



IMPORTANCIA DE UN SISTEMA DE RIEGO EFICIENTE EL USO EFICIENTE DEL AGUA

.....
Cosme Ernesto Santiesteban Toca, PhD
CEO DTA-Agrícola
Calle 5a No. 501. Chihuahua, 31500.
cosme@dtaamerica.com





Quién soy?

Ing. Máquinas
Computadoras



1994

MSc. Informática
Aplicada



2004

DEA Soft
Computing



2010

MSc. I. Artificial



Doctor Ciencias
Computación



2015

Fundación
de la Startup

2020

DTA-Agrícola

Cosme Ernesto Santiesteban Toca

PhD, Inteligencia Artificial

Director General (CEO) **DTA-Agrícola**

- 1 Agricultura de precisión
- 2 Bioinformática
- 3 Ciencia de Datos



Cuba
Cuba

Guantánamo
Santiago
de Cuba

Cayman
Islands

Haïti

Turks
Cai
Islands

Cancún

Playa del
Carmen

Tulum

QUINTANA
ROO

Consejo de Cuenca Laguna de Bustillos - Laguna los Mexicanos





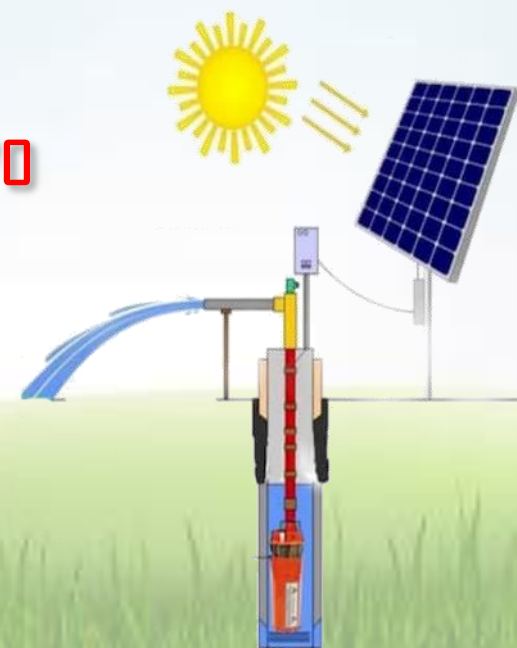
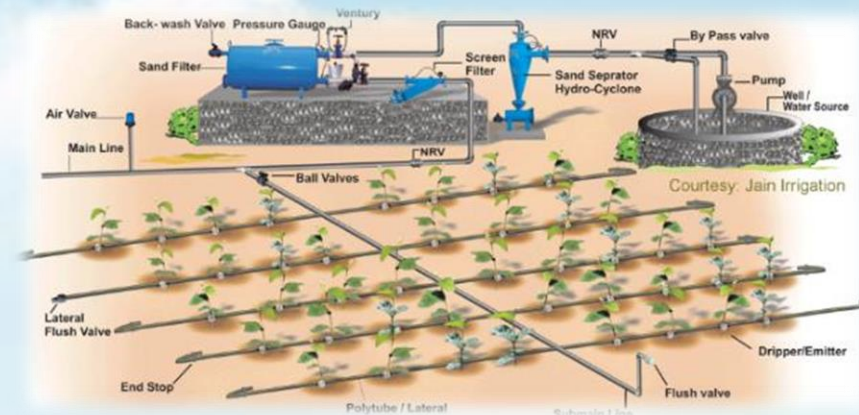
 **57%**
Agua desperdiciada

Problemas de irrigación:

- ✓ Bloqueo en los ductos
- ✓ Roturas de bombas y motores
- ✓ Equipamiento antiguo o con adaptaciones

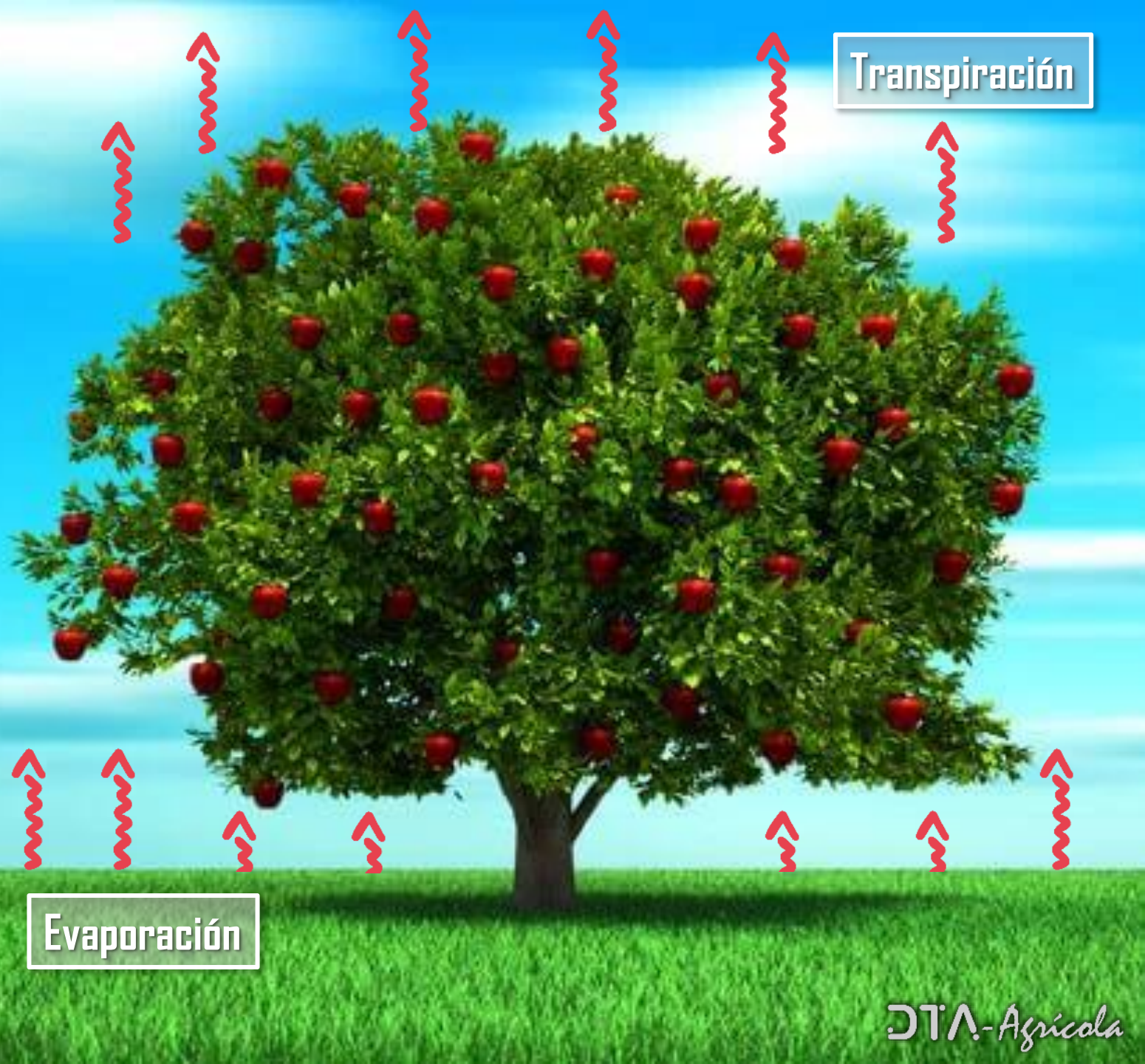


- ✓ Deficiencia en la aplicación de las:
 - Necesidades hídricas del cultivo
 - Características del suelo
 - Prácticas de riego adecuadas
- ✓ Sistema automatizado de riego



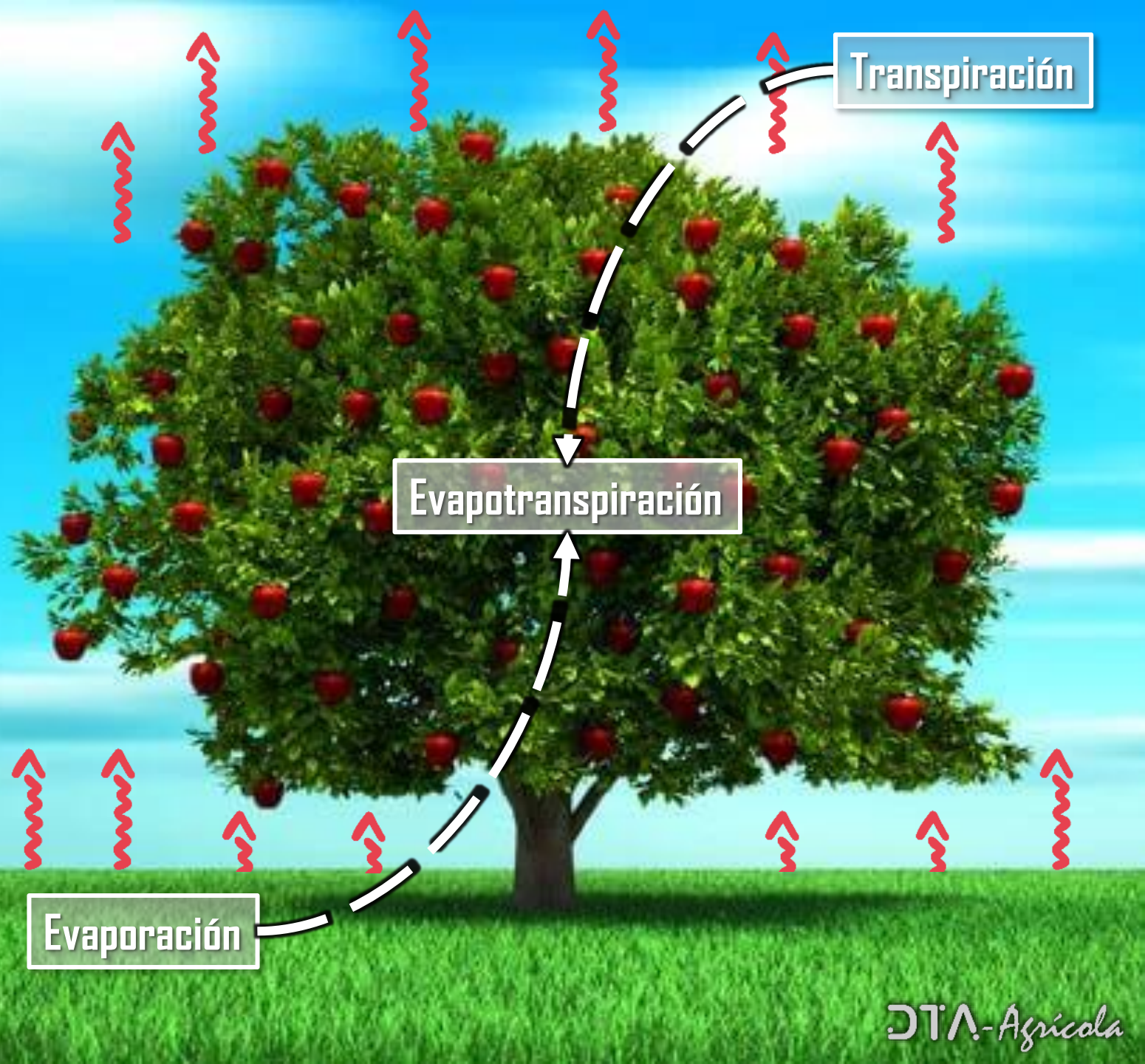
Necesidades hídricas del cultivo

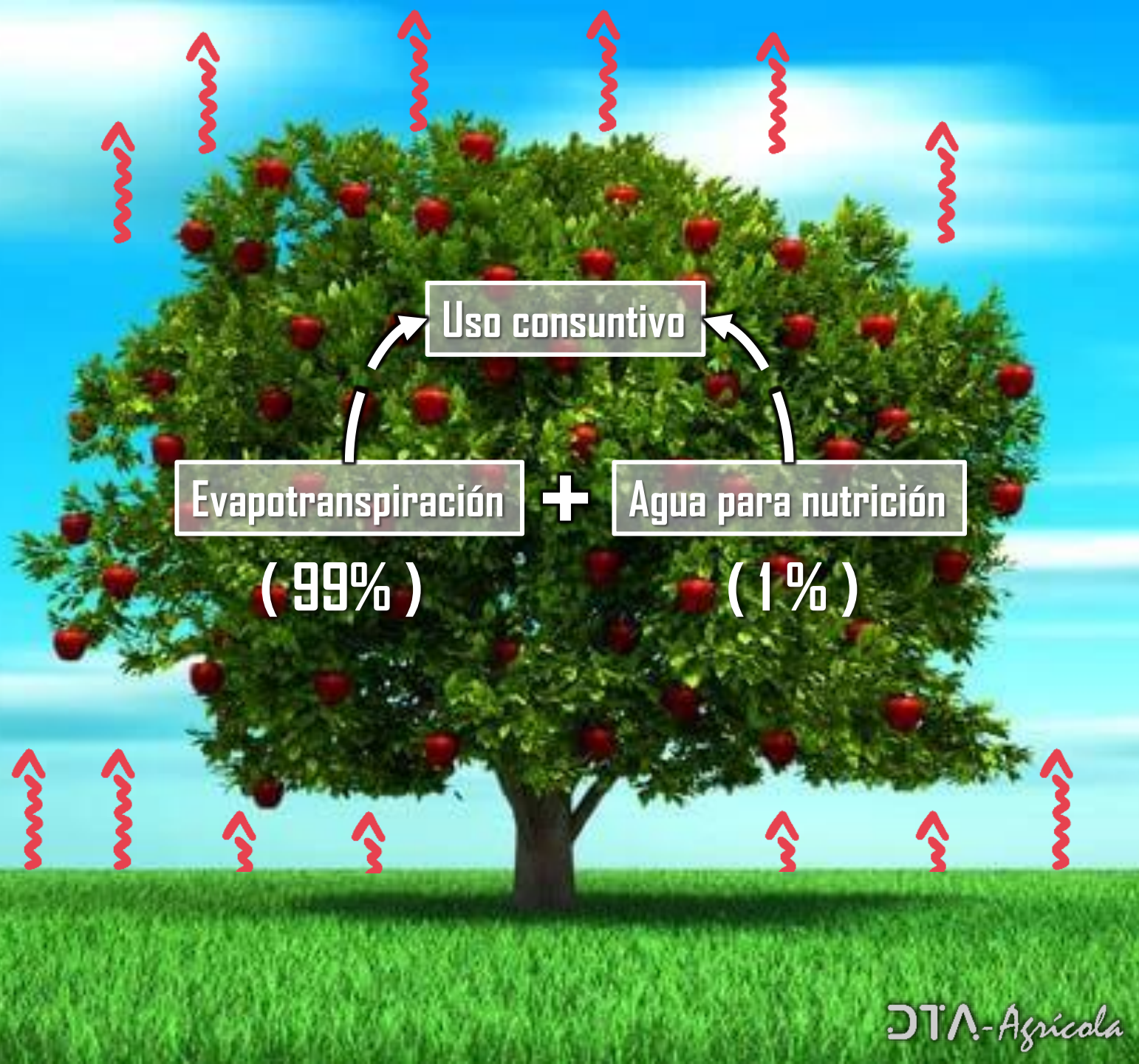




Transpiración

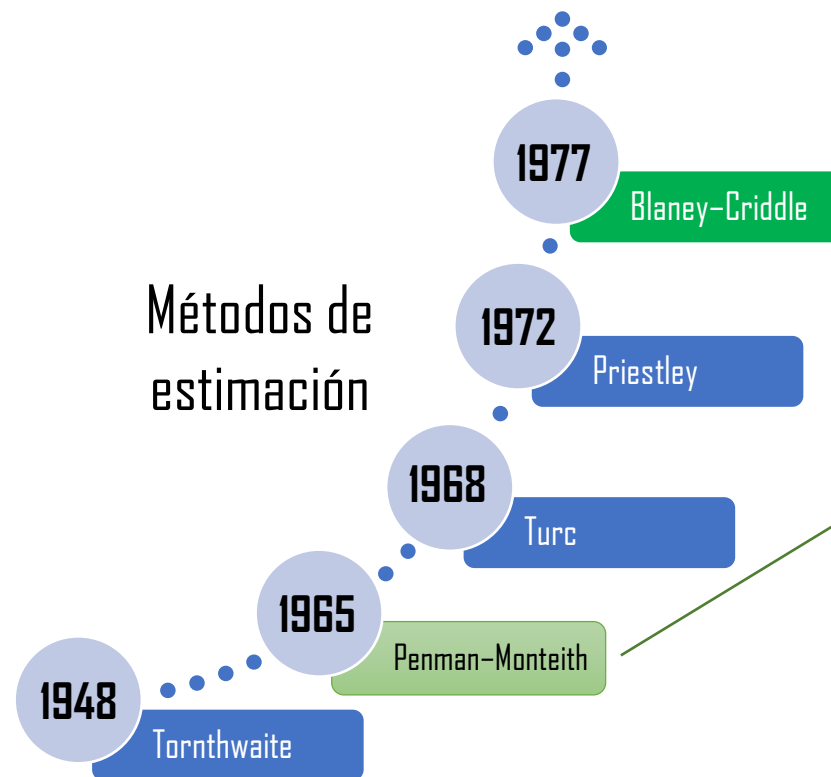
Evaporación







Métodos de estimación



$$Et = Kg \cdot F [\cdot Kti]$$

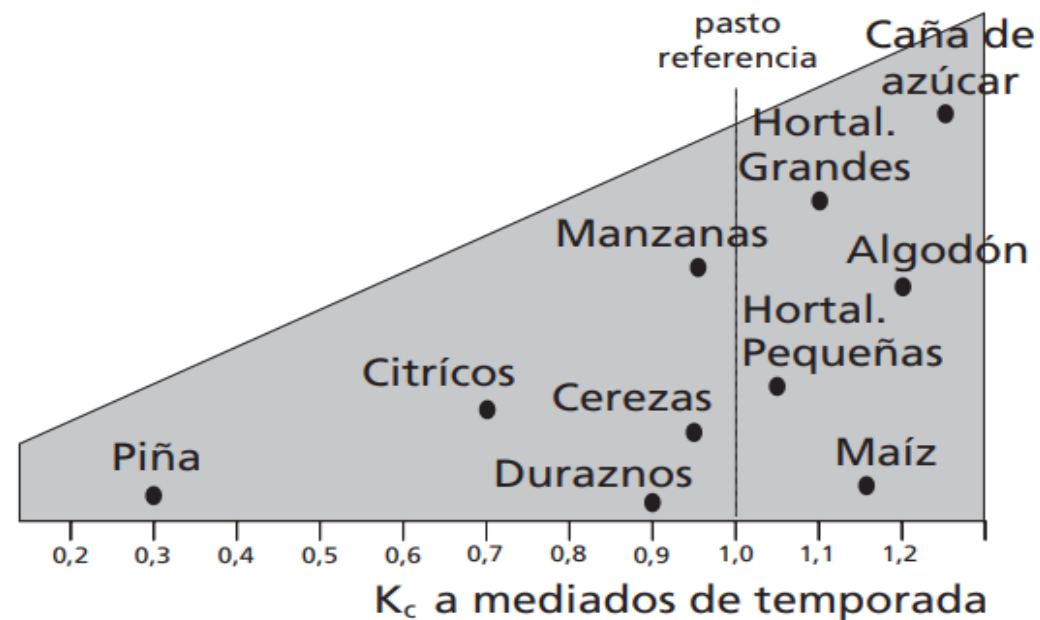
- Tipo de cultivo
- Temperatura
- Horas sol diarias
- Duración ciclo vegetativo
- Temporada de siembra
- Zona donde se encuentra

$$Eto = Kc \cdot Etc$$

- Tipo de cultivo
- Temperatura
- Horas sol diarias
- Velocidad del viento
- Humedad Relativa



Valores típicos de K_c para diferentes cultivos completamente desarrollados



Cultivo	$K_{c\ ini}^1$	$K_{c\ med}$	$K_{c\ fin}$	Altura Máx. Cultivo (h) (m)
n. Árboles Frutales				
Almendras, sin cobertura del suelo	0,40	0,90	0,65 ¹⁸	5
Manzanas, Cerezas, Peras¹⁹				
– sin cobertura del suelo, con fuertes heladas	0,45	0,95	0,70 ¹⁸	4
– sin cobertura del suelo, sin heladas	0,60	0,95	0,75 ¹⁸	4
– cobertura activa del suelo, con fuertes heladas	0,50	1,20	0,95 ¹⁸	4
– cobertura activa del suelo, sin heladas	0,80	1,20	0,85 ¹⁸	4



CLIMA

- Resistente al frío
- No necesita mucha luz y calor para su maduración
- Prefiere climas húmedos
- Las flores y frutos tiernos son muy sensibles a heladas
- Temperatura óptima para desarrollo
 - ❖ -10 a 10 °C en invierno
 - ❖ 15 a 30 °C en verano
- Demanda de 1'000 a 1'500 mm anuales



SUELO

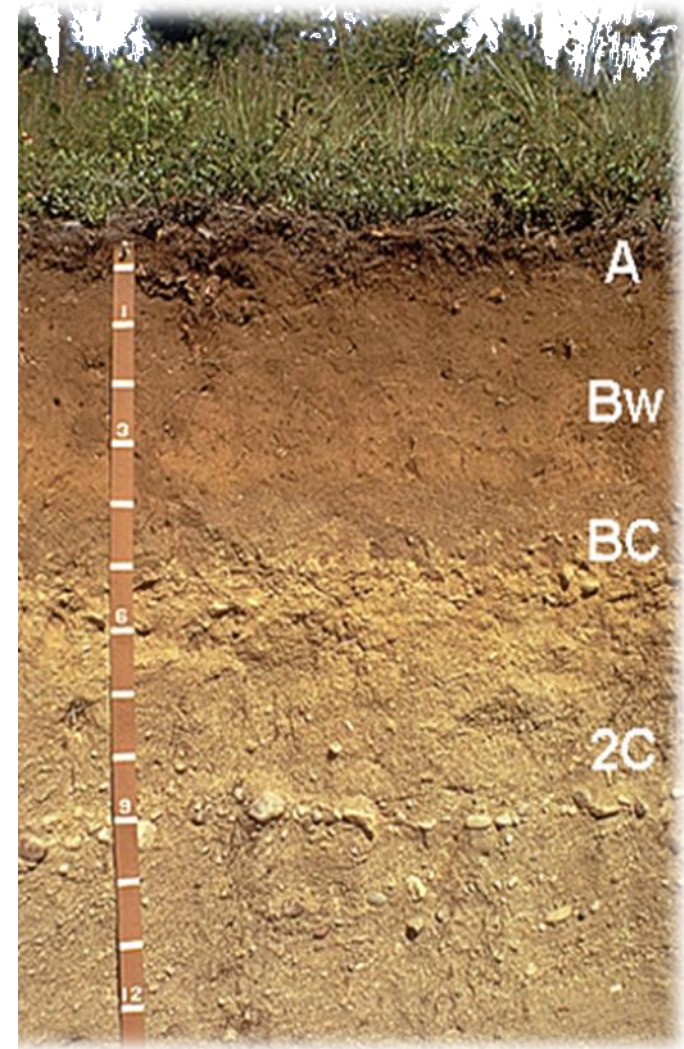
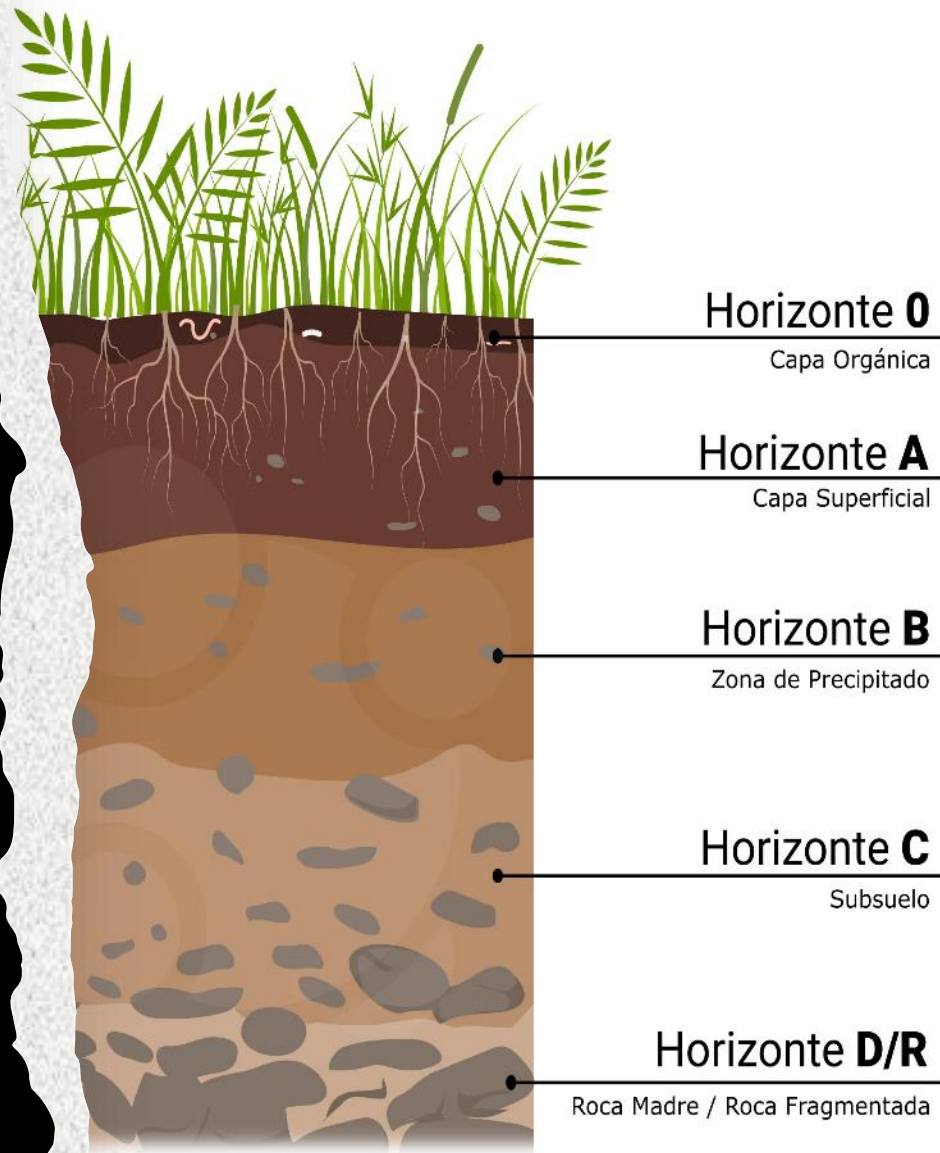
- Prefiere franco-arenosos
- Profundidad mínima de 50 ~ 80 cm
- pH de 5.5 a 6

Características del suelo



Horizontes (capas) del suelo:

- a) Horizonte O
- b) Horizonte A
- c) Horizonte B
- d) Horizonte C
- e) Horizonte D / R

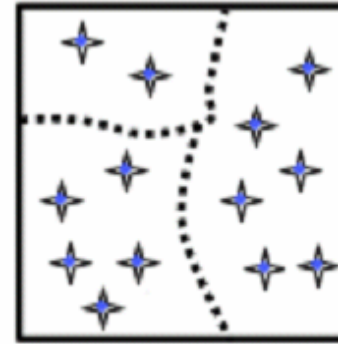


Técnicas de muestreo:

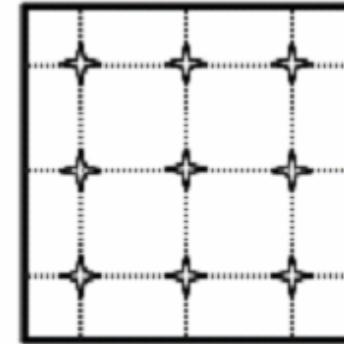
- a) Aleatorio simple
- b) Aleatorio estratificado
- c) Sistemático rejilla rectangular
- d) Sistemático rejilla polar
- e) Zig-zag
- f) Diagonal
- g) Circular
- h) Grilla



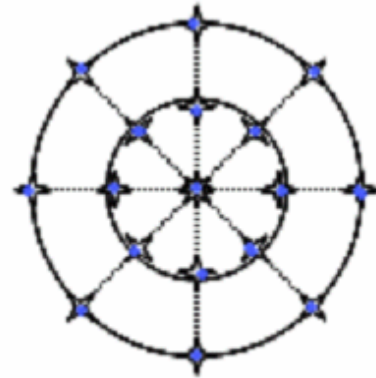
a



b



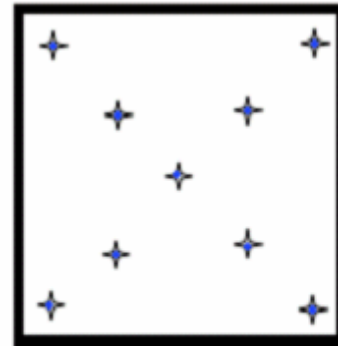
c



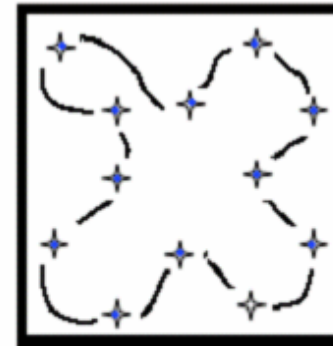
d



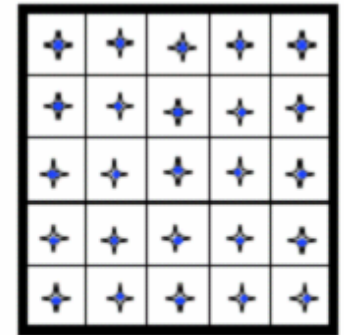
e



f



g



h



Propiedades estructurales

- ☐ Textura
- ☐ Tipo de suelo
- ☐ Densidad del suelo

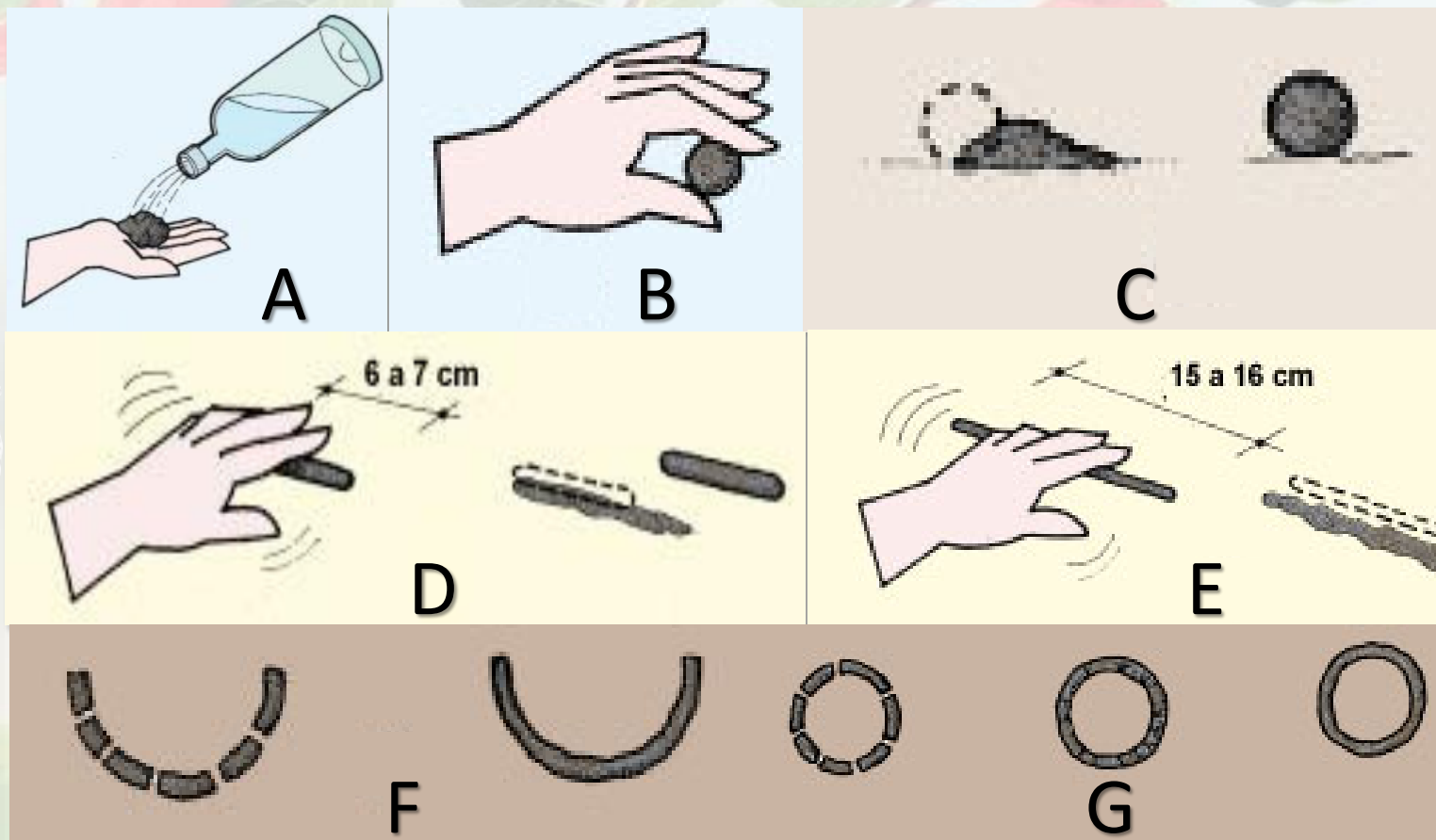


Técnicas para la clasificación del Suelo:

- a) Olor
- b) Color
- c) Prueba de manipulación
- d) Laboratorio

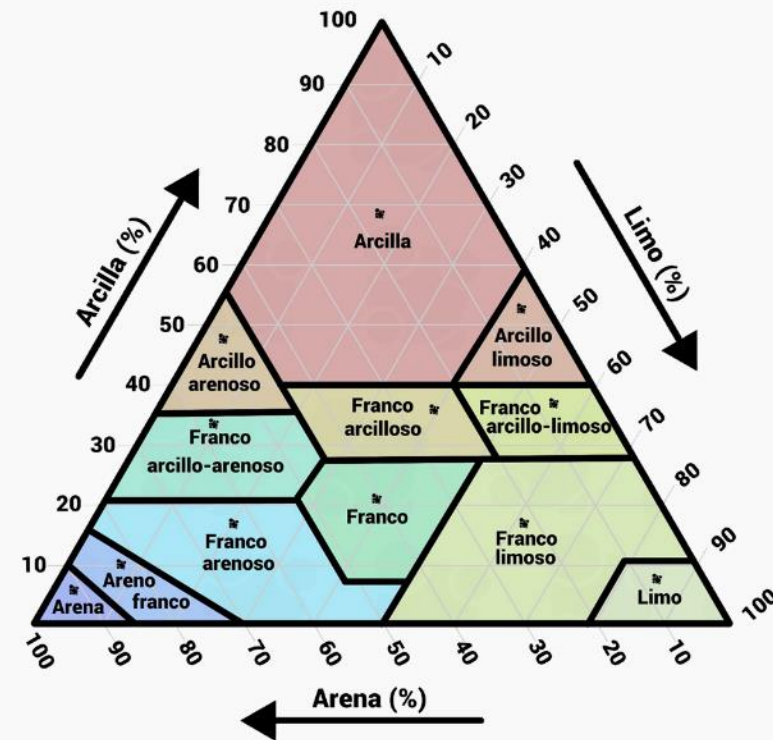


Prueba de manipulación



Clasificación del Suelo:

- a) Arenosos
- b) Limosos
- c) Arcillosos
- d) Francos



Densidad del suelo



II

Fertilidad del suelo

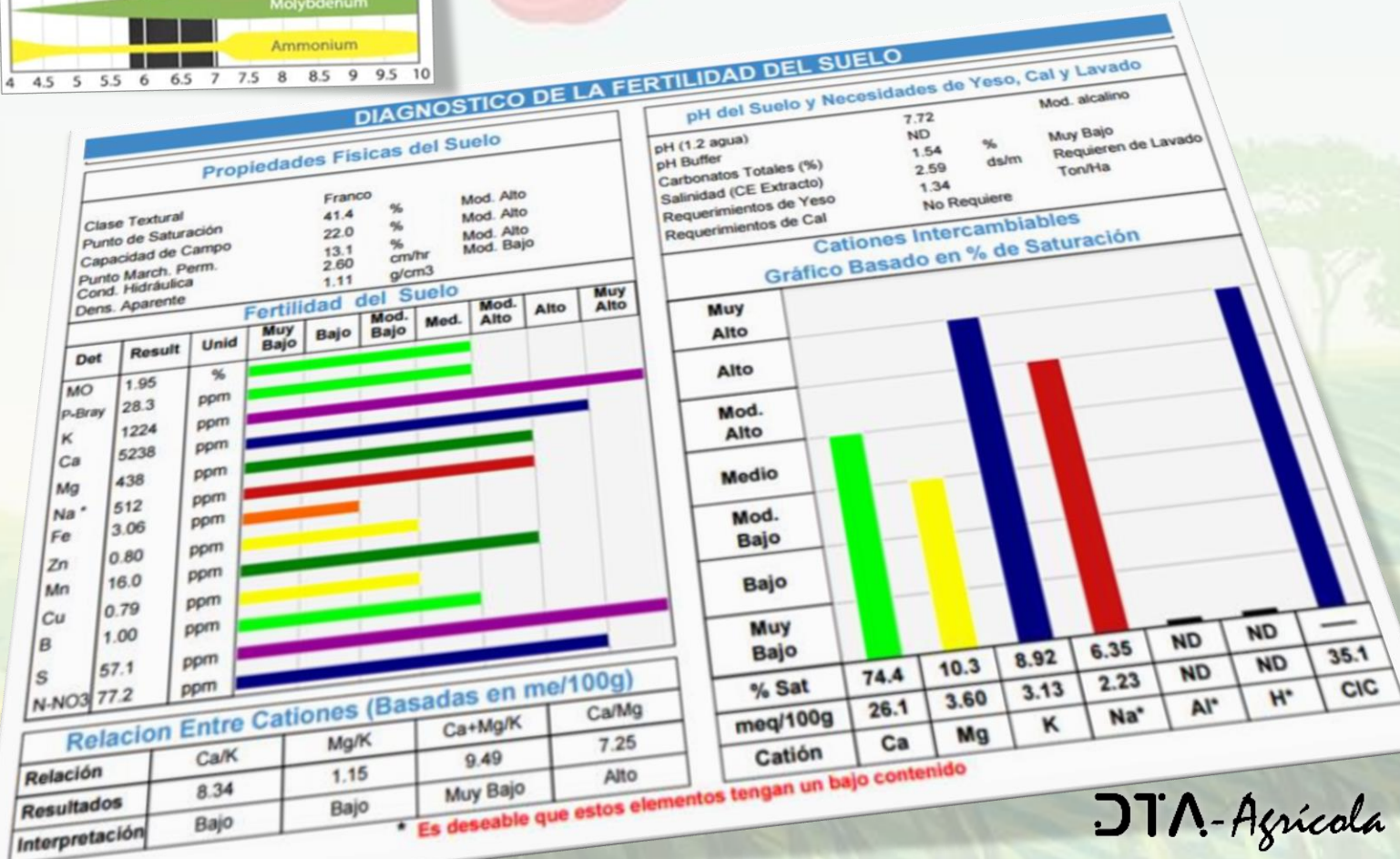
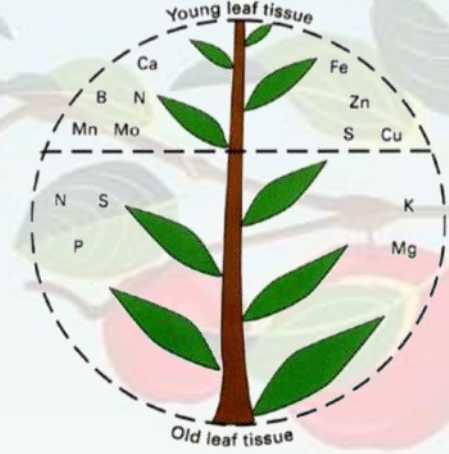
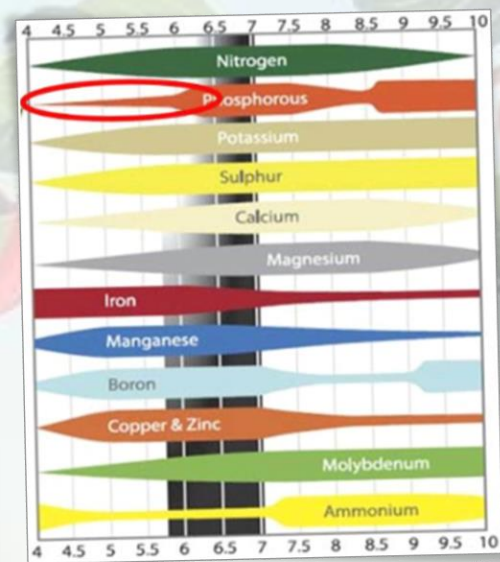
- ☐ Minerales
- ☐ Materia orgánica
- ☐ Microorganismos



II

Fertilidad del suelo

- ☐ Minerales
- ☐ Materia orgánica
- ☐ Microorganismos



III

Salinidad del suelo

- ☐ Conductividad eléctrica
- ☐ Relación de absorción de sodio
- ☐ Sodio, cloruros, calcio, magnesio



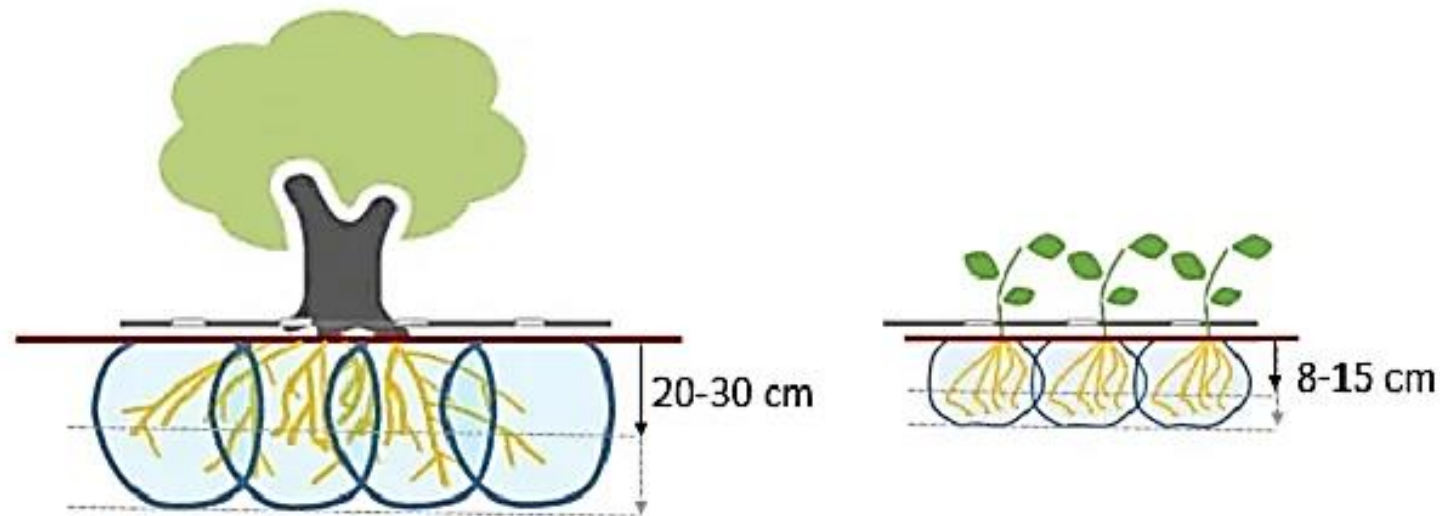
Prácticas de riego adecuadas





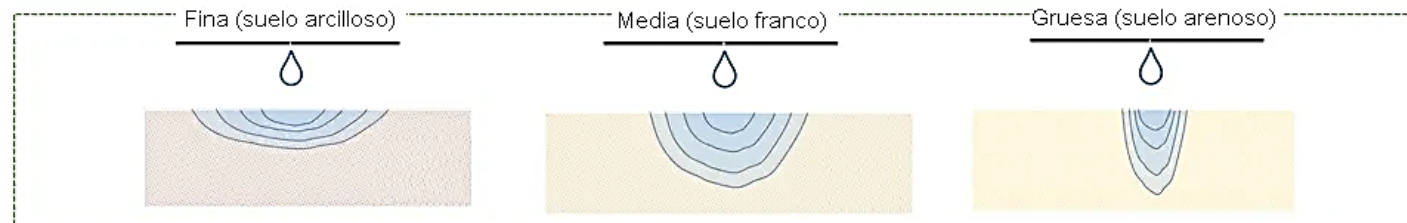
CUADRO COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS DE RIEGO

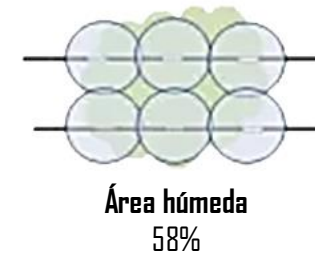
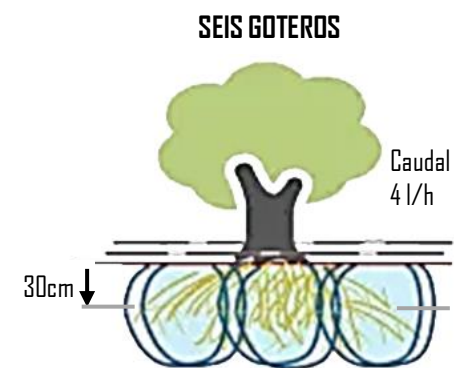
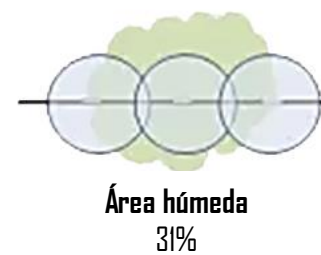
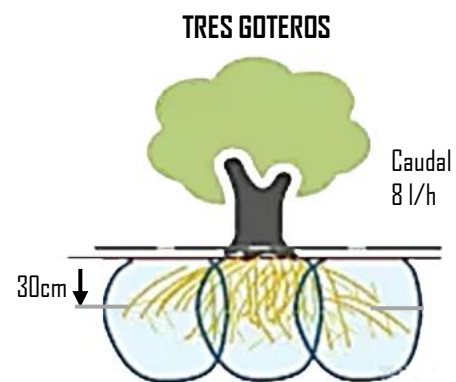
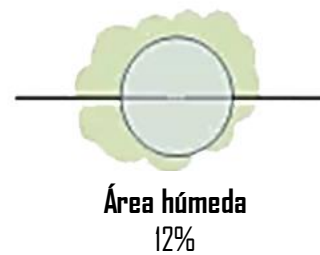
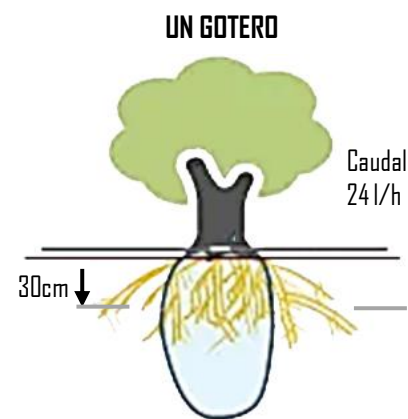
MÉTODO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
SUPERFICIAL INUNDACIÓN / GRAVEDAD	• Elevada uniformidad de riego. • Alta humedad • Bajo coste de operación y mantenimiento. • Eficiencia 60 ~ 70%	• Poco tecnificado. • Mano de obra elevada (operación). • La instalación es mucho más compleja y costosa. • Incrementa la aparición de malezas.
A PRESIÓN ASPERSIÓN	• Puede regar zonas grandes, en menos tiempo y con poco esfuerzo. • Permiten la regulación del riego. • Se adapta a cualquier tiempo de terreno. • Es uniforme. • Eficiencia 80 ~ 85%	• Una parte del agua se pierde por evaporación. • El costo inicial de la instalación será mayor. • Puede aumentar la incidencia de enfermedades. • Los fuertes vientos pueden afectar a la uniformidad. • Ineficiente para algunos cultivos de porte más alto y bastante masa vegetal.
A PRESIÓN GOTEO	• No pérdida de agua por escorrentía (agua que corre por la superficie). • Bajo consumo de energía en el sistema de bombeo. • Disposición exacta del agua en el lugar en el que necesita la planta. • Reducción de plagas y malezas. • Apto para instalarse en cualquier tipo de terreno. • Automatización. • Eficiencia 95 ~ 100%	• Alto costo de instalación. • No se puede labrar el terreno una vez instalado el sistema. • Alto costo de mantenimiento. • Mayor preparación técnica del operador.

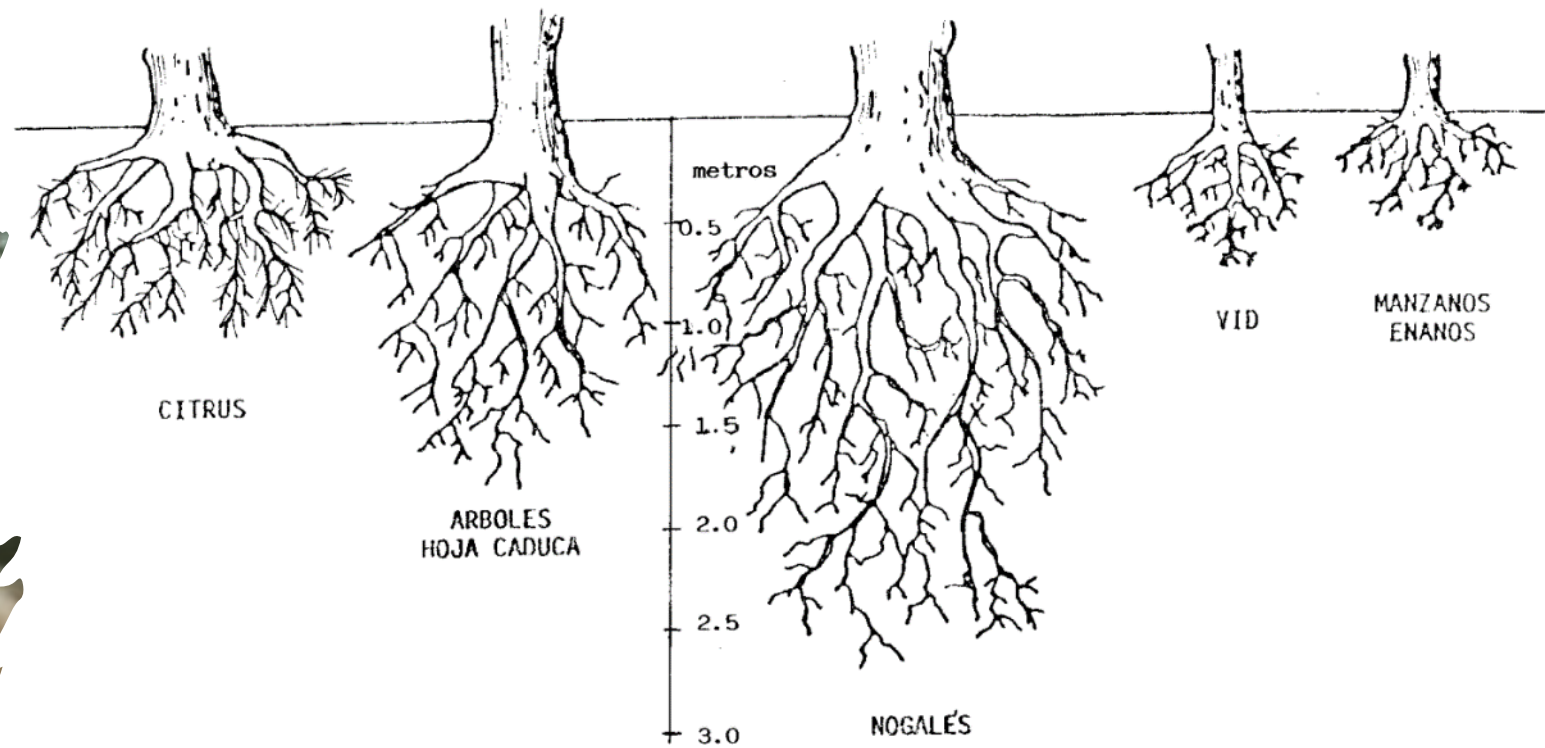


Diamétero del bulbo húmedo a 30 cm de profundidad después de 3 horas de riego por goteo (en metros)

Caudal del gotero →		1 l/h	2 l/h	4 l/h
Textura del suelo	 Fina (suelo arcilloso)	1.20	1.30	1.50
	 Media (suelo franco)	0.80	0.90	1.10
	 Gruesa (suelo arenoso)	0.40	0.50	0.75





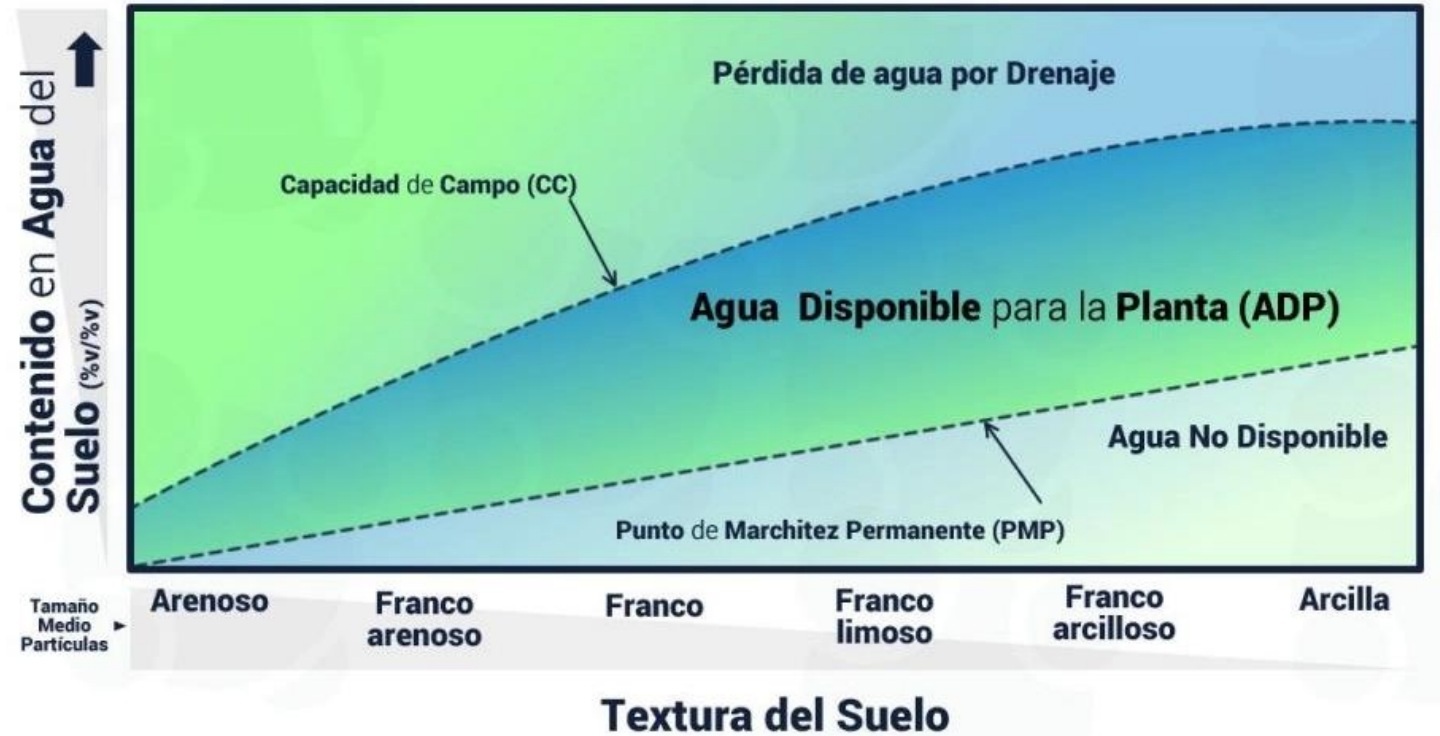




Cultivo	Profundidad efectiva (cm)	Cultivo	Profundidad efectiva (cm)
Cítricos	120 - 150	Otras hortalizas	30 - 60
Olivo	100 - 150	Frijol	50 - 90
Vid	75 - 180	Otras leguminosas	50 - 125
Otros frutales	100 - 200	Maíz	75 - 160
Fresa	20 - 30	Cereales	60 - 150
Cebolla, papa	30 – 75	Alfalfa	90 - 180
Pimiento, tomate	40 - 100	Otros pastos	60 - 100



Relación ADP y CC por tipo de Suelo





YouTube

<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=UjP94eD1oFw>

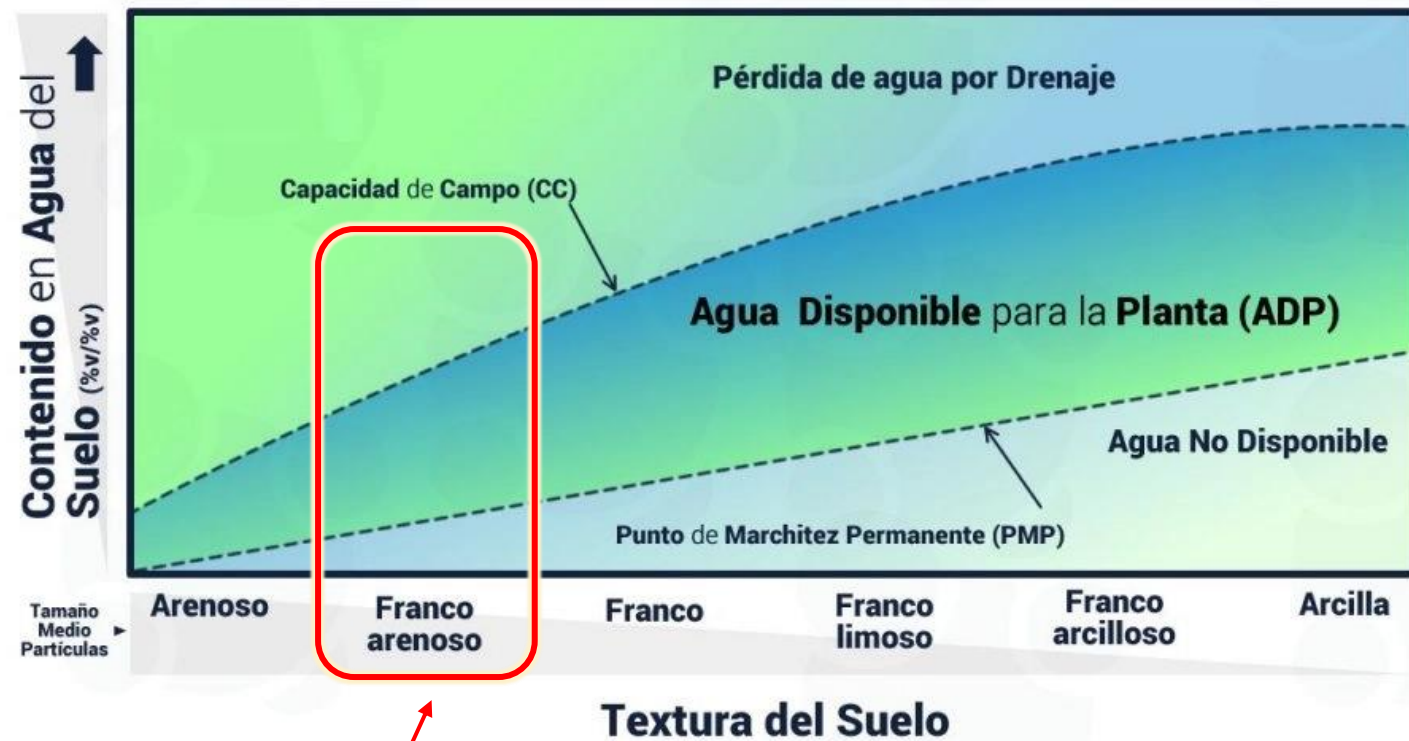
DTA - Agrícola



TEXTURA	CAPACIDAD DE CAMPO	PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE
Arenoso	5 -15	3 -8
Franco arenoso	10 -20	6 -12
Franco	15 -30	8 -17
Franco arcilloso	25 -35	13 -20
Arcilloso	30 -70	17 -40



Relación ADP y CC por tipo de Suelo



Manzano



Necesidades de agua de los distintos cultivos frutales expresadas en mm anuales

Resistentes a la sequía Válidos para secano		Tolerantes a la sequía Se recomienda dar riego de apoyo		Sensibles a la sequía Precisan de riego obligatorio	
150-200	Tapenera	450	Uva de mesa	750	Cerezo, albaricoquero y melocotonero tardíos
200-300	Chumbera	450-650	Jinjolero (azufaifo)	750	Peral y manzano tardíos
300	Olivo para aceite	500	Olivo de verdeo	750	Aguacate
300-350	Pistachero	500-600	Cerezo, albaricoquero y melocotonero	750	Chirimoyo
350	Almendro	500-600	Peral y manzano	800-1300	Zarzamora
350	Vid de vinificación	500-650	Granado	900-1200	Cítricos
350	Cerezo, albaricoquero y melocotonero tempranos	600	Caqui	1000-1200	Frambueso
350	Albaricoquero temprano	600-800	Grosellero	1800	Papaya
350	Melocotonero temprano	650	Membrillero	2000	Kiwi
350	Ciruelo temprano	700	Nogal	2500-3000	Avellano
400-600	Higuera	700	Mango		
450-600	Níspero				
500	Algarrobo				



Agricultura de precisión

Eficiencia del Riego



Tecnología y Agricultura de Precisión

Agricultura inteligente basada en datos para mejorar la sustentabilidad en el manejo de recursos naturales



SENSAR

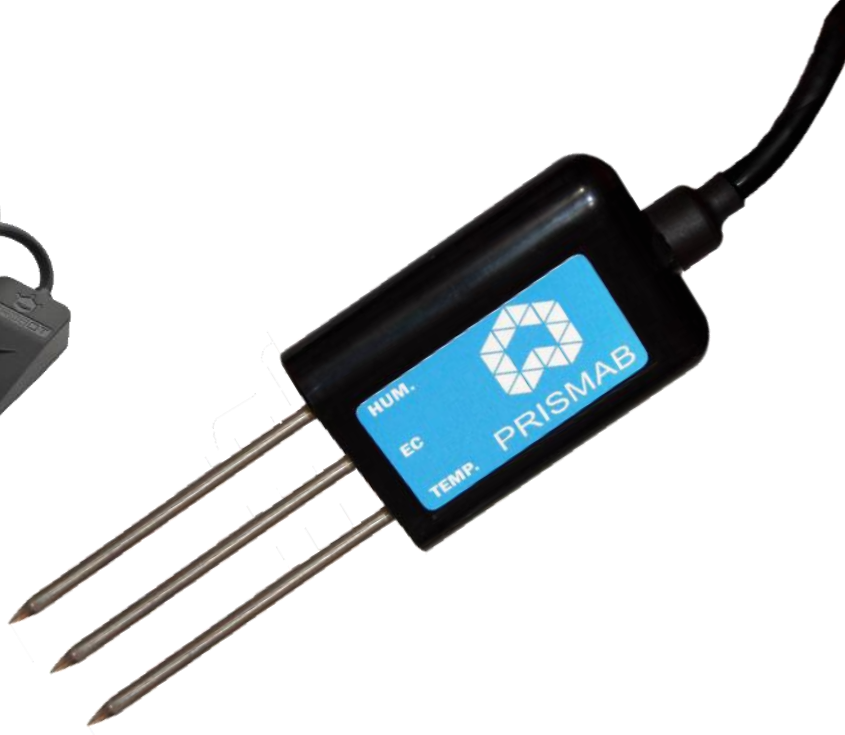
Humedad de suelo
Condiciones ambientales
Desarrollo vegetativo
Nutrientes en el suelo
Salinidad y ph en el suelo
Plagas y hierbas

ANALIZAR

Teoría de Control
Ciencia de Datos
Inteligencia Artificial

ACTUAR

Riego, fertilizantes, pesticidas y herbicidas
Ambientes controlados (invernaderos)
Drones y vehículos autónomos





$$Ln = \frac{w_{cc} - w_{pm}}{100} \cdot Da \cdot Pr$$

$$Fr = \frac{Ln}{ET_C}$$



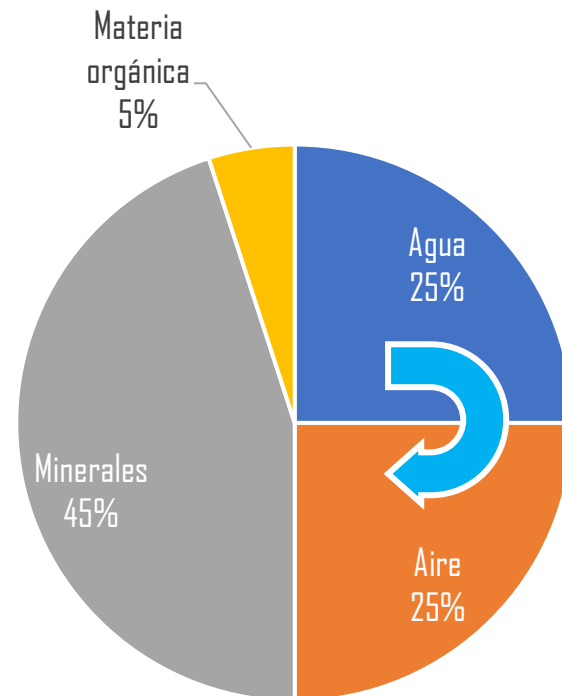
Profundidad efectiva
90% aprovechamiento







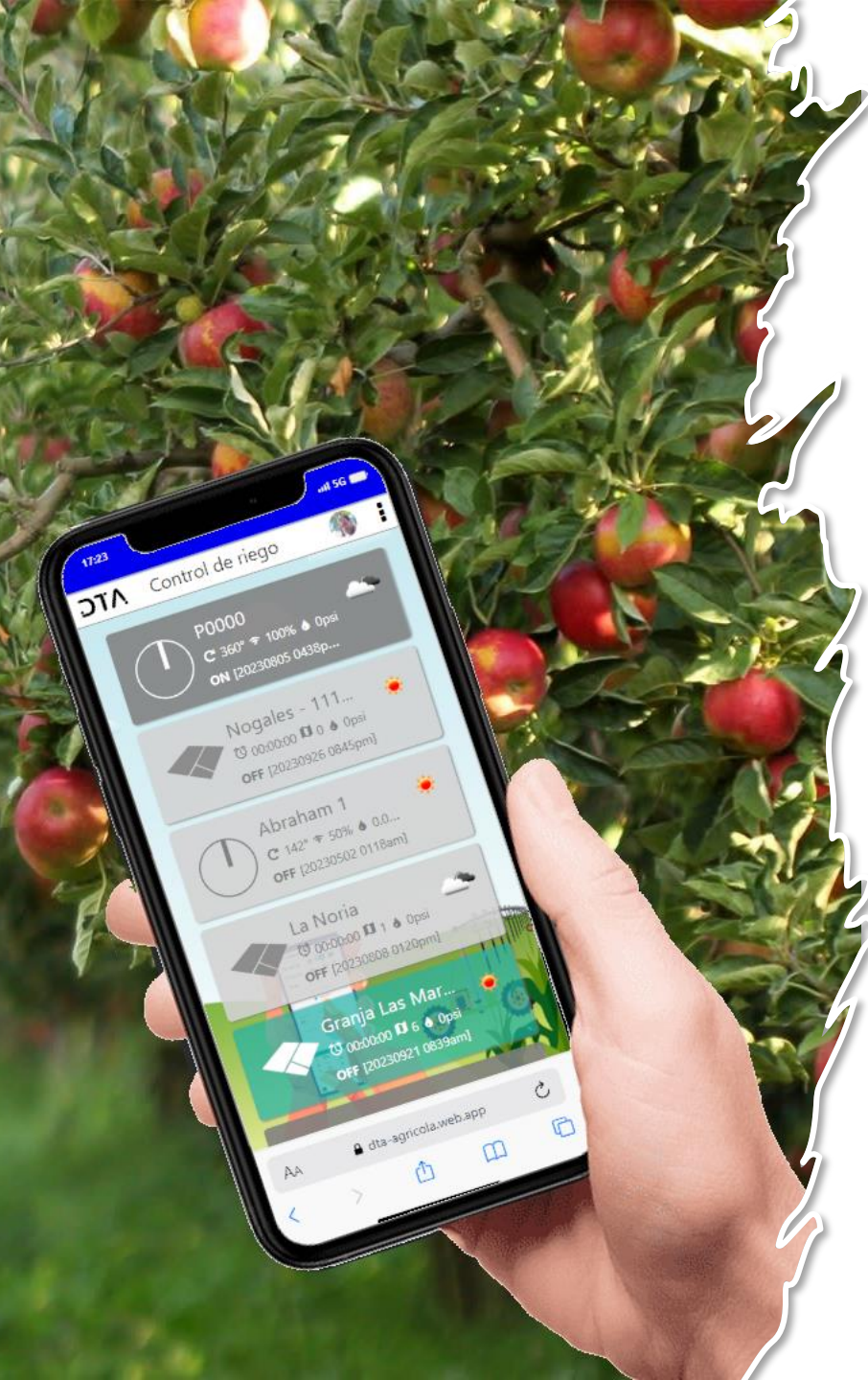
Composición del suelo



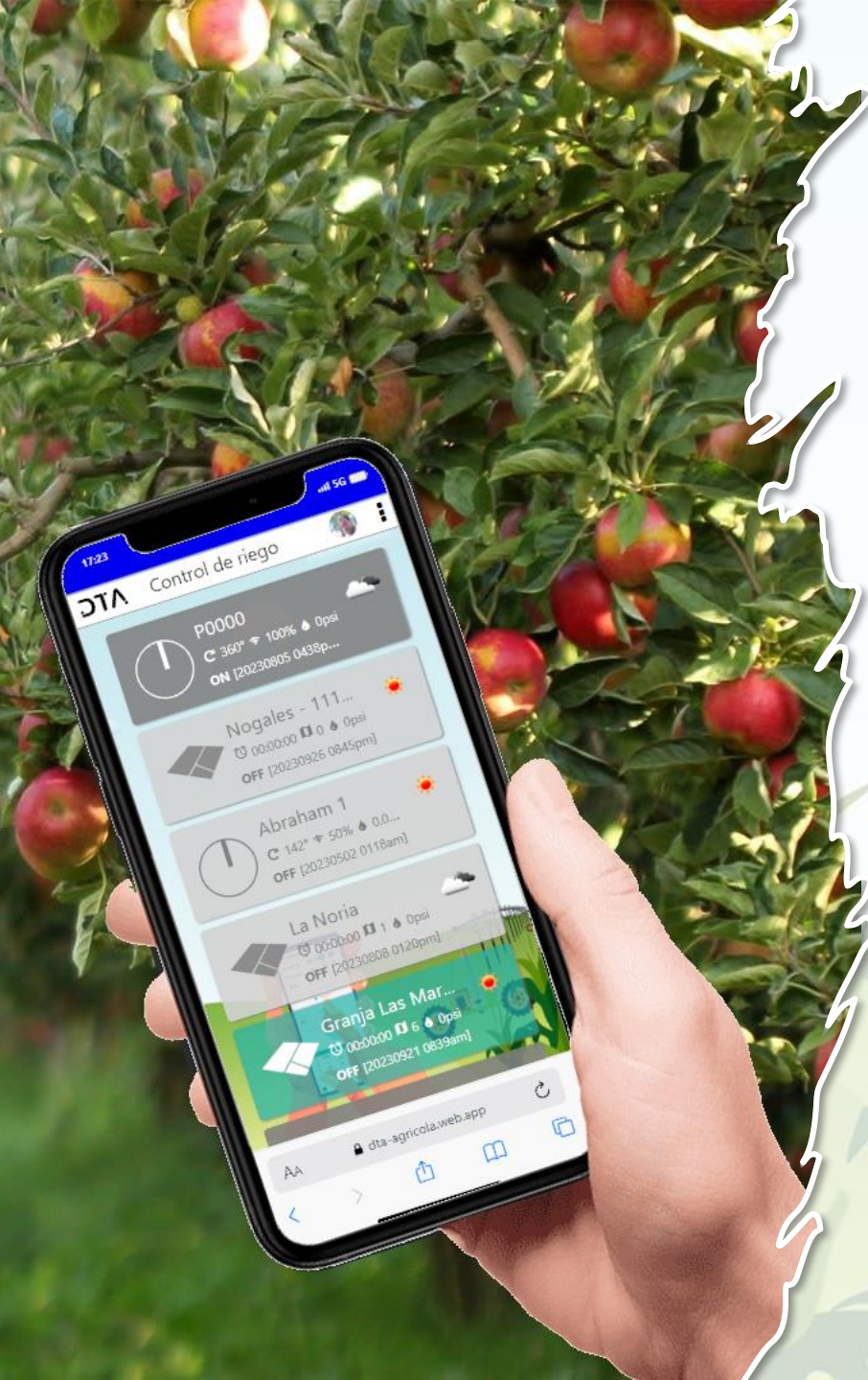
Síntomas de Exceso de Riego:

- Clorosis Férrica
- Puntas de las Hojas Marrones
- Marchitamiento y Hojas Marrones
- Marchitamiento c/suficiente Humedad
- Edema
- Caída de las hojas
- Visita de la Mosca del Mantillo



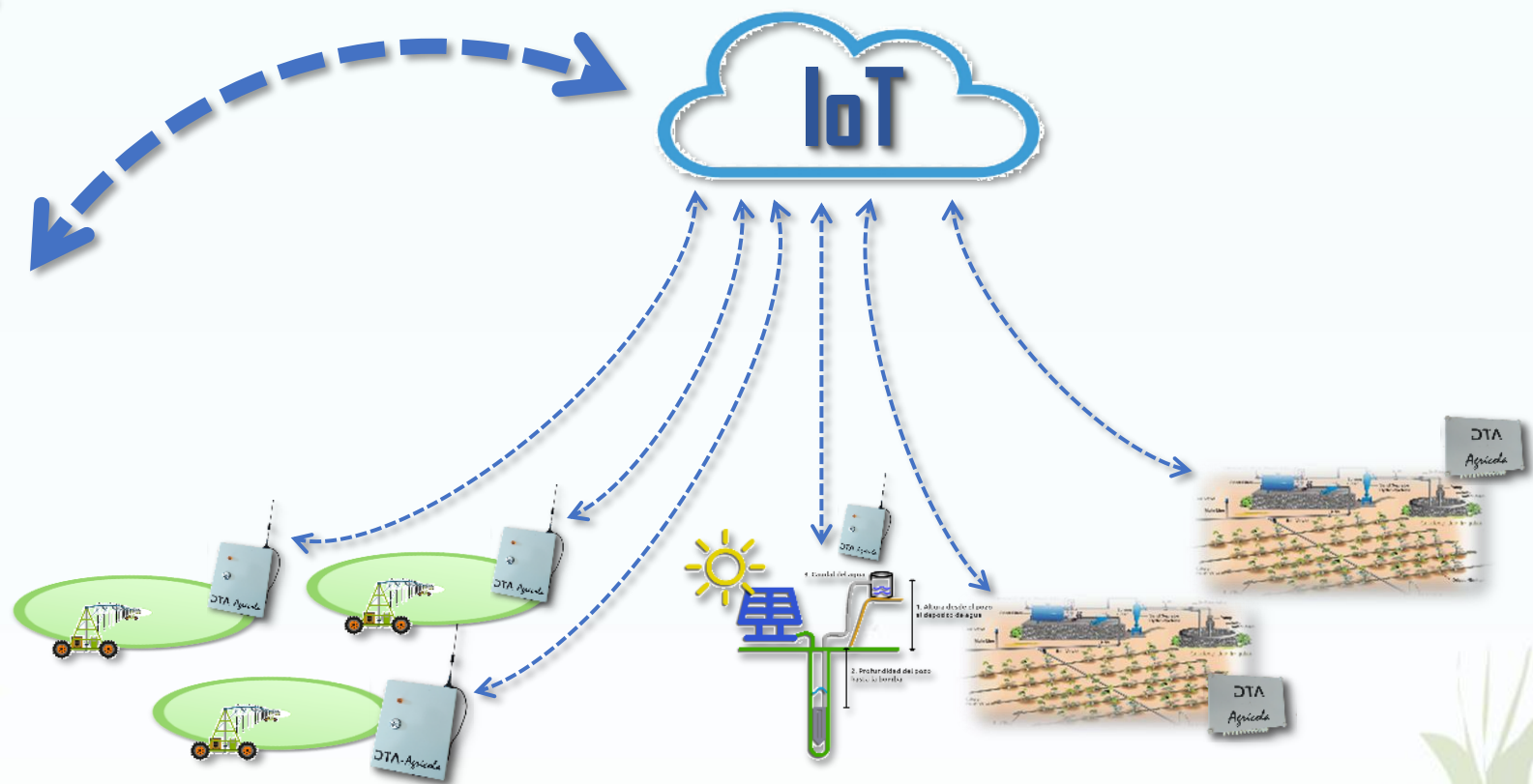
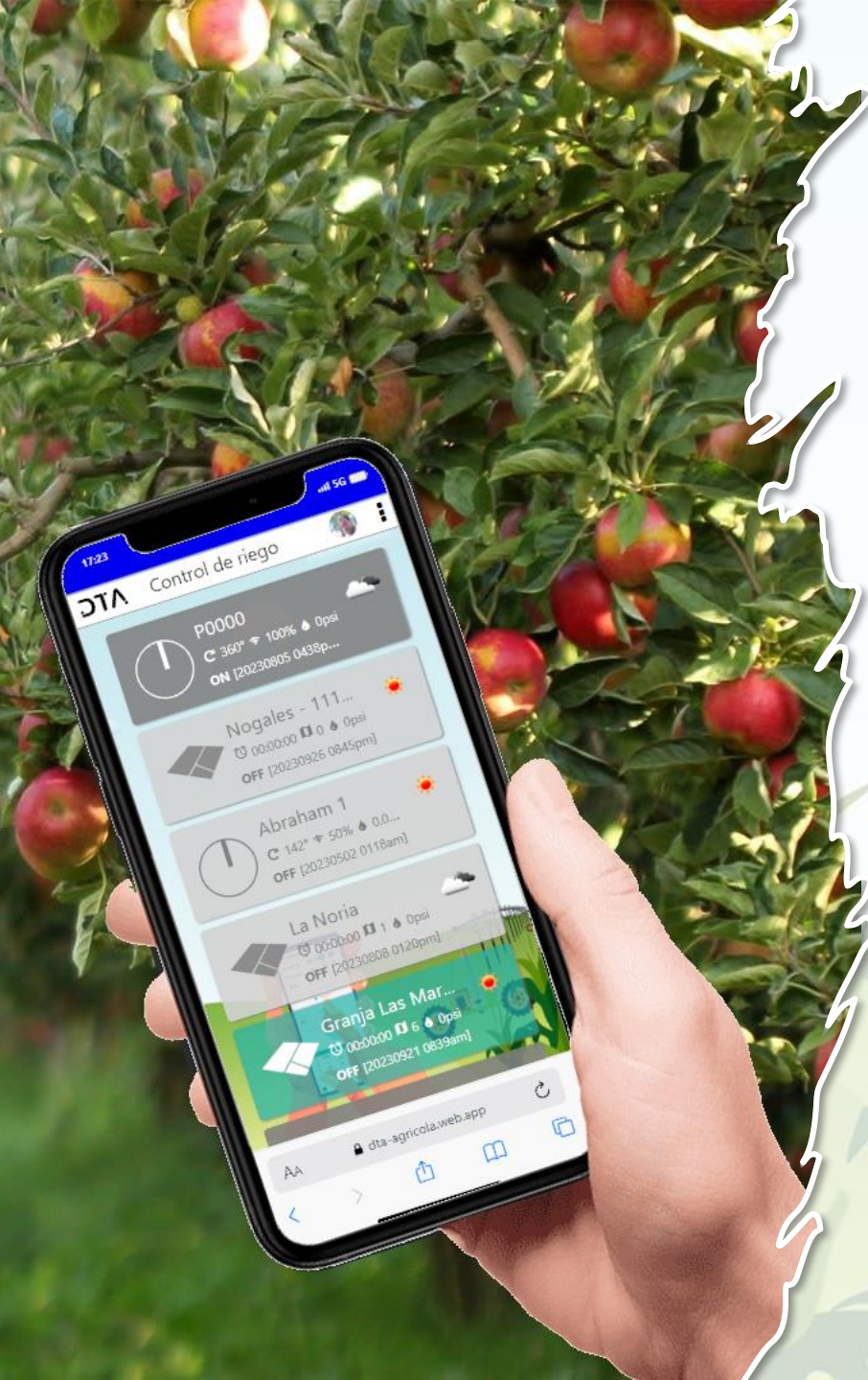


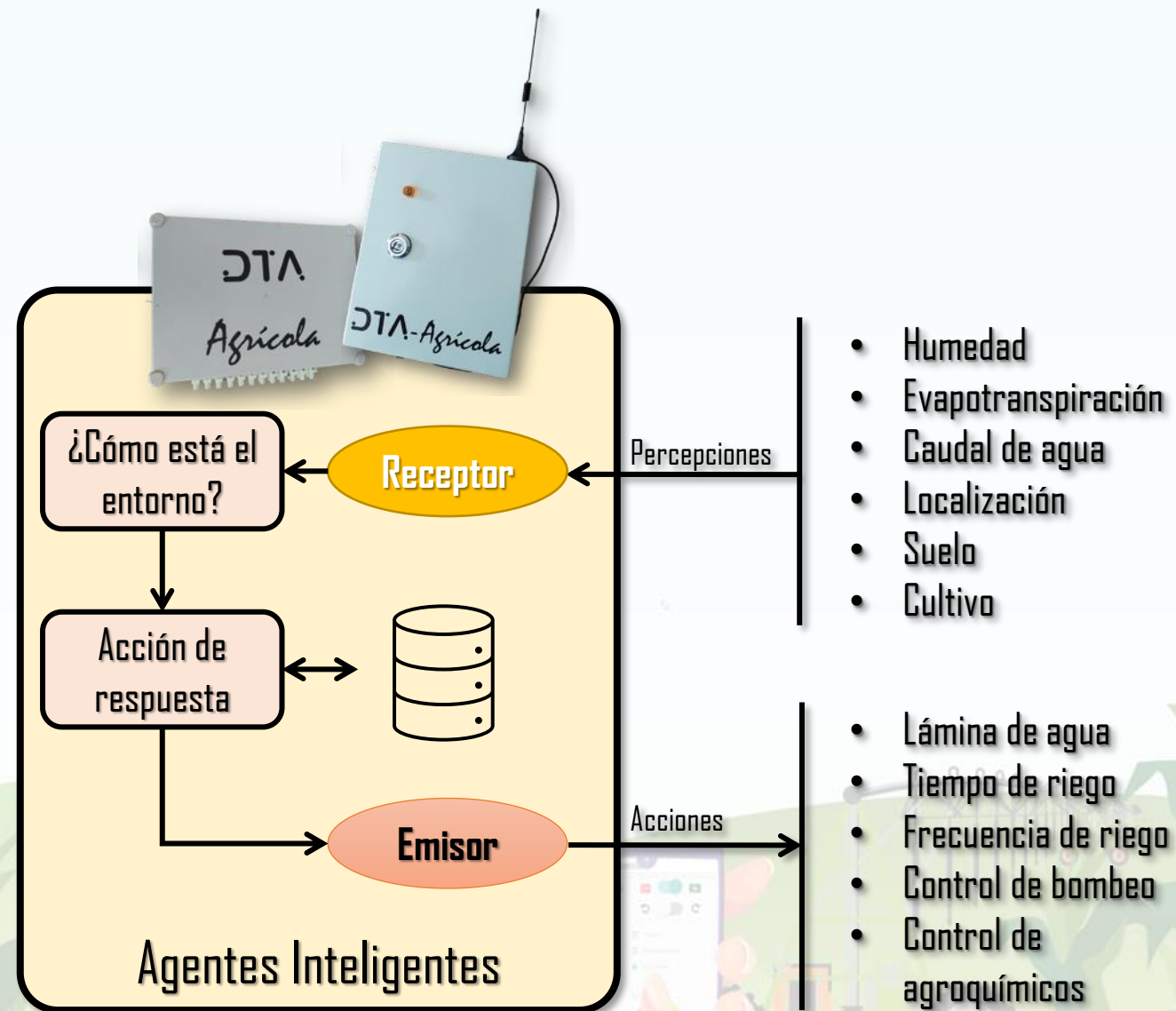
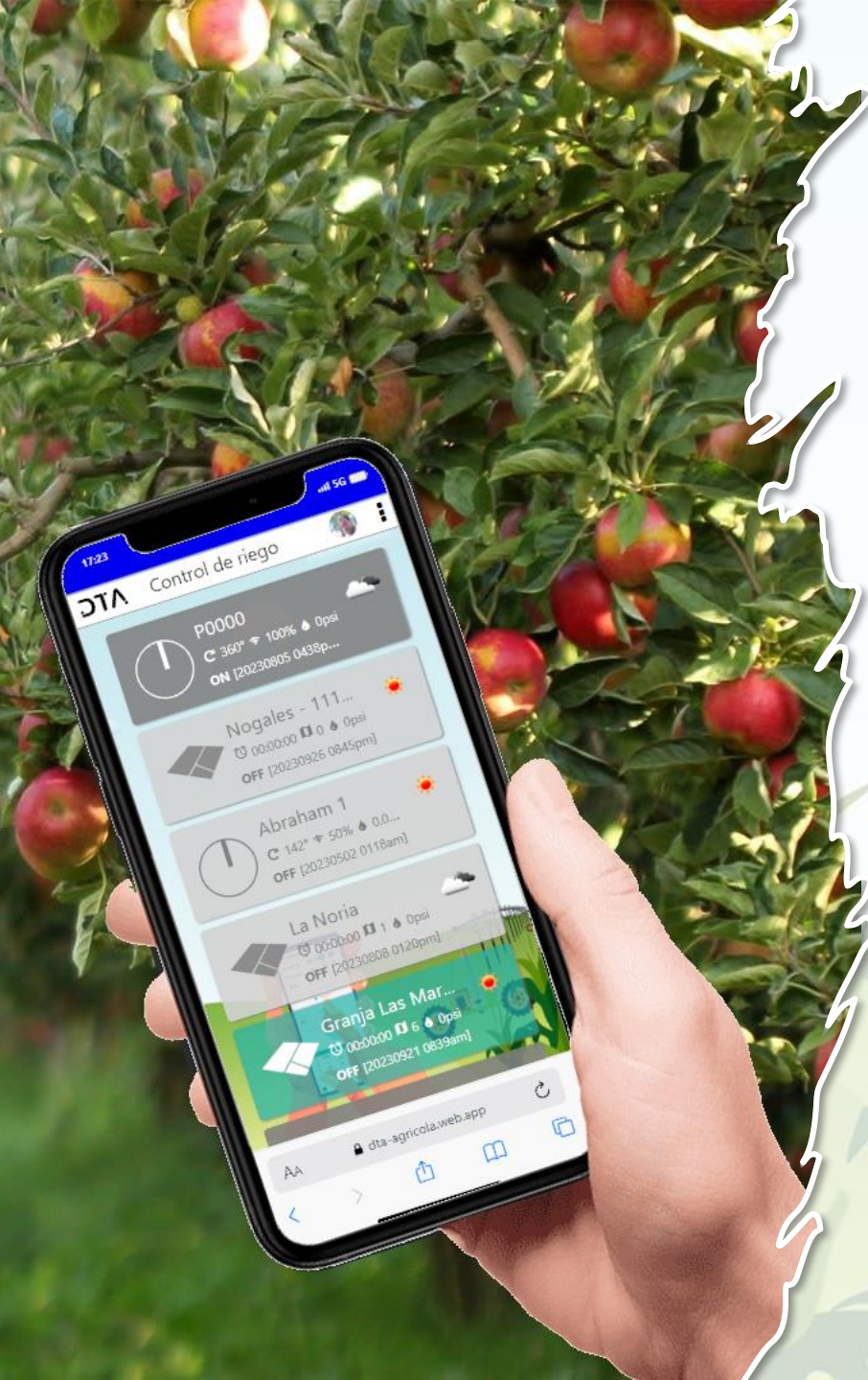


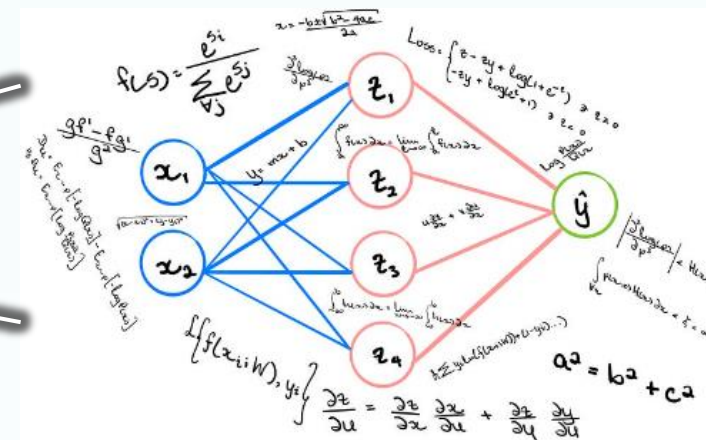
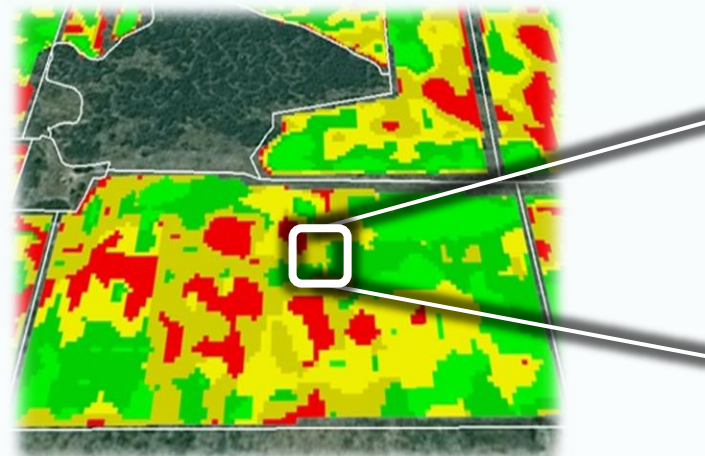
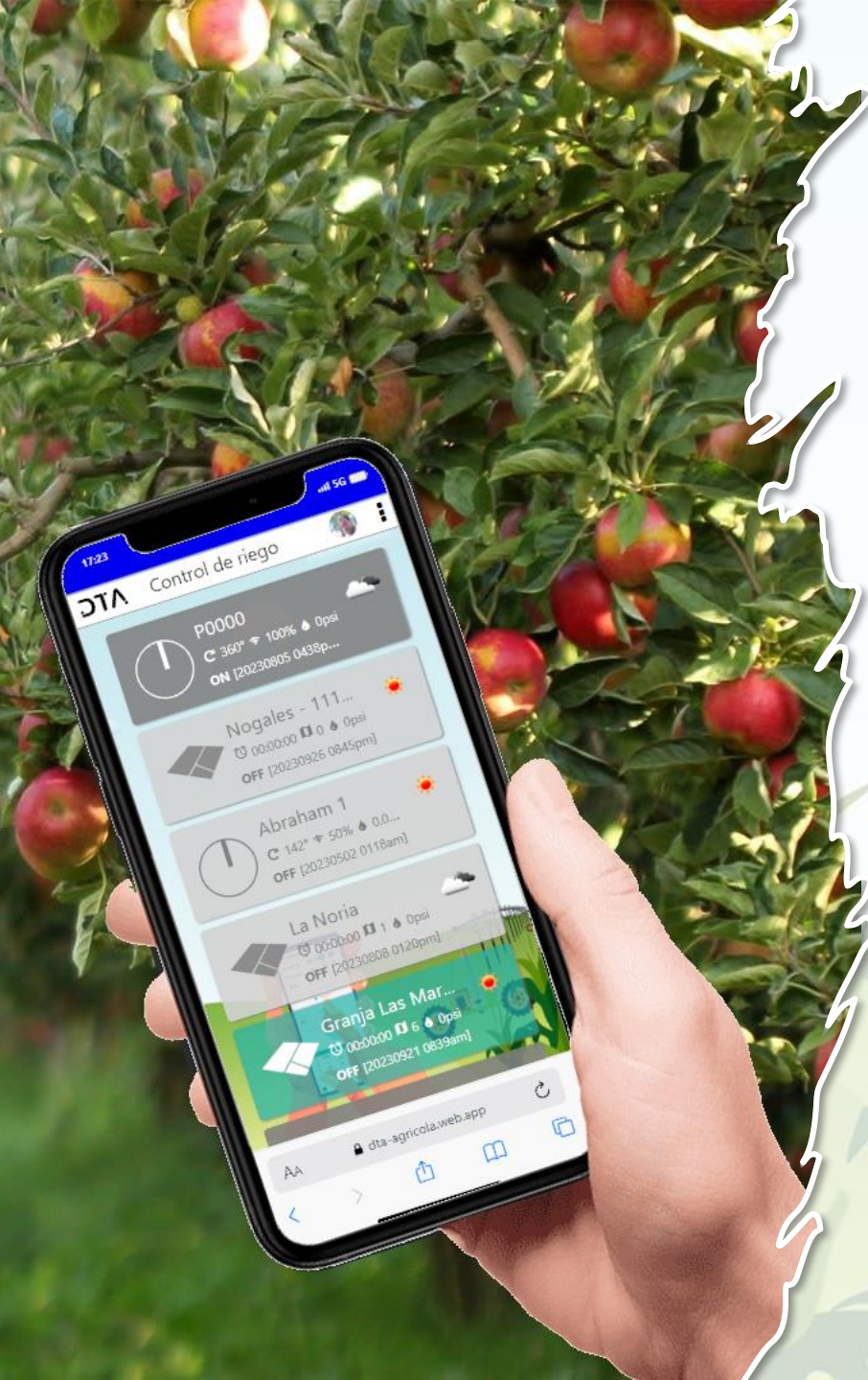


Vegetation Reflectance

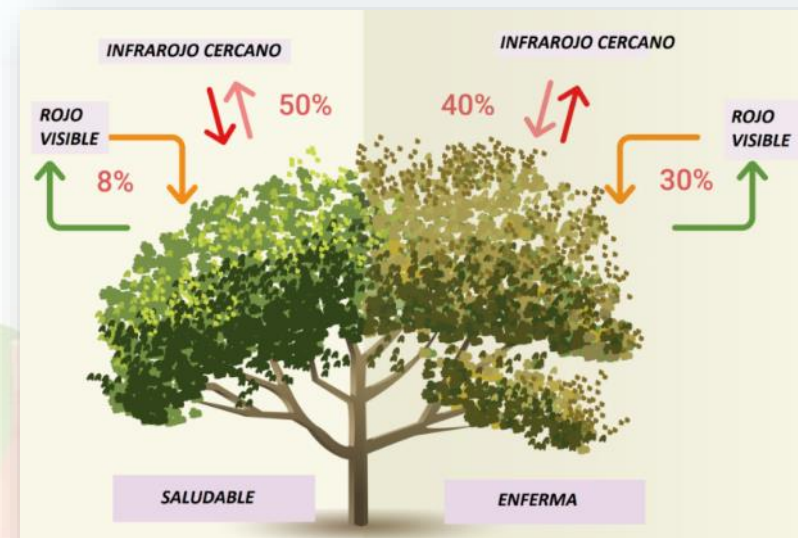


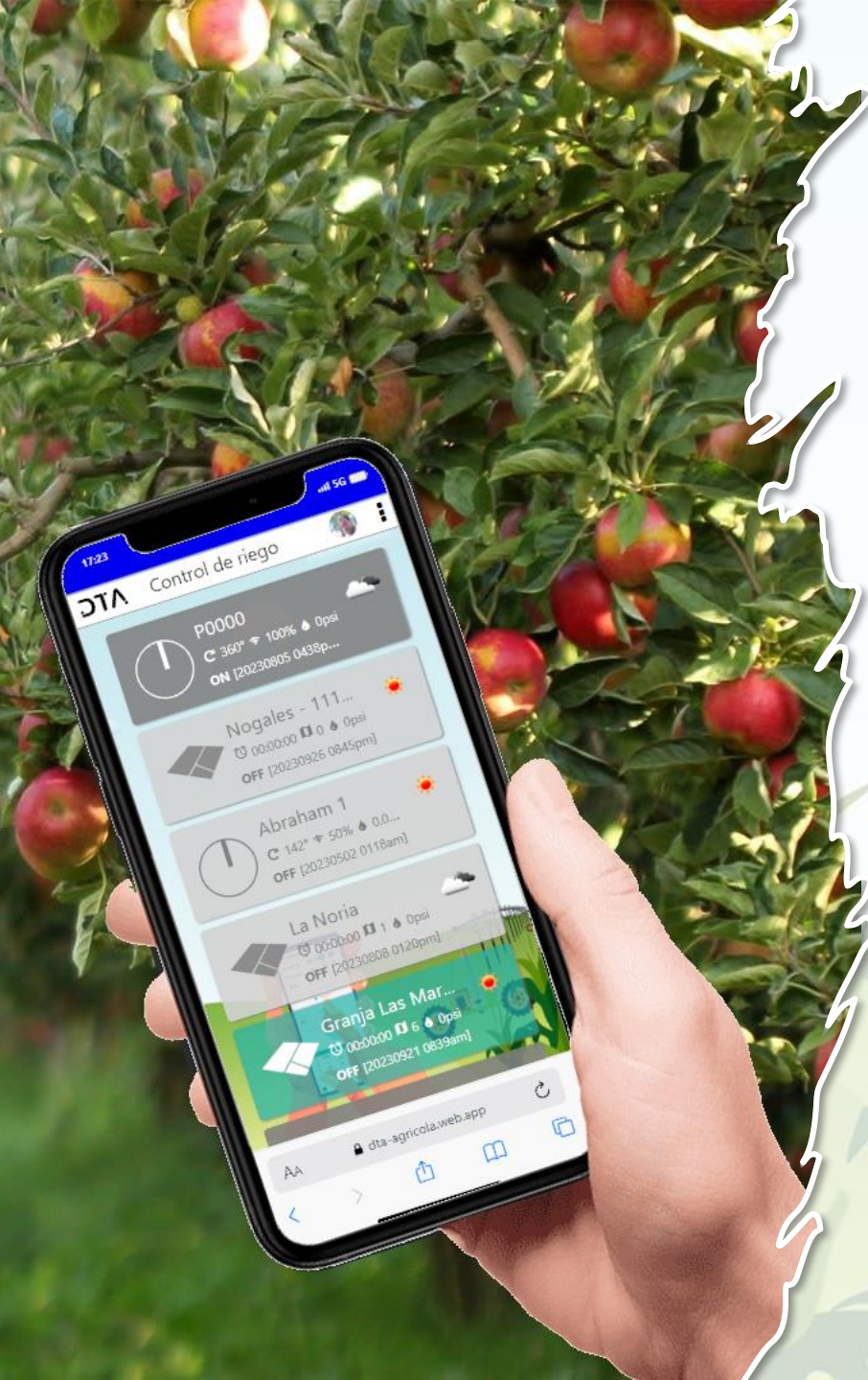






- ## INTELIGENCIA ARTIFICIAL
- ✓ MEMORIA HISTÓRICA DEL CAMPO
 - ✓ ANÁLISIS DE TEXTURA (N, P, K, CE, pH)
 - ✓ COMPOSICIÓN ESTRUCTURAL
 - ✓ SALUD DE LOS CULTIVOS





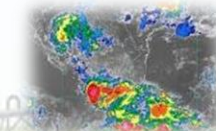
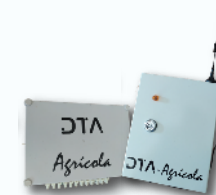
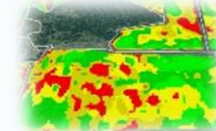
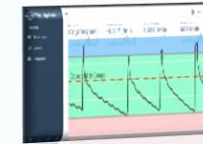
Dónde?

Cuándo?

Cuánto?



DTA-Agrícola



DTA-Agrícola



35%



AHORRO DE AGUA

30%



AHORRO DE FERTILIZANTES



AUTOMATIZACIÓN
AGRÍCOLA



INTELIGENCIA
COLABORATIVA



MONITOREO EN
TIEMPO REAL



57% - 35% = 12%

Agua desperdiciada

DTA-Agrícola

DTA-Agrícola

Tecnologías para un mañana



<https://dtaamerica.com/dta-agricola>



contact@dtaamerica.com



<https://www.facebook.com/dtaagricola>



52 625 152 3176



DTA-Agrícola
Tecnologías para un mañana



<https://dtaamerica.com/dta-agricola>



dta.labs.contact@gmail.com



625 152 3176



5a # 501, Cuauhtémoc, Chihuahua, México 31500