



FERTIRRIEGO de CULTIVOS CON PIVOTE CENTRAL

Iván Vidal P.

Universidad de Concepción, Chile
ividal@udec.cl



ORDEN DE PRIORIDAD FACTORES DE PRODUCCION





¿PORQUE FERTIRRIGAR?



Dinámica de la absorción de Nutrientes

Los nutrientes, al igual que el riego, deben ser dosificados de acuerdo a sus requerimientos y dinámica de consumo



Pivote Central



Importancia creciente de la Fertirrigación



- Difusión de los sistemas de riego presurizado. Más de 80.000 ha bajo pivote (Chile)
- Introducción de fertilizantes solubles en el mercado
- Costo creciente de la mano de obra
- Necesidad de aumentar eficiencia de los fertilizantes y reducir impacto ambiental



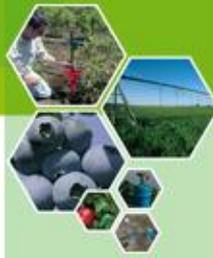
Beneficios



- Nutrientes aplicados directamente a zona radicular activa
- Distribución uniforme de nutrientes
- Nutrientes disueltos...listos para ser absorbidos por la planta
- Nutrición continua...sin periodos de déficit



Fertirrigación: Desventajas



- Costo inicial infraestructura: inyector, estanques, agitador
- Necesidad de personal capacitado. Mal manejo de la fertirrigación puede provocar daños en el cultivo, acidificación suelo, salinización, lavado de nutrientes.

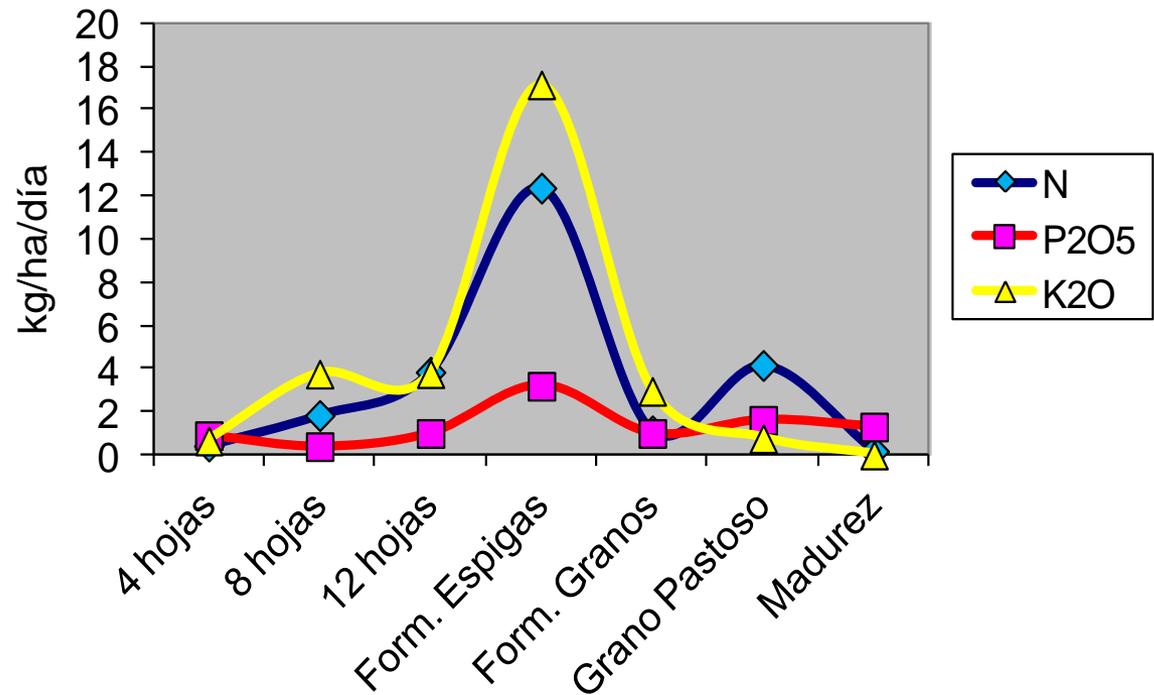


La extracción anual ...no es absorbida de una sola vez

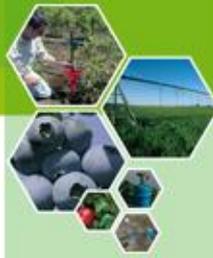


Consumo diario de nutrientes durante las etapas de desarrollo del Maíz

Elemento	Extracción Anual Maíz (kg/ha)
N	360
P ₂ O ₅	124
K ₂ O	252



Dinámica de Absorción de nutrientes



En fertirrigación se debe sincronizar la tasa de absorción con el aporte de nutrientes

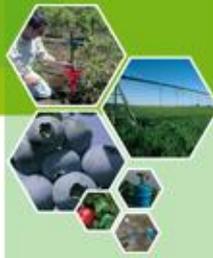
- *Dosis precisa*
- *Composición precisa*
- *Epoca de Aplicación precisa*



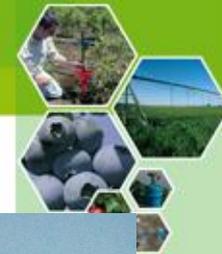
DEFICIENCIA DE MANGANESO EN TRIGO

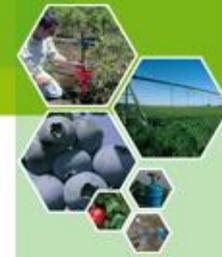


A los 10 días comienzan a desaparecer los síntomas con la aplicación de 20 kg/ha de sulfato de Mn por fertirrigación con pivote.



A los 20 días: Desaparición completa de los síntomas.





Secuencia corrección deficiencia de Mn



DIA 1



DIA 10

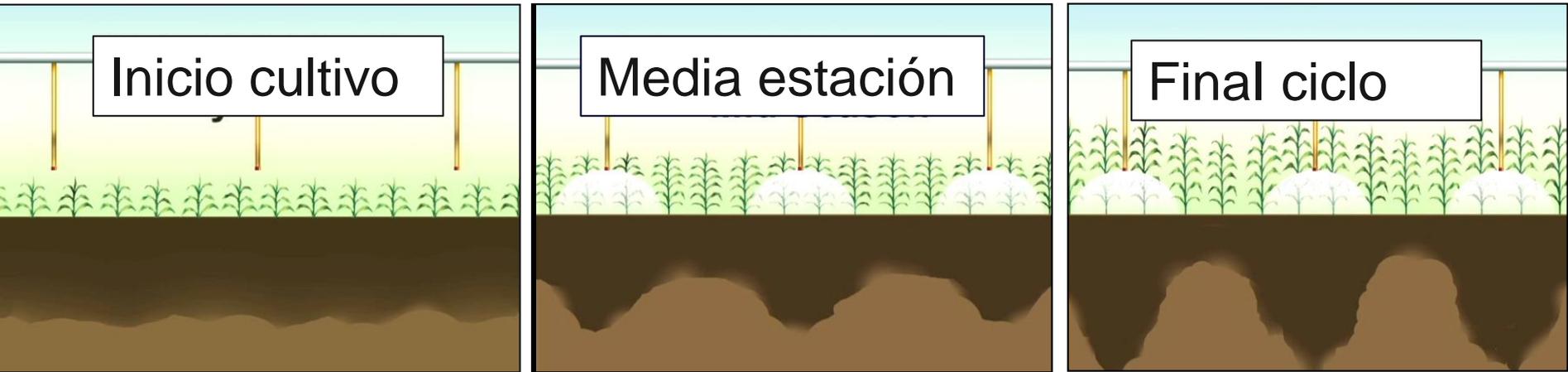


DIA 20

Errores en fertirrigación con pivote



Aspersores Dentro de la Canopia



Intercepción agua maíz

(Irrifer, 2014)

Pivote	Nº Hojas Maíz	Lámina aplicada (mm)	Agua interceptada (mm)	Agua que llega al suelo (mm)	Intercepción por cultivo
Pivote Predio 1	10	25	1.5	23.5	6 %
Pivote Predio 2	12	30	3.8	26.2	13 %
Pivote predio 3	14	36	12.5	23.5	35 %



Daño a las plantas
por aplicación
excesiva de urea

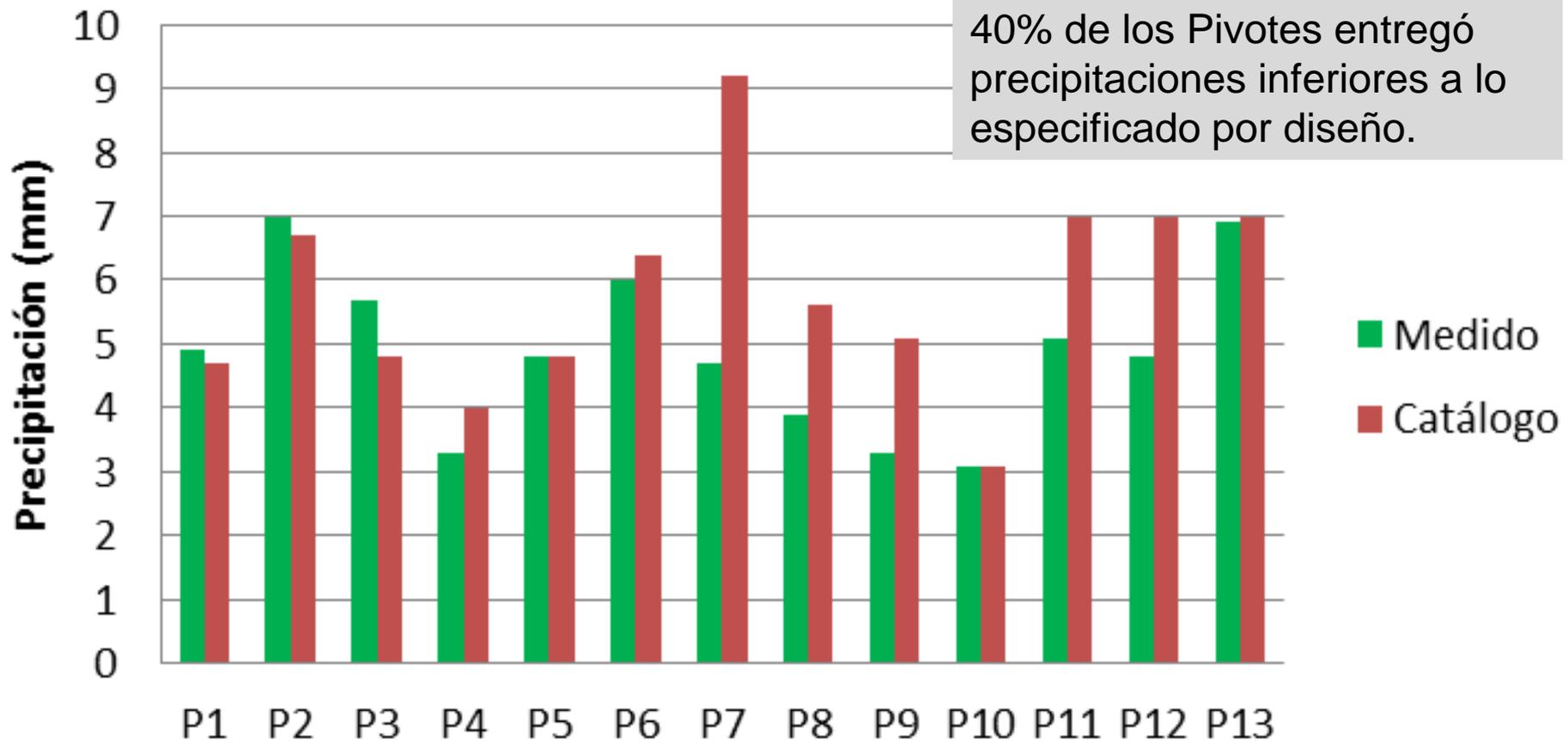


Importante chequear si se cumplen especificaciones de diseño



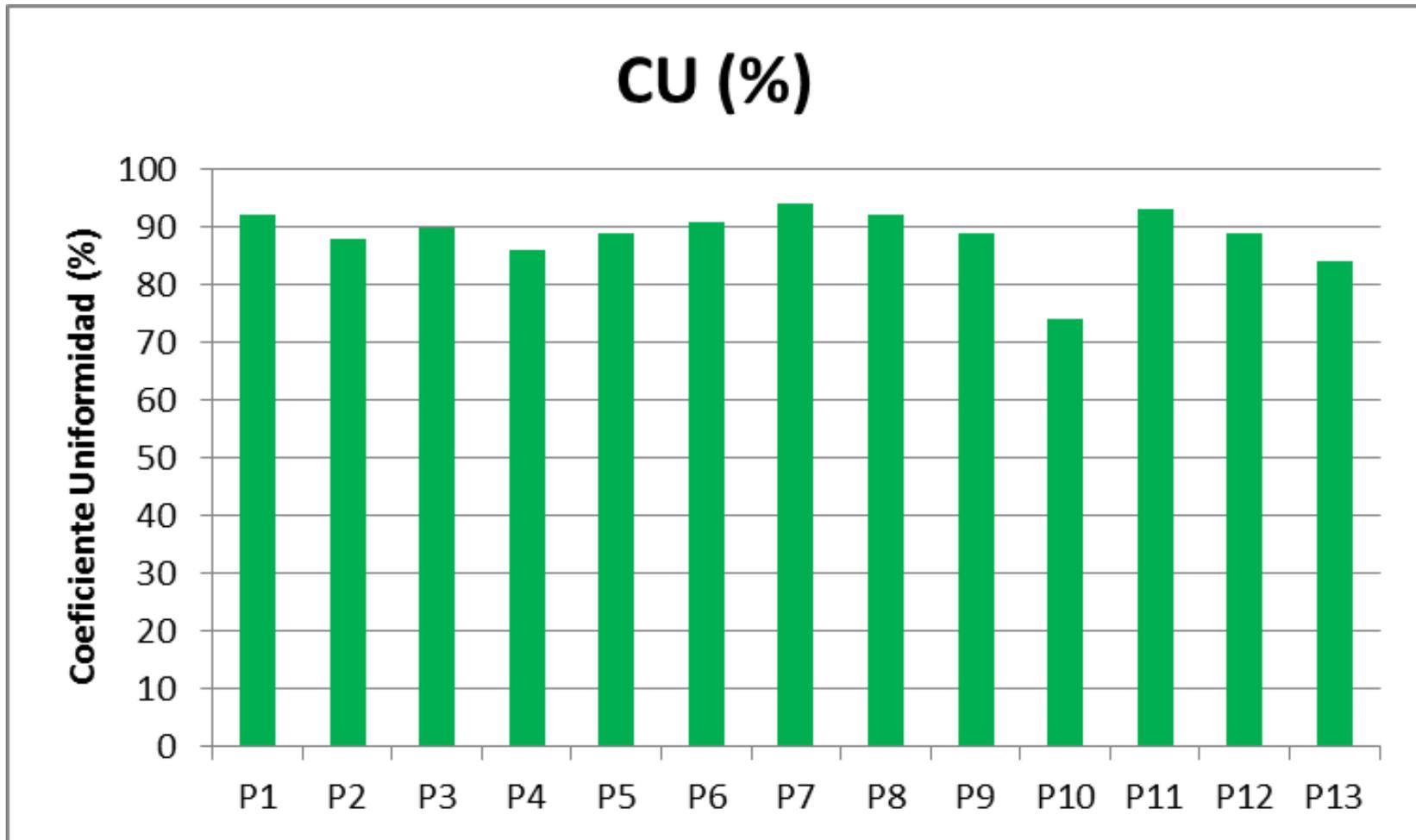


Precipitación al 100% avance de algunos pivotes en la región

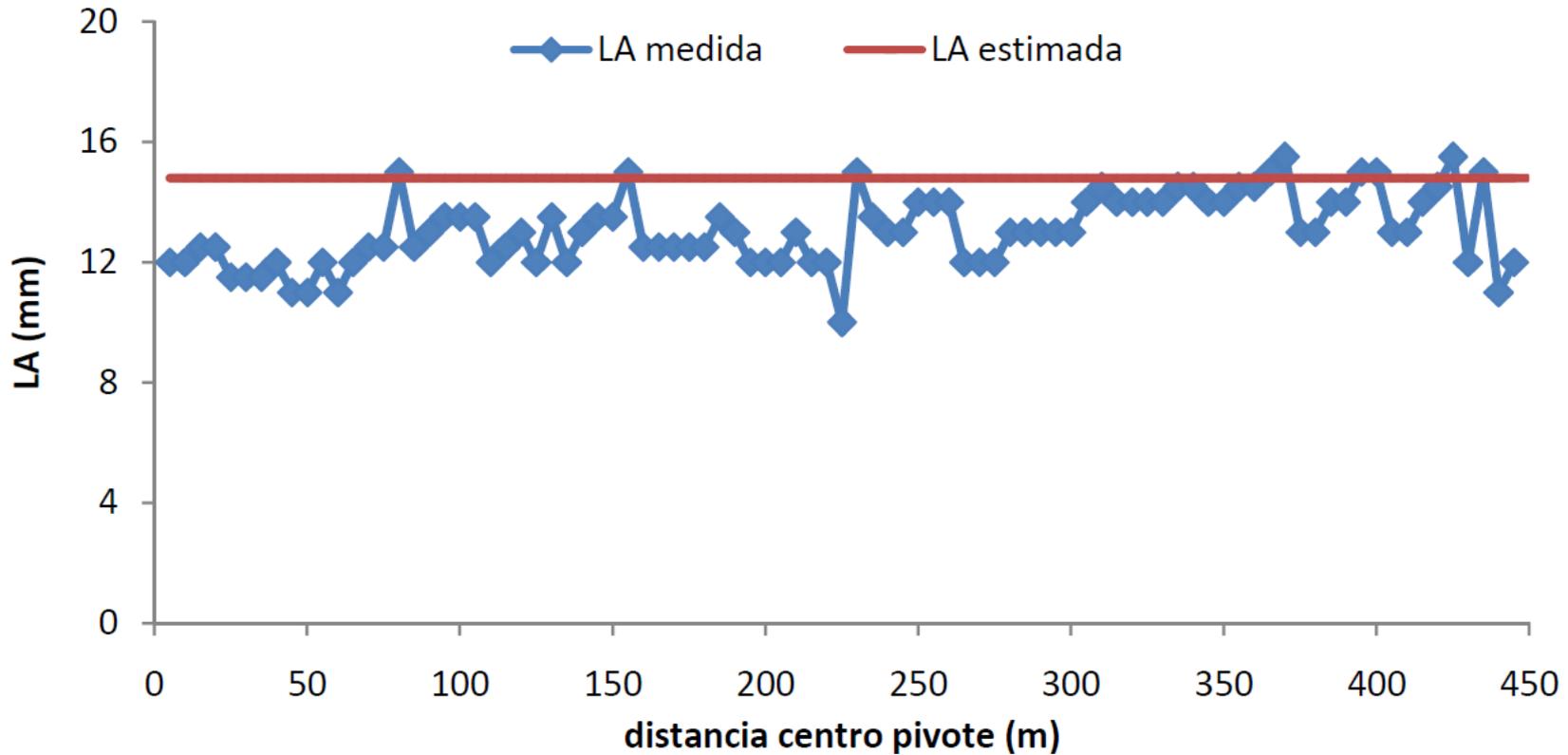


Coeficiente de Uniformidad

(Irrifer, 2018)

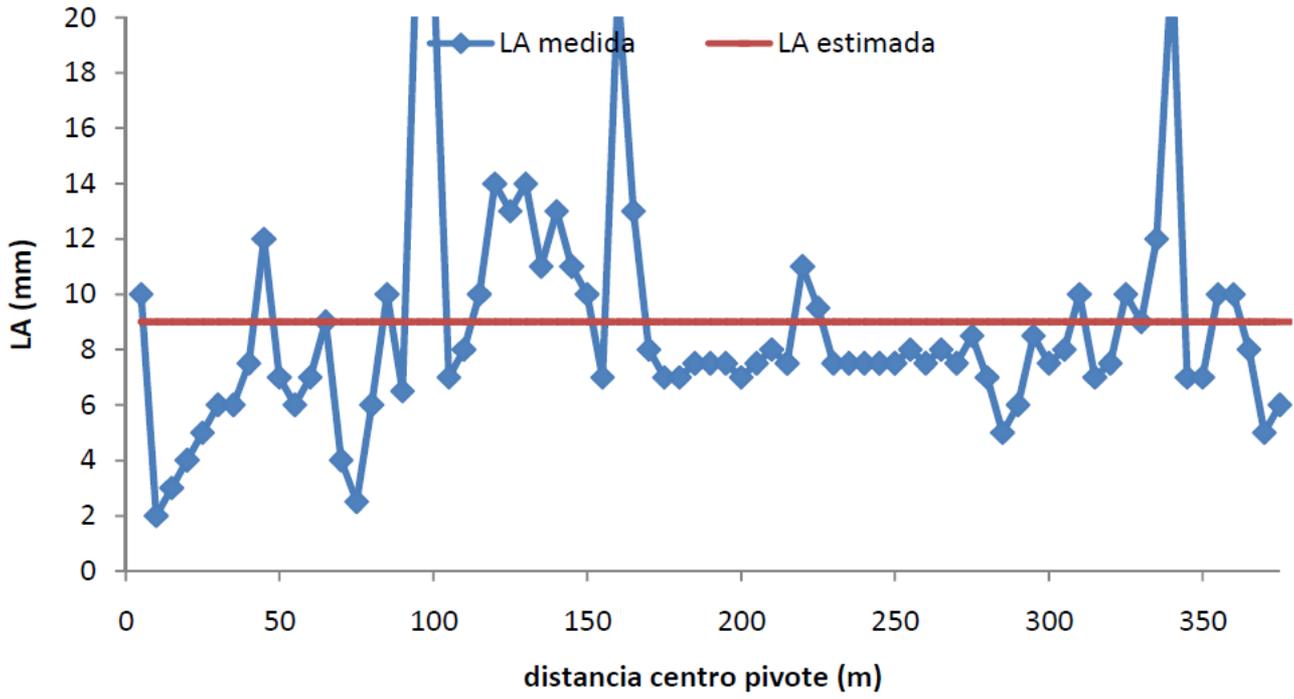


Caso 1: CU= 94%; se cumple lámina aplicada

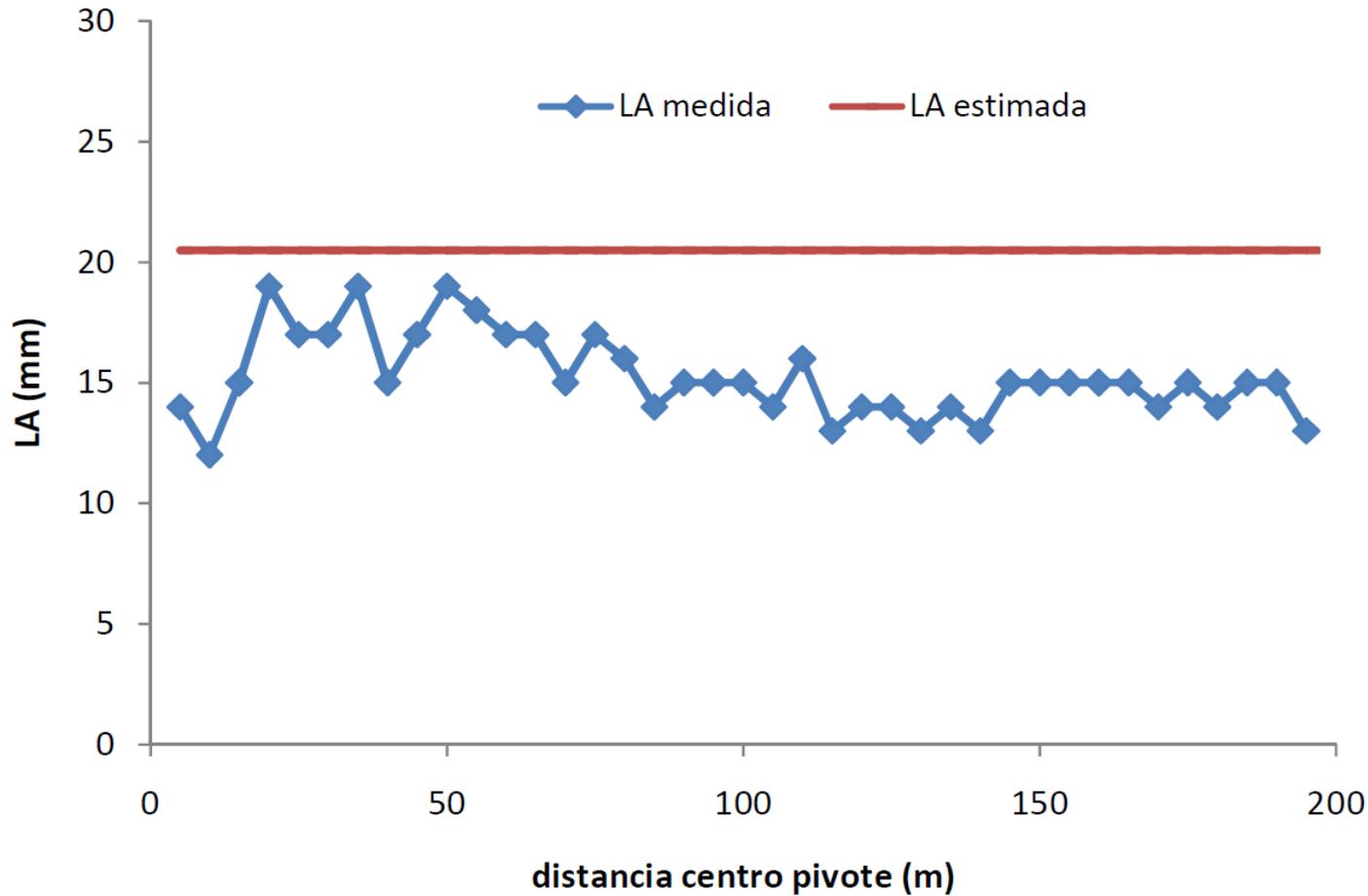




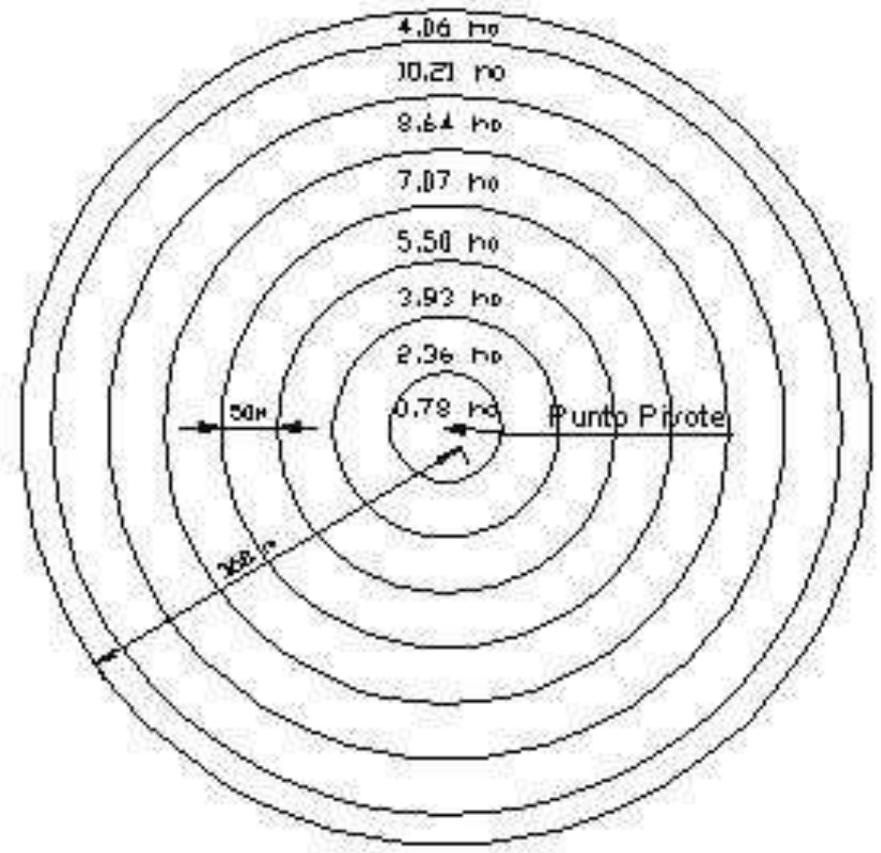
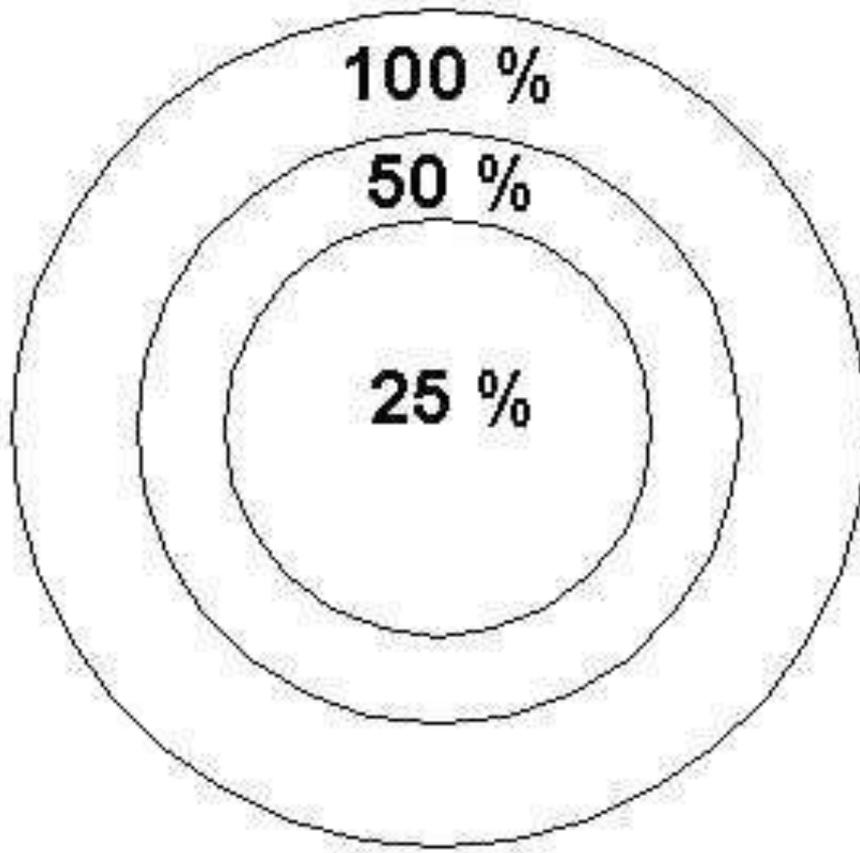
Caso 2: CU 74 %; se cumple lámina aplicada



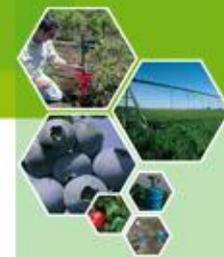
Caso 3: CU 92%; no se cumple lámina aplicada



% Area Cubierta



Ej. Análisis físico de suelos

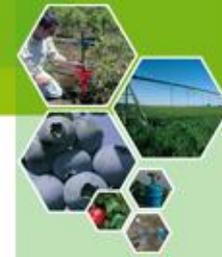


Determinación	Pivote 3
ARENA (%)	33,0
ARCILLA (%)	32,1
LIMO (%)	35,0
TEXTURA	Franco Arcilloso
CAPACIDAD DE CAMPO (% vol)	34,7
PUNTO MARCHITEZ PERMANENTE (% vol)	20,2
HUMEDAD APROVECHABLE (% vol)	14,5
POROSIDAD TOTAL (% vol)	49,6
MACROPOROSIDAD (% vol)	14,9
VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN (mm hr ⁻¹)	8,44
DENSIDAD APARENTE (gr cc ⁻¹)	1,33

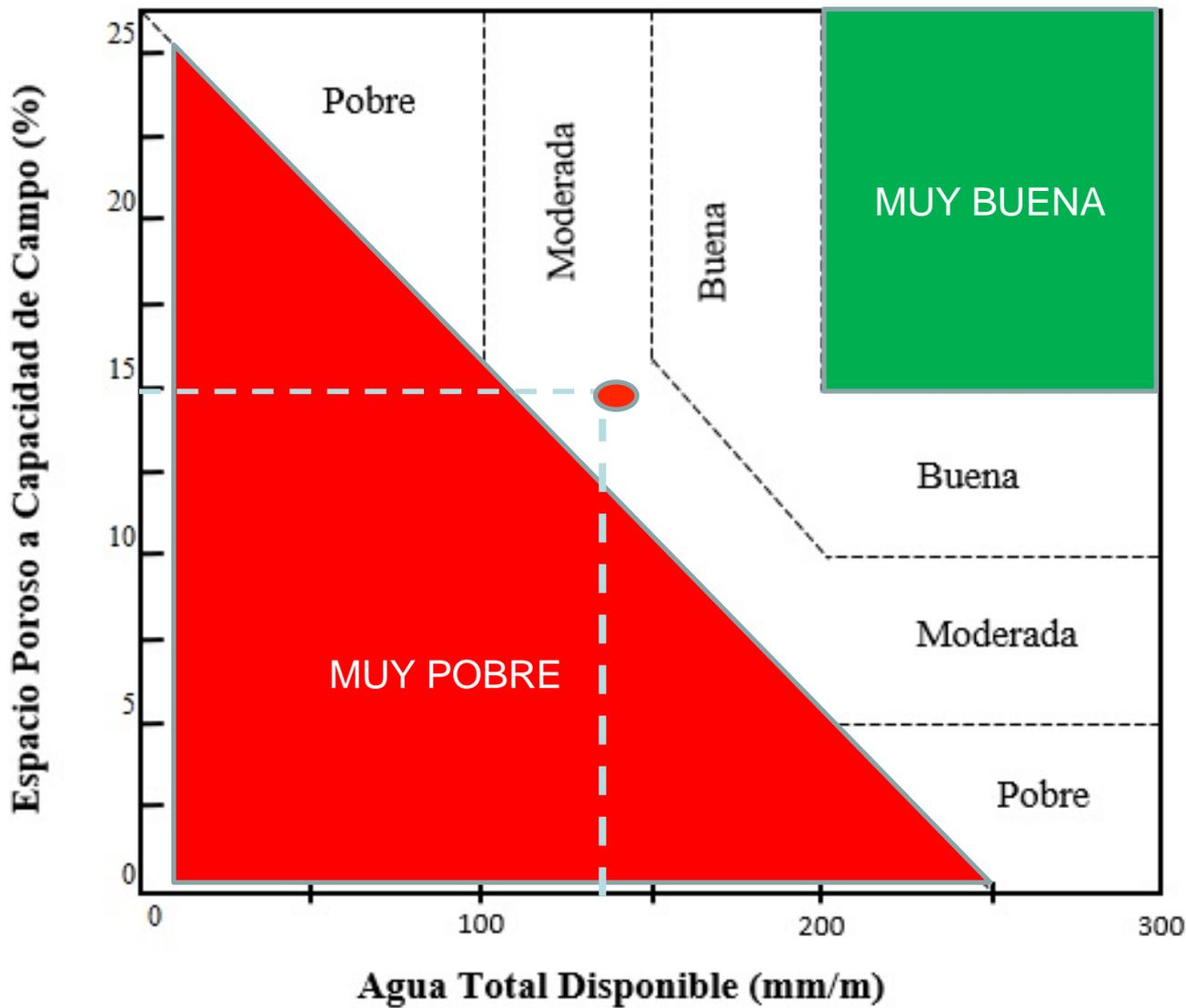
Calidad Física

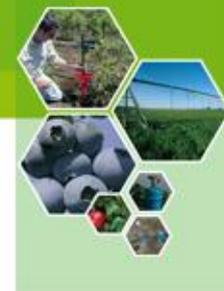


MODERADA



Evaluación de la calidad física de un suelo

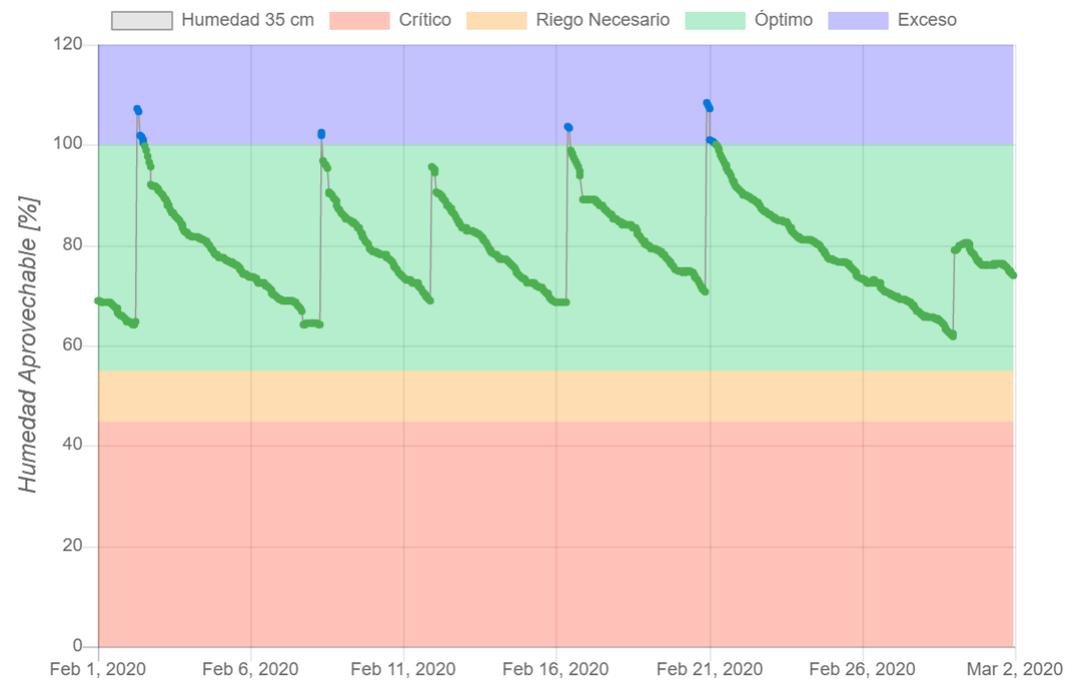
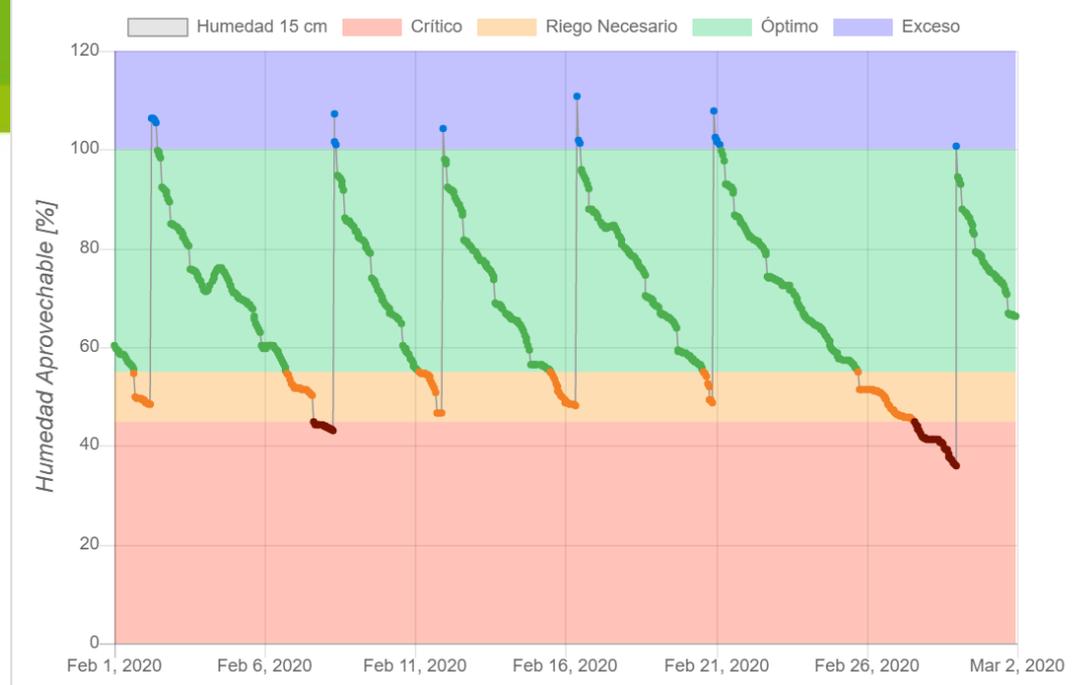


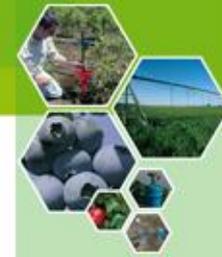


Ej. Requerimiento de riego Pivote suelo franco arcilloso Linares

Parámetro	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr
Prof.riego (cm)	25	30	40	40	40	40	40
Humedad Aprov. (cm ³ /cm ³)	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
HA según prof.(mm)	35	42	56	56	56	56	56
Criterio Riego (0-1)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Eficiencia (0-1)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Lámina a aplicar (mm)	15	19	25	25	25	25	25
Etc (mm/día)	1,6	4,9	6,7	6,0	3,0	2,0	0
Frecuencia Riego (días)	9	4	4	4	8	12	0

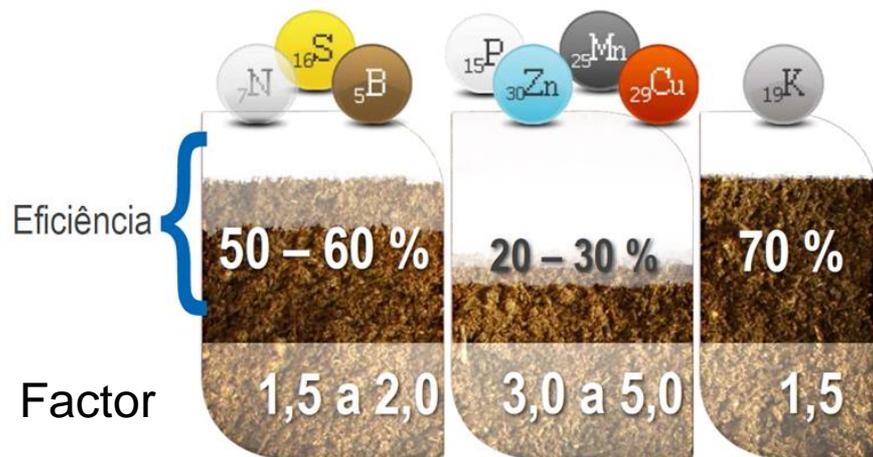
MONITOREO DE HUMEDAD POR TELEMETRIA



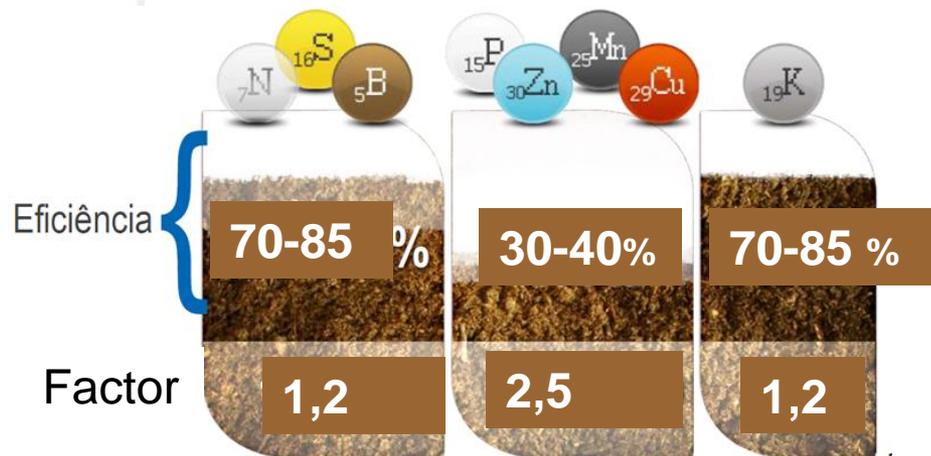


Eficiencia de fertilización

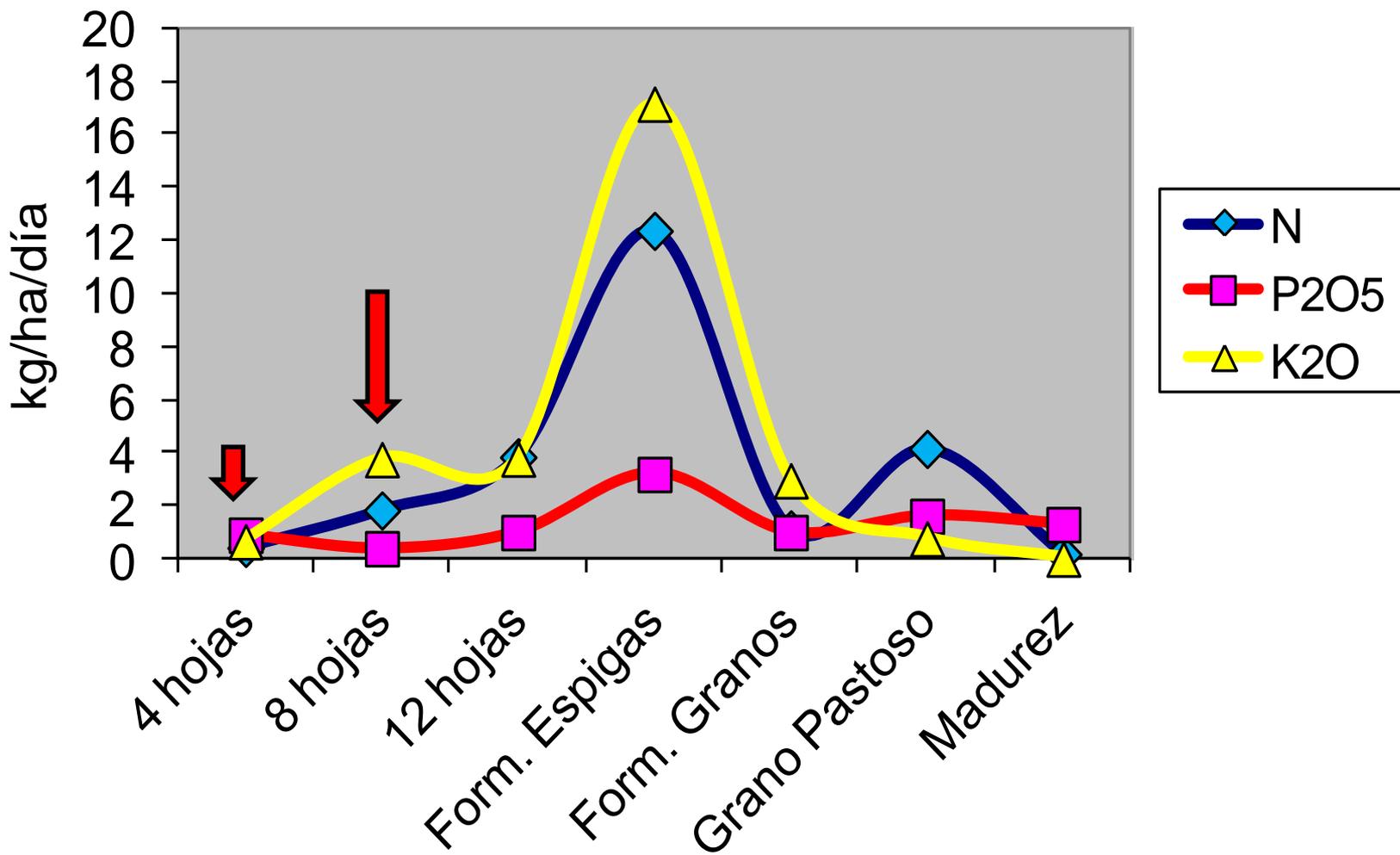
CONVENCIONAL



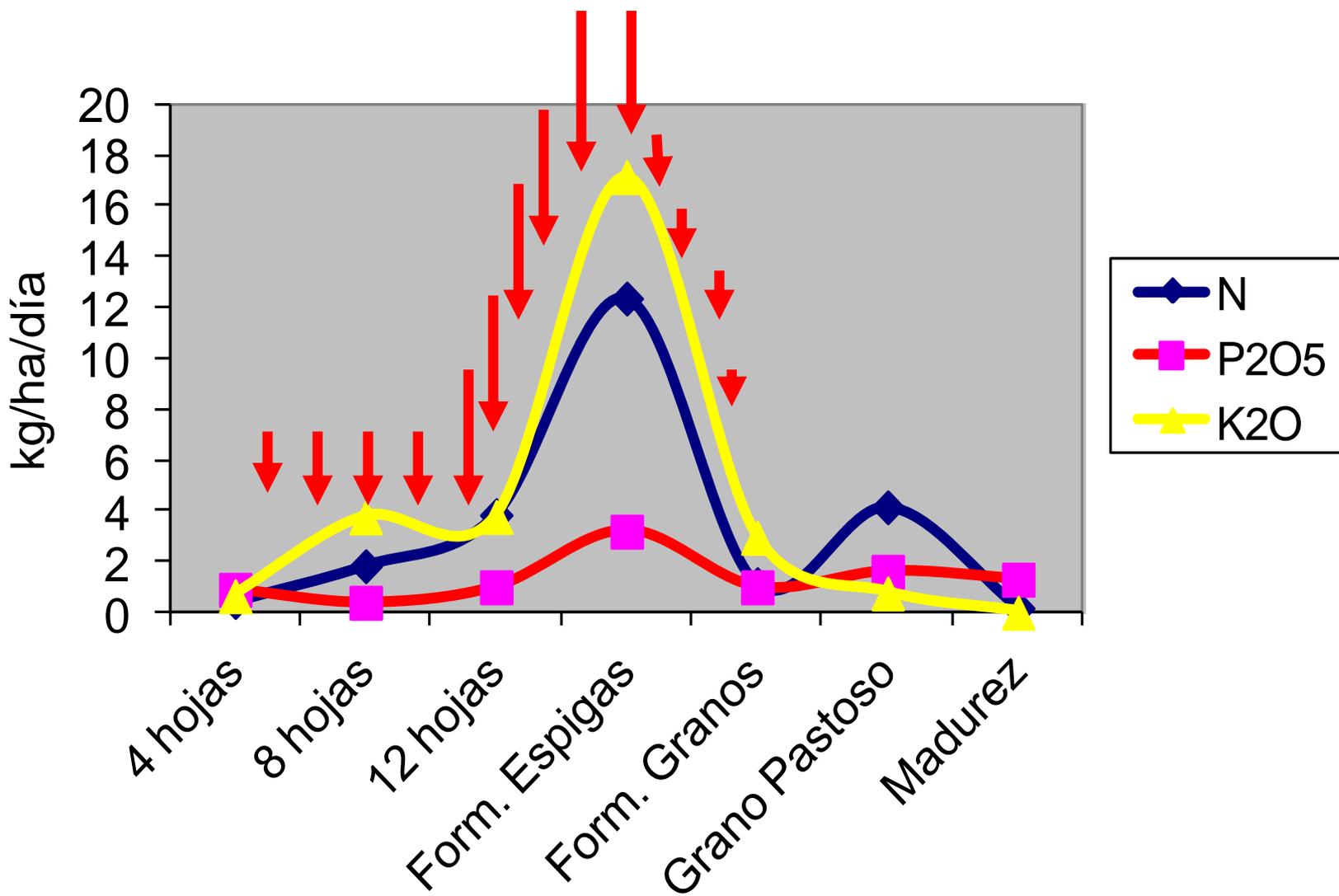
FERTIRRIEGO



Consumo diario de nutrientes durante las etapas de desarrollo del Maíz



Esquema de fertirrigación durante las etapas de desarrollo del Maíz





Ejemplo de ahorro fertilizantes

$$DOSIS N = \frac{DEMANDA - SUMINISTRO}{EFICIENCIA}$$

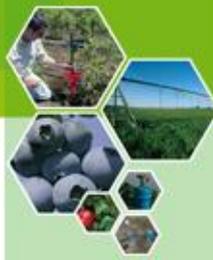
Dosis de N para 160 qq/ha de maíz

$$\text{Convencional} = \frac{320 \text{ kg N} - 120 \text{ kg N}}{0,50} = 400 \text{ kg N/ha}$$

$$\text{Fertirriego} = \frac{320 \text{ kg N} - 120 \text{ kg N}}{0,80} = 250 \text{ kg N/ha}$$

¡Ahorro 326 kg Urea/ha!

Ejemplo de posible ahorro de N en algunos cultivos



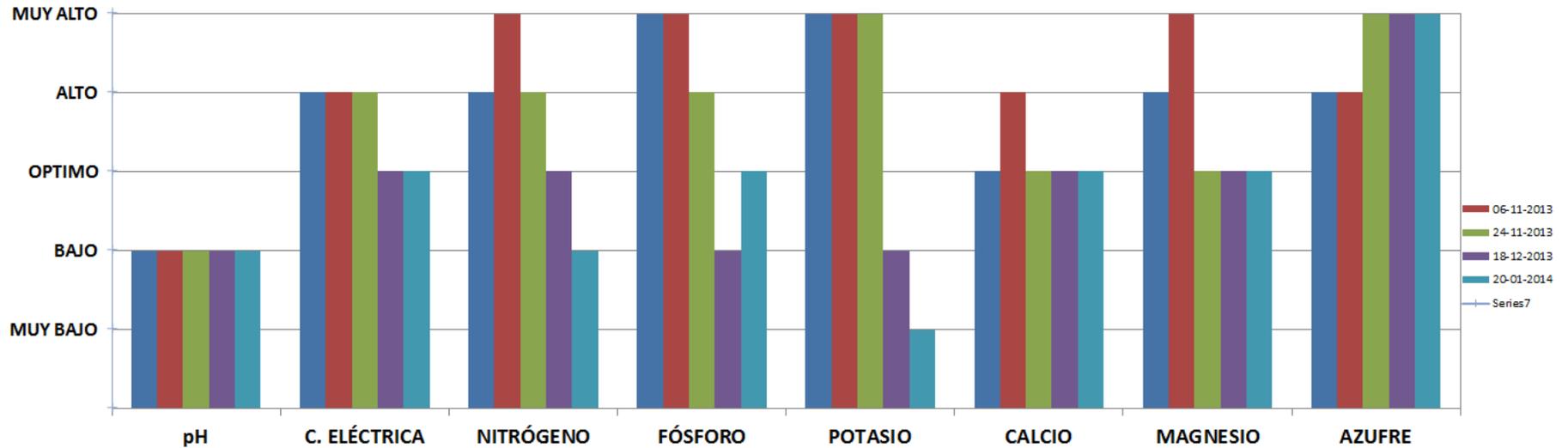
Cultivo	Dosis N Convencional (kg/ha)	Dosis N equivalente por fertirriego (kg/ha)	Ahorro N (kg N/ha)	Ahorro Urea (kg Urea/ha)
Maíz	400	250	150	326
Remolacha	240	150	90	196
Trigo	200	125	75	163
Papas	180	112	68	148
Canola	160	100	60	130
Maravilla	140	88	52	113

Monitoreo solución de suelo

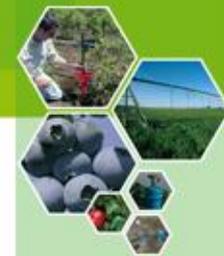


Lt. 1.2=Conductividad electrica solucion 1.2

CALIFICACIÓN NUTRICIONAL DE SOLUCIÓN DE SUELO



Evolución foliar de nutrientes



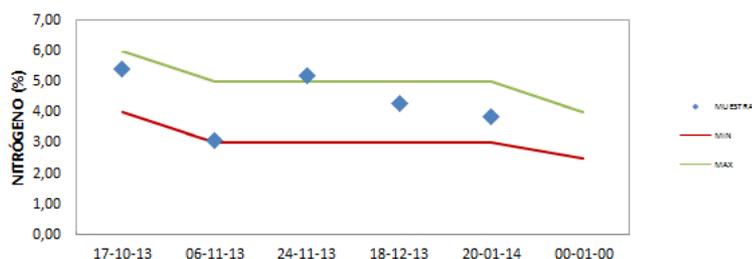
EVOLUCIÓN FOLIAR DE NUTRIENTES

EMPRESA: AGRICOLA RUIZ QUIROZ LTDA
RUT: 79726510-1

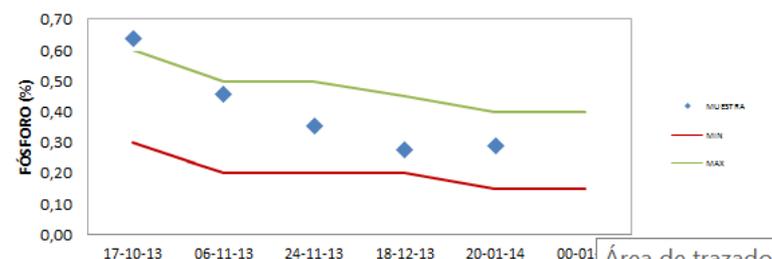
Especie Vegetal: REMOLACHA

EVOLUCIÓN DE MACROELEMENTOS

Evolución Foliar de Nitrógeno

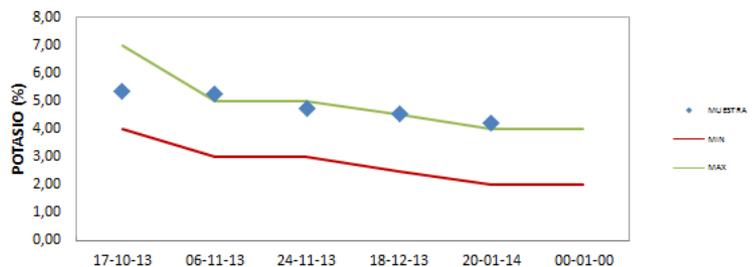


Evolución Foliar de Fósforo

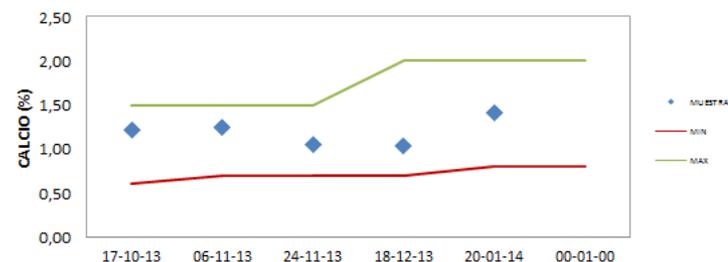


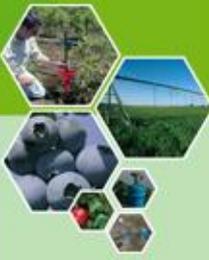
Área de trazado

Evolución Foliar de Potasio



Evolución Foliar de Calcio





Ensayo de aplicación N convencional vs fertirriego en un pivote de 35 has Maíz Silo

(Tesis R. Arriagada, 2012)

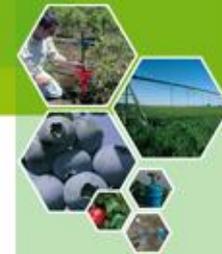
	Convencional	Fertirriego
Fertilización (kg N/ha)	306	250
Extracción Maíz (kg N/ha)	295	354
Eficiencia Fertilización (%)	47	82
Rendimiento (ton MS/ha)	32,6	34,4
Utilidad extra por fertirrigación en 35 has. (\$)		\$5.750.000.-



Eficiencia de uso de N en función del método de aplicación y rendimiento en maíz silo regado con pivote central (Vidal, 2011).

Sistema de Aplic. fertilizante	N base Kg/ha	N postsiembra Kg/ha	Total N Kg/ha	Rto.m.s t/ha
Convencional	130	240	370	23
Fertirriego (monitoreo)	30	225	255	25

Ingreso extra por hacer fertirrigación: \$176.000/ha
Ingreso extra en el pivote (87,5 has) = \$15.400.000.-



Igual Fecha de siembra

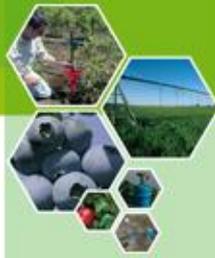


Fertirrigación con Pivote
200 qq/ha



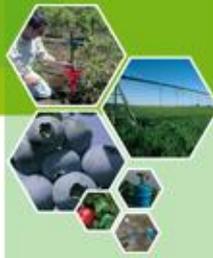
Fertilización Convencional
145 qq/ha

Estudio de caso



- Comuna: Los Ángeles, Chile
- Servicio de asesoría y monitoreo fertirriego: 650 hectáreas, 11 pivotes.
- Cultivos: trigo, maíz, remolacha, achicoria, semillero canola y girasol.

Perfil del suelo



Desarrollo del Cultivo





Cosecha 135 ton/ha 17% pol.



Maíz en arenas
Fecha: Marzo de 2013





Fecha: Agosto de 2013



Establecimiento del cultivo



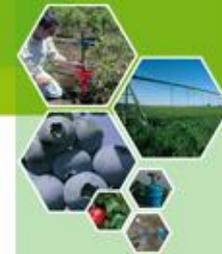
Fecha: Octubre de 2013



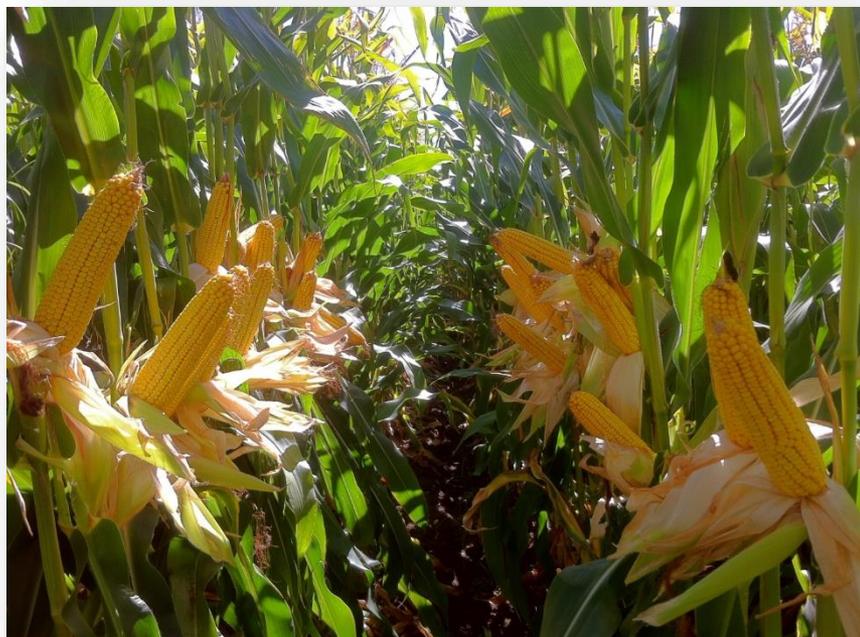
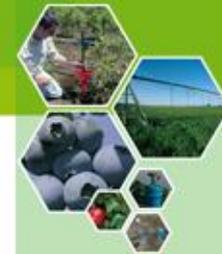
Fecha: Diciembre
de 2013



170 qq/ha



San Carlos, Suelos arcillosos. 19 t/ha



Consideraciones finales



- Cuando se dispone de pivote central, la fertirrigación no es una opción, sino que una necesidad.
- La fertirrigación es una técnica muy efectiva para incrementar eficiencia de los fertilizantes y aumentar la producción y calidad de los cultivos.
- Es importante evaluar la uniformidad de riego del pivote y su reposición diaria.
- Para hacer fertirrigación es fundamental llevar un sistema de monitoreo para:

Minimizar

Posibles impactos ambientales

Posibles impactos económicos

Potenciar

Producción

Calidad

Rentabilidad