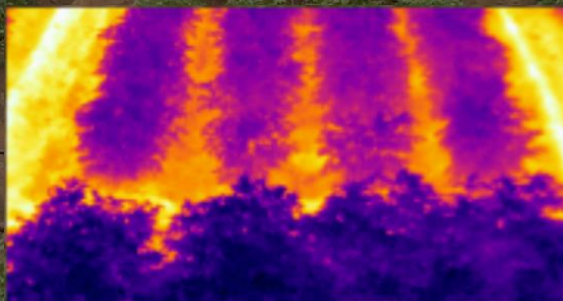


Uso Efectivo de Agua en Papa: Manejo y optimización de momentos de riego



Problema Global a la Seguridad Alimentaria

- Un mayor requerimiento de alimentos



Mayor población y consumo

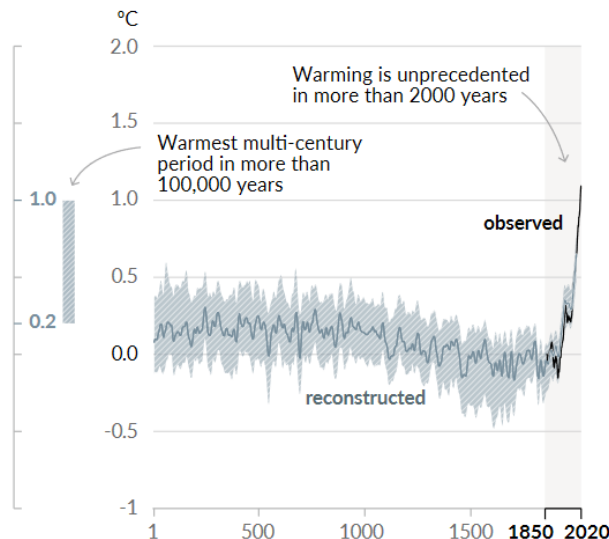
“Deberemos alimentar más gente en el futuro (seremos > 9,000 millones predichos para 2050), lo que requerirá entre 2.5 a 3 veces más agua ($10\text{-}13 \times 10^8$ de m^3 para el 2050)”

Lal, (2013)

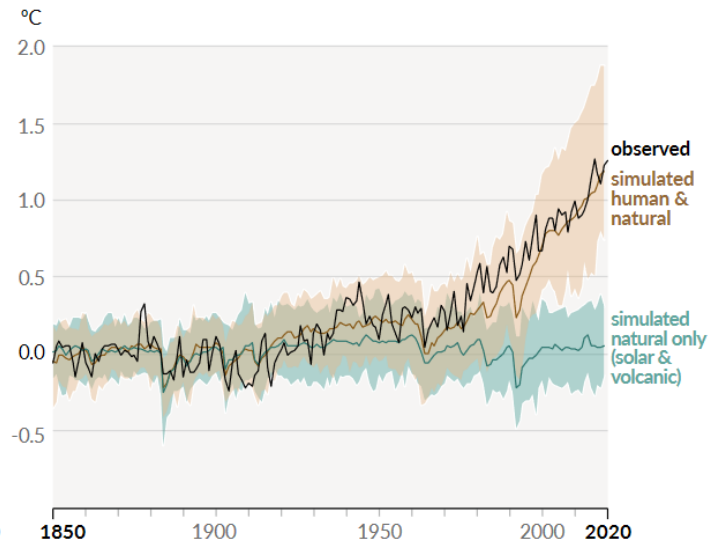
Human influence has warmed the climate at a rate that is unprecedented in at least the last 2000 years

Changes in global surface temperature relative to 1850-1900

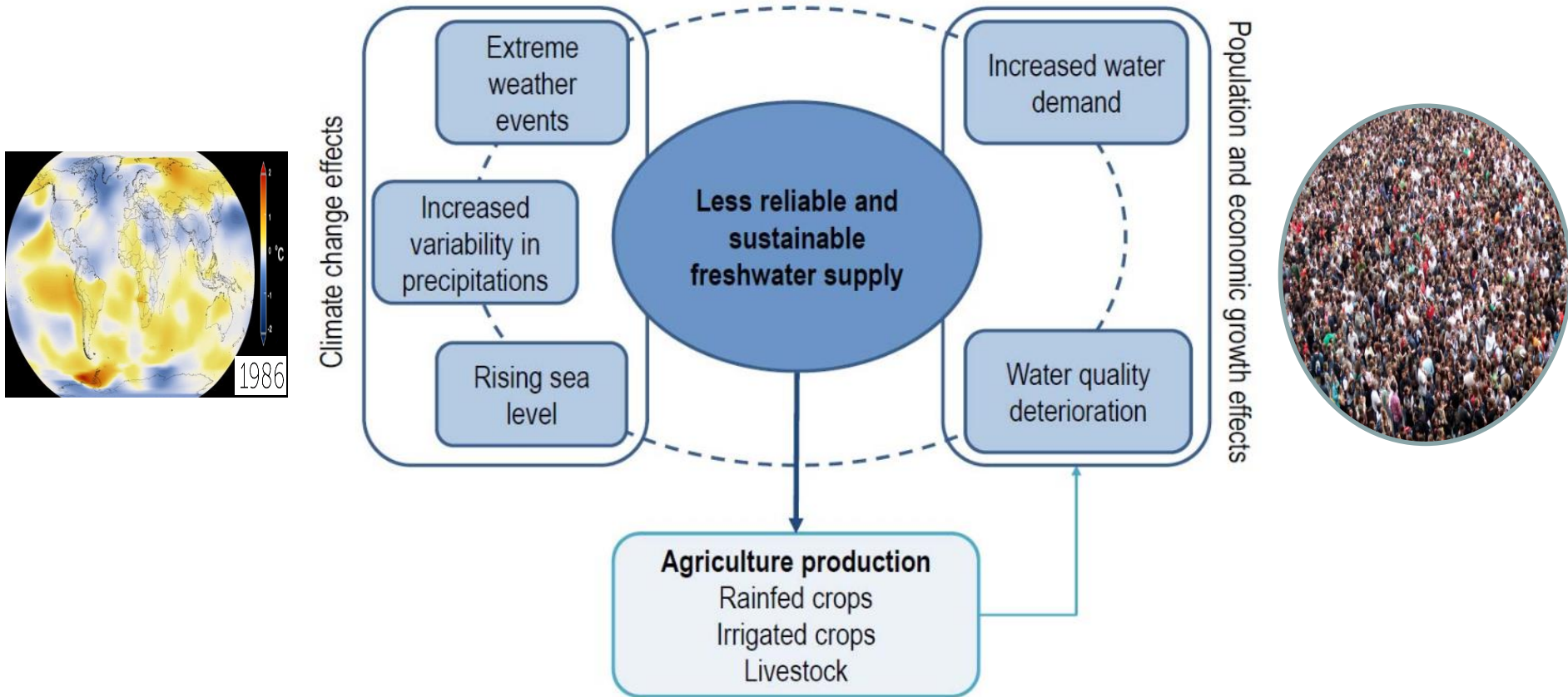
a) Change in global surface temperature (decadal average) as **reconstructed** (1-2000) and **observed** (1850-2020)



b) Change in global surface temperature (annual average) as **observed** and simulated using **human & natural** and **only natural** factors (both 1850-2020)

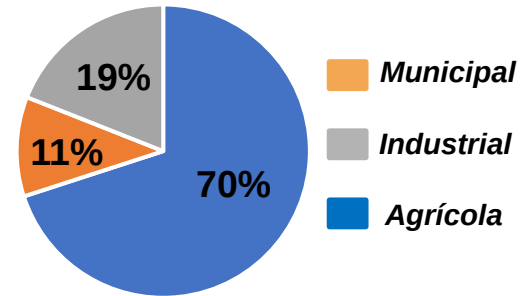


Problemas globales en relación al recurso hídrico



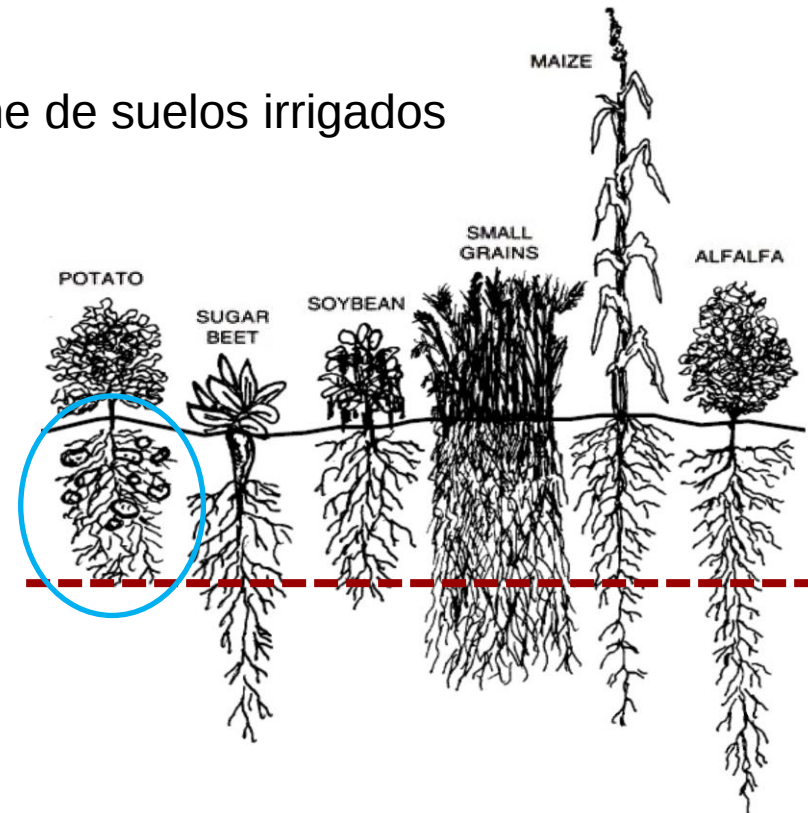
Source: OECD Studies on Water (<https://doi.org/10.1787/9789264279551-en>)

Uso Global del Agua Dulce (FAO 2016)



- ↑ Temperatura
- ↑ Aridez
- ↓ Áreas para la agricultura
- ↓ Disponibilidad de agua

70% Agua dulce global
40% de los alimentos viene de suelos irrigados



Cambio Climático

Défit Hídrico

Agricultura

Cultivos vulnerables

Papa

3^{er} cultivo comestible

Alto índice de cosecha

Sensible a la sequía

- ↓ Rendimientos
- ↑ Costos

Acciones para la optimización del agua

MANEJO DEL AGUA

- Técnicas más eficientes de riego
- Optimización de calendarios de riego



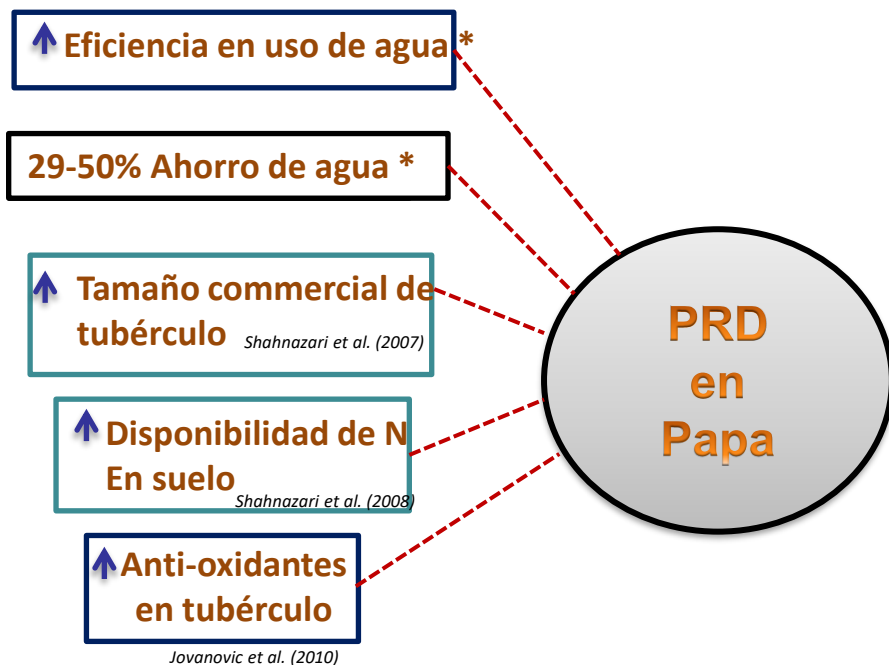
Riego Alternado



Riego Alternado con Sifones



- Alcances del Desechado Parcial de Raíces (PRD) en papa



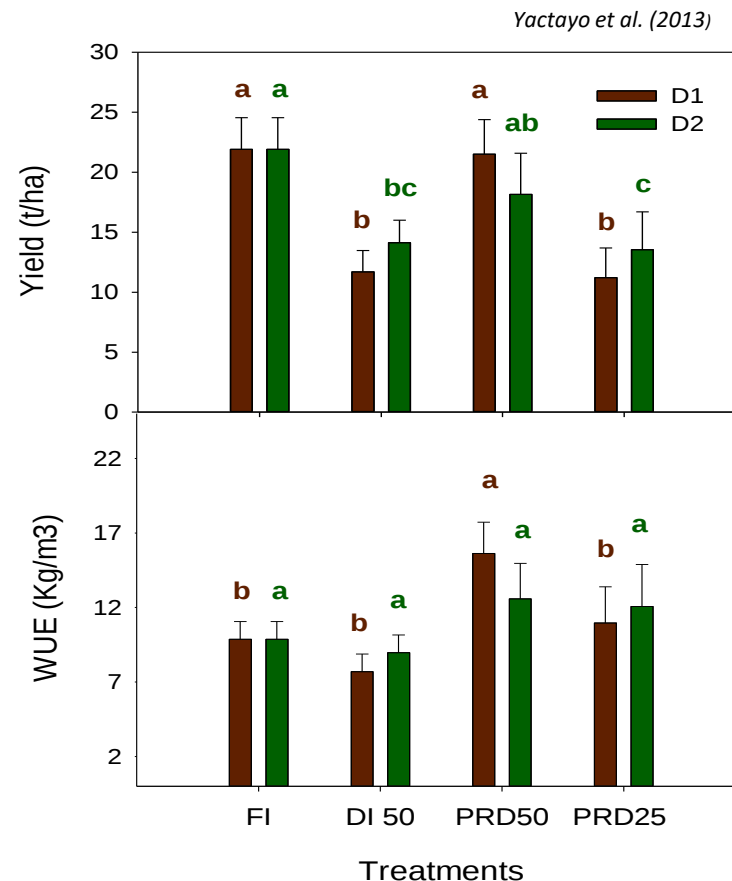
Agricultural Water Management 123 (2013) 65–70



Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Agricultural Water Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/agwat



Effect of partial root-zone drying irrigation timing on potato tuber yield and water use efficiency



Wendy Yactayo, David A. Ramírez*, Raymundo Gutiérrez, Víctor Mares, Adolfo Posadas, Roberto Quiroz

International Potato Center (CIP), Apartado 1558, Lima 12, Peru

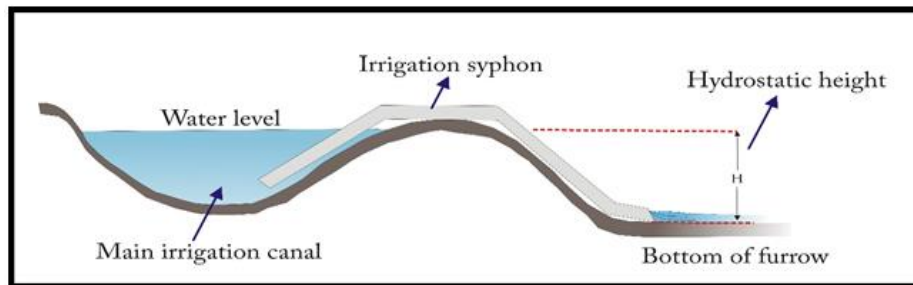
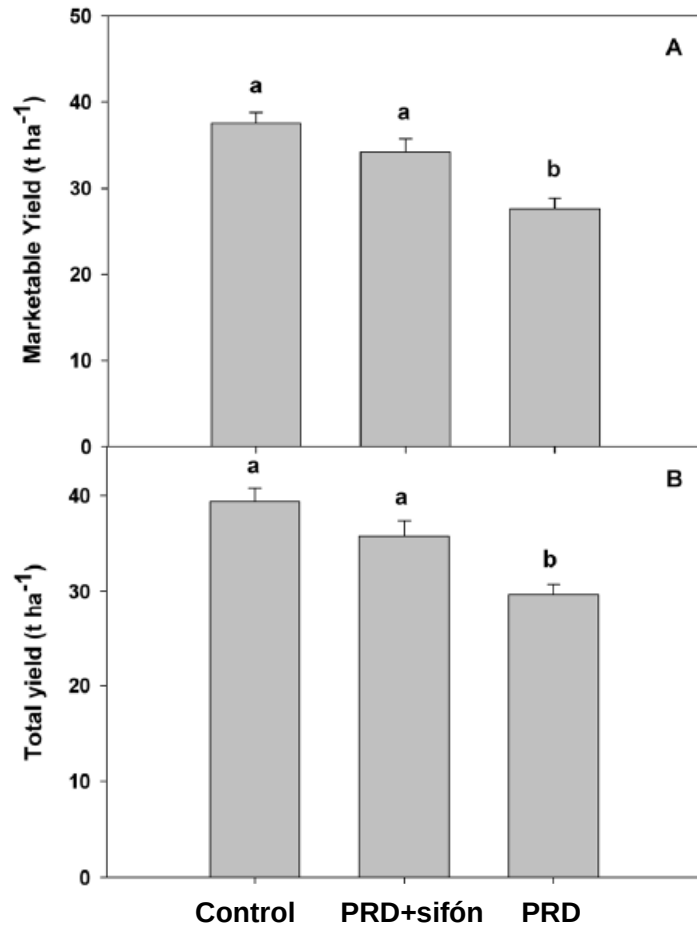
* [Jovanovic et al., 2010](#); [Liu et al., 2006](#); [Saeed et al., 2008](#); [Shahnazari et al., 2007](#); [Xie et al., 2012](#)

Rapid Communication

Open Access

Wendy Yactayo, David A. Ramírez*, Tigist German, Alemu Worku, Atklte Abeb, Dieudonné Harahagazwe, Victor Mares, Felipe De Mendiburu, Roberto Quiroz

Improving potato cultivation using siphons for partial root-zone drying irrigation: A case study in the Blue Nile river basin, Ethiopia



Acciones para la optimización del agua

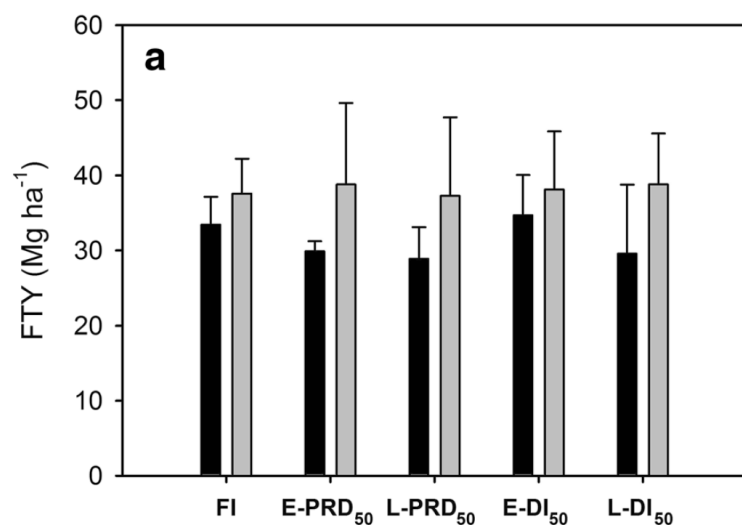


Is Partial Root-Zone Drying More Appropriate than Drip Irrigation to Save Water in China? A Preliminary Comparative Analysis for Potato Cultivation

Junhong Qin^{1,2}  • David A. Ramírez^{3,4} •
Kaiyun Xie^{2,5} • Wenjuan Li^{2,6} • Wendy Yactayo³ •
Liping Jin¹ • Roberto Quiroz⁷

Potato Research
<https://doi.org/10.1007/s11540-018-9393-0>

Partial Root Zone Drying (PRD)



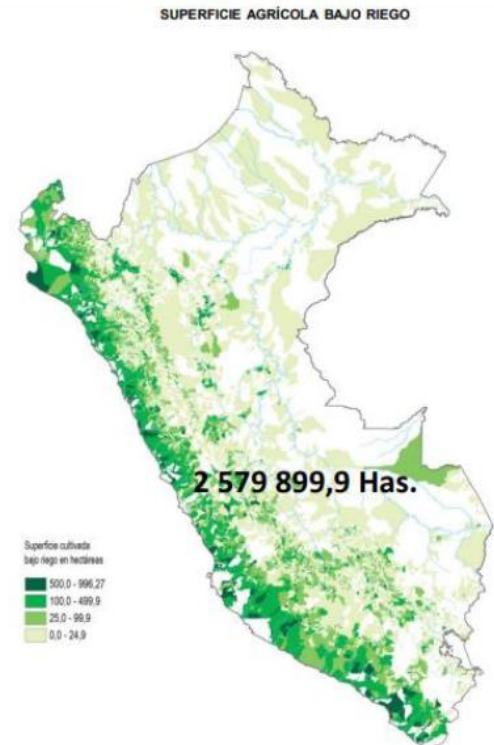
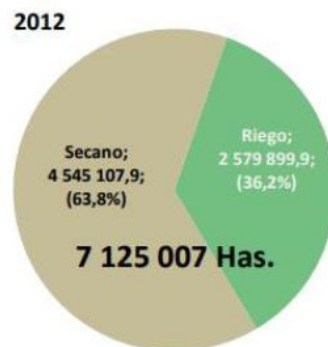
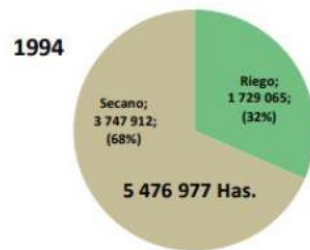
FI = Full irrigation, DI = Drip irrigation, E = early, L = Late

Item	Total CO ₂ eq/kg ha ⁻¹	
	DI	PRD
Energy use (field)	1413.4	1189.7
Fertiliser production*	795.7	795.7
Soil/fertiliser	304.0	304.0
Fungicides	61.5	61.5
Crop residue management	1432.2	1079.3
Seed production	255.4	228.9
Total	4262.3	3659.1

Potencial adopción y análisis de la tecnología



Área Bajo Riego

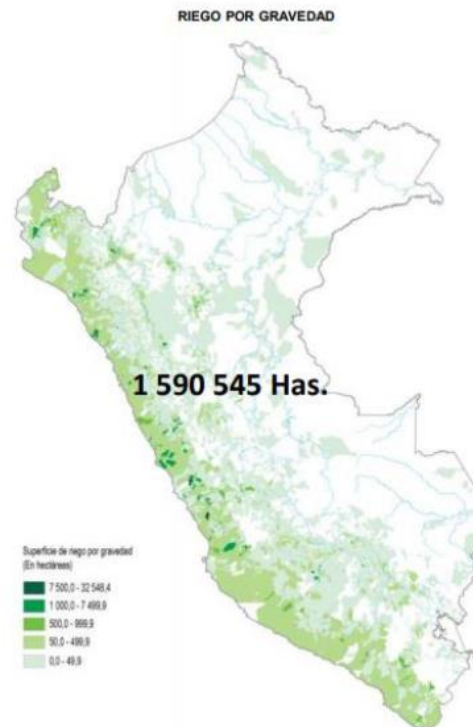


Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - IV Censo Nacional Agropecuario 2012.

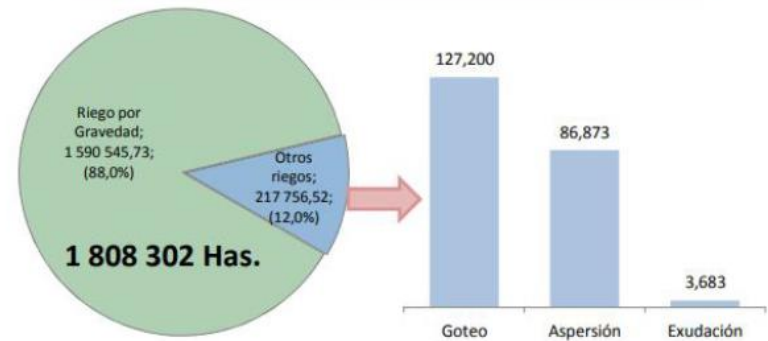
SUPERFICIE Y SISTEMAS DE RIEGO



Que sistema se emplea en área bajo riego



Sistemas de Riego (Hectáreas)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - IV Censo Nacional Agropecuario 2012.

Tomado de Charla REDIAGRO – MIDAGRI (9 Julio 2021)

Los estomas como indicadores claves para determinar el estado hídrico en las plantas



Medrano et al. — Regulation of Photosynthesis of C_3 Plants Under Drought
Annals of Botany 89:895-905, 2002

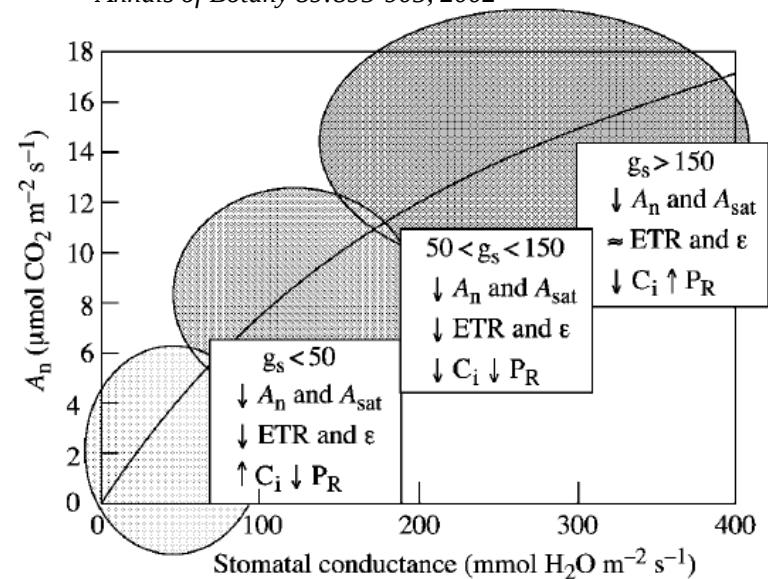
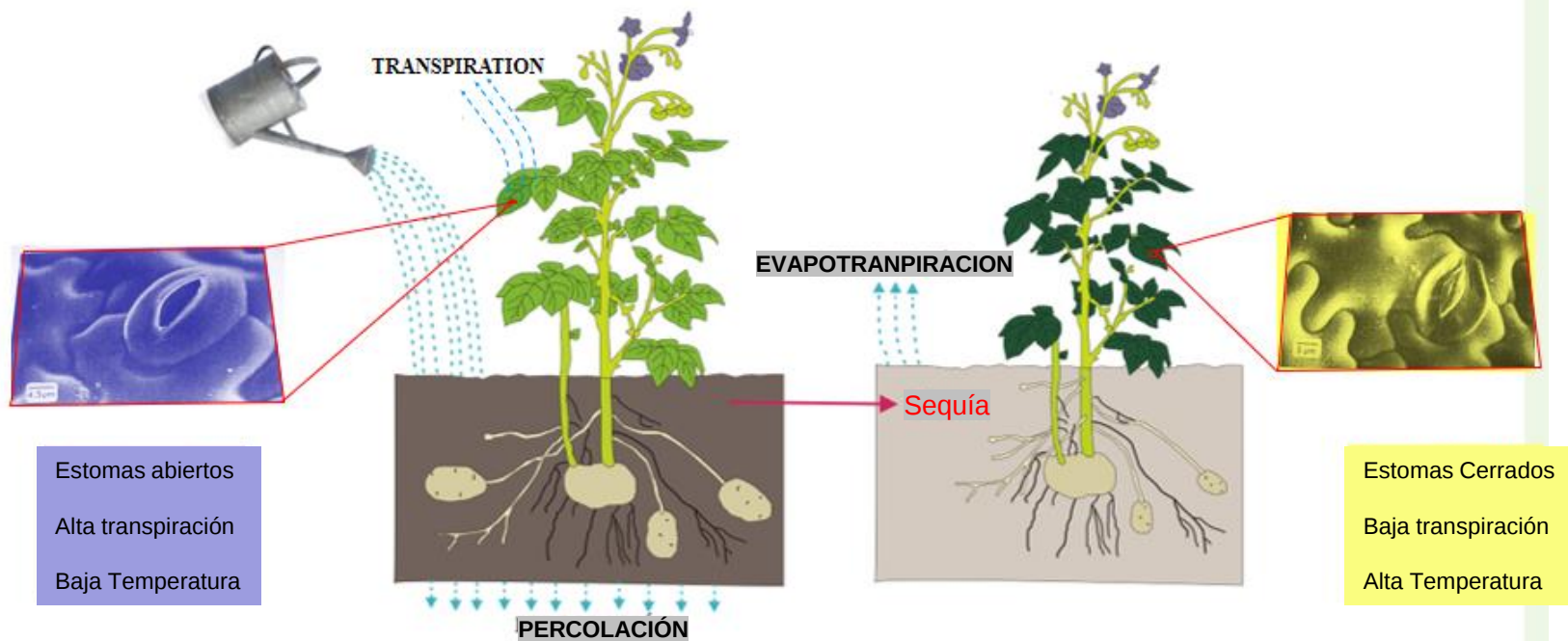


FIG. 3. Schematic pattern of response of photosynthesis in grapevines to drought, using g_s as a reference parameter. Three main regions are distinguished, and the down-regulation of different photosynthetic parameters is indicated for every region.

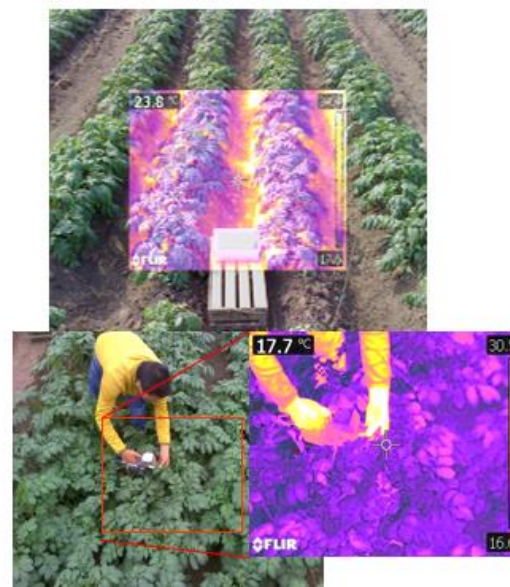


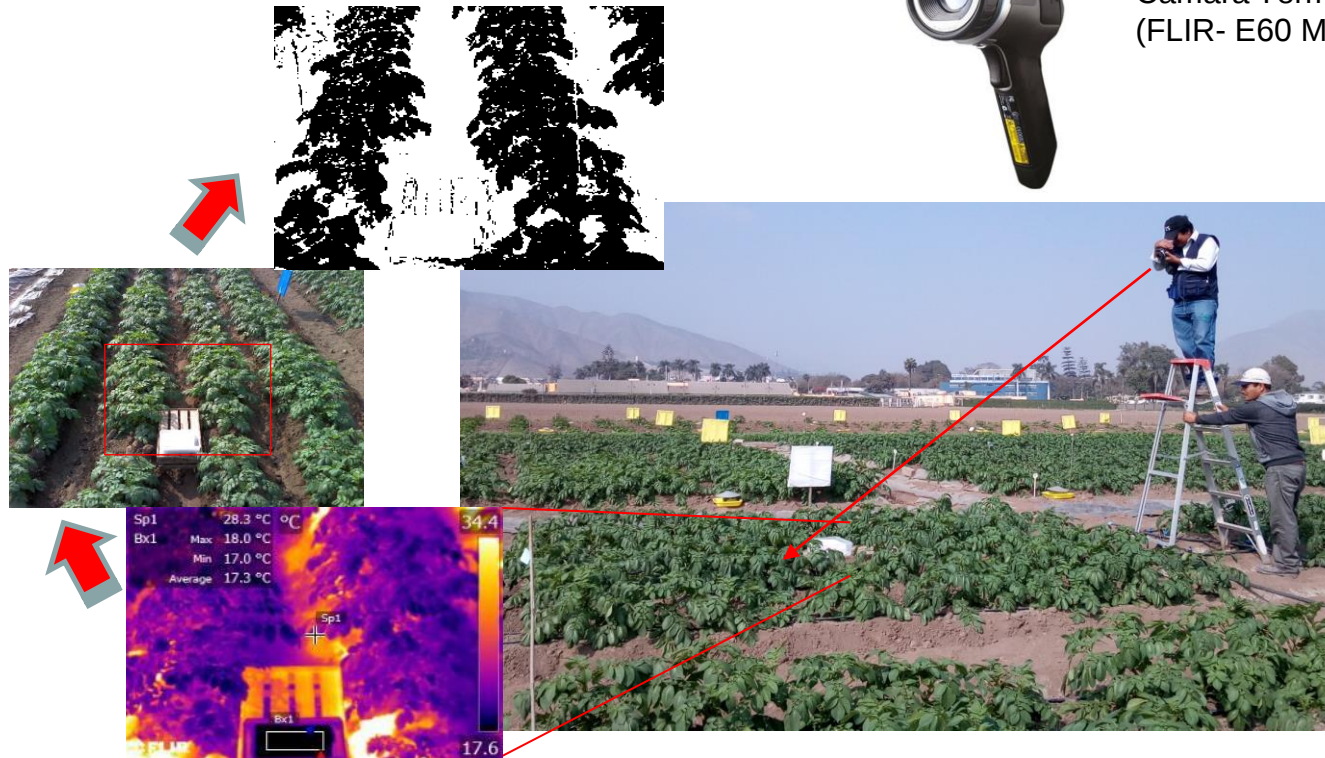


Conductancia Estomática



Termografía Infrarroja





Cámara Térmica Infraroja
(FLIR- E60 Model)

Índice de Estrés Hídrico del Cultivo (CWSI)

$$CWSI = \frac{(T_{follaje} - T_{hum})}{(T_{seca} - T_{hum})}$$

T_{hum} : Temperatura Húmeda (Temperatura de superficie húmeda de referencia)

T_{seca} : Temperatura Seca (+13°C de la temperature del aire)



Defining biological thresholds associated to plant water status for monitoring water restriction effects: Stomatal conductance and photosynthesis recovery as key indicators in potato

David A. Ramírez^{a,b,*}, Wendy Yactayo^a, Libby R. Rens^c, José L. Rolando^a, Susan Palacios^a, Felipe De Mendiburu^{a,b}, Víctor Mares^a, Carolina Barreda^a, Hildo Loayza^a, Philippe Monneveux^a, Lincoln Zotarelli^c, Awais Khan^a, Roberto Quiroz^a

^a International Potato Centre (CIP), P.O. Box 1558, Lima 12, Peru

^b Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina s/n, Lima, Peru

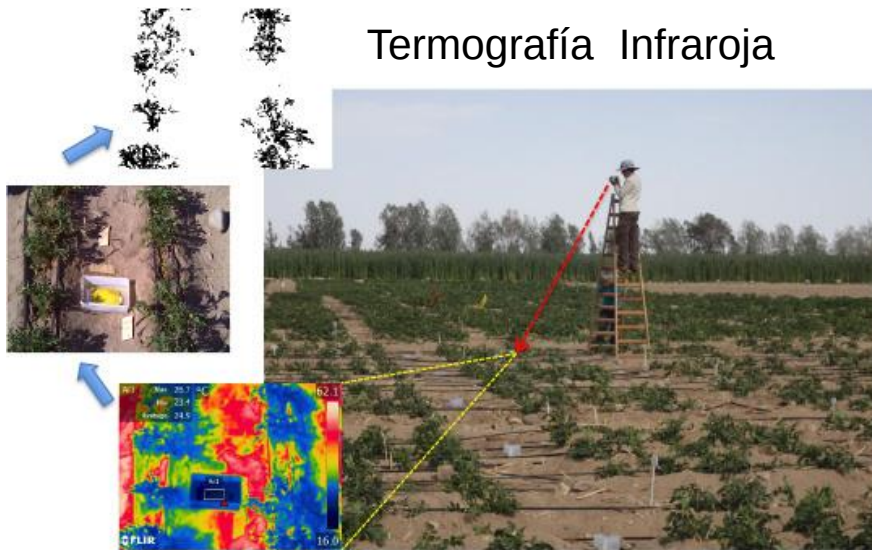
^c Horticultural Science Department, University of Florida, 241 Fifield Hall, Gainesville, FL 32611, USA



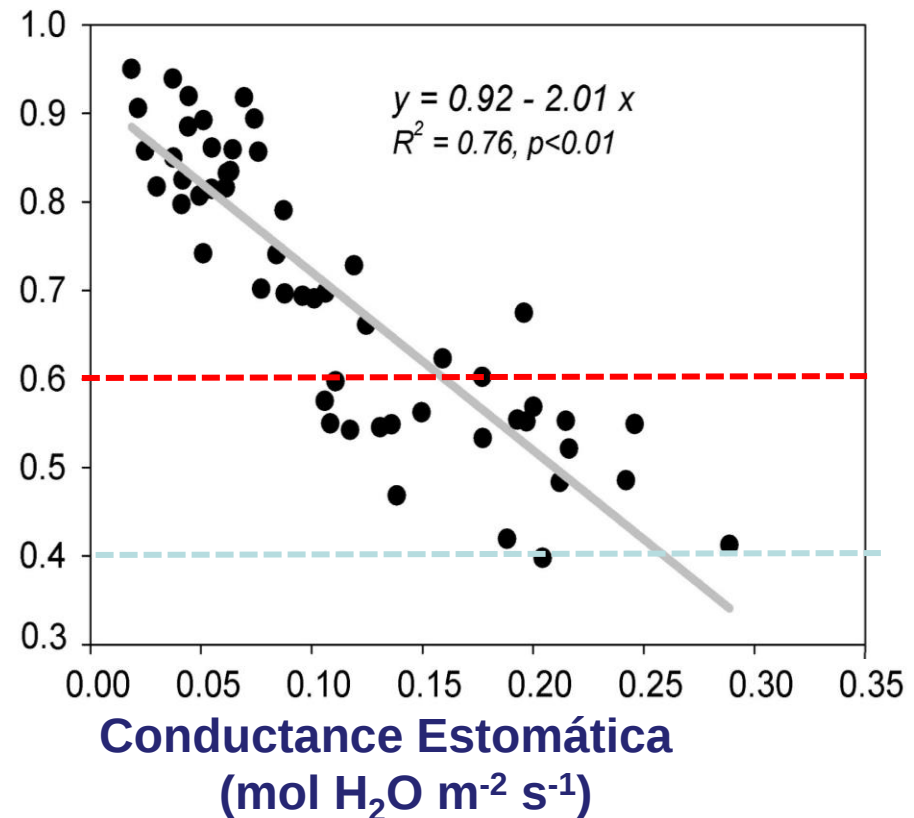
Detección de estrés temprano para propósitos de riego

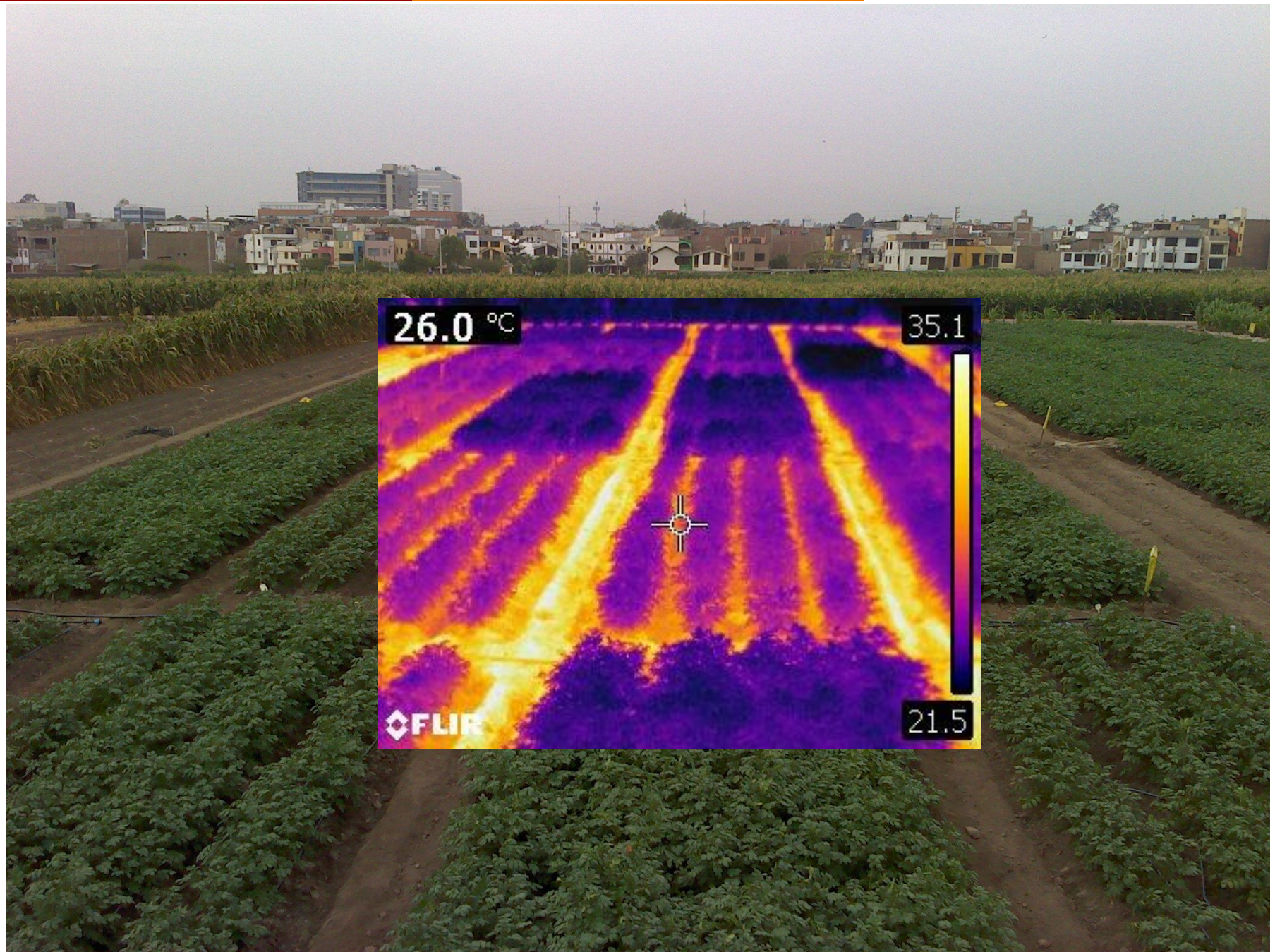
--- Irrigation threshold

--- Severity threshold



Índice de Estrés Hídrico







sensors



Article

Development of an Open-Source Thermal Image Processing Software for Improving Irrigation Management in Potato Crops (*Solanum tuberosum* L.)

Gonzalo Cucho-Padin ^{1,*}, Javier Rinza ², Johan Ninanya ², Hildo Loayza ², Roberto Quiroz ³ and David A. Ramírez ^{2,*}

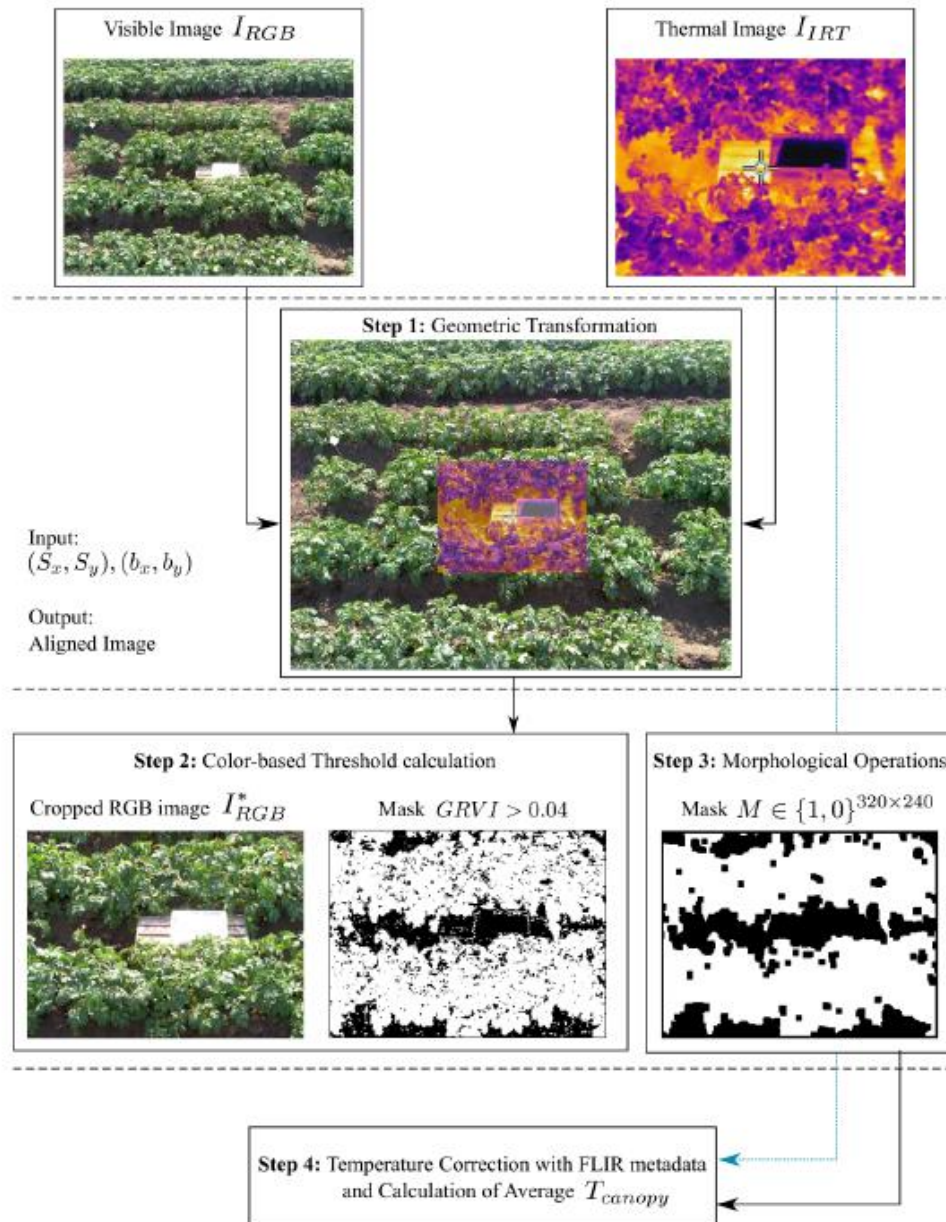
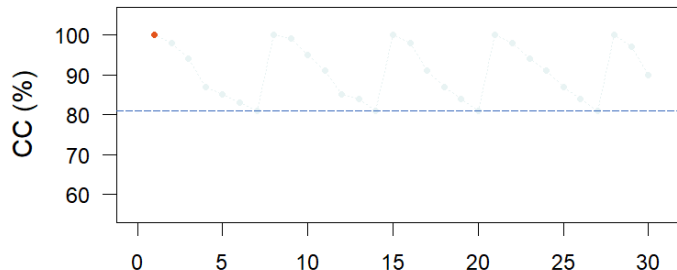


Figure 2. Automatic canopy average temperature algorithm flowchart. The IRT image is presented in a false color pattern for better visualization. Images are not presented in real scale.

Tratamientos de restricción hídrica

Tratamiento 1 (T1)

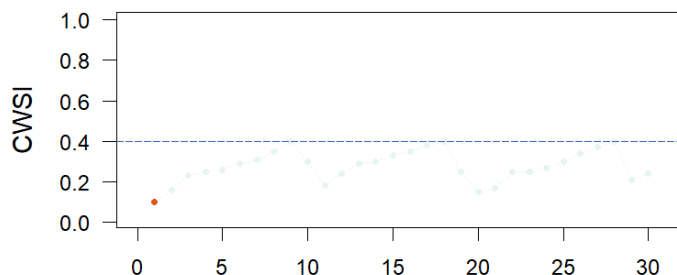


Control (CWSI $\approx$ 0.30-0.35)

Capacidad de Campo (CC)

Frecuencia de Riego: $\approx$ 4 days

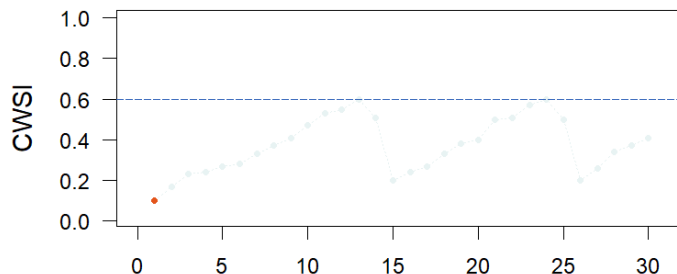
Tratamiento 2 (T2)



CWSI = 0.4

Frecuencia de Riego : $\approx$ 6 days

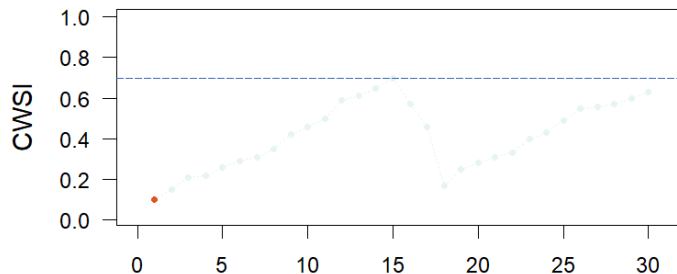
Tratamiento 3 (T3)



CWSI = 0.6

2 riegos

Tratamiento 4 (T4)

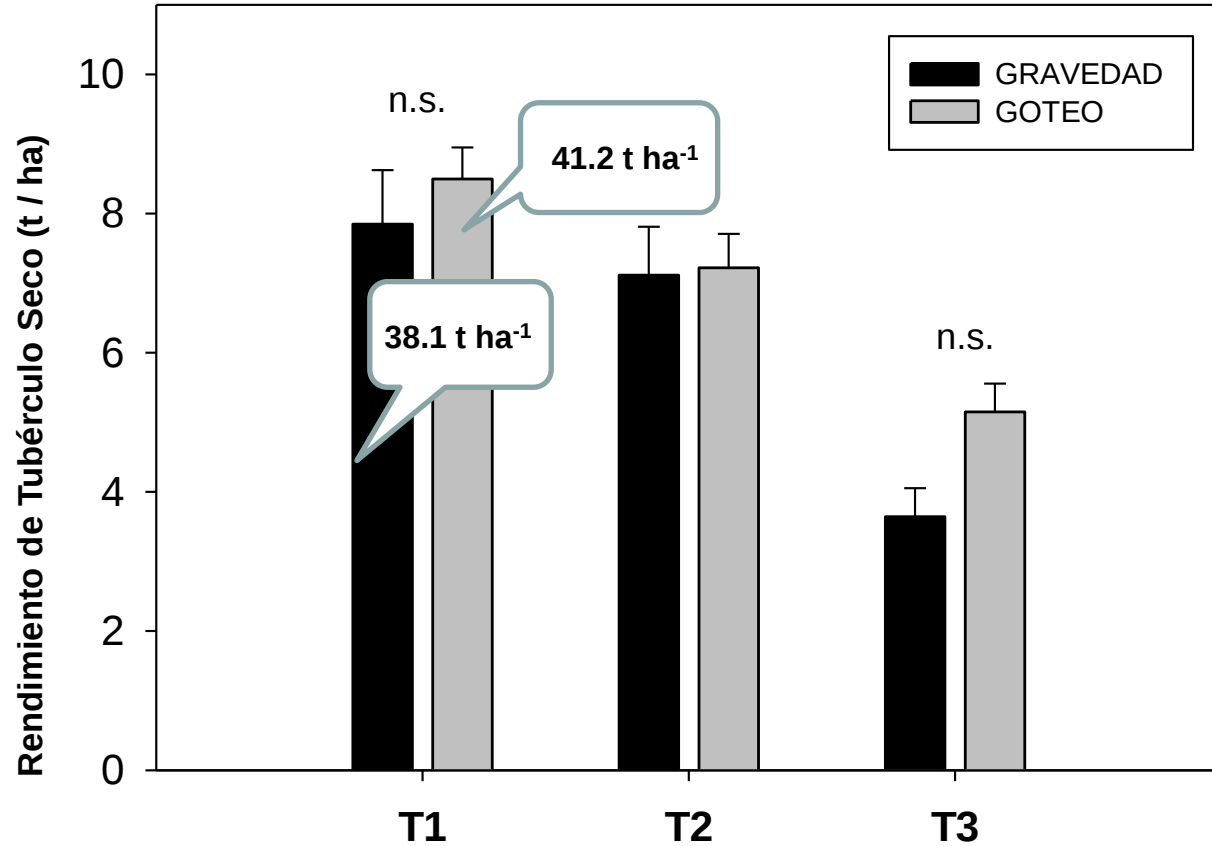


CWSI = 0.7

1 riego

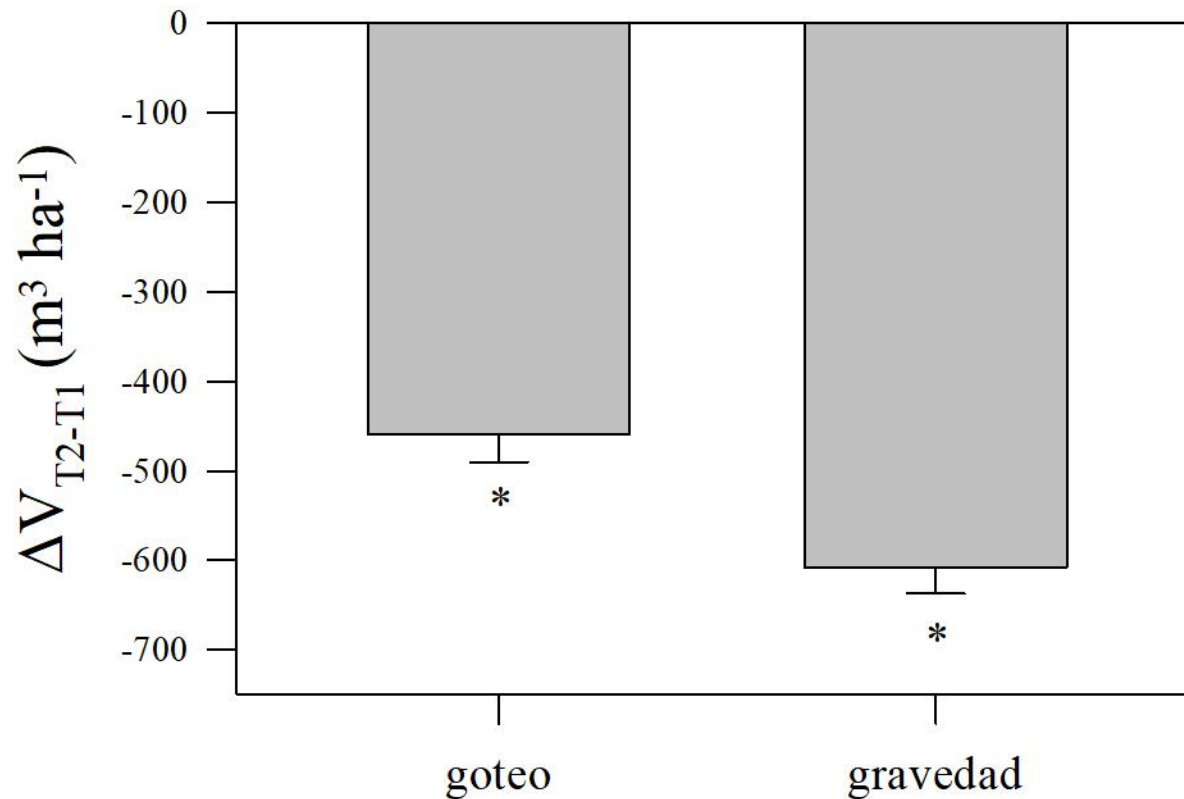
tiempo





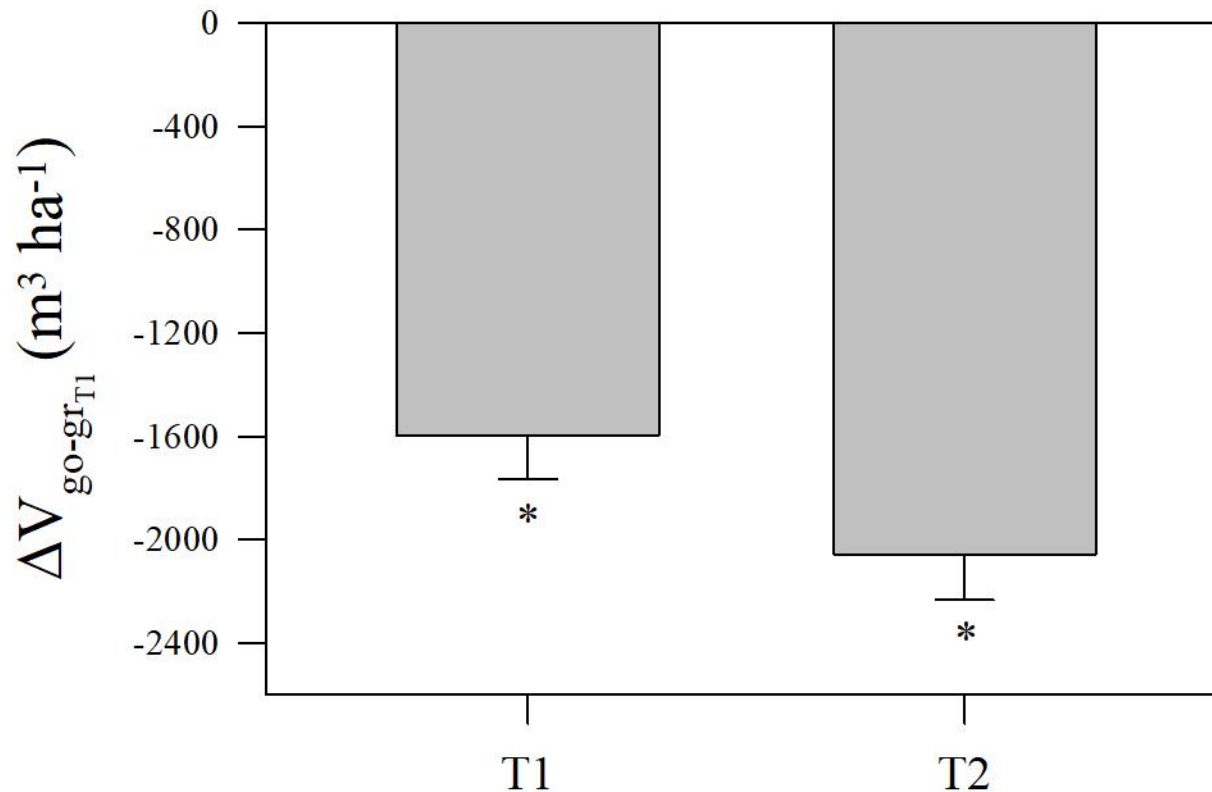
T1: control
T2: CWSI ≤ 0.4
T3: CWSI ≤ 0.6
T4: CWSI ≤ 0.7

¿Cuánta agua podemos ahorrar con el umbral $CWSI < 0.4$ (T2)?



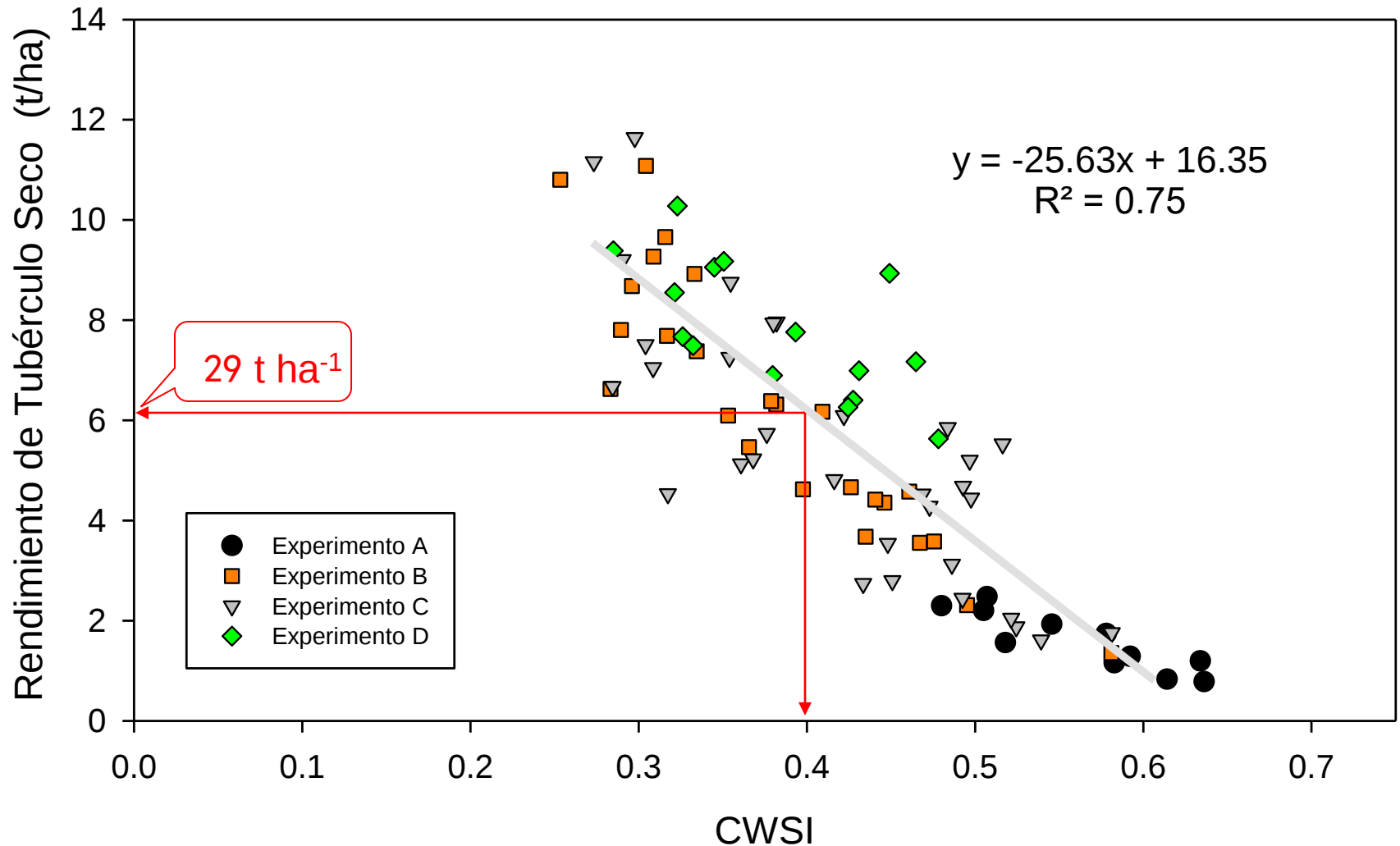
ΔV_{T2-T1} : Diferencia total de agua entre $CWSI < 0.4$ (T2) y el control (T1)

¿Cuánta agua podemos ahorrar con el umbral $CWSI < 0.4$ (T2) bajo riego por goteo en comparación con el riego convencional?

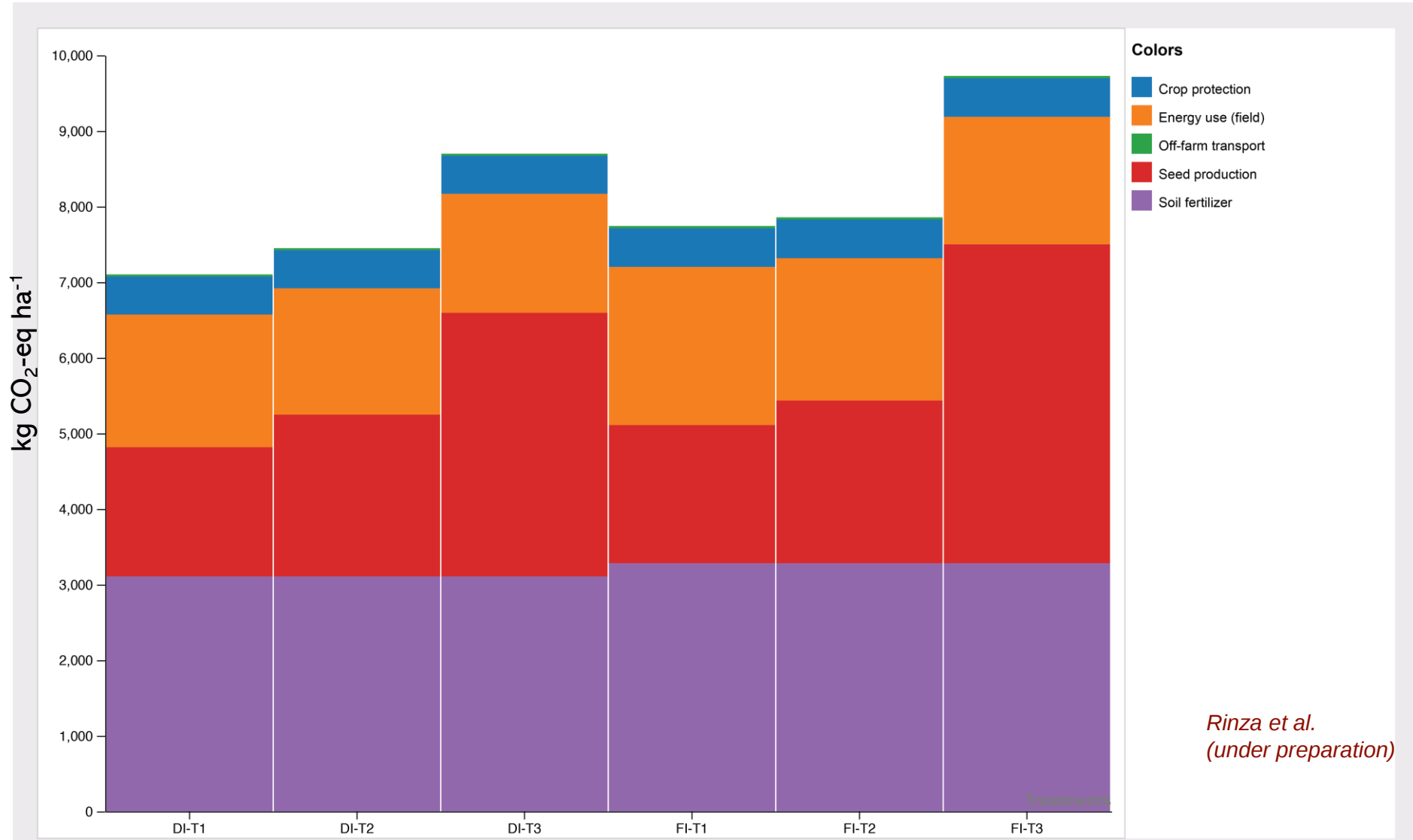


ΔV_{go-gr} : Diferencia total de agua entre riego por goteo (bajo control –T1 o usando $CWSI < 0.4$ – T2) y riego por gravedad (convencional)

Umbrales para el Índice de Estrés Hídrico del Cultivo (CWSI)



Emisiones de Carbono por Actividad en los Tratamientos de Manejo de Agua



DI = Drip irrigation, FI = Furrow Irrigation, T1 = Control, T2 = CWSI: 0.4., T3 = CWSI: 0.6

Ideas finales

Tecnologías de Bajo Costo

Thermal Image Processor (TIPCIP): Enabling small farmers to improve water management through thermal analysis with open-source and user-friendly apps for Android phones.

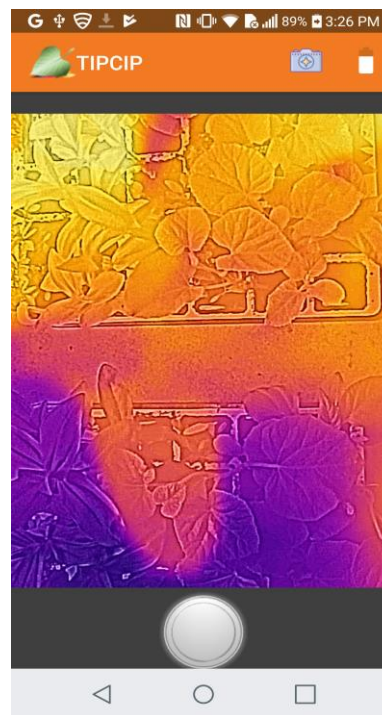
TIPCIP
Android APP



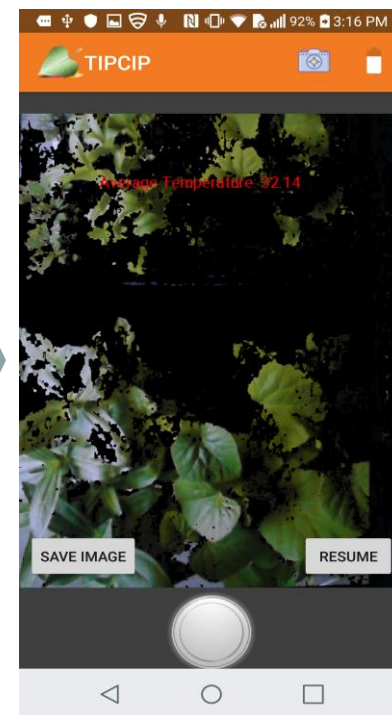
Thermal
Camera
FLIR ONE -
USB



Control
plant



Thermal
image

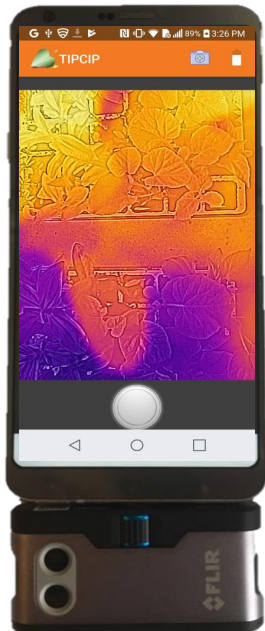


Resulting Color-
filtered image
with Averaged
Temperature

Pasos a futuro

Generar información con tecnología de bajo costo que ayude a mejorar la predicción de rendimiento de cultivo

TIPCIP
Android APP

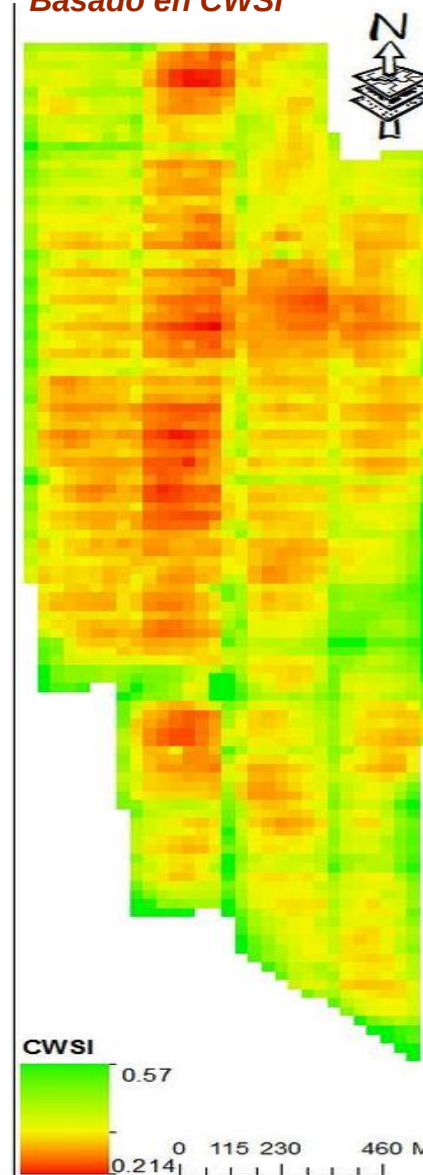


Thermal Camera
FLIR ONE - USB

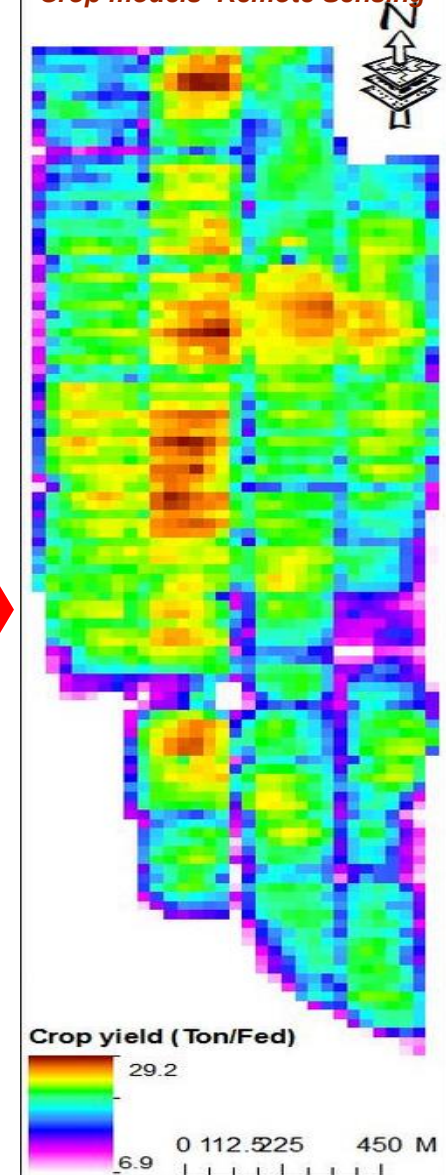
Sensores de Temperatura del Follaje en Continuo



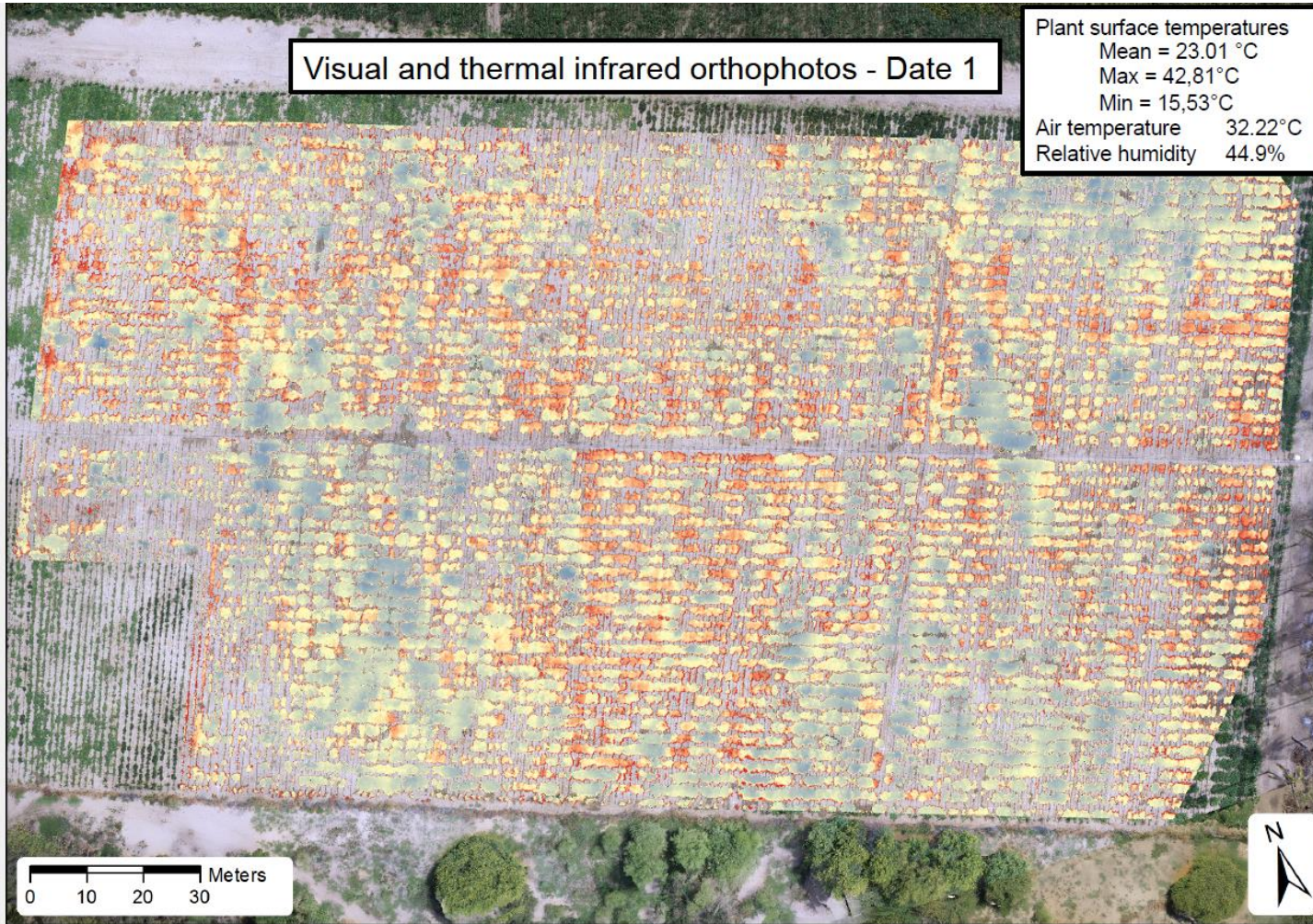
Mapas de Estrés Hídrico Basado en CWSI



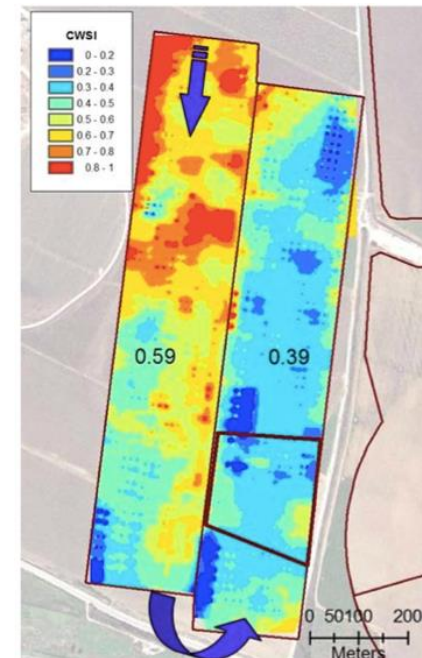
Predicción de Rendimiento – Crop models+Remote Sensing



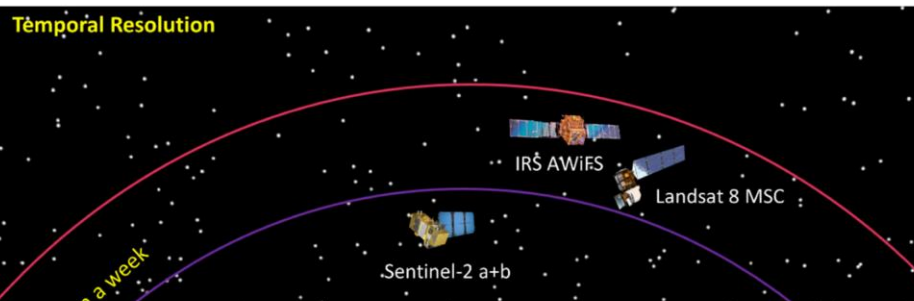
Monitoreo de la respuesta a la sequía utilizando cámaras termales en drones



Mapas basados en CWSI



Temporal Resolution

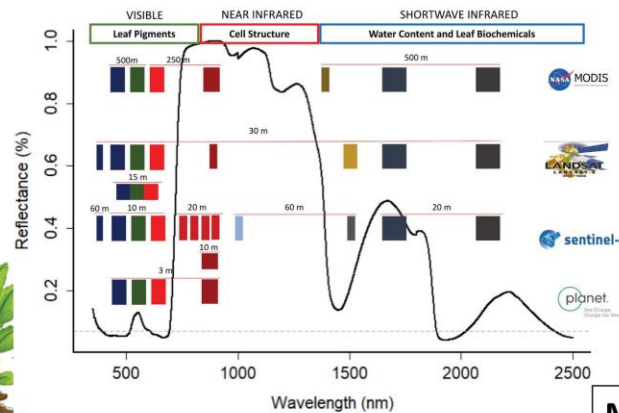


REMOTE SENSING



**Sentinel-2
Spatial, Spectral and Temporal
Information Detection**

Processing



**Making Decisions for
Agricultural Management**

**Plant Physiological Status and
Biophysical Composition Monitoring**

Remote sensing for agriculture monitoring: Sentinel-2 features and precision agriculture

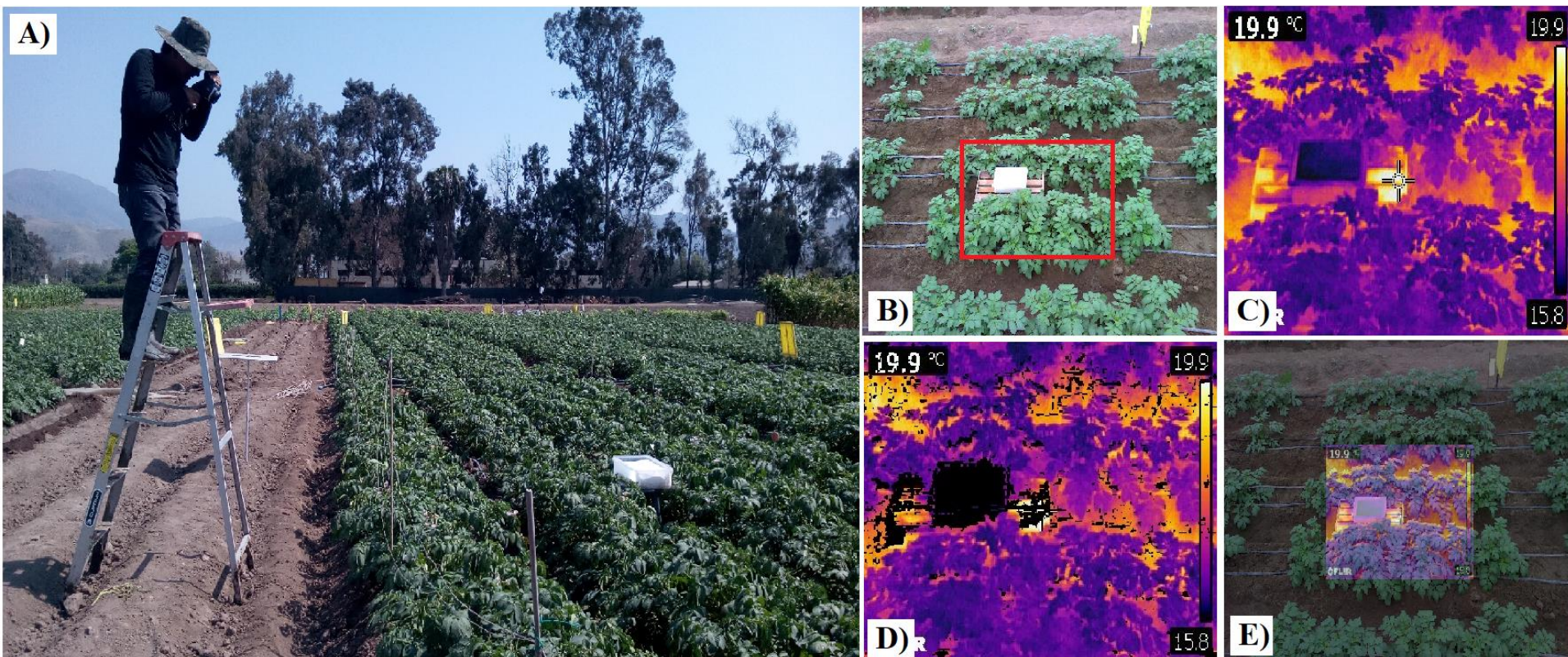
Segarra et al.. 2020. *Agronomy* 10(5):641



Article

Canopy Temperature as a Key Physiological Trait to Improve Yield Prediction under Water Restrictions in Potato

Johan Ninanya ^{1,2} , David A. Ramírez ^{1,2,*} , Javier Rinza ¹ , Cecilia Silva-Díaz ² , Marcelo Cervantes ²,
Jerónimo García ² and Roberto Quiroz ³



Fecha óptima de siembra



ELSEVIER

Impacts of
cultivars in

Mitch E. Baun

Department of Agronomy



ELSEVIER

Determining
precipitation

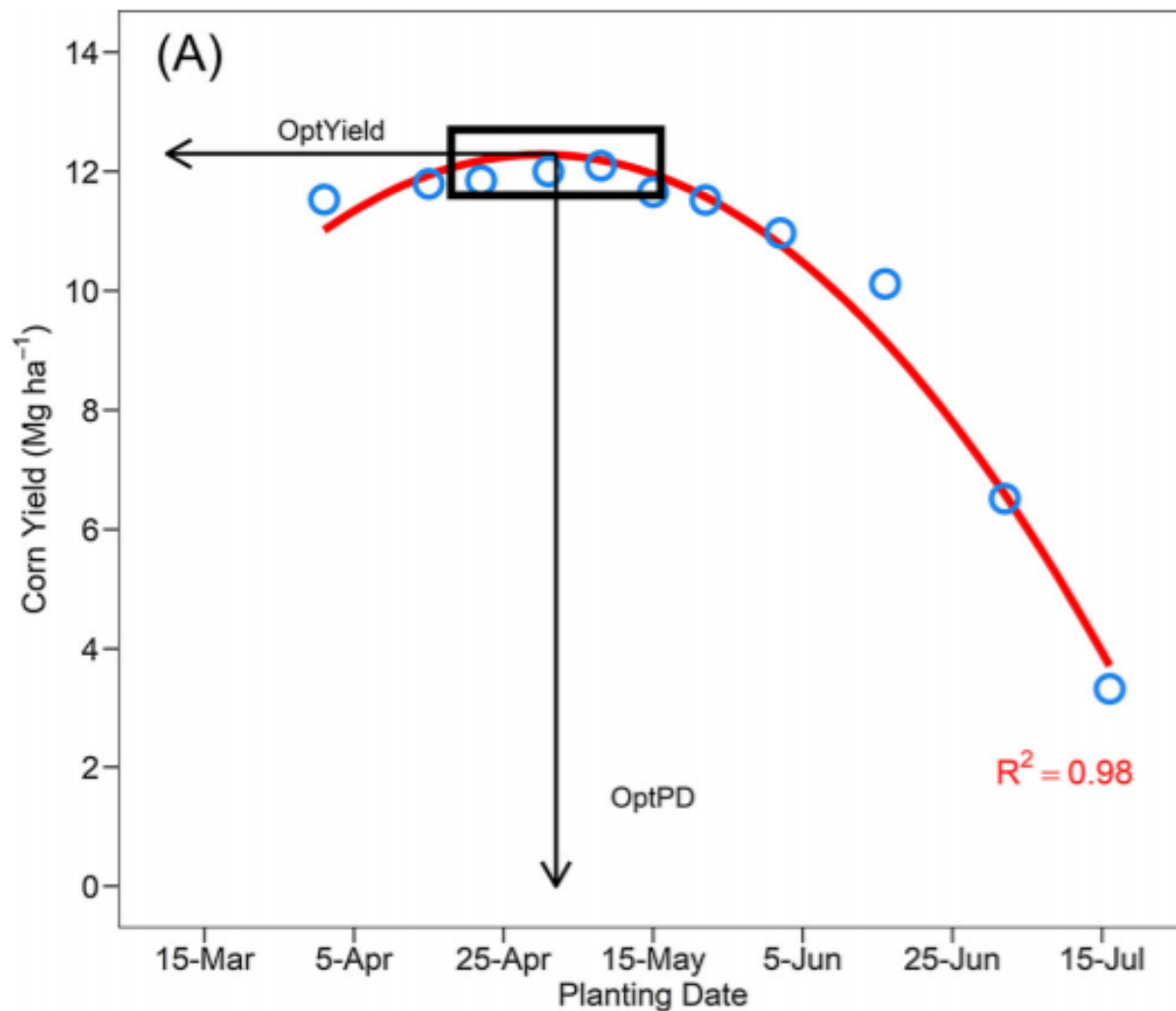
M. Bannay

^a Ferdowsi University

^b Institute of Crop Science and Resource Conservation, University of Bonn, Ratschenbergstr. 5, Bonn D-53115, Germany

^c AgWeatherNet, Washington State University, 24106 North Bunn Road, Prosser, WA 99350-8694, USA

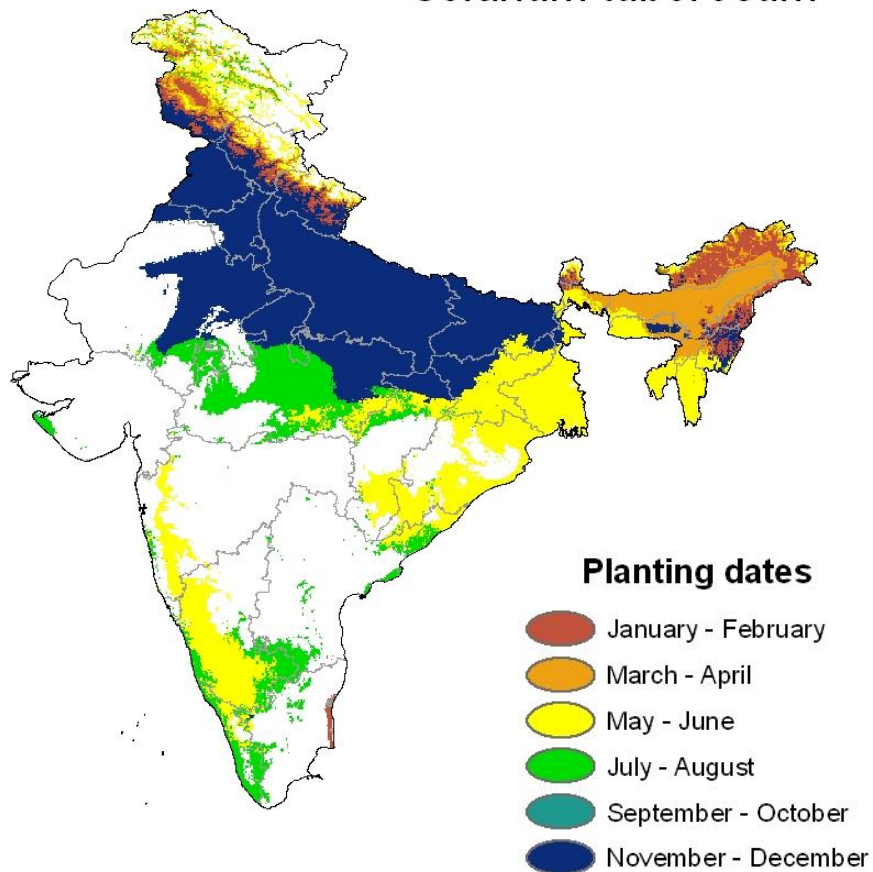
Contents lists available at ScienceDirect



Fecha óptima de siembra - India

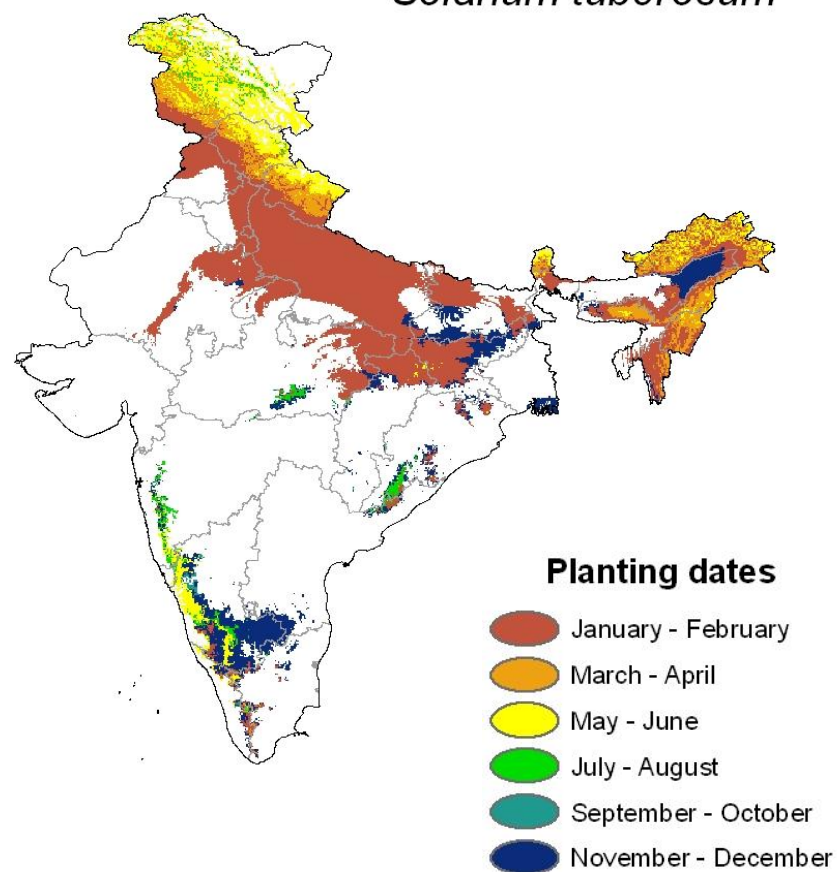
2000

Solanum tuberosum

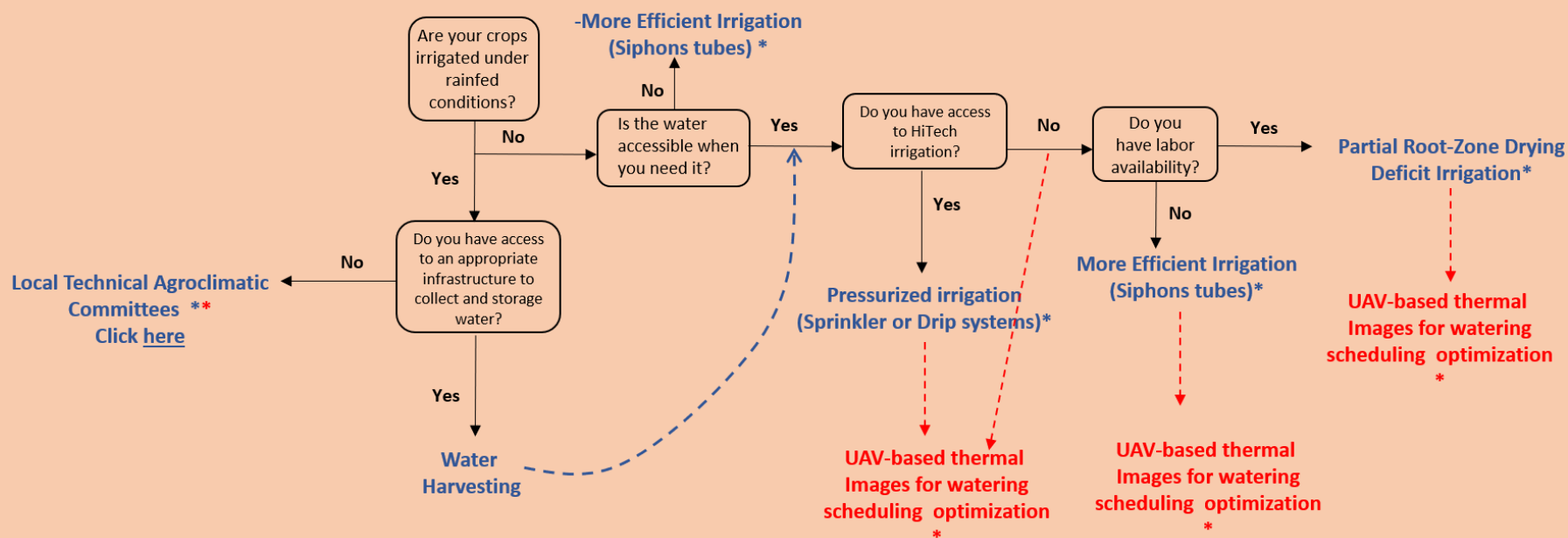


2050

Solanum tuberosum



Flowchart to decide which technology use for water optimization



* Requires extension support (National agencies, NGOs)

* Requires research support (NARS, Universities)

Mariella Carbajal

Cecilia Silva

Jesus Zamalloa



Johan Ninanya



Mariana Cruz



Javier Rinza

Hildo Loayza

Luis Silva



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
Ministerio de Agricultura y Riego

PNIA
PROGRAMA NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA



CIP
CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA



CGIAR



Gracias !



RESEARCH PROGRAM ON
Roots, Tubers
and Bananas



El CIP es una organización de investigación para el desarrollo dedicada a la papa, el camote y las raíces y tubérculos andinos. Ofrece soluciones científicas innovadoras para mejorar el acceso a alimentos nutritivos asequibles, fomentar el crecimiento sostenible e inclusivo de empresas y empleos, e impulsar la resiliencia climática de los sistemas agroalimentarios de raíces y tubérculos. Con sede en Lima, Perú, el CIP realiza investigación en más de 20 países en África, Asia y América Latina.

www.cipotato.org



El CIP es un centro de investigación del CGIAR.

El CGIAR es una asociación mundial de investigación para un futuro con seguridad alimentaria. Su ciencia es llevada a la práctica por 15 centros de investigación en estrecha colaboración con cientos de socios en todo el mundo

www.cgiar.org

El CIP agradece a los donantes y organizaciones que apoyan globalmente su trabajo a través de sus contribuciones al Fondo Fiduciario del CGIAR: www.cgiar.org/funders



Esta publicación está registrada por el Centro Internacional de la Papa (CIP). Está licenciada para su uso bajo la Licencia Internacional de Atribución 4.0 de Creative Commons