



Plataforma Agrícola Satelital de Chile

Uso de información satelital para el monitoreo y la determinación de los requerimientos hídricos de los cultivos en las zonas agrícolas del país.

C. Balbontín¹, L. Morales², G. Selles¹, S. Ortega³, M. Odi¹, C. Riveros³, O. Lagos⁴, F. Meza⁵, P. Gil⁵, J. Neira², M. Lillo⁴, E. Holzapfel⁴, X. de la Vega⁶, R. Ferreyra¹, A. Antúnez¹.

***expositores**

- ¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA
² Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias
³ Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias
⁴ Universidad de Concepción, Facultad de Ingeniería Agrícola
⁵ Universidad Católica, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
⁶ Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo

1

Mapa dinámico a escala diaria de la Evapotranspiración de Referencia (ET_o) para determinar las necesidades de riego en Chile

PYT-2017-0877



2



3

OBJETIVO GENERAL

Implementar una **Plataforma Agrícola Nacional** (en línea) que permita el monitoreo del desarrollo de los cultivos y estimar de forma precisa la demanda de riego en diferentes zonas agrícolas distribuidas desde la región Coquimbo hasta la región del Bío Bío, de adecuada **resolución espacial**, hasta 0,1 ha, y **resolución temporal** de una semana.



4

- 

1. Construir una base de datos actualizable con información meteorológica histórica y de la Evapotranspiración de Referencia (ET₀) para la zona comprendida entre las regiones de Coquimbo y Bío Bío.
- 

2. Consolidar y calibrar imágenes del satélite MODIS para el cálculo de la Evapotranspiración de Referencia (ET₀) en la zona comprendida entre las regiones de Coquimbo y Bío Bío.
- 

3. Desarrollar y validar una metodología automatizada para estimar de manera dinámica y espacializada la Evapotranspiración de Referencia (ET₀) a escala semanal en la zona comprendida entre las regiones de Coquimbo y Bío Bío.
- 

4. Implementar un Sistema de Información Geográfica con funcionalidades web para consulta de imágenes raster semanales de Evapotranspiración de Referencia (ET₀) para la zona de estudio.
- 

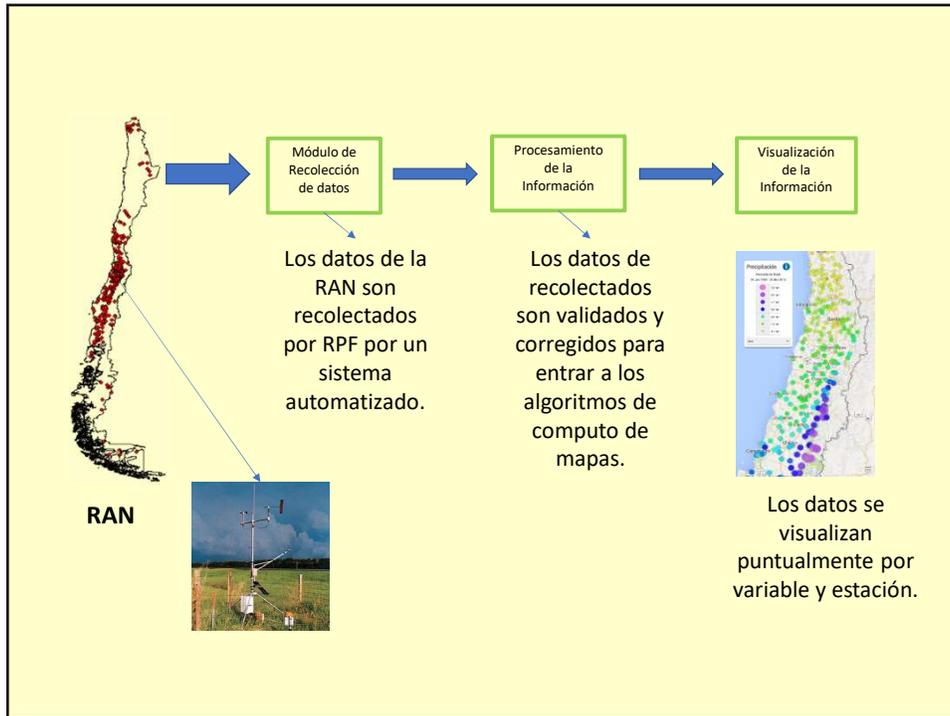
5. Difusión de la Plataforma Nacional y sus productos mediante la capacitación a profesionales y técnicos del sector público y privado a través de Talleres Regionales, Webinars y Material de apoyo.
- 

6. Evaluar económicamente los resultados susceptibles de ser implementados de la solución propuesta.

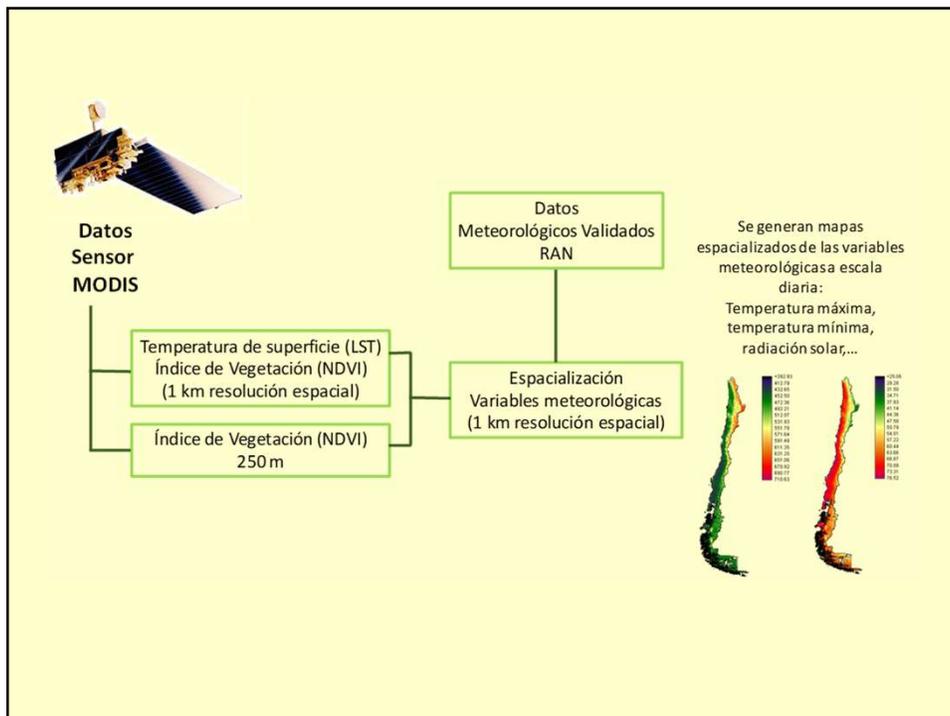
5

METODO

6



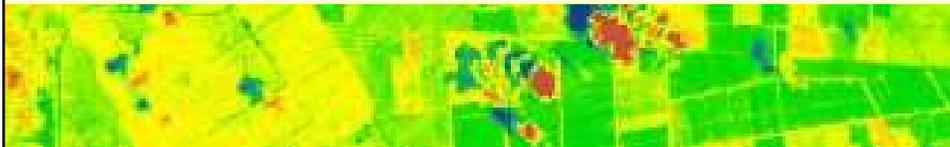
7



8

ET_o

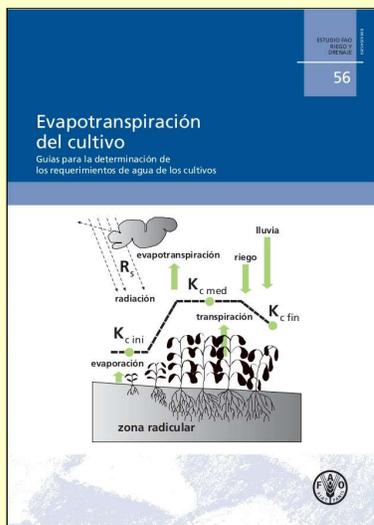
- Mediciones in situ
- Modelos teóricos
- Modelación de mesoescala
- Métodos semi-empíricos
- Teledetección
- Hibridaciones varias



9

EVAPOTRANSPIRACION DE REFERENCIA

FAO56



Evapotranspiración del cultivo
Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos

56

ESTUDIO FAO
BÁSICO Y
GENERAL

evapotranspiración

radiación

riego

lluvia

transpiración

evaporación

zona radicular

$K_{c\ ini}$

$K_{c\ med}$

$K_{c\ fin}$

FAO

10

Parsimonia ?



Entenderemos este concepto asociado al principio de simplicidad de Newton: “Porque a la naturaleza le complace la sencillez, y no gusta de la pompa de las causas superfluas”

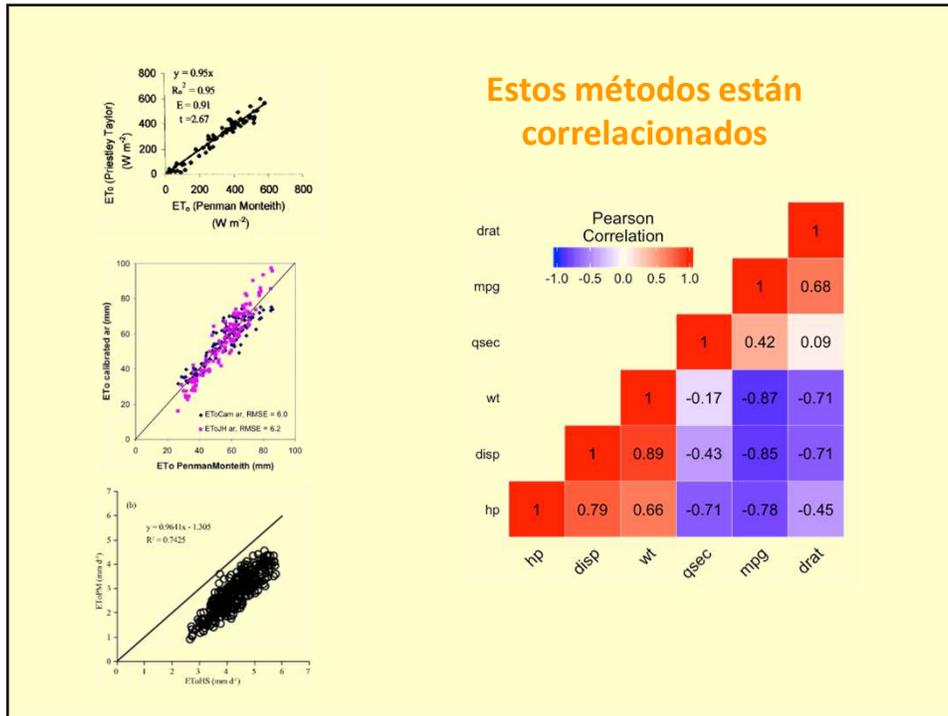
o bien preferiremos de entre un zoológico de alternativas teóricas, empíricas y semi-empíricas el modelo más simple posible entre varias alternativas (Se considera un principio heurístico típico de la ciencia moderna).

11

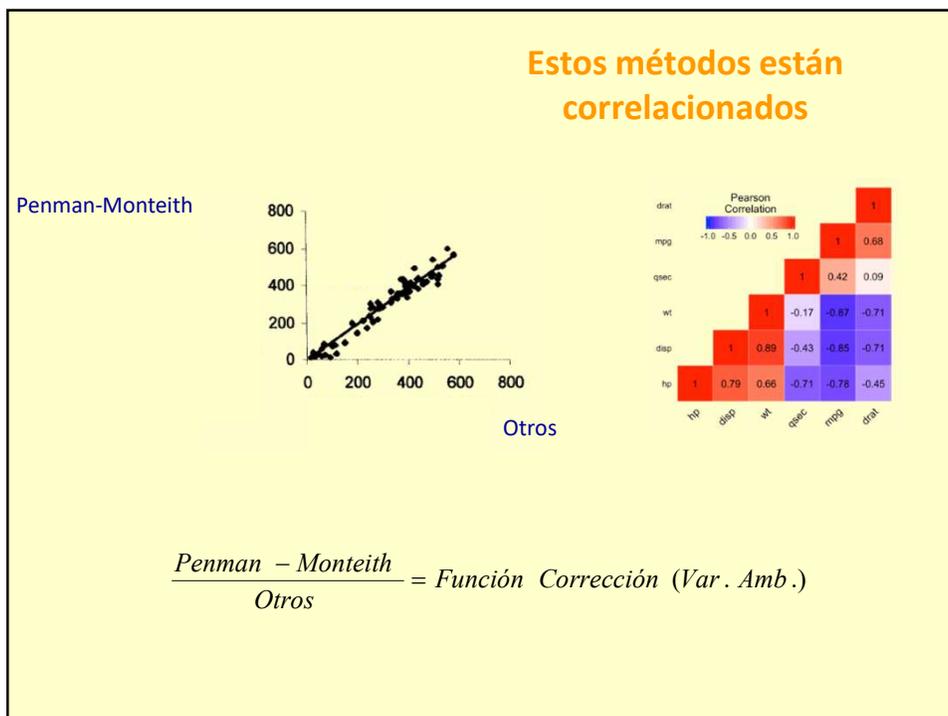
Métodos Simples

- Lisímetro
- Bandeja
- Ivanov
- Papadakis
- Blanney y Criddle
- Blanney-Morin
- Hargreaves-Samani
- Turc
- Jensen-Haise
- Makkink
- Priestley-Taylor
- Penman-Monteith

12



13



14

EVAPOTRANSPIRACION DE REFERENCIA FAO56



$$ET_o = \frac{0.408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \left(\frac{900}{T + 273} \right) \cdot u_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0.34 \cdot u_2)}$$

$$ET_o = K_{HS} \cdot \left(\frac{R_g}{\lambda} \right) \cdot (T_a + 17.78)$$

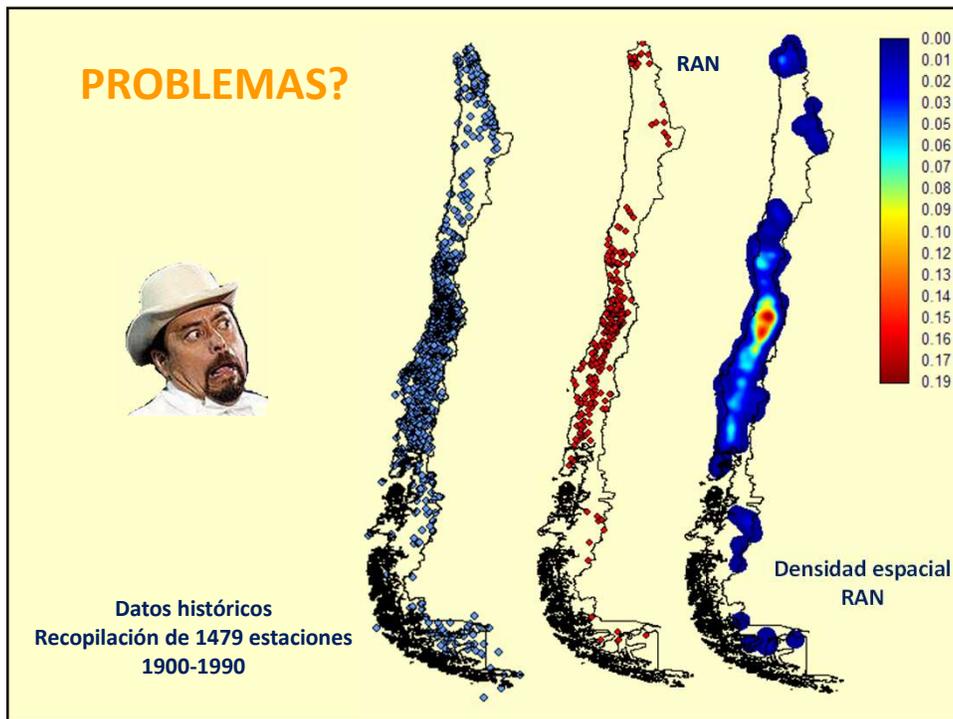
15

Variables Meteorológicas

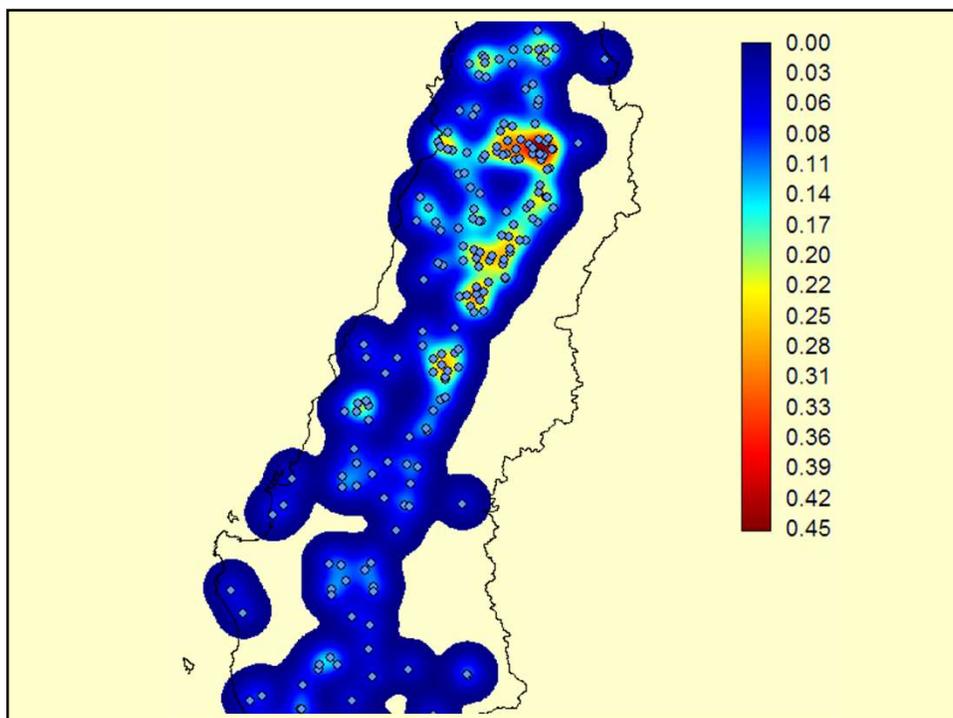
Temperatura
Presión
Humedad relativa
Radiación solar global
Velocidad del viento



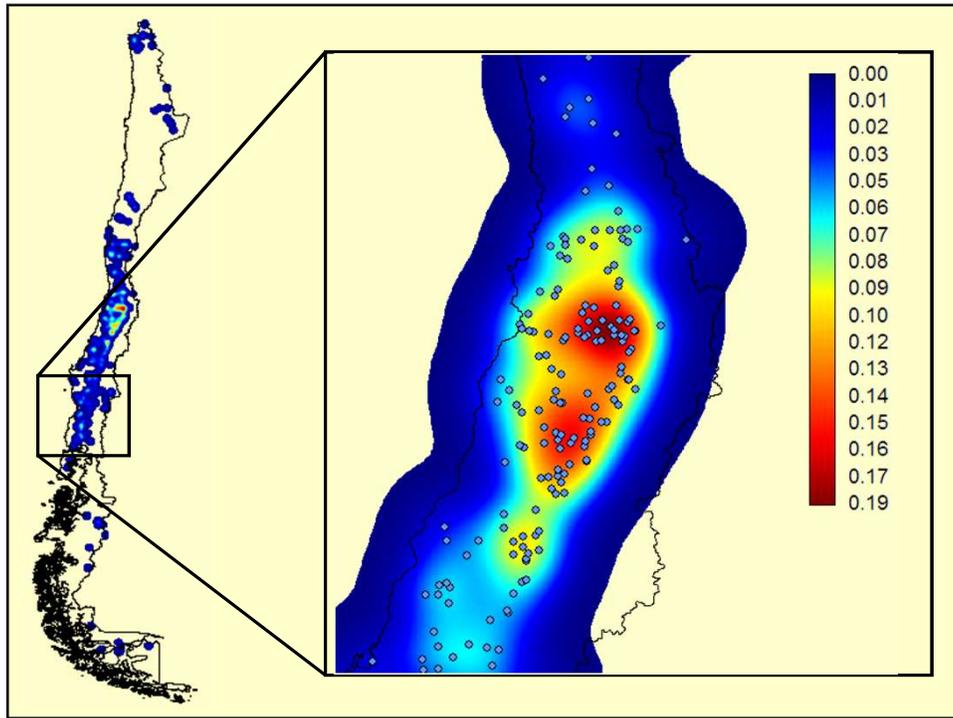
16



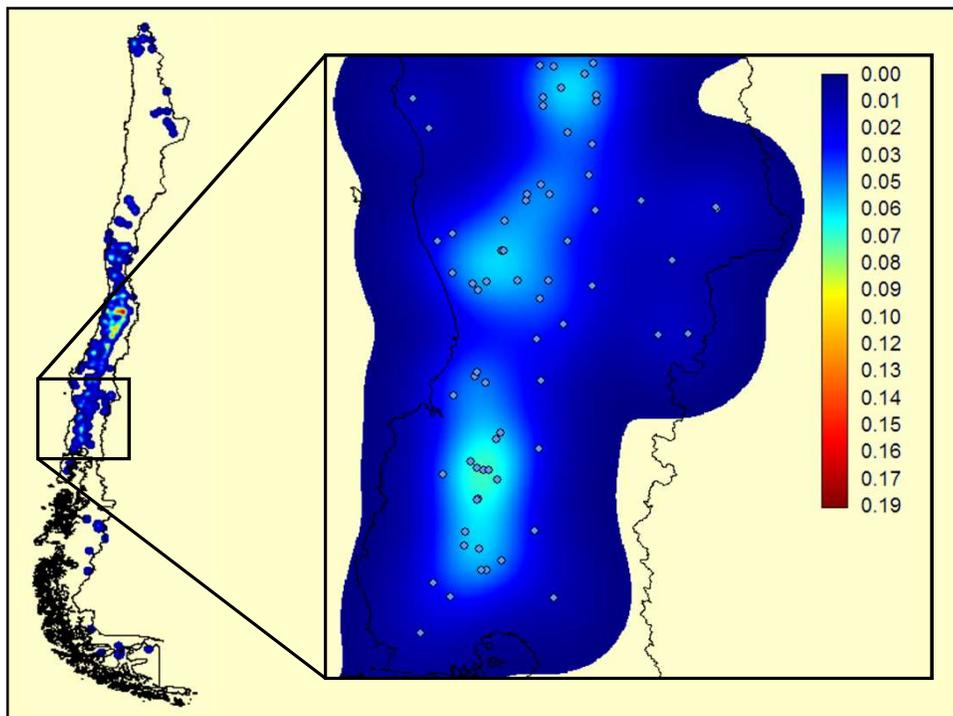
17



18



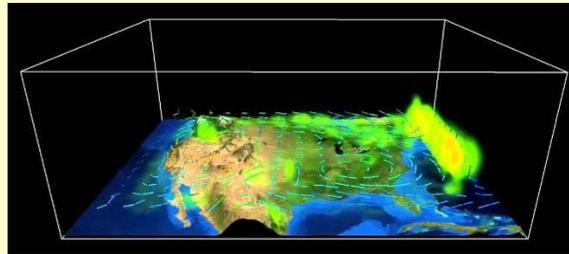
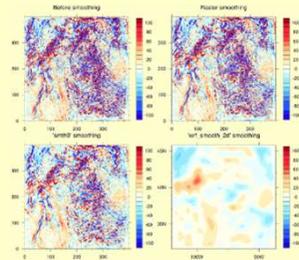
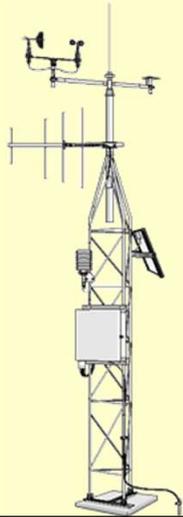
19



20

SOLUCION?

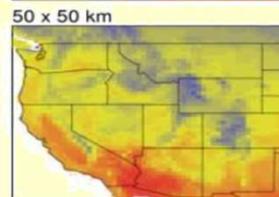
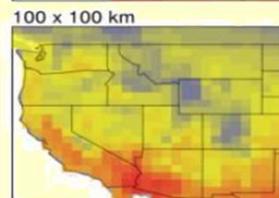
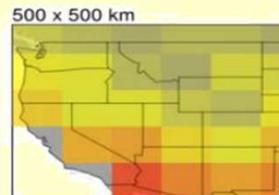
Modelación de mesoescala a partir de datos de EMAs, Teledetección y estadística espacial.



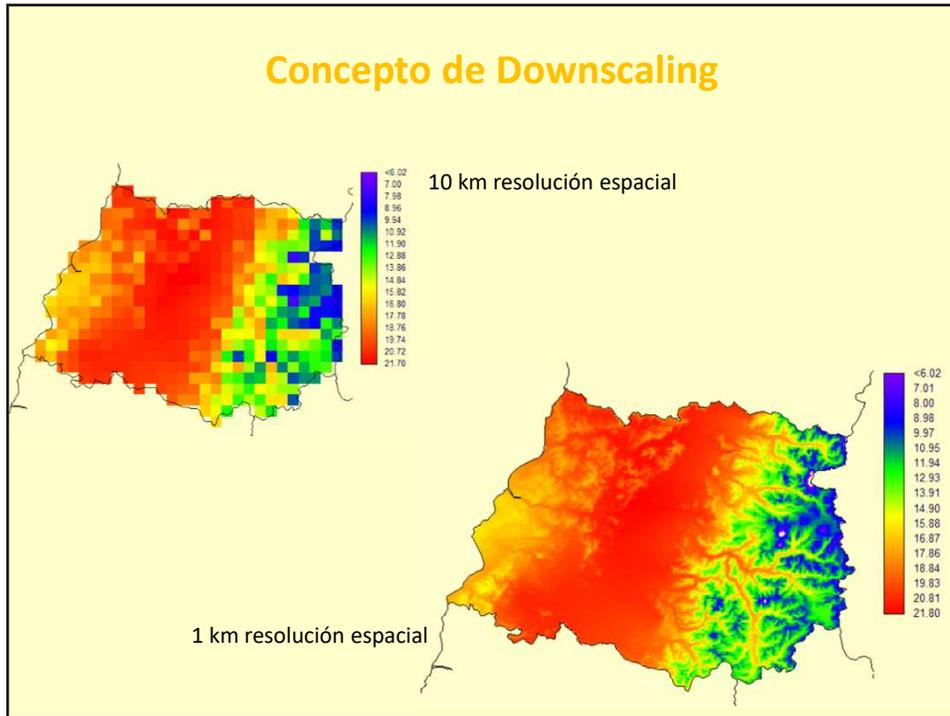
21

Modelos mesoescala

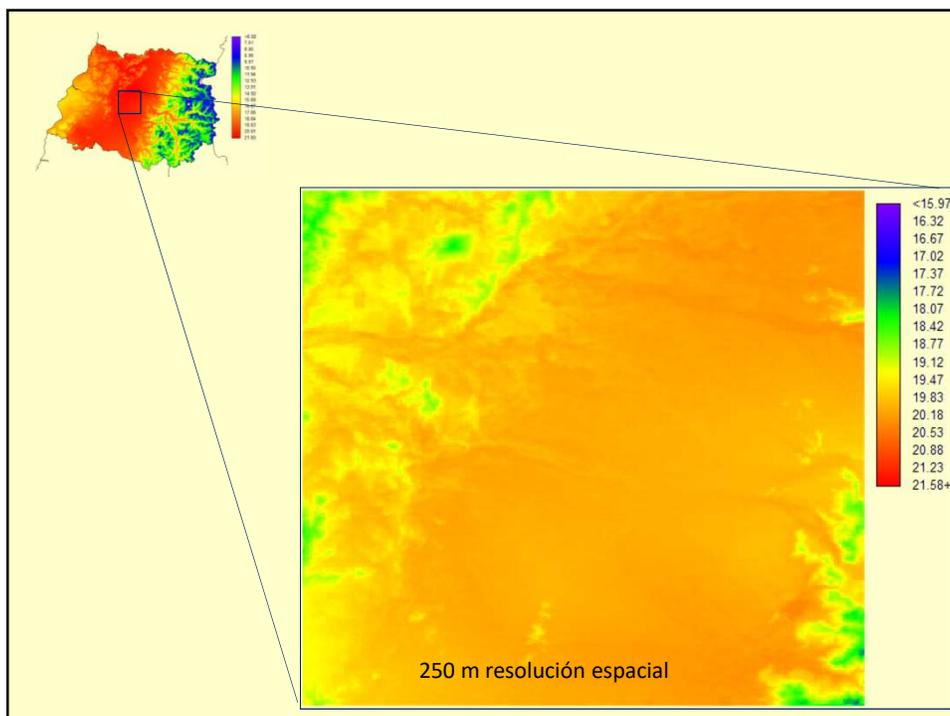
- 100 km
- 50 km
- 25 km
- 5 km
- 1 km



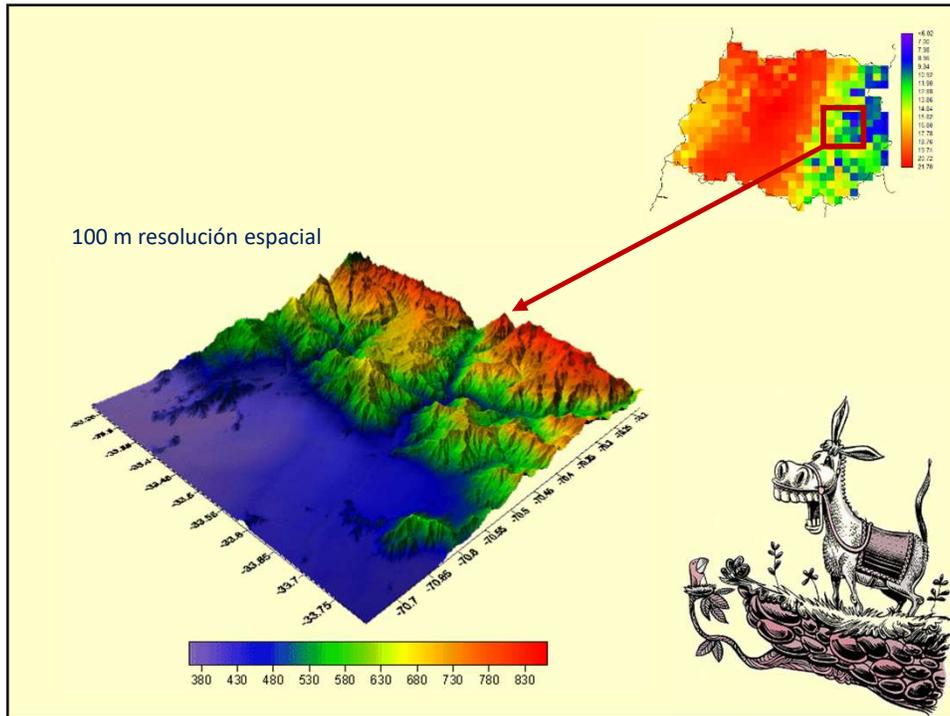
22



23



24



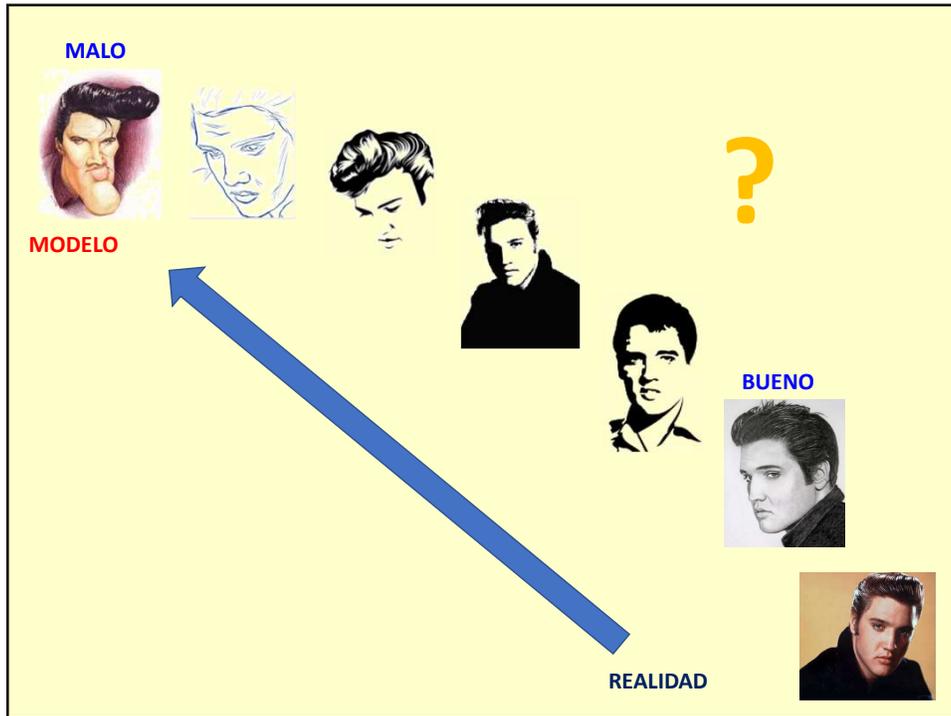
25

Métodos Estadísticos v/s Dinámicos

Método	Estadísticos	Dinámicos
Pros	<p>↑ Resoluciones</p> <p>~ 1km</p> <p>- Rápido de implementar y más asequible - Aplicable a <u>TODOS</u> los GCMs</p>	<p>↑ Robusto</p> <p>↑ Variables</p> <p>- Muy buenos para estudiar procesos atmosféricos</p> <p>- Aplicable a varios GCMs dependiendo de disponibilidad de datos</p>
Contras	<p>Cambios solo varían en gran escala</p> <p>↓ variables</p>	<p>↓ Resoluciones</p> <p>25-50 Km</p> <p>Requiere más experticia para correrlo Pocas plataformas, mucho procesamiento y almacenamiento Incertidumbre difíciles de cuantificar</p>

CIAT

26



27

Generación espacial de GRIDS

El estudio de la variación climática debida fundamentalmente a factores fisiográficos se ha estudiado mediante el denominado "Análisis Topoclimático", definido en términos generales, como el clima característico de un lugar el cual puede ser descrito cuantitativamente como una combinación de parámetros topográficos (Okolowicz, 1969; Kaminski y Radosz, 2002).

Sin embargo, esta definición no excluye otros factores de la superficie terrestre de importancia en las variaciones climáticas como son la latitud, longitud, distancia al océano o los cuerpos de agua y estado de superficie, modelado por el uso actual del suelo, entre otros. Por ejemplo, la temperatura en las zonas urbanas es mayor que en las áreas rurales, y estos patrones espaciales difieren mucho en el transcurso del día y de la noche Cheval and Dumitrescu, 2009; Van Leewen et al., 2011).

28

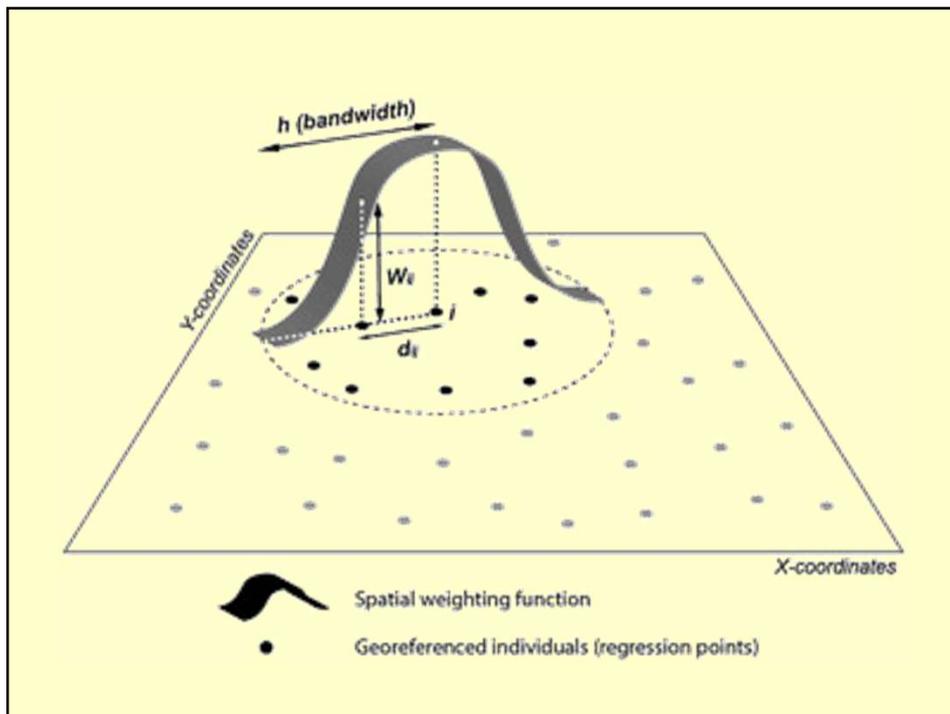
En base a lo anterior, la modelación de las distintas variables climáticas puede ser realizada mediante la aplicación de un modelo matemático descrito por la ecuación

$$y_i = a_0(u_i, v_i) + \sum_k a_k(u_i, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i$$

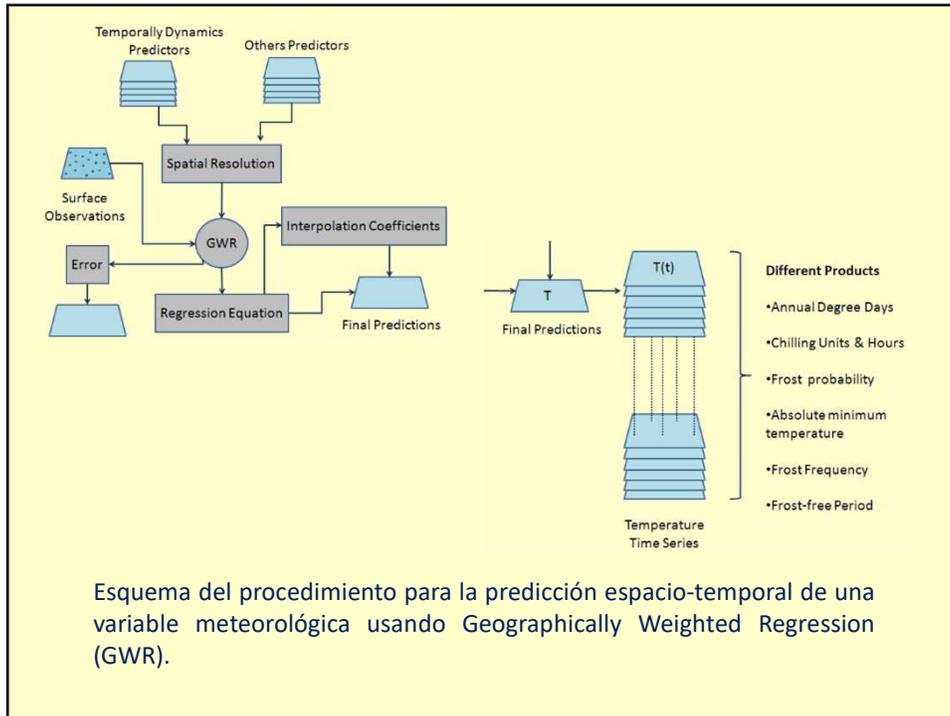
$$a_k(u_i, v_i) = [X^T \cdot W(u_i, v_i) \cdot X]^{-1} \cdot X^T \cdot W(u_i, v_i) \cdot Y$$

$$W(u_i, v_i) = e^{-\alpha \cdot d_{ij}^2}$$

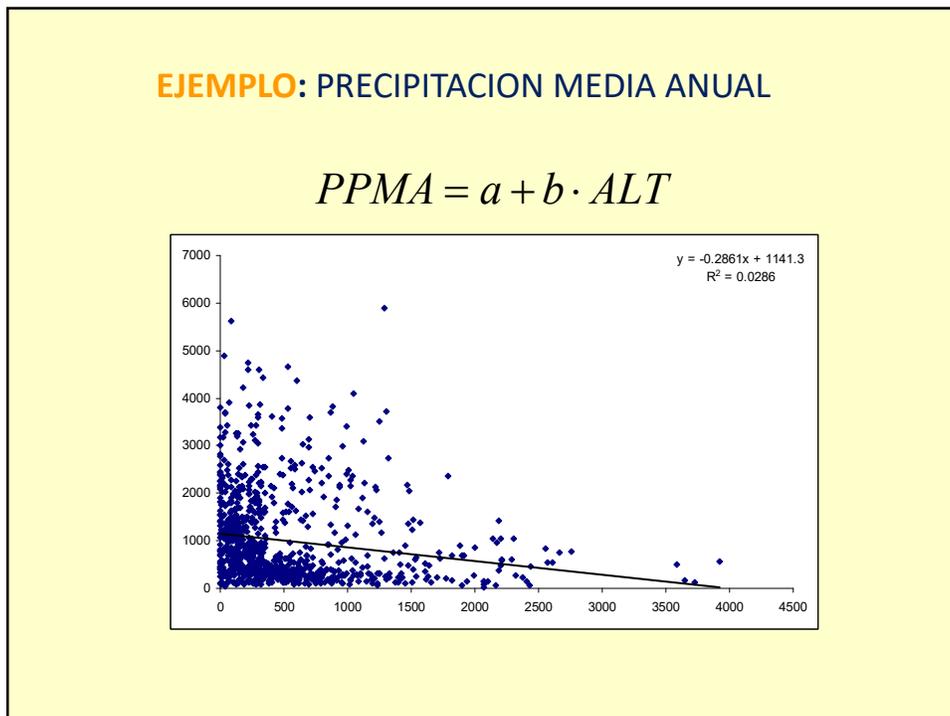
29



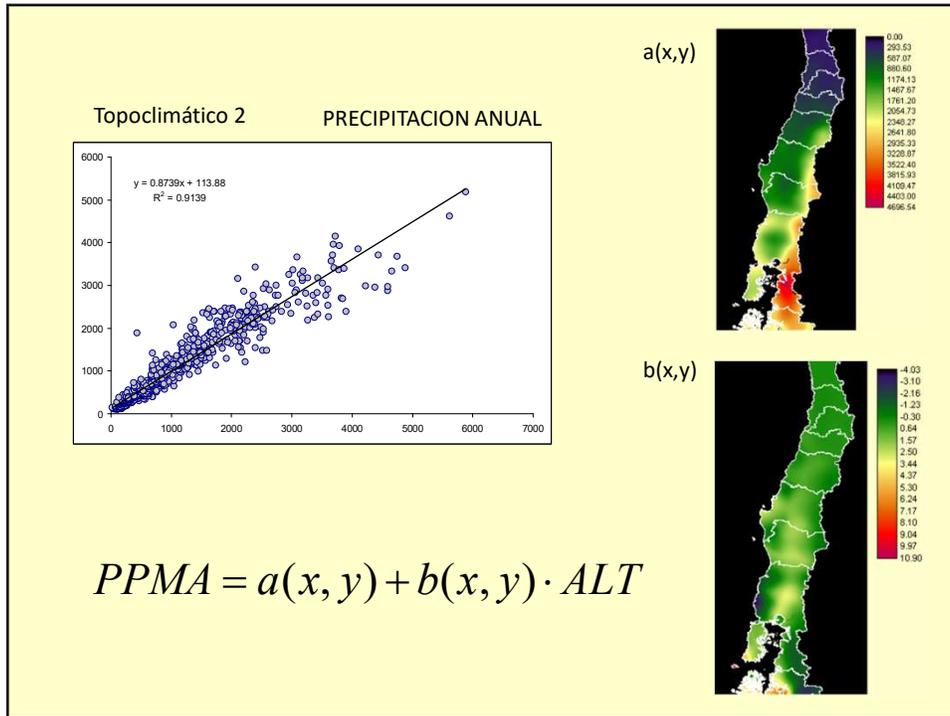
30



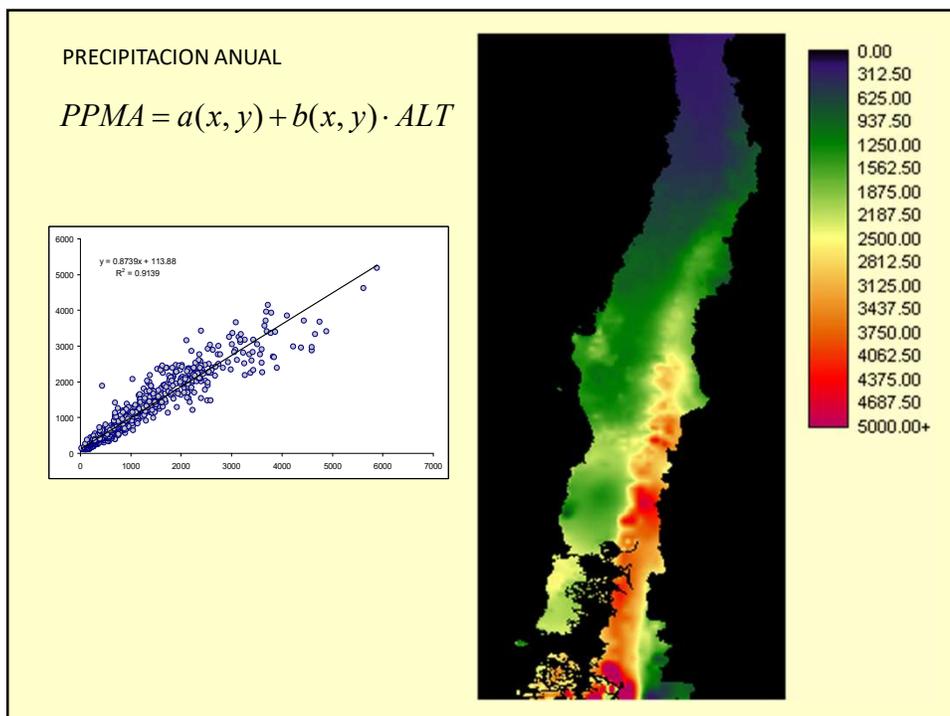
31



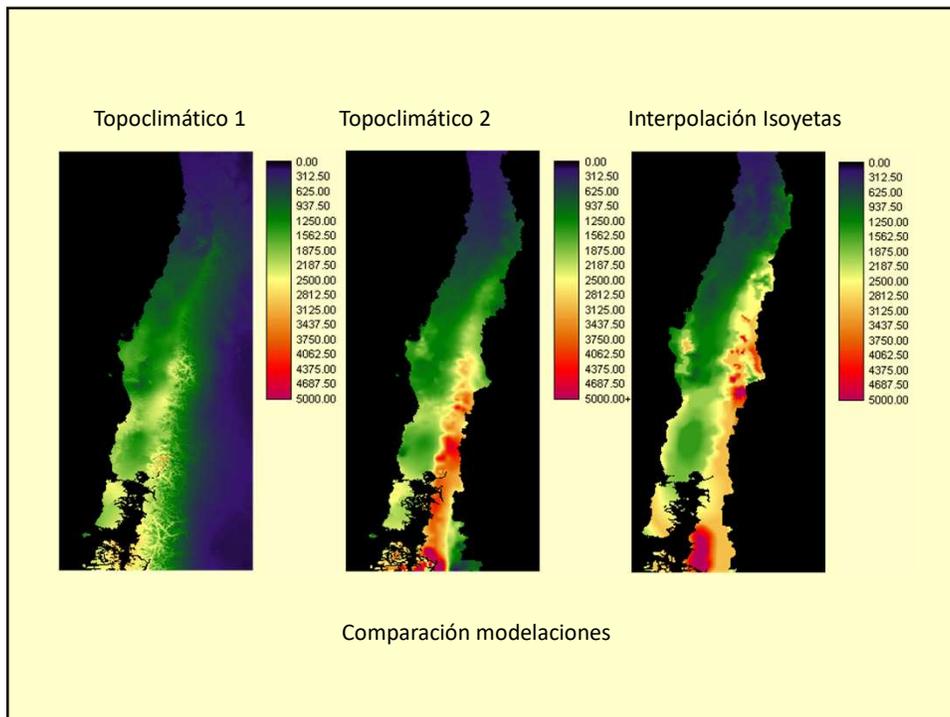
32



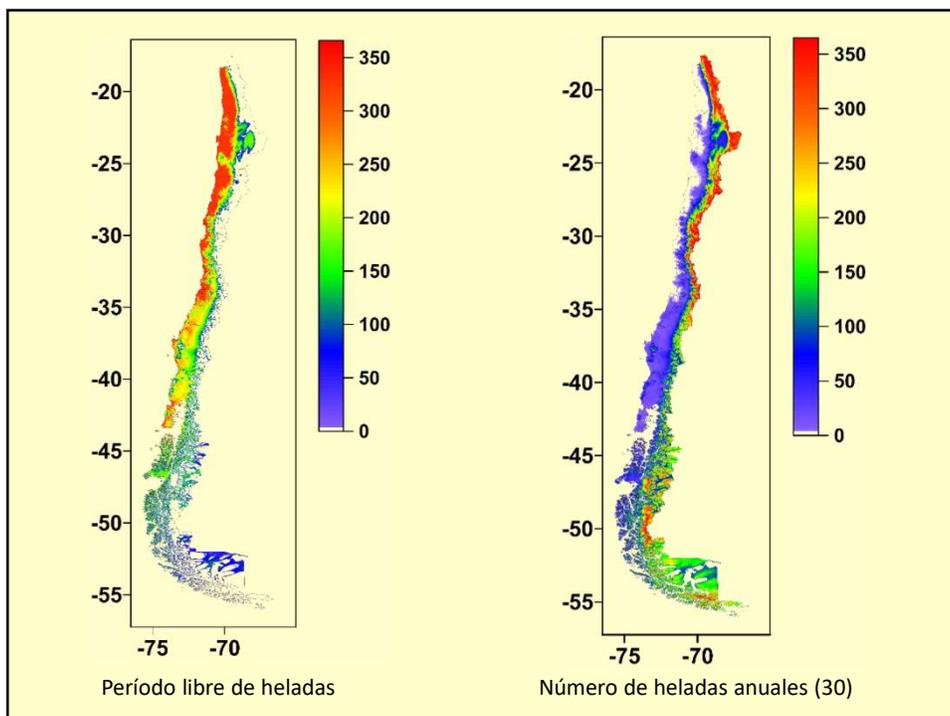
33



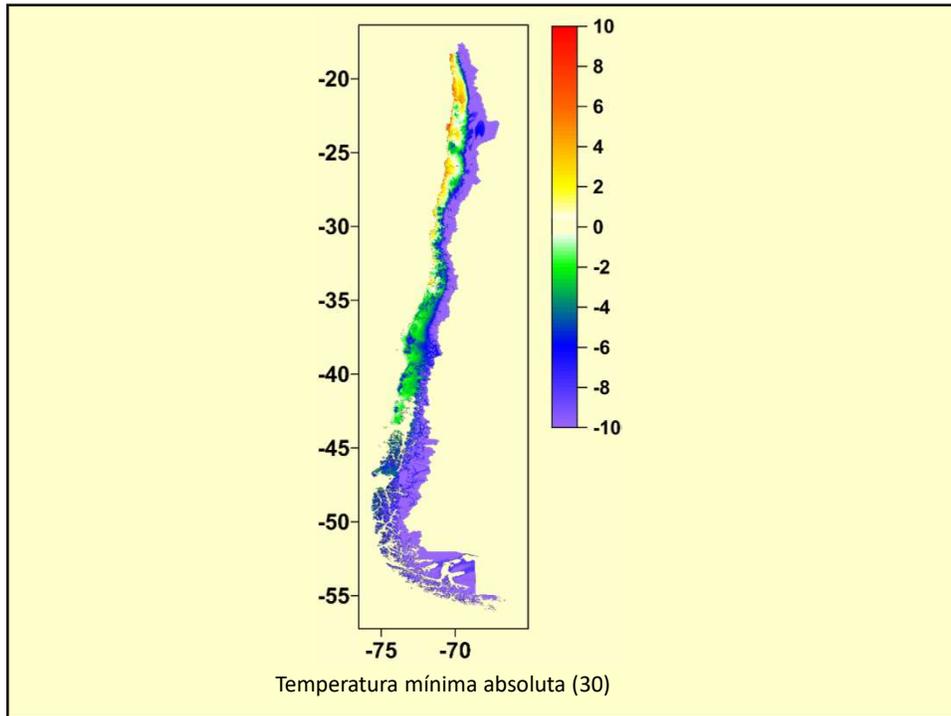
34



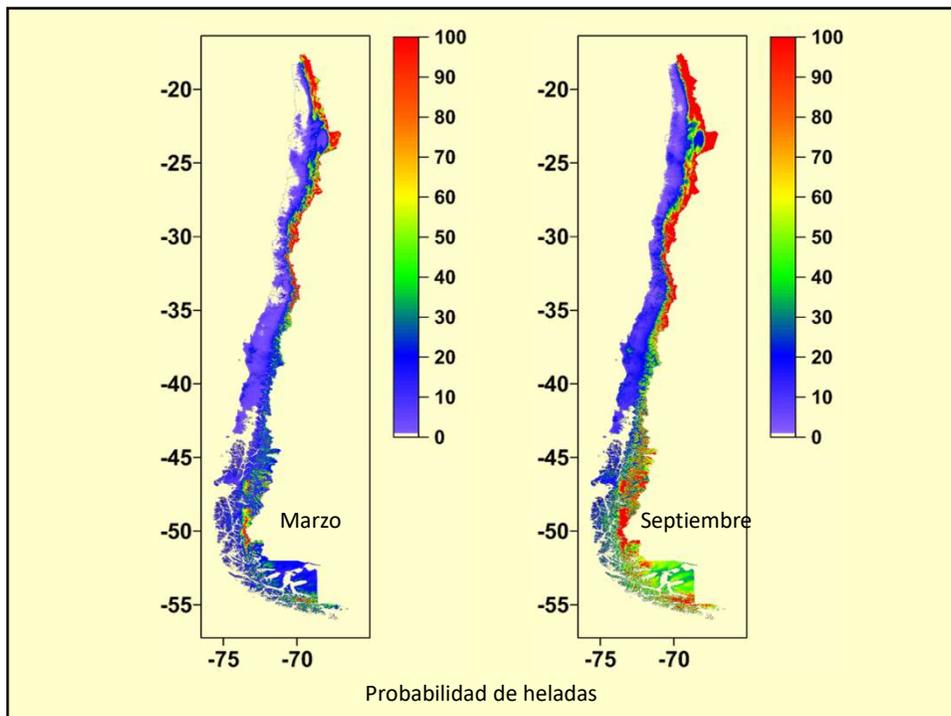
35



36

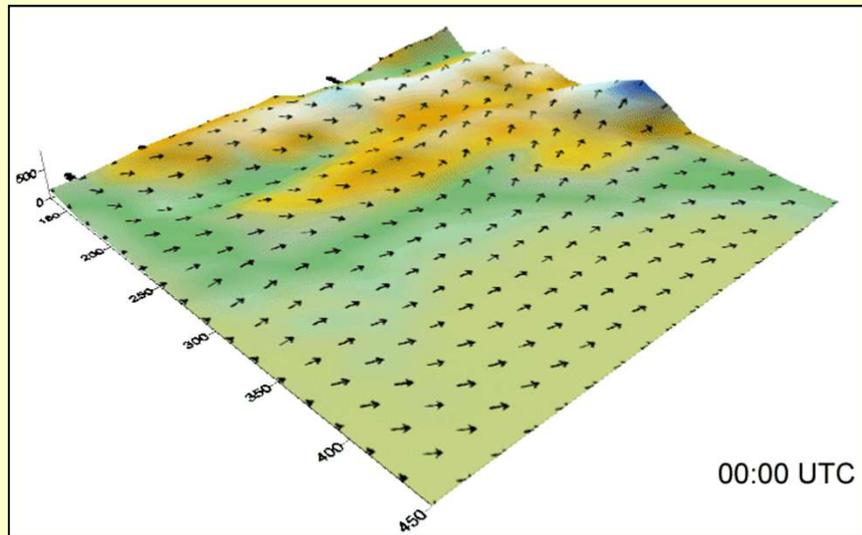


37



38

Viento



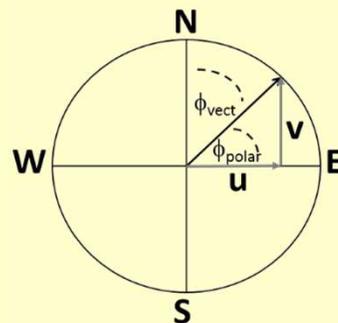
39

$$\vec{V}_H = u \cdot \hat{i} + v \cdot \hat{j}$$

$$u = |v_H| \cdot \cos(\phi_{\text{polar}}) = |v_H| \cdot \sin(\phi_{\text{vect}})$$

$$v = |v_H| \cdot \sin(\phi_{\text{polar}}) = |v_H| \cdot \cos(\phi_{\text{vect}})$$

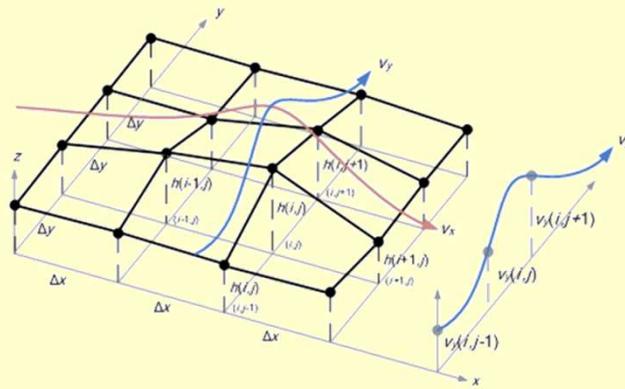
$$|\vec{V}_H| = \sqrt{u^2 + v^2}$$



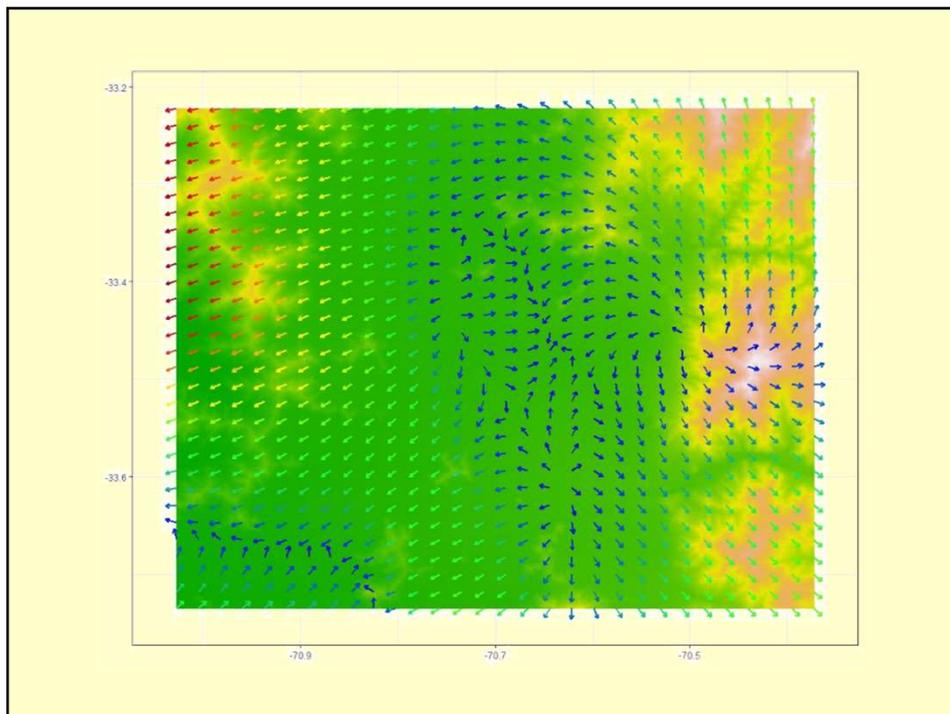
40

$$\mathbf{u}_{\text{correg}} = \mathbf{u} + \mathbf{f}_x \cdot \left(\Delta h \cdot \frac{\Delta u}{\Delta x} \right)$$

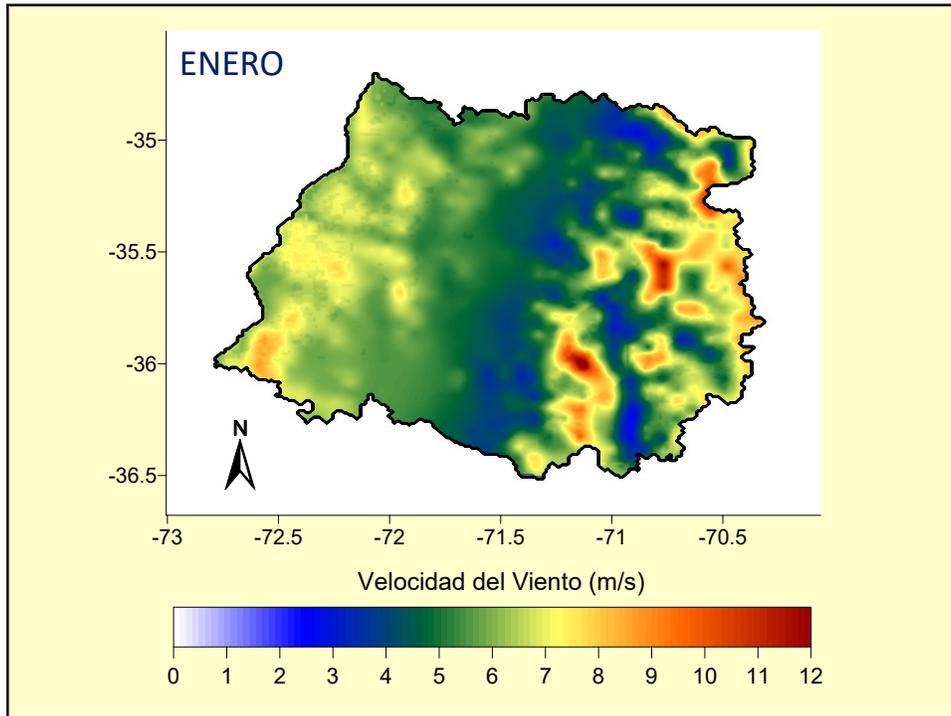
$$\mathbf{v}_{\text{correg}} = \mathbf{v} + \mathbf{f}_y \cdot \left(\Delta h \cdot \frac{\Delta v}{\Delta y} \right)$$



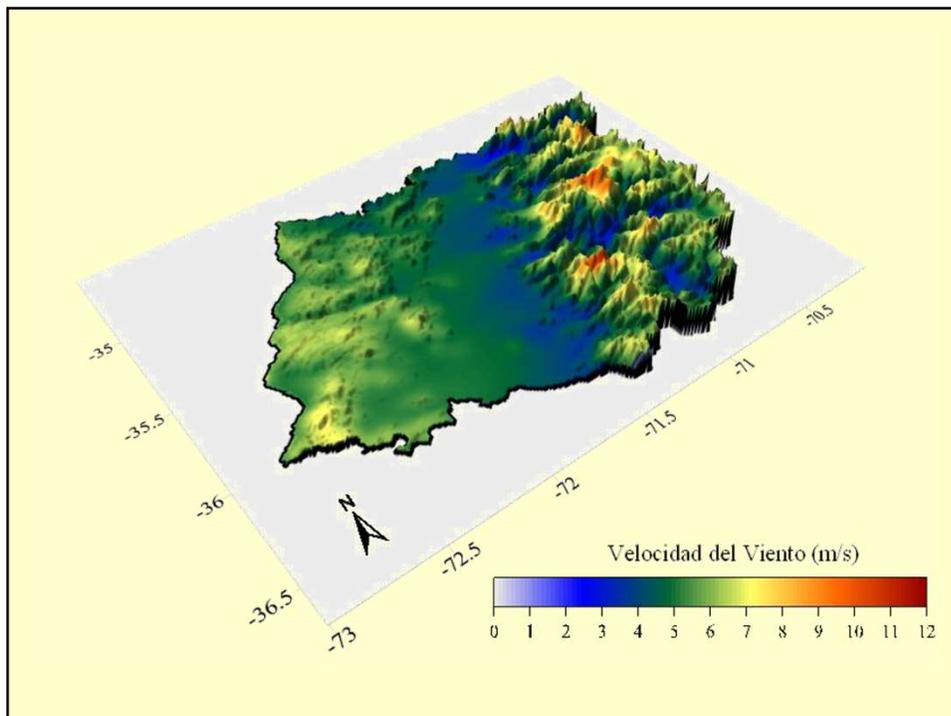
41



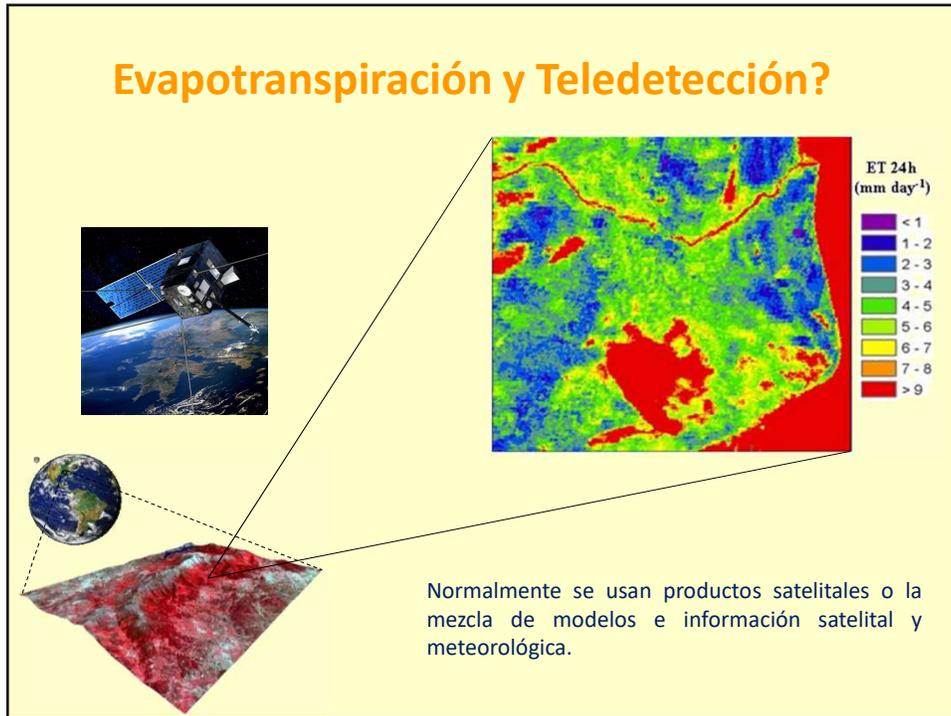
42



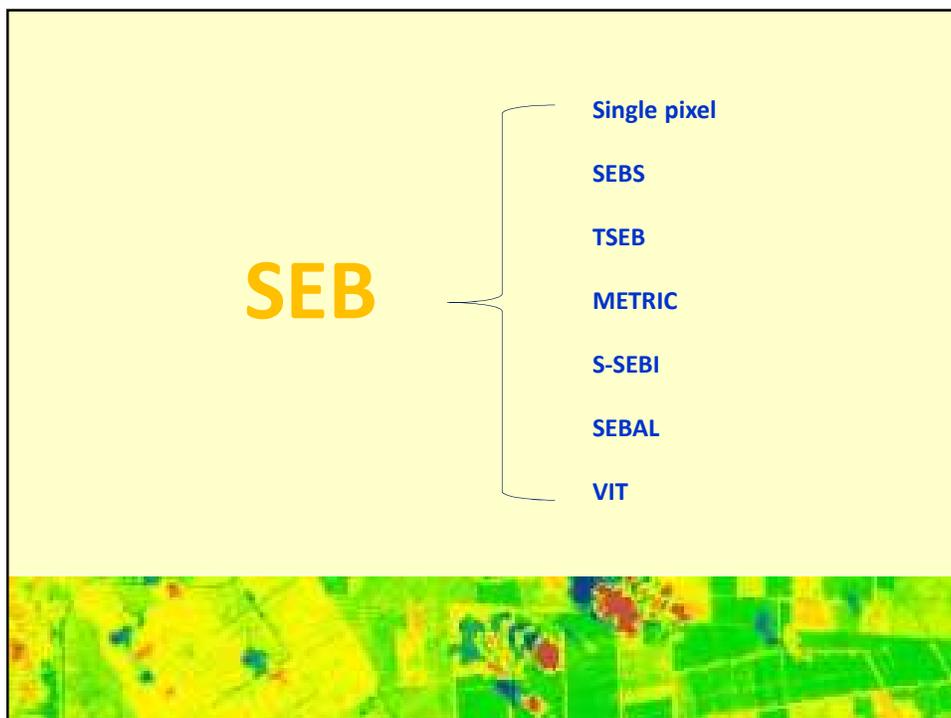
43



44



45



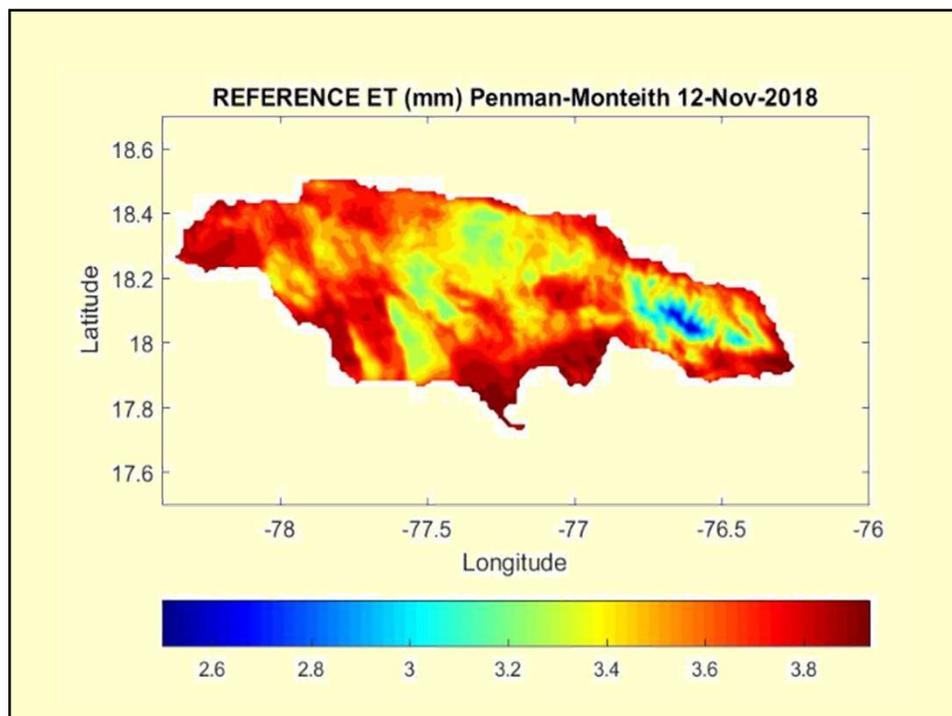
46

Cartografía de Evapotranspiración

A partir de datos satelitales de las bandas infrarrojas y de estaciones meteorológicas en referencia, es posible estimar la evapotranspiración a escala Regional, con lo cual es posible tomar decisiones en torno al riego.



47



48

Hargreaves-Samani

$$ET_d = k_{HS} \cdot \left(\frac{R_g}{\lambda} \right) \cdot (T_m + 17.8)$$

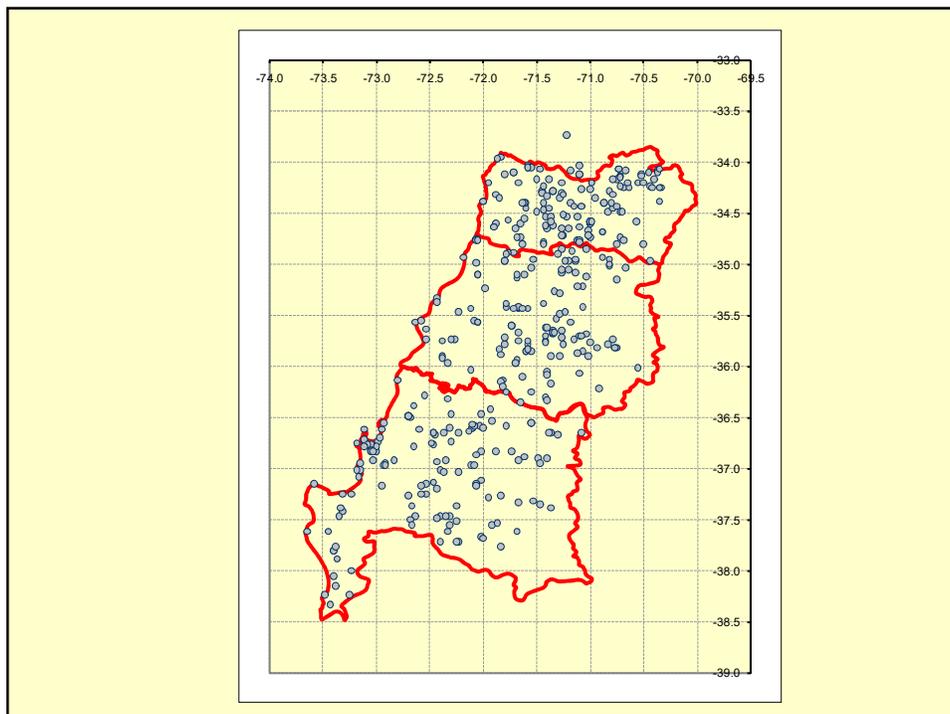
$$\lambda = 2.501 - 0.002361 \cdot T_m$$

$$k_{HS} \approx 0.0135$$

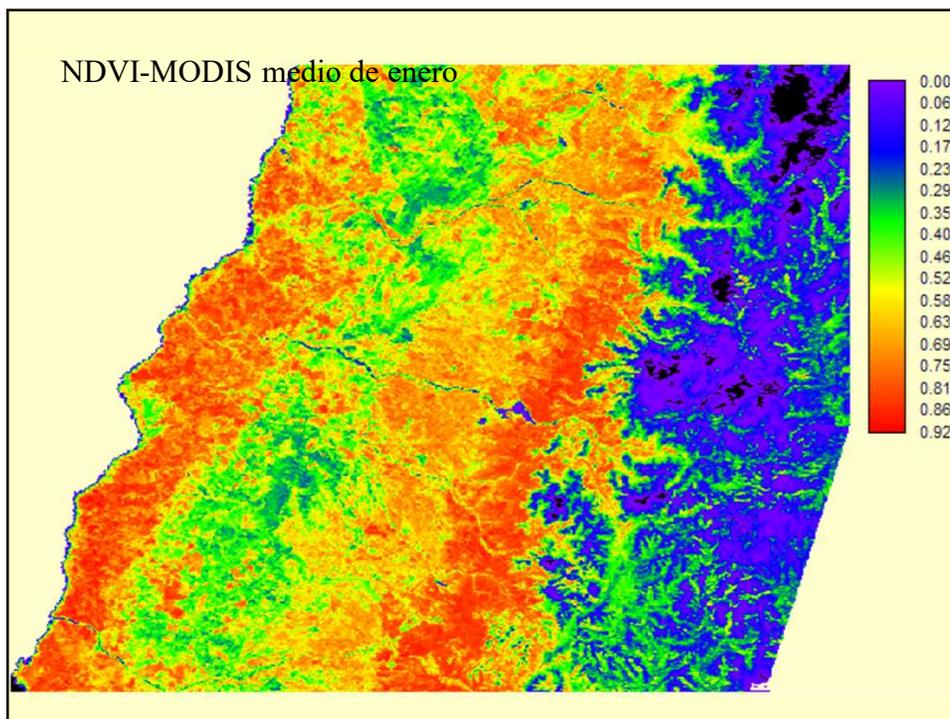
Hargreaves, G.H., Samani, Z.A., 1985. Reference crop evapotranspiration from temperature. *Applied Eng. in Agric.*, 1(2): 96-99.

Samani, Z. 2000. Estimating Solar Radiation and Evapotranspiration Using Minimum Climatological Data. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, Vol. 126, No. 4, pp. 265-267

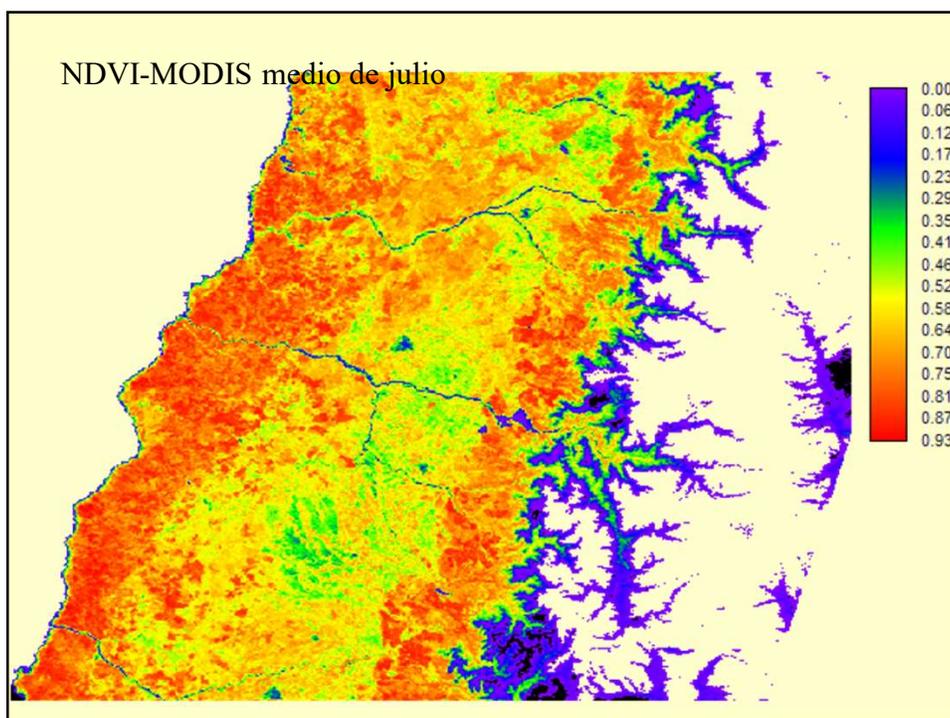
49



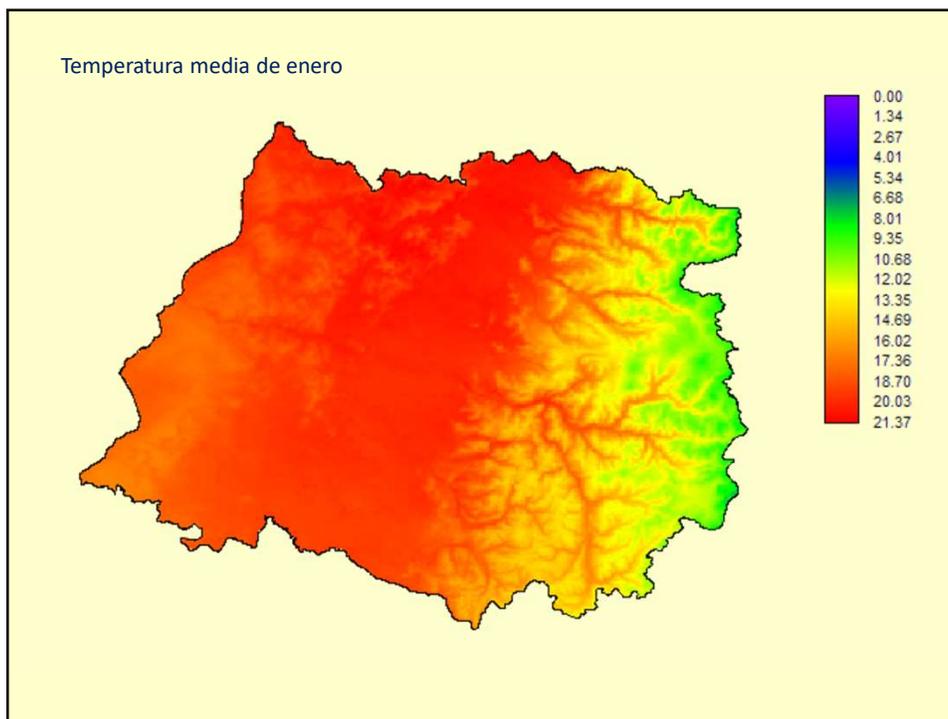
50



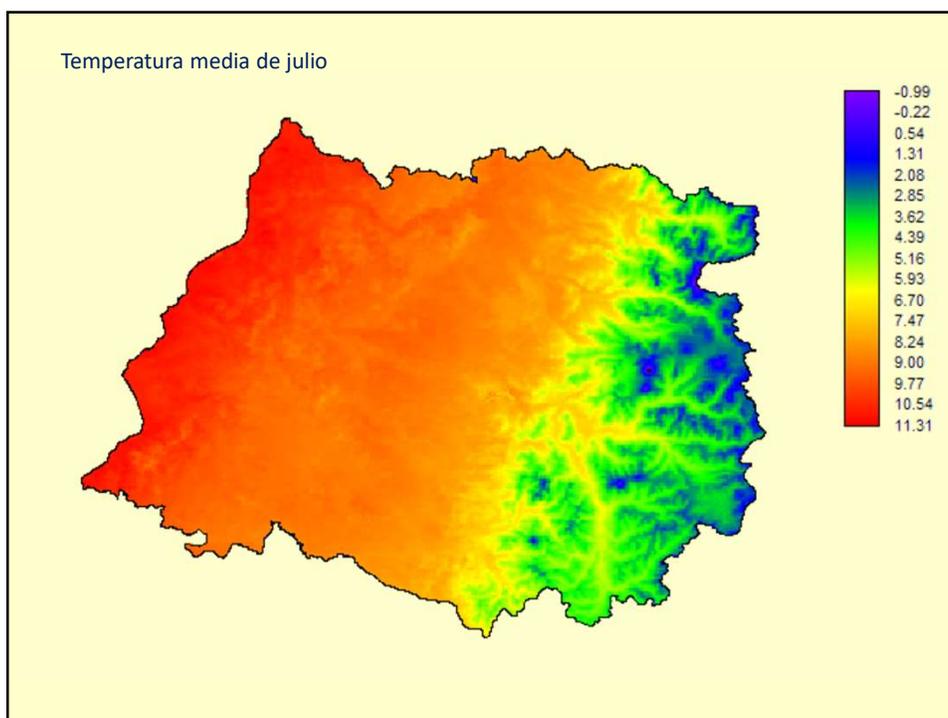
51



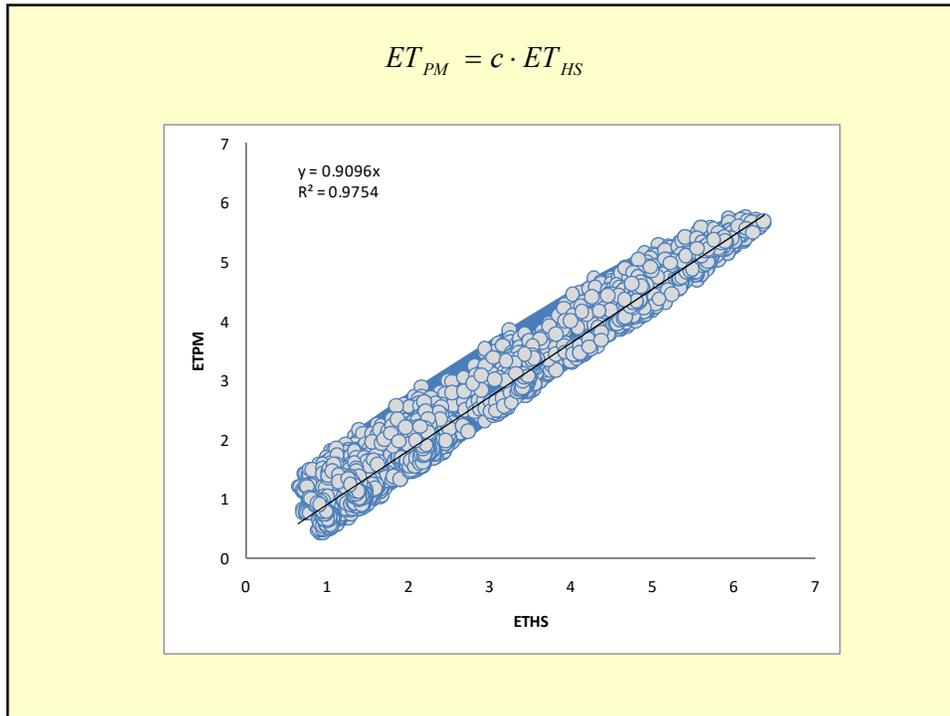
52



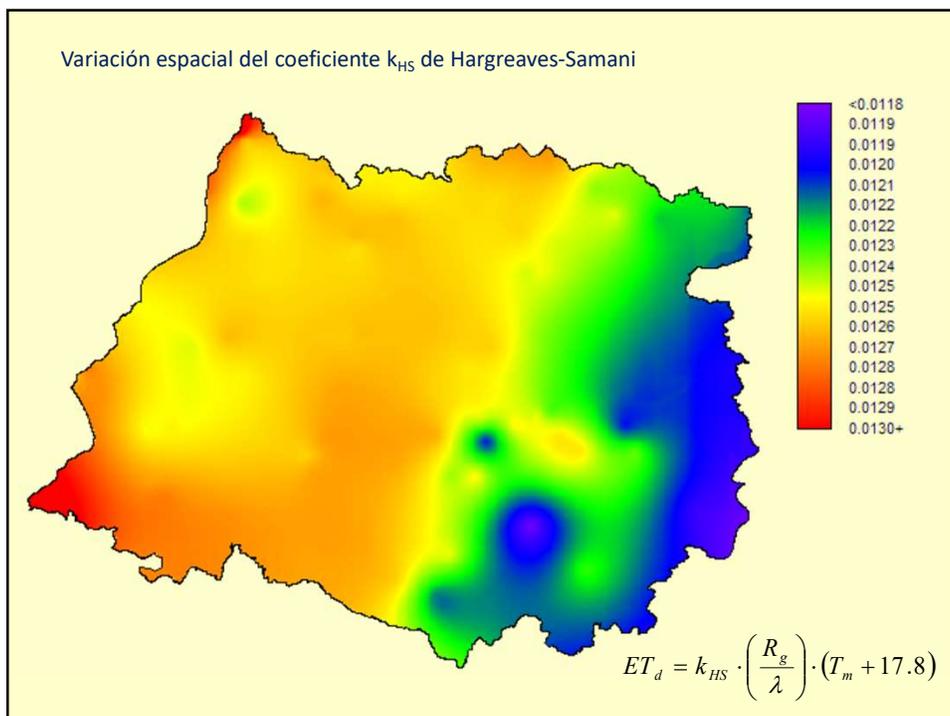
53



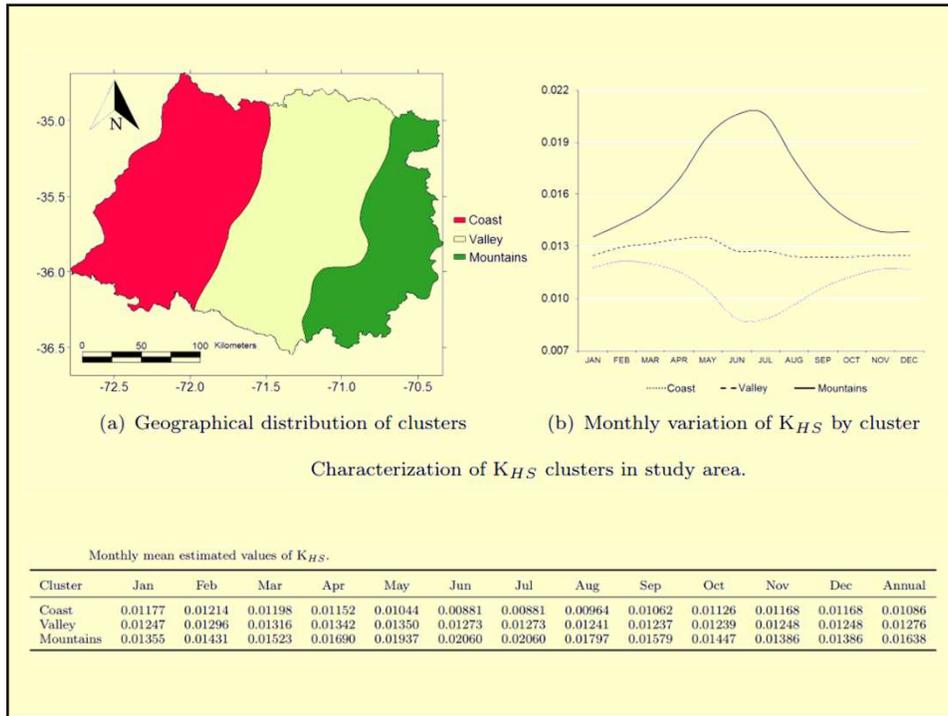
54



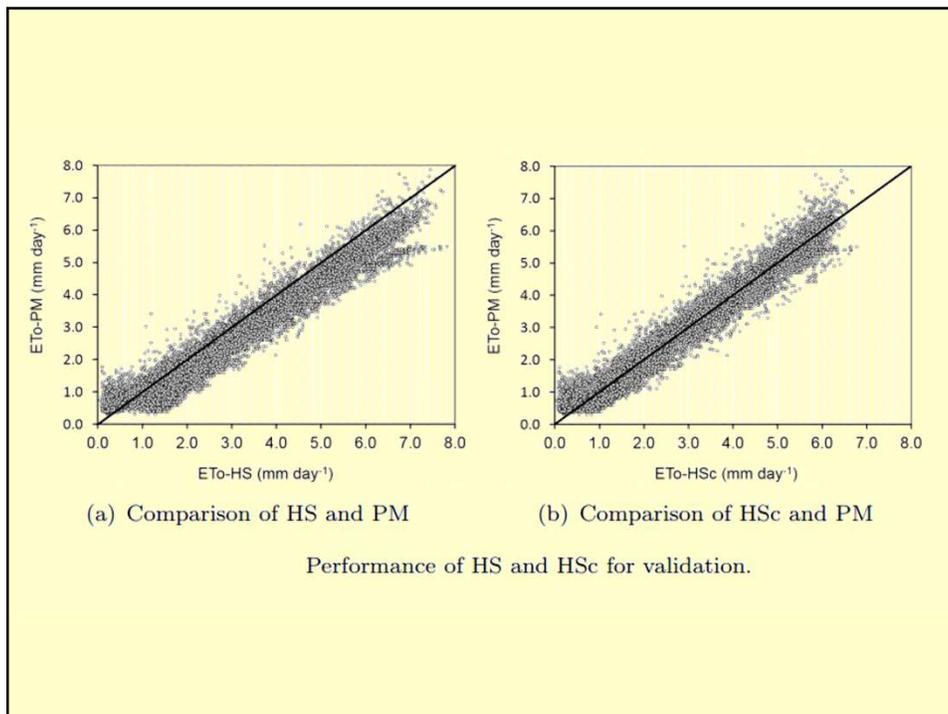
55



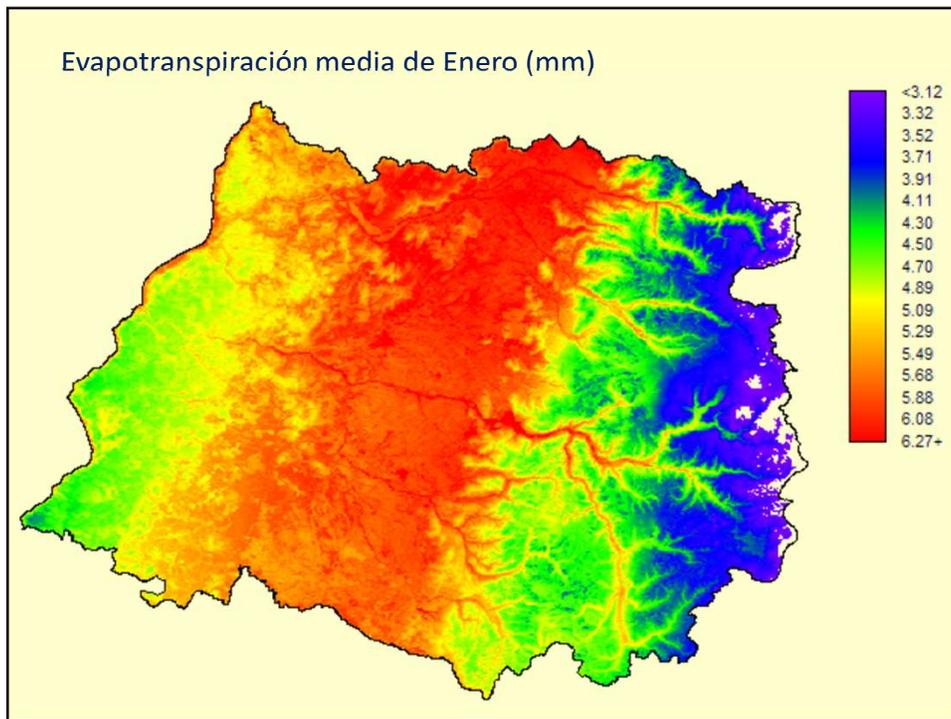
56



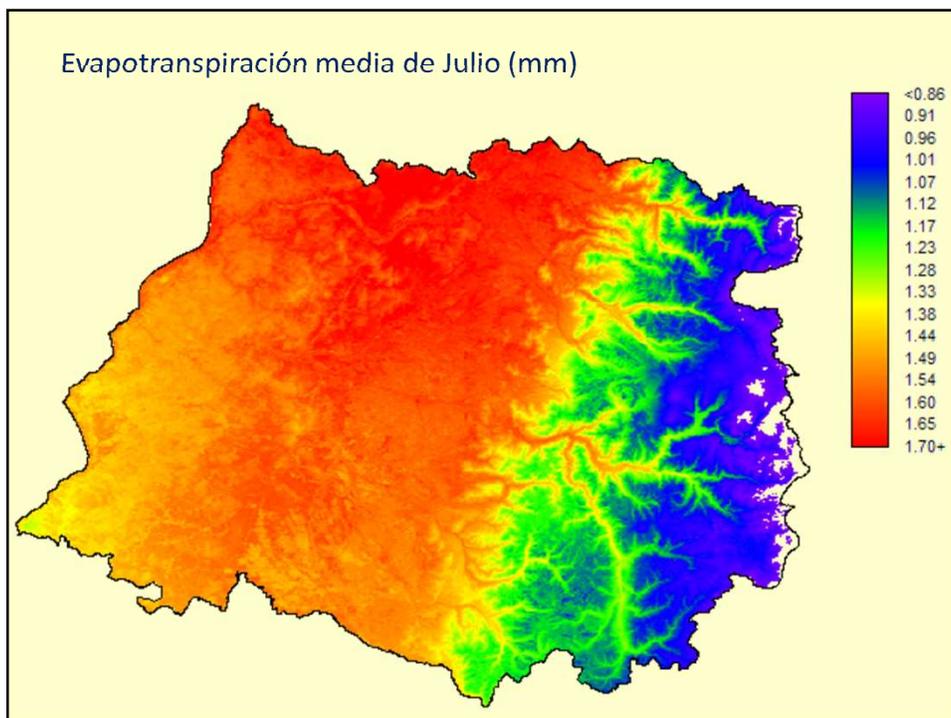
57



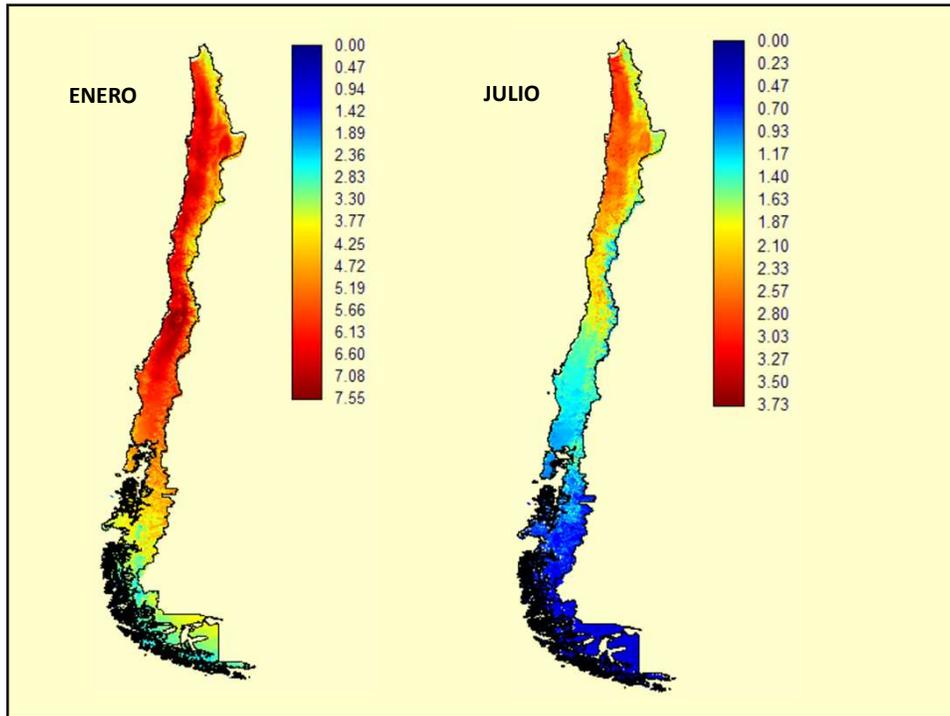
58



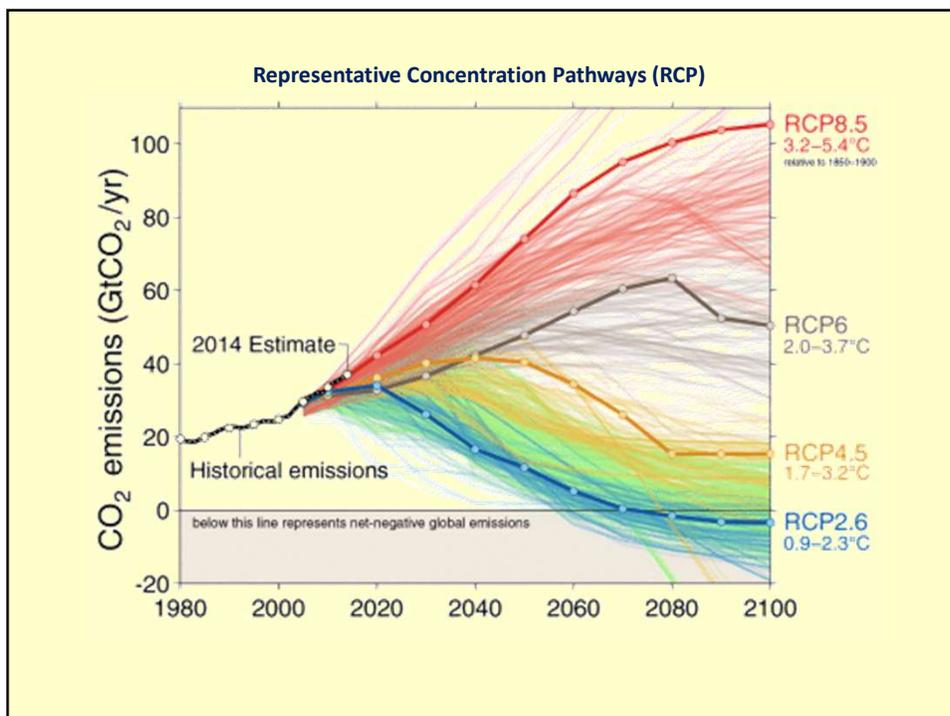
59



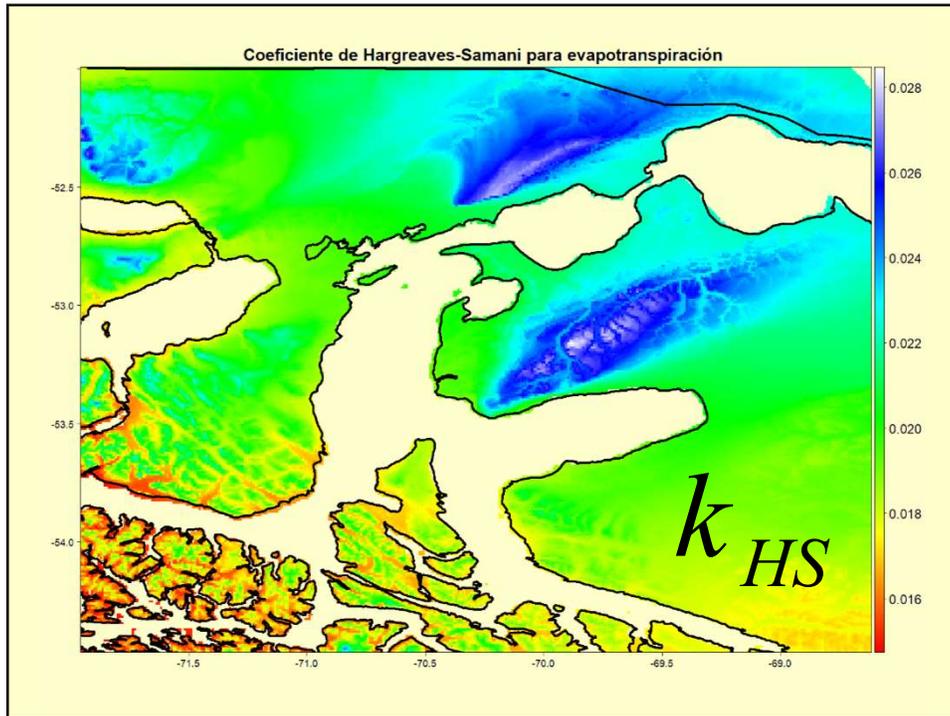
60



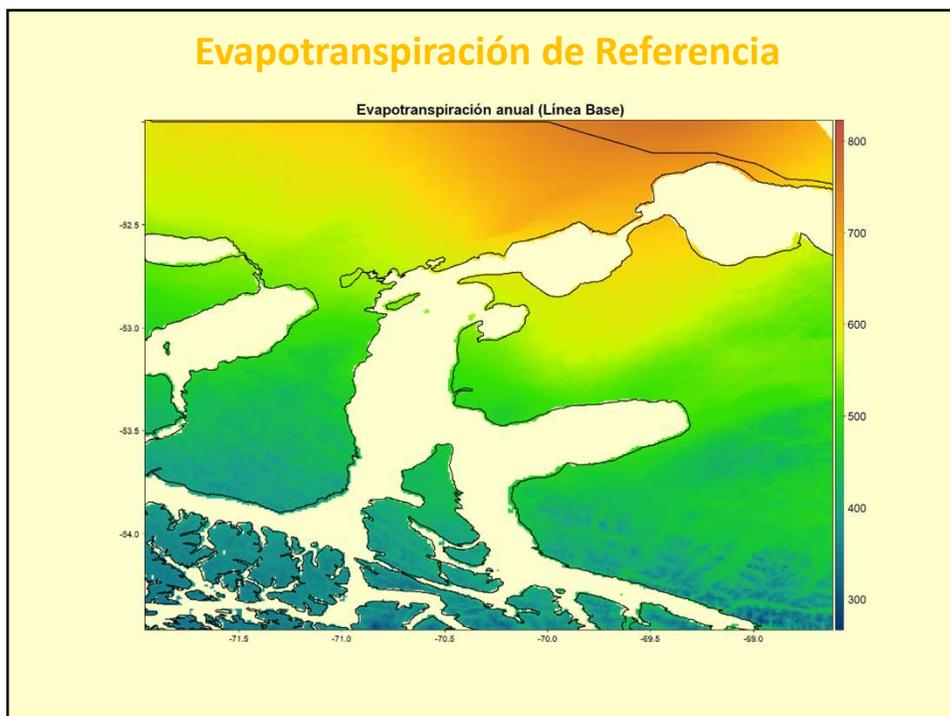
61



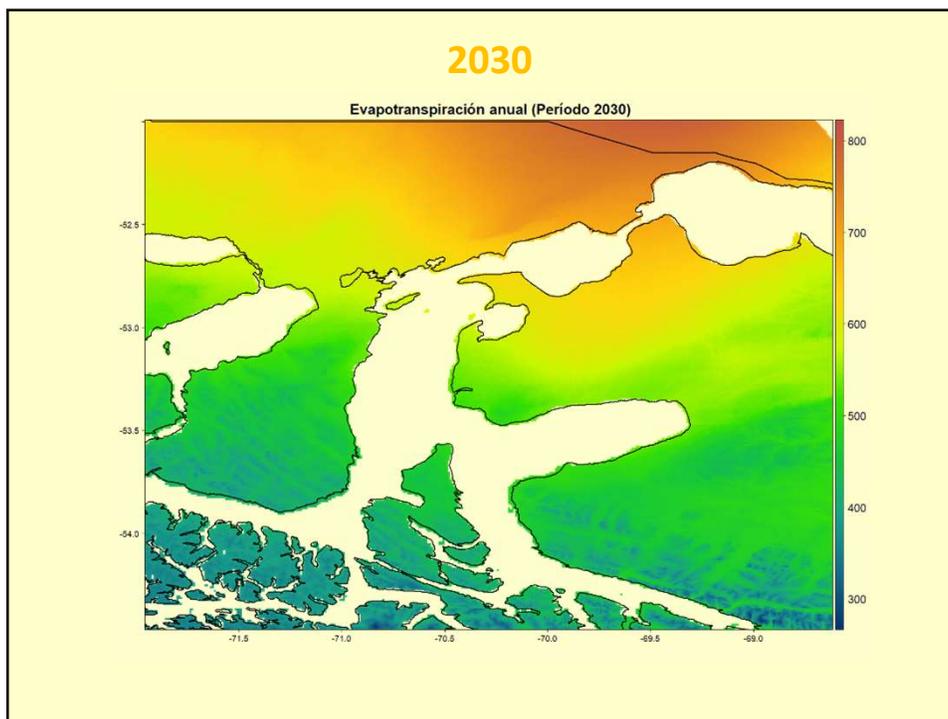
62



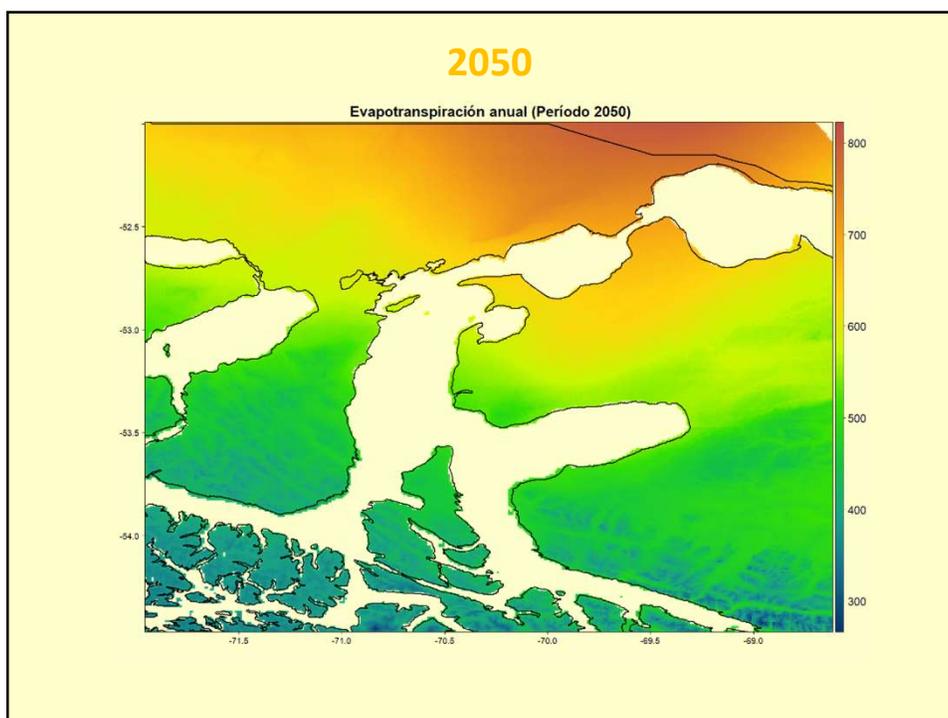
63



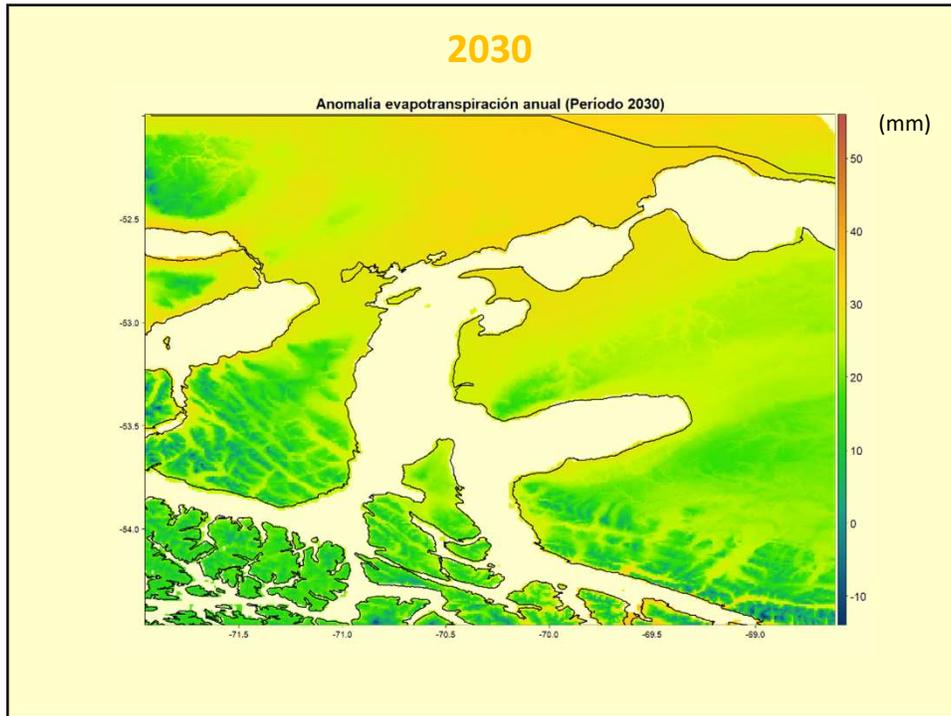
64



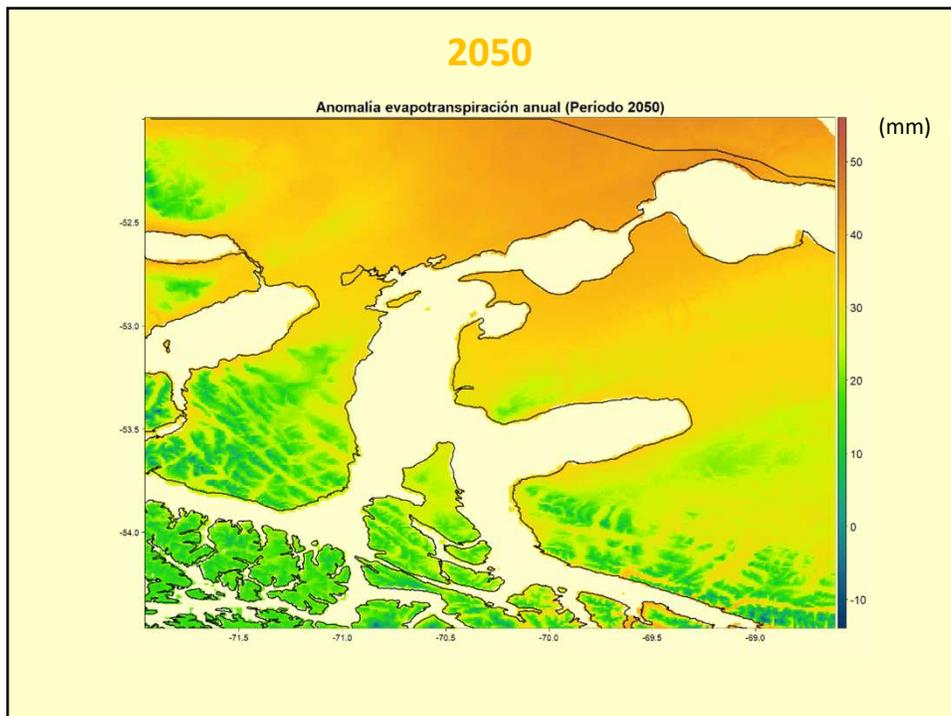
65



66



67



68

AGRADECIMIENTOS



Fundación para la Innovación Agraria

PYT-2017-0877

Mapa dinámico a escala diaria de la Evapotranspiración de Referencia (ET₀) para determinar las necesidades de riego en Chile.

69



GRACIAS !

Gobernar es Educar 

70