

Water Requirements Agriculture

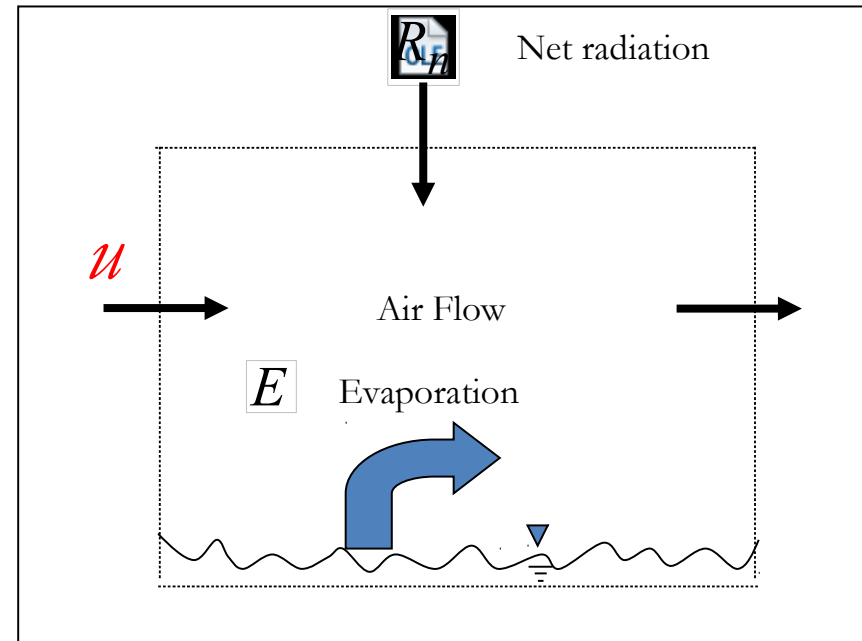
Training Institute on Adaptive Management of
Water Resources under Climate Change in
Vulnerable River Basins

Dr. Francisco Meza



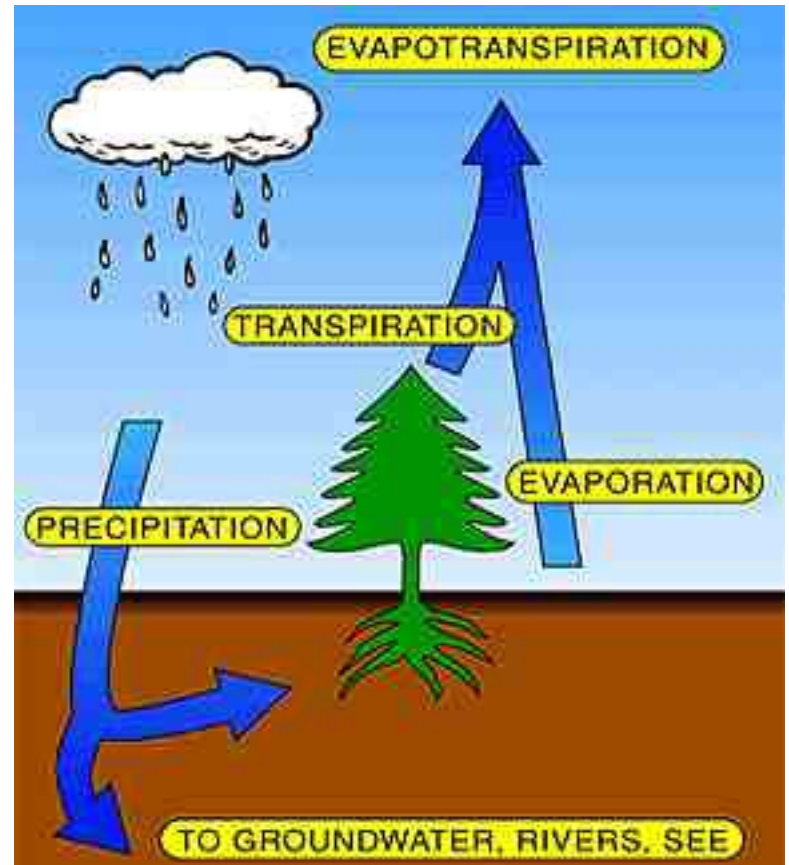
Factores que influyen en la Evaporación

- **Energía disponible** (Calor latente)
 - Radiación Solar
- **Transporte de vapor** lejos de la superficie
 - Velocidad del viento
 - Gradiente de humedad específica
- Superficies con vegetación
 - **Aportes de agua desde la superficie**
 - Evapotranspiración (ET)
 - Evapotranspiración Potencial (PET) – No limitada por humedad de suelo



Evapotranspiración (ET)

Corresponde al fenómeno integrado de evaporación y transpiración



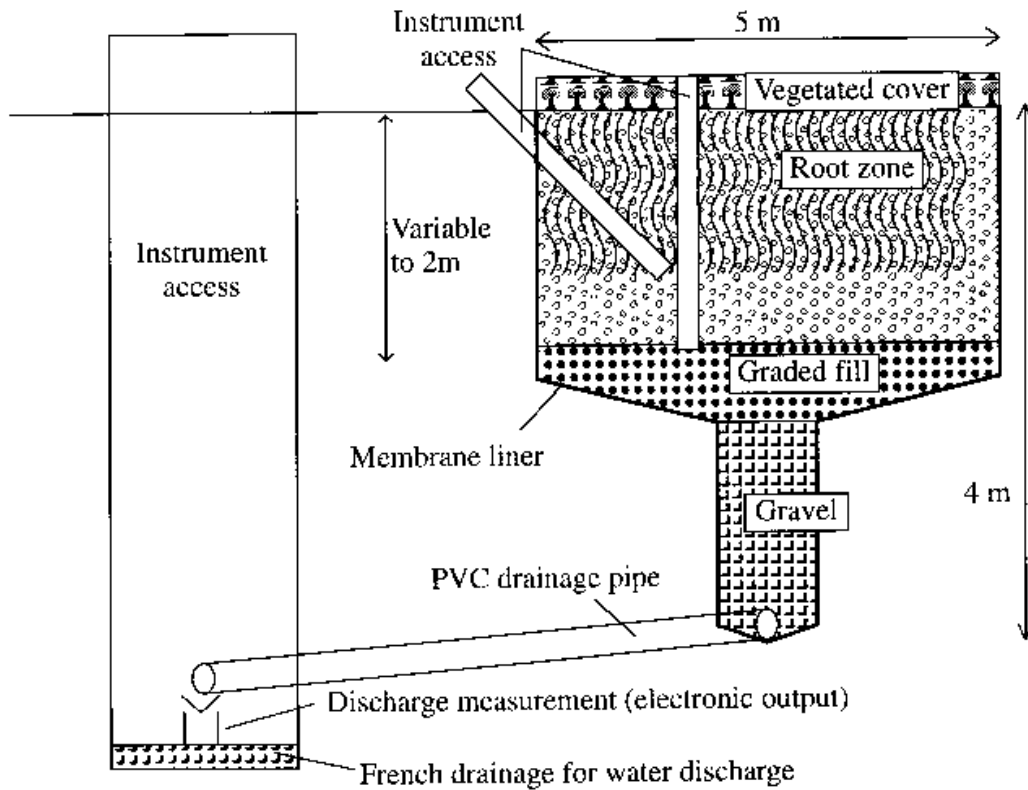
Flujo de Vapor/Evapotranspiración

- Gran Problema es que en pocas circunstancias se mide el flujo de vapor
- Ecuación de Penman Monteith es la más completa desde el punto de vista teórico, pero al momento de aplicarla la llevamos a su nivel más simple ETo
- El uso de estaciones meteorológicas automáticas permite el cálculo de ETo (pero no la medición de la ET)

Medidas Directas

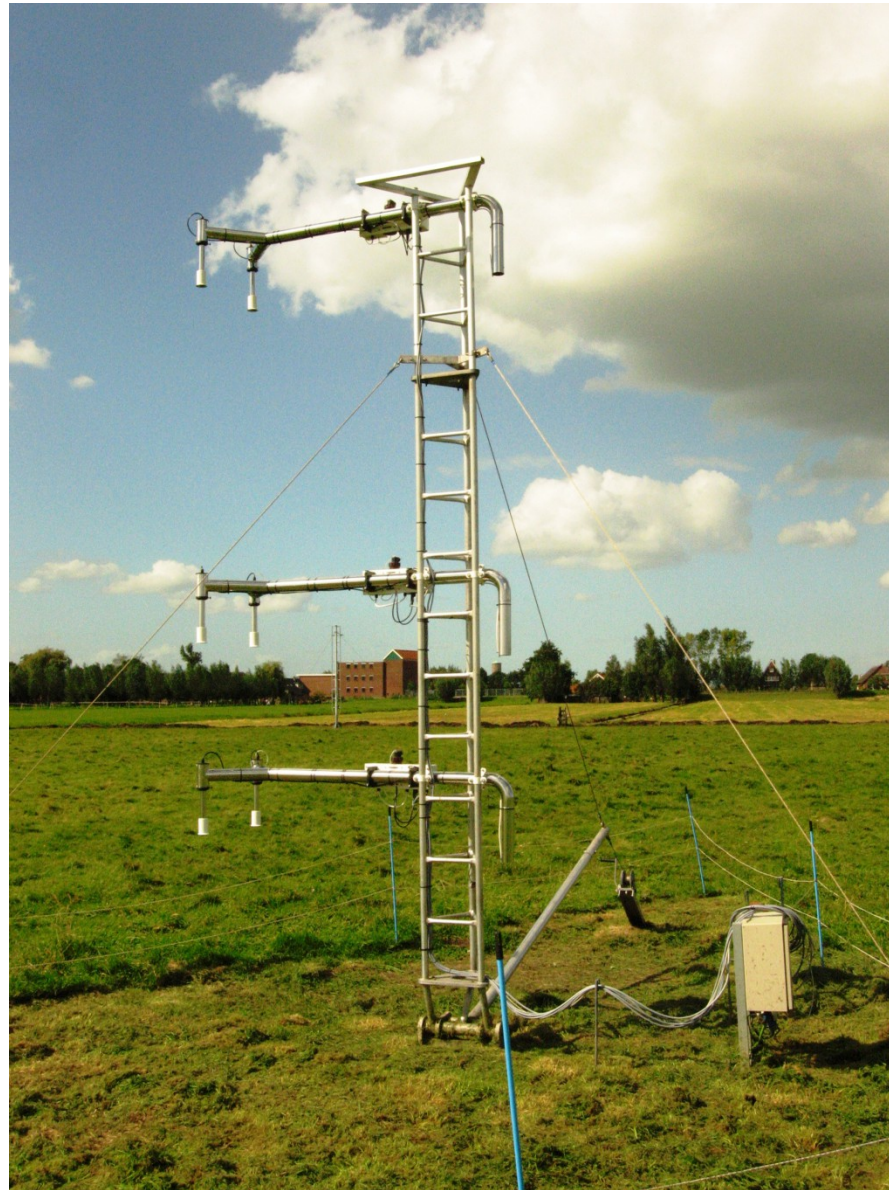


Lisímetros





Medidas Directas

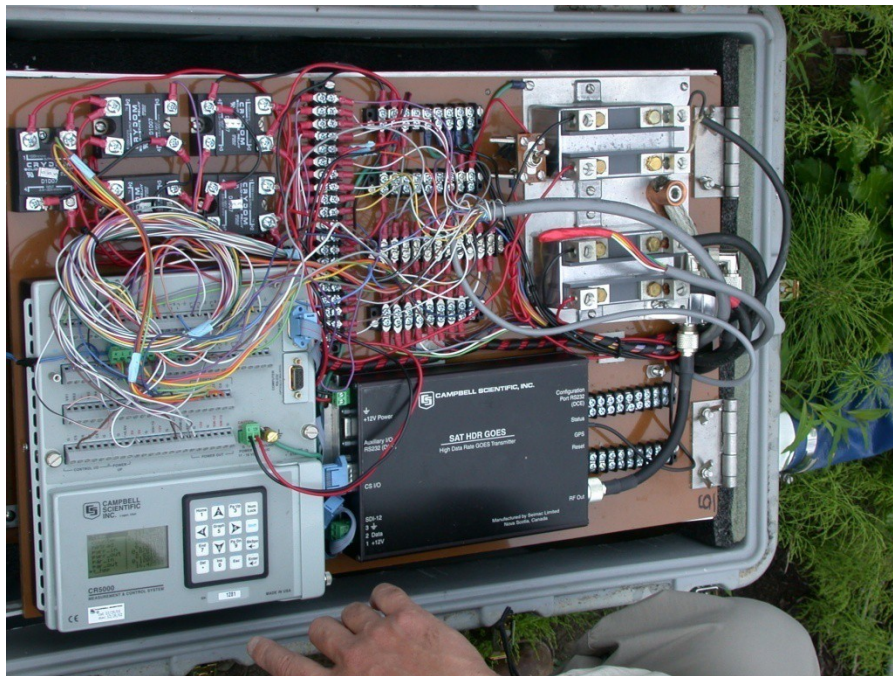


Flux Towers (Marcy Litvak)





instrumentos



instrumentos

Net radiometer

Pyrronometer

Quantum sensor

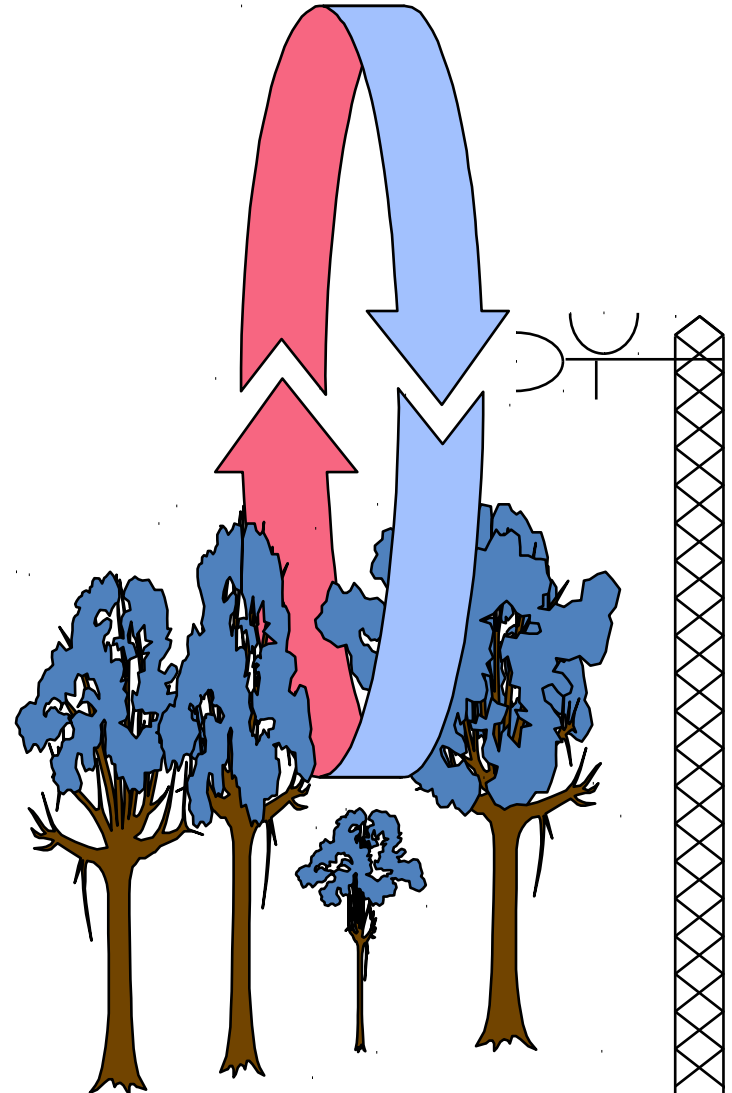
Sonic anemometer

IRGA



ET -Eddy covariance

- Medición del transporte vertical de vapor de agua producto del movimiento convectivo
- Se mide el flujo al “sensar” las propiedades de los **eddies** en su pas a través de los instrumentos (mediciones instantáneas)
- Se vale de teoría estadística



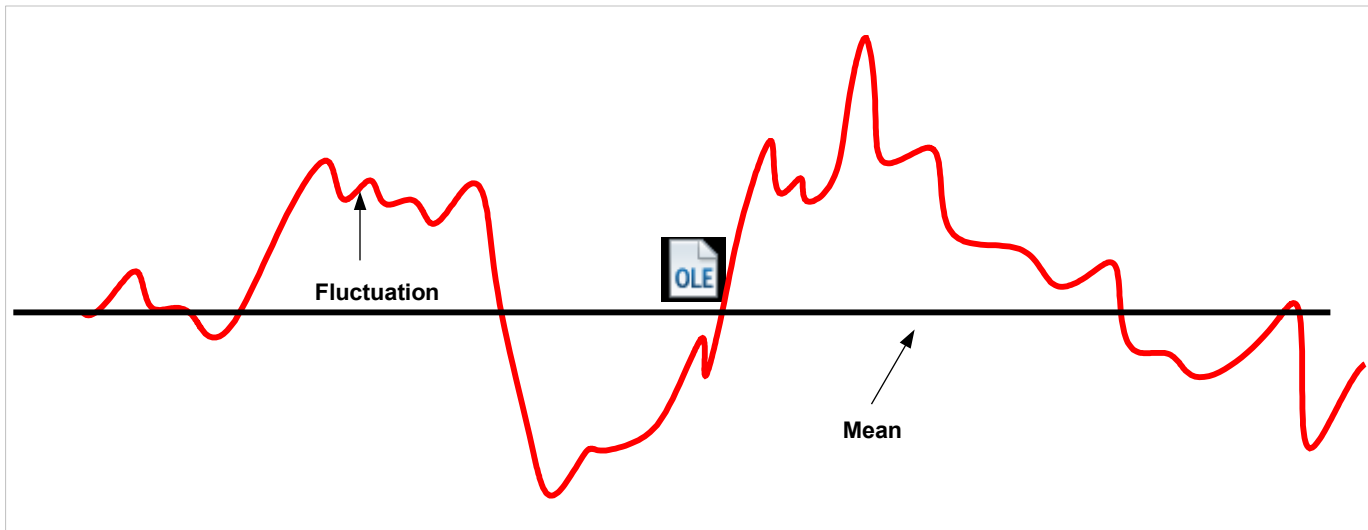
Teoría

Instantaneous
signal

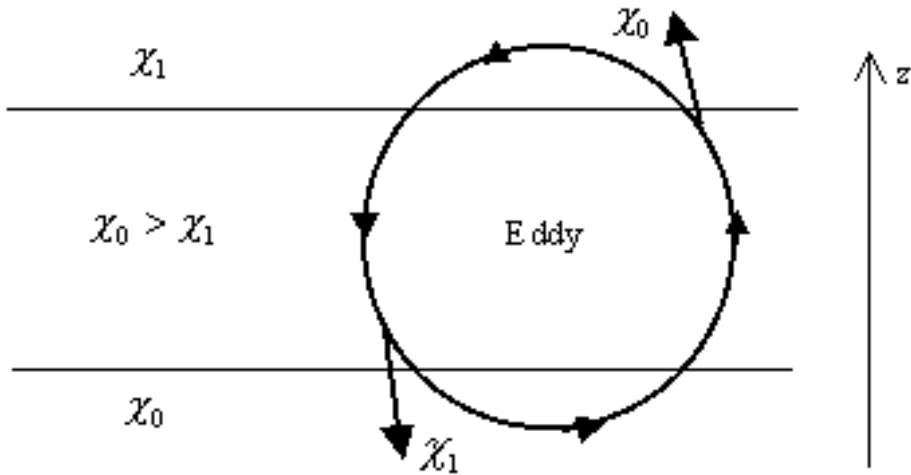
Time averaged property

Instantaneous
Perturbation from
The mean

$$X = \bar{X} + x'$$



Flujos turbulentos



Properties carried by eddies:

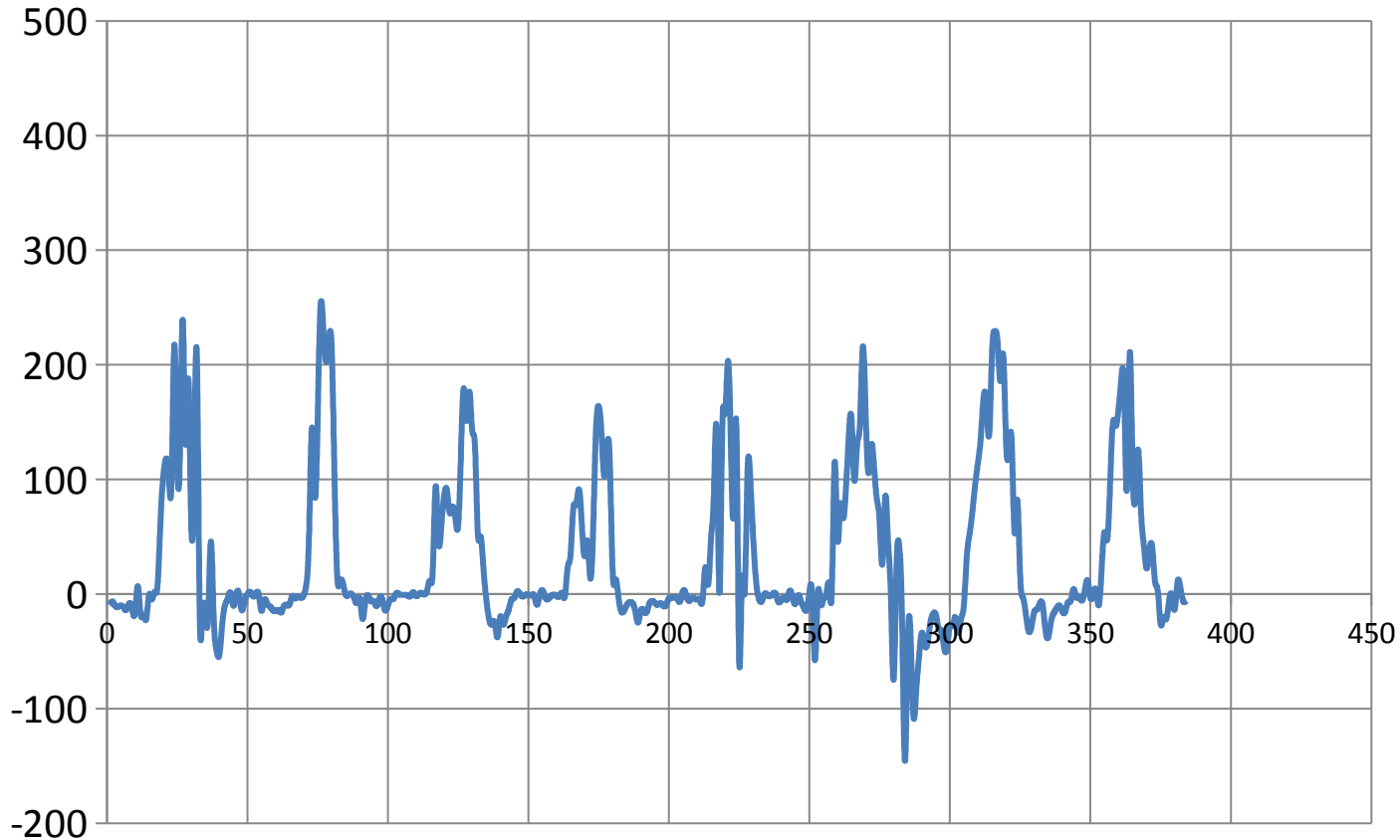
Mass, density ρ

Vertical velocity w

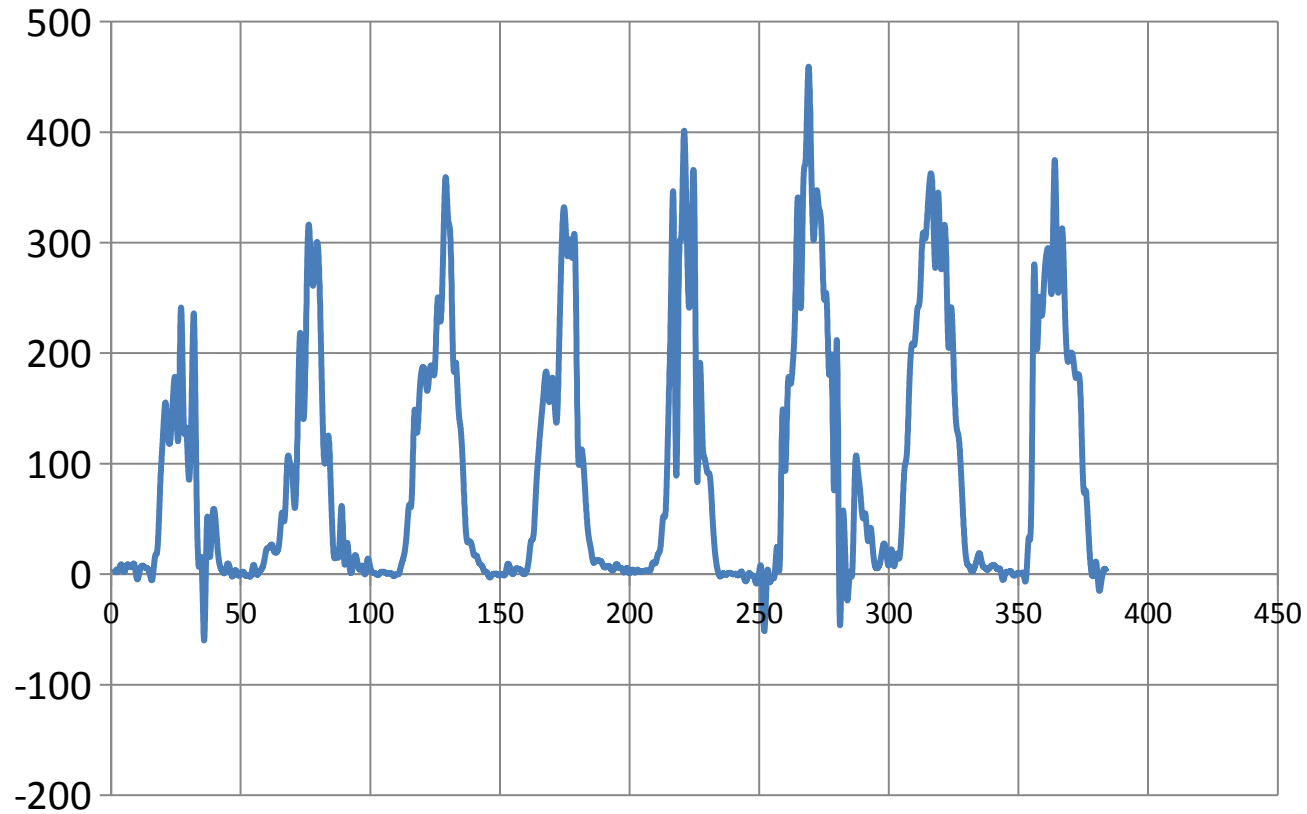
Volumetric content qv

Temperature T

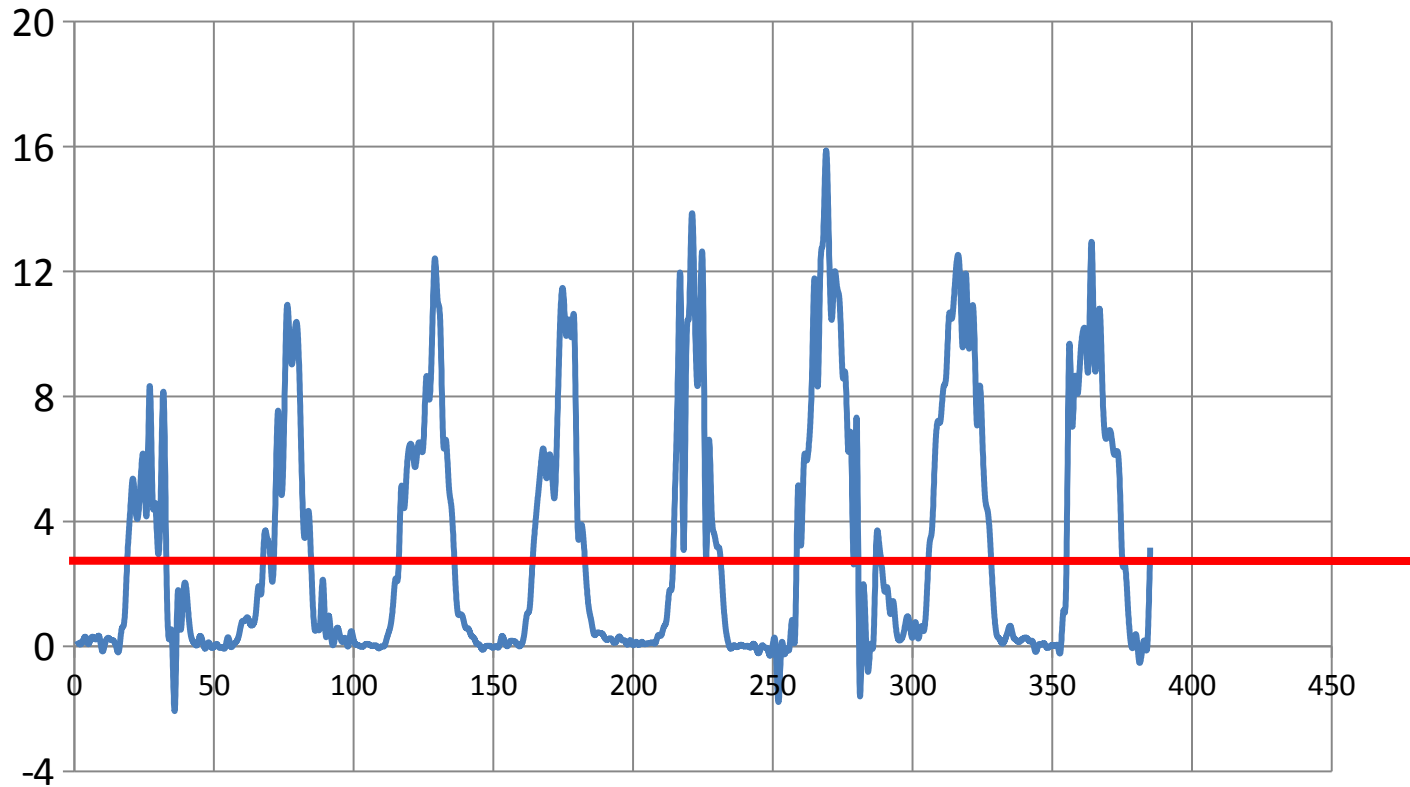
Flujo de calor sensible (H W/m²)



Flujo de Calor Latente (LE W/m²)

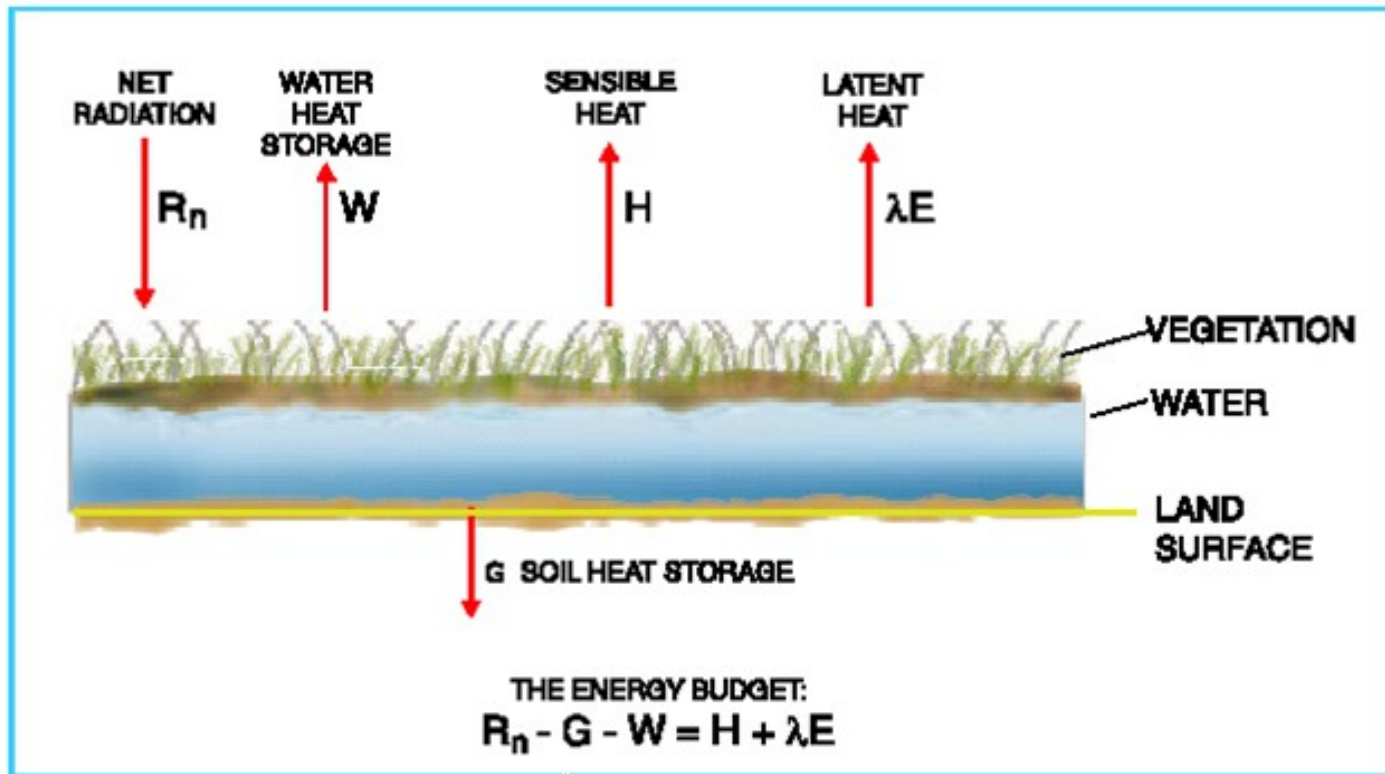


Evaporación (mm/día)



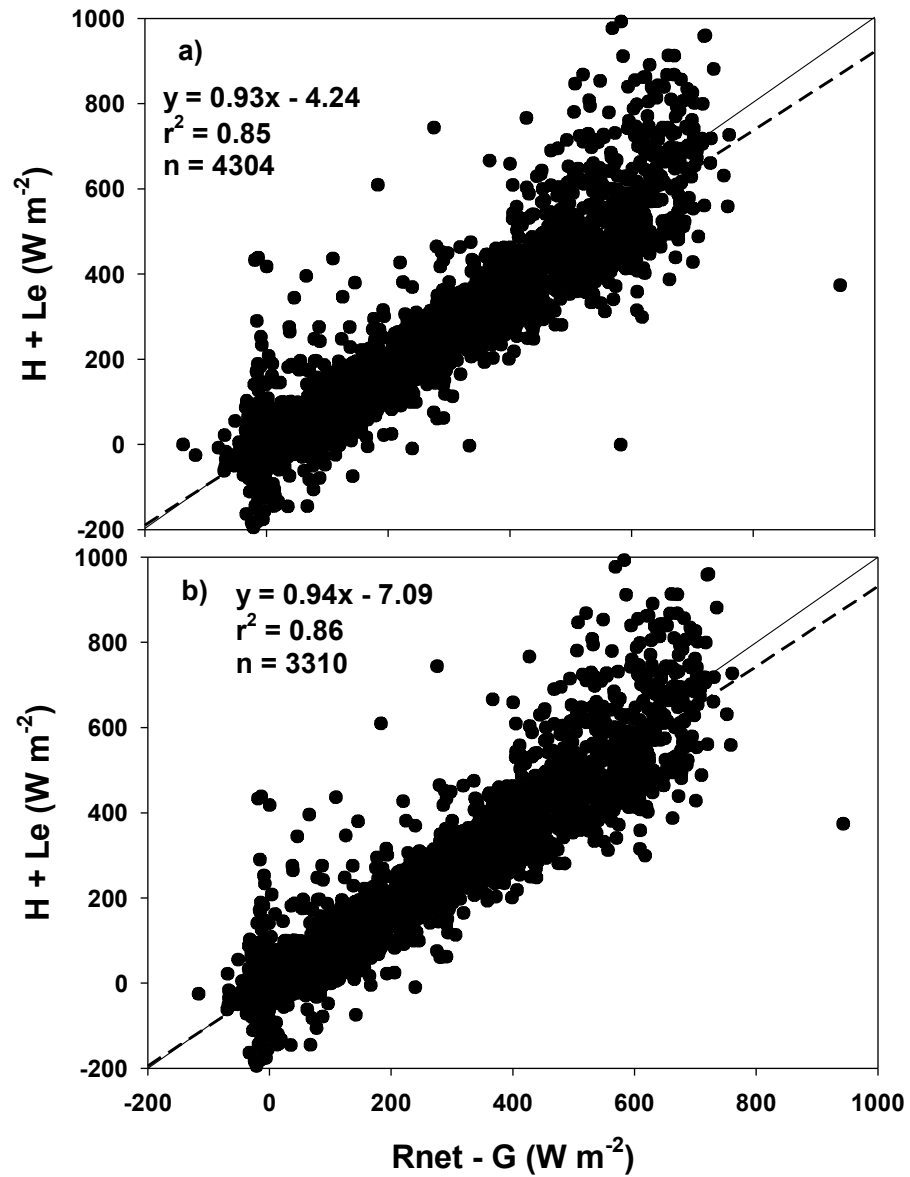
Average = 3.15 mm/day

Balance de Energía



Can directly measure
these variables

Cierre del Balance de Energía



Perfil de velocidades

- Determinar el transporte de momento requiere

Conocer el perfil de velocidades de viento

Perfil de velocidades logarítmico (superficies no rugosas)

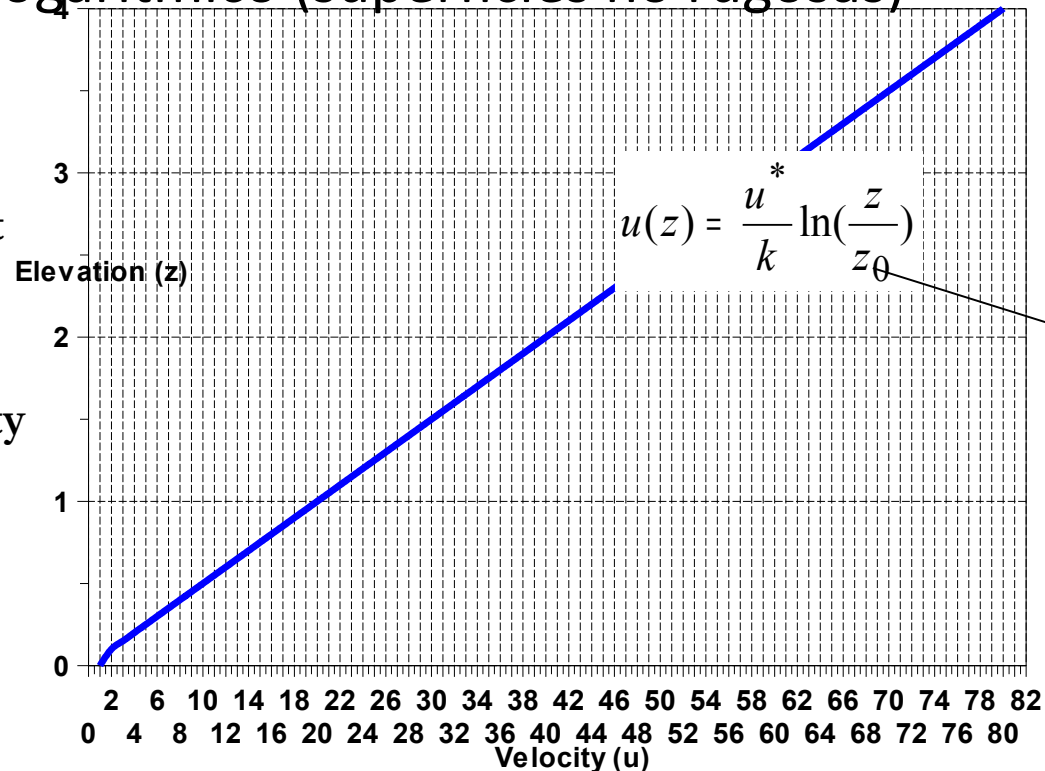
$$u(z) = \frac{u^*}{k} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

k Von Karman constant

z_0 Roughness height

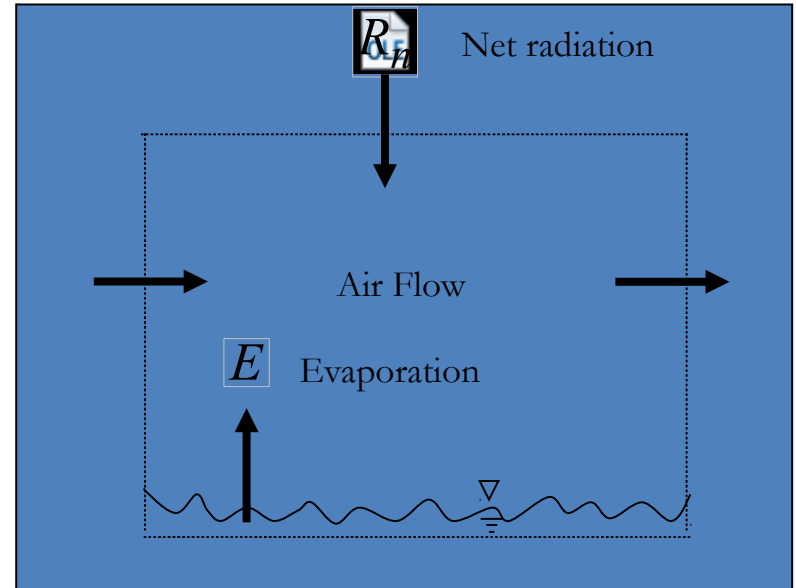
$$u^* = \sqrt{\tau_0 / \rho} \quad \text{Shear velocity}$$

τ_0 Wall shear stress



Método Aerodinámico

- Transporte de vapor desde la superficie de agua:
 - Depende del gradiente de humedad
 - Depende de la velocidad del viento



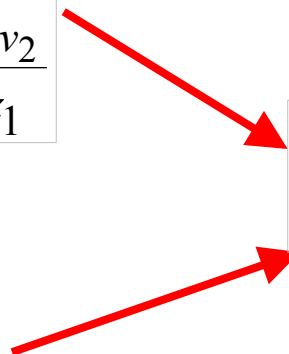
- Flujo de vapor

$$\dot{m} = -\rho_a K_w \frac{dq_v}{dz} = \rho_a K_w \frac{q_{v1} - q_{v2}}{z_2 - z_1}$$

- Flujo de momento

$$\dot{M} = \rho_a K_m \frac{du}{dz} = \rho_a K_m \frac{u_2 - u_1}{z_2 - z_1}$$

$$\dot{m} = \tau \frac{K_w (q_{v1} - q_{v2})}{K_m (u_2 - u_1)}$$



Método Aerodinámico

$$\dot{m} = \tau \frac{K_w (q_{v1} - q_{v2})}{K_m (u_2 - u_1)}$$

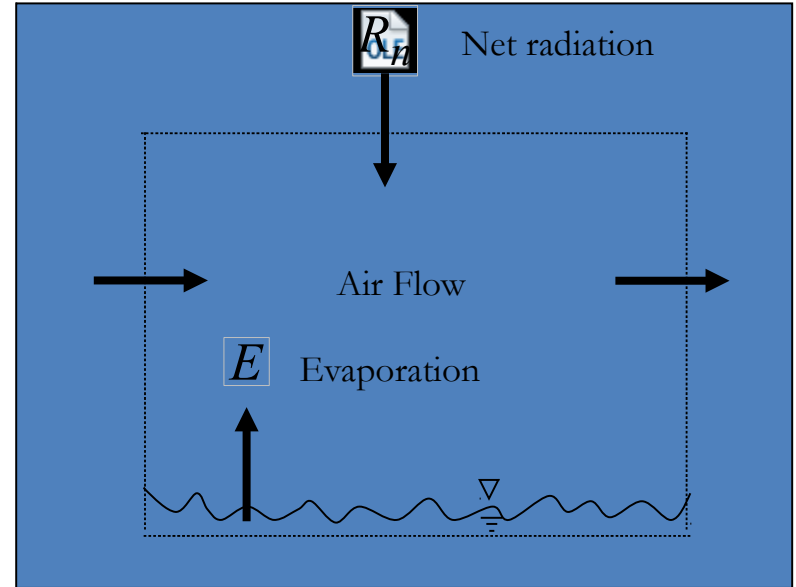
- Perfil de velocidades

$$\frac{u}{u^*} = \frac{1}{k} \ln \left(\frac{Z}{Z_0} \right)$$

- Flujo de momento

$$\tau = \rho_a \left[\frac{u_2^2 - u_1^2}{\ln(Z_2/Z_1)} \right]$$

$$\dot{m} = \frac{K_w k^2 \rho_a (q_{v1} - q_{v2}) (u_2 - u_1)}{K_m [\ln(Z_2/Z_1)]^2}$$



Thornthwaite-Holzman Equation

Método Aerodinámico

$$\dot{m} = \frac{K_w k^2 \rho_a (q_{v1} - q_{v2})(u_2 - u_1)}{K_m [\ln(Z_2/Z_1)]^2}$$

q_v and u

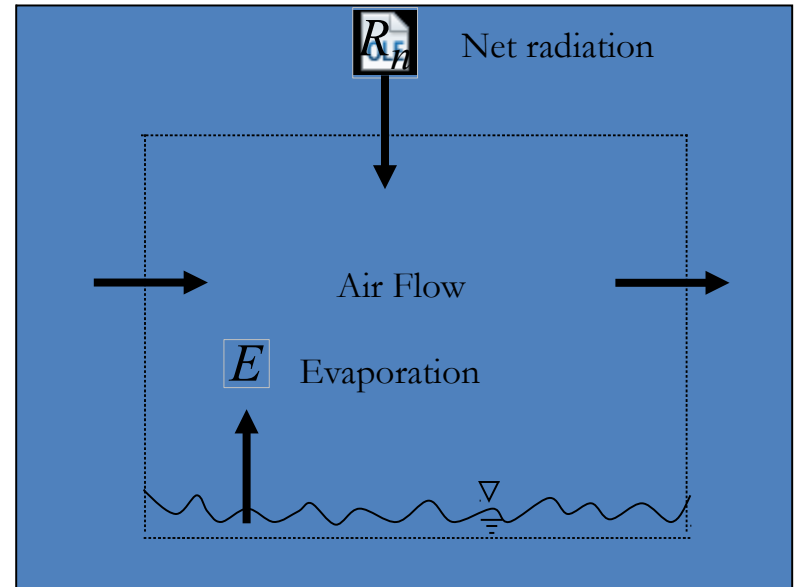
- Usualmente disponibles a un nivel

• Simplification

$$\dot{m} = \frac{0.622 k^2 \rho_a (e_{as} - e_a) u_2}{P [\ln(Z_2/Z_0)]^2}$$

$$\dot{m} = \rho_a A E$$

$e_a =$ vapor pressure @ Z_2

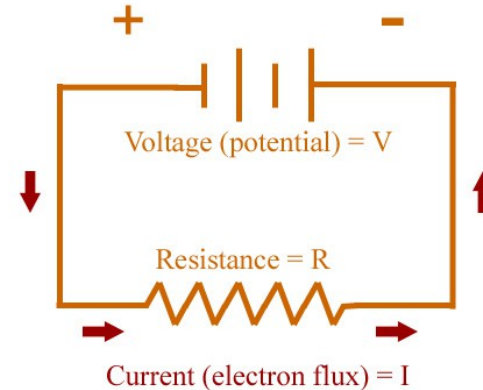


$$E_a = B(e_{as} - e_a)$$

$$B = \frac{0.622 k^2 \rho_a u_2}{P \rho_w [\ln(Z_2/Z_0)]^2}$$

Cuál es el sentido de B?

- Análogo de circuito
- Diferencia de potencial $V = (e_{as} - e_a)$
- Resistencia al transporte de calor es r_a
- El flujo de ET es análogo



$$V = IR$$

$$\text{Flux} = I = \frac{V}{R}$$

$$E_a = B(e_{as} - e_a)$$

$$B \sim 1/r_a$$

Método Combinado

- Evaporación se calcula

$$E = E_a = B(e_{as} - e_a)$$

- Método Aerodinámico
- Disponibilidad de Energía no es limitante
- Método de Energía
- No se limita por gradiente de vapor

$$E = K_{OLE} = \frac{R_n}{\lambda}$$

- En general ambos están limitando, luego se usa un

método combinado

$$ET = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} E_r + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} E_a$$

Priestley & Taylor

$$ET = 1.3 \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} E_r$$

$$\Delta = \frac{de_s}{dT} = \frac{4098e_s}{(237.3 + T)^2}$$

$$\gamma = \frac{C_p K_h p}{0.622 \lambda K_w}$$

Estimación de ET

- Penman-Monteith
- Crop Coefficients
- Lysimeters
- Flux Towers
- Satellites

Penman-Monteith Equation

$$E = \left(\Delta (R_N - G) + \rho c_p \frac{(e_s - e)}{r_a \gamma} \right) / \left(\lambda \left(\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_s}{r_a} \right) \right) \right)$$

- A surface resistance term r_s is added to Combined Method to account for soil and vegetation's tendency to hold onto water

- r_s varies based on vegetation cover and soil moisture content

- $$r_a = \frac{\ln\left(\frac{z}{z_0}\right)^2}{k^2 u}$$

- The wind speed is u at height z
- The wind speed is 0 at height z_0 , which is called the surface roughness
- $k=0.41$ is the Van Karman constant

Potential Evapotranspiration

- Multiply reference crop ET by a Crop Coefficient and a Soil Coefficient

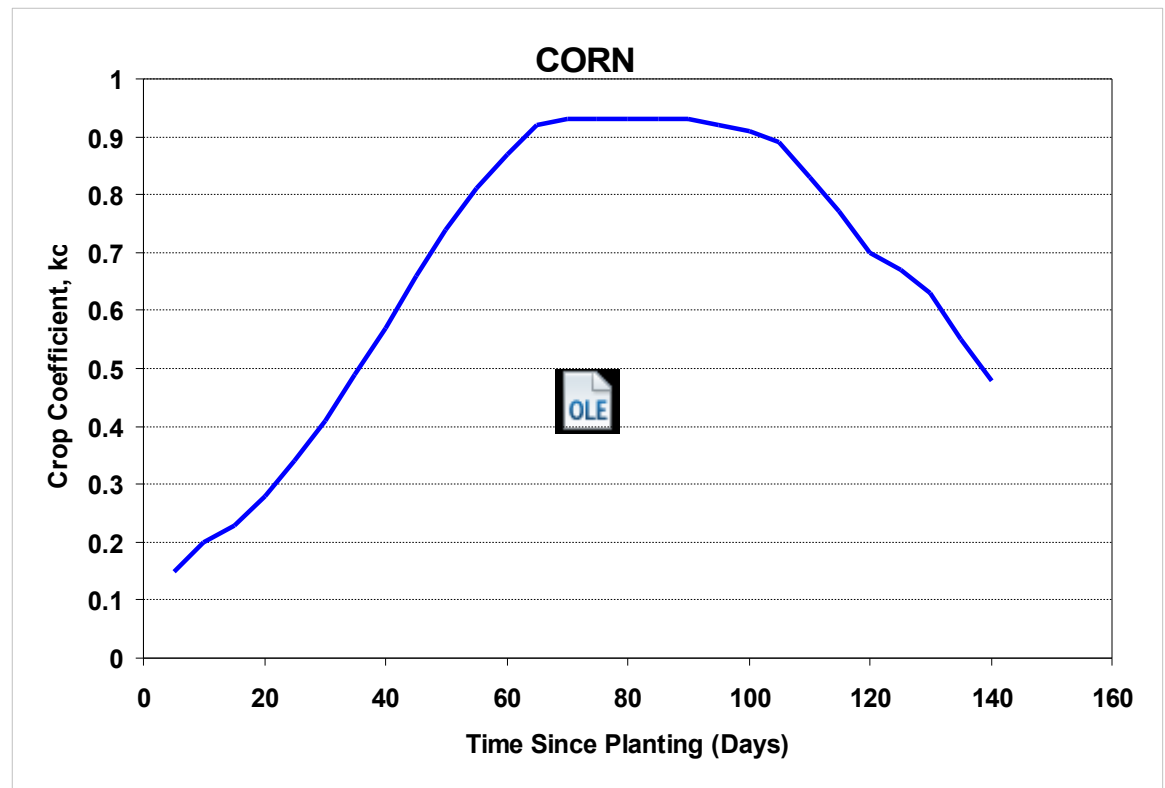
$$ET = k_s k_c ET_r$$

ET = Actual ET

ET_r = Reference Crop ET

k_c = Crop Coefficient;
 $0.2 \leq k_c \leq 1.3$

k_s = Soil Coefficient;
 $0 \leq k_s \leq 1$

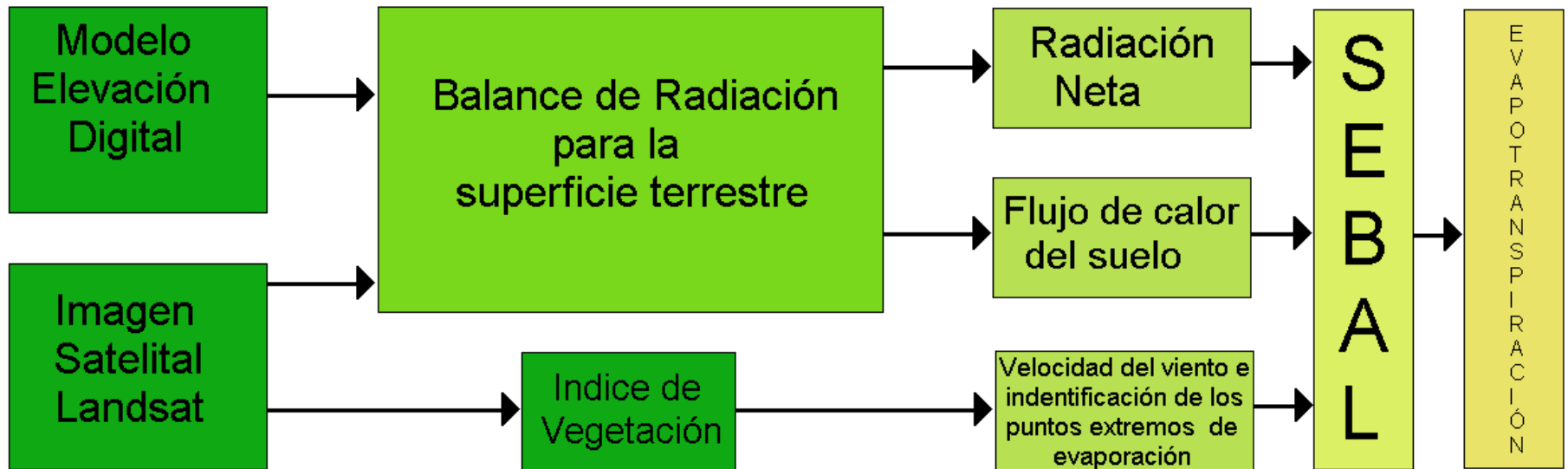


Estudio, Descripción y Desarrollo Específico del Algoritmo SEBAL

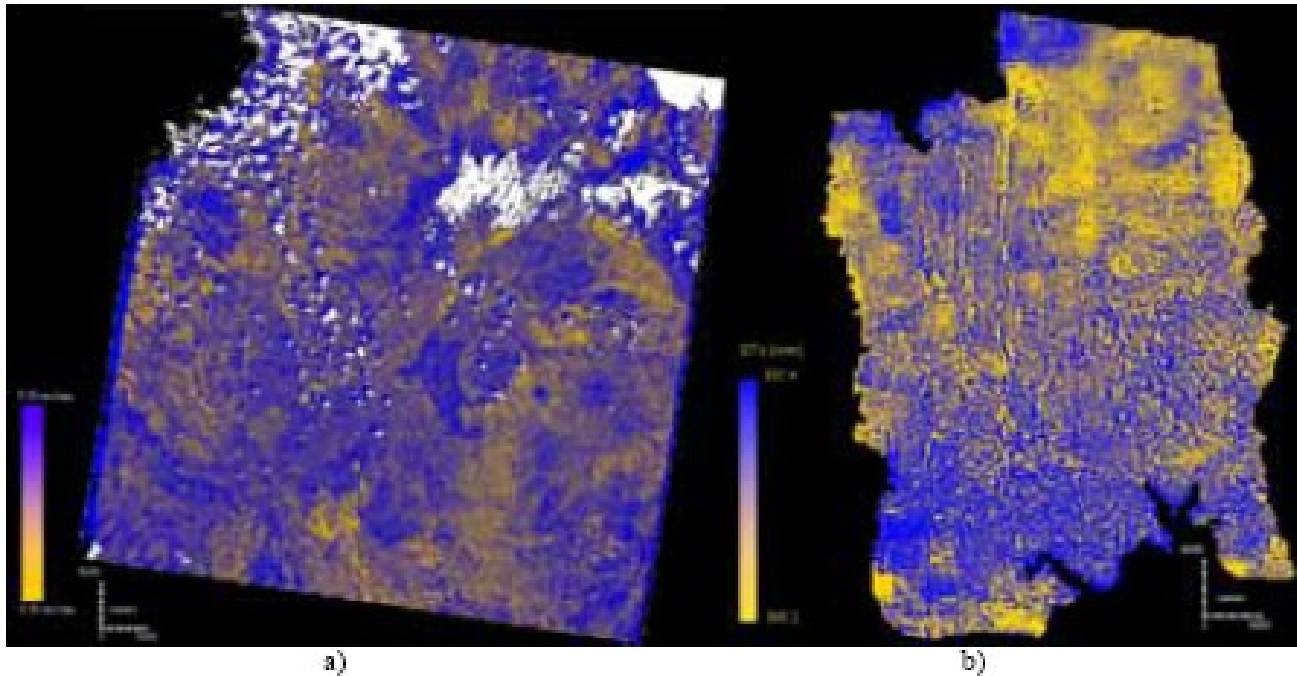
(Surface Energy Balance Algorithm for Land)

Claudia Núñez Juliá

Descripción General de SEBAL

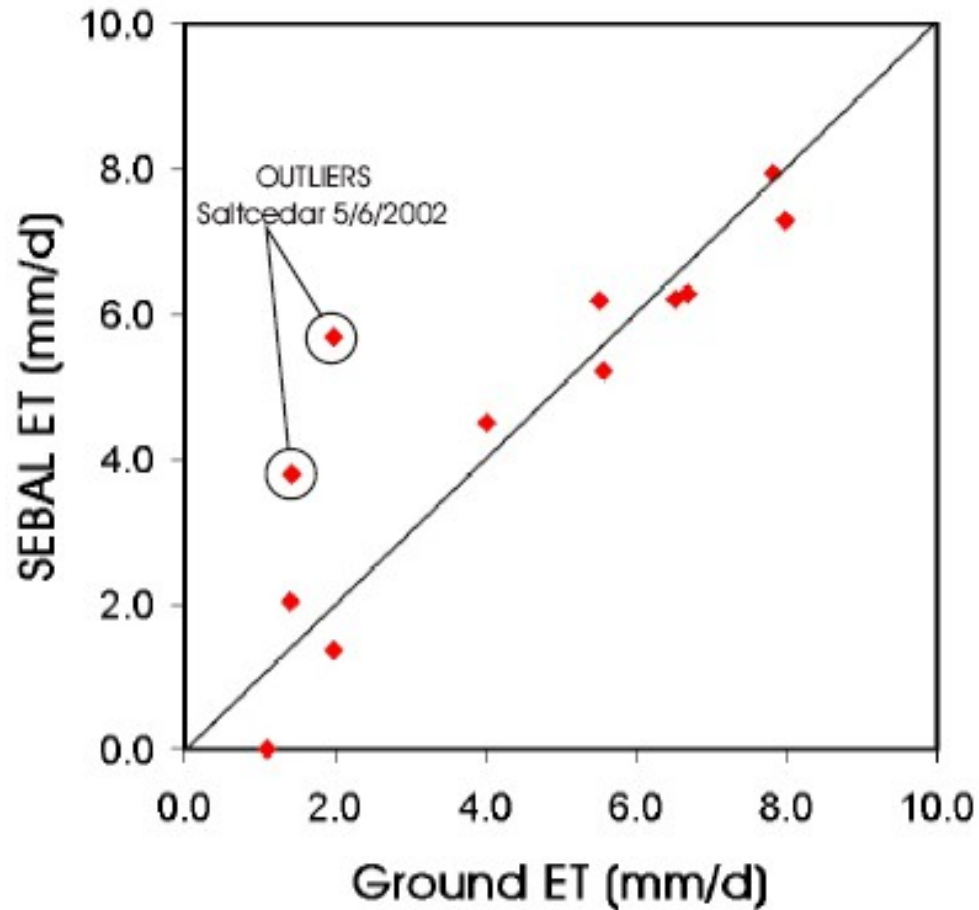


Resultados



- a) ET actual of february 02nd, 2001 in The Philippines (white = clouds)
- b) ET actual for the rice growing season (May-September 2001) in PRC

Análisis de Resultados





Pontificia Universidad Católica de Chile
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Dirección de Investigación y Postgrado
Programa de Postgrado en Ciencias de la Agricultura
Magister en Ciencias Vegetales

ESTIMACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL AIRE MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES MODIS EN LA CUENCA DEL RIO MAIPO

Tesis presentada como requisito para optar al grado de
Magister en Ciencias Vegetales

Por:

Eduardo Bustos S.

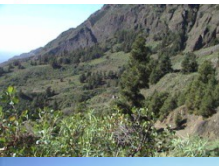
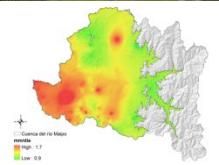
Comité de Tesis:

Prof. Guía: Dr. Francisco Meza D.

Profesores Informantes:

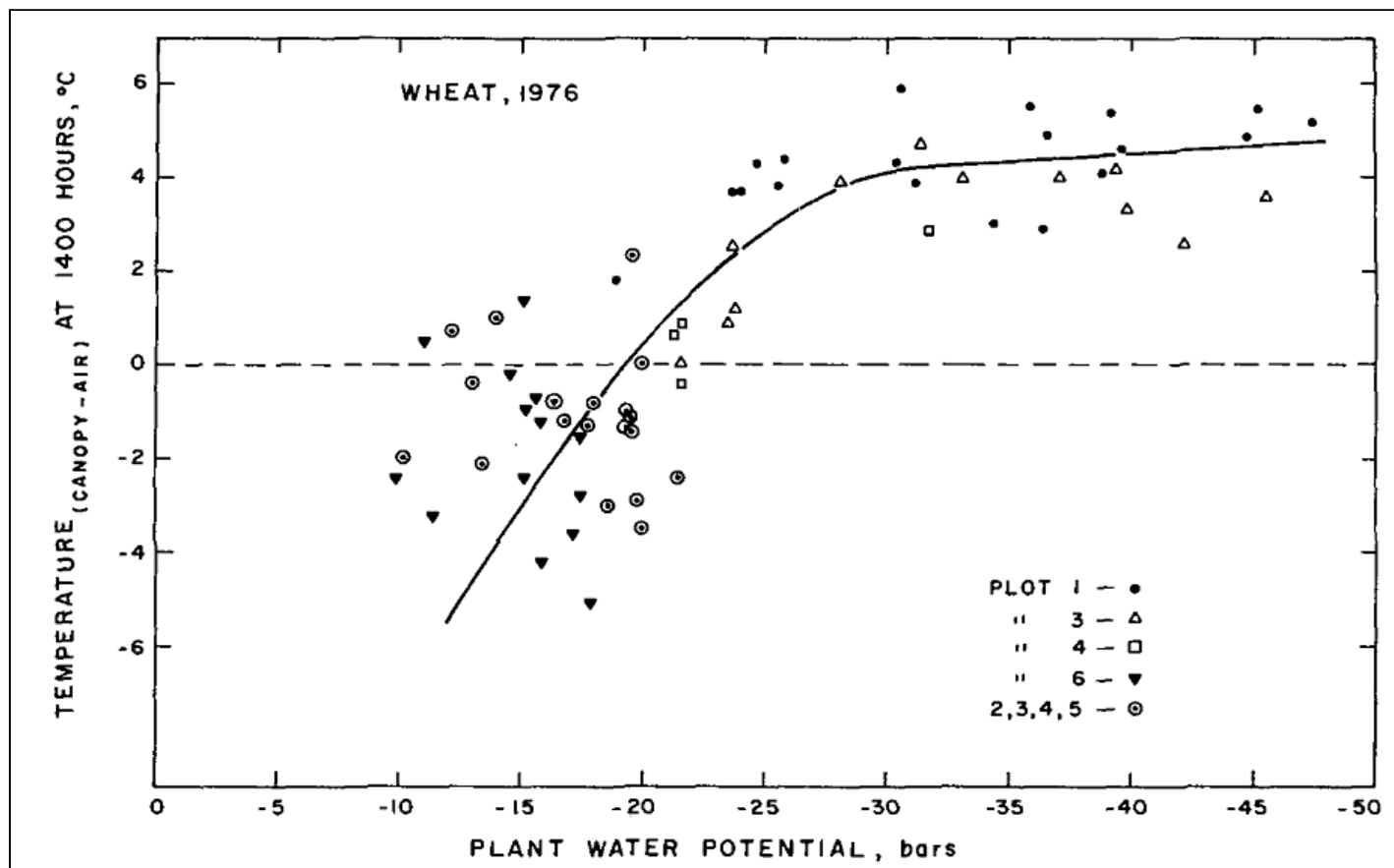
Dr. Marcelo Miranda S.

Dr. José Antonio Alcalde F.



Antecedentes

Relación entre el estatus hídrico, la conductancia de canopia y su temperatura



(Ehler et a., 1978)

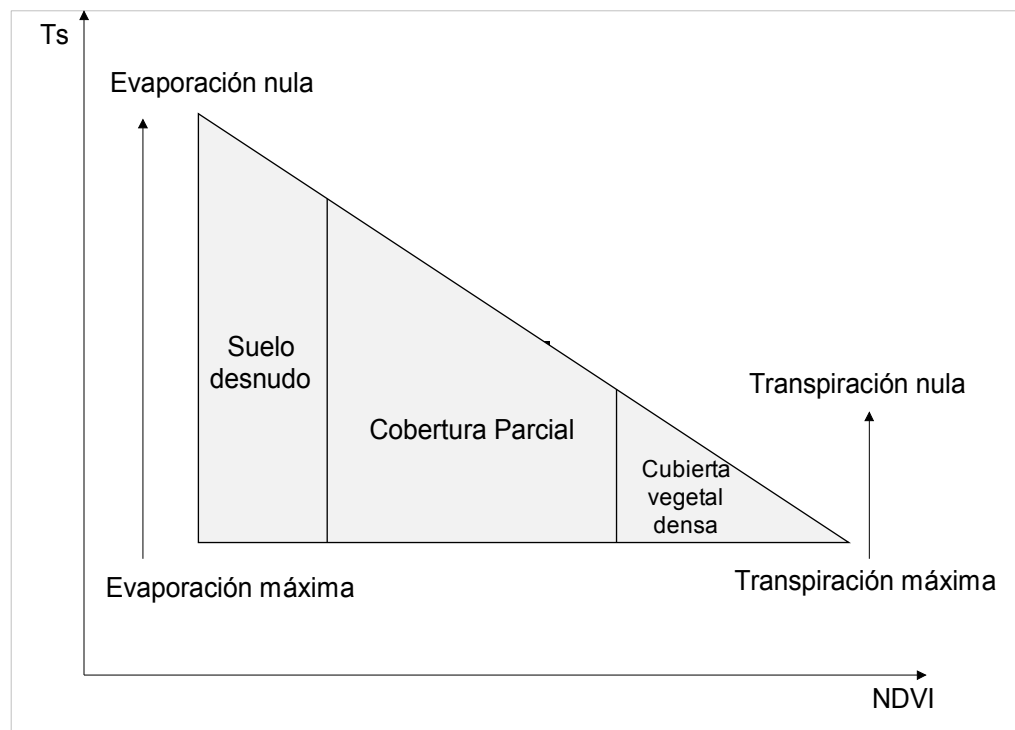
ESTIMACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL AIRE MEDIANTE LA UTILIZACIÓN

Antecedentes

Metodología del 'Triángulo'

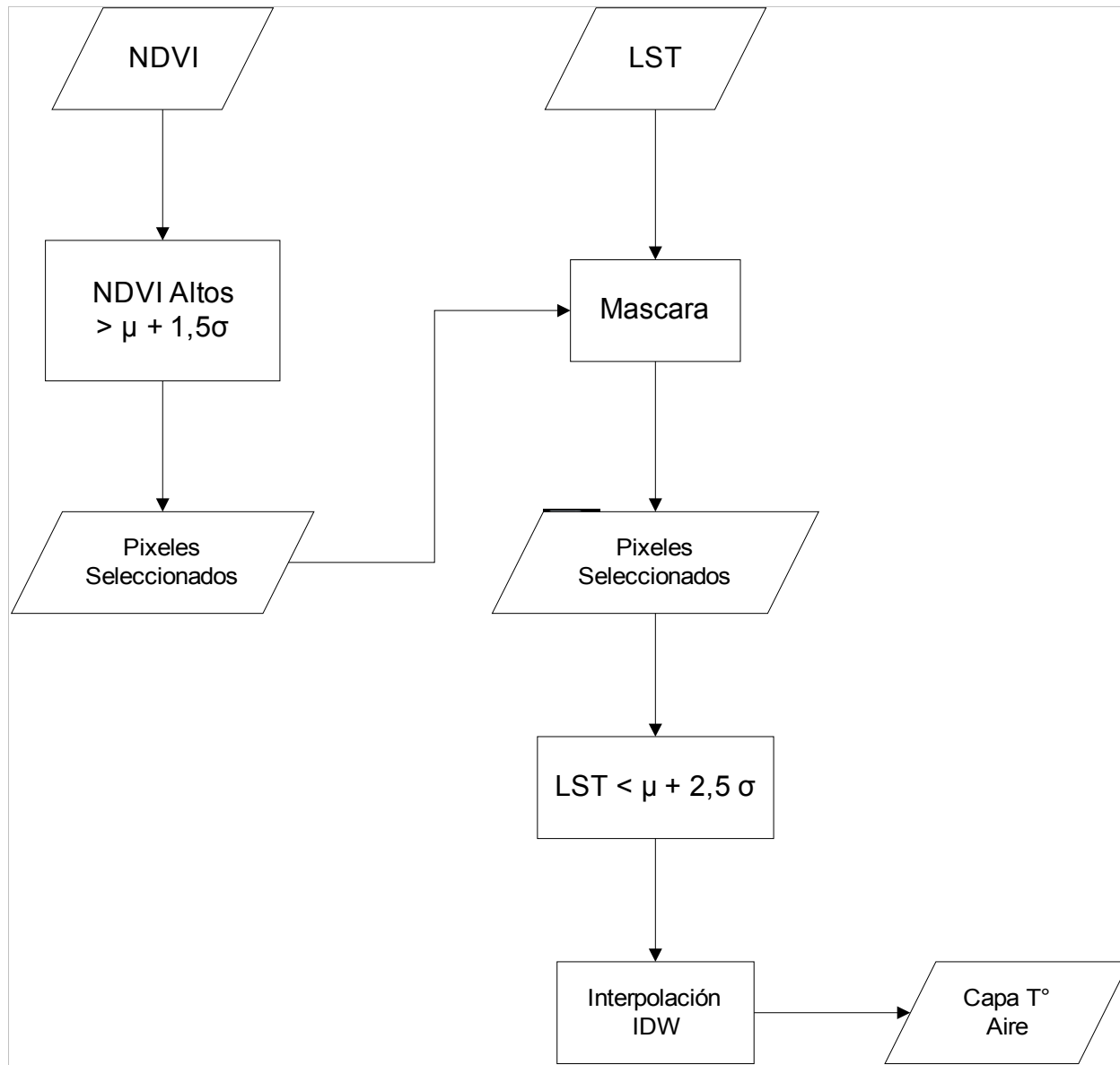
- Relación entre comportamiento térmico ($T_{air} - T_{sup}$) con estatus hídrico de cobertura vegetal (NDVI).

(Cohen et al., 2005; Gates, 1964, Idso et al., 1981; Jackson et al., 1982; Moran et al., 1994)



Utilizada en la determinación del estatus hídrico del suelo para cubiertas vegetacionales heterogéneas.

(Gillies y Carlson, 1995; Sandholt et al., 2002; etc)

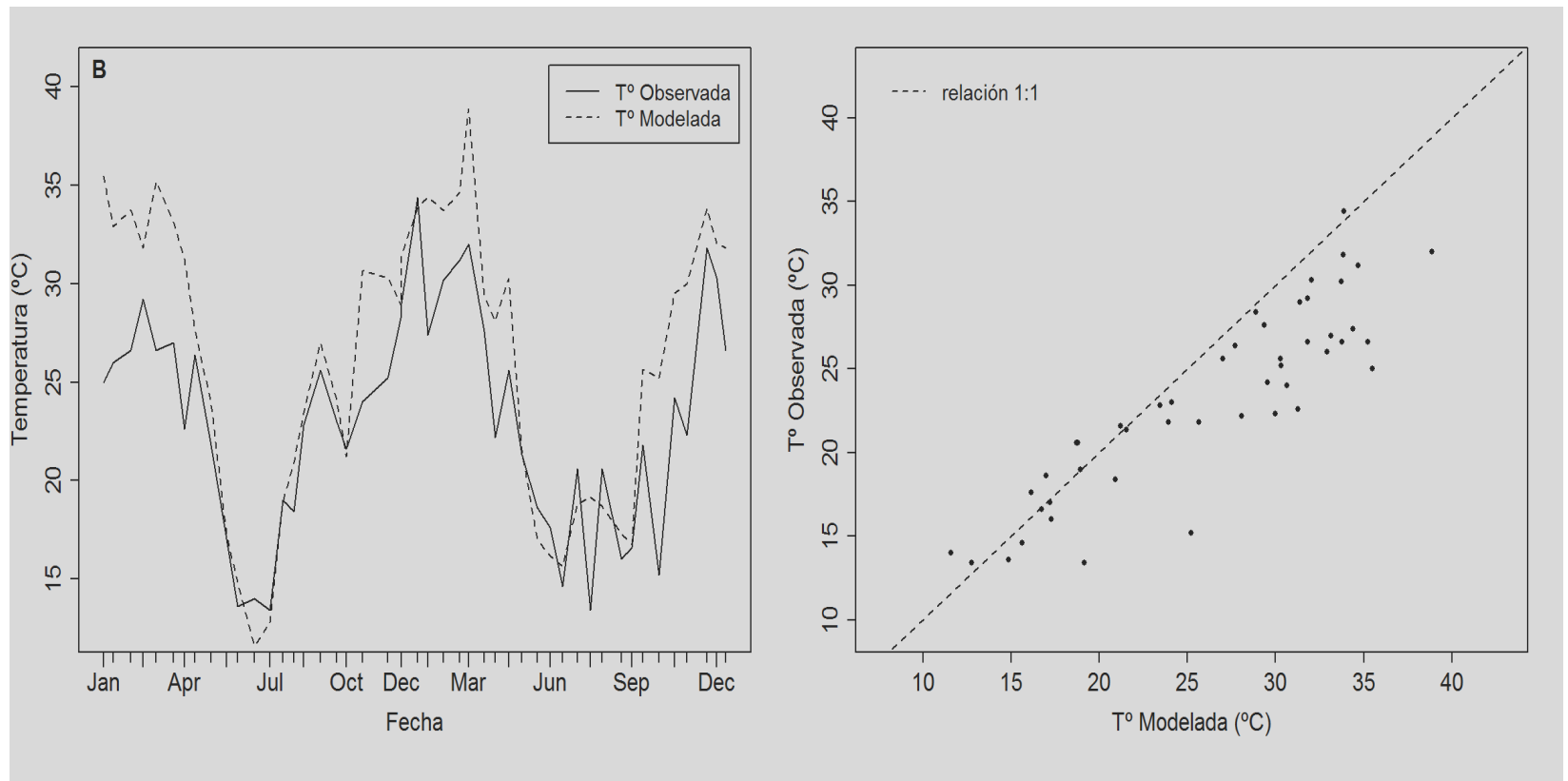


ESTIMACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL AIRE MEDIANTE LA UTILIZACIÓN

Resultados

Temperaturas Máximas

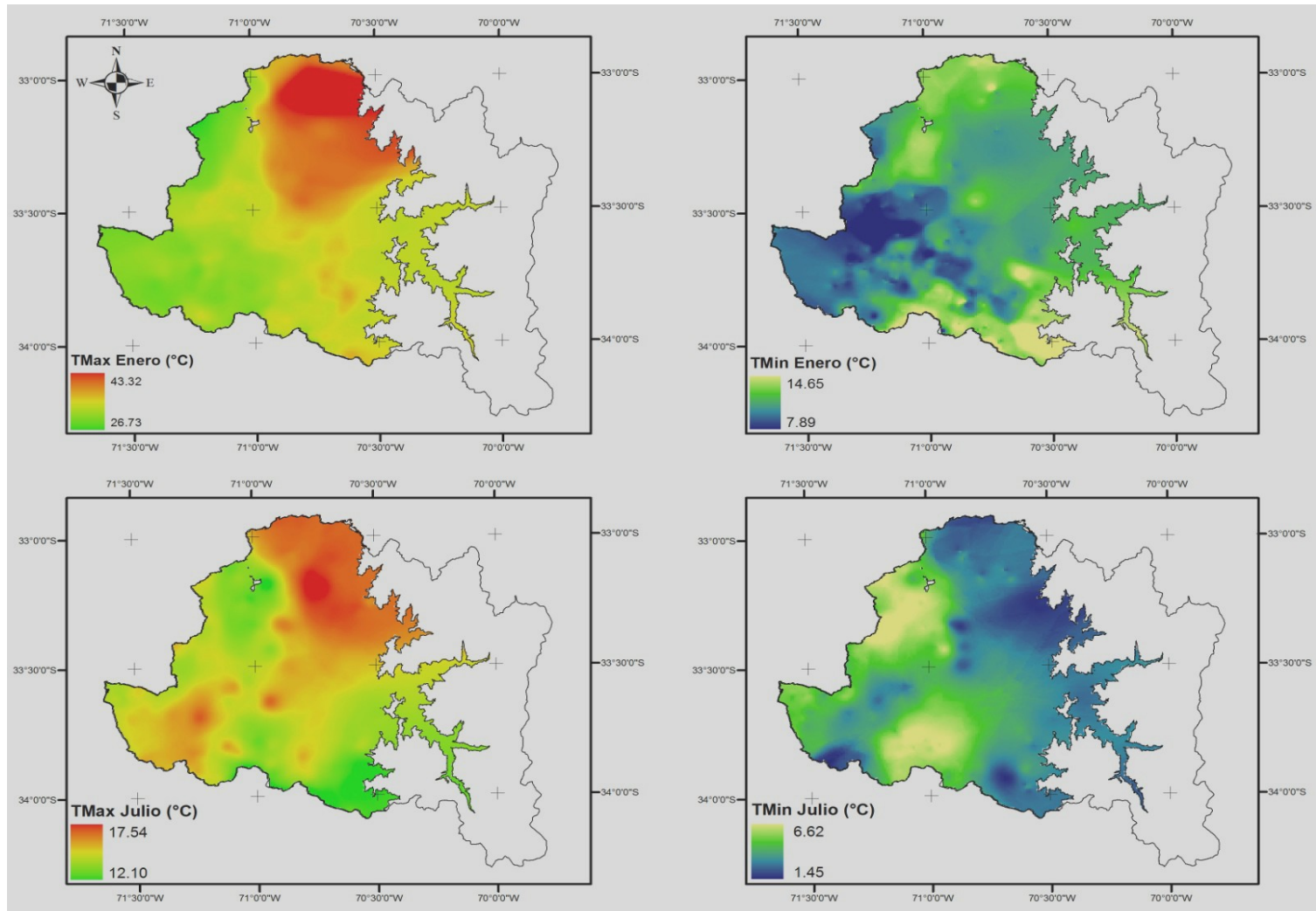
Melipilla



ESTIMACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL AIRE MEDIANTE LA UTILIZACIÓN

Resultados

Distribución espacial de la temperatura



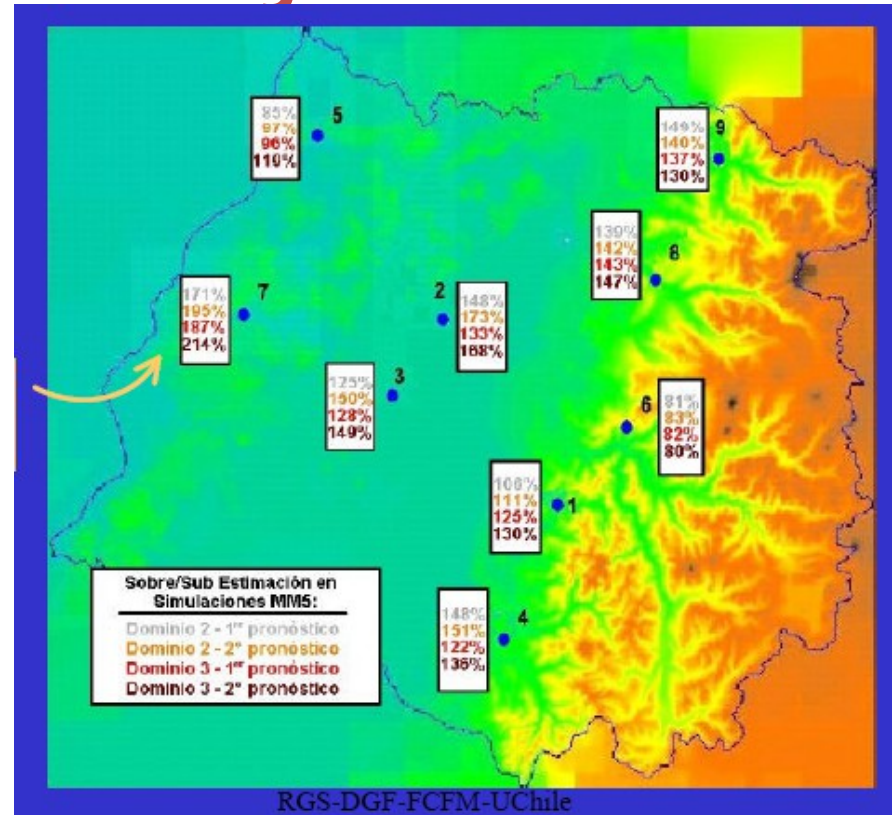
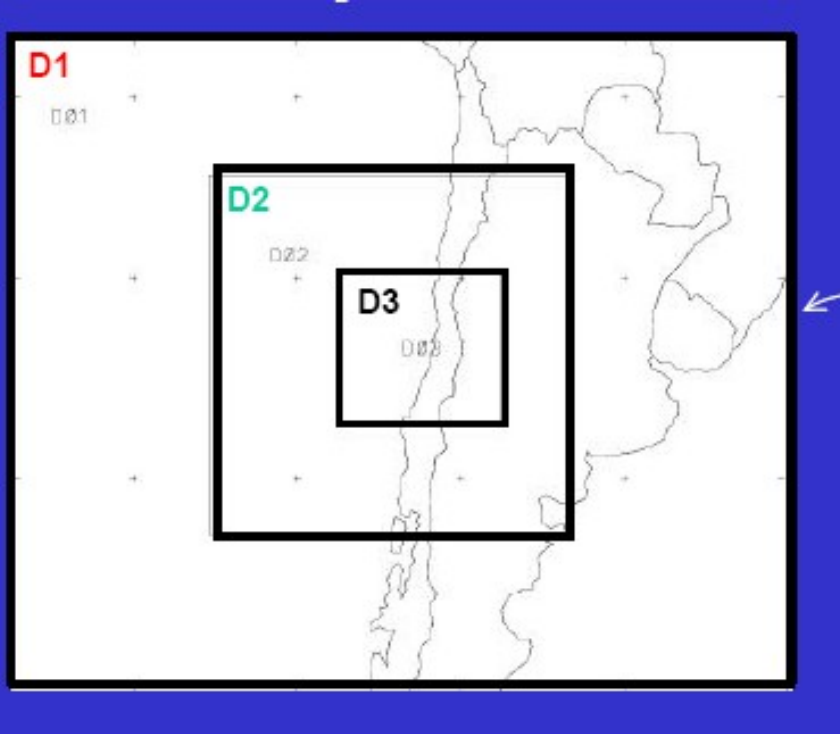
ESTIMACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL AIRE MEDIANTE LA UTILIZACIÓN

Uso de modelos numéricos de predicción del tiempo atmosférico:

MM5

- Modelo basado en ecuaciones de la fluido dinámica.
- Modelo de Mesoescala PSU/CNAR
- Resoluciones cercanas a los 15 Km. Cuadrados
- Condiciones de borde: Global Forecast System (GFS) dependiente del NCAR
- Pronósticos para 17 variables de superficie y 27 niveles de altura.

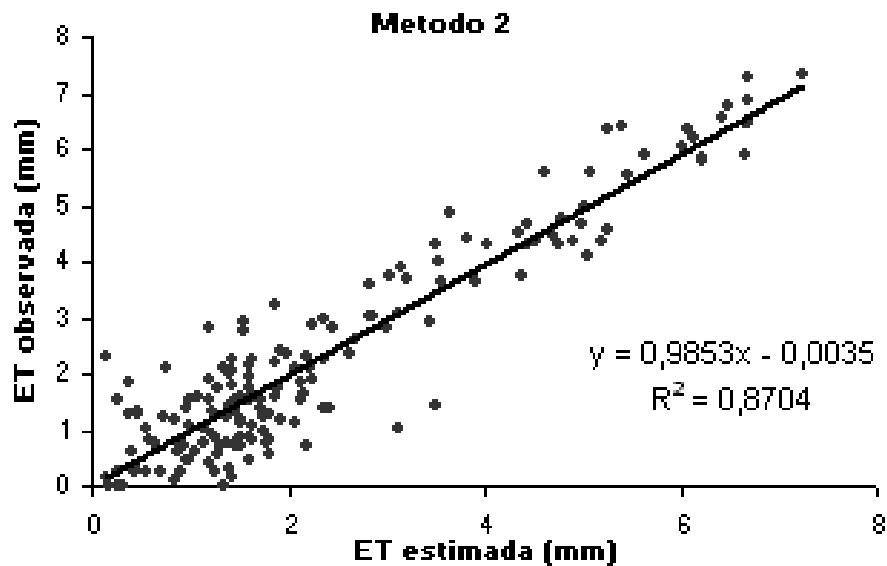
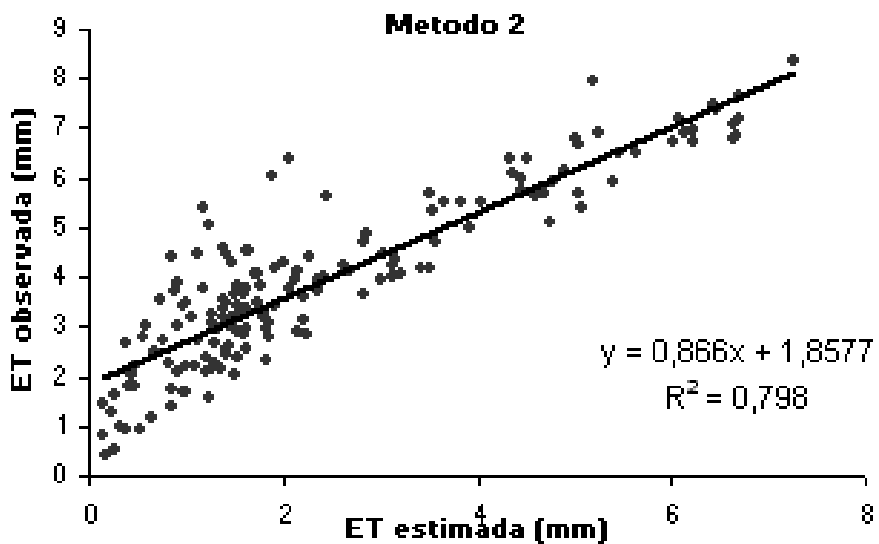
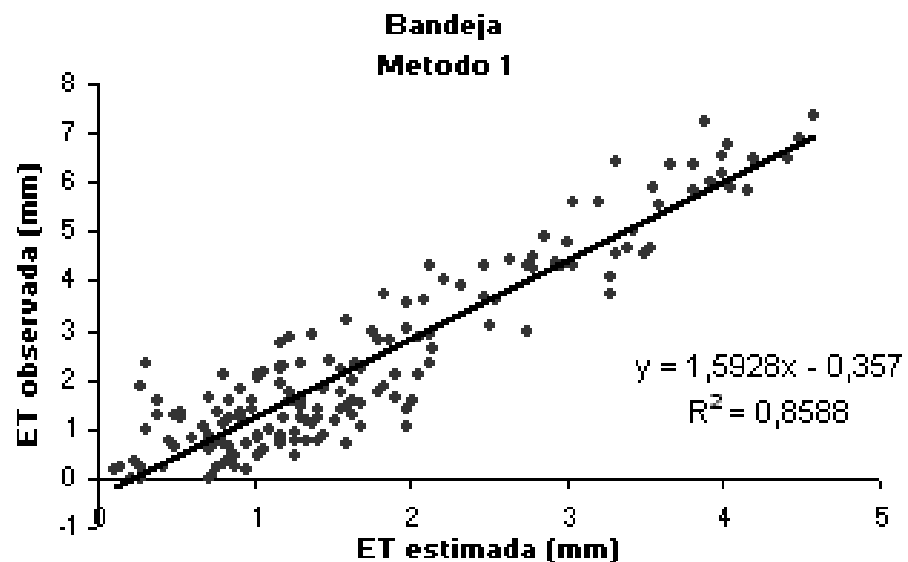
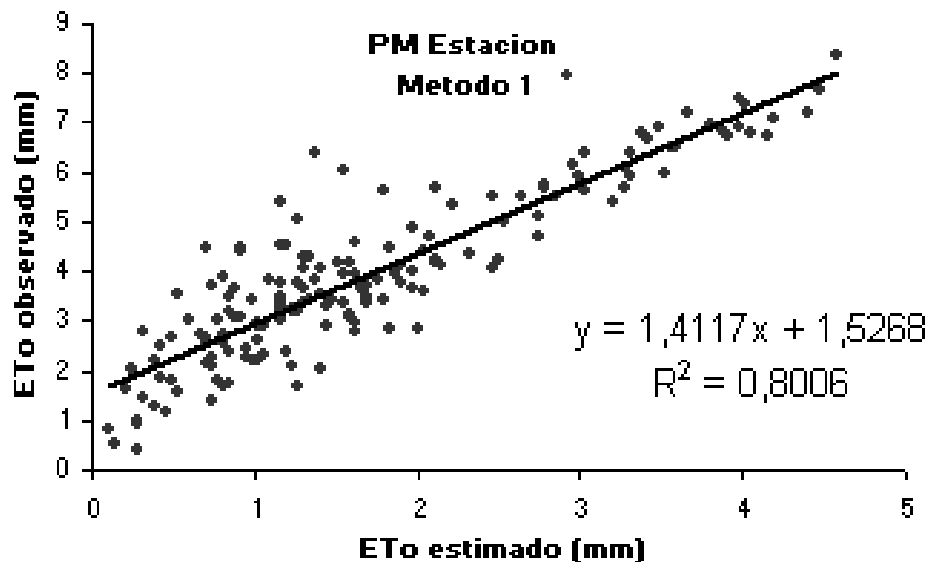
Problem and Objectives



The objectives of this research are

Evaluate the use of MM5 results as proxy for surface weather variables

Use these variables to estimate reference evapotranspiration.



Conclusions

- 1) MOS corrected MM5 outputs allow unbiased and accurate estimates of ETo in comparison to the use of raw MM5 outputs
- 2) Estimates of ETo from MM5 show a close correlation with observed values and becomes an interesting alternative for spatial interpolation.
- 3) Estimates of Eto from MM5 produce better results when values are aggregated in weeks or 10 days.