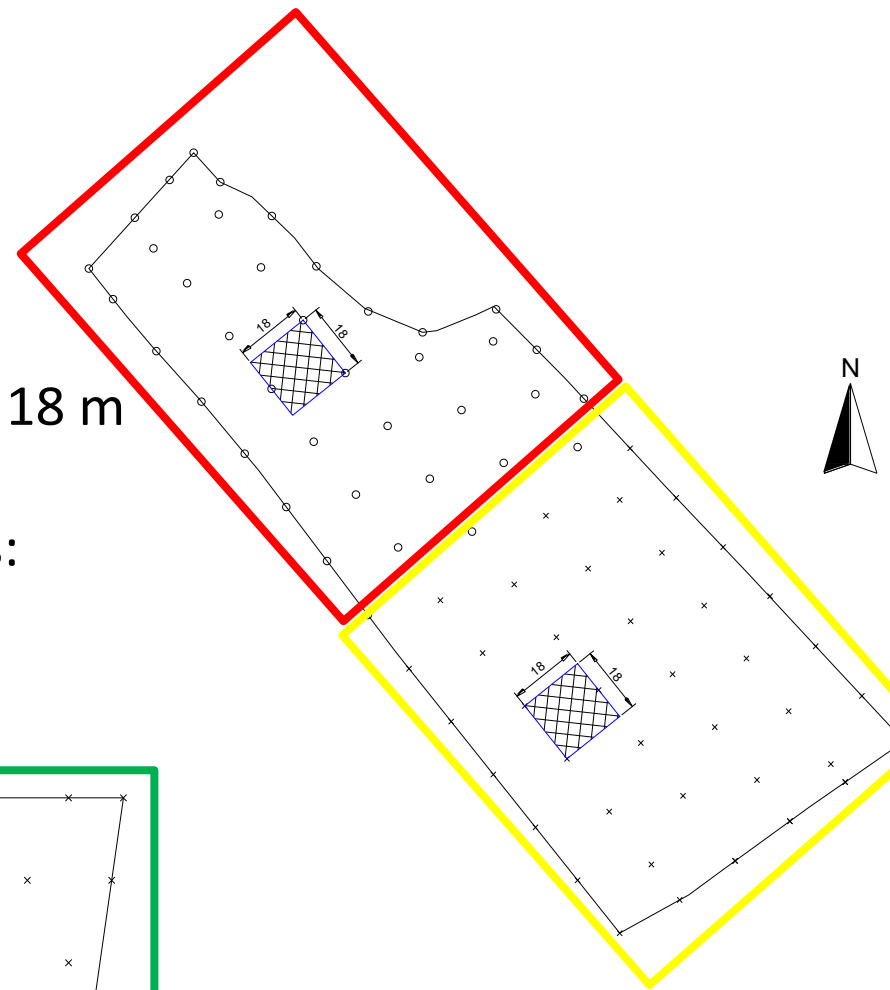
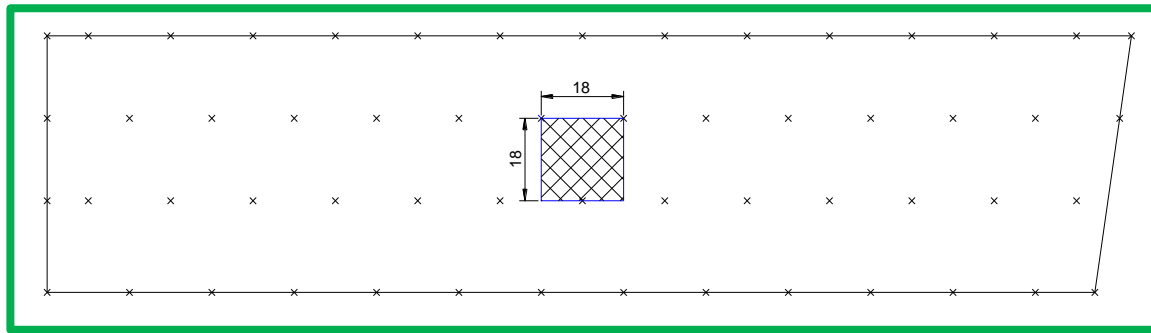
Descripción de las parcelas

☐ Cobertura aspersión: Triangular 18 m x 18 m

☐ Hidrante 401. Area 1.7 ha. Dos sectores:

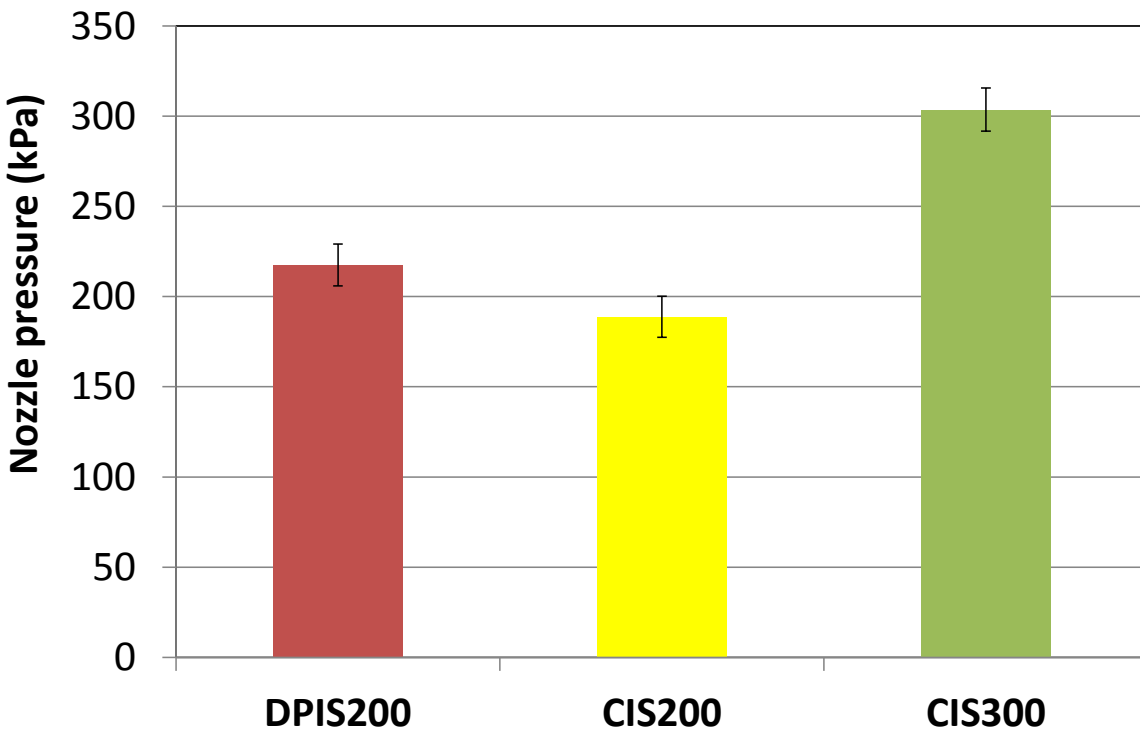
Sector 401a. 0.85 ha. **DPIS200.**

Sector 401b. 0.93 ha. **CIS200**



☐ Hidrante 453. Area 1.3 ha. Un sector, toda la superficie se riega a la vez
CIS300.

Presión medida en las parcelas



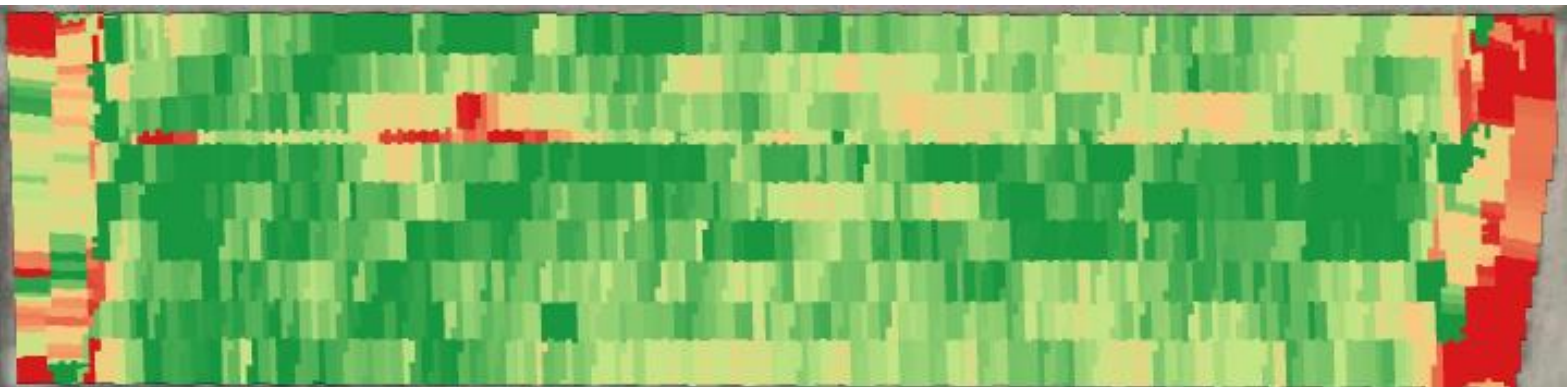
Tareas realizadas en las parcelas

Tareas	H-401	H-453
<u>Suelo</u>	21/03/2017- Contenido de humedad del suelo al inicio 28/09/2017- Contenido de humedad del suelo al final	
<u>Siembra</u>	7/04/2017	8/04/2017
<u>Variedad</u>	<u>DEKALB (cycle 700)</u> <i>Monsanto</i>	<u>POBOA YG (cycle 600)</u> <i>Fito</i>
<u>Fertilización</u>		
- Presiembra	- 600 kg/ha NPK (10-26-26) - 120 m ³ /ha purín porcino de madres	- 860 kg/ha NPK (10-26-26)
- En V12 (aplicado con el riego)	-390 kg/ha (N-26%)	-580 kg/ha (N-26%)
<u>Necesidades de riego</u>	FAO 56. Estación Agrometeorológica red SIAR de Tardienta	
<u>Control de plagas</u>	Manejo estándar en la zona	

Evaluación de riegos



Treatment	Nº	CUC (%)	WDEL (%)	Wind Speed (m/s)
DPIS200	6	89	11	1,6
CIS200		82	8	
CIS300		91	18	



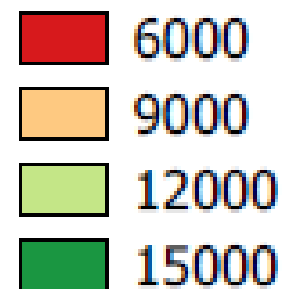
CIS300



DPIS200

CIS200

Producción (kg ha⁻¹)



Tratamiento	Producción grano (kg ha ⁻¹)
DPIS200	15.300
CIS200	16.630
CIS300	14.090

Cosecha y día de divulgación con agricultores



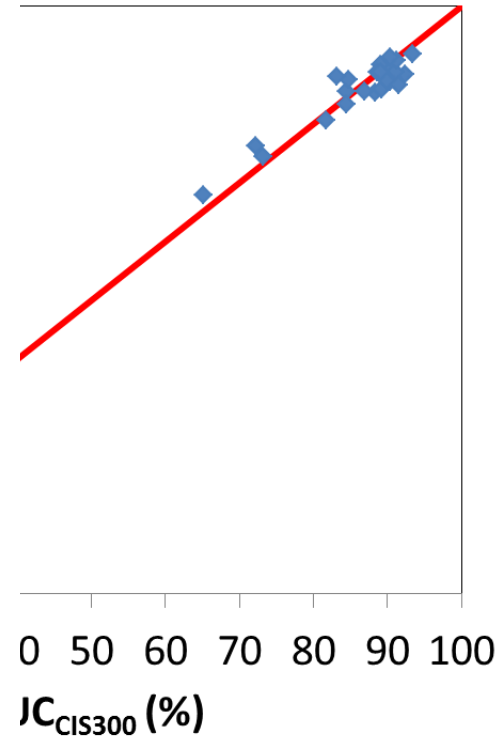
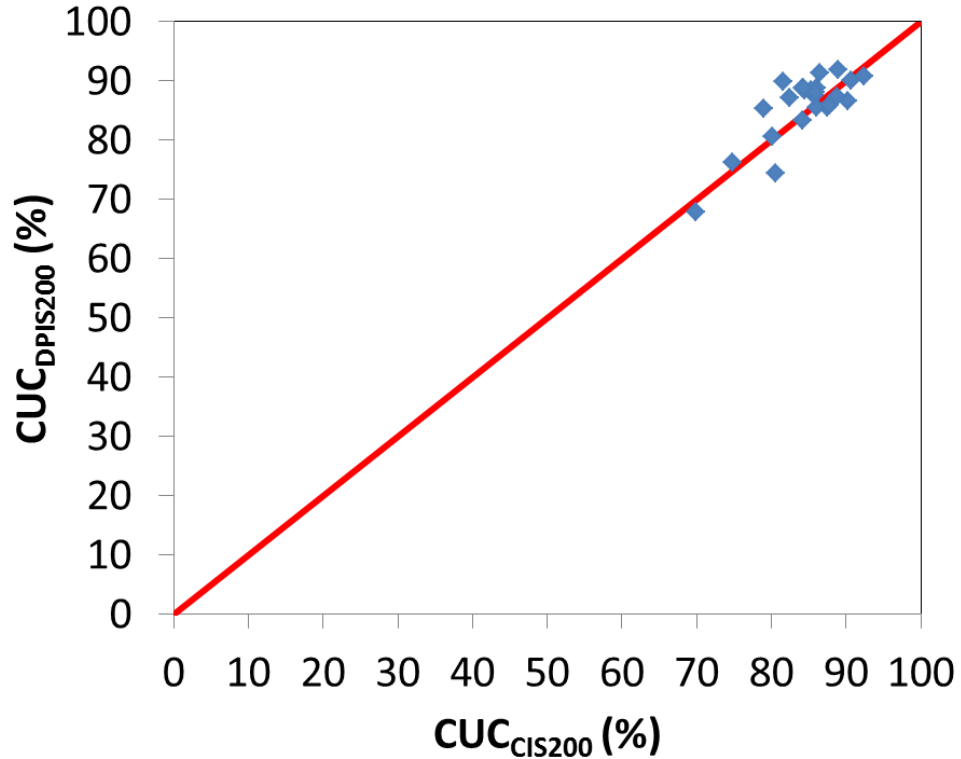
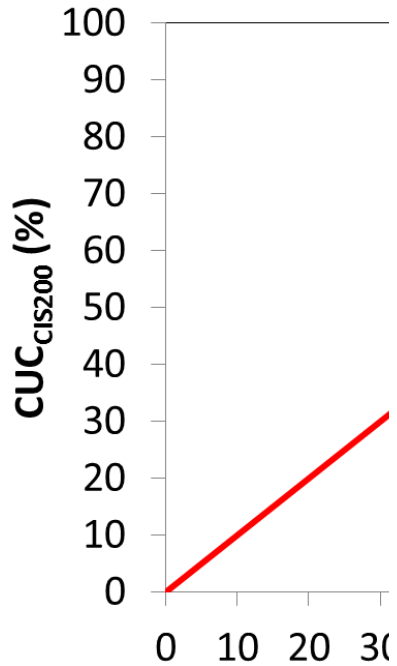
Conclusiones

- ❑ La comparación entre tratamientos en las parcelas comerciales fue difícil debido a las diferencias en el ciclo del maíz.
- ❑ Los agricultores pudieron ver el desarrollo homogéneo del maíz en las parcelas regadas con baja presión.
- ❑ La producción en grano de las parcelas con tratamiento de baja presión fueron competitivos y comparables a parcelas comerciales regadas con presión estándar del mismo ciclo de maíz.
- ❑ El riego por aspersión a baja presión es una forma de conservar energía, manteniendo el uso del agua y la producción del maíz.

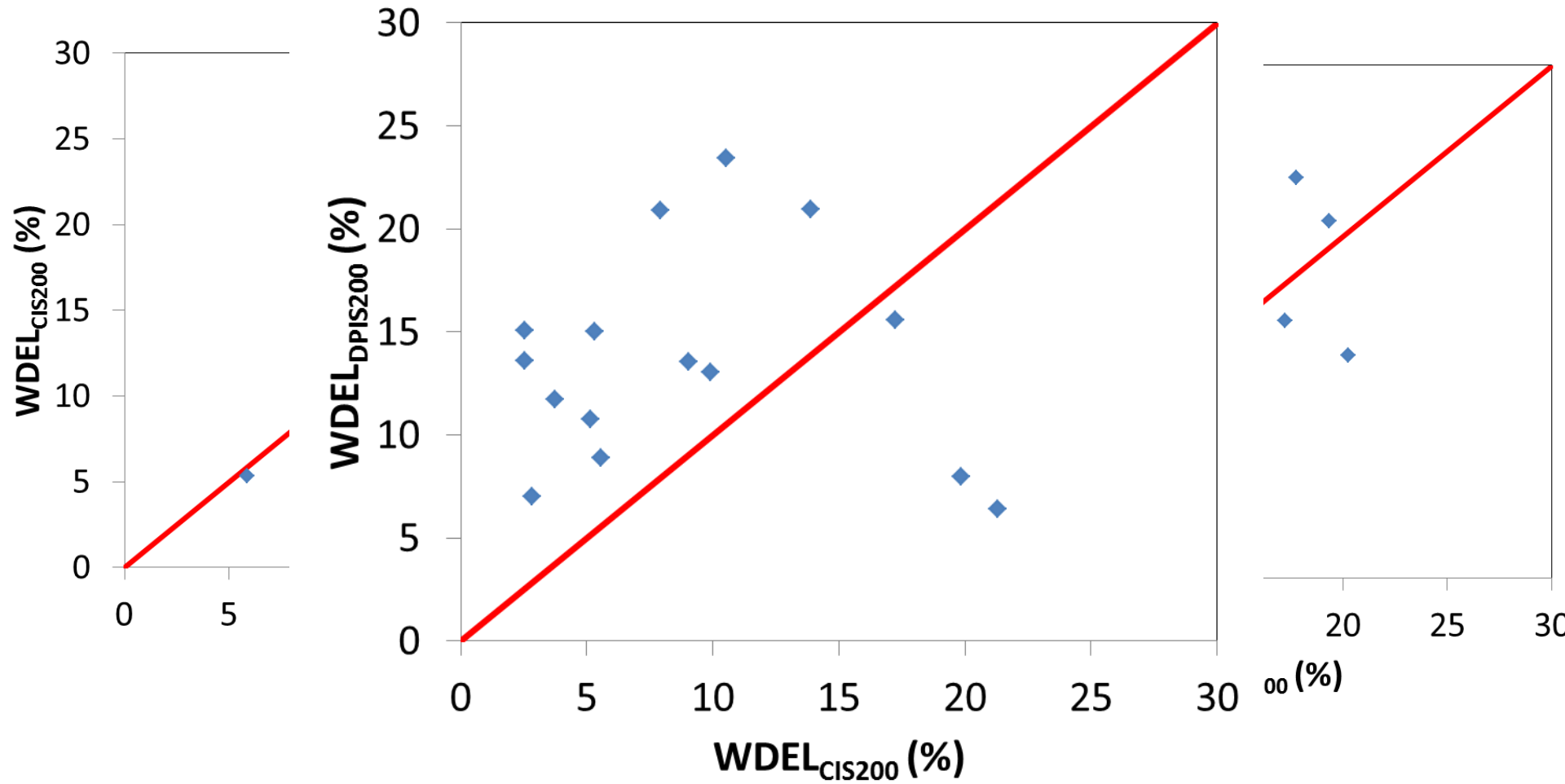
Más incógnitas...para seguir trabajando

- ¿Cómo afecta el riego de baja presión a los cultivos de porte bajo, por ejemplo la alfalfa?...
- ¿Qué repercusiones tiene aplicar el riego de baja presión en una red colectiva?
 - ¿En la eficiencia en el uso del agua?
 - ¿De cuánto ahorro estamos hablando en términos de energía y coste energético anual?

Primeros resultados en alfalfa: CUC



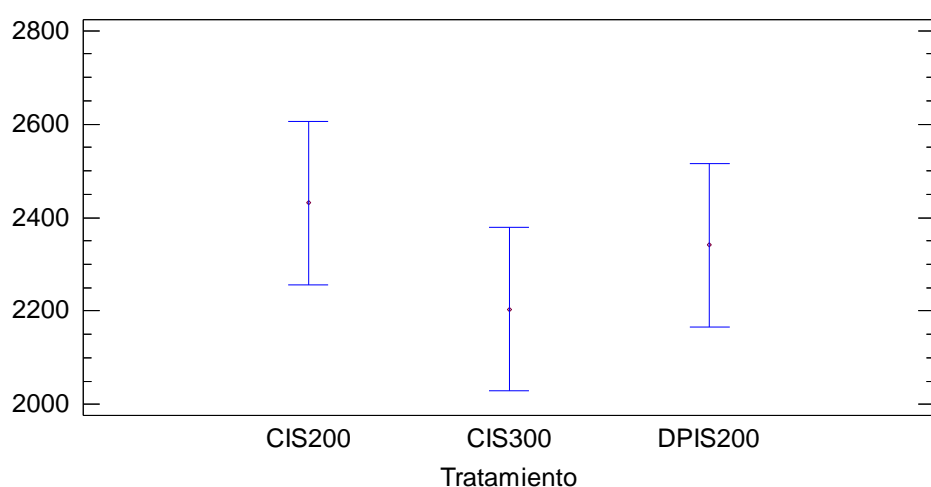
Primeros resultados en alfalfa: WDEL



Producción Alfalfa 2018

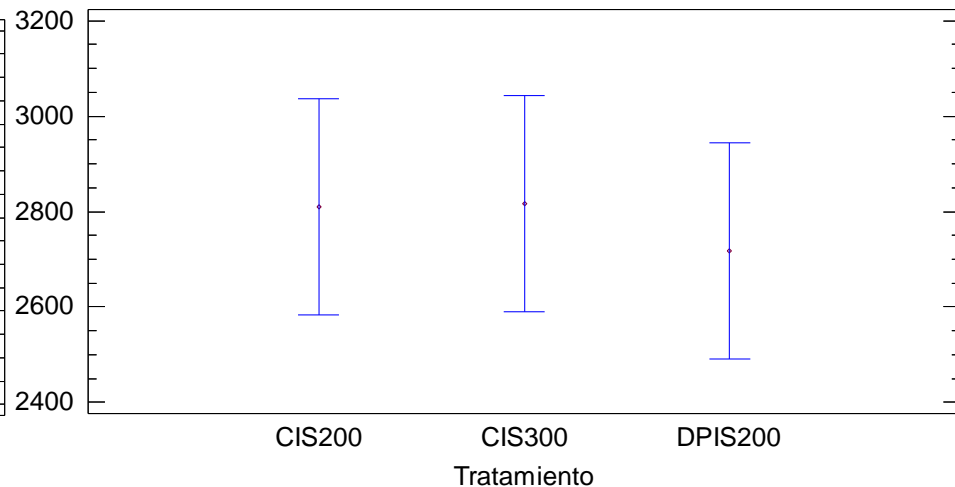
Corte 3º

Means and 95.0 Percent LSD Intervals



Corte 4º

Means and 95.0 Percent LSD Intervals



Trat.	3 ^{er} Corte (Kg/ha)			4 ^a Corte (Kg/ha)		
	Media	DE	Grupos Homog.	Media	DE	Grupos Homog.
CIS300	2204	307	X	2817	117	X
CIS200	2431	180	X	2810	394	X
DPIS200	2341	128	X	2718	267	X

Conclusiones finales

- ❑ Se pueden revisar a la baja las presiones usadas en los bombeos existentes, aunque eso implica estudiar el efecto sobre las coberturas
- ❑ Al diseñar nuevas redes de riego:
 - ❑ No se deben de dejar fuera de riego las zonas de presiones ligeramente bajas: se pueden regar de forma satisfactoria
 - ❑ Se puede bajar la presión en aspersor, sobre todo si esto implica no poner una estación de bombeo.