Comité de Cítricos Chile

ASOEX

JORNADA TÉCNICA 2020

JUEVES 26 DE NOVIEMBRE 2020

Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

claudio.balbontin@inia.cl / asalvarierra@inia.cl

INIA INTIHUASI

Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

PROBLEMÁTICA

- ✓ Limitantes en la disponibilidad de recursos hídricos para riego en la región de Coquimbo (y en otras zonas)
- ✓ Cambio climático:
  - ➢ Tendencia a la disminución del monto anual de las lluvias
  - ➢ Cambio en la cota cero y las reservas de nieve en la cordille
  - ➢ Pronósticos de cambio climático para Chile: futuro con más restricciones en la disponibilidad hídrica
- ✓ Falta metodologías operativas para definir con precisión las necesidades de riego de los cítricos
- ✓ Estrategias de ahorro de agua que aumenten la eficiencia en el uso del agua de riego.
  - ➢ Falta trabajos restricciones hídricas por estados fenológicos
  - ➢ Falta trabajos restricciones hídricas por niveles productivos

Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

ESTADO DEL ARTE

- ✓ Uso de marcos conceptuales robustos para el manejo ritinario y operativo del riego (FAO Manual Nº 56, Allen et al., 1998) asistido con información satelital.
- ✓ Uso de información cuantitativa acerca del nivel de desarrollo del cultivo: uso de índices de vegetación satelitales Uso del NDVI para definir un coeficiente de cultivo satelital
- ✓ Avances en tecnologías para el monitoreo del riego y del estado hídrico de los cultivos
- ✓ Monitoreo meteorlogicos para definir demanda ambiental (evapotranspiración de referencia (ETo), déficit de presión de vapor (DPV)), sumatoria térmica para estados fenológicos, normalización del desarrollo, estrés ambiental (temperaturas altas o bajas).

- ✓ Hipotesis: La implementación a nivel de huerto de este marco tecnológico-conceptual permitirá establecer una métrica común para el manejo estandarizado del riego, sobre la cual es posible diseñar estrategias de manejo optimizado del riego, establecer déficit hídricos controlados y/o estimar la productividad del agua en cualquier huerto de la región de Coquimbo u otros lugares del país.

Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

OBJETIVO GENERAL

- ✓ Objetivo general: Establecer una estrategia de manejo del riego sitio-específica para el cultivo de mandarina basado en el marco conceptual FAO 56 asistido por un coeficiente de cultivo sateli

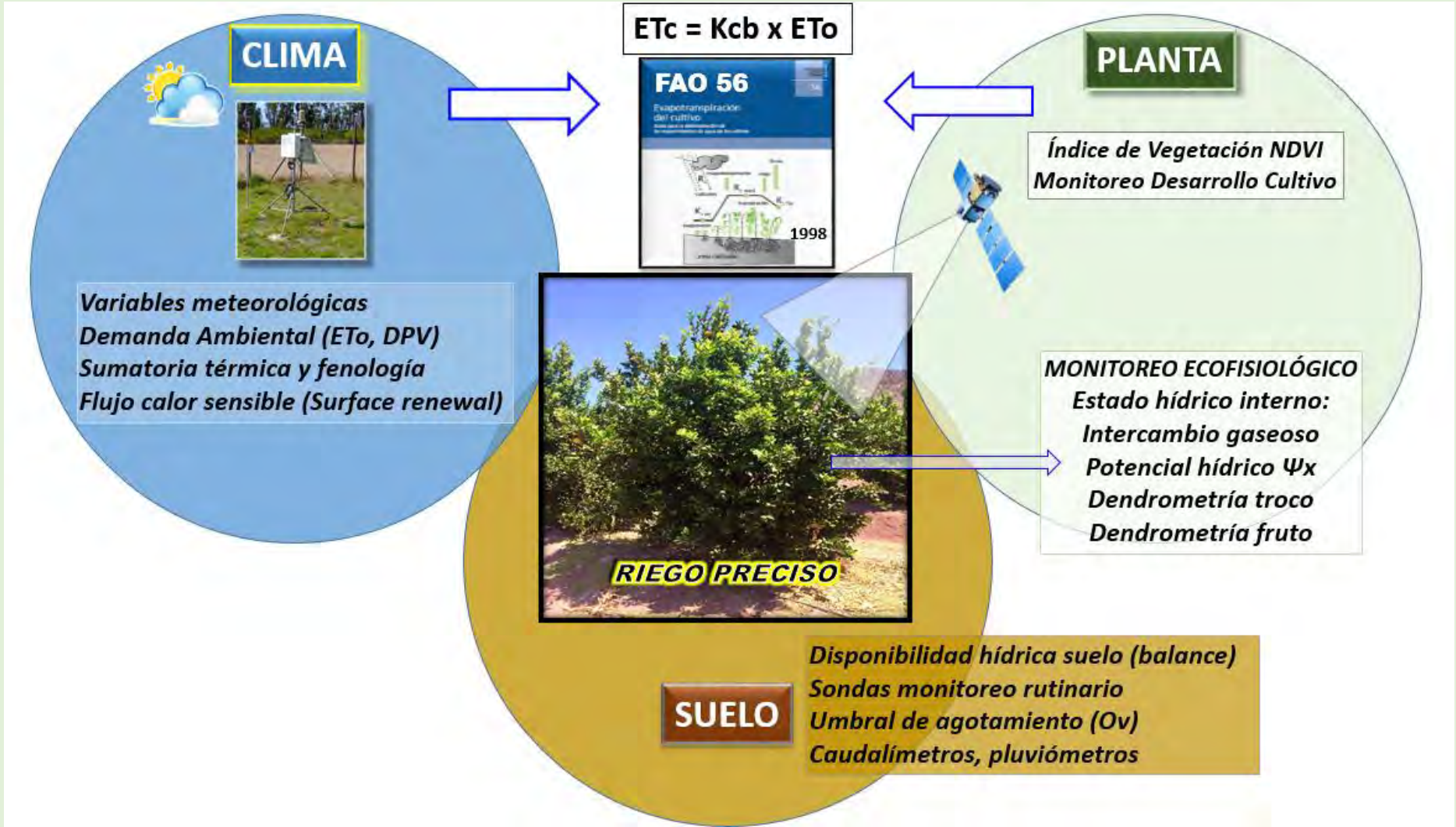
OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Establecer estrategias de riego deficitario en fases fenológicas del cultivo y del desarrollo de la fruta.
- ✓ Evaluar el efecto de niveles de carga frutal sobre el consumo hídrico.
- ✓ Evaluar la susceptibilidad de diversos estados fenológicos al riego deficitario controlado
- ✓ Caracterizar la eficiencia del uso del agua a escala hoja y a escala huerto para la definición de una estrategia de riego.

Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

MARCO CONCEPTUAL

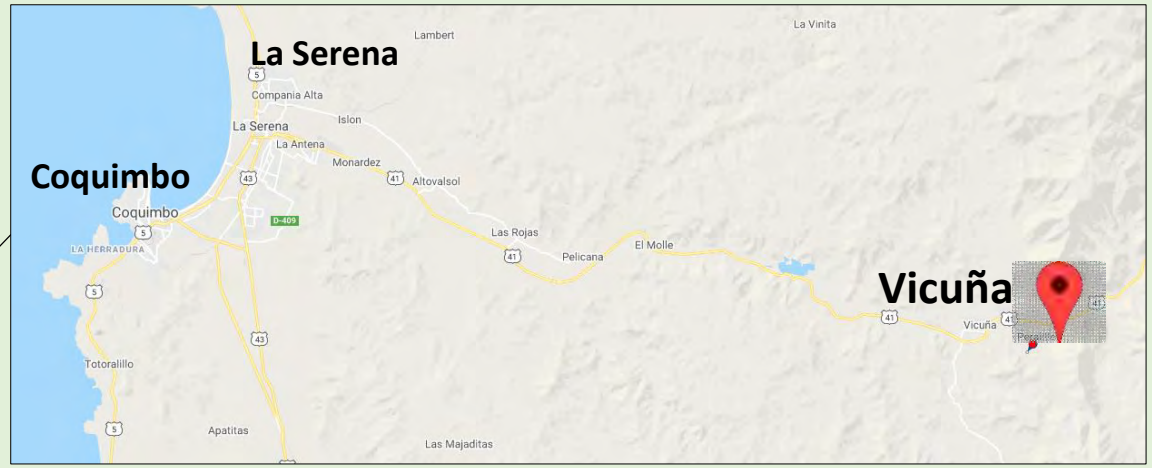


Comité de Cítricos Chile
ASOEX
JORNADA TÉCNICA 2020
JUEVES 26 DE NOVIEMBRE 2020
INIA

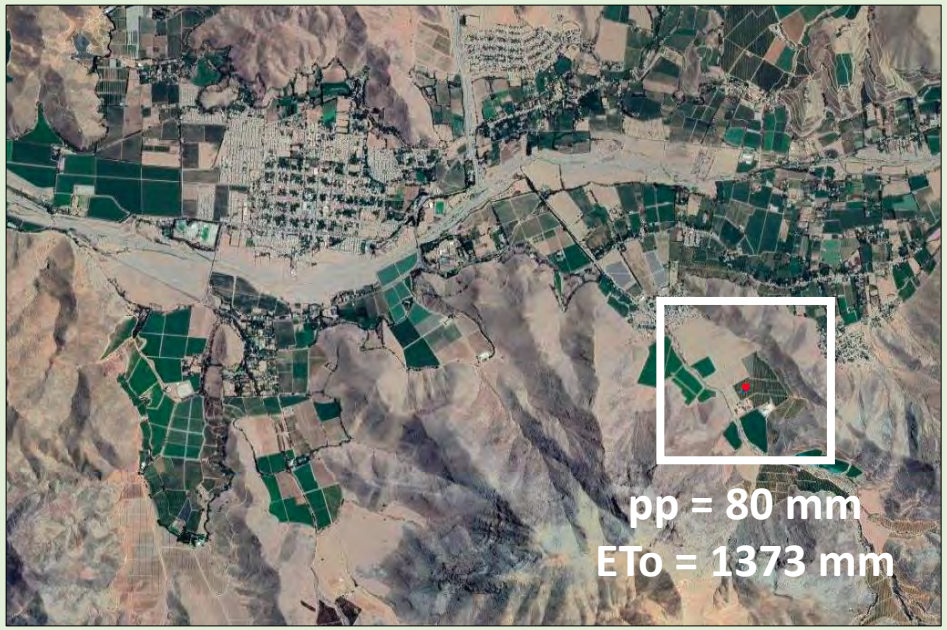
Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

RESULTADOS



Los trabajos se iniciaron en agosto de 2020 en un cuartel de 4 ha del Fundo Los Loros (comuna de Vicuña, región de Coquimbo), cultivado con mandarinas de la var. Oro Grande, injertado sobre el patrón Citrange C-35.



Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

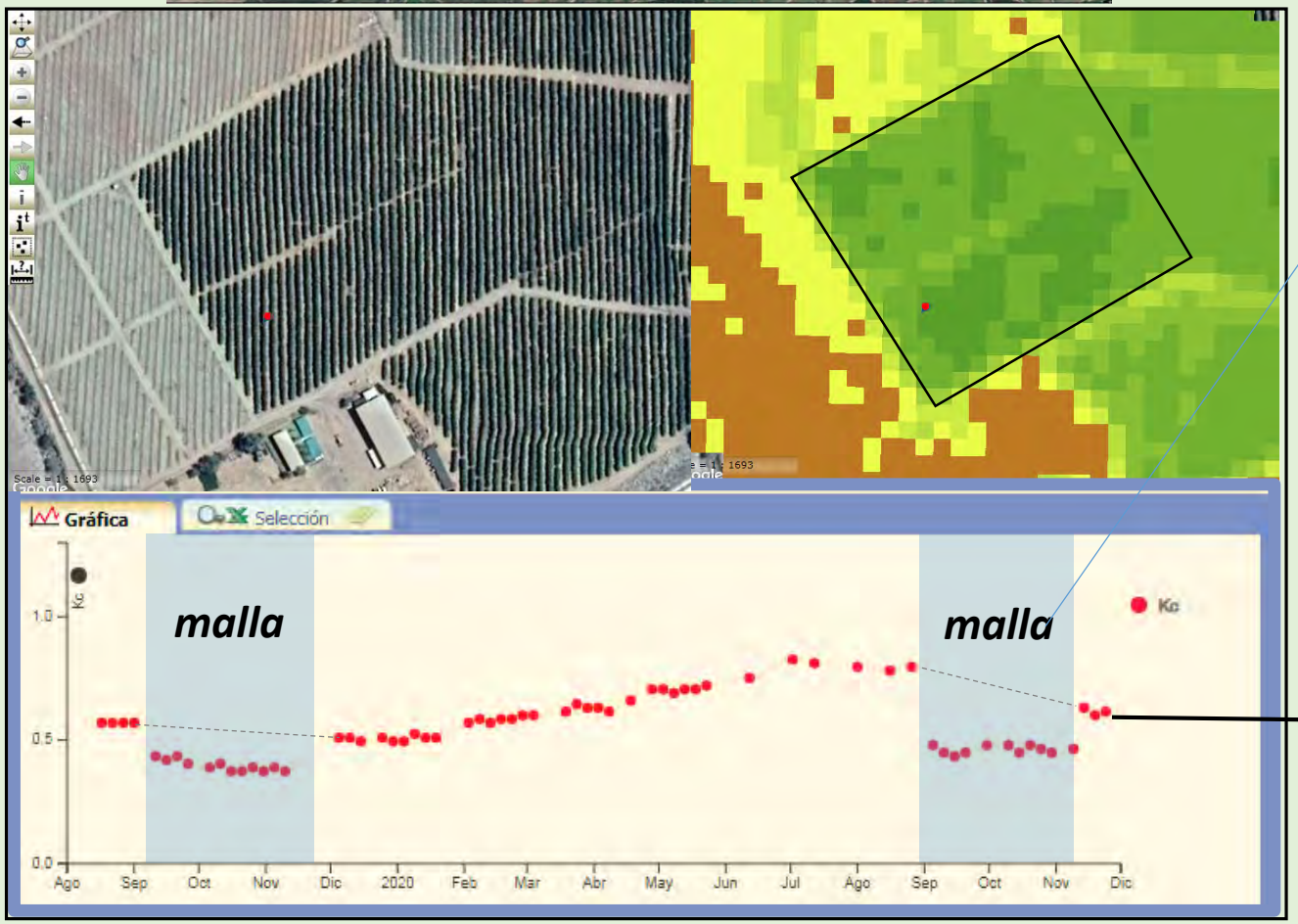
Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

JORNADA TÉCNICA 2020
JUEVES 26 DE NOVIEMBRE 2020

SITIO EXPERIMENTAL

→ Capacitaciones

ETc = Kcb x ETo



(24/11/2020)

Kcb = 0,62

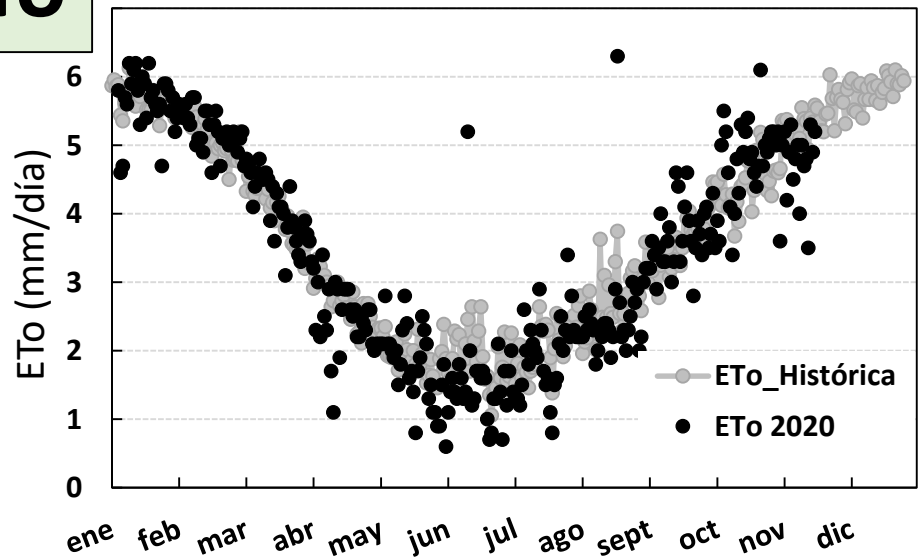
NDVI → Kcb

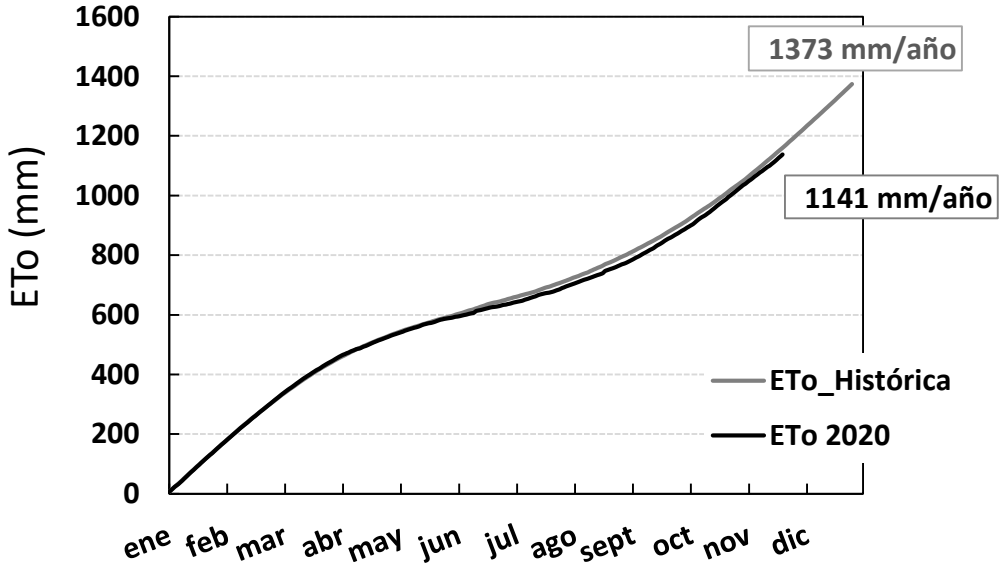
Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

CONSUMO HÍDRICO

ETc = Kcb x ETo





AGROMETEOROLOGÍA
RED AGROMETEOROLÓGICA DE INIA

Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

CONSUMO HÍDRICO

$$ETc = Kcb \times ETo$$

RIEGO

INFORMACIÓN SEMANAL						
SEMANA	Kc Semana	ETo Semana mm/semana	Necesidades Semana mm/semana	Riego Semana horas/semana	Riego Semana Horas	Riego Semana Minutos
22/11/2020	0,62	35,3	21,9	16,1	16	5

JORNADA TÉCNICA 2020
JUEVES 26 DE NOVIEMBRE 2020

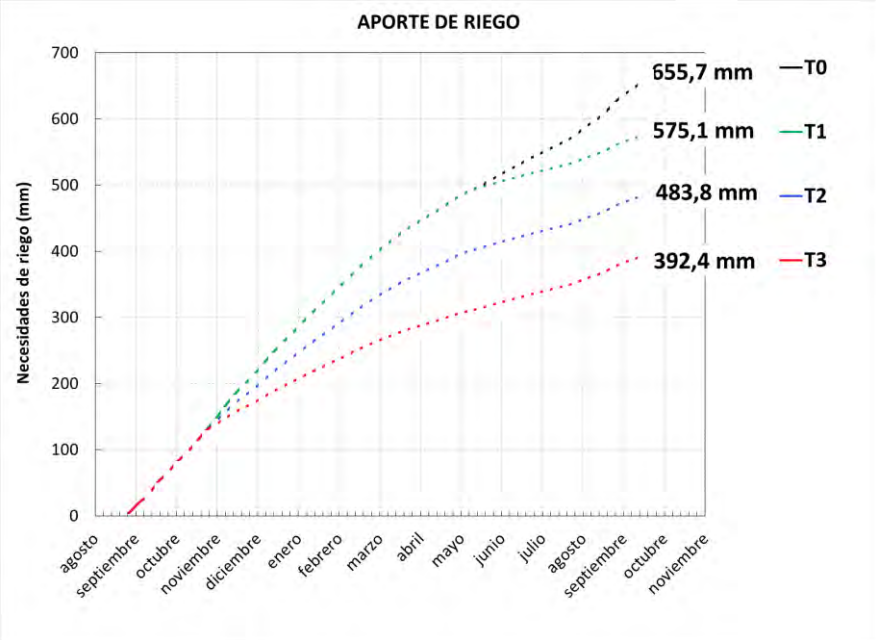
Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

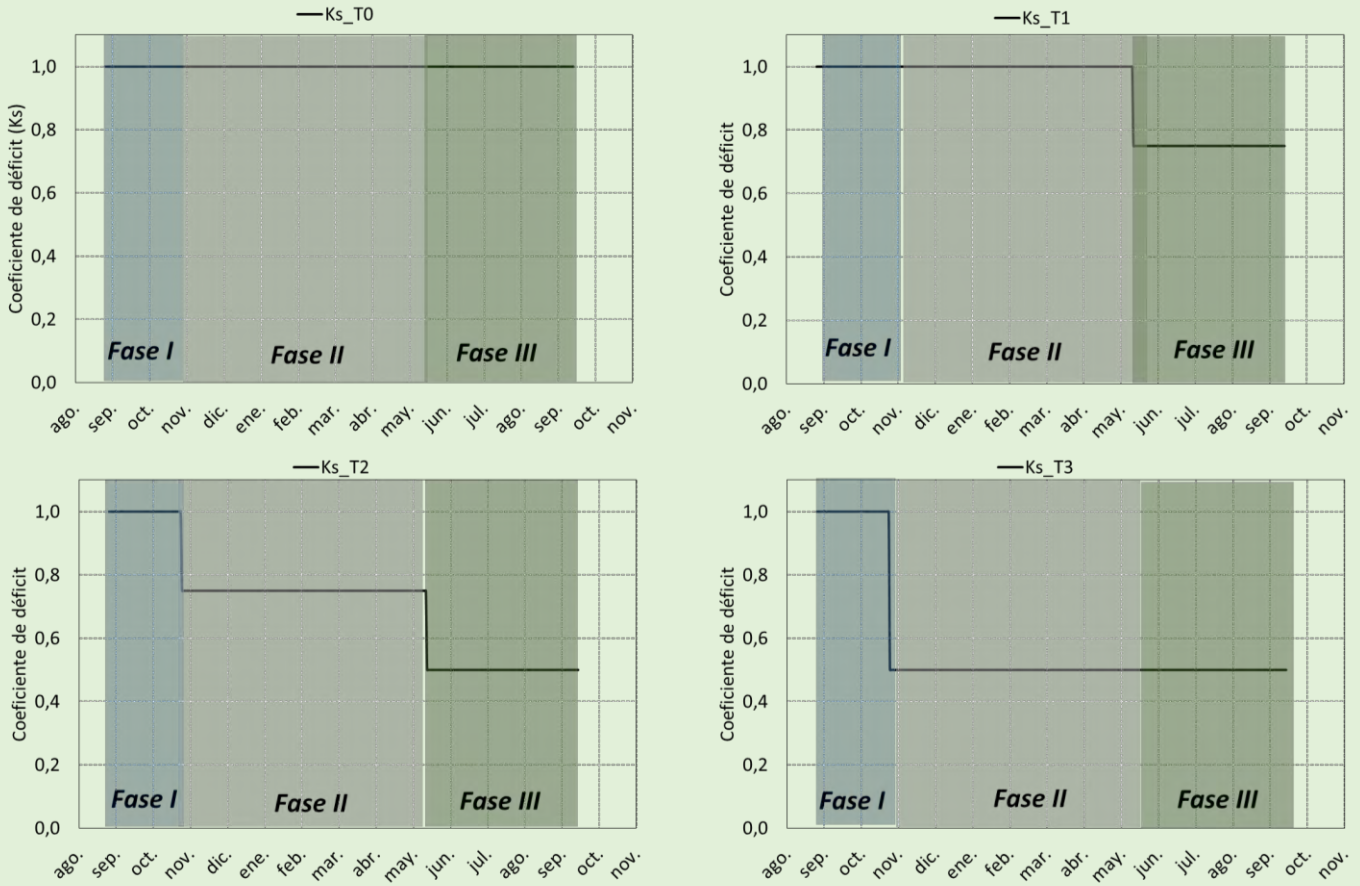
CONSUMO HÍDRICO

TRATAMIENTOS

MANEJO DEL RIEGO (ESTADO FENOLÓGICO)



$$ETc = Kcb \times ETo \times Ks$$



Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

CONSUMO HÍDRICO

TRATAMIENTOS

NIVELES DE CARGA

BAJA

MEDIA

ALTA

Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

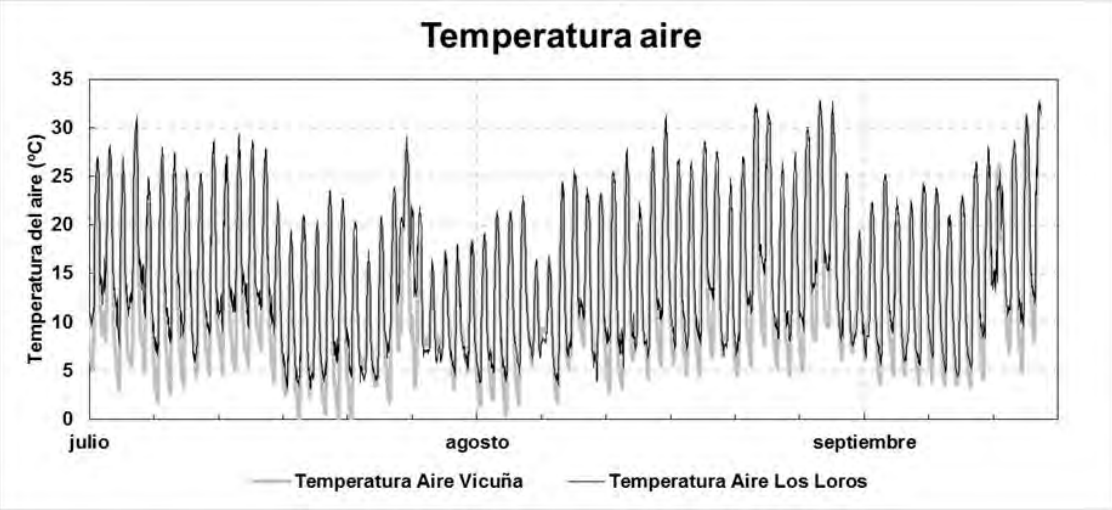
REGISTROS AMBIENTALES

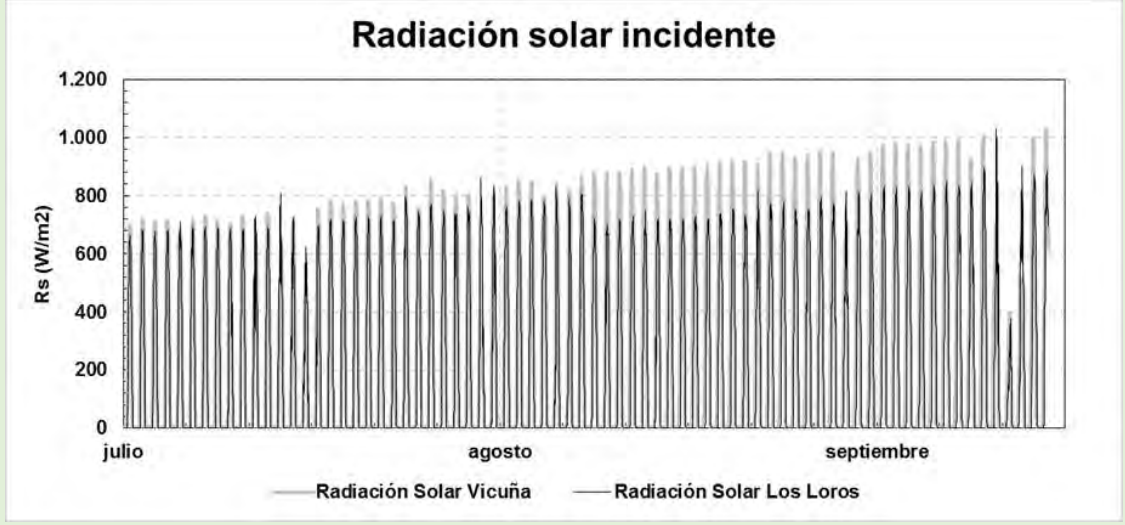
Comité de Cítricos Chile
ASOEX
JORNADA TÉCNICA 2020
JUEVES 26 DE NOVIEMBRE 2020
INIA

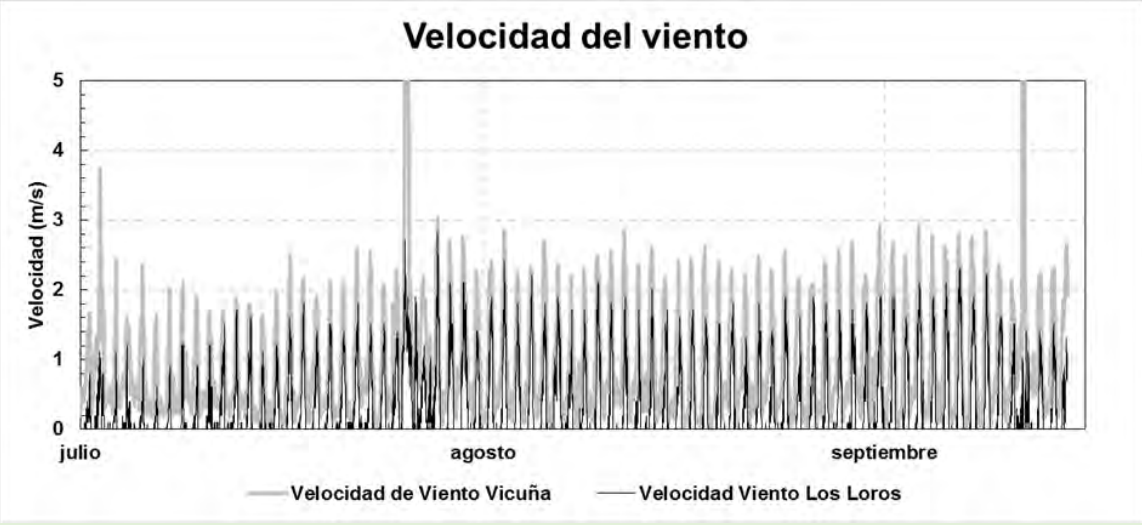
Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

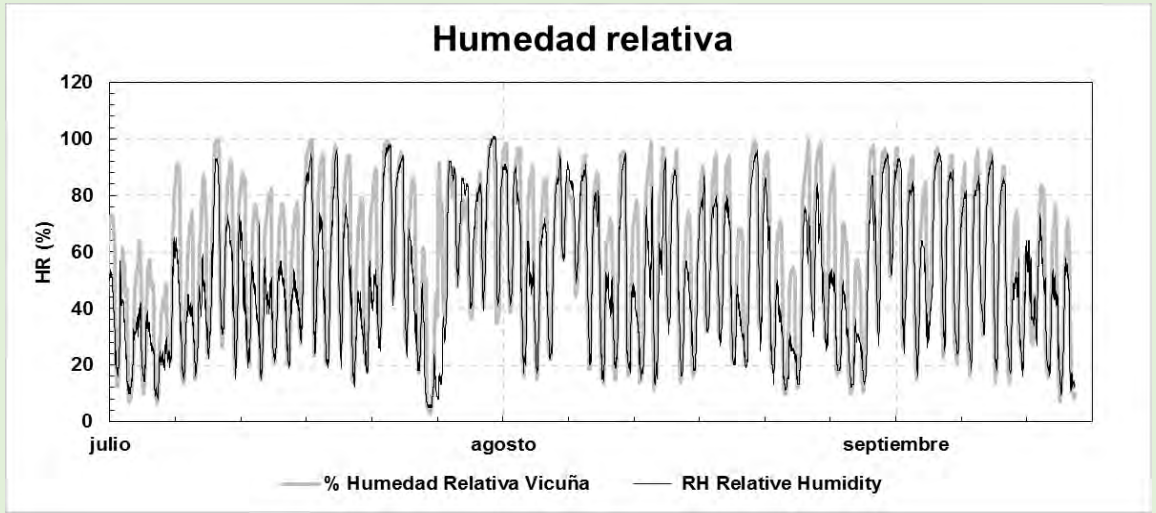
Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

REGISTROS AMBIENTALES





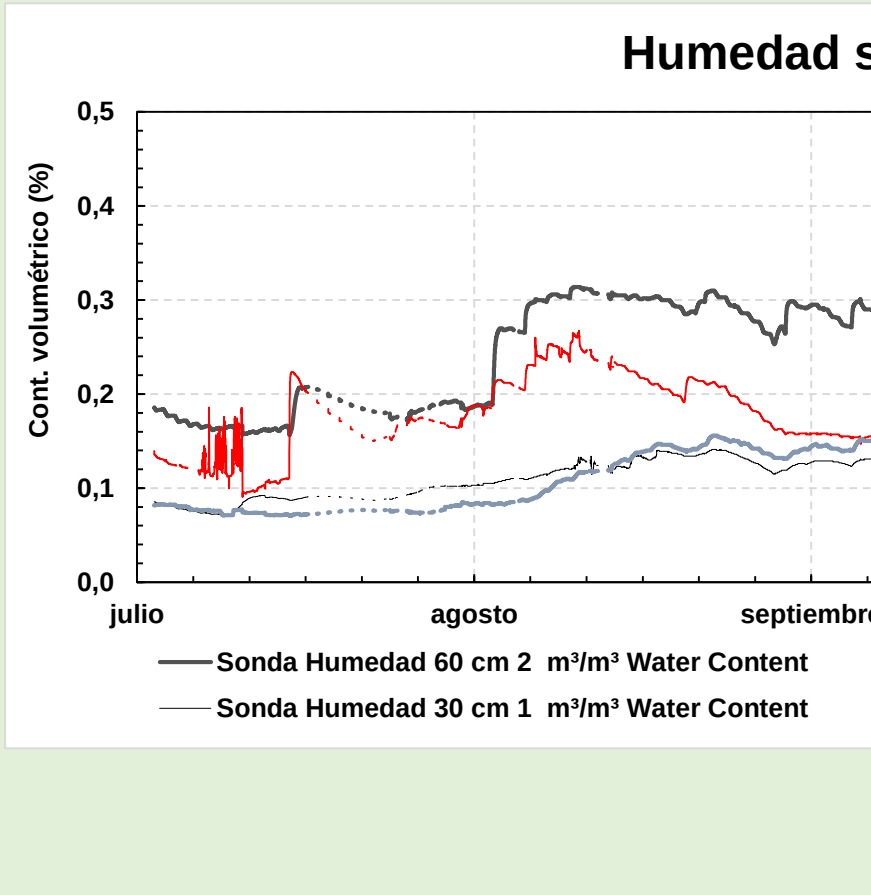




Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

DISPONIBILIDAD HÍDRICA



Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

CONTROL DEL RIEGO

CAUDALÍMETROS

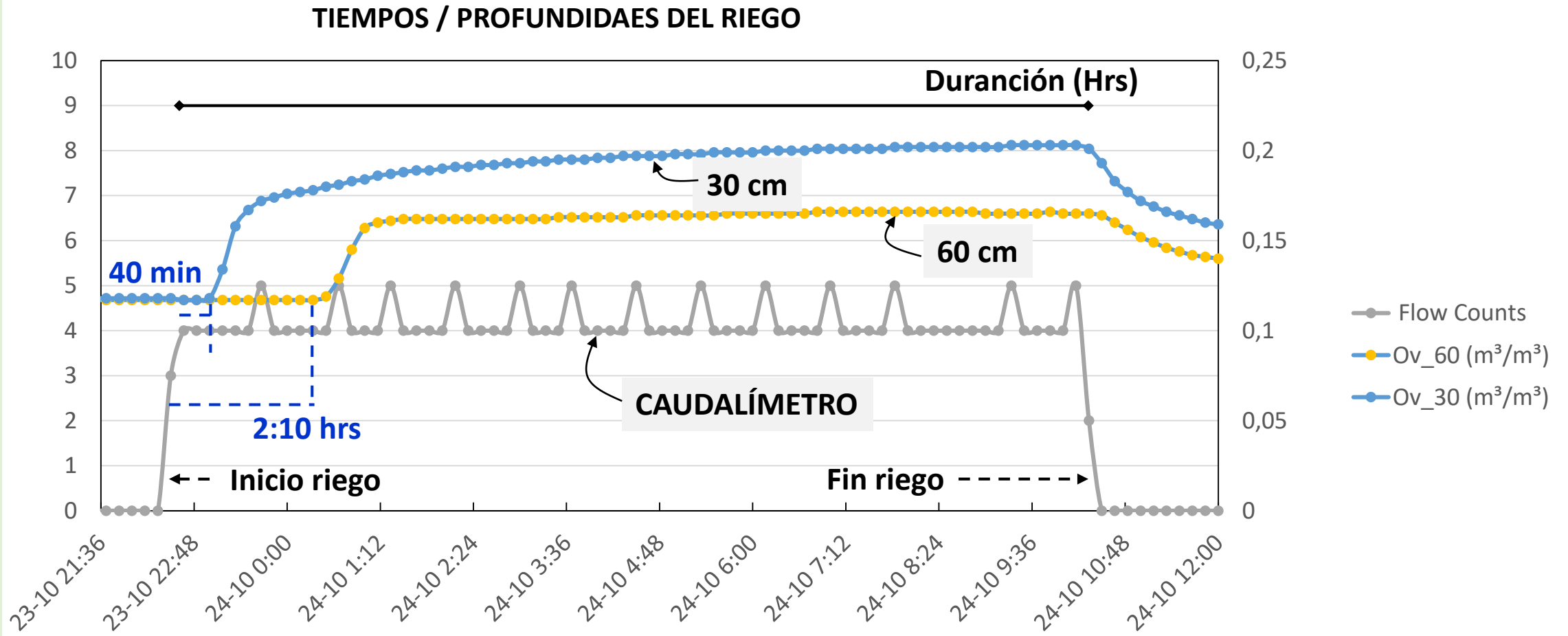
PLUVIÓMETRO DE GOTERO

DATALOGGERS

Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

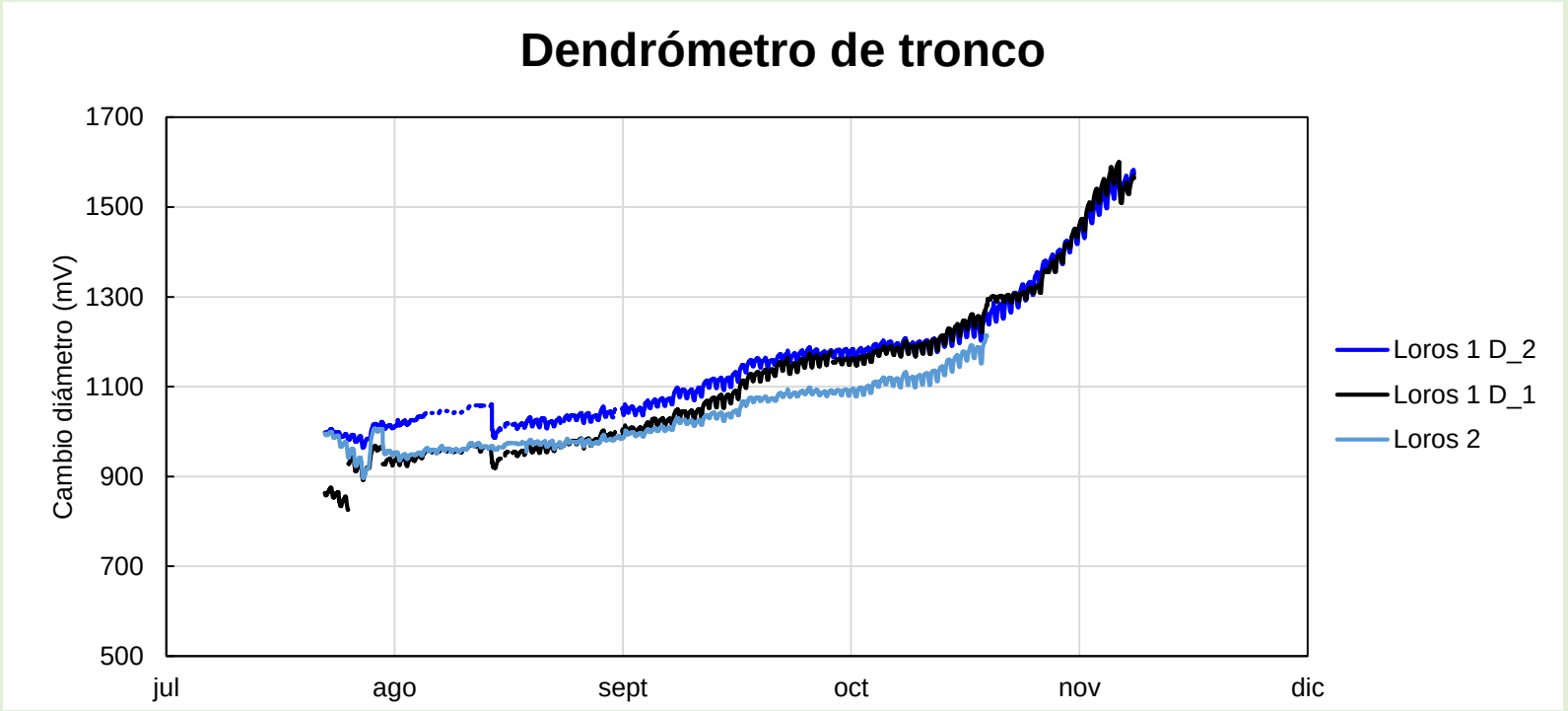
DISPONIBILIDAD HÍDRICA



Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

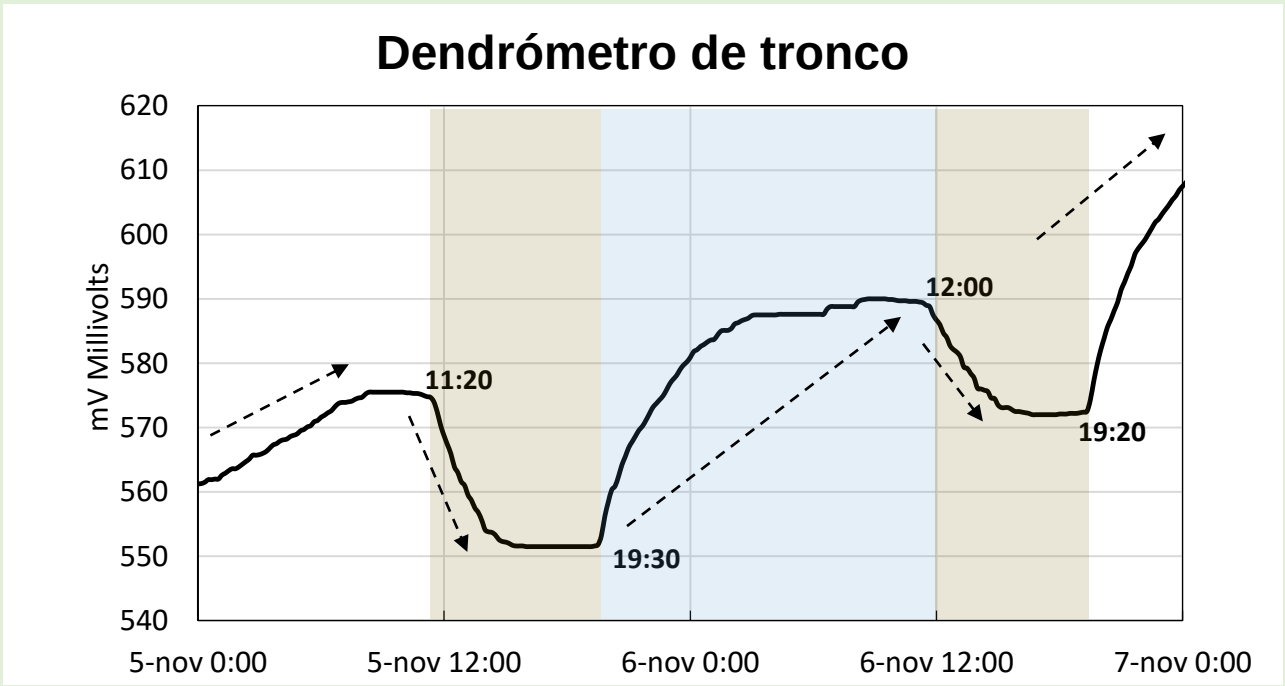
DENDROMETRÍA TRONCO



Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

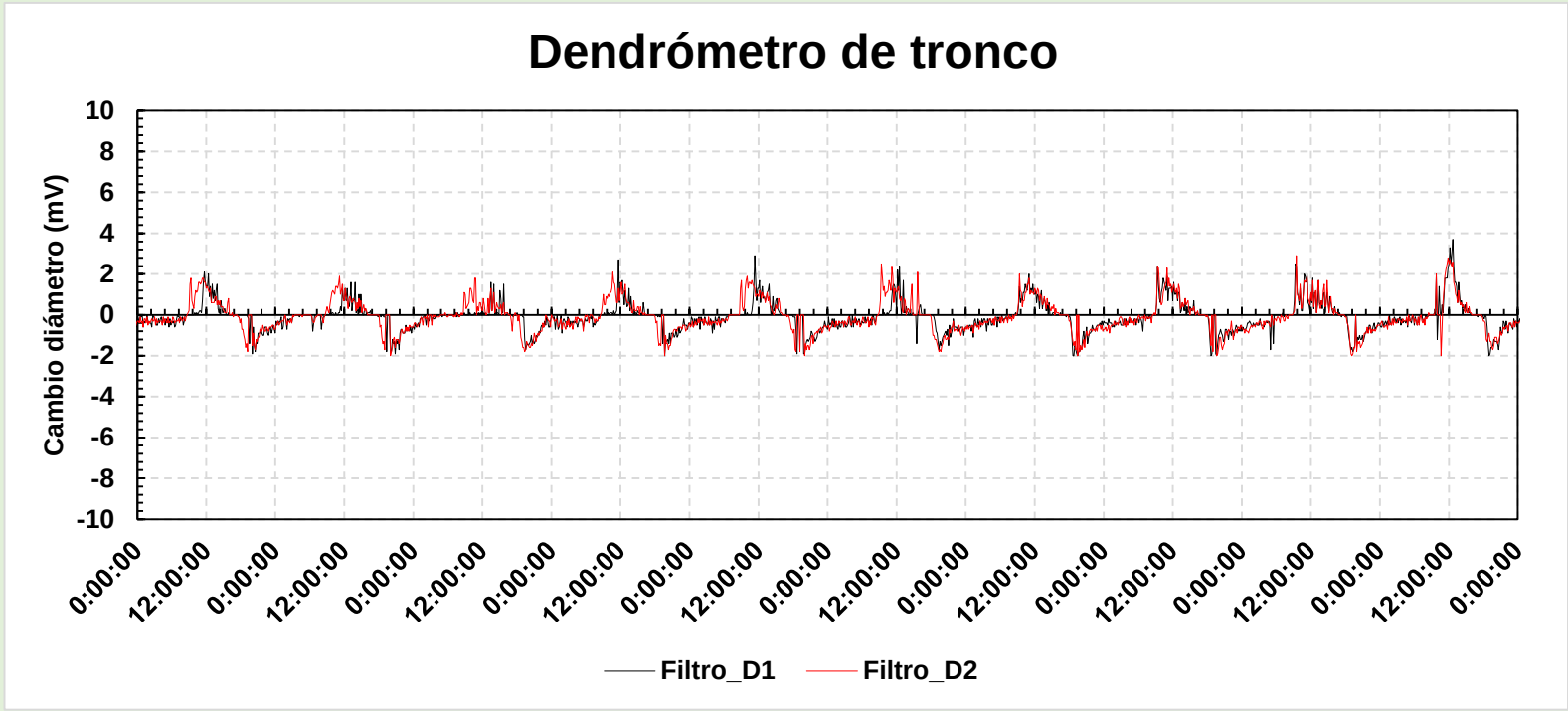
DENDROMETRÍA TRONCO



Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

DENDROMETRÍA TRONCO



Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

DENDROMETRÍA FRUTO

Comité de Cítricos Chile
ASOEX
JORNADA TÉCNICA 2020
JUEVES 26 DE NOVIEMBRE 2020
INIA

Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

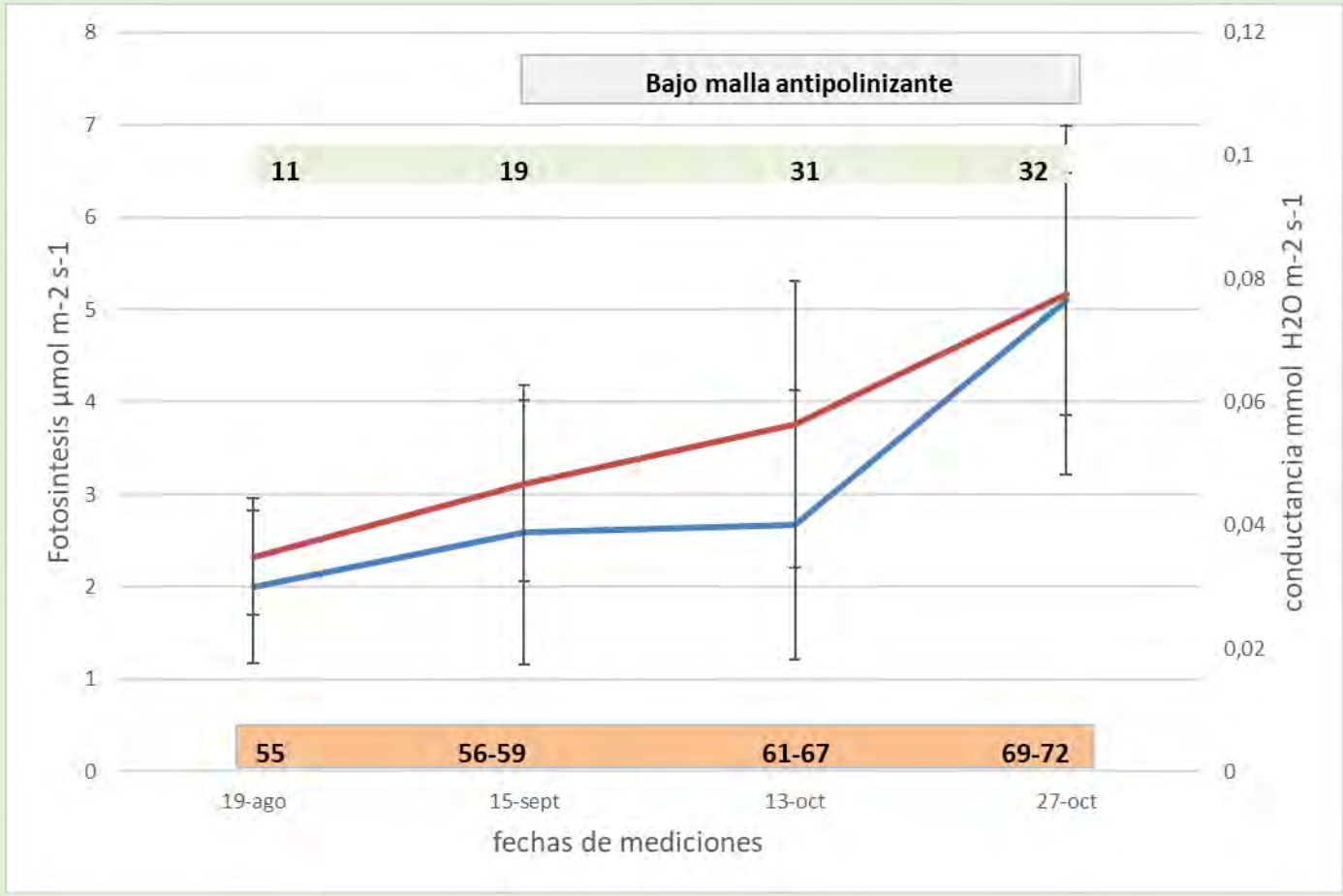
ECOFISIOLOGÍA

JORNADA TÉCNICA 2020
JUEVES 26 DE NOVIEMBRE 2020

Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

ECOFISIOLOGÍA



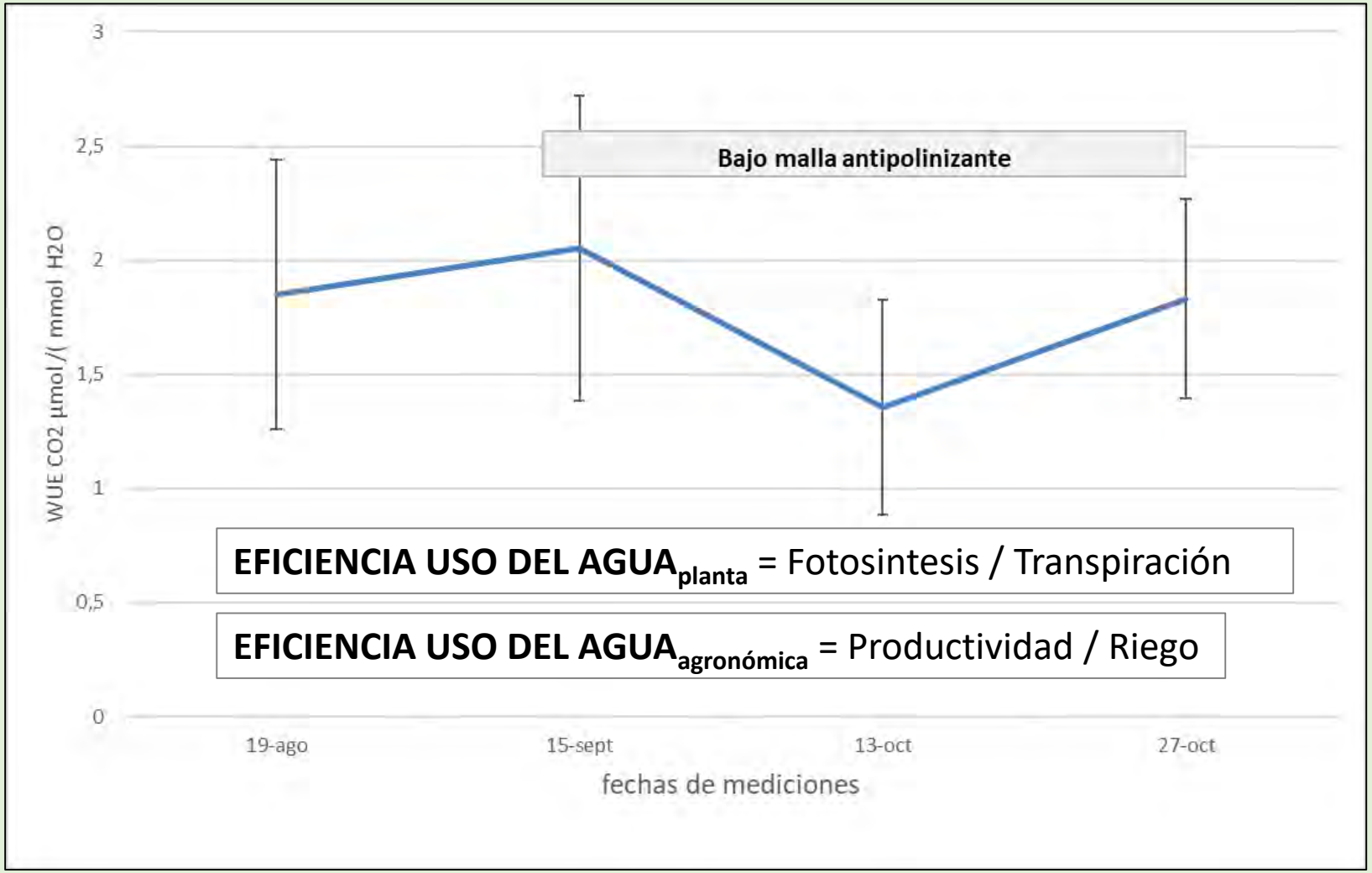
Estado BBC	Descripción
11	primera hojas visibles
19	primeras hoja totalmente expandidas
31	comienzo crec brotes
32	brotes de 20 % de long final

55	flores visibles , yema cerrada
56-59	yema blanca a ballon blanco
61-67	comienzo floración-caída de pétalos
69-72	término de flor-fruto verde con sépalo

Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

ECOFISIOLOGÍA



EFICIENCIA USO DEL AGUA$_{planta}$ = Fotosintesis / Transpiración

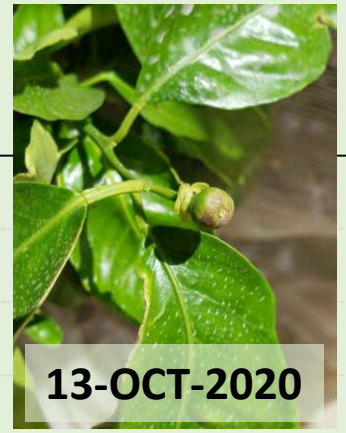
EFICIENCIA USO DEL AGUA$_{agronómica}$ = Productividad / Riego

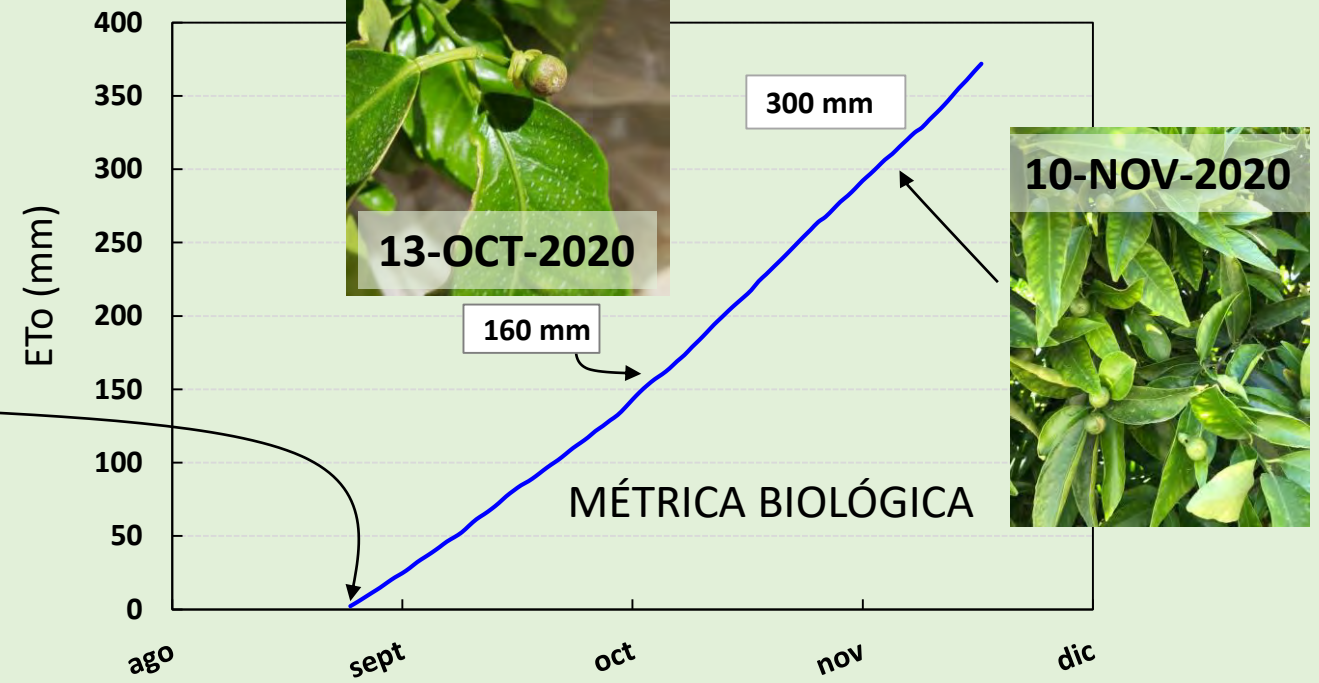
JORNADA TÉCNICA 2020
JUEVES 26 DE NOVIEMBRE 2020

Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

FENOLOGÍA





Estado BBC	Descripción
11	primera hojas visibles
19	primeras hoja totalmente expandidas
31	comienzo crec brotes
32	brotes de 20 % de long final

55	flores visibles , yema cerrada
56-59	yema blanca a ballon blanco
61-67	comienzo floración-caída de pétalos
69-72	término de flor-fruto verde con sépalo

JORNADA TÉCNICA 2020
JUEVES 26 DE NOVIEMBRE 2020

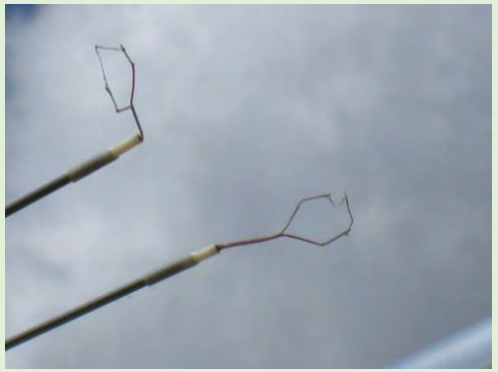
Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

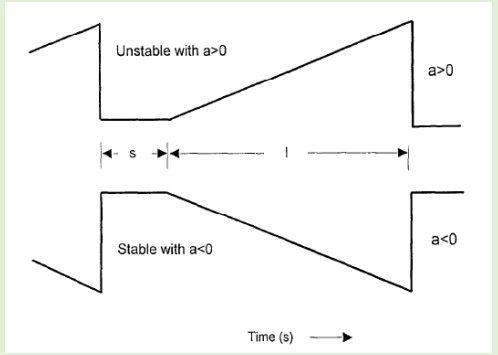
Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

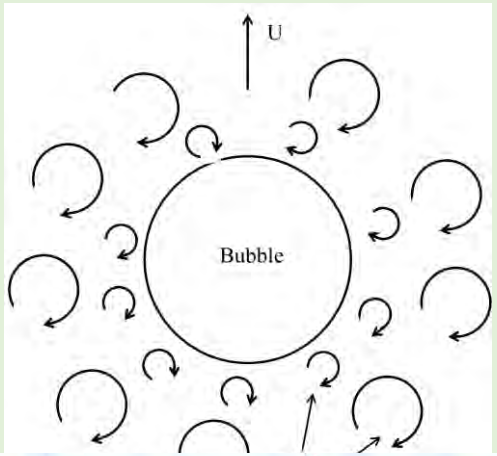
FLUJOS DE ENERGÍA

SURFACE RENEWAL

$$LE = Rn - G - H$$

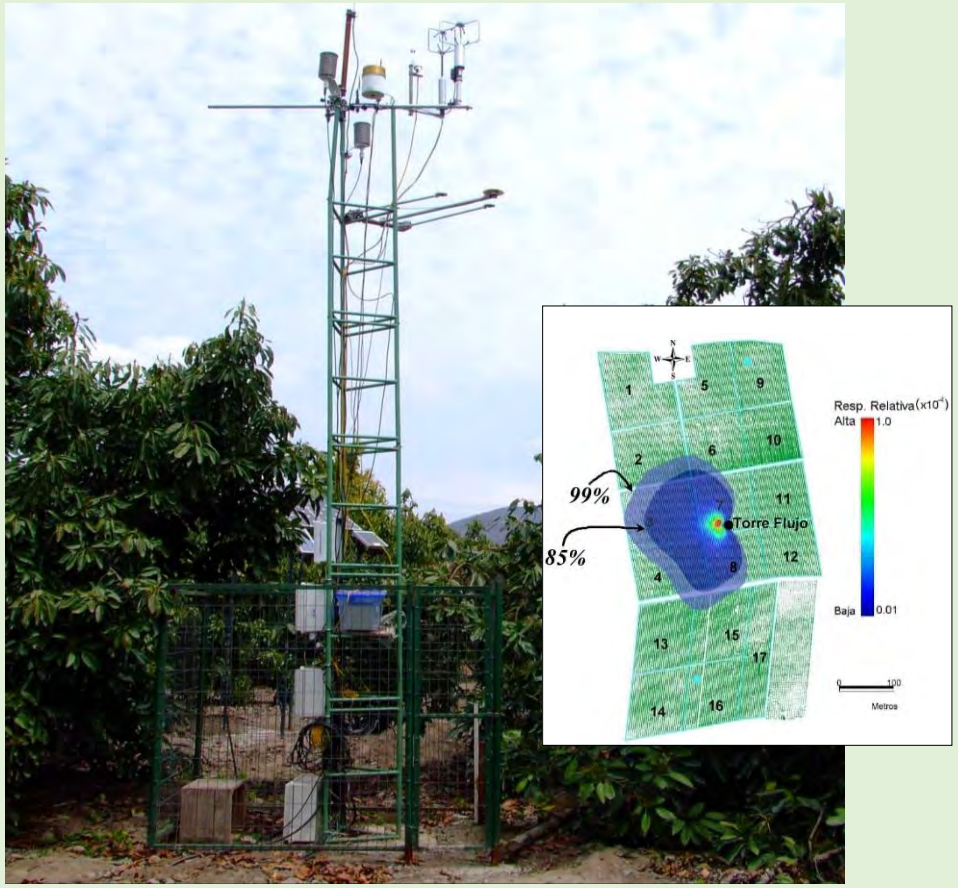






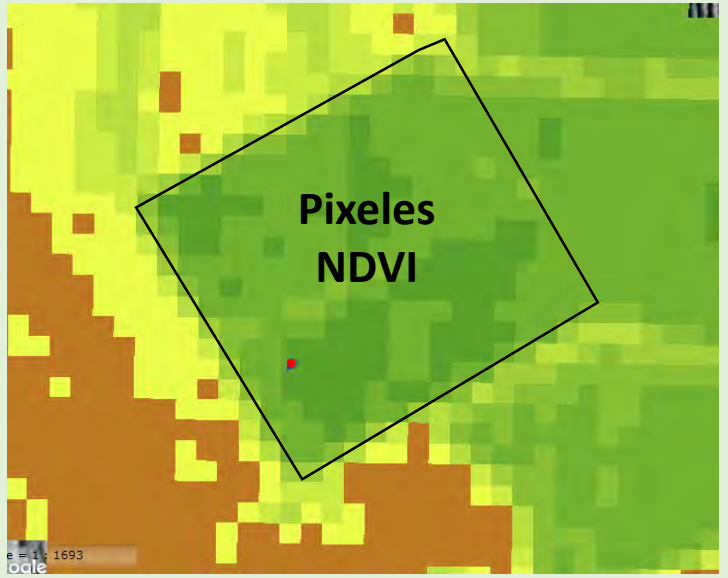
FLUJOS DE ENERGÍA

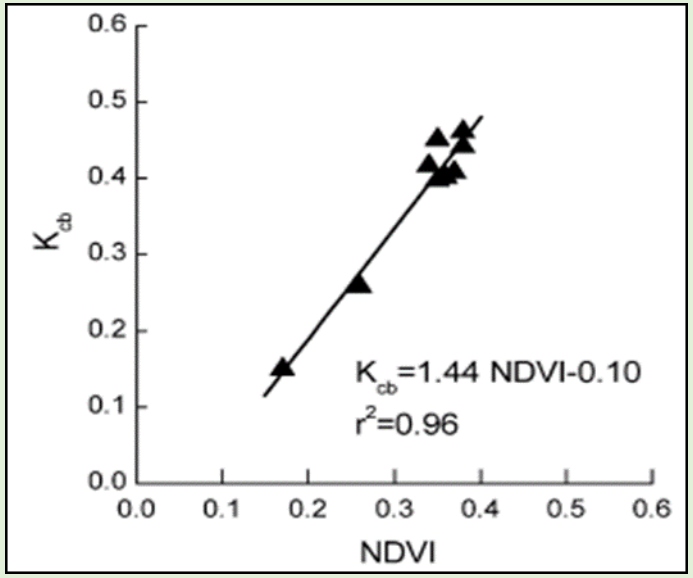
SURFACE RENEWAL



LE= Rn-G-H → **LE= ETc**

ETc / ETo = Kc o Kcb





Comité de Cítricos Chile

ASOEX

JORNADA TÉCNICA 2020

JUEVES 26 DE NOVIEMBRE 2020

Ajuste del coeficiente de cultivo satelital para el manejo preciso del riego en el cultivo de mandarina en la zona Centro Norte de Chile.

Claudio Balbontín N. / Angélica Salvatierra G.

claudio.balbontin@inia.cl / asalvarierra@inia.cl

INIA INTIHUASI

ETc = Kcb x ETo

CLIMA

Variables meteorológicas
Demanda Ambiental (ETo, DPV)
Sumatoria térmica y fenología
Flujo calor sensible (Surface renewal)

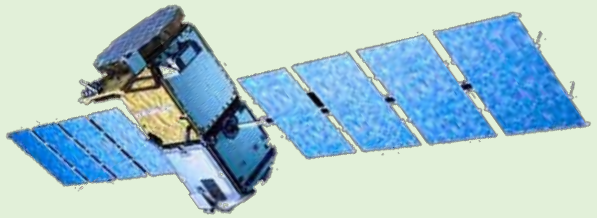
PLANTA

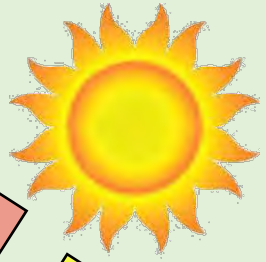
Índice de Vegetación NDVI
Monitoreo Desarrollo Cultivo

MONITOREO ECOFISIOLÓGICO
Estado hídrico interno:
Intercambio gaseoso
Potencial hídrico Ψx
Dendrometría troco
Dendrometría fruto

SUELO

Disponibilidad hídrica suelo (balance)
Sondas monitoreo rutinario
Umbral de agotamiento (Ov)
Caudalímetros, pluviómetros





Rojo (R)

50%

Near Infrared (NIR)

8%

ÍNDICE DE VEGETACIÓN
DIFERENCIAS NORMALIZADAS

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} = \frac{0{,}50 - 0{,}08}{0{,}50 + 0{,}08} = 0{,}72$$