

# COMPARACIÓN DE DOS HIGRÓMETROS PARA LA MEDIDA DE LA ET CON EL MÉTODO DE COVARIANZA DE TORBELLINOS

A. Martínez-Cob

K. Suvočarev

Est. Exp. Aula Dei (CSIC)

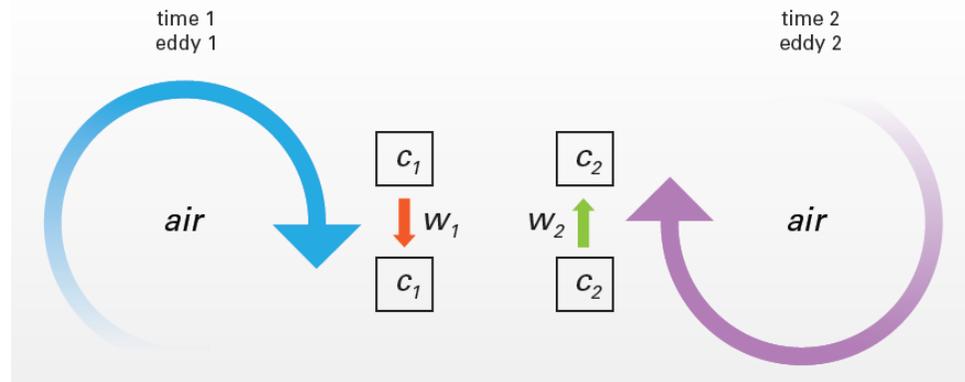
# INTRODUCCIÓN

- ✓ La ET de una superficie engloba la transpiración de las plantas y la evaporación directa de agua del suelo o interceptada
- ✓ Altura de agua evapotranspirada (generalmente, mm) por unidad de tiempo (hora, día, mes).
- ✓ Energía utilizada en el proceso de ET por unidad de superficie y tiempo (flujo de calor latente, LE). Unidades:  $\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$  o bien  $\text{W m}^{-2}$ .
  - ❖  $1 \text{ MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1} = 11.6 \text{ W m}^{-2}$
- ✓  $ET = LE / \lambda$ .
  - ❖  $1 \text{ mm día}^{-1} = 28.4 \text{ W m}^{-2} = 2.45 \text{ MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$  (a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ )

# COVARIANZA DE TORBELLINOS

- ✓ Distintos métodos para medir LE (= ET) real.
- ✓ Comúnmente se basan en el balance de energía.
- ✓  $R_n = H + G + LE$ .
- ✓ El método de **covarianza de torbellinos** es uno de los pocos que miden H y LE independientemente.
- ✓ Es el método más comúnmente empleado como alternativa a la lisimetría de pesada.
- ✓ Puede emplearse también para medir los flujos de otros gases:  $CO_2$ ,  $CH_4$ , etc.

# TURBULENCIA ATMOSFÉRICA



- ✓ El aire se puede considerar como un flujo horizontal de numerosos torbellinos en movimiento.
- ✓ Cada torbellino, 3 dimensiones incluyendo una componente vertical.
- ✓ Los torbellinos mueven "paquetes" aire hacia y desde la vegetación. Cada "paquete" tiene una velocidad vertical de viento, una concentración ( $H_2O$ ,  $CO_2$ ), temperatura, humedad, etc.

# ECUACIONES BÁSICAS

- ✓ Registros cada 0.1 s. Flujos de LE y H cada 30 minutos.

$$LE = \lambda \frac{1}{N} \sum_1^N (u_{zi} - \bar{u}_z)(\rho_{vi} - \bar{\rho}_v)$$

$$LE = \lambda \overline{u_z' \rho_v'}$$

$$H = \rho_a c_p \frac{1}{N} \sum_1^N (u_{zi} - \bar{u}_z)(t_i - \bar{t})$$

$$H = \rho_a c_p \overline{u_z' t'}$$

- ✓  $u_z'$  = fluctuación velocidad vertical viento,  $m s^{-1}$
- ✓  $\rho_v'$  = fluctuación concentración vapor de agua,  $kg m^{-3}$
- ✓  $t'$  = fluctuación de la temperatura,  $^{\circ}C$
- ✓  $\lambda$  = calor latente de vaporización,  $J Kg^{-1}$
- ✓  $\rho_a$  = densidad del aire húmedo,  $kg m^{-3}$
- ✓  $c_p$  = calor específico del aire,  $J kg^{-1} C^{-1}$

# INSTRUMENTACIÓN

## ✓ Anemómetro sónico.

- ❖ Velocidad del viento.

- ❖ Temperatura sónica  $\approx$  Temperatura del aire.

## ✓ Higrómetro.

- ❖ Humedad del aire. Concentración de vapor de agua.

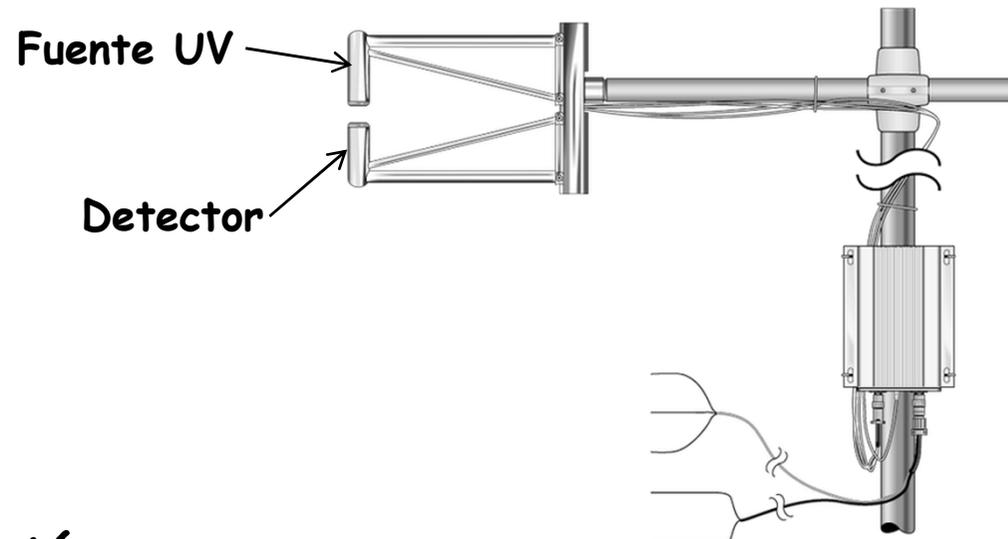
- ❖ Dispositivos ópticos.

- ❖ Ley de Lambert-Beer.

- ❖ Absorción de radiación ultravioleta (UV).

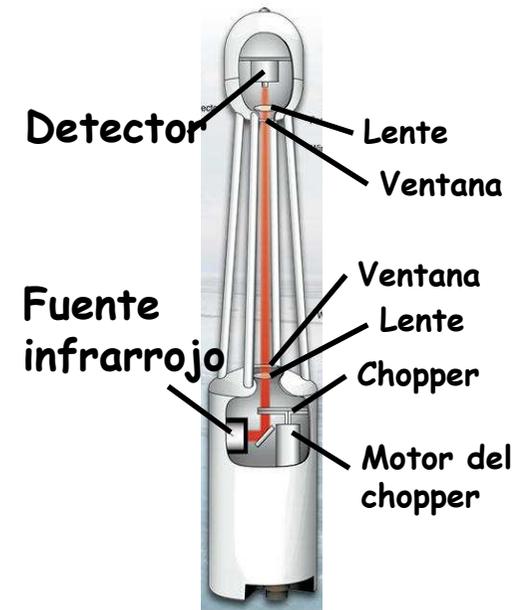
- ❖ Absorción de radiación infrarroja (IRGA).

# HIGRÓMETRO UV: KH20 (Campbell)



- ✓ Lámpara de kriptón.
- ✓ Emite radiación UV, 123.58 nm (absorbida por H<sub>2</sub>O) y 116.49 nm (absorbida por H<sub>2</sub>O y, una mínima parte, por O<sub>2</sub>).
- ✓ Válido para medir fluctuaciones pero no concentraciones absolutas de H<sub>2</sub>O (por la deriva del offset de la señal).
- ✓ Más adecuado para presiones de vapor pequeñas.

# HIGRÓMETRO IRGA: Li-7500 (LI-COR)



- ✓ Medida en abierto. Atmósfera libre.
- ✓ Medida simultánea de  $H_2O$  y  $CO_2$ .
- ✓ Filtros ópticos centrados en 3950 nm proporcionan una señal de referencia.
- ✓ Concentración de  $H_2O$  y  $CO_2$  a partir de la absorción centrada en 2590 y 4960 nm, respectivamente.
- ✓ Se ve menos afectado por cambios de calibración en el tiempo

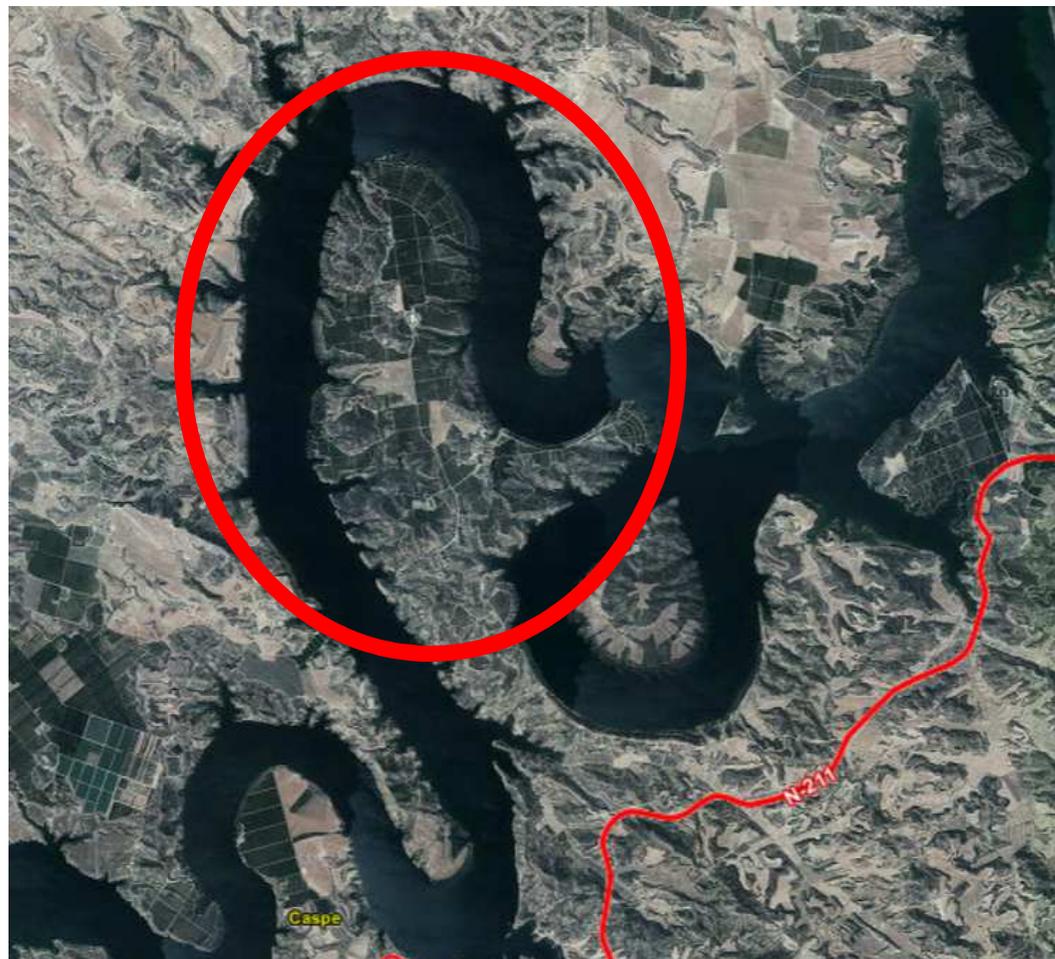
## OBJETIVOS

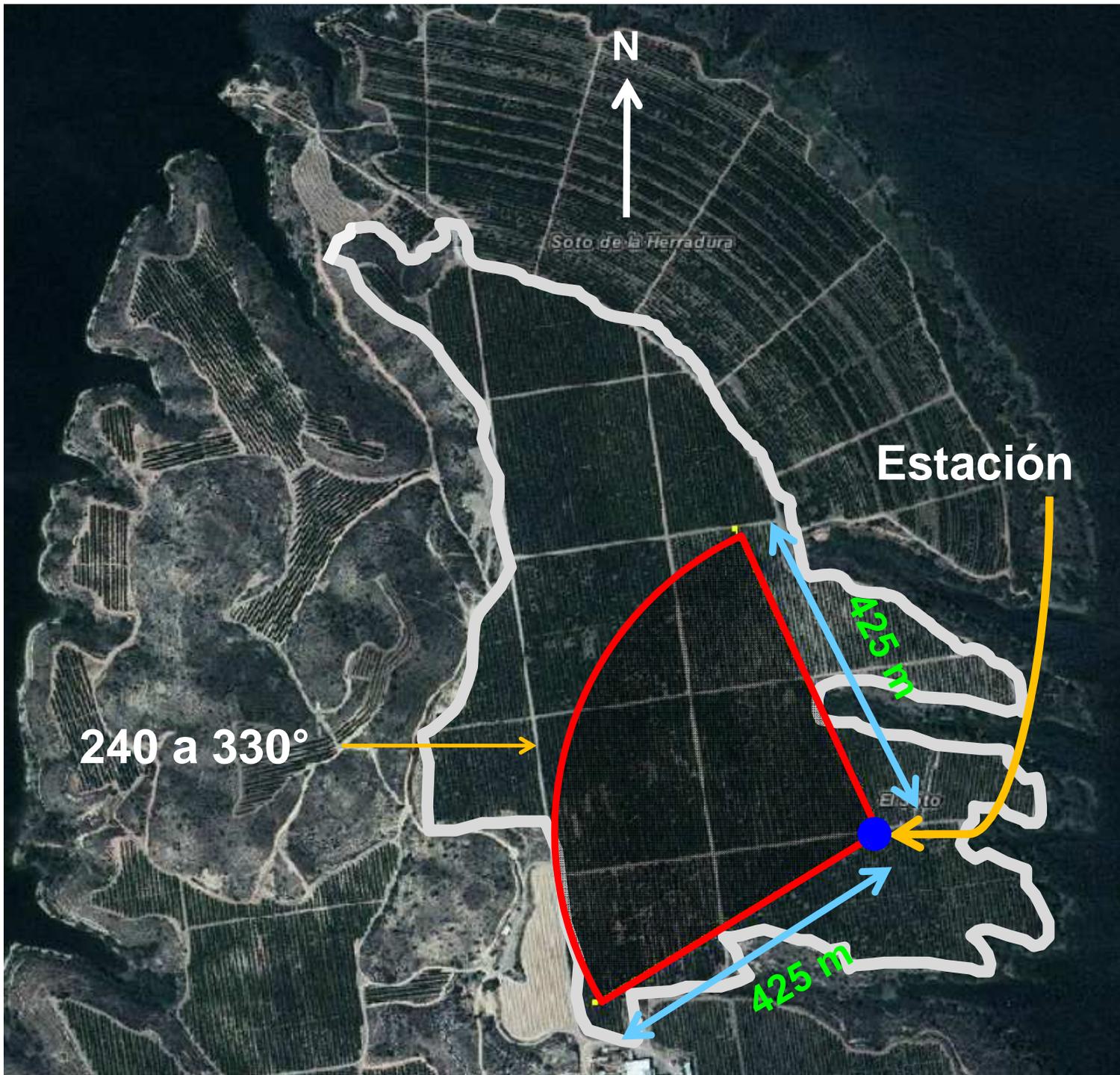
- ✓ Comparación de LE de melocotonero temprano obtenido con dos higrómetros distintos.
- ✓ ¿LE a partir de KH20 es tan preciso como LE a partir de Li-7500?

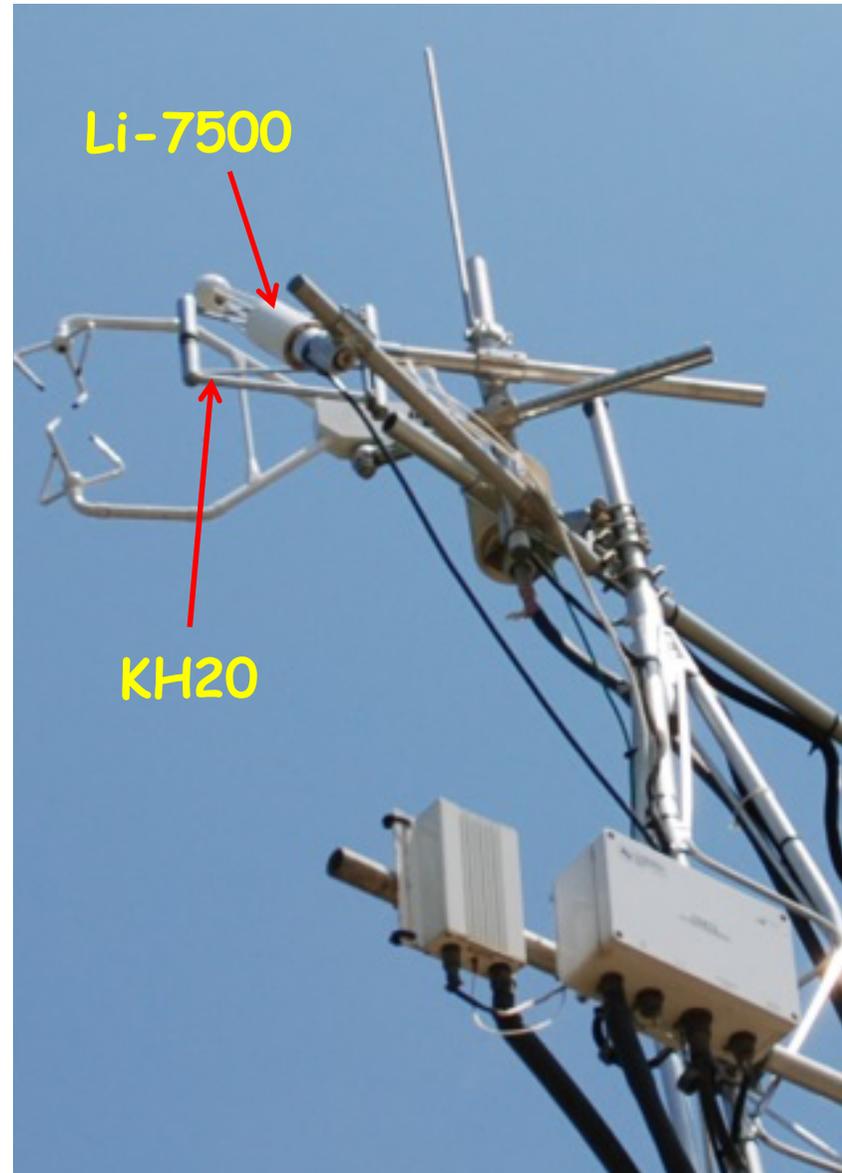
# FINCA LA HERRADURA (Caspe)



227 ha toda la finca  
51 ha melocotonero temprano  
41 ha zona estudio  
Elevación 120 a 200 m  
27 abril a 16 junio 2010  
Endurecimiento del hueso y  
desarrollo del fruto  
Riego por gotero

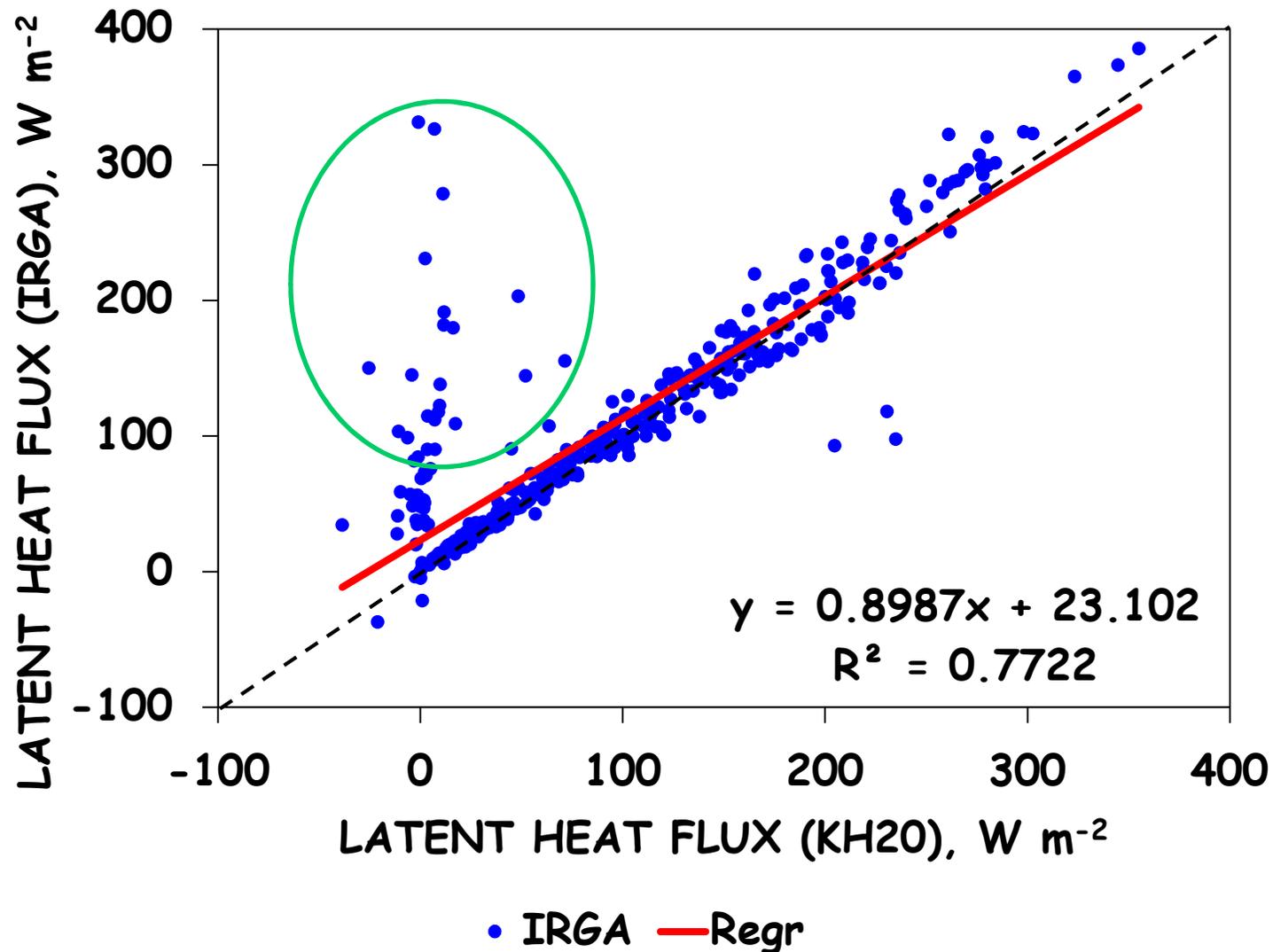




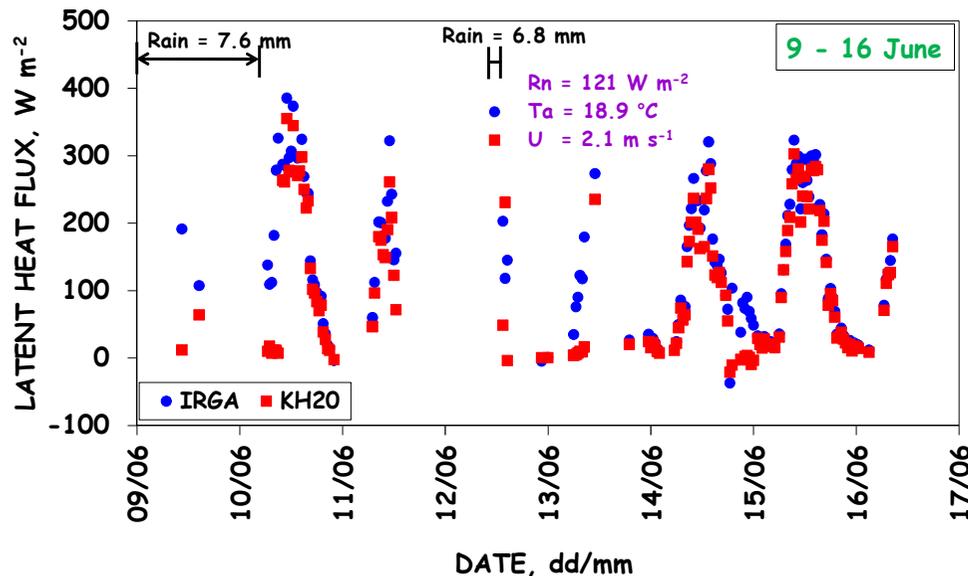
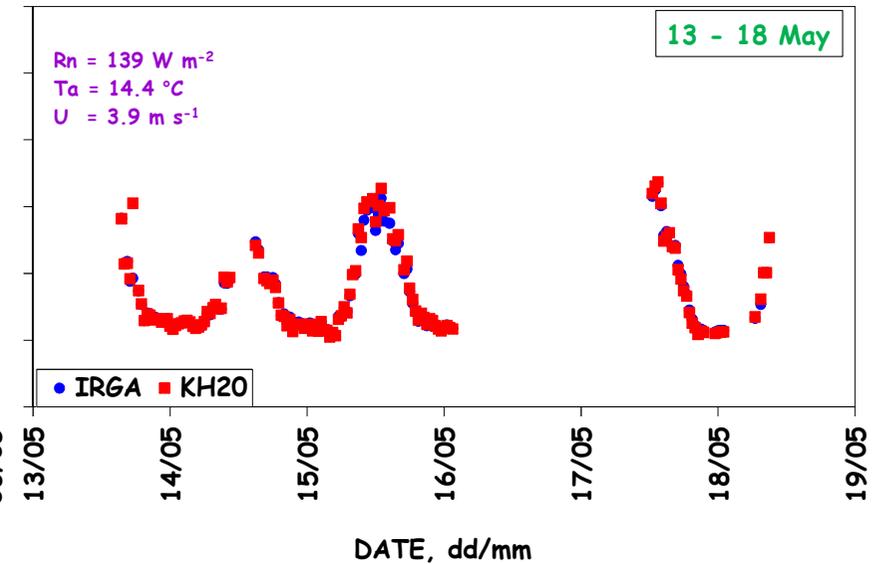
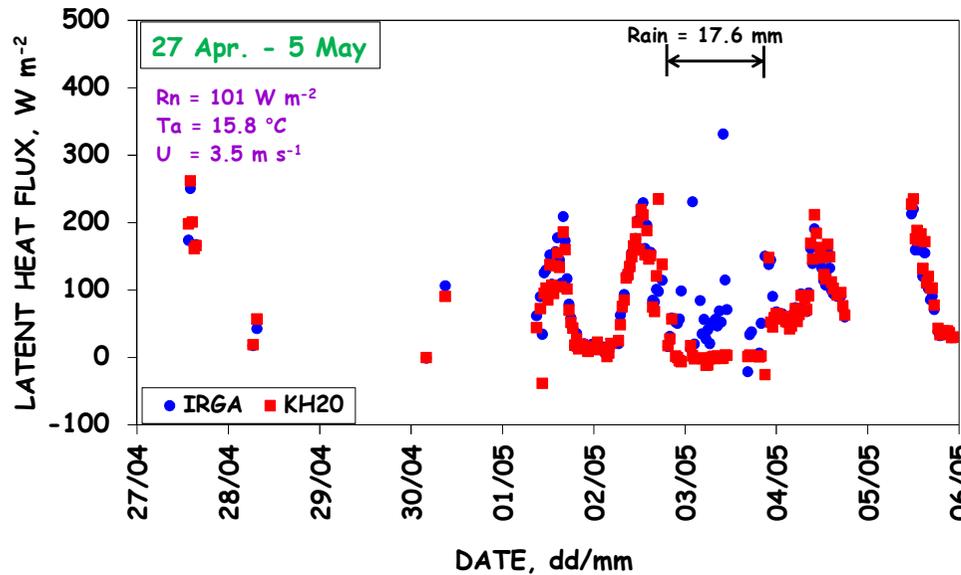


**Radiación neta, con radiómetro neto. Flujo de calor en el suelo, con placas enterradas**

# LE: IRGA vs KH2O (included rainy periods)

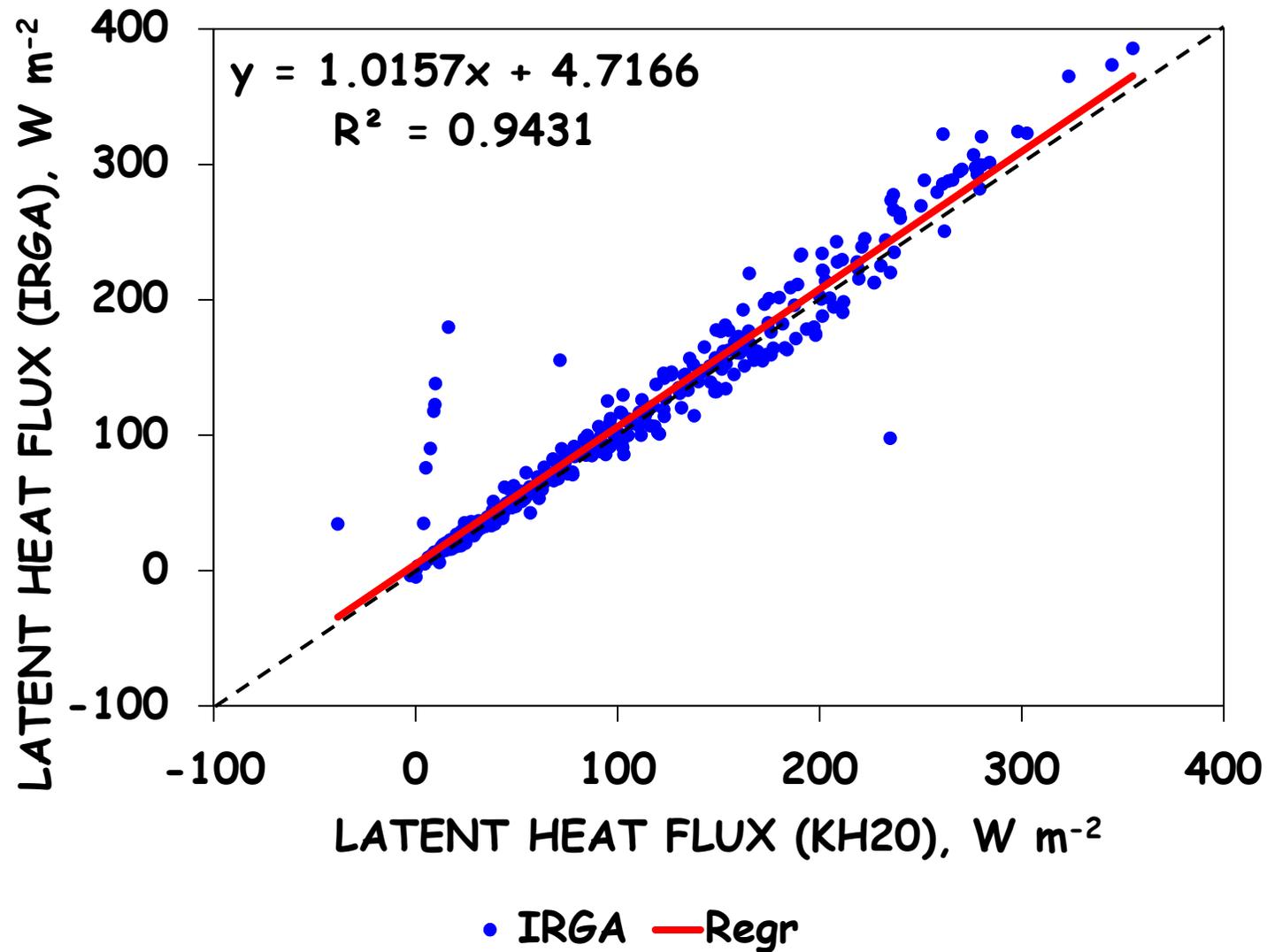


# LE: IRGA vs KH20 (included rainy periods)

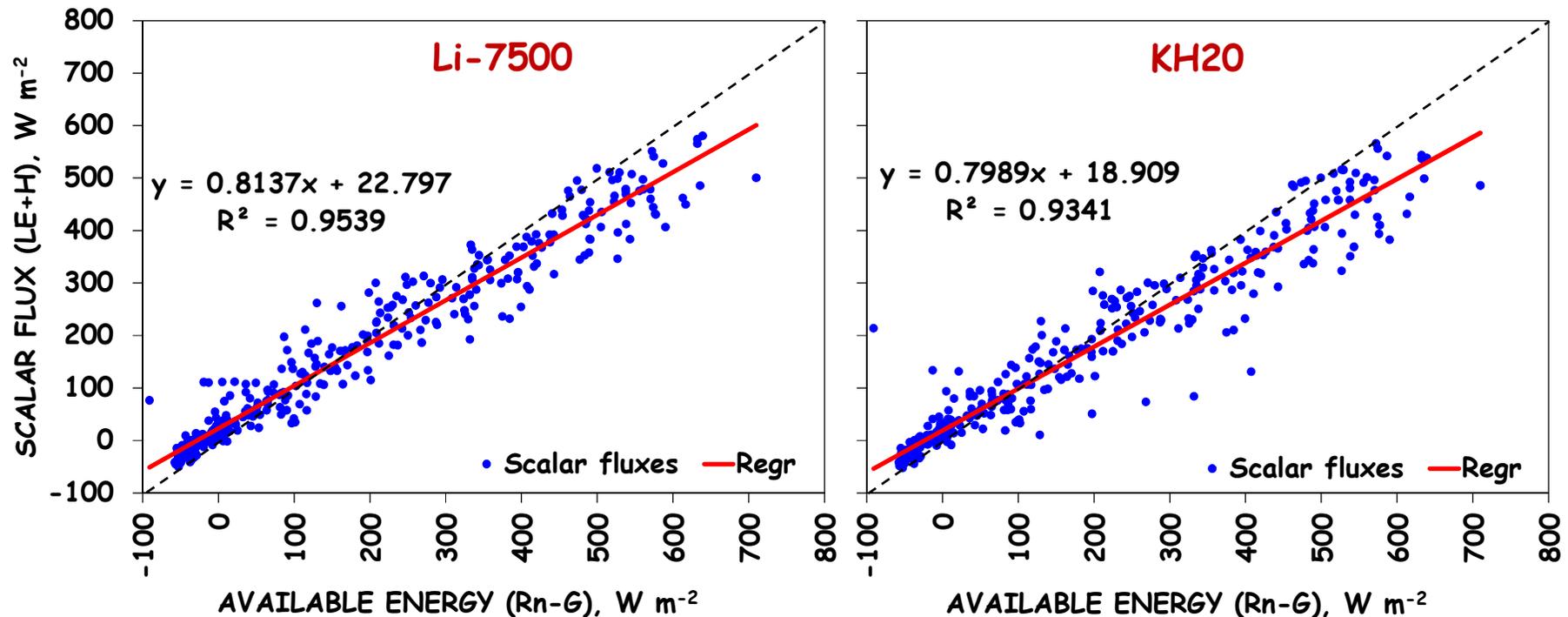


Según Foken (2008), los higrómetros UV son más adecuados para valores pequeños de humedad y sus ventanas están tratadas con material higroscópico lo que afecta a sus lecturas cuando la humedad es grande

# LE: IRGA vs KH20 (excluded rainy periods)



# ENERGY BALANCE CLOSURE



$$R_n - G = LE + H$$

Cierre de balance. Ligeramente mejor con Li-7500.

Falta de cierre. Fotosíntesis neta y metabolismo. Energía almacenada en los tejidos.

Muestreo de torbellinos distintos (y de distintas frecuencias)

## CONCLUSIONES

- ✓ Los valores de LE con ambos higrómetros fueron similares en términos generales.
- ✓ Las principales diferencias, en periodos lluviosos. En estos periodos, Li-7500 funcionó mejor que KH20.
- ✓ Si se excluyen los periodos con lluvias, ambos instrumentos midieron prácticamente lo mismo.
- ✓ Cierre de balance ligeramente mejor con Li-7500.
- ✓ Si existen limitaciones económicas, el KH20 podría emplearse con confianza.
- ✓ Sin embargo, si hay limitaciones de fetch, las lluvias son frecuentes y se precisa medir  $CO_2$ , mejor usar el Li-7500.



ii GRACIAS !!