

JECA 2026

IV Jornada Española
del Cultivo de la Alfalfa



Manejo del riego por aspersión para optimizar el uso del agua y la calidad de la alfalfa en el Valle del Ebro

José Caveró Campo

Científico Titular · Estación Experimental
Aula Dei – CSIC



Manejo del riego por aspersión para optimizar el uso del agua y la calidad de la alfalfa en el Valle del Ebro



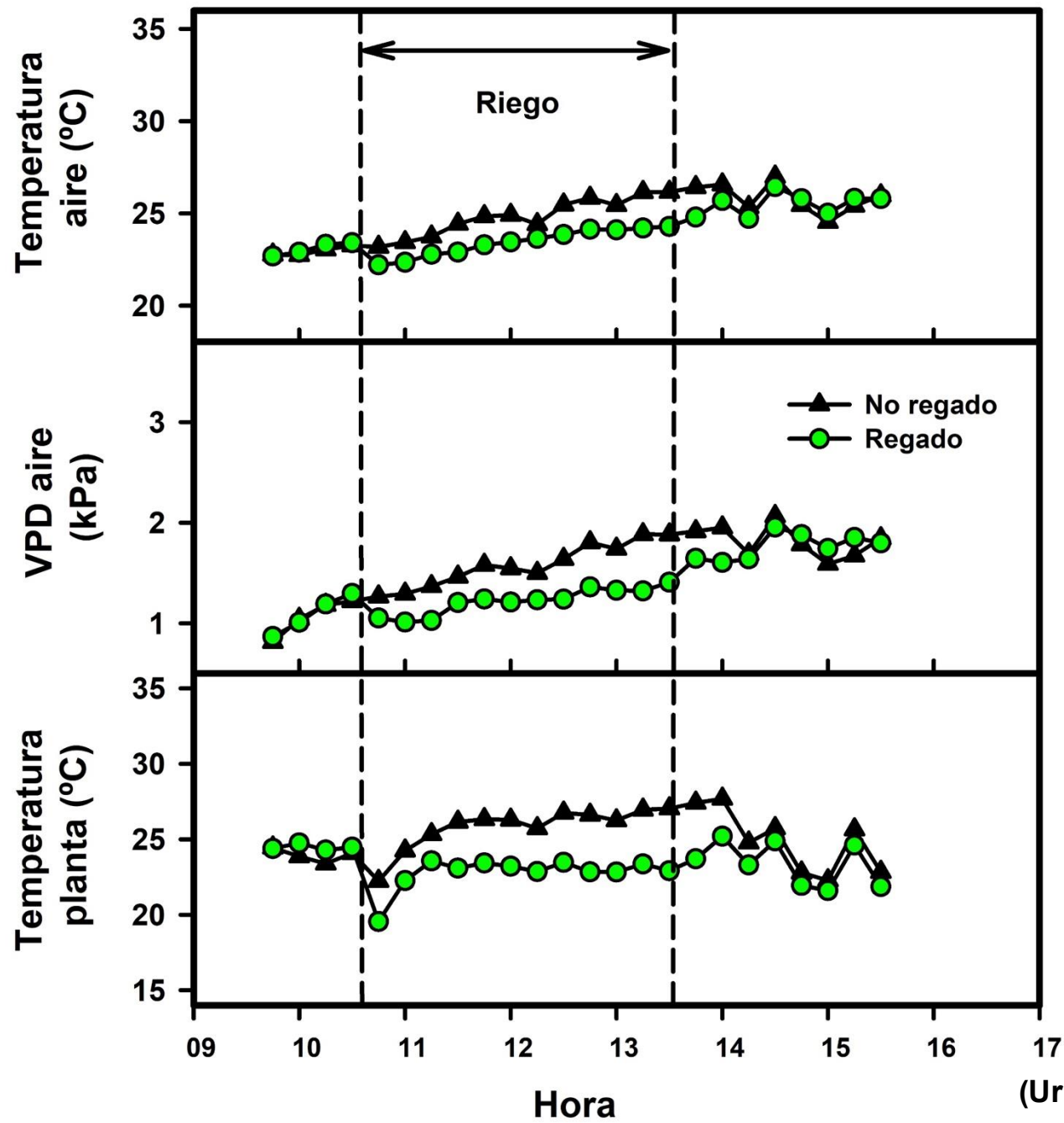
J. Cavello
Estación Experimental
Aula Dei, Zaragoza



- ✓ Rendimiento anual en zonas semiáridas: 10 - 26 Tm/ha
- ✓ Evapotranspiración anual en zonas semiáridas: 500 a 1800 mm.
- ✓ Necesidades de riego en zonas semiáridas: 400 a 1500 mm.
- ✓ Eficiencia en el uso del agua (WUE): 11 a 34 kg ha⁻¹ mm⁻¹.
- ✓ Calidad del forraje:
 - Contenido en N (proteína bruta= %N x 6,25)
 - TDN (nutrientes digestibles totales)
 - Longitud planta



- ✓ El riego por aspersión permite aplicar bajas dosis de agua evitando las pérdidas de agua por percolación.
- ✓ El riego por aspersión se está imponiendo por su mayor eficiencia, posibilidad de automatización y reducción de costes de mano de obra.
- ✓ Parte del agua que sale por los aspersores se evapora antes de llegar al suelo y parte se evapora desde la superficie de las plantas.
- ✓ El agua que se evapora modifica las condiciones microclimáticas alrededor de las plantas.



↓ 1,7 °C

↓ 0,44 kPa

↓ 5,9 °C

(Urrego-Pereira et al., 2013)

- ✓ El manejo del riego por aspersión debe optimizarse para aumentar la eficiencia en el uso del agua (kg de producto/ mm de agua de riego).
- ✓ El momento de riego (diurno o nocturno) influye en la eficiencia en el uso del agua:
 - El riego diurno se considera menos eficiente:
 - mayores pérdidas por evaporación y arrastre
 - menor uniformidad
 - puede afectar a la fotosíntesis durante el riego
 - puede afectar a la absorción de iones (Na^+ , Cl^-)
- ✓ Efectos de la alta frecuencia del riego por aspersión:
 - mantiene la humedad del suelo más estable.
 - moja más veces las hojas, lo que puede dar lugar a una mayor absorción de iones (Na^+ , Cl^-).
 - aumenta las pérdidas de agua por interceptación (0,3-0,5 L/m² en cada riego).



Hoja Alfalfa
Angulo contacto:
Adaxial = 122°
Abaxial = 113°

**Hoja no
mojable**

(reduce las pérdidas de agua de riego)

(reduce la absorción foliar de Na y Cl del agua de riego)

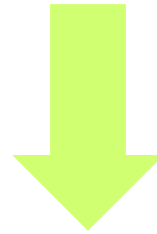
(el riego por aspersión no afecta a la fotosíntesis)



- ✓ Planta de poca altura: < 1 m
(mejora la uniformidad riego)
- ✓ Planta perenne con raíces profundas: 2 m
(menor sensibilidad estrés hídrico)

ASPECTOS DEL MANEJO DEL RIEGO POR ASPERSION ESTUDIADOS EN EL VALLE DEL EBRO

- la dosis de riego. (2013-2015)
- el momento de riego (diurno o nocturno). (2013-2015)
- la frecuencia del riego. (2020-2021)



- PRODUCCIÓN DE FORRAJE: Tm/ha
- EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA (WUE): Kg/ha y mm
- CALIDAD DEL FORRAJE (N, ALTURA)

CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS ENSAYOS DE CAMPO

- ✓ Alfalfa (*Medicago sativa*). Cultivar: Aragón.
- ✓ Riego por aspersión:
 - Cobertura enterrada en marco rectangular 18 m x 18 m.
 - Boquillas 4,4 mm y 2,4 mm.
 - Presión: 3 bar (5 mm/hora).
 - Medida caudal con contador.
- ✓ Localización: Zaragoza (41°43' N, 0°48' W, 225 m altitud)
- ✓ Temperatura media anual: 14,1 °C
- ✓ Precipitación media anual: 296 mm
- ✓ ETo: 1243 mm
- ✓ Manejo del cultivo con maquinaria comercial

NECESIDADES DE RIEGO (NR)

- Necesidades hídricas netas:

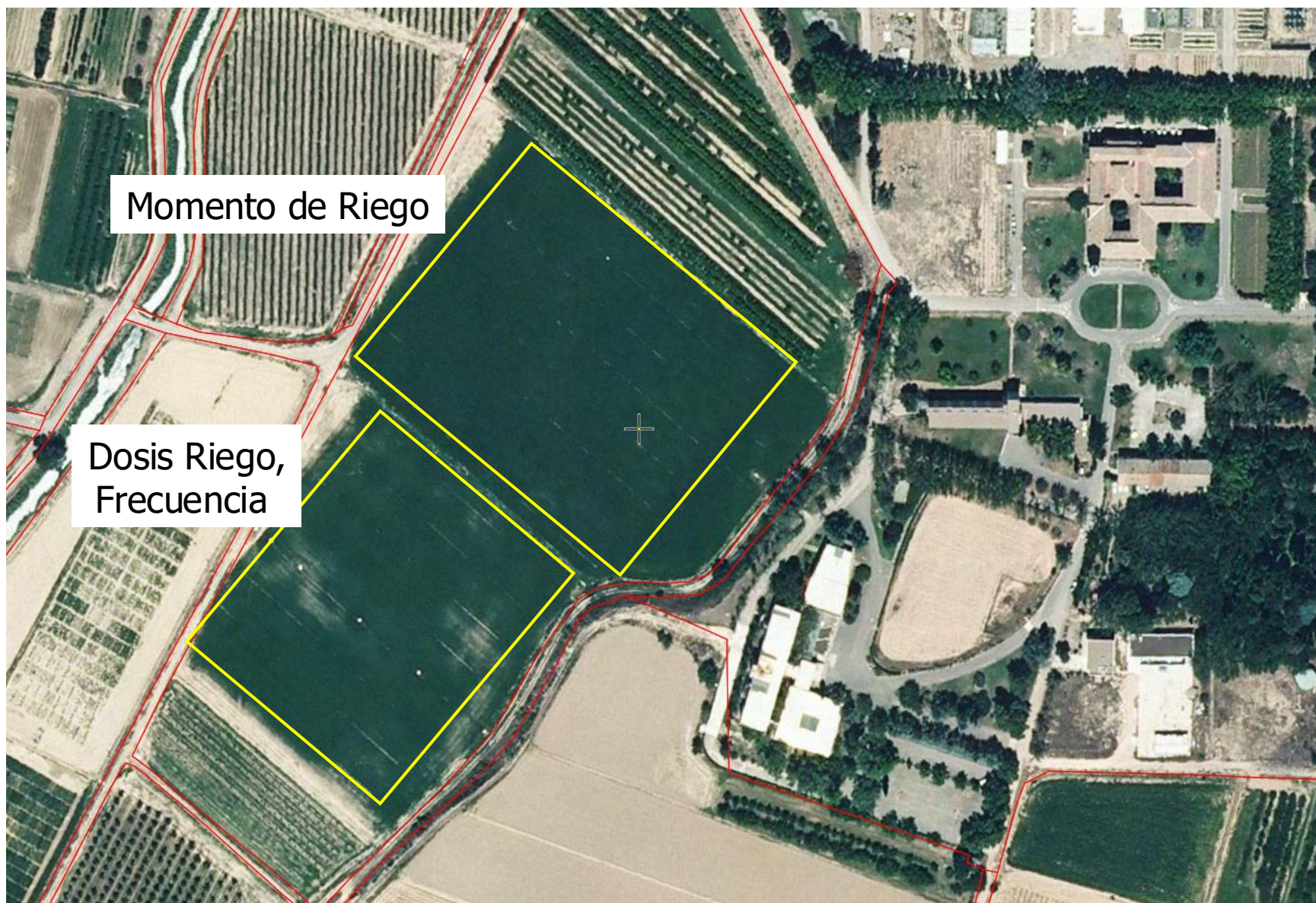
$$NH_n = ET_c - P_e$$

- $ET_c = K_c \times ETo$
- ETo : método FAO Penman-Monteith
- K_c : calculada cada día a partir de la integral térmica relativa
- P_e : 75% de la precipitación
- Muestreo de suelo: humedad inicial



Necesidades de riego: NR

ENSAYOS



ENSAYOS



- ✓ Uniformidad del riego y pérdidas por evaporación y arrastre.
- ✓ Temperatura y VPD aire, temperatura cubierta vegetal.
- ✓ Humedad suelo (Diviner): 2 puntos por parcela hasta 1,60 m
- ✓ Rendimiento y contenido en N: 2 muestras/parcela de 12 m² cada una.
- ✓ Altura de planta

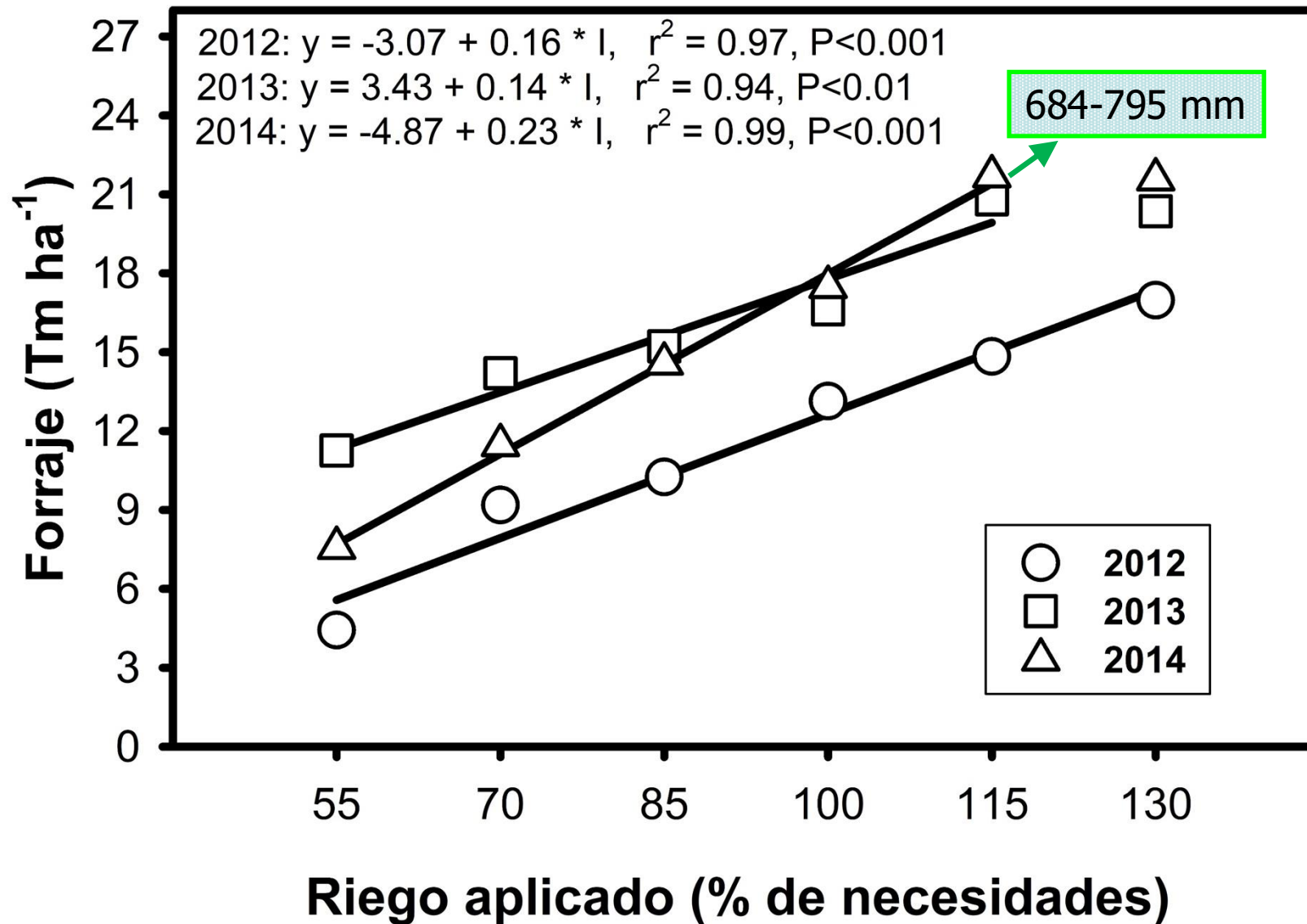
RESULTADOS

ENSAYO dosis de riego

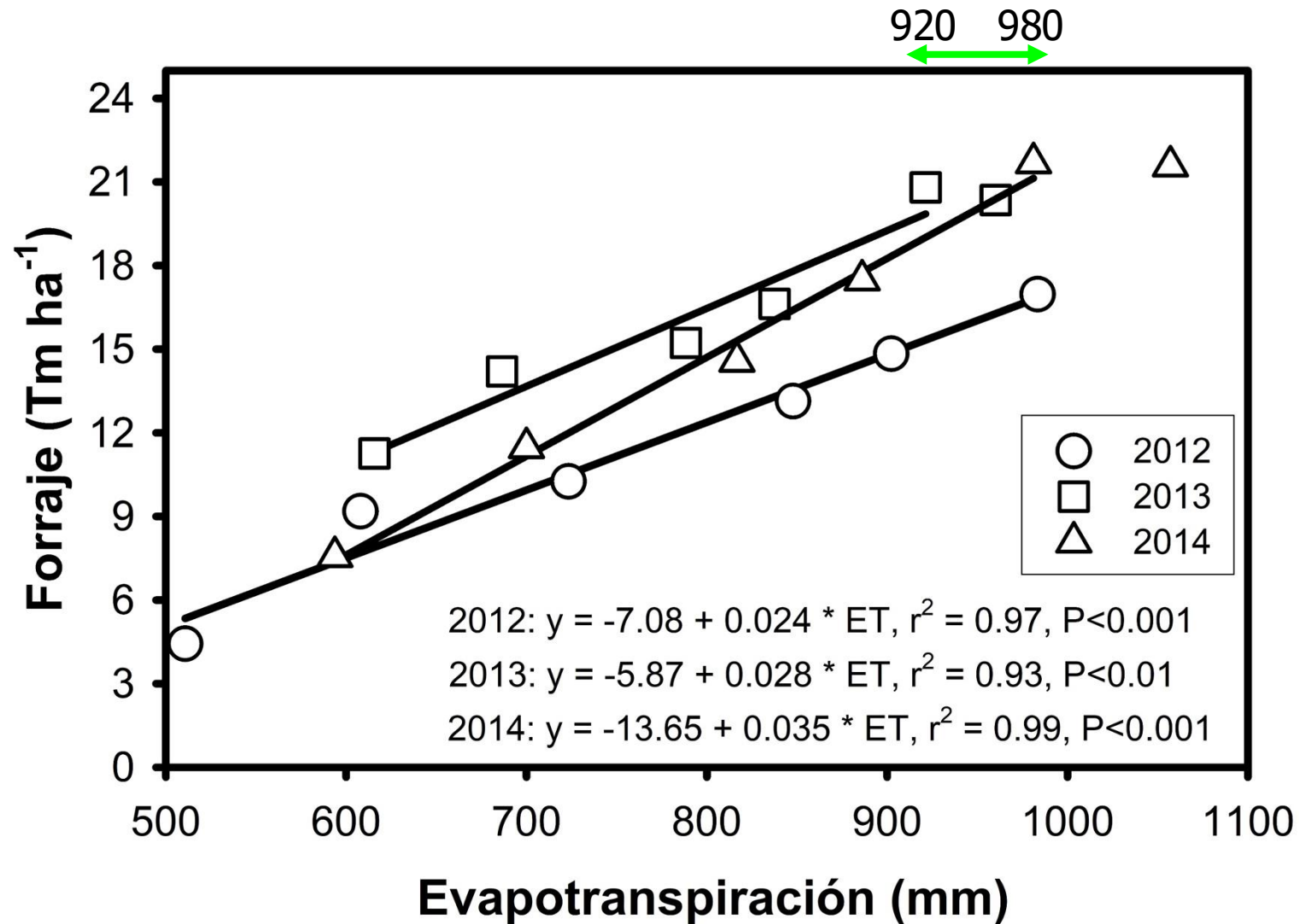


- ✓ **Tratamientos (mm):**
 - NR55 (370-434)
 - NR70 (424-551)
 - NR85 (541-669)
 - NR100 (598-786)
 - NR115 (684-904)
 - NR130 (735-1023)
- ✓ **2 repeticiones por tratamiento**
- ✓ **Riego diurno (2-3/semana)**
- ✓ **Parcela elemental: 18m X 18m**

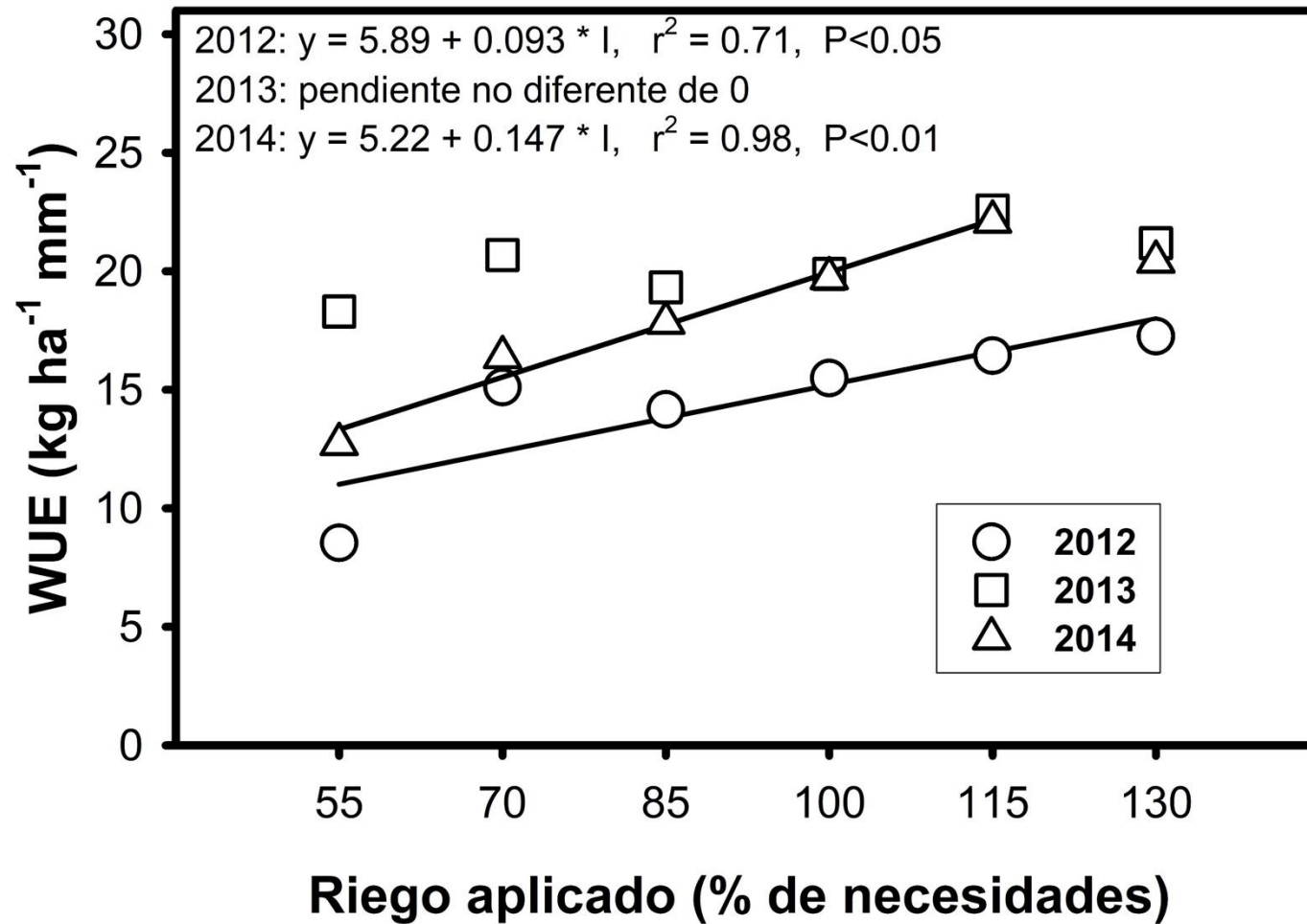
DOSIS DE RIEGO



DOSIS DE RIEGO

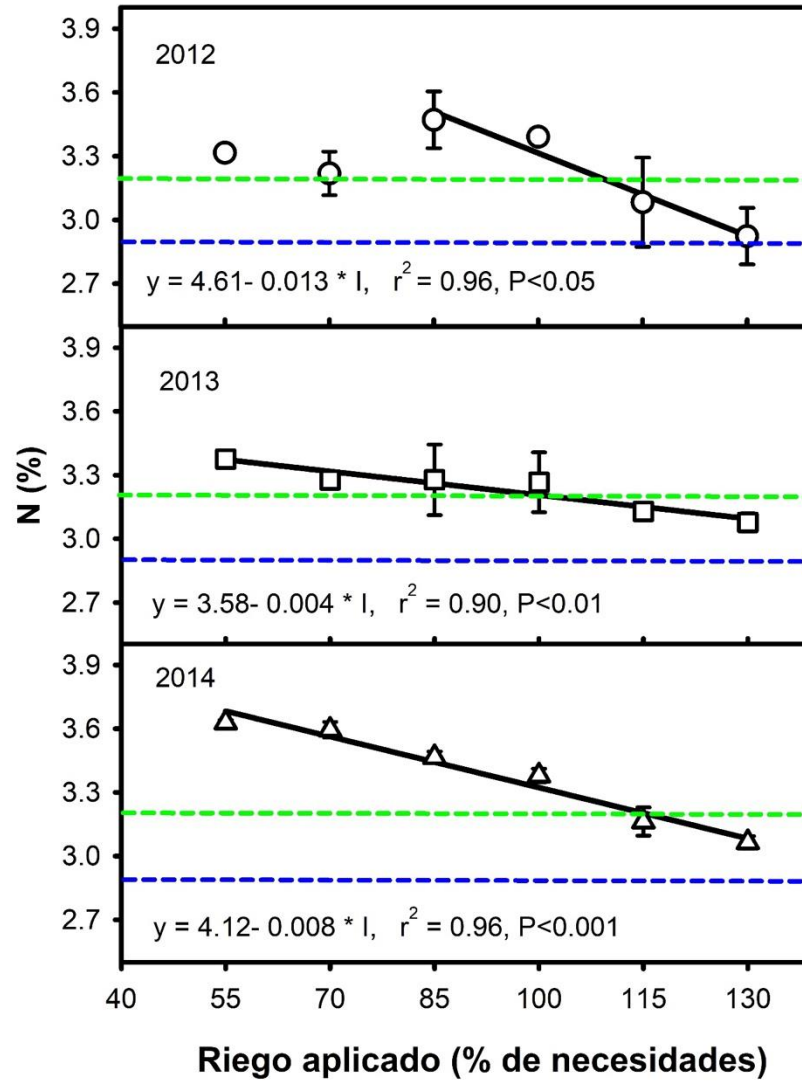


DOSIS DE RIEGO

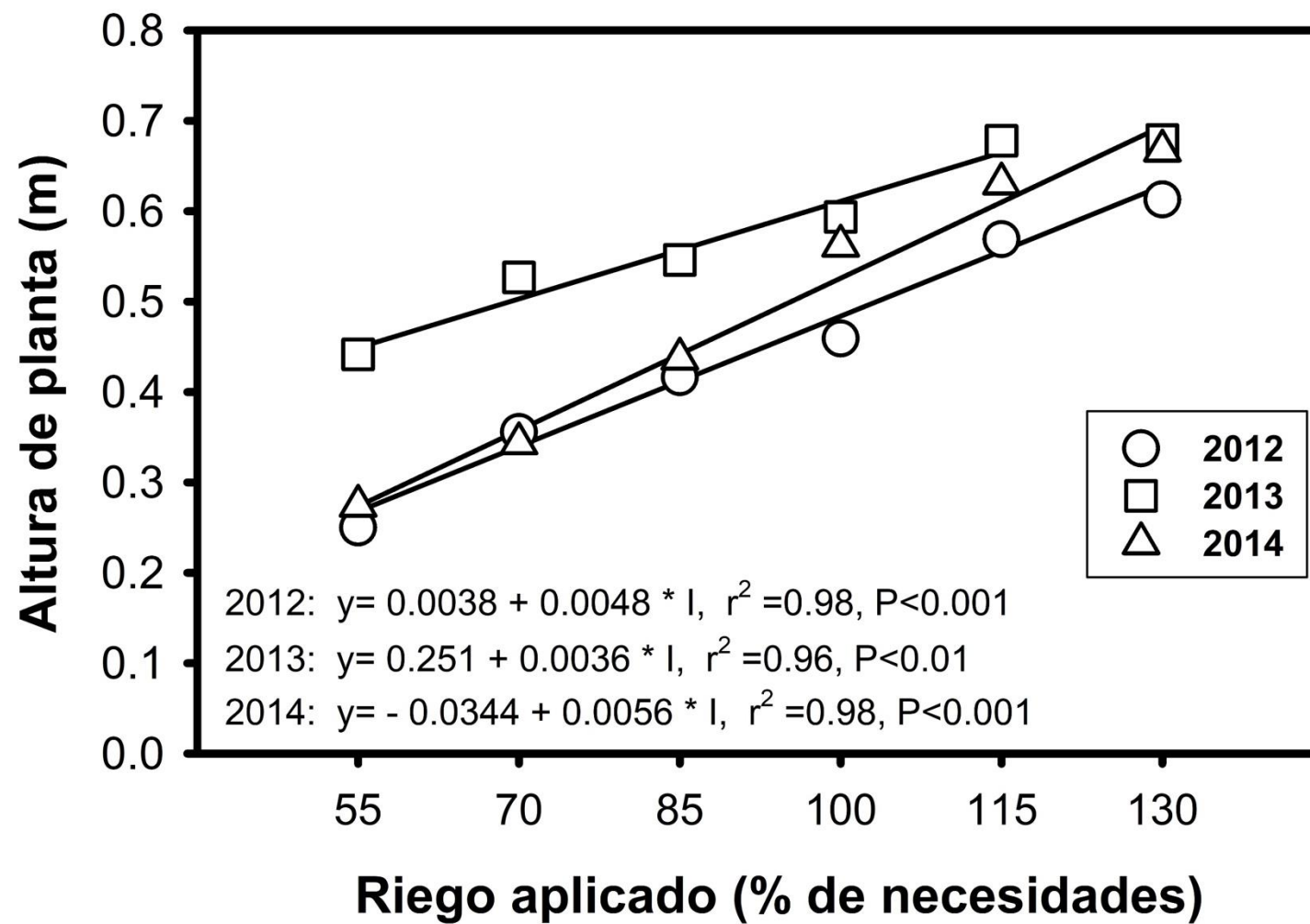


Lluvia (mm)
2012: 148
2013: 266
2014: 182

DOSIS DE RIEGO



DOSIS DE RIEGO



ENSAYO Momento de riego

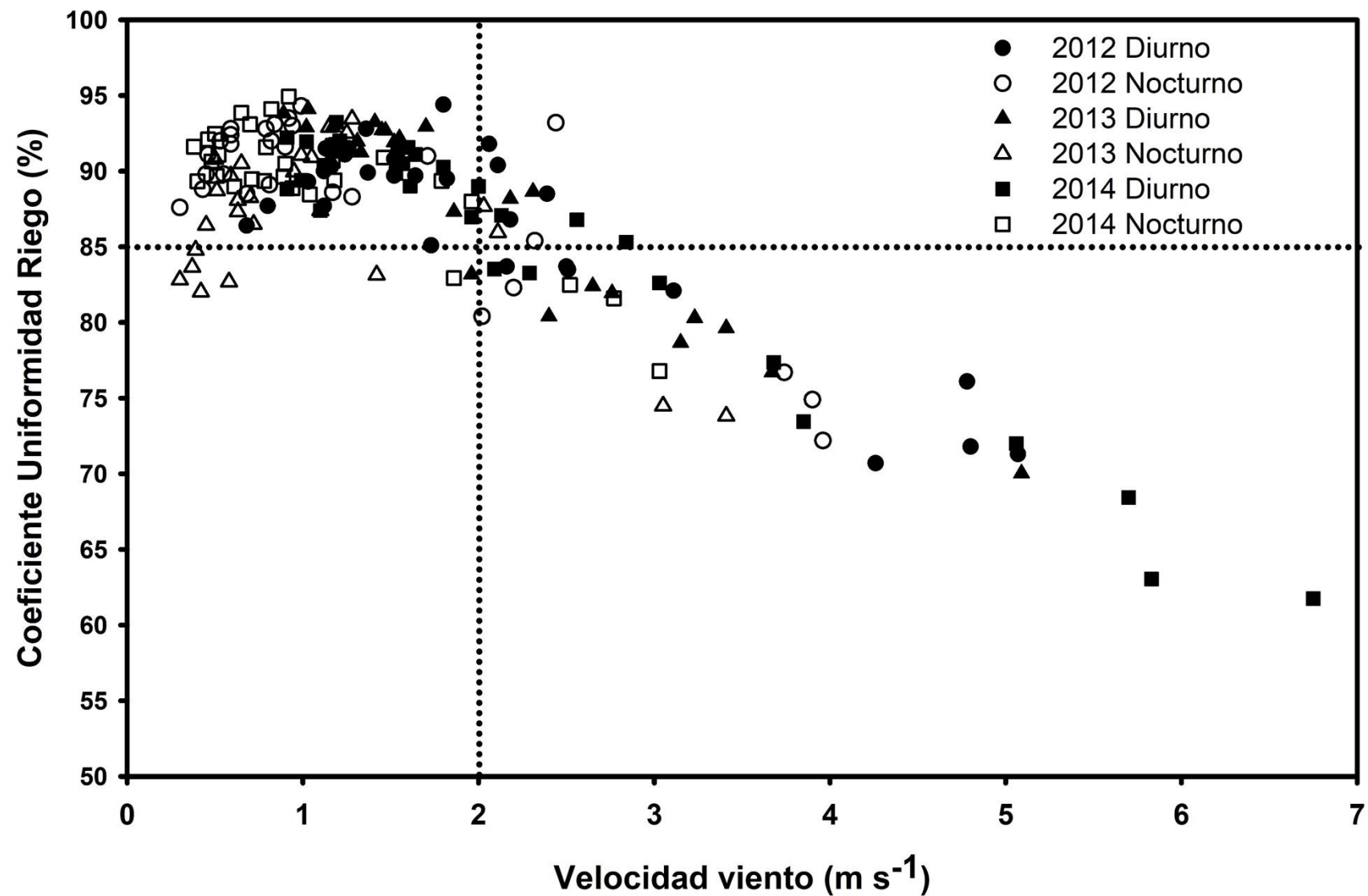


- ✓ **Tratamientos:**
 - Riego diurno (12:00)
 - Riego nocturno (0:00)
- ✓ **6 repeticiones por tratamiento**
- ✓ **2-3 riegos/semana**
- ✓ **Parcela elemental:
18m X 18m**

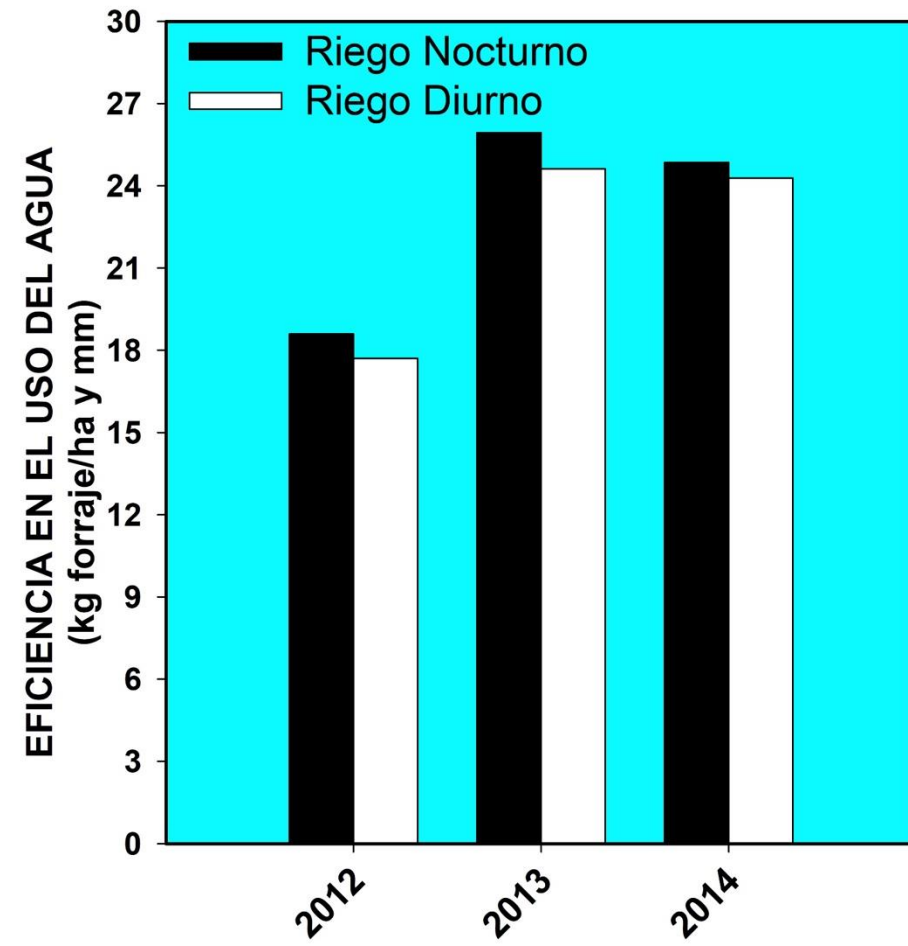
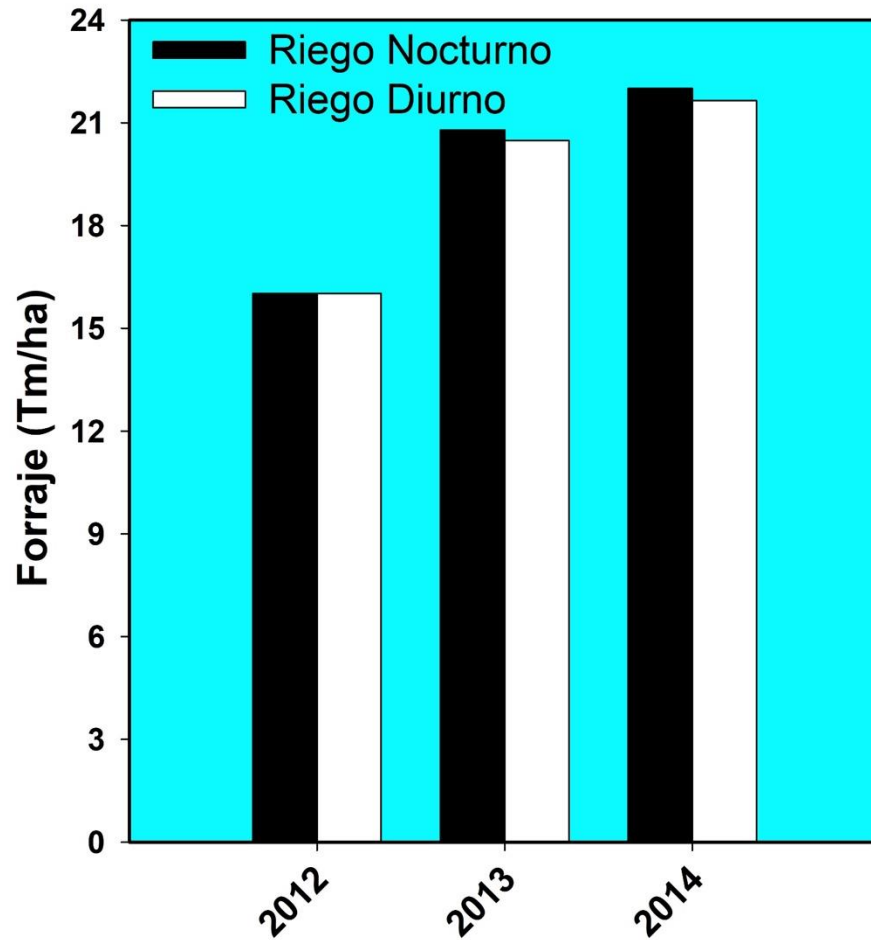
RIEGO DIURNO O NOCTURNO

CARACTERIZACION RIEGO DIURNO-NOCTURNO

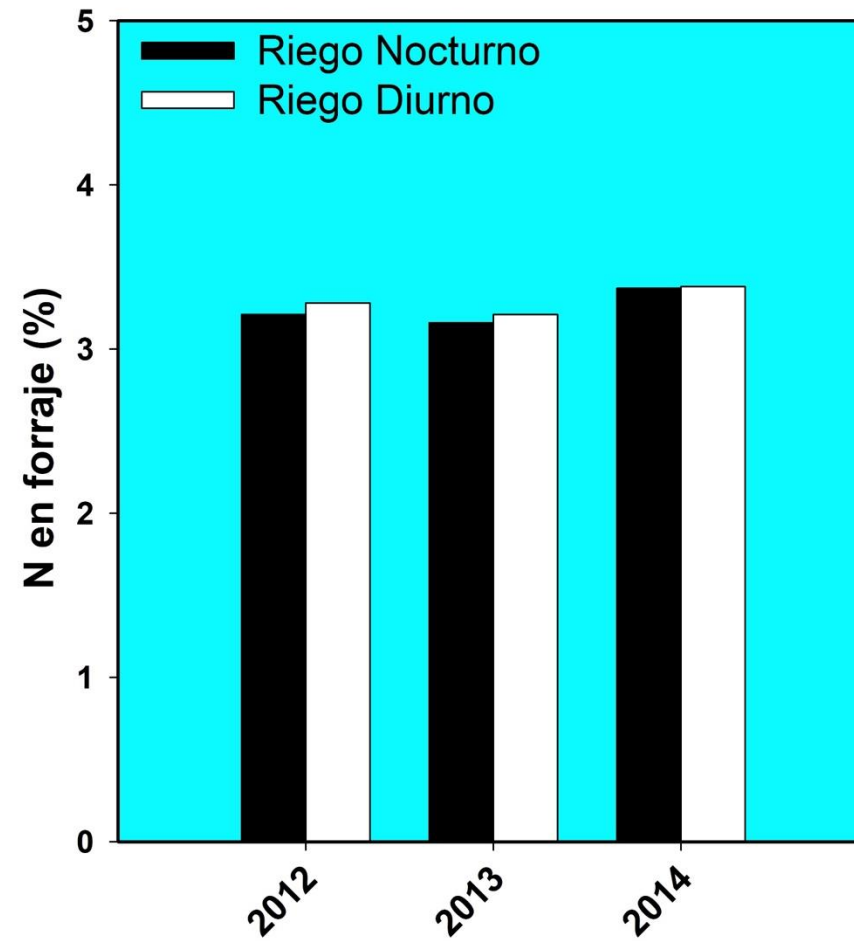
	VIENTO (m/s)		PERDIDAS (%)		CU (%)	
	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE
MEDIA						
2012	2,40	1,73	9,4	4,0	87	88
2013	2,26	1,34	11,0	1,3	87	87
2014	2,63	1,45	9,8	3,9	85	89



RIEGO DIURNO O NOCTURNO



RIEGO DIURNO O NOCTURNO

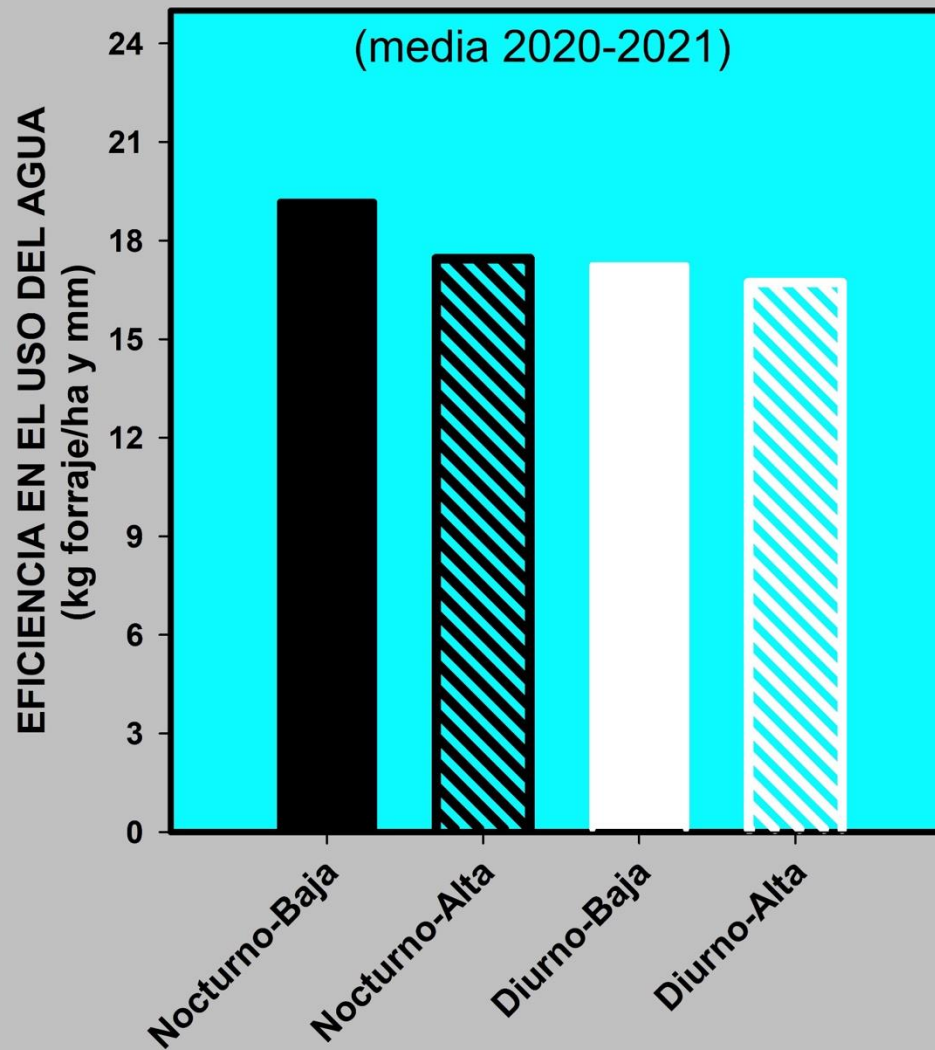
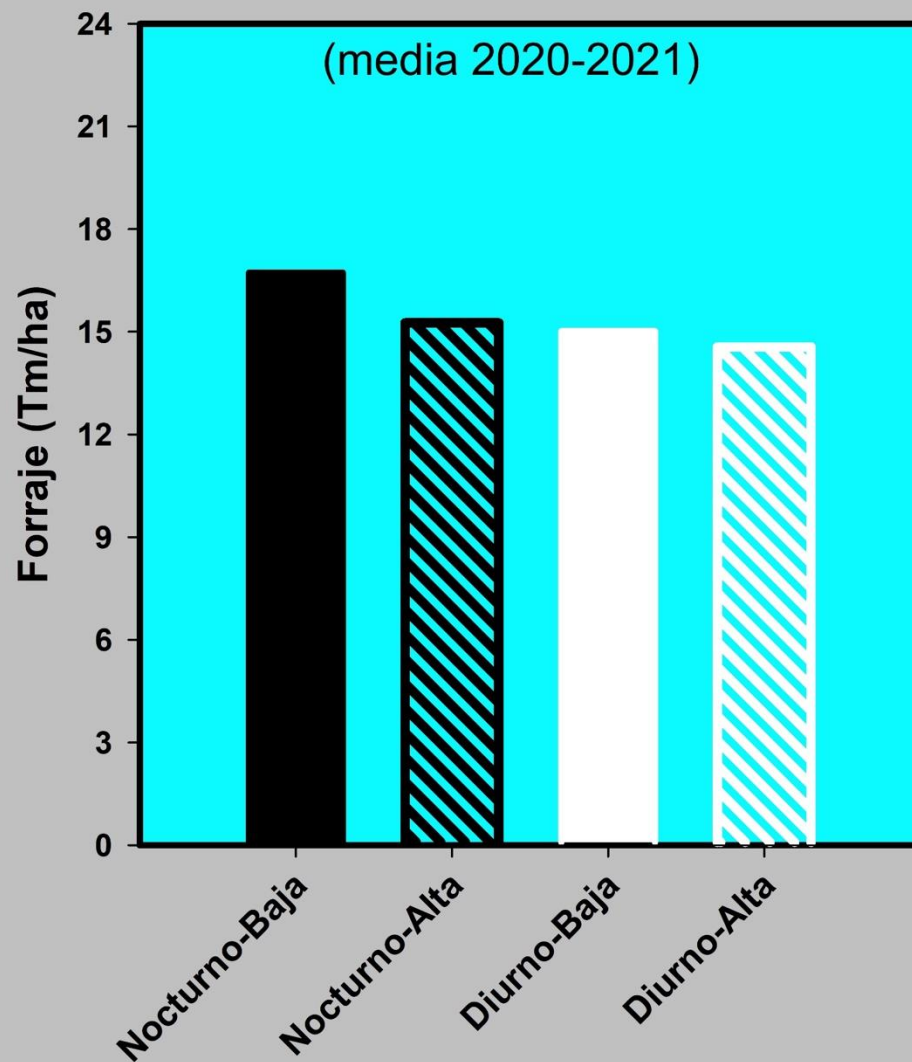


ENSAYO frecuencia de riego

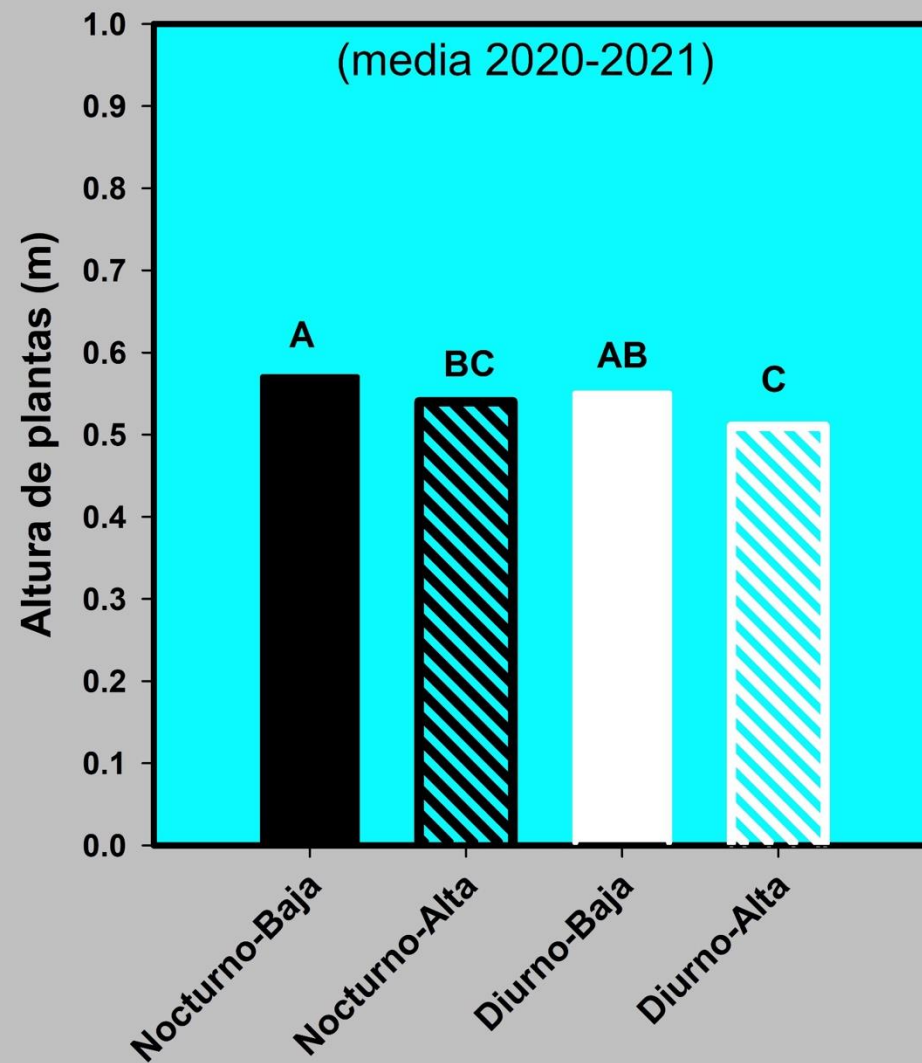
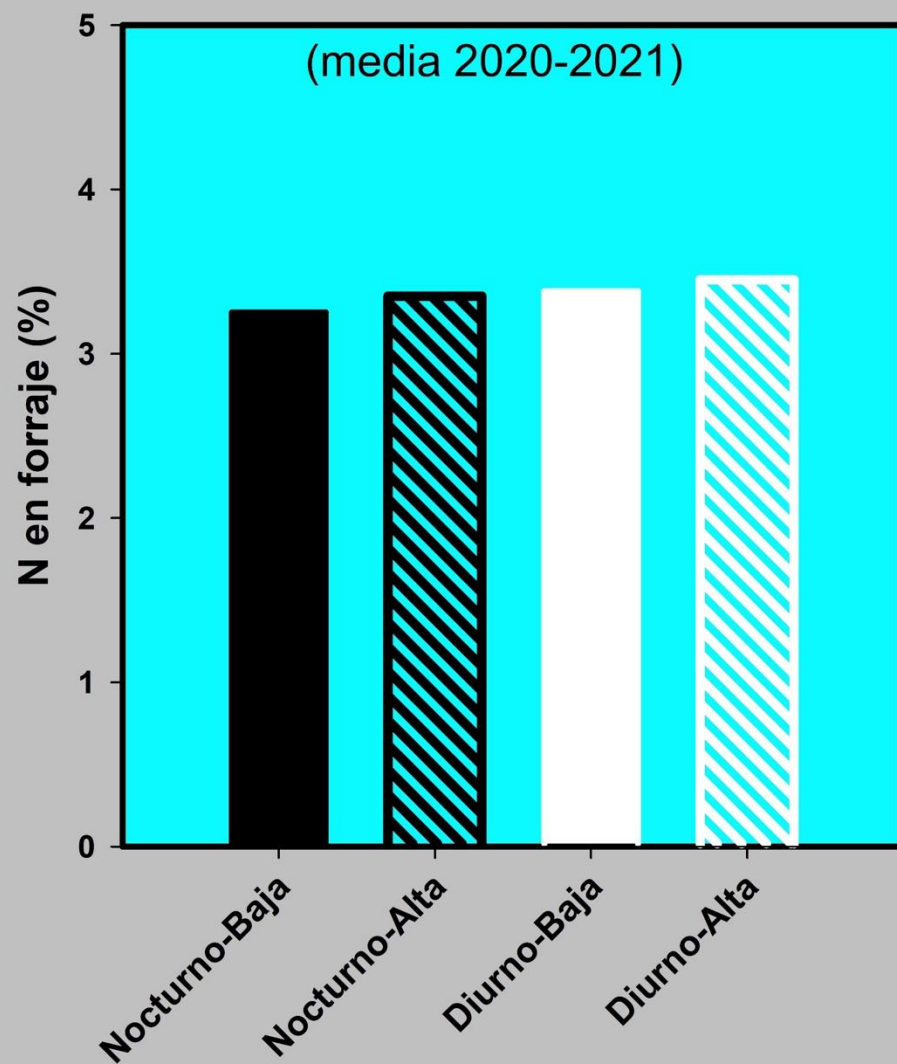


- ✓ Frecuencia:
 - baja: 2 riegos/semana
 - alta: riego diario
- ✓ Tratamientos:
 - Noche-Baja
 - Noche-Alta
 - Día-Baja
 - Día-Alta
- ✓ 3 repeticiones por tratamiento
- ✓ Parcela elemental: 18m X 18m

Frecuencia de riego



Frecuencia de riego



CONCLUSIONES

Dosis de riego

- ✓ La relación entre la producción de forraje de alfalfa y la ET con el riego aplicado fue lineal hasta 115% NR (riego de 684-904 mm).
- ✓ La eficiencia en el uso del agua de la alfalfa aumentó linealmente al aumentar el riego aplicado hasta 115% NR.
- ✓ El contenido en N (proteína) de la alfalfa disminuyó linealmente conforme aumentó el riego aplicado.
- ✓ La altura de las plantas de alfalfa aumentó linealmente conforme aumentó el riego aplicado.

Momento de riego (diurno-nocturno)

- ✓ Las pérdidas de agua del riego por aspersión diurno (10%) triplicaron las del riego nocturno (3%), pero la uniformidad fue similar y $> 85\%$.
- ✓ La producción anual de forraje de alfalfa ($16-22 \text{ Tm ha}^{-1}$), la eficiencia en el uso del agua ($17,7-25,9 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$) y contenido en N ($3,16- 3,38\%$) NO se vieron afectados por el momento del riego por aspersión.

Frecuencia de riego

- ✓ La producción de forraje de alfalfa, la eficiencia en el uso del agua y el contenido en N del forraje de alfalfa NO se vieron afectados por la frecuencia del riego.
- ✓ La alta frecuencia del riego por aspersión redujo ligeramente la altura de las plantas de alfalfa.

JECA 2026

IV Jornada Española
del Cultivo de la Alfalfa



4 de marzo de 2026 · Huesca · Palacio de Congresos