

Proyecto Demostrativo  
SISSA para la Agricultura:  
Características,  
Estrategia, Acciones.  
Servicios climáticos para la  
agricultura

I Webinar del Proyecto Demostración Agrícola

Alessio Bocco



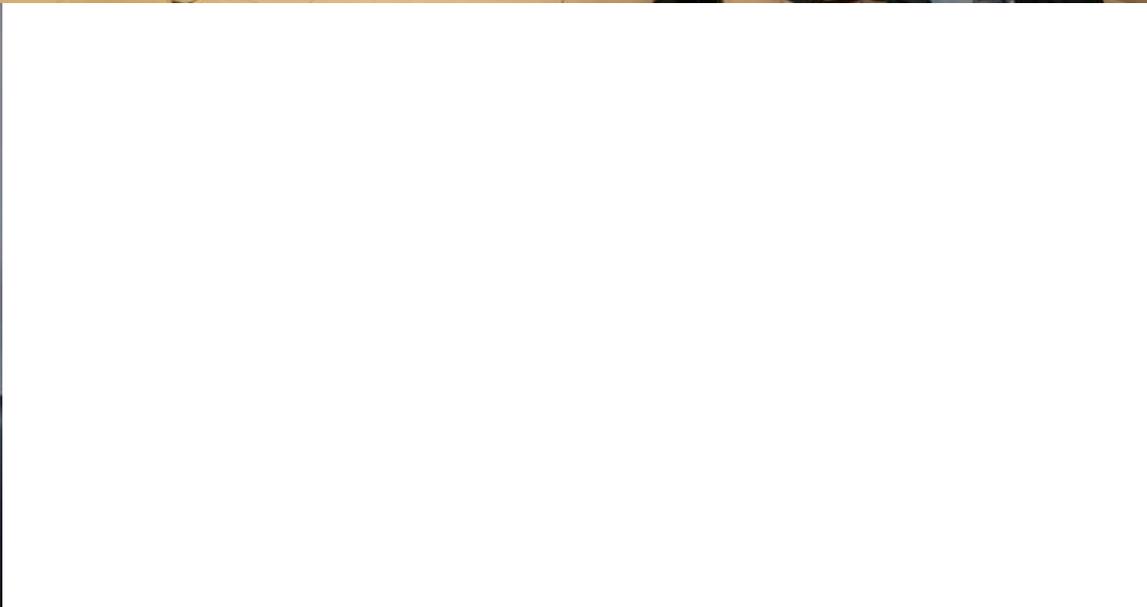
# Hoja de ruta

- Antecedentes
- Proyecto Demostración Agrícola
- Adaptación de servicios climáticos
  - Índices de sequia
  - Balance hídrico 2.0

# Antecedentes



# PD Agrícola Talleres



# Aplicaciones: Índices de Sequías

Adaptación de la metodología de cálculo de índices de sequía para utilizar series cortas de estaciones automáticas

# Motivación

- La sequía es una manifestación extrema de la variabilidad del ciclo hidrológico.
- Se trata de uno de los fenómenos naturales más complejos que afectan a los sistemas naturales y humanos.
- Sudamérica depende en gran medida de la precipitación para obtener importantes cosechas, generar energía hidroeléctrica y transportar bienes por sus vías fluviales.
- Una respuesta efectiva frente a la sequía



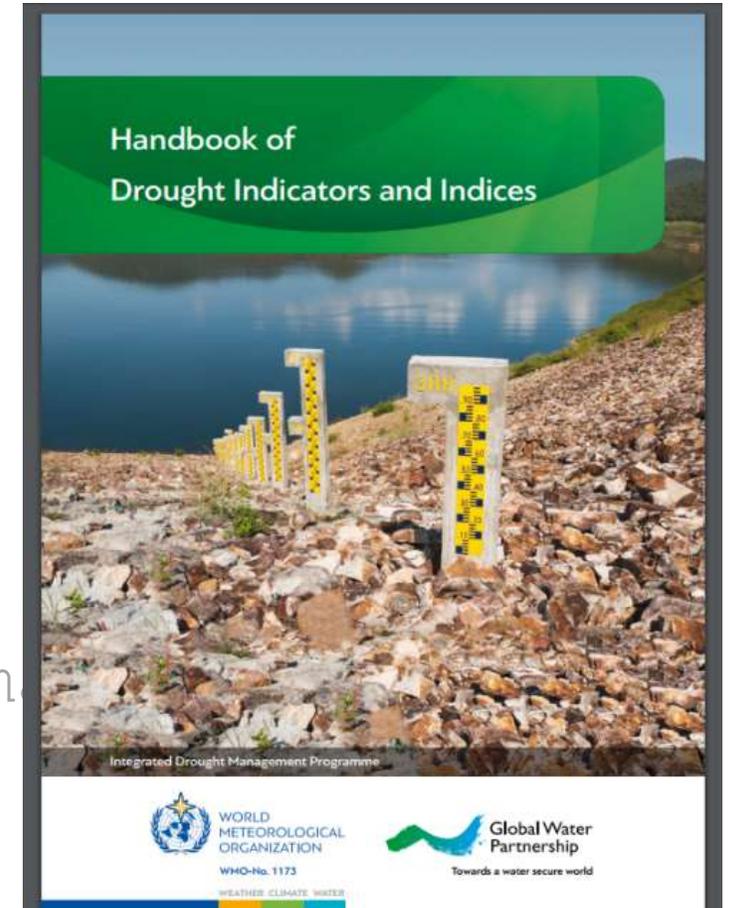
# Índices de sequía calculados por el SISSA

(a partir de datos *in situ*)

- SPI: Índice de precipitación estandarizado
- SPEI: Índice de precipitación-evapotranspiración estandarizado
- Deciles de precipitación
- PPN: Porcentaje de precipitación normal

Referencia:

[https://www.crc-sas.org/es/content/monitoreo/reporte\\_sequias.pdf](https://www.crc-sas.org/es/content/monitoreo/reporte_sequias.pdf)



# Índice de sequía estandarizado

- Simple, solo requiere una serie temporal de la variable de interés.
- Se puede calcular para diferentes escalas temporales que reflejan el impacto de la sequía sobre distintos sistemas.
  - Respuesta diferencial de los distintos componentes de un sistema natural.
- Pueden compararse los valores del índice entre regiones con características climáticas diferentes.
- Supuestos

Referencias: <https://www.sissa.crc-sas.org/monitoreo/indices-de-sequia/>  
temporal de dicha variable.

# Cálculo del índice

- **Transformación de Datos:**

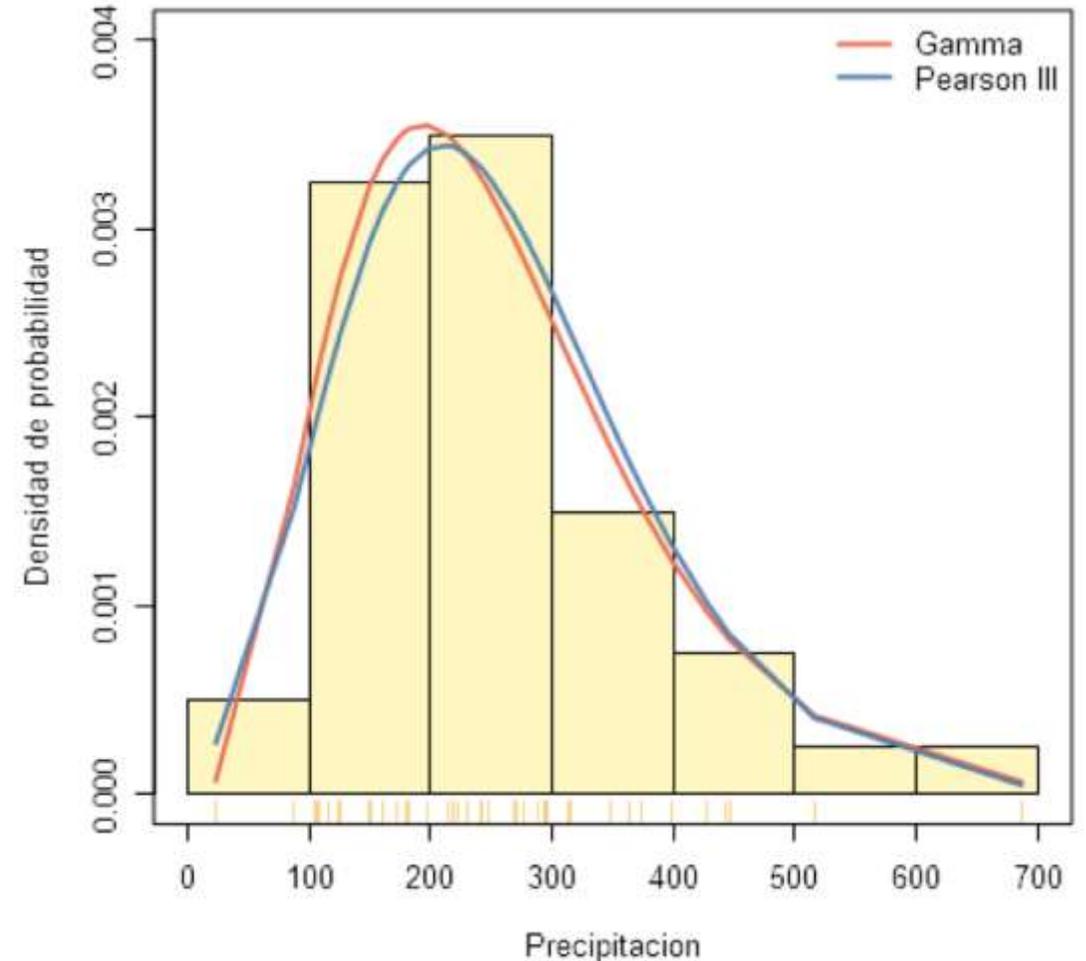
- Ajustar los datos a una distribución de probabilidad.

- **Cálculo de Probabilidad:**

- Determinar la probabilidad acumulada de la distribución ajustada para cada valor de la serie.

- **Transformación a Distribución Normal:**

- Convertir la probabilidad acumulada a una distribución normal estándar (media = 0, desviación estándar = 1).



Uso de series cortas

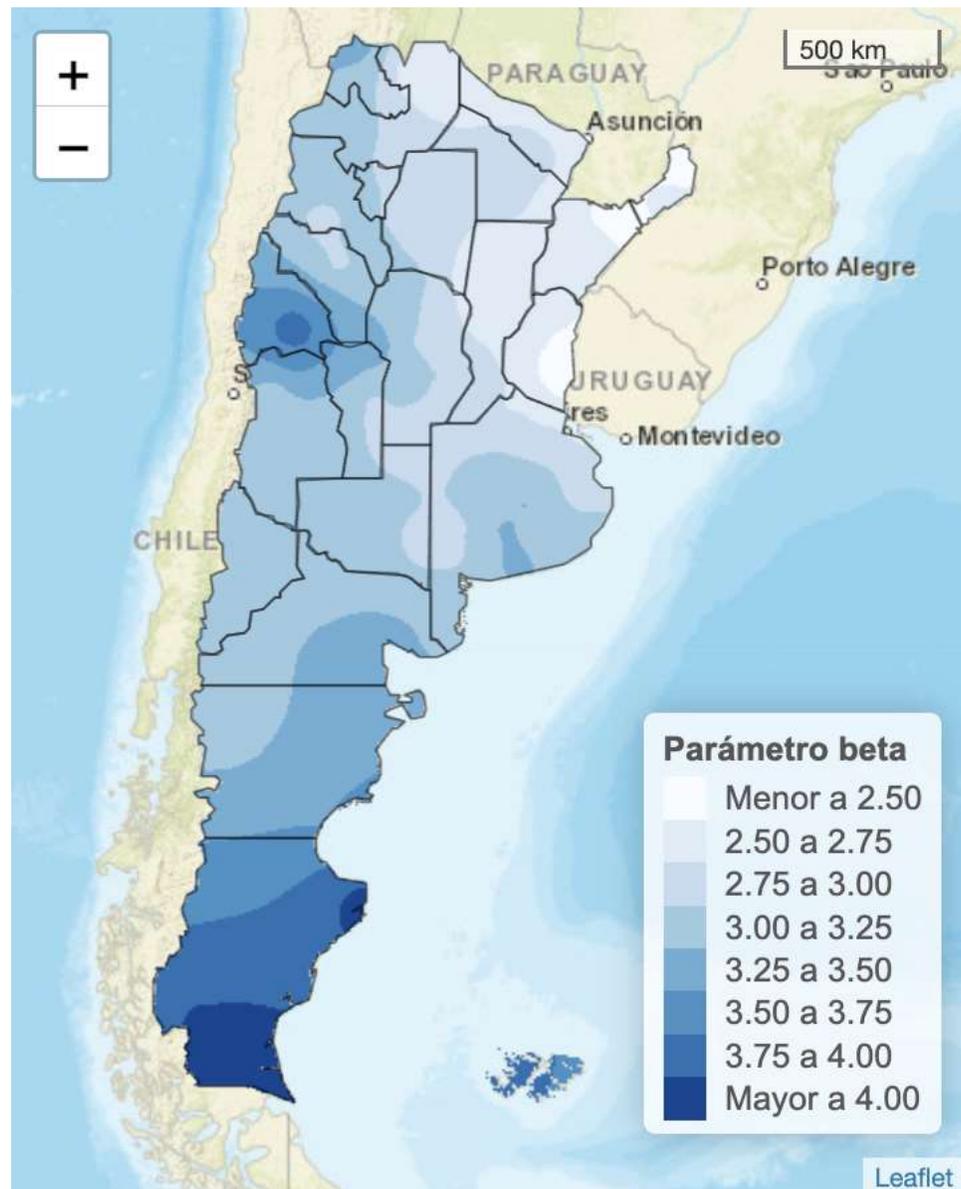
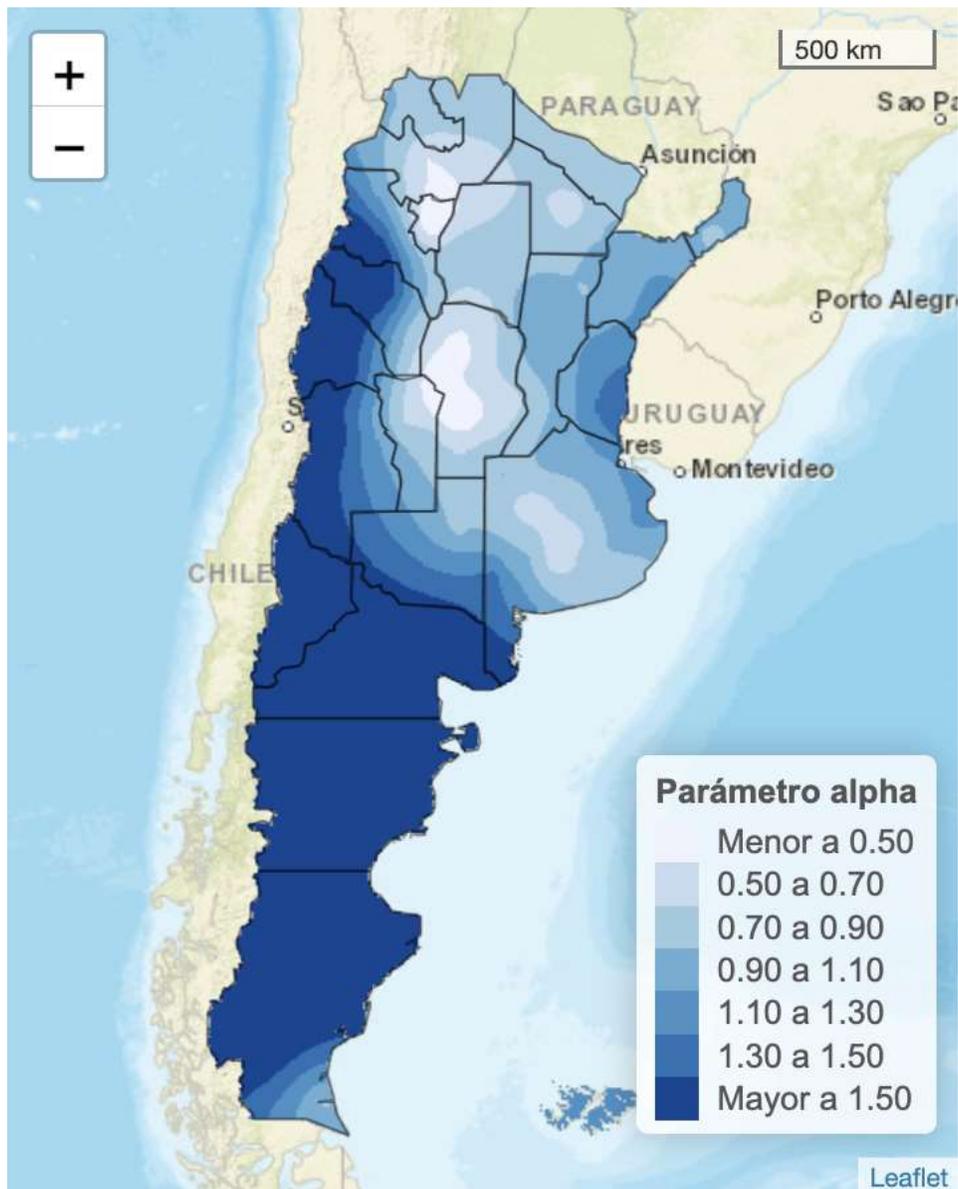
# Desafíos y oportunidades

- Tendencia al uso de EMAs en redes públicas y privadas.
- Calidad del dato.
- Gran cobertura especial de estaciones.
- Series temporales cortas: unos pocos años.

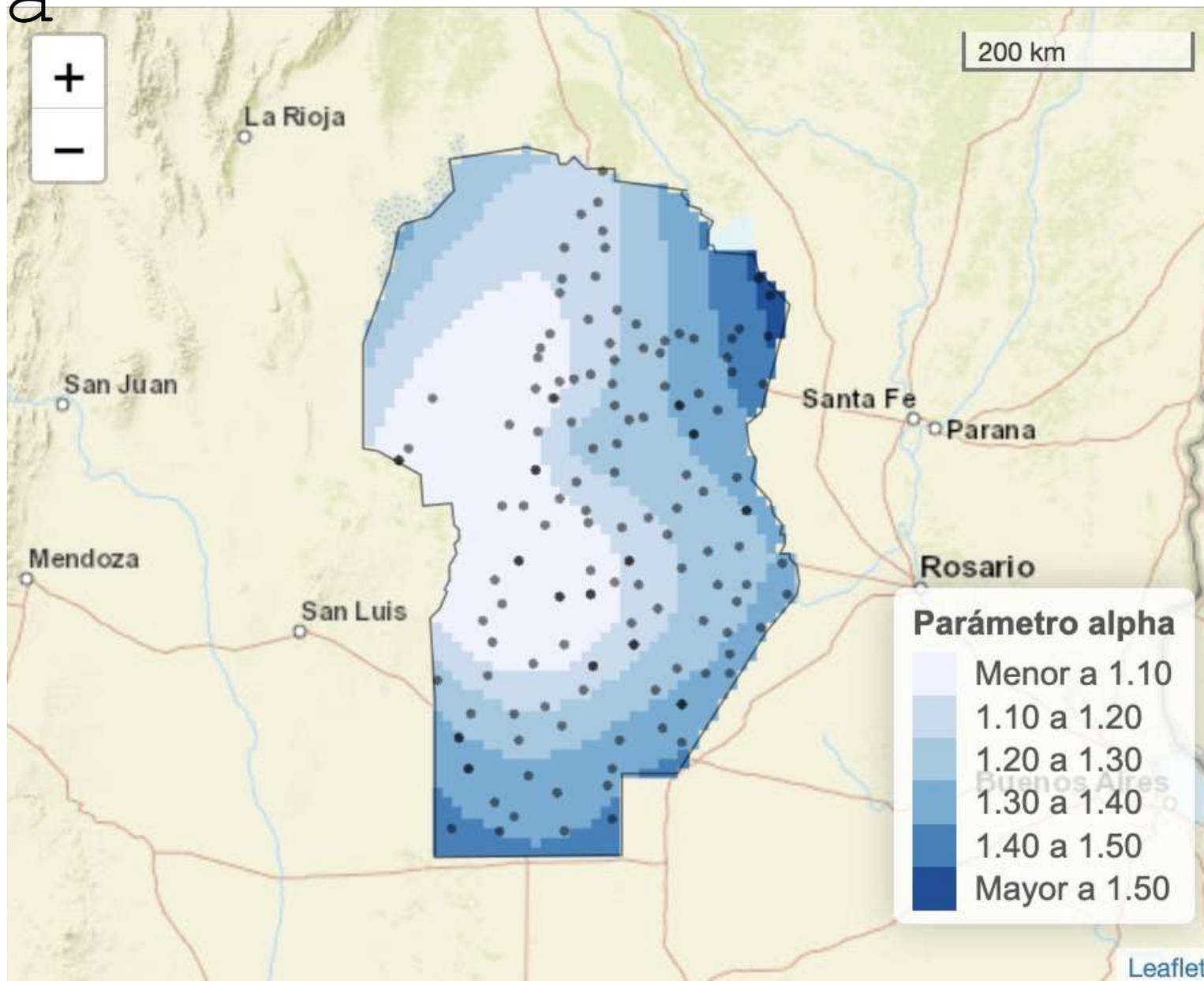
# Metodologías

- **1. Método de Sustitución del Vecino Más Cercano:**
  - Se calcula la distancia espacial entre estaciones usando sus coordenadas de latitud y longitud.
  - Cada estación con una secuencia corta se asocia con la estación con una secuencia larga más cercana dentro de un umbral.
  - Los parámetros de distribución de precipitación de la estación con secuencia corta se consideran equivalentes a los de la estación vecina más cercana con una secuencia larga.
- **2. Método del Promedio Regional:**
  - Basado en un valor dado  $N$  y la información de distancia espacial, se pueden identificar  $N$  estaciones con secuencias largas alrededor de la estación con secuencia corta.
  - Se utilizan los valores promedio de los parámetros de distribución de precipitación de las  $N$  estaciones con secuencias largas para calcular el índice de la estación con secuencia corta.
- **3. Método de Interpolación Kriging:**
  - Se asume que la función de semivarianza tiene una relación lineal con la distancia.
  - Se ajusta un modelo a los parámetros de la distribución de las estaciones con series largas y se estiman los valores medios y errores.
  - Remuestreo.

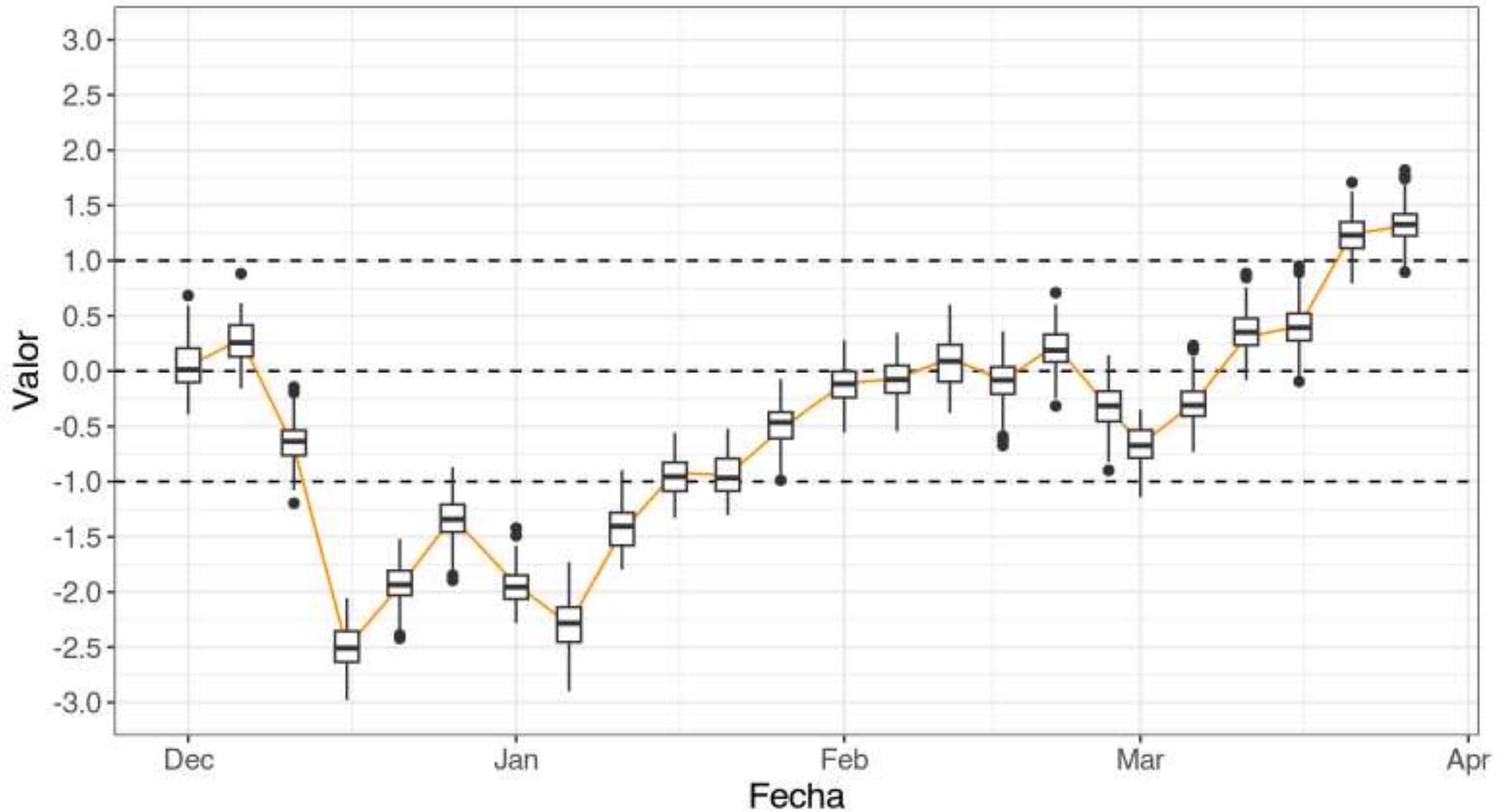
# Estimación de parámetros



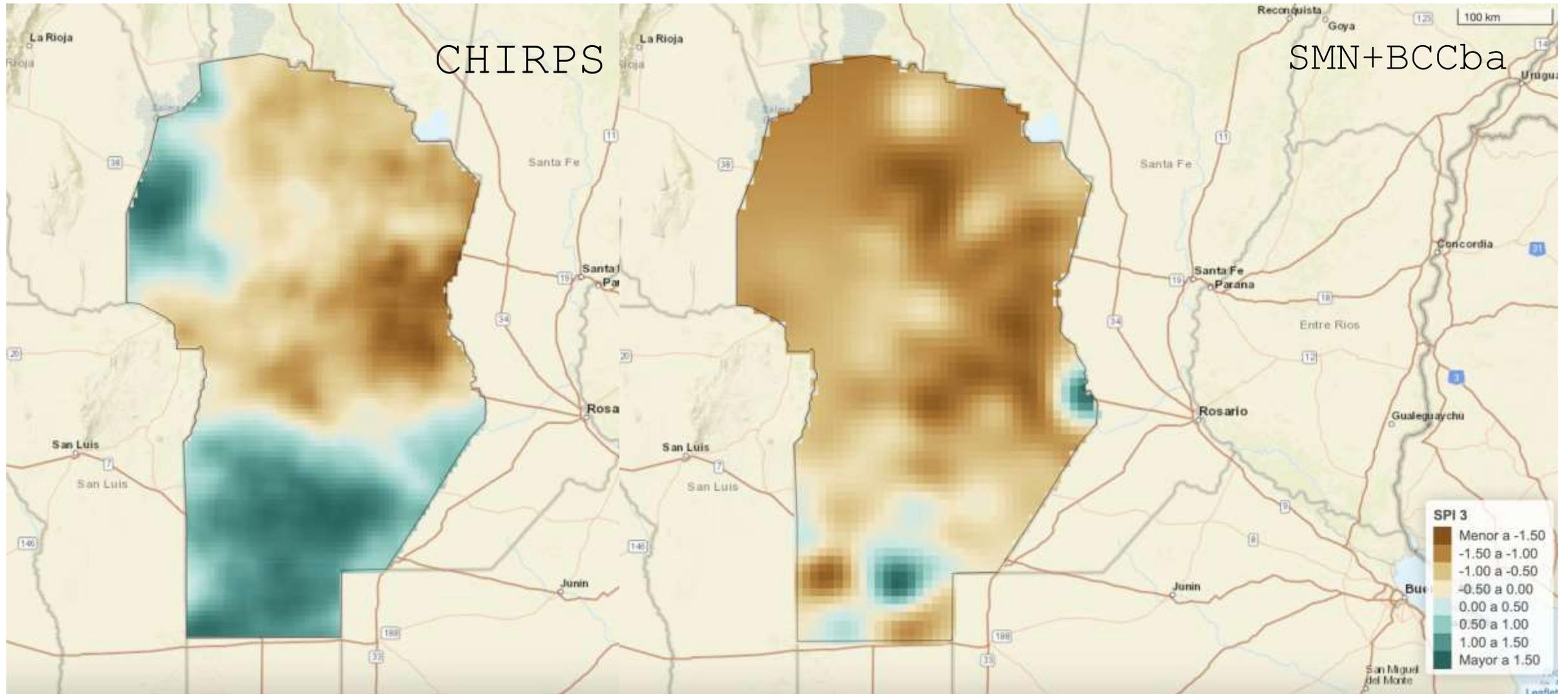
# Estimación de parámetros: Córdoba



# SPI 3: El Crispín (94015)



# Comparación especial SPI3



Balance hídrico 2.0

# Motivación

- “Información disponible no refleja mi situación”
- “Cómo lo bajo del píxel al lote?”
- “Tengo datos de mi campo, ¿cómo podría combinar esta información con los servicios climáticos?”



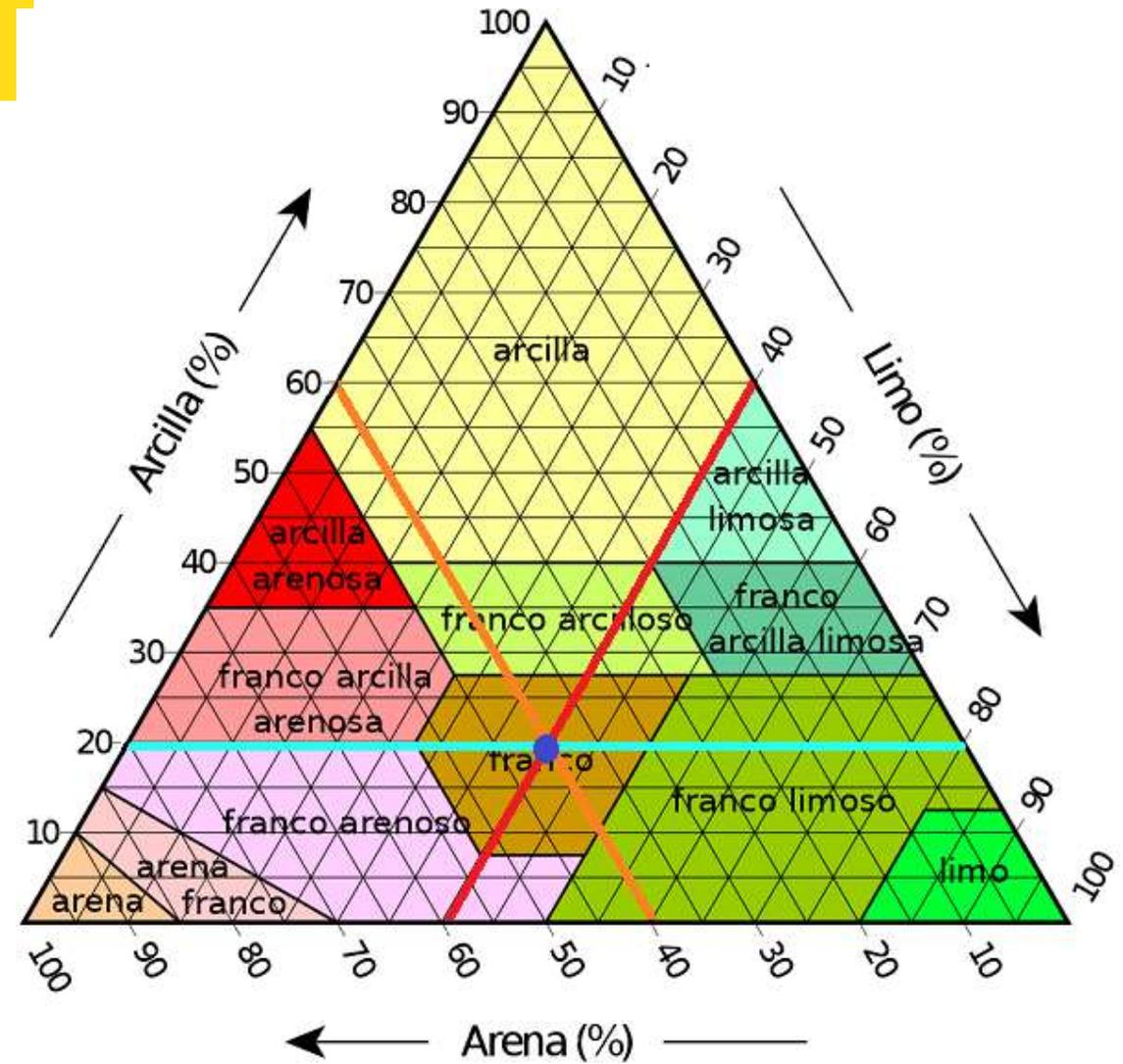
# Balance hídrico 2.0

- Interactivo:
  - Sitio
  - Suelo
  - Cultivo
  - Manejo
- Sistema: cultivos, rotaciones, barbechos
- Escenarios:
  - Series observadas
  - Series híbridas
  - Series sintéticas

# Balance hídrico 2.0

Suelo:

- Límites hídricos: PMP, CC,  $\theta_0$
- Profundidad
- Suelo homogéneo o por horizonte



# Balance hídrico 2.0

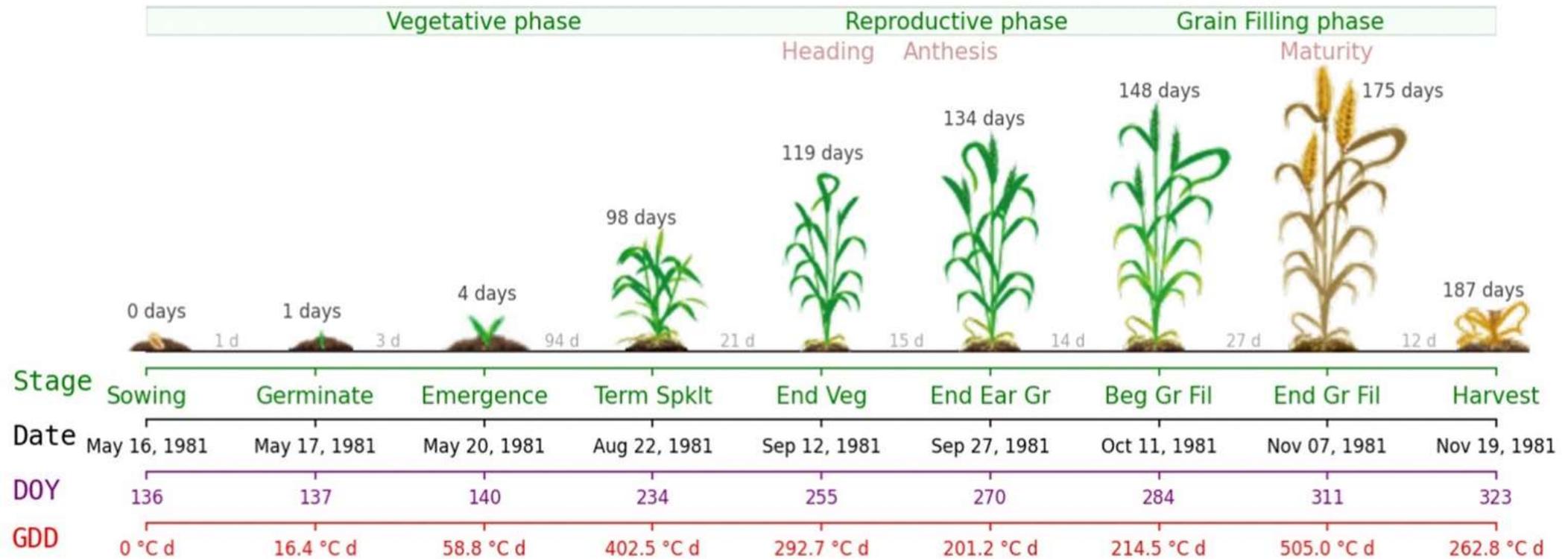
## Cultivos:

- Trigo
  - Soja
  - Maíz
  - Barbecho
- 
- Fenología:
    - Maíz y Trigo: CERES
    - Soja: CROPGRO

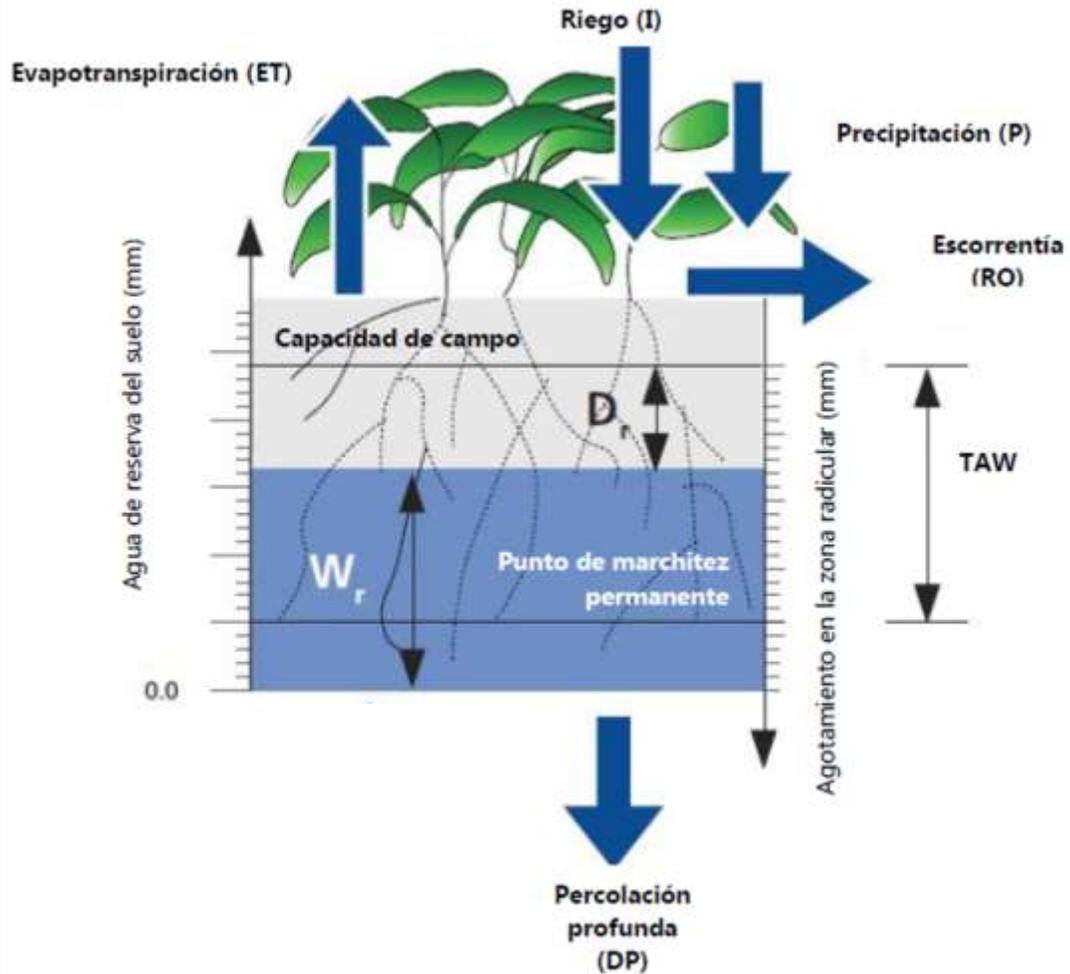


# Balance hídrico 2.0

## Phenological growth phases of Wheat



# Balance hídrico 2.0



- FC: Capacidad de campo (mm)
- PWP: Punto de marchitez permanente (mm)
- TAW: Agua disponible total en el suelo (mm)
- $D_r$  (root zone depletion) : Agotamiento de la zona radicular (mm)
- $W_r$ : Profundidad de agua equivalente (mm)

# Balance hídrico 2.0: $K_c$

## •Definición:

- El **Coefficiente de Cultivo ( $K_c$ )** es un factor que ajusta la evapotranspiración de referencia ( $ETo$ ) y así obtener la **evapotranspiración del cultivo ( $ETc$ )** en condiciones específicas de un cultivo.

## •Propósito:

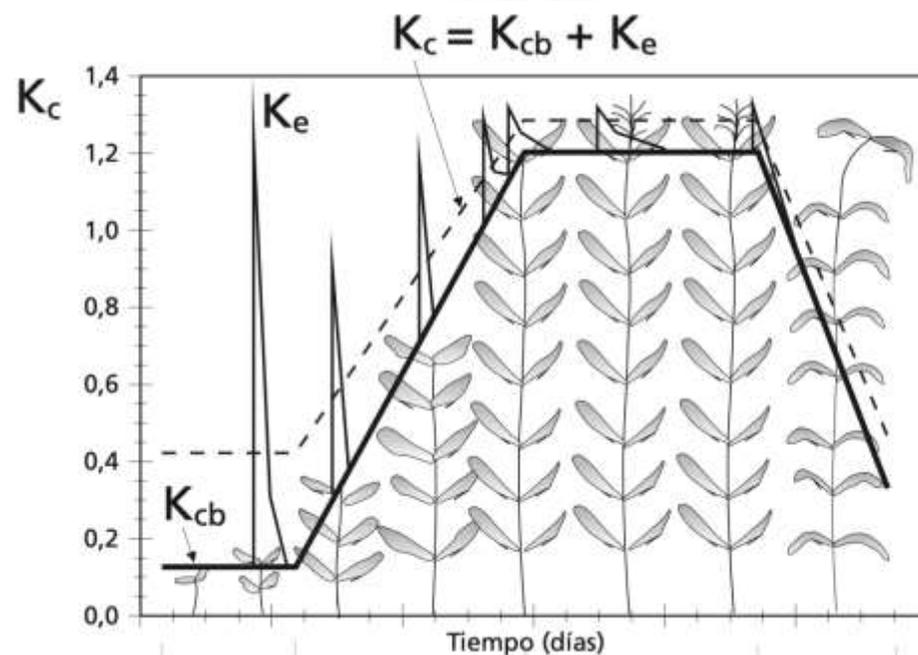
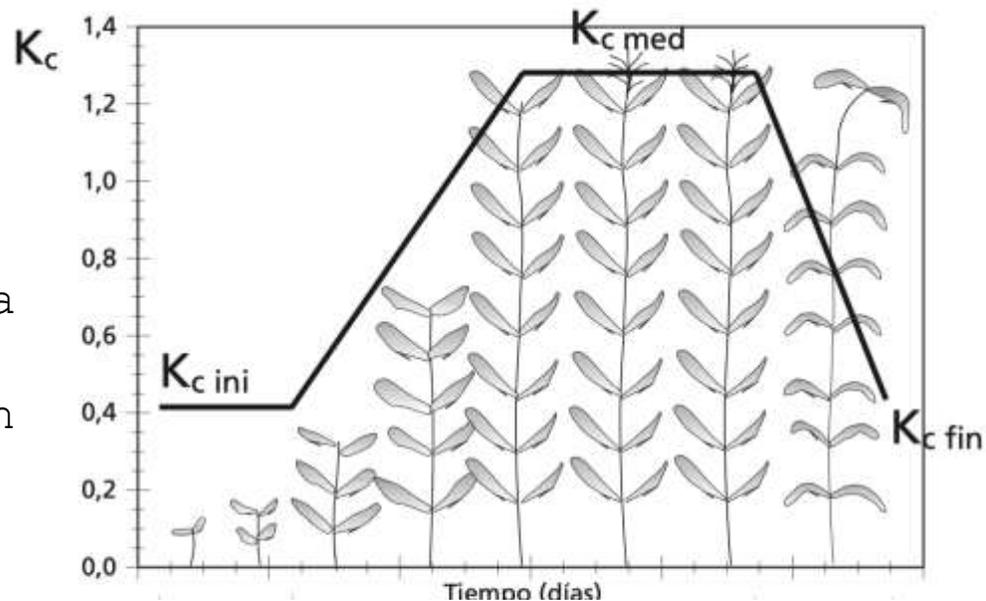
- Reflejar las diferencias entre la evapotranspiración de un cultivo específico y la de una referencia estándar (pasto bien regado).

## •Componentes:

- **$K_c$  único:** Un valor único que integra la transpiración y evaporación del cultivo y suelo, utilizado en estimaciones más simples.
- **$K_c$  dual:** Desglosa el  $K_c$  en dos componentes para una estimación más precisa:  **$K_{cb}$  (transpiración)** y  **$K_e$  (evaporación del suelo)**.

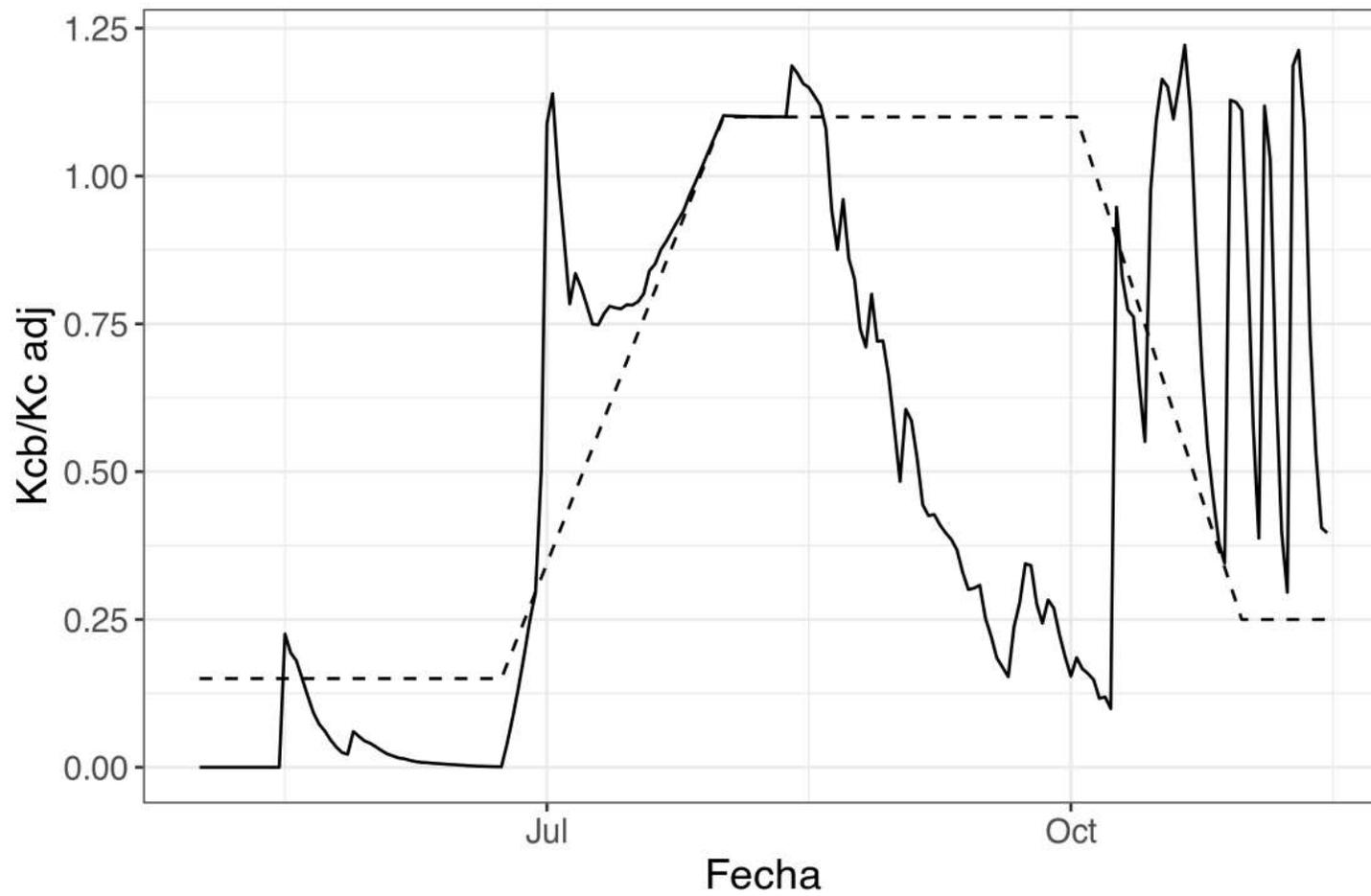
## •Factores que influyen en $K_c$ :

- Tipo de cultivo

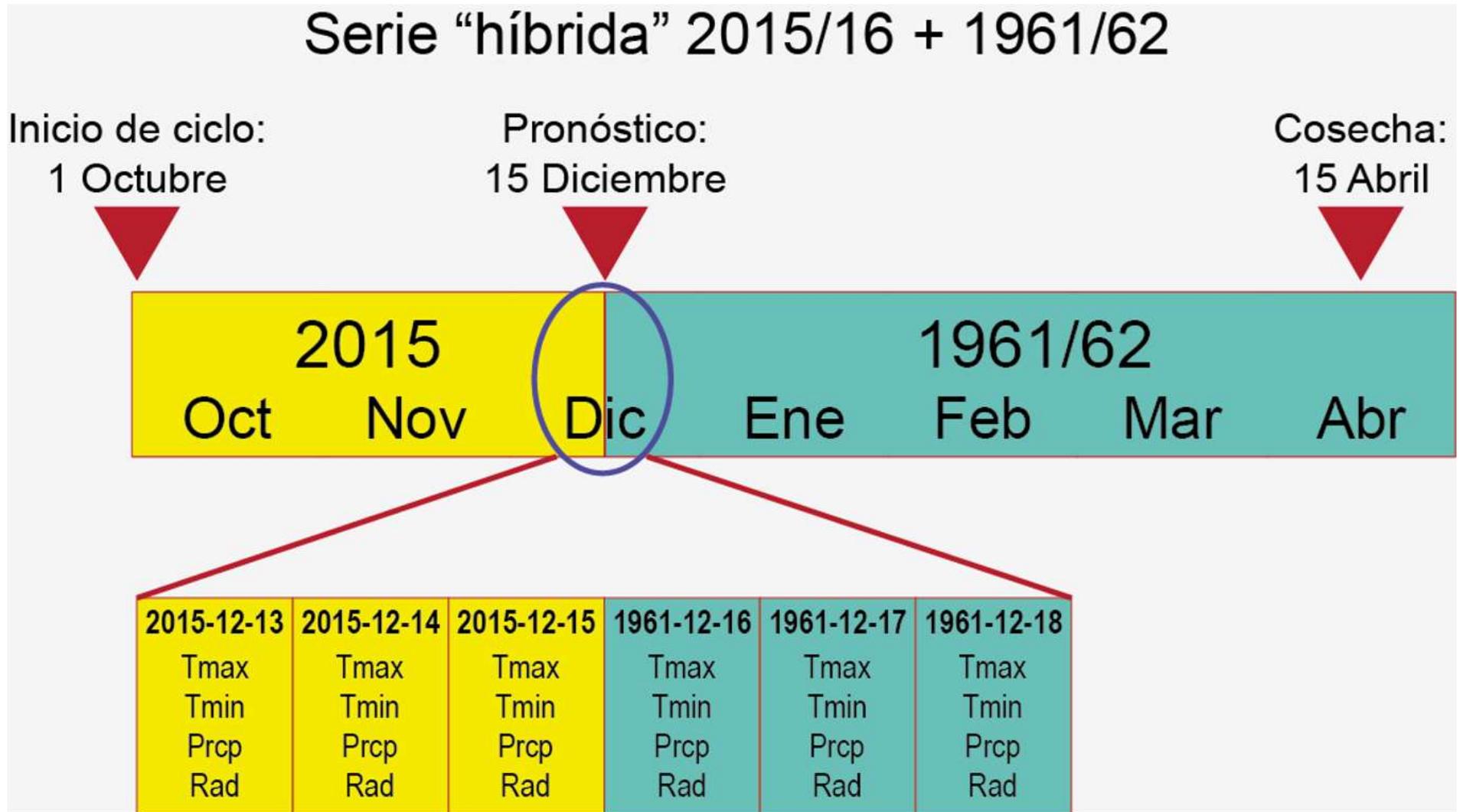


# Balance hídrico 2.0: Kcadj

- **Kcb (Coeficiente Basal del Cultivo) :**
  - Representa la transpiración de un cultivo en condiciones ideales, sin limitaciones de agua.
  - Depende del tipo de cultivo y su estado de desarrollo.
- **Ke (Coeficiente de Evaporación del Suelo) :**
  - Representa la evaporación de agua desde la superficie del suelo.
  - Depende de la humedad del suelo y la cobertura proporcionada por el cultivo.
- **Coeficiente de Estrés Hídrico (Ks)**
  - **Ks:** Factor que ajusta el Kcb

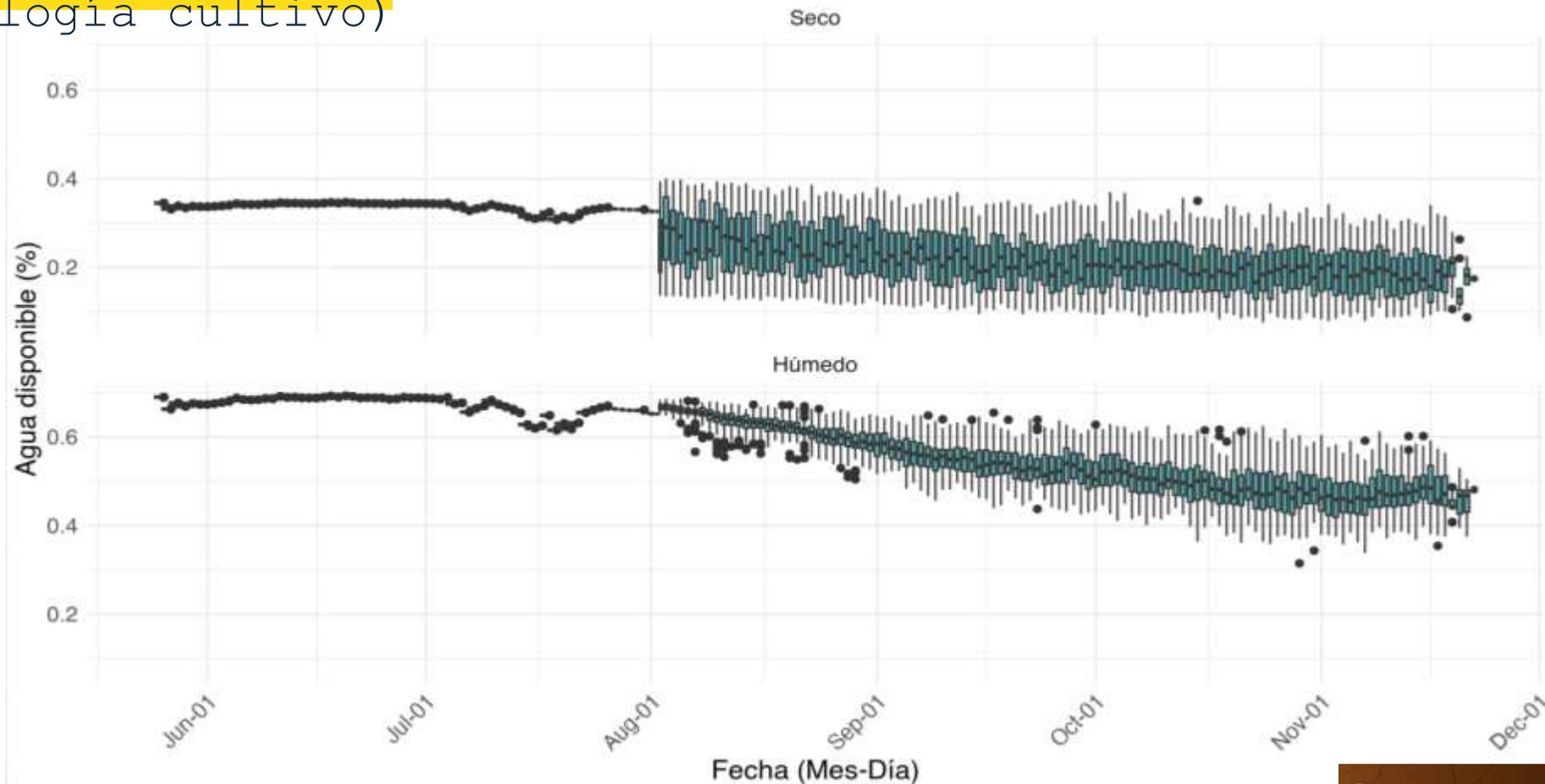


# Balance hídrico 2.0



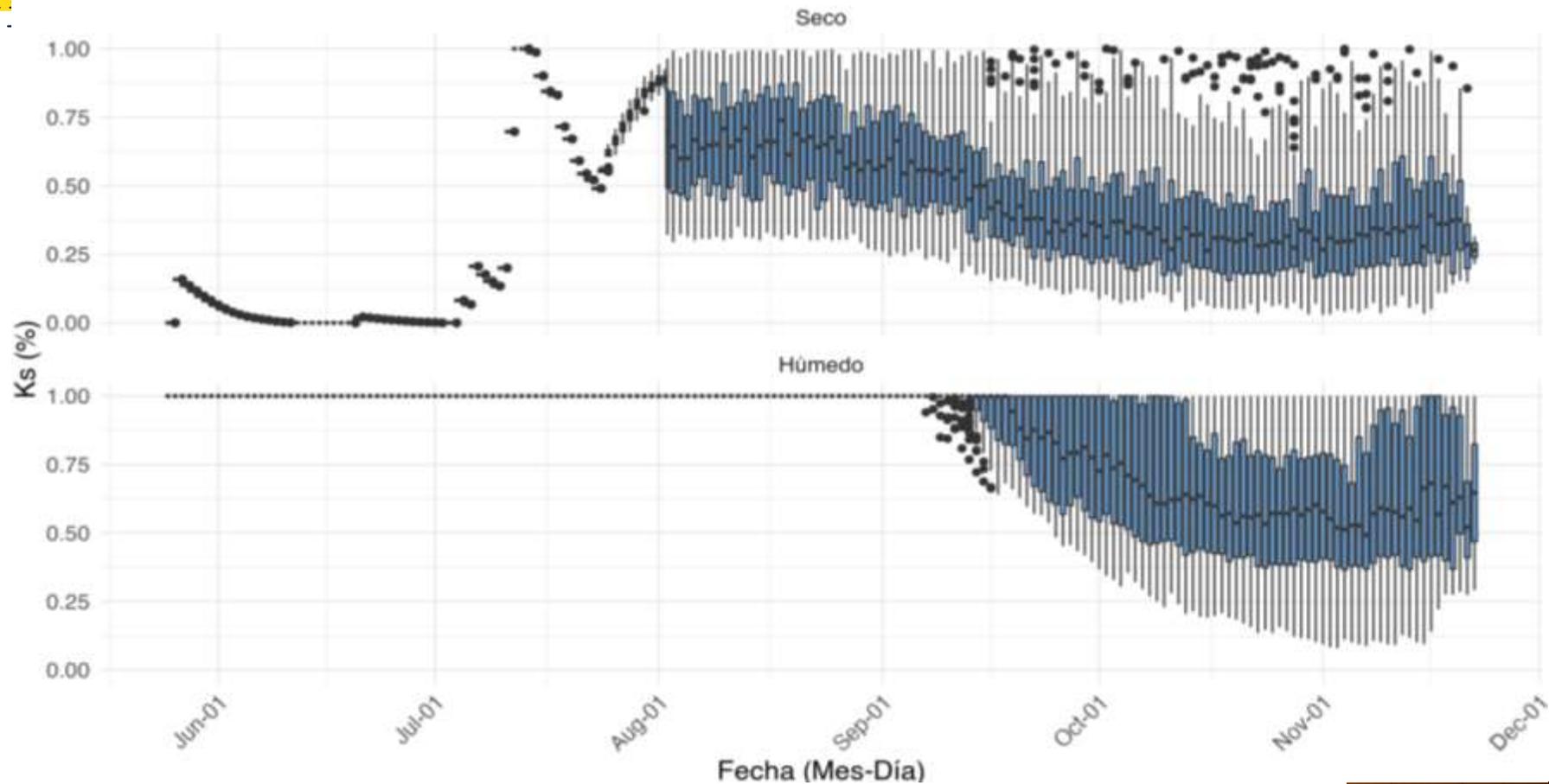
# Climatología + Monitoreo +

Pronóstico  
Balance hídrico (medición inicial + pronóstico + suelo + fenología cultivo)



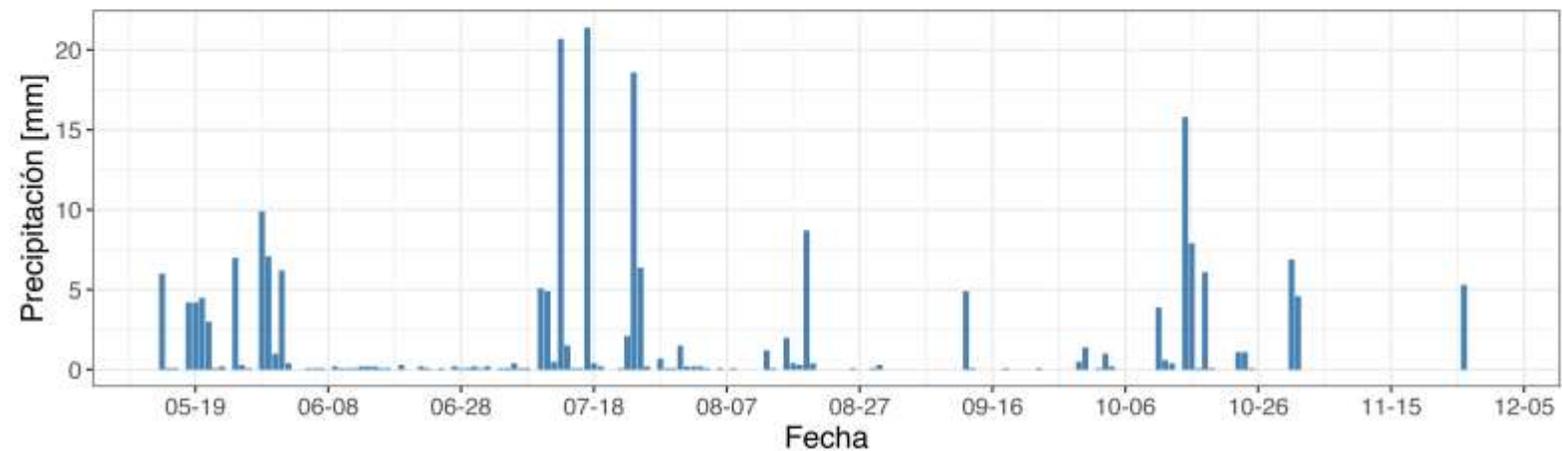
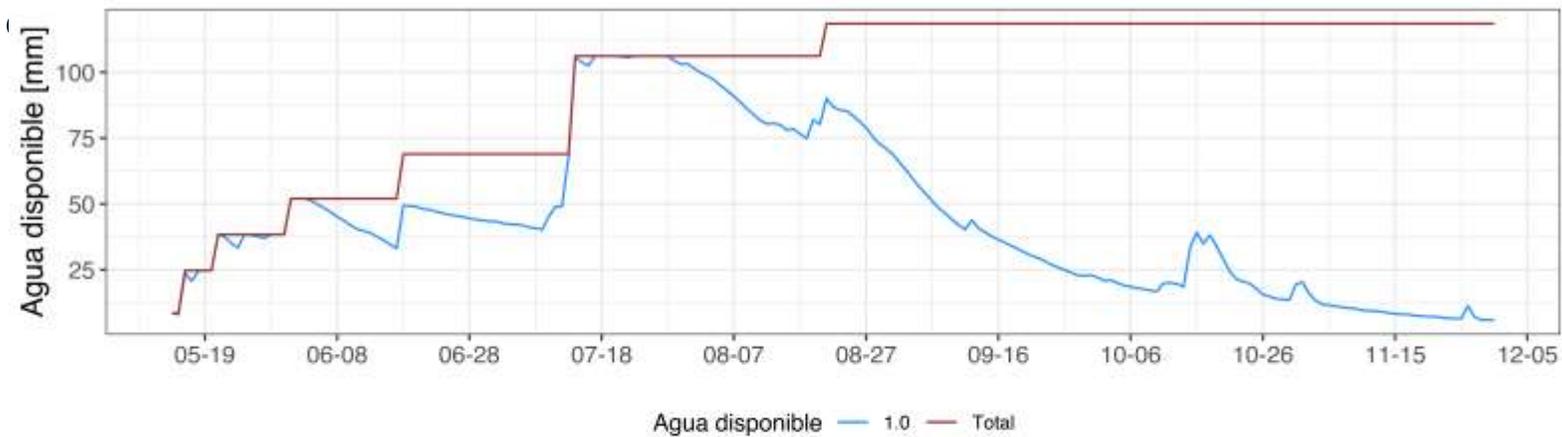
# Climatología + Monitoreo +

Pronóstico  
Balance hídrico (medición inicial + pronóstico + suelo +  
fenolog.



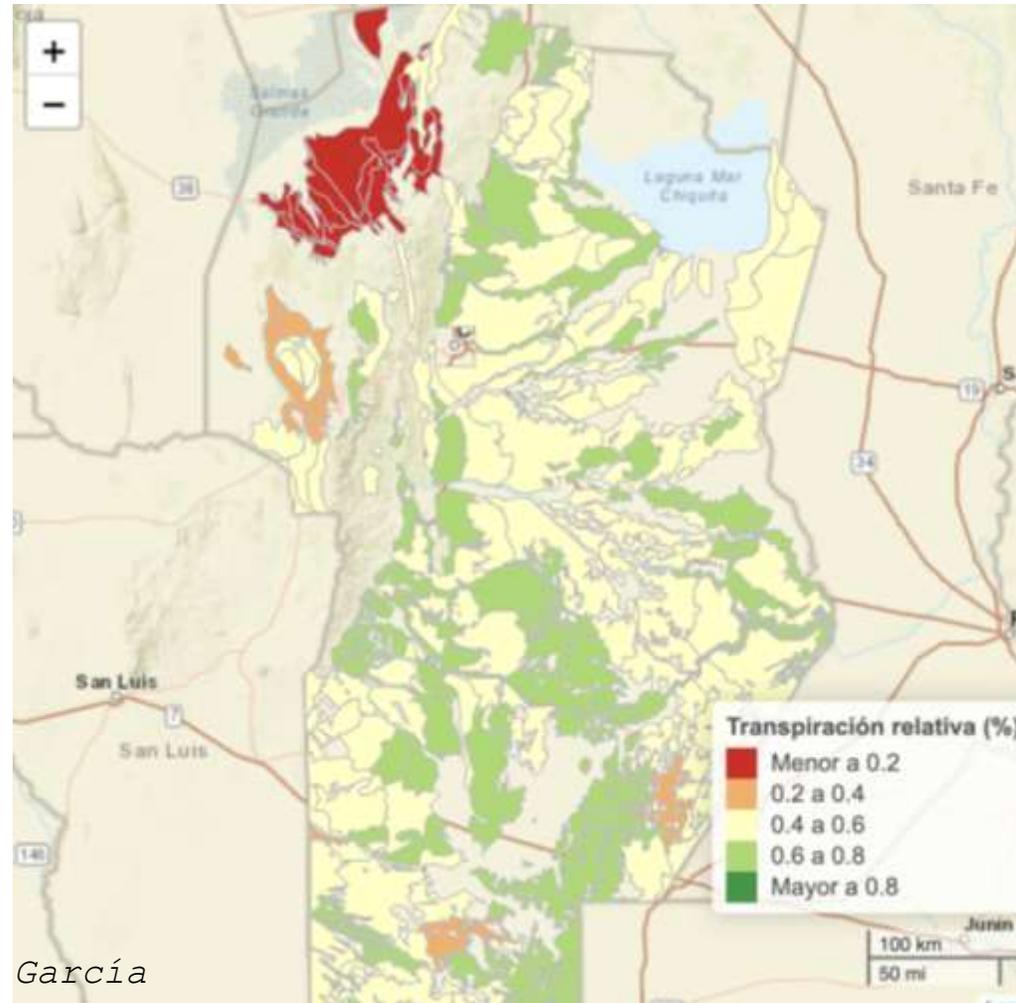
# Climatología + Monitoreo

Balance hídrico (medición inicial + clima + suelo + fenología)



# Climatología + Monitoreo (espacial)

Balance hídrico (clima + suelo + fenología cultivo)



Alessio Bocco - Guillermo García

# Conclusiones

- Flexible
  - Sitio
  - Suelo
  - Condiciones iniciales
  - Manejo
- Más demandante en datos de entrada
- Indicadores para el monitoreo y análisis de riesgo
- Computacionalmente eficiente
- Modelos conocidos y probados en la región
- Interfaz gráfica en desarrollo

*Alessio Bocco - Guillermo García*



# Muchas gracias

*Alessio Bocco - Guillermo García*

*boccoalessio@gmail.com*



21 agosto 2024