



“Aplicación de nuevas tecnologías digitales en la Región de Arica y Parinacota”



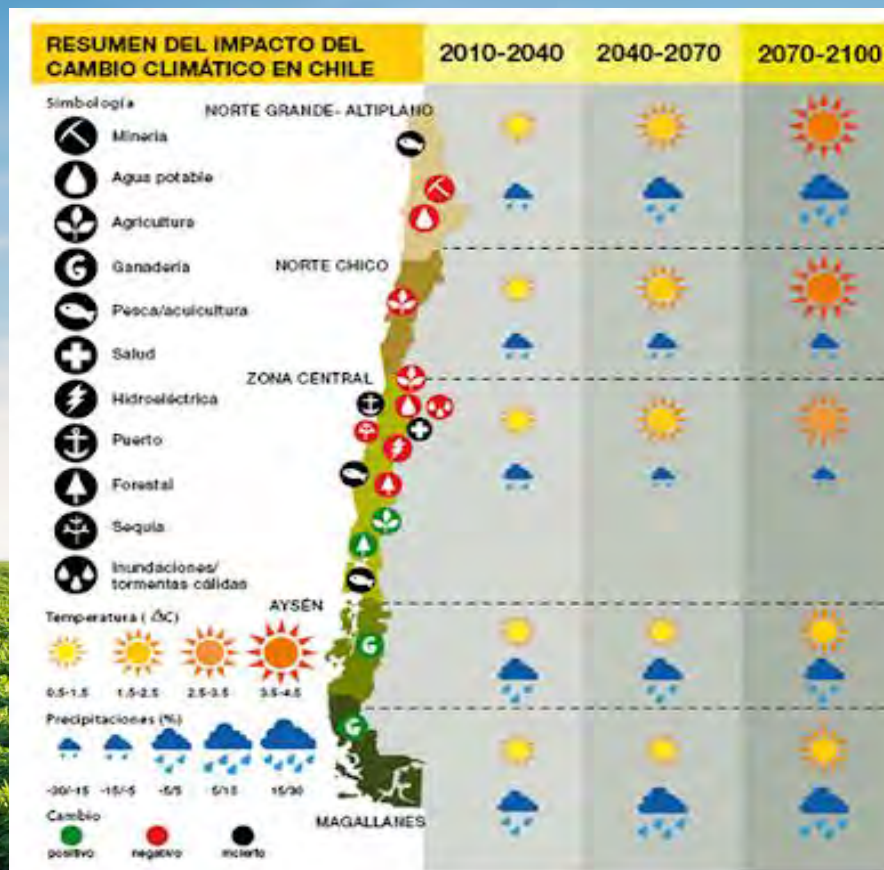
Stanley Best S.
Director Programa Agricultura Digital - INIA - Chile
sbest@inia.cl; F: 56 42 2206761



Algo está cambiando en nuestro entorno...



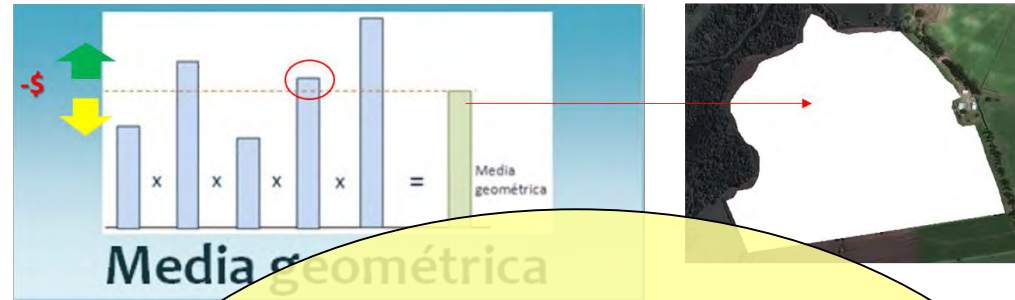
- Alta calidad y seguridad de alimentos, bajo el marco de la Digitalización Agrícola y Trazabilidad de los productos.
- Alta productividad (nuevas variedades) pero a la vez cuidando el medio ambiente, los ecosistemas, la biodiversidad mediante el control de uso de productos agroquímicos.
- Producción estable bajo un clima inestable y variable.
 - El calentamiento global, inundaciones, sequía, aparición inusual de plagas, etc..
- Máximo aprovechamiento de limitada tierra arable, mano de obra, agua y energía.
 - Reducción al mínimo de las emisiones.



CAMBIO CLIMÁTICO

Desde un punto de vista micro (nivel predial) la discusión se ha centrado en eficiencia de producción

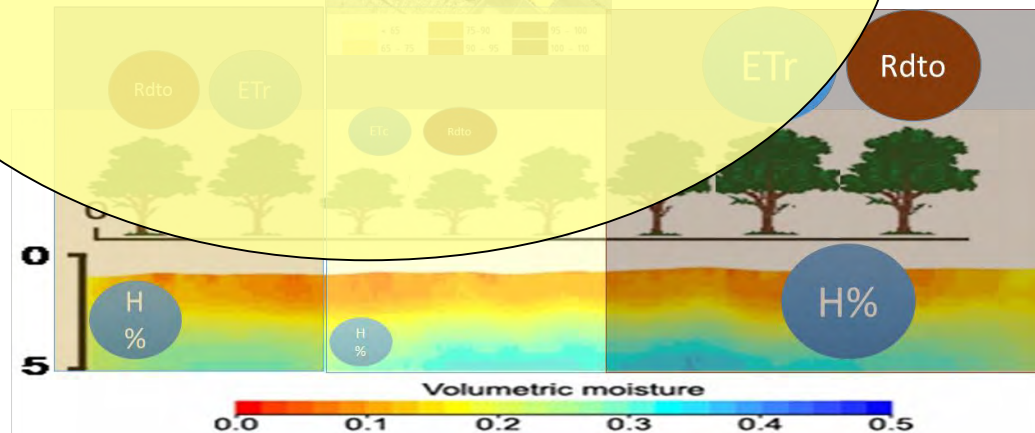
Gestión homogénea de manejo
es sostenible?



Existe una Alta necesidad
de innovación

Utilizar la tecnología para lograr una mayor
eficiencia y sostenibilidad

Problema de variabilidad
productiva



... Nos está obligando



Estar más atento en lo que sucede en nuestro medio...



Valernos de las tecnologías

Conocer mejor nuestro medio

Dar un mejor seguimiento a nuestras actividades agrícolas

Acortar nuestras brechas productivas

AGRO 4.0

Escala de desarrollo de innovación Agricultura 4.0

El concepto "Agro 4.0", también llamado agricultura inteligente o e-agricultura, deriva de la "Cuarta revolución industrial", originada por el impacto de las tecnologías digitales y el procesamiento de datos, caracterizada por la incorporación de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial (IA), big data, maquinarias de aprendizaje, sensores IoT (Internet de las cosas) y robótica.

Conceptos Agr. 4.0

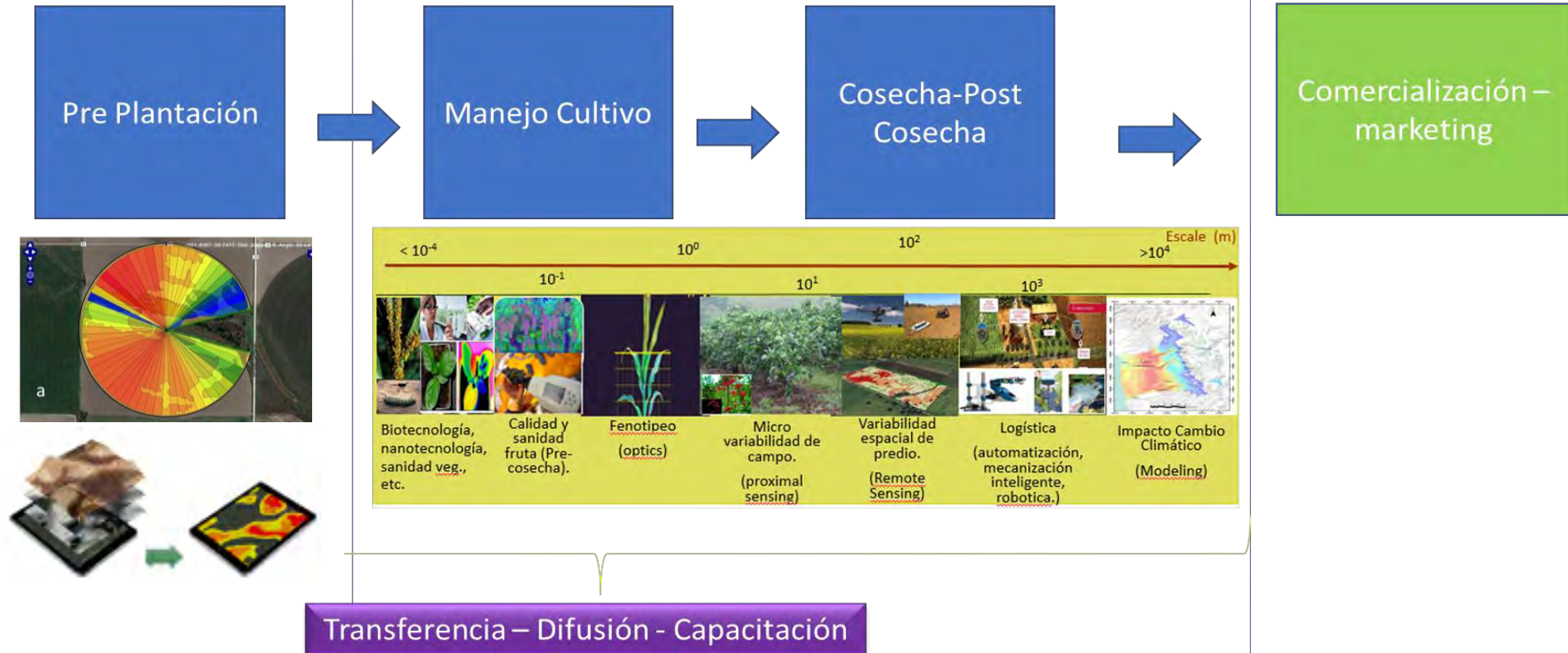
Reducción Asimetría información

Mitigación a la variabilidad asociada al climática

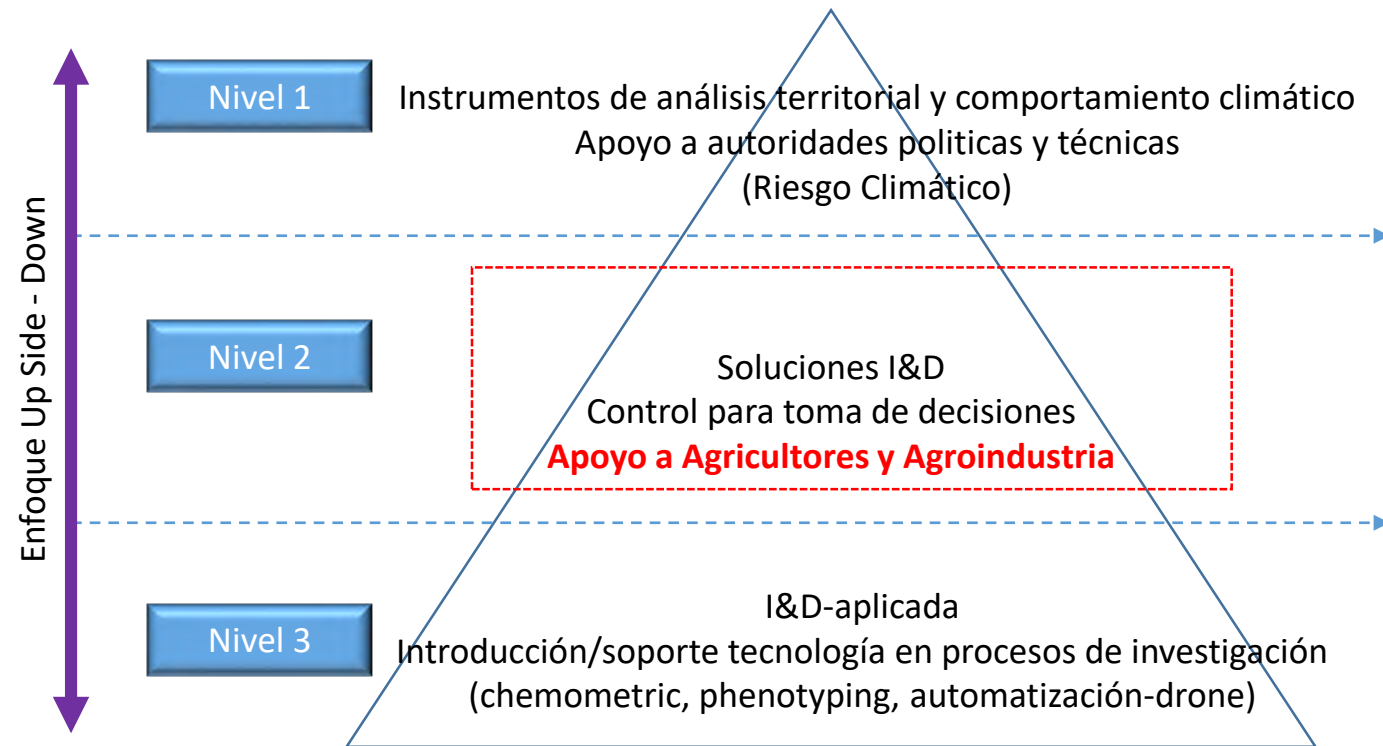
Eficiencia de productividad

Control de calidad

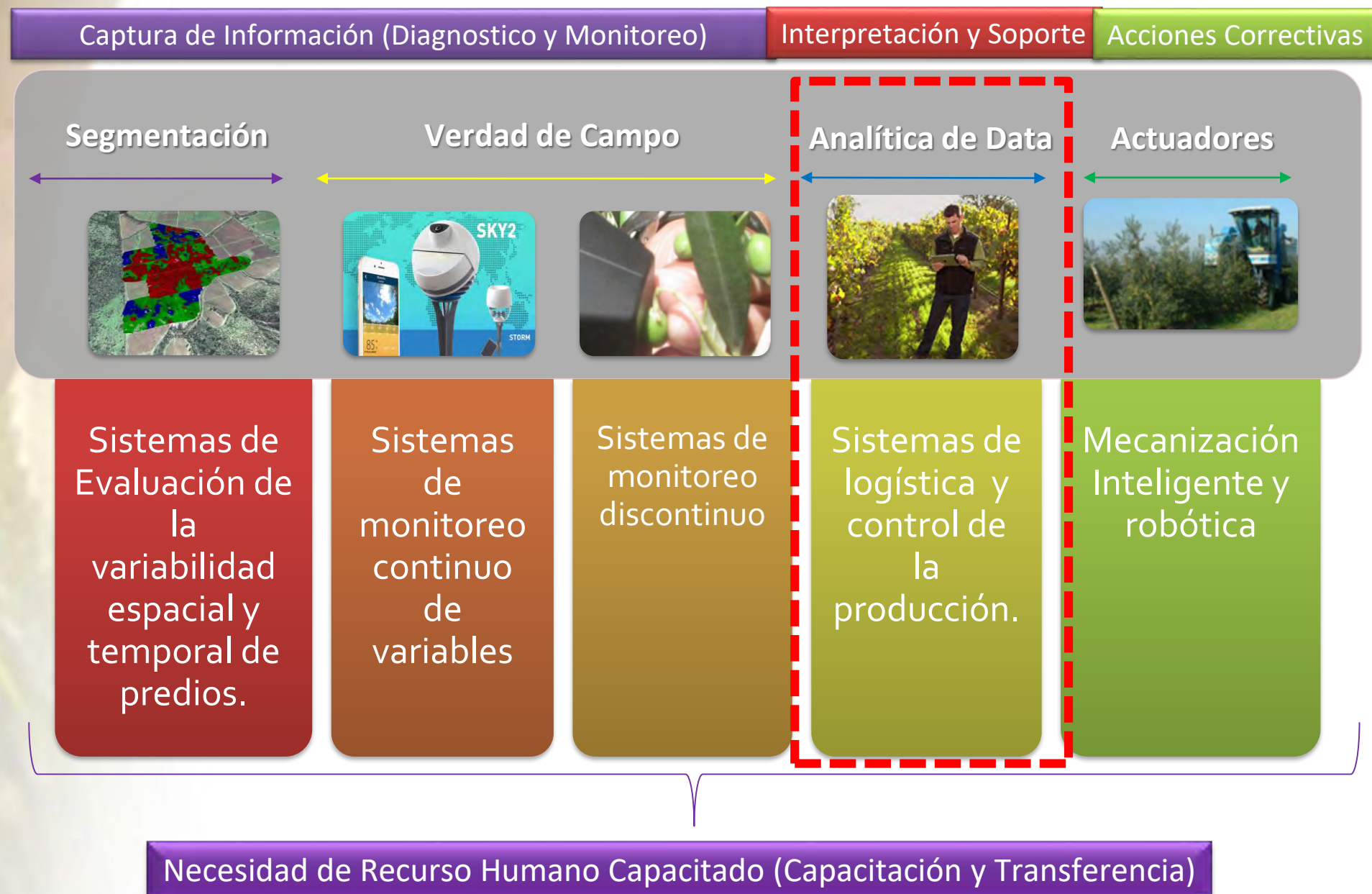
Trazabilidad de los productos



Enfoque estratégico de I+D+i de Agricultura Digital INIA



Flujograma de Nuevas Tecnologías Aplicables en Agricultura Inteligentes Aplicadas en INIA-Chile



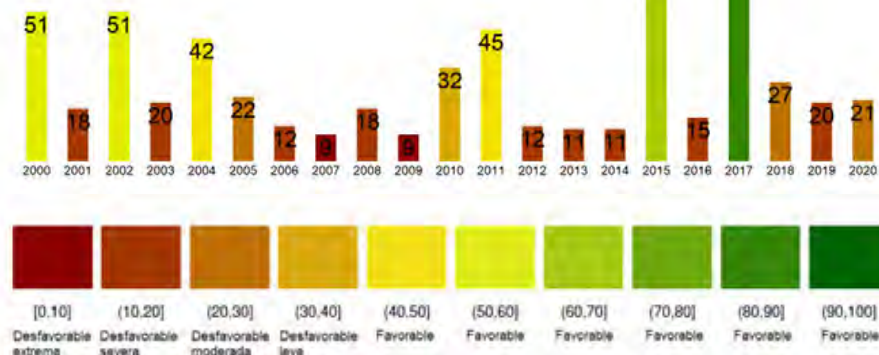
AGRICULTURA DIGITAL INIA

- Realiza monitoreo continuo de variables meteorológicas
- Realiza seguimiento satelital de índices de vegetación VCI y NDV
- Recomendaciones para prevenir y mitigar eventos climáticos extremos

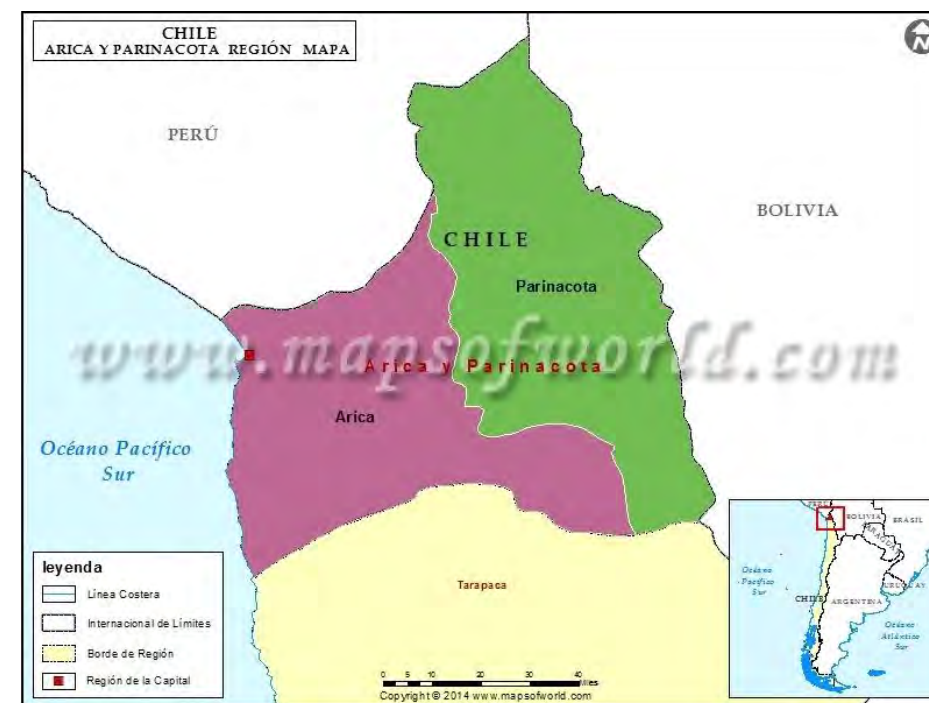
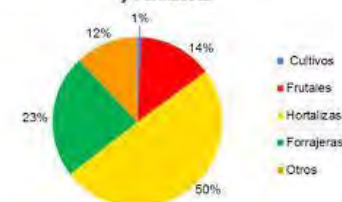


Estación	Temperaturas			ETo		Precipitación	
	Min (°C)	Max. (°C)	Media (°C)	mm/día	mm/mes	mm/mes	mm/año
Amolana	2,8	28,9	15,9	5,0	150,8	0,0	0,0
CE Huasco	6,6	20,0	13,3	2,8	82,9	2,2	35,1
Falda Verde	11,8	15,1	13,4	2,2	65,2	0,6	5,0
La Copa	7,6	20,8	14,2	2,7	79,5	0,1	2,2

13 a 28 de septiembre 2020



Distribución superficie agrícola región de Arica y Parinacota

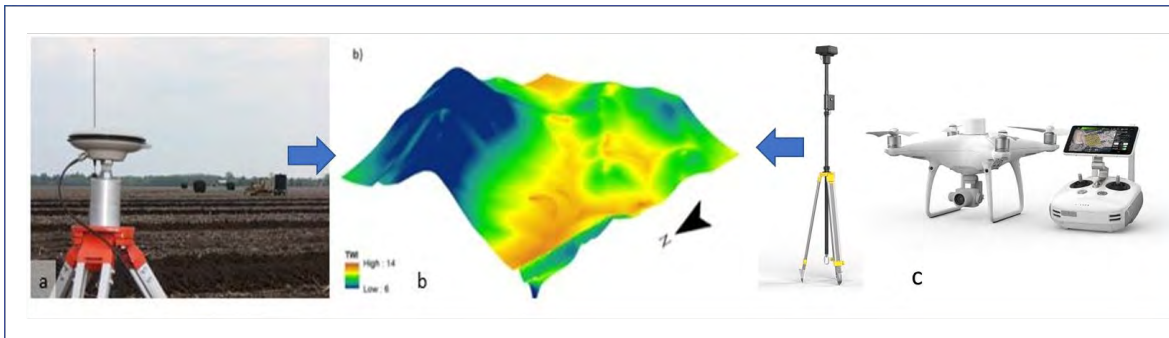


<http://riesgoclimatico.inia.cl/>

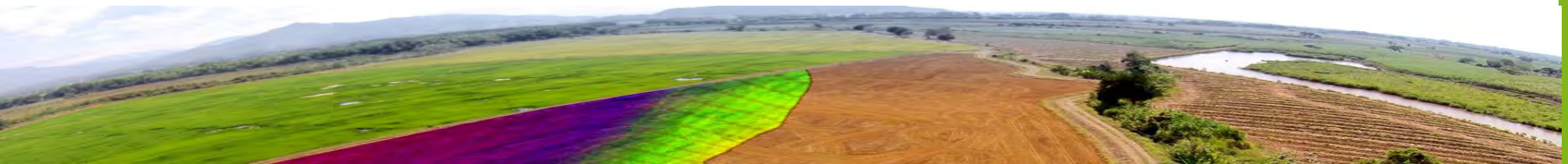
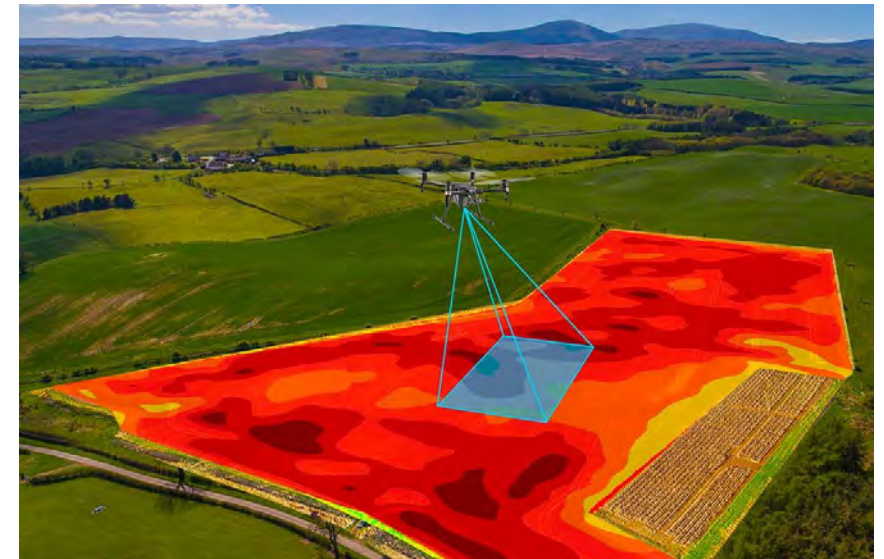
<https://agrometeorologia.cl/>



Condiciones restrictivas de suelo al riego (Topografía)

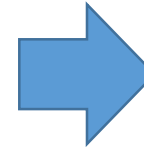
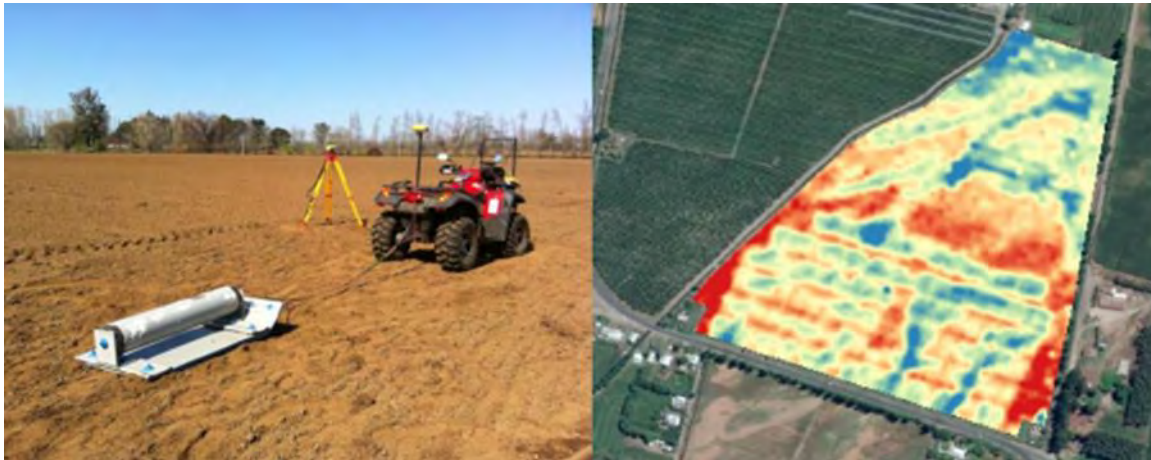


Una información que es fundamental de suelo que se asociará a los riegos y su impacto productivo, tiene que ver con la medición de la topografía de un potrero.

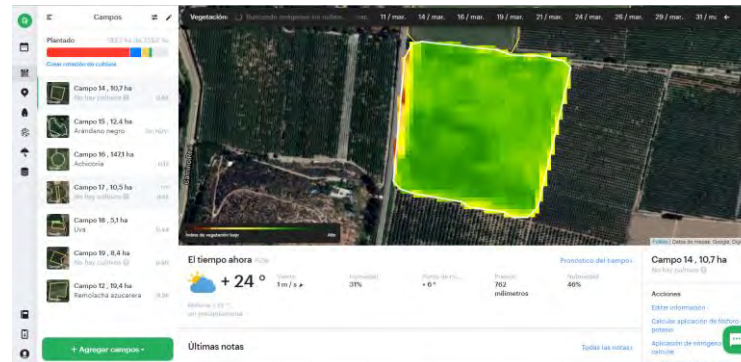
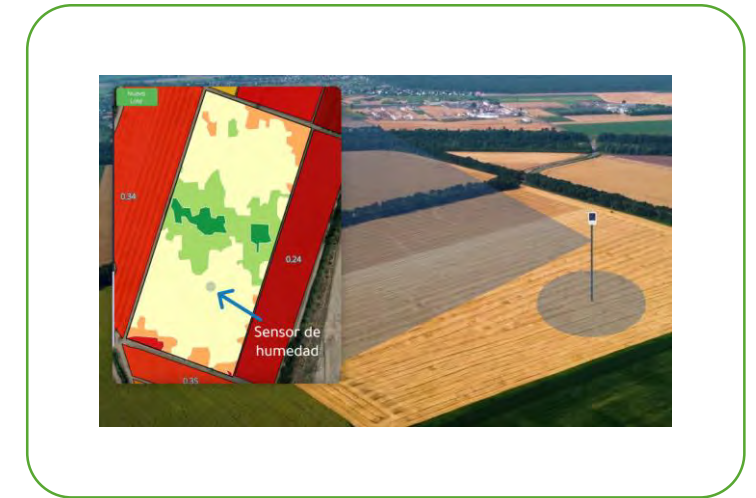
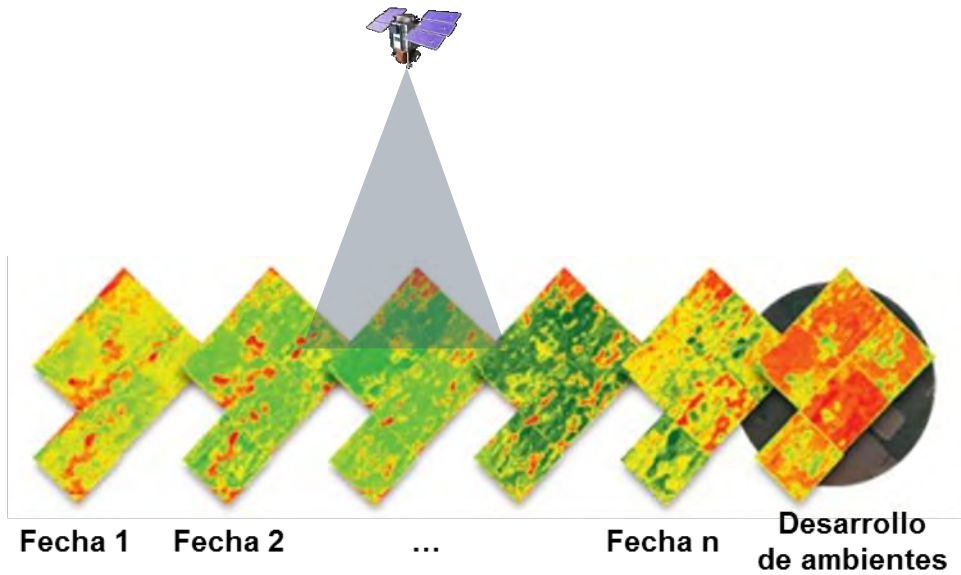


Evaluación Variabilidad de Suelos

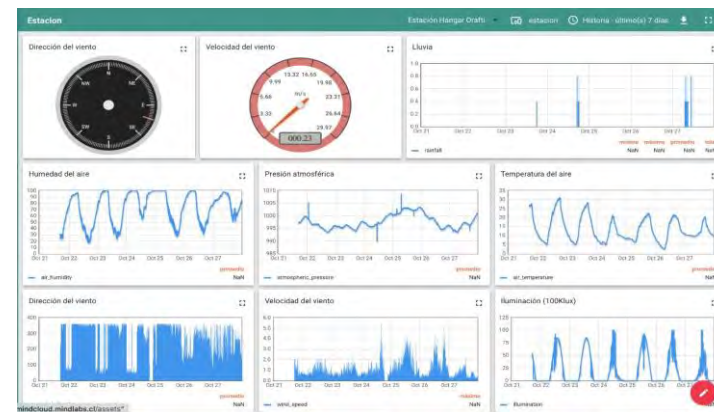
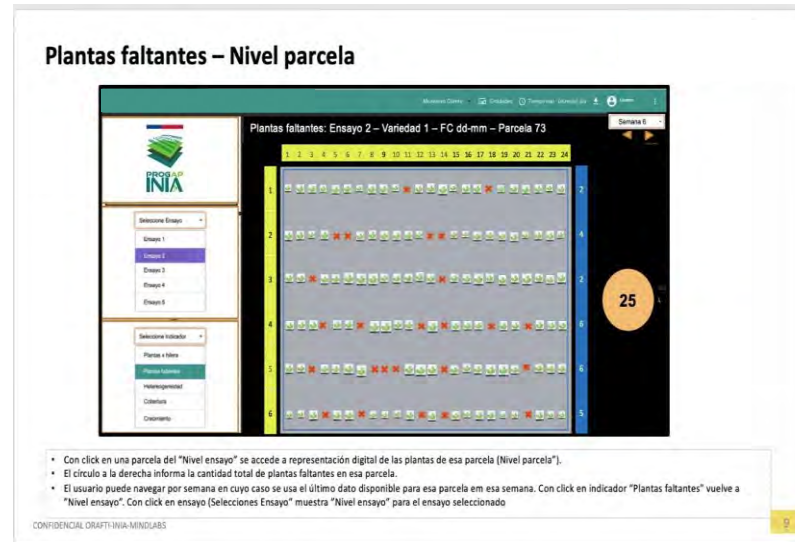
Uno de los factores que ha mostrado ser más relevante en el comportamiento de un cultivo a largo plazo corresponde a la **variabilidad de suelos**. Por lo que debe ser considerada al momento de realizar una nueva plantación.



Definición de Zonas de Manejo Homogéneo



Automatización de capturas ópticas

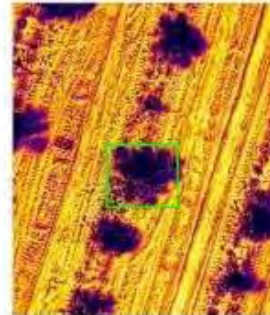




A-ADS



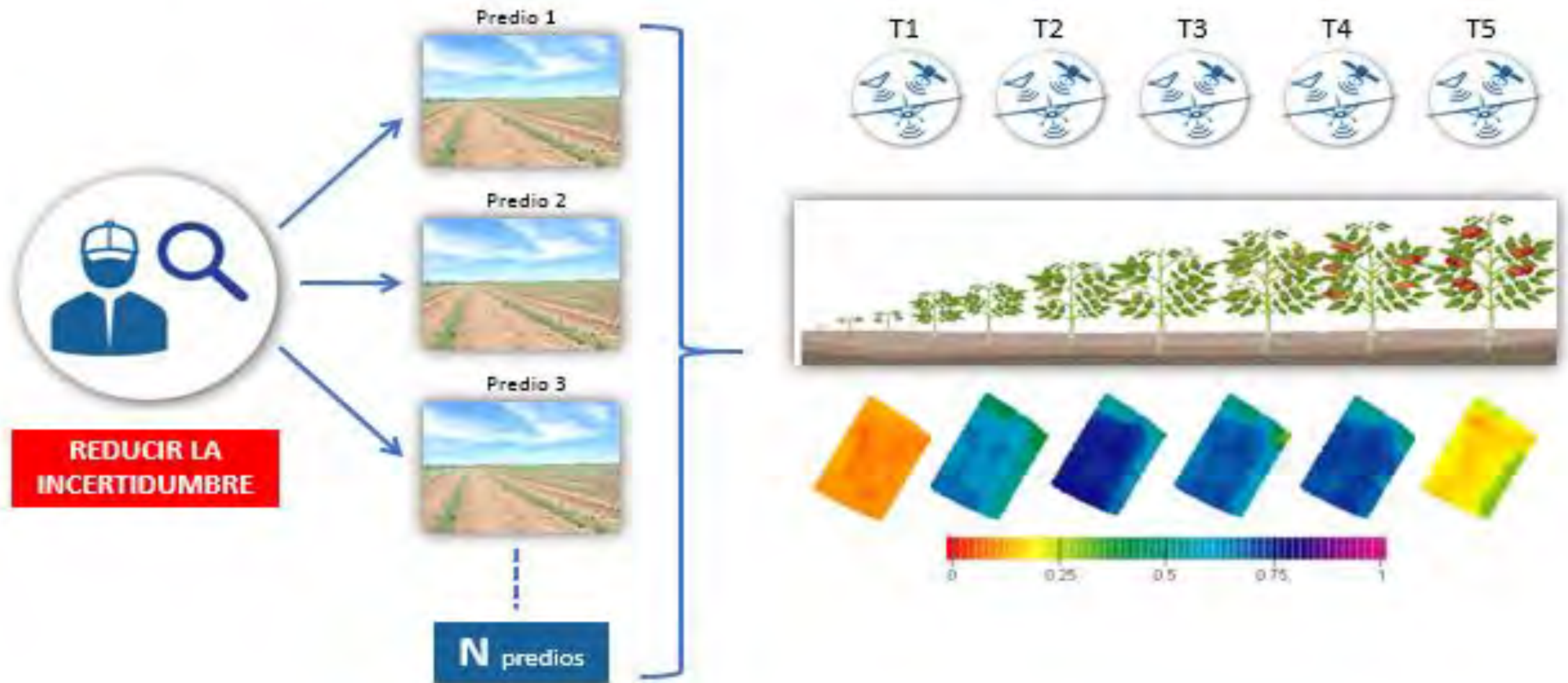
MONITOREO DE ESTRÉS HÍDRICO



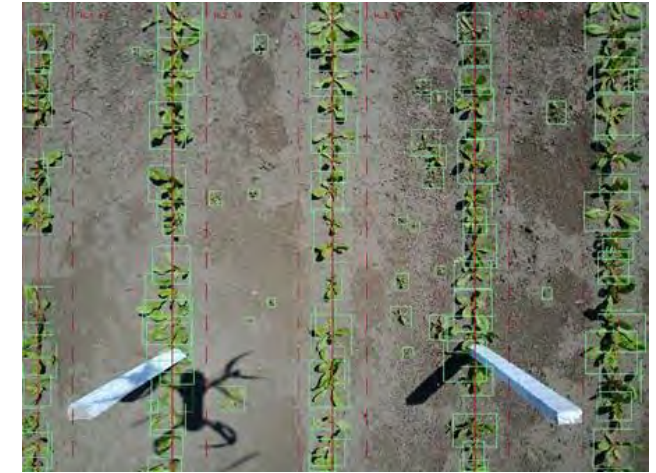
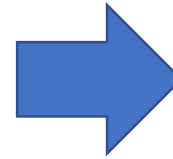
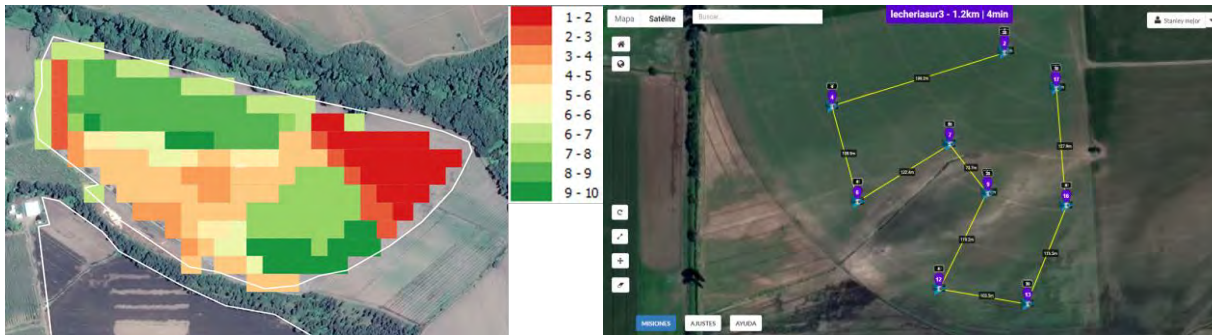
VIGILANCIA DE INTRUSOS



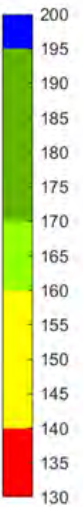
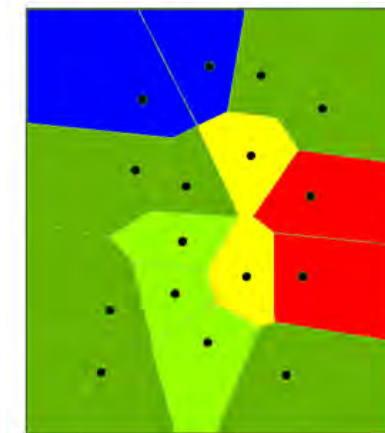
Sistema de Evaluación Temporal



Mapas de densidad de plantas semiautónomo



Plantas por hectarea (miles)



Evaluación condición nutricional temporal (Maíz).

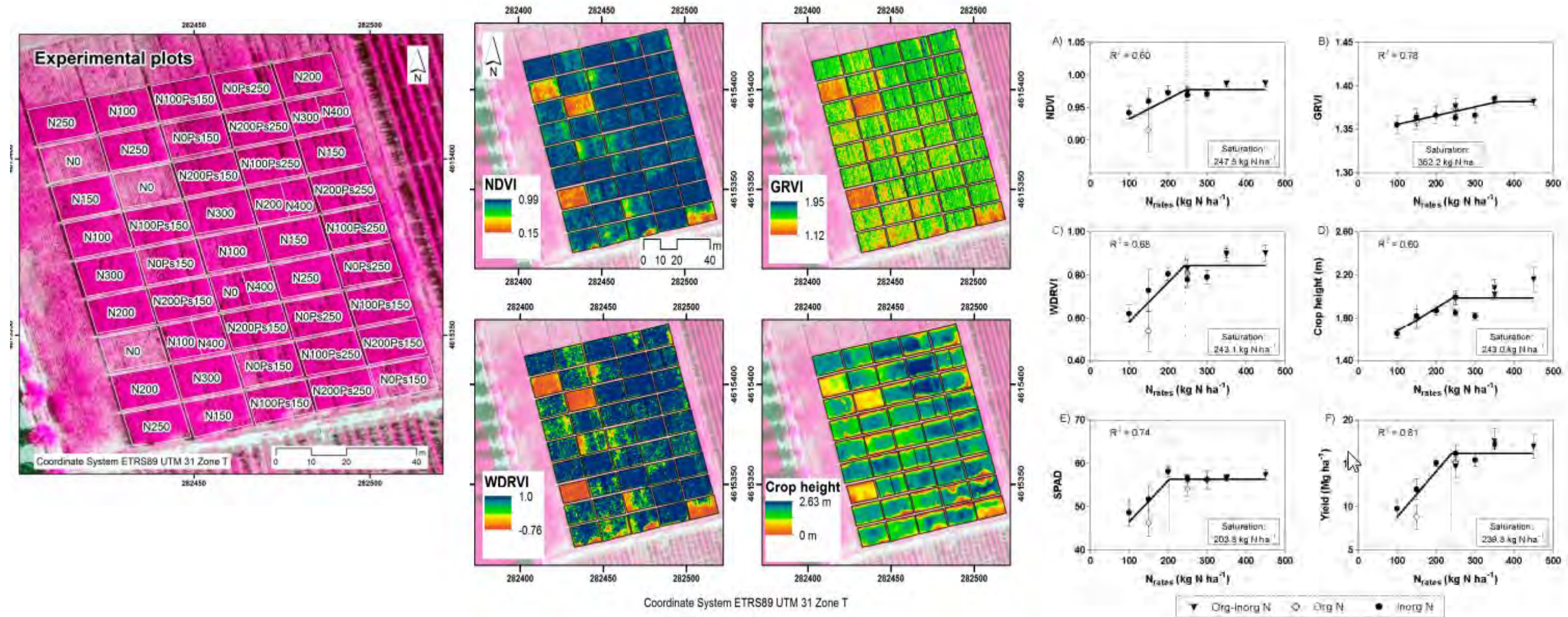
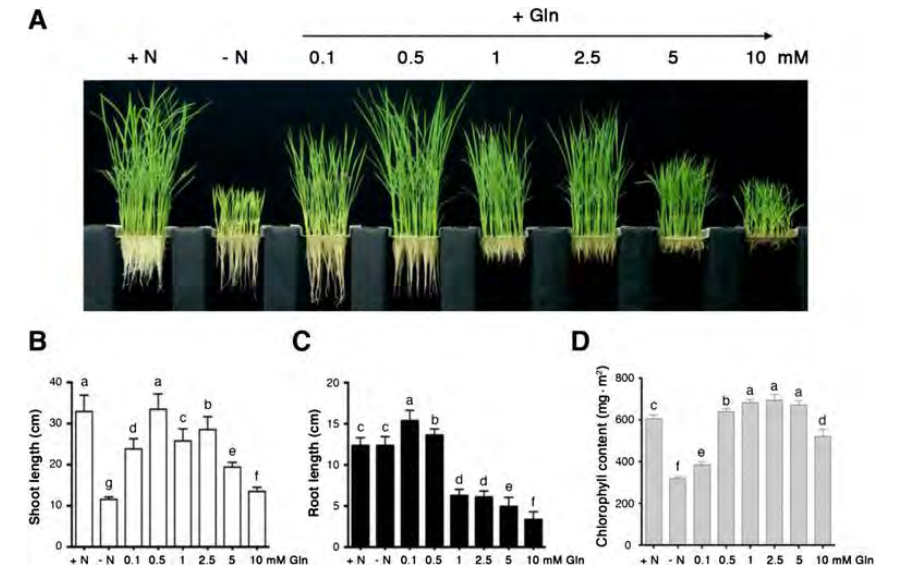
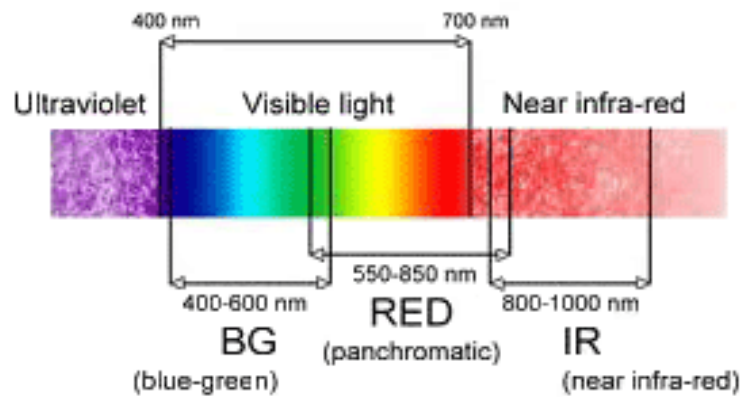


Figure 3. Vegetation indices and crop height for each experimental field (see the labels of the different nitrogen fertilizer treatments in Figure 1).

Colorímetro para detectar problemas de nitrógeno (Crop Check Digital).



Laboratory Independent Real-Time Soil Analysis

 On Demand

 Cost-Efficient

 Real-Time Results

Sending your soil samples to laboratories is a thing of the past. With the sensor technology from Stenon you can analyse your soil as often as you like and receive immediate results with laboratory precision. Instant access to your soil data will help you optimize your soil health and overall cultivation.

JOIN THE WAITLIST



Nutrients

$\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$

Nmin (Nitrogen, Ammonium)

$\text{PO}_3^-/\text{PO}_4^{3-}$

Plant Available Phosphorus

K^+

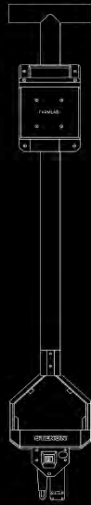
Potassium

SOC

Soil Organic Carbon

Mg^{2+}

Magnesium



General Parameters



Soil Temperature



Soil Moisture



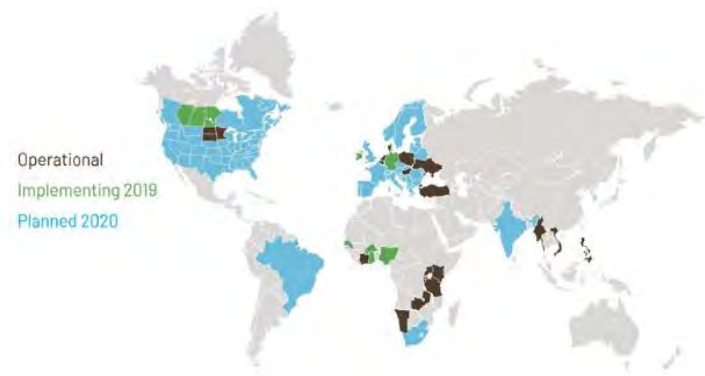
Soil Type and Texture



pH Value



Calibración con muestras de suelo
INIA cuenta con el laboratorio de suelo con la cantidad de muestras suficiente para calibrar este tipo de equipos.



Why calibration is needed

The strength of our technology lies in our in-house developed calibration database. When we set foot in a new country our agronomists have to determine the number and location of soil samples we need to collect to "calibrate" this country. This means we need to collect enough soil samples to cover the full spectral range of the soils within that specific country or area. Want to know more about the calibration process? Check [this article](#). Do you want to know which countries we have calibrated already? Please check out this world map to find out or get in touch with one of our experts.

Estimaciones de Rendimiento

Computer Vision Technology Tools

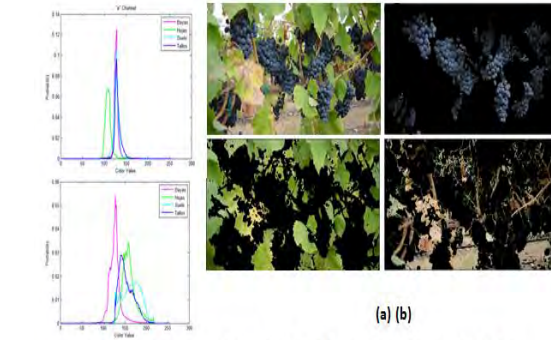
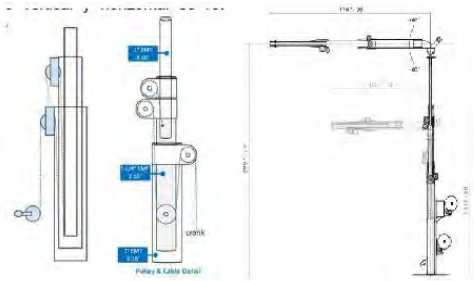
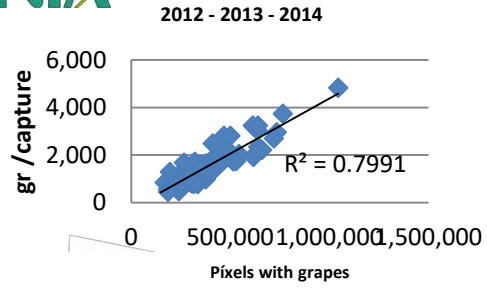


Figura 17. (a) Histograma de canales "a" y "b" sobre el espacio de color Cielab.
(b) Segmentación de imagen a partir del espacio de color Cielab.

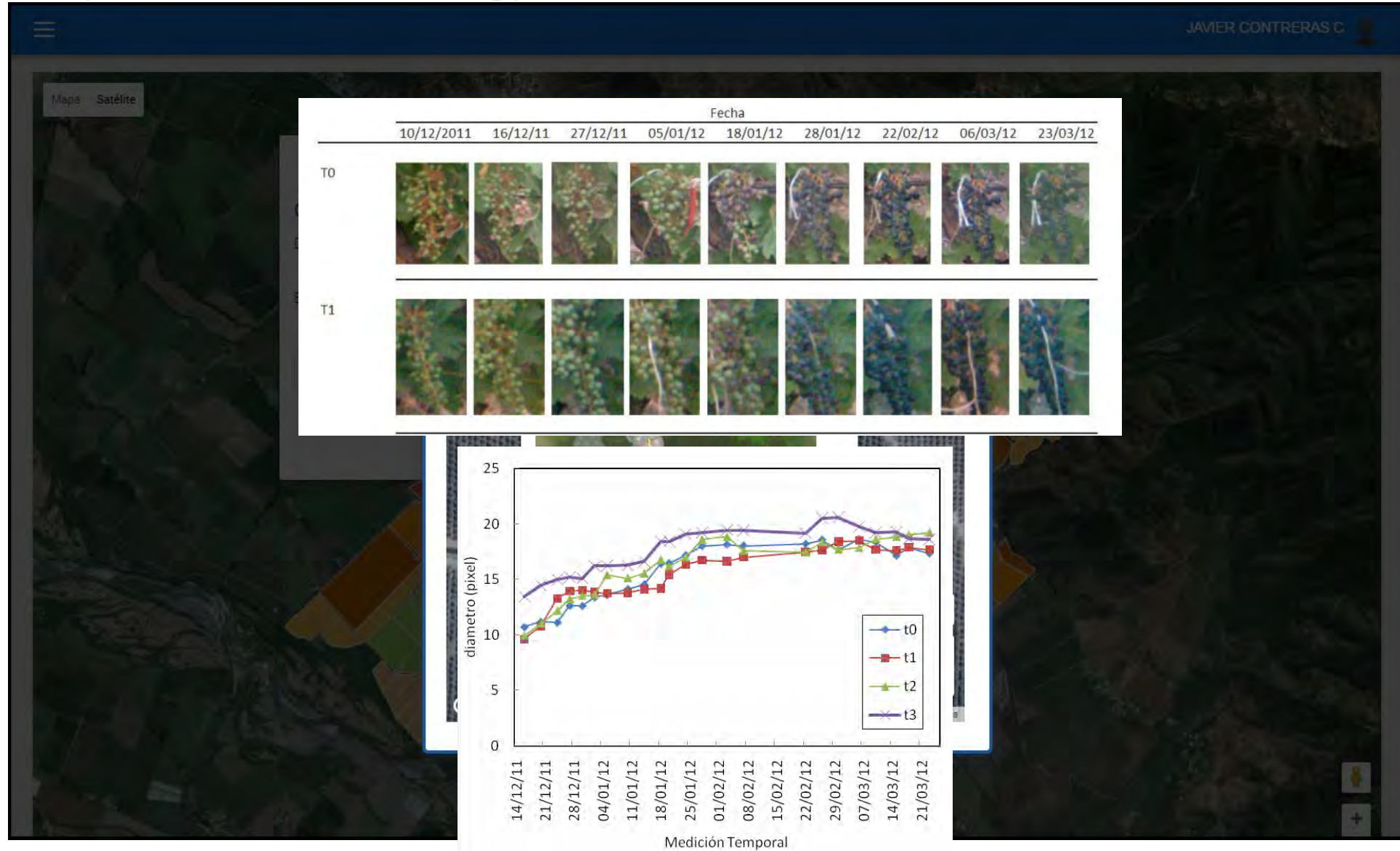


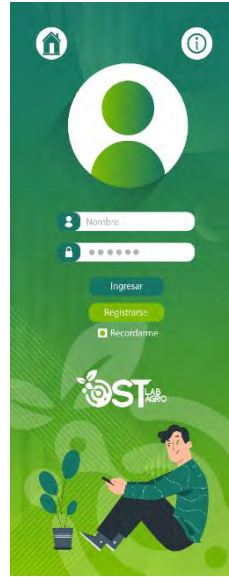
Evolución de estados de desarrollo del cultivo

Computer Vision Technology Tools



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA





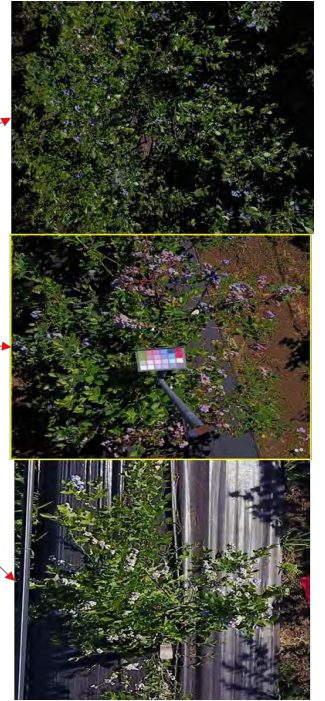
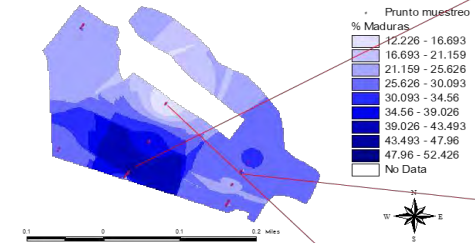
- Antocianos
- Polifenoles
- Acidez Titulable
- Firmeza
- Brix
- Materia Seca
- Calcio

Lab. Digital georreferenciado de INIA

Caso A: Manejo de Oportunidad de Cosecha

Imágenes de drone procesadas

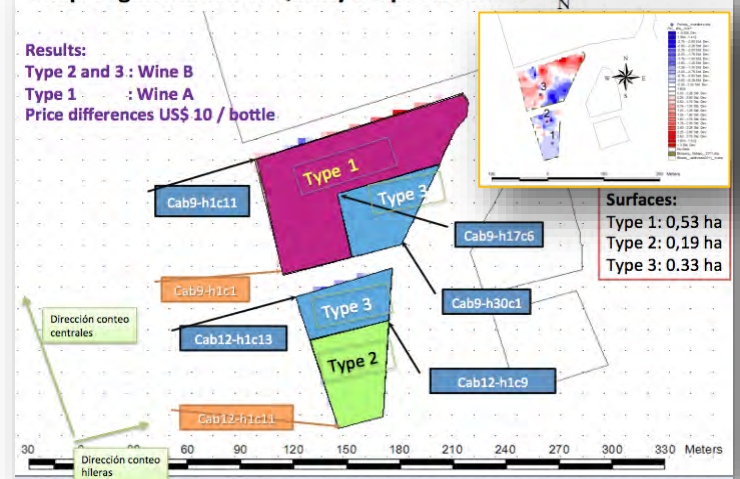
Distribución Espacial de Frutos Maduros (%FM/Planta)



Caso B: Cosecha Diferenciada

Map Segmentation of Quality Grapes for wine.

Results:
Type 2 and 3 : Wine B
Type 1 : Wine A
Price differences US\$ 10 / bottle





Desde la instalación cada estación monitorea 1 trampa y hospedero con fotos y registros climáticos recurrentes



-  Sólo visitas a trampas **necesarias**
-  **Notificaciones** sobre poblaciones y desarrollo de la plaga haciendo seguimiento a días grado locales
-  Acceso a **fotos y registros climáticos**
-  Herramienta de **Reportes de actividades en campo**



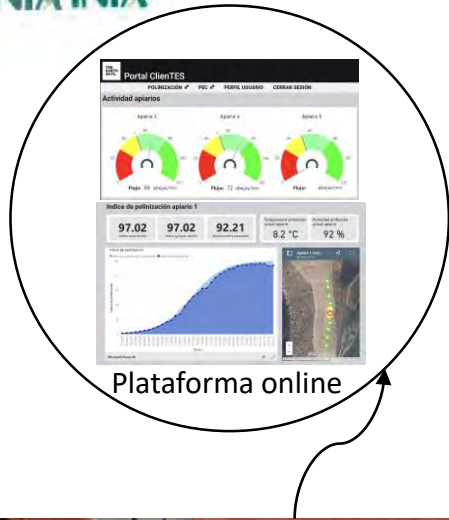
Pre Temp



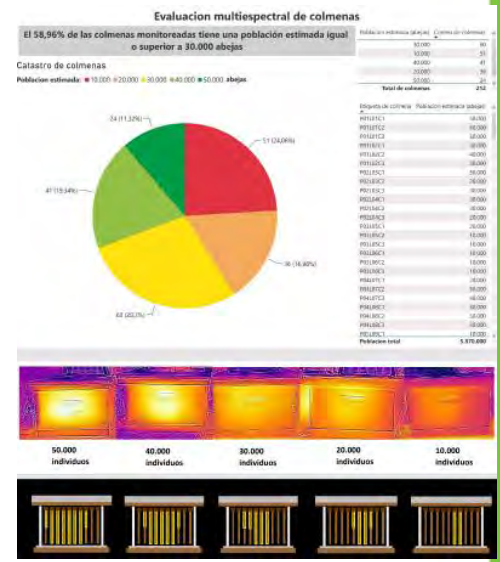
Inicio Temp



Fin Temp



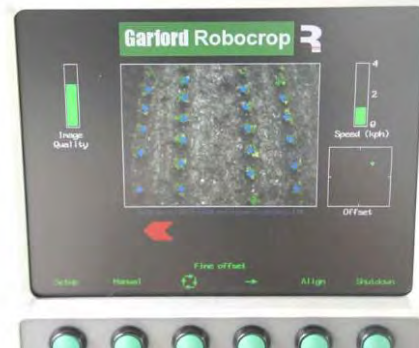
Mediante la tecnología de cámaras térmicas y un software pueden saber la calidad de las colmenas que llegan a polinizar a tu campo, entregando un reporte con información del número buenas, medias y bajas



Uso de automatización en control de plagas/enfermedades y malezas.

Mecanización
Inteligente y
Robótica
(Oportunidad
de realizar
acciones)

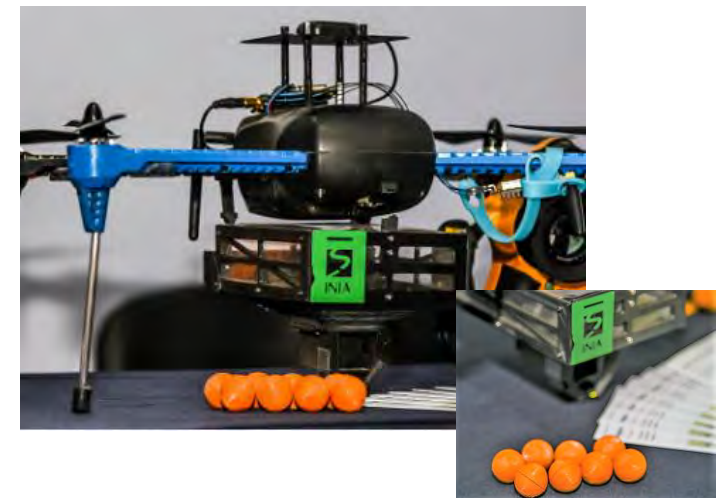
Robotic Weed Control



Pesticide Drone Application



Bio pesticide Drone Application



Métodos y herramientas para ver el estado hídrico de cultivo en el suelo y planta

Antes debemos tener en cuenta el correcto funcionamiento del sistema de riego:

Calidad de agua

Funcionamiento de Cabezal de riego

Uniformidad del sistema (CU)

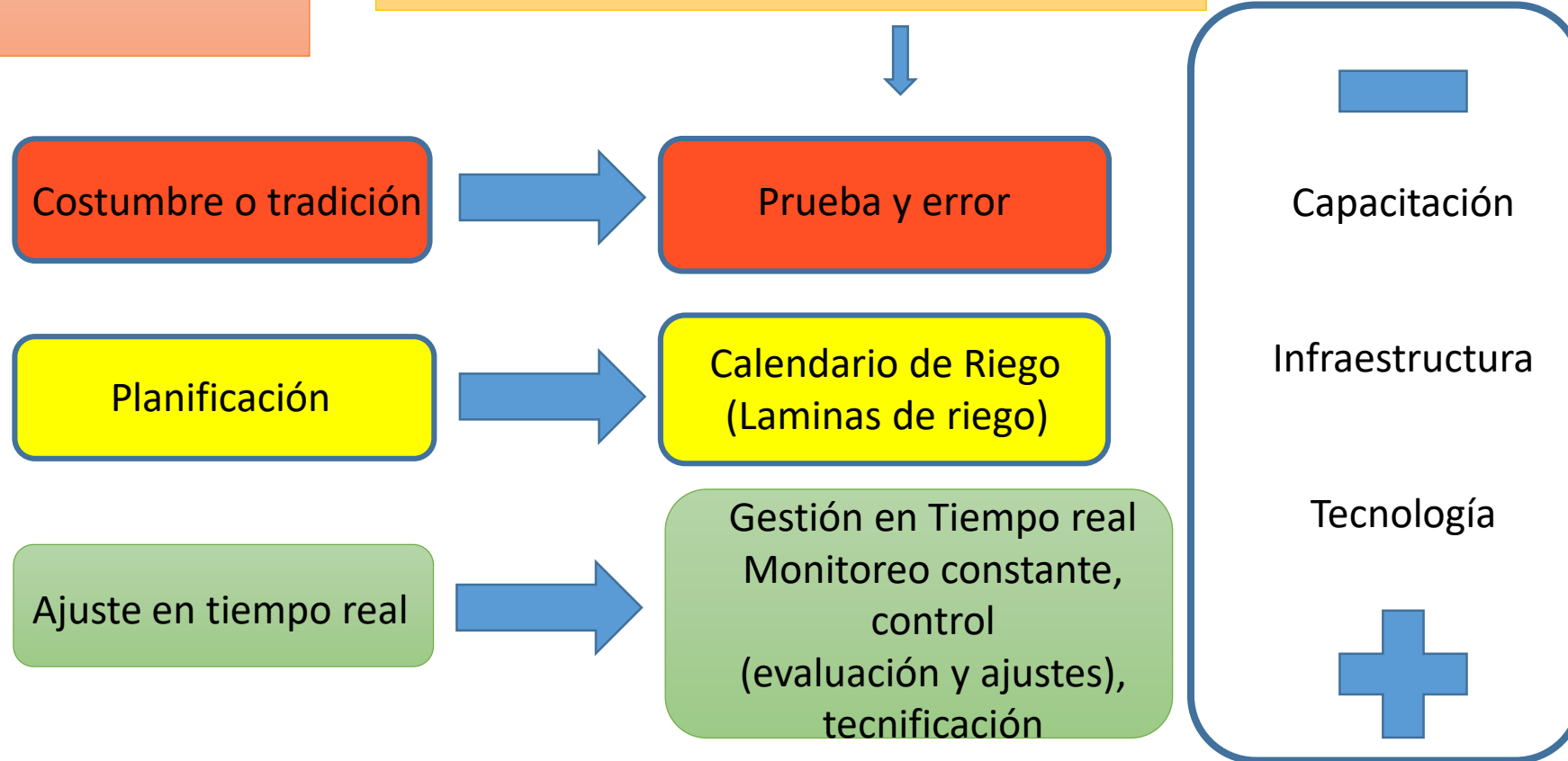
Algunas consideraciones básicas sobre la mantención de los sistemas de riego

- Las razones para cuidar nuestra instalación de riego
- 1. Uniformidad + 2. Rendimiento + 3. Sostenible
 - Minimizando el riesgo de obturación de los emisores
 - Asegurando la rentabilización de la inversión
 - Aumentando la vida útil de los componentes

Monitoreo y programación de Riego

Formas de operación de riego:

El cambio climático ha producido que las técnicas de prueba y error o recetas agrícolas no tengan los mismo resultados por temporada o por ubicación geográfica



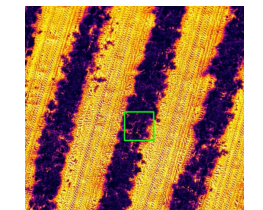
Herramientas para medir déficit hídrico

Suelo



-TDR,
-FDR,
-Tensiómetros

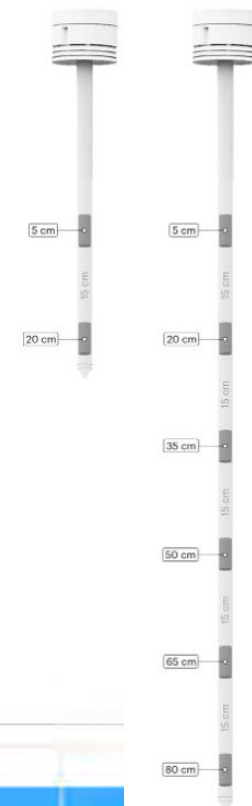
Planta



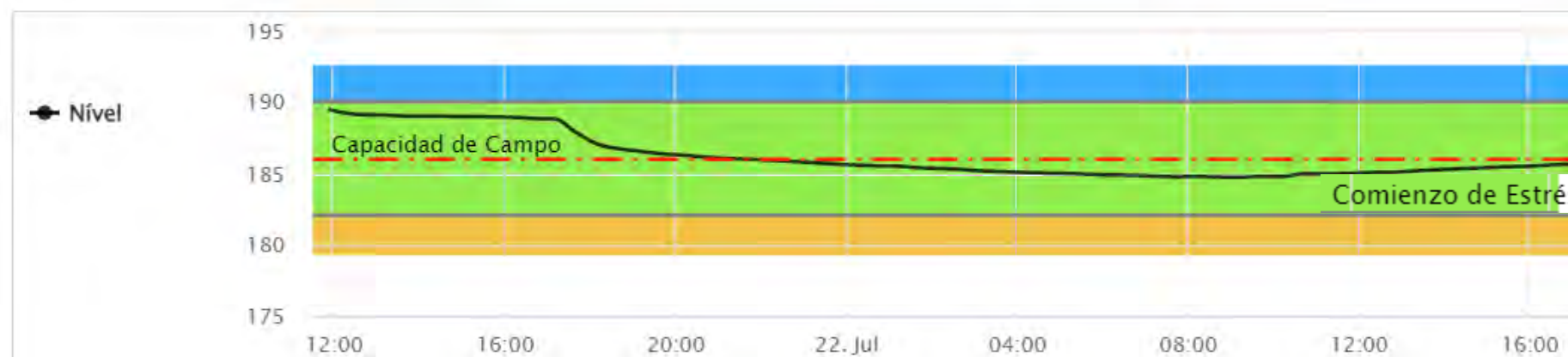
-Bomba scholander,
-Porómetro,
-Dendrómetro,
-Termografía

MEDICIONES EN EL SUELO

SENSORES FDR



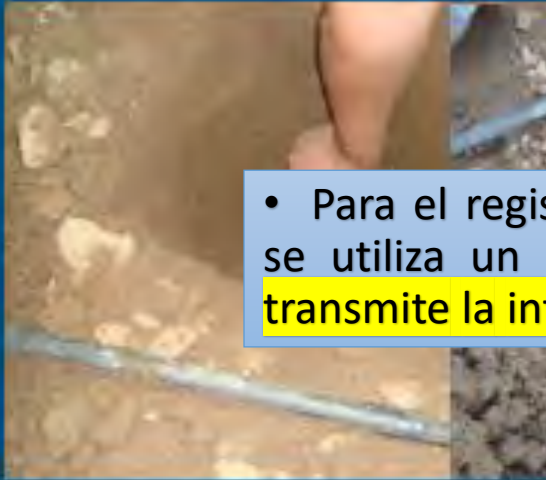
Estanque Aprovechable



Los sensores de FDR miden la conductividad eléctrica del suelo, que está relacionada con la cantidad de agua y los sólidos que componen el suelo.

los sólidos que componen el suelo.

TDR Portátiles y Fijos



- Para el registro se utiliza un dispositivo que transmite la información

Solución satelital llevará IoT a zonas remotas de España

Elizabeth Salazar 1 agosto, 2021



Ofreciendo la misma tecnología de medición probada con el dominio del tiempo, mide con precisión la humedad del suelo en todo rango de condiciones.

Humedad de suelo
(contenido volumétrico de agua)

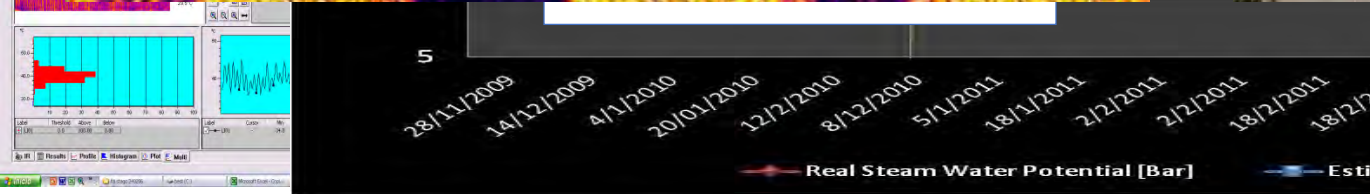
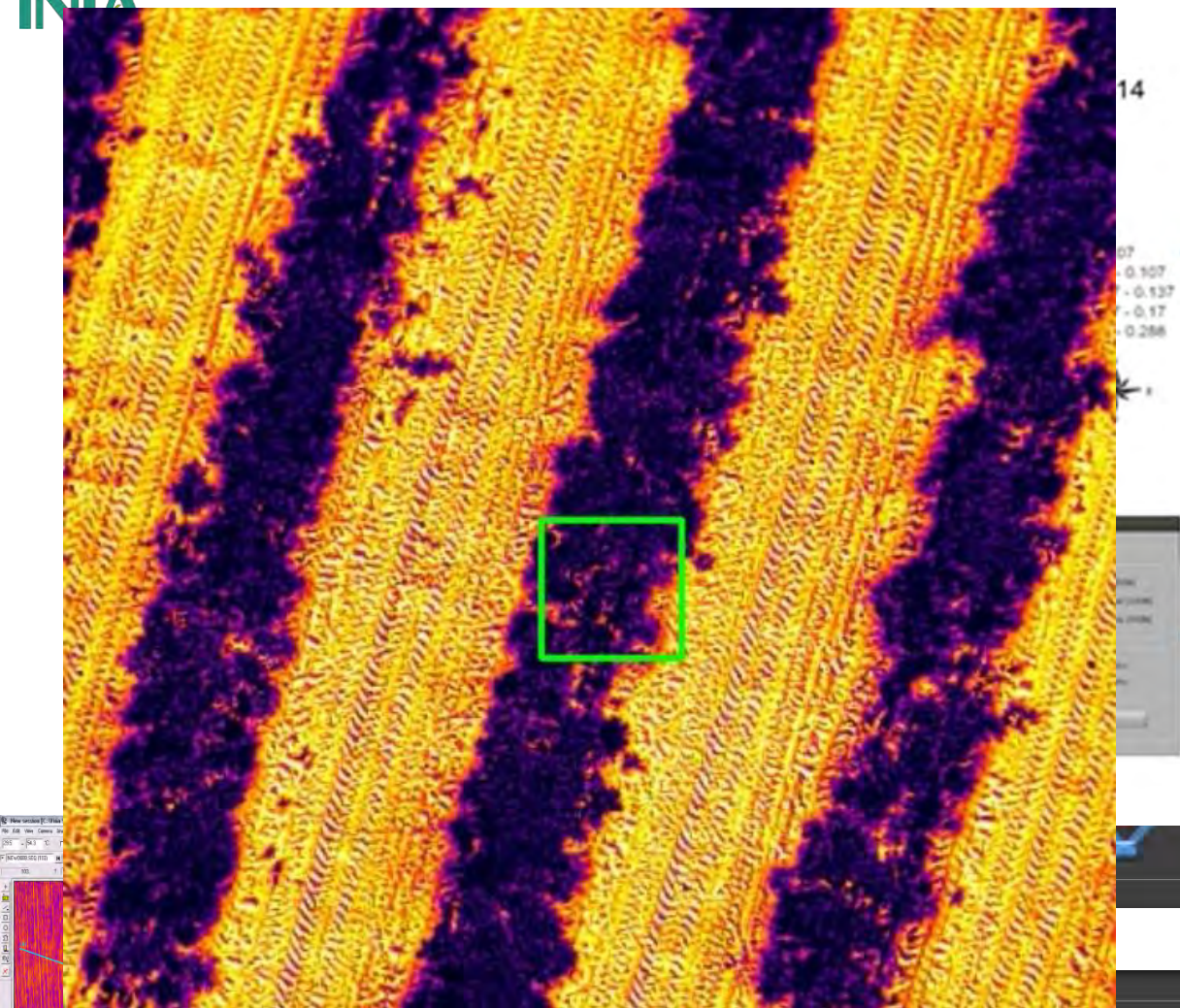
Conductividad eléctrica de suelo (CE)

Temperatura de la superficie de suelo

MEDICIONES EN PLANTA



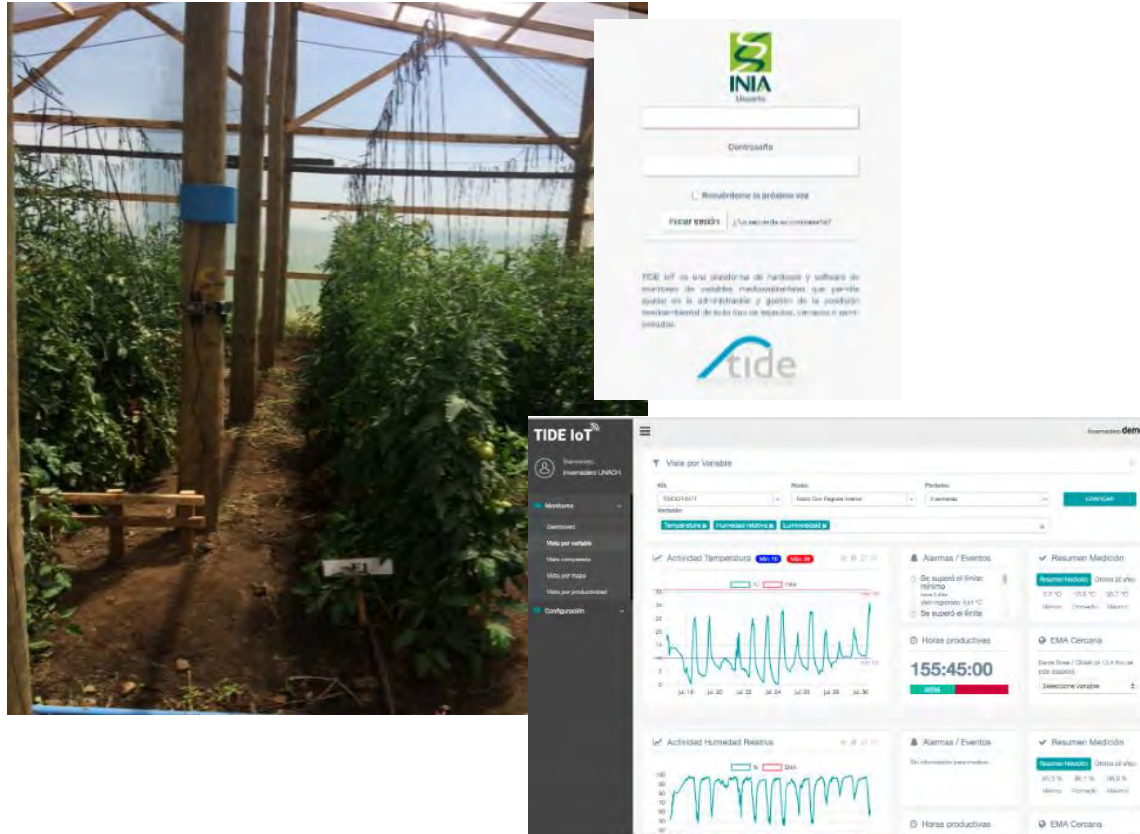
Termografía y detección de déficit hídrico en espacio y tiempo



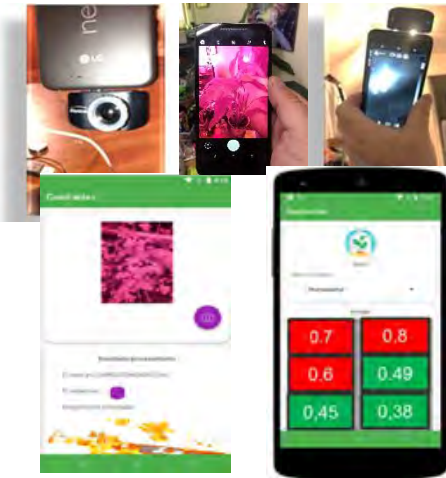
estimación por bloque de riego

Greenhouse Automation and Monitoring

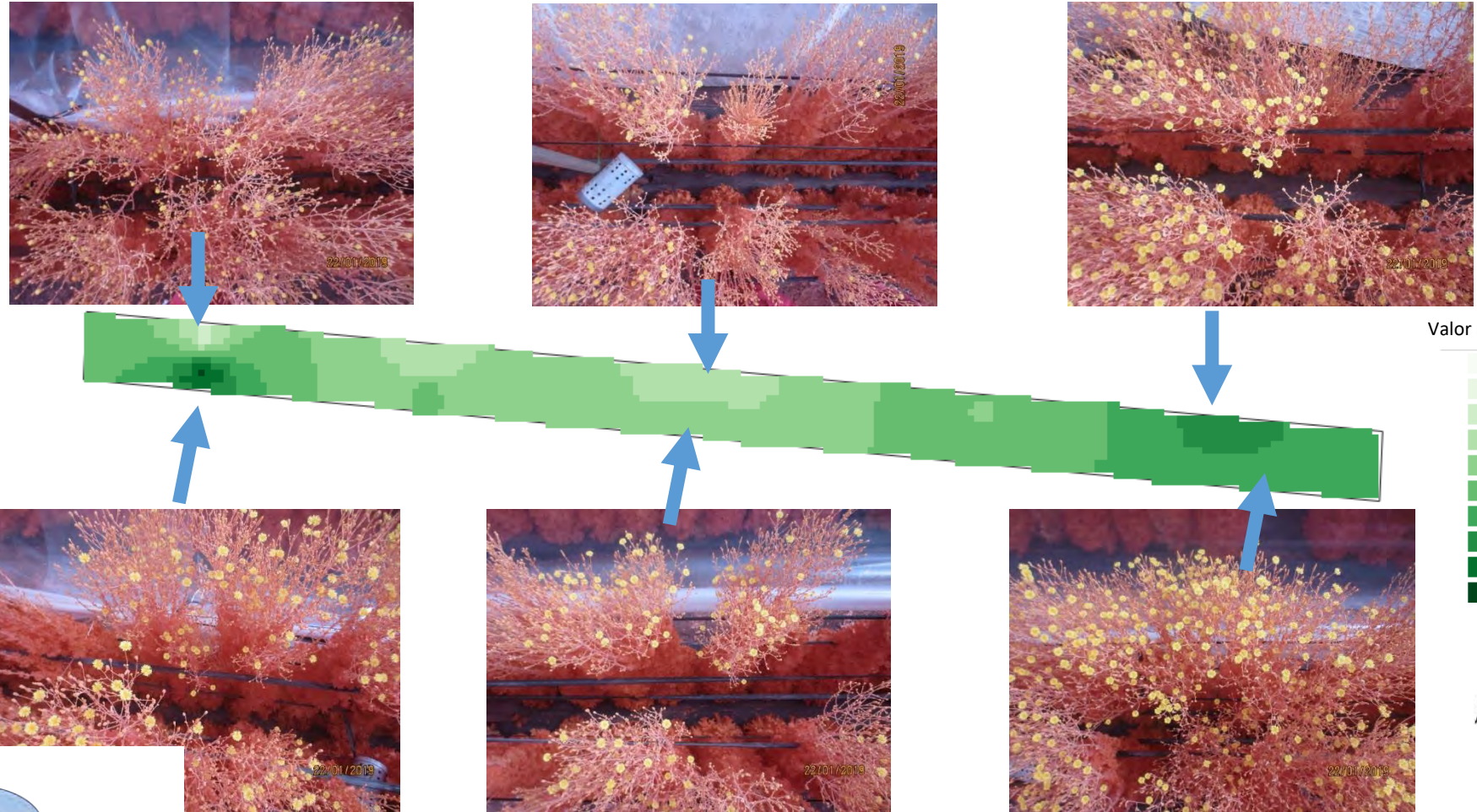
Small Farmers Case



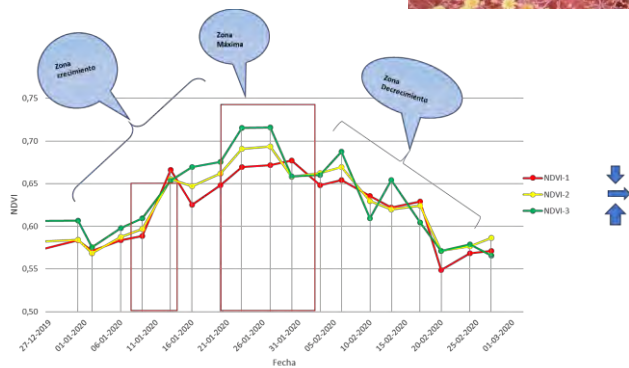
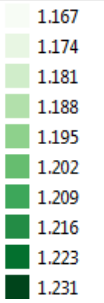
Medium to Big Farmers Case



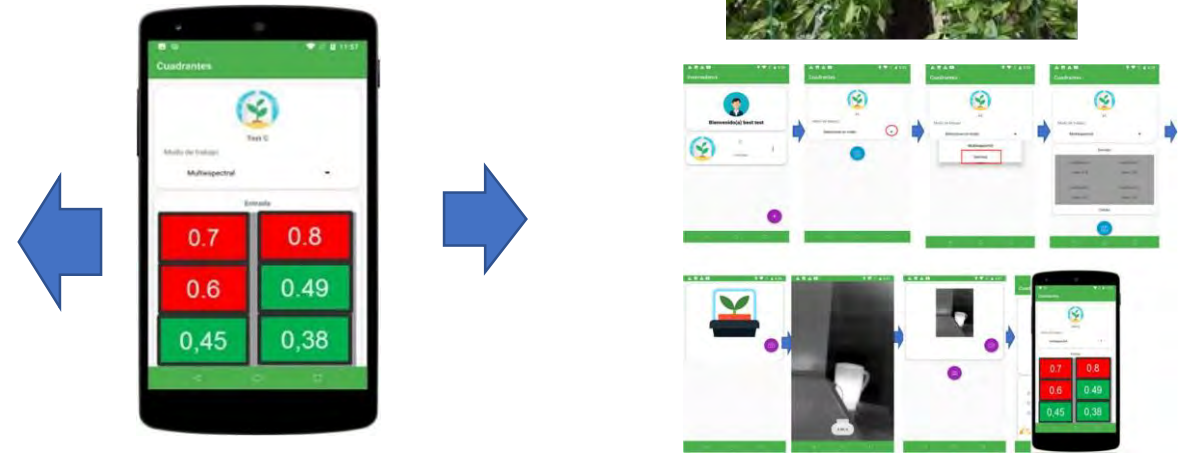
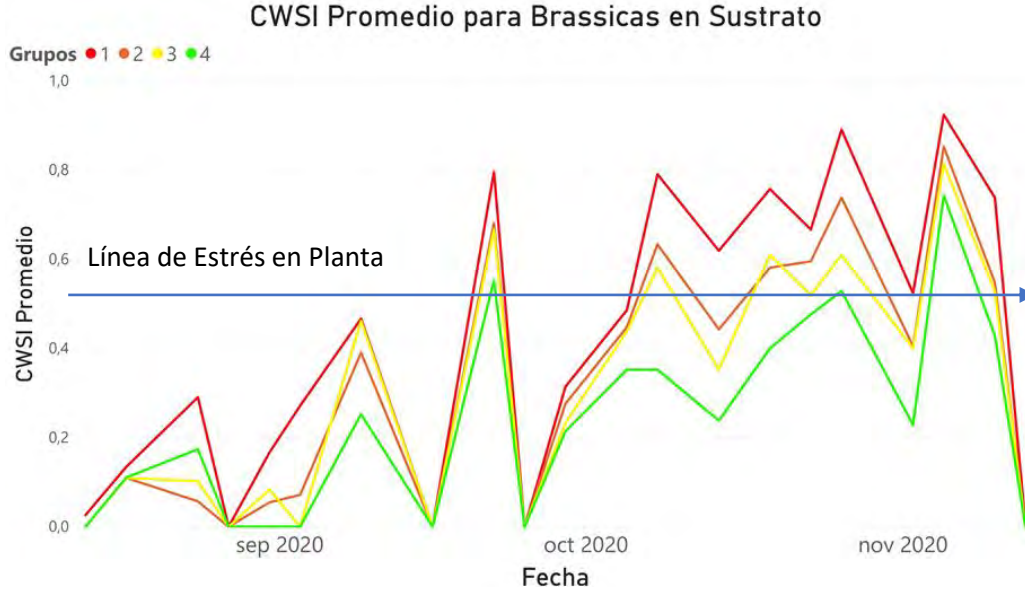
NDVI



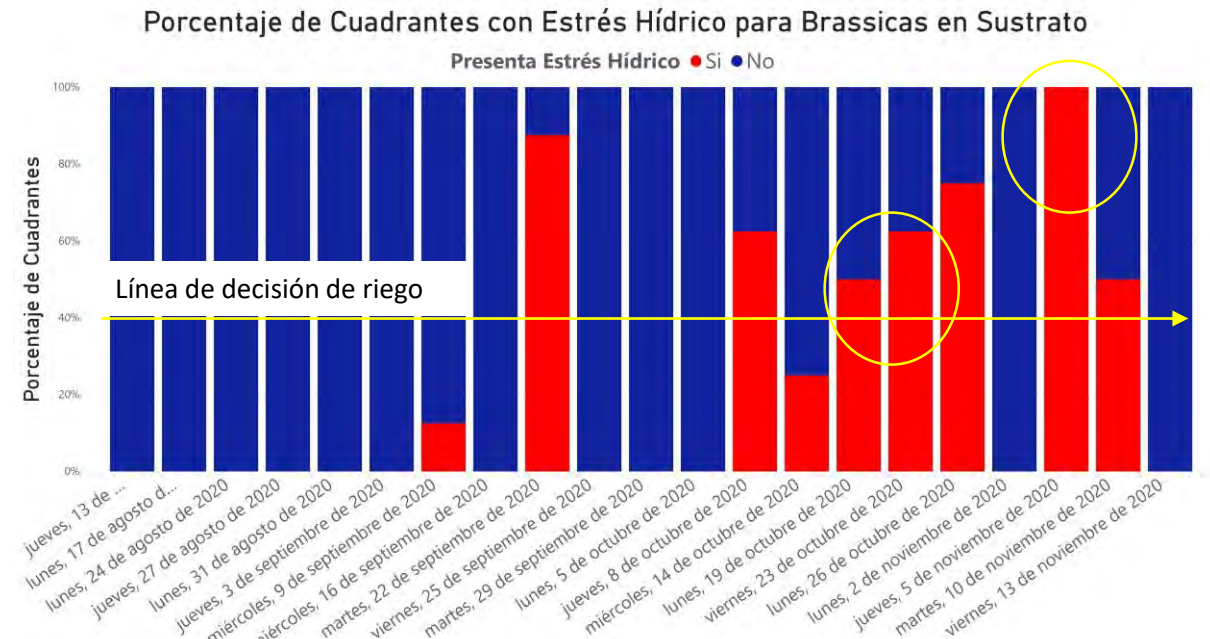
Valor ndvi acum.



Evaluación Térmica del Déficit Hídrico en Semillero en Invernadero.



Rendimientos promedios por sectores (gr/planta)





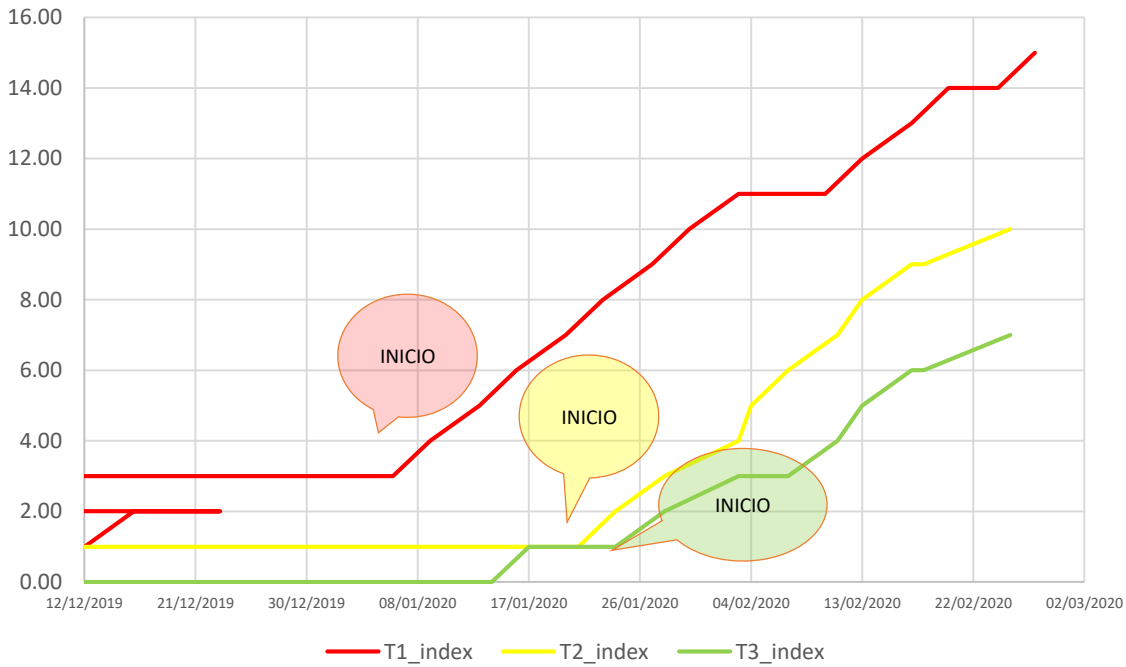
Resultados Lechugas

N° de Eventos estrés / Rango

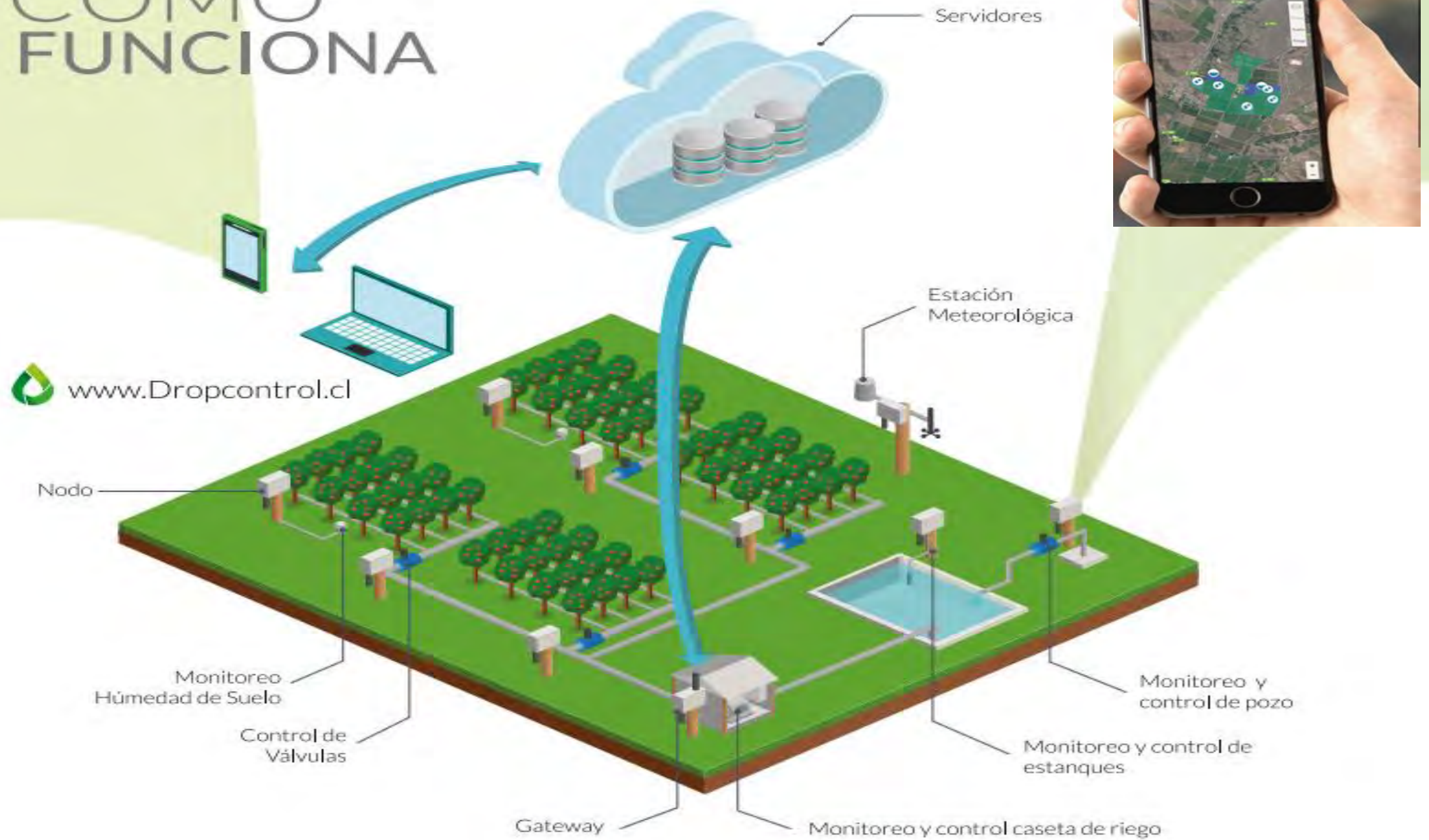
Fecha	T1_index	T2_index	T3_index
12-12-2019	1,00	1,00	0,00
16-12-2019	1,00	0,00	0,00
23-12-2019	0,00	0,00	0,00
27-12-2019	1,00	0,00	0,00
31-12-2019	0,00	0,00	0,00
02-01-2020	0,00	0,00	0,00
06-01-2020	0,00	0,00	0,00
09-01-2020	1,00	0,00	0,00
13-01-2020	1,00	0,00	0,00
16-01-2020	1,00	0,00	0,00
20-01-2020	1,00	0,00	1,00
23-01-2020	1,00	0,00	0,00
27-01-2020	1,00	1,00	0,00
30-01-2020	1,00	1,00	1,00
03-02-2020	1,00	1,00	1,00
06-02-2020	0,00	1,00	0,00
10-02-2020	0,00	1,00	0,00
13-02-2020	1,00	1,00	1,00
17-02-2020	1,00	1,00	1,00
20-02-2020	1,00	1,00	1,00
24-02-2020	0,00	0,00	0,00
27-02-2020	1,00	1,00	1,00
N° Eventos	15,	10,	7,

1	Sensor 11	16,8 gr	
1	Sensor 9	18,0 gr	17,8 gr
1	Sensor 12	18,6 gr	
2	Sensor 13	19,8 gr	
2	Sensor 16	20,0 gr	20,2 gr
2	Sensor 10	20,9 gr	
4	Sensor 14	21,8 gr	
4	Sensor 15	25,8 gr	23,8 gr

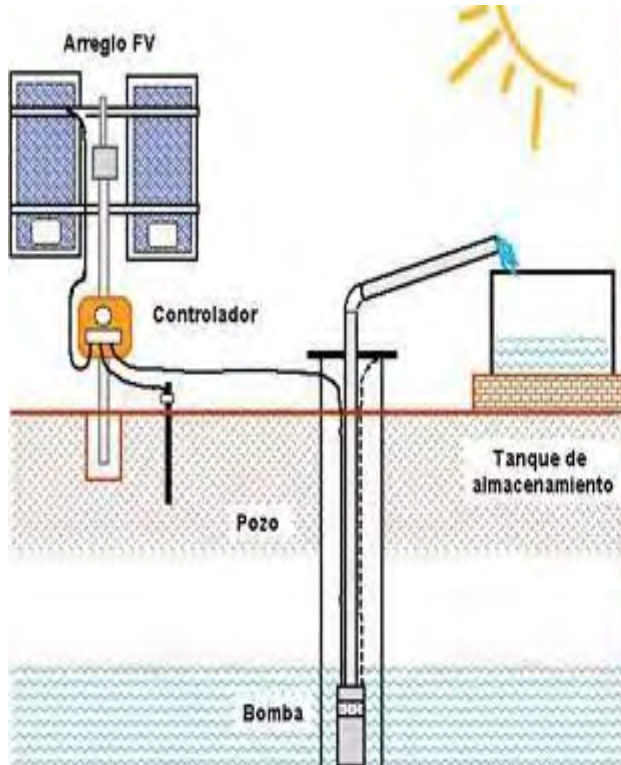
Periodo de la temporada / problemas hídricos



CÓMO FUNCIONA



Bombeo solar



El bombeo de agua solar es un sistema de creación de energía hidráulica. Se lleva a cabo de forma limpia, sin combustibles fósiles y se puede instalar en lugares donde no llega la red eléctrica. De hecho, permite el desarrollo y explotación de estas zonas y de las áridas. Su gran beneficio es que el período en que más agua se precisa corresponde al de más radiación solar, ya que por el calor se necesita dar más de beber a las reses y regar más el campo por la evaporación causada en las tierras por los días soleados.

Interpretación y Soporte



Sistemas
logística de
control.



Sistemas de Gestión Agrícola Digital



¿Cual es la situación del productor actualmente?



Inteligencia



Datos



¿Cuál

Tradicional,

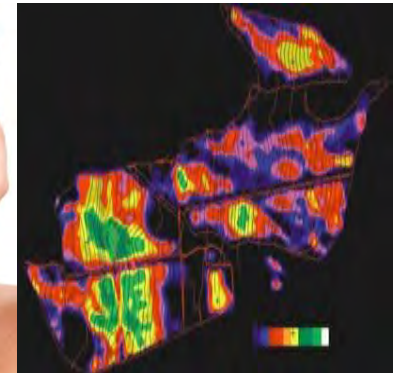


deben

recisión, Mixto?

Muchas opciones...

INCERTIDUMBRE



Principales brechas para la penetración de Agro 4.0



Escases de mano de obra calificada y lugares de capacitación



Brechas verticales y horizontales tecnológicas



Falta de evaluación e impacto en áreas de la agricultura frente al cambio climático



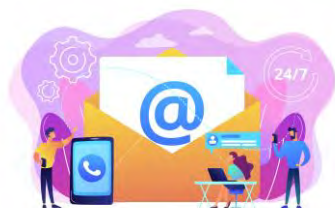
Aumentos constantes en los costo de producción



Baja inversión pública en la estructuración de Agro 4.0



Conexión precaria en zonas rurales



Pocos canales de difusión con buenos ejemplos, hicieron que la tecnología no sea vista como una herramienta real para aumentar las ganancias.



Baja articulación en demanda y oferta

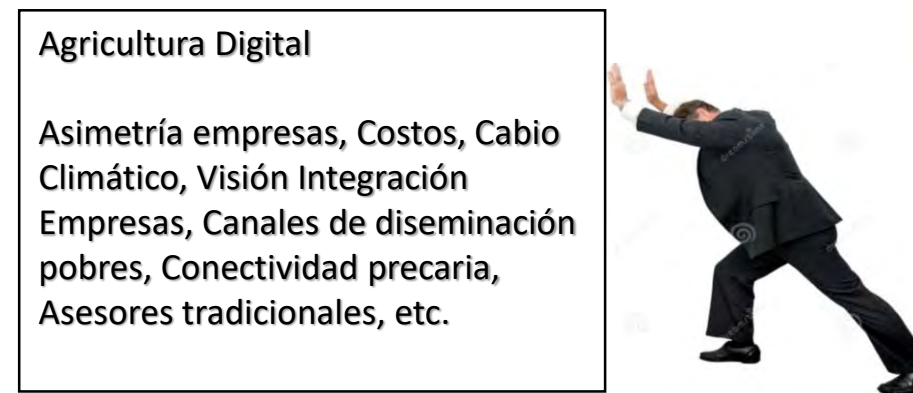
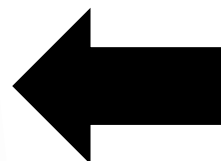


Limitada visión integradora de las empresas/servicios



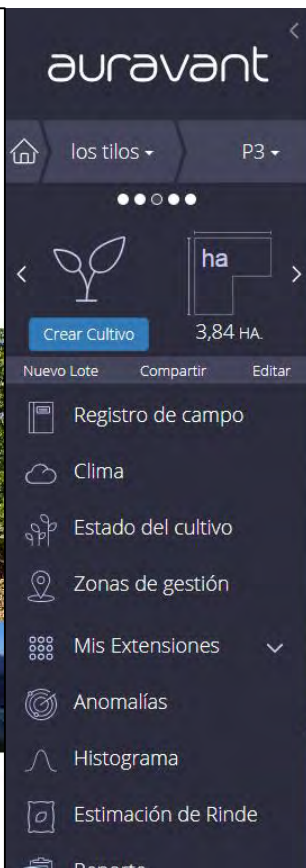
Toma de decisiones con asesoramiento tradicional o recomendaciones de proveedores de agroquímicos

Atacando esas brechas en colaboración es mas fácil avanzar



Smart Field Centro Experimental Los Tilos (CRI Platina)

Desarrollo de un ecosistema digital agrícola.



Objetivo General:

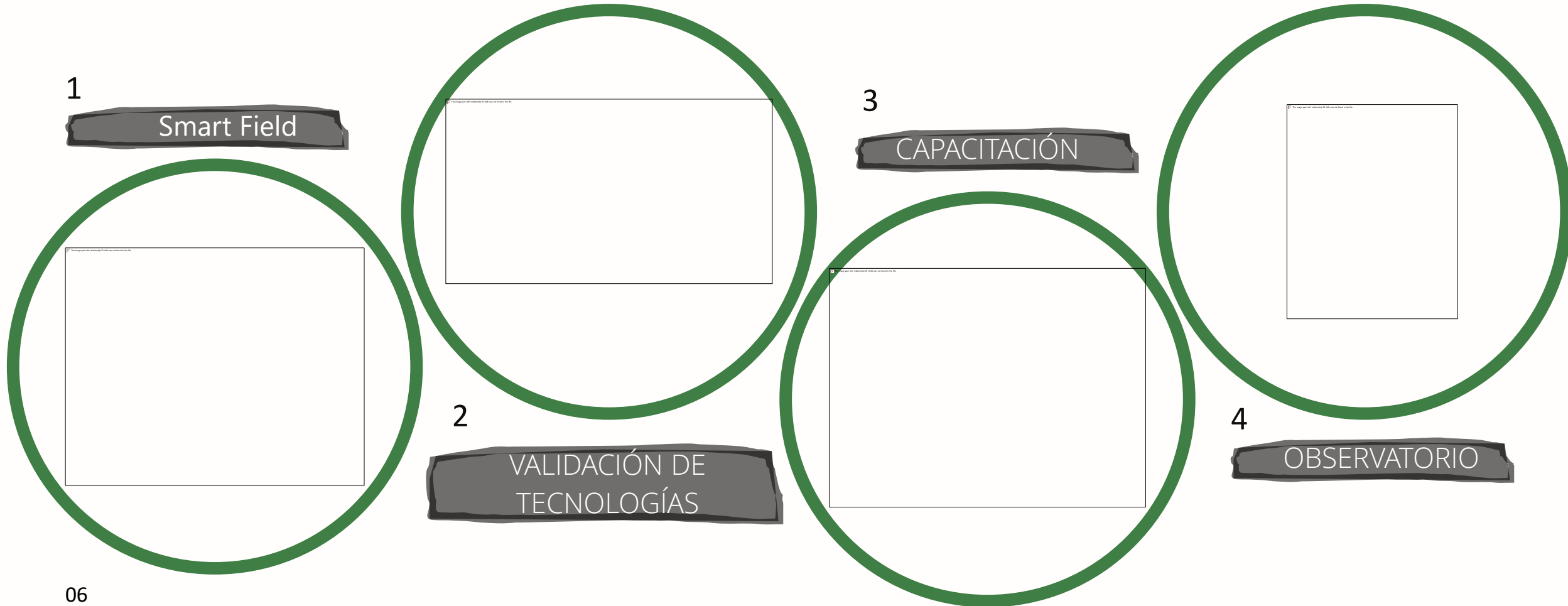
Implementar un sistema de producción agrícola inteligente (Smart Field) a escala comercial que integre nuevas y potenciales tecnologías denominadas Agro 4.0, que validen la eficiencia productiva, sustentabilidad y competitividad.

VERTICALES TEMATICAS ASOCIADAS A EMPRESAS



Valor Innovador del Smart Field

¿Cómo disminuir las brechas para la adopción de tecnologías digitales?



Flujograma de Tecnologías Digitales en INIA-Chile



Etapas 1: Validación de Tecnologías



1.- Acuerdo entre los actores clave del proceso



2.- Elaboración del protocolo de validación

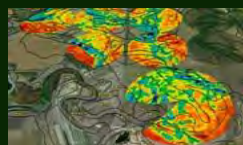


3.- Ejecución del ensayo



4.- Evaluación final e integración dentro del smartfield

Etapas 2: Servicios de las empresas y colaboración para una solución final



Sistemas de Evaluación de la variabilidad espacial y temporal de los predios.



Sistemas de monitoreo continuo de variables



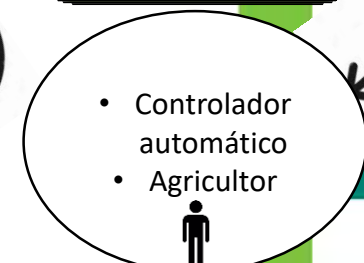
Sistemas de monitoreo discontinuo



Sistemas de logística y control de la producción.



Actuadores



Startup que se encuentra en validación

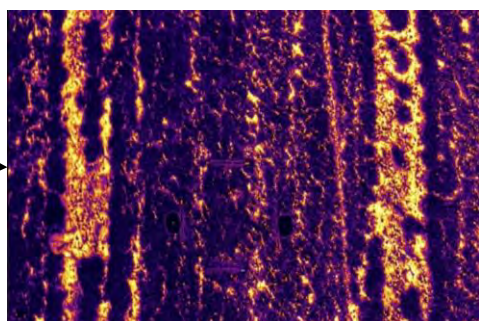


Este proyecto busca la validación del uso de termografía para evaluar el déficit hídrico. Para desarrollar este proyecto, se ocupó cámaras térmicas tanto de DJI (H20T), Flir (Vue Pro) y el apoyo de otra cámara portátil de mano (MikroSpec)

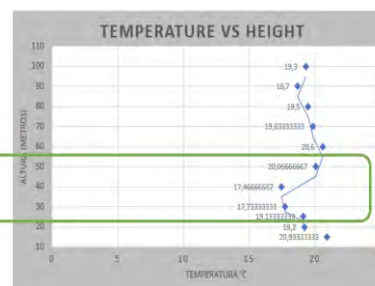
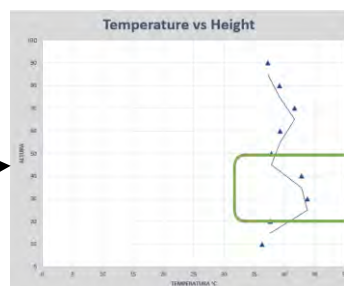
Resultados



En un campo de alfalfa en un cuadrante de 5x5 metros aprox. en Buin, Región metropolitana.



Se tomaron distintas imágenes a distintas alturas, cada 10 metros, empezando por una altura de 10 metros hasta los 70 metros.



distorsión de los datos, a la altura de 20 metros y a medida que se empieza a elevar en altura, las temperaturas tienden a normalizarse



Se determina el estrés de la planta a través de potenciales hídricos (tomadas con cámara Scholander) y sensores de humedad de los mismo arboles georrefenciados, esto para contrastar tanto los potenciales xilemáticos con la temperatura

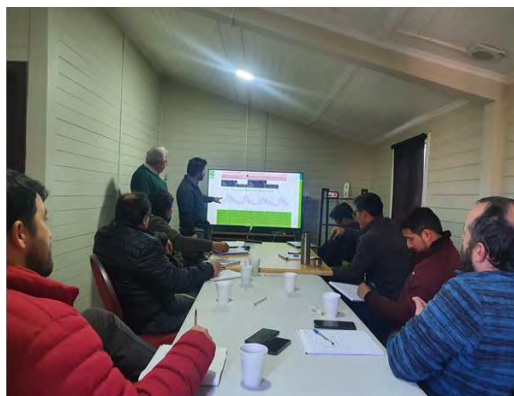
Ejemplo de un flujograma para riego



Evaluación de déficit hídrico con integración espacial y temporal.



Capacitación Profesionales y Técnicos



Terreno: Calicata y demostración de sensores



Instalación de sensor



Región del Libertador General
Bernardo O'Higgins



Informe (sección evolutivo cultivo)

Mapas de NDVI del periodo en estudio (cada 2 días).



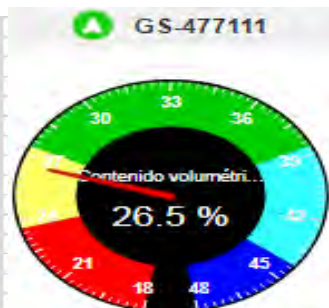
Fecha 1



Fecha 2

Nota: Cambios menores entre fechas

Estado de cultivo

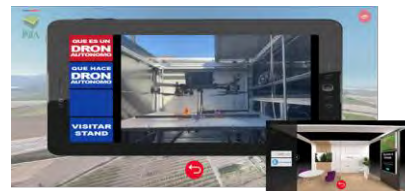


Nota: Existe un nivel de humedad adecuado lo que se expresa en la estabilidad del NDVI durante el periodo



- Visibilizar las tecnologías

Potenciar visitas a SmartField



- Startup (Mentorias).



- Capacitaciones (Asesorías)



- Desarrollo I+D+i colaborativa



PÁGINA WEB: CARÁCTER INFORMATIVO

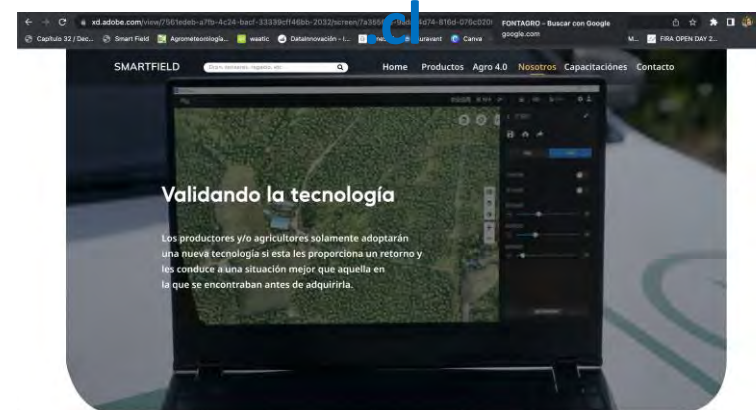
<https://www.smartfieldinia.cl>



Home introductorio a la problemática y direccionamiento plataforma VR



Visualizar contenido de capacitaciones/mentorías e inscripción.



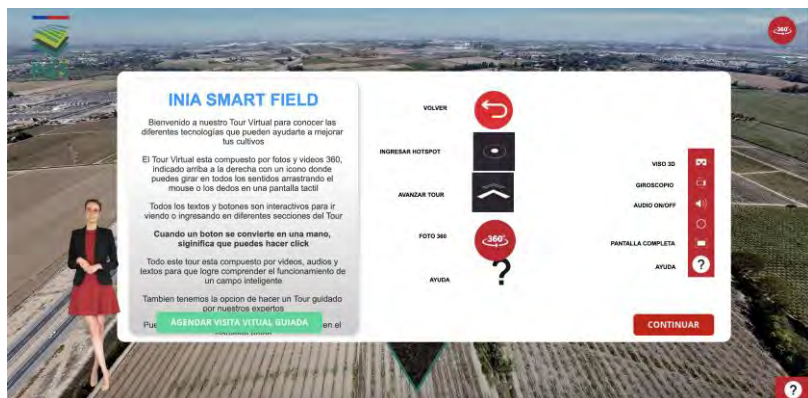
Proceso de validación y creación de flujogramas



Visualización de empresas y productos

Plataforma realidad virtual

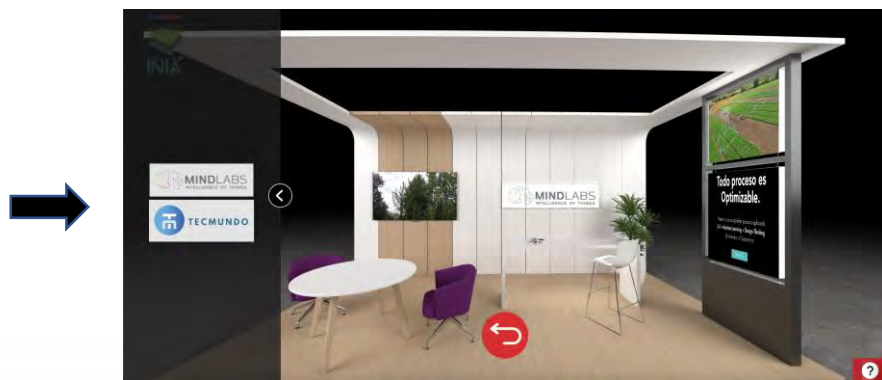
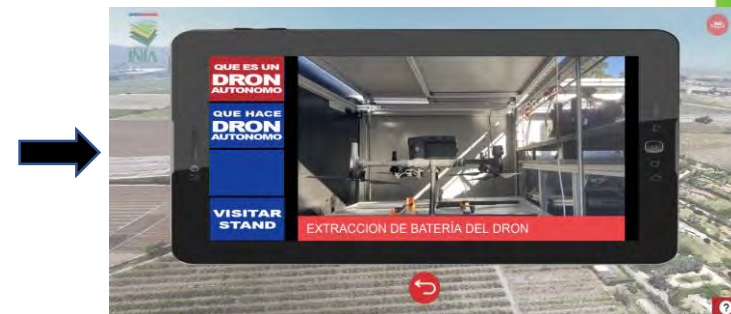
<https://www.smartfieldinia.cl/plataforma>



Inicio: invitación a una **visita guiada** y simbología

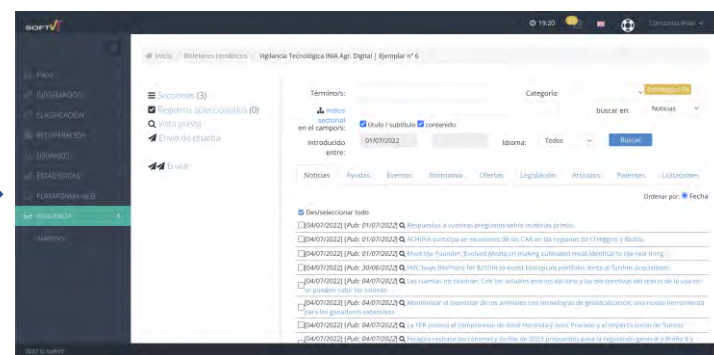
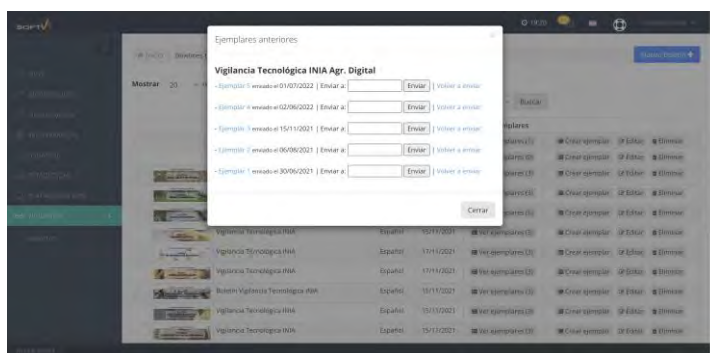


Verticales que comprende Smart Field



El **Stand Virtual** muestras las empresas relacionadas a la vertical visitada por el usuario

Vigilancia tecnológica (Proyecto CEPAL).



Plataforma INIA creada para búsqueda de información actualizada

Creación de contenidos con noticias, ayudas, eventos, normativas, ofertas, legislación, artículos, patentes y licitaciones

Envío de información recopilada a través de un correo electrónico con los vínculos redireccionando a la noticia, oferta, etc.



Red Iberoamericana para la Digitalización de la Agricultura y la Ganadería



Propuesta: Existen dos condiciones productivas en la Región de Arica y Parinacota que deben ser abordadas en forma diferenciada.

- Pampa Concordia / Azapa: medianos y grandes, semillas y hortalizas
- Putre: pequeños productores de la precordillera, vinculados a INDAP

