



# Uso racional del recurso hídrico intrapredial en las unidades *Cropcheck arándanos* y su impacto en la productividad

Seminario Cropcheck Arándanos

Osorno, 28 de julio de 2015

Autor: M.Sc., Dr. Rafael López Olivari





# ÍNDICE

## **1.- ANTECEDENTES GENERALES**

- *Variabilidad climática*
  - *Potencial impacto en el Sur de Chile*
  - *Balance hídrico Sur de Chile*

## **2.- USO RACIONAL DEL AGUA DE RIEGO**

- *Gestión hídrica intrapredial*
  - *Mantenimiento sistema de riego*
  - *Programación del riego*

## **3.- RESULTADOS PRELIMINARES CROP CHECK**

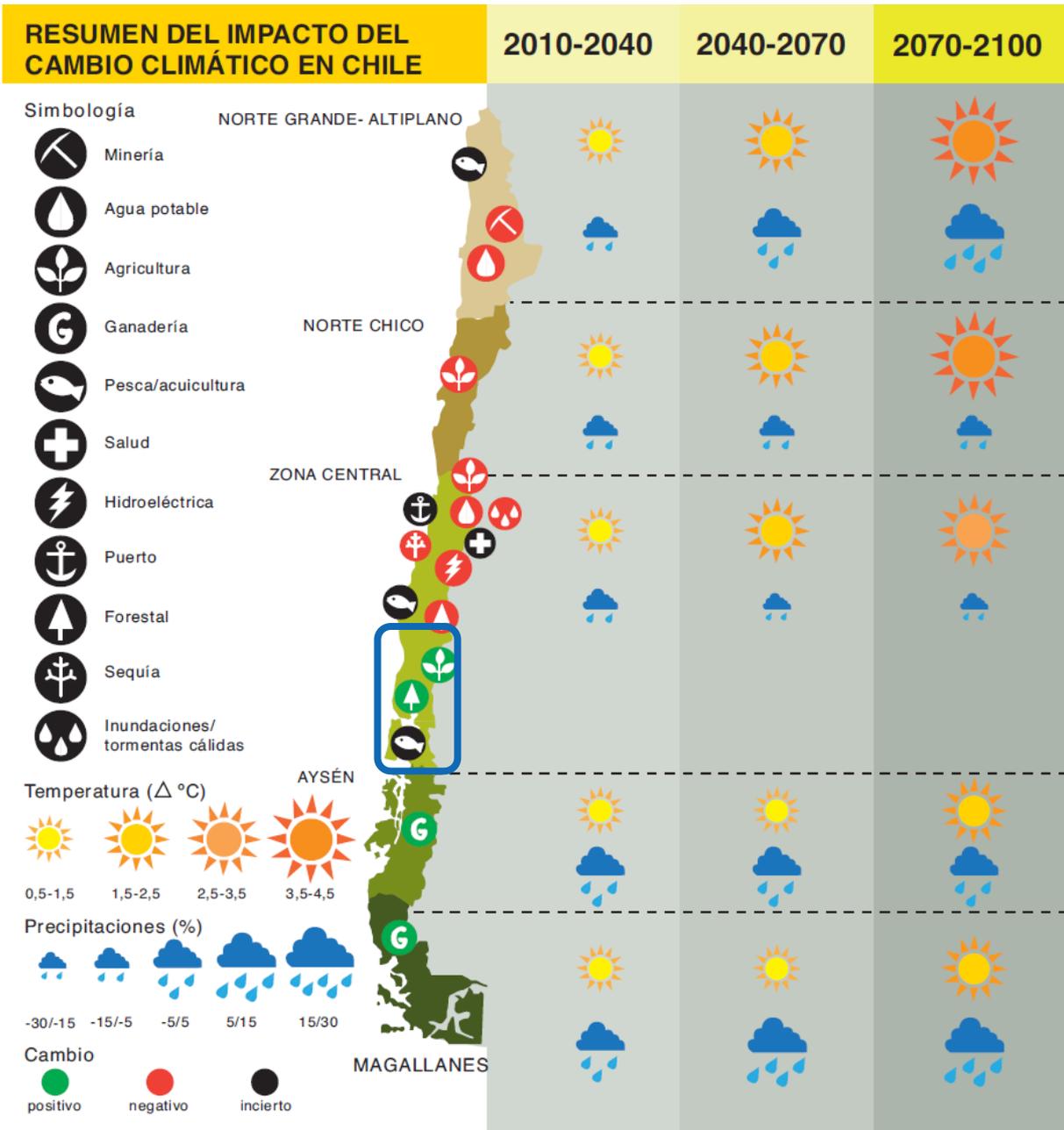
- *Análisis descriptivo*



# ÍNDICE

## **1.- ANTECEDENTES GENERALES**

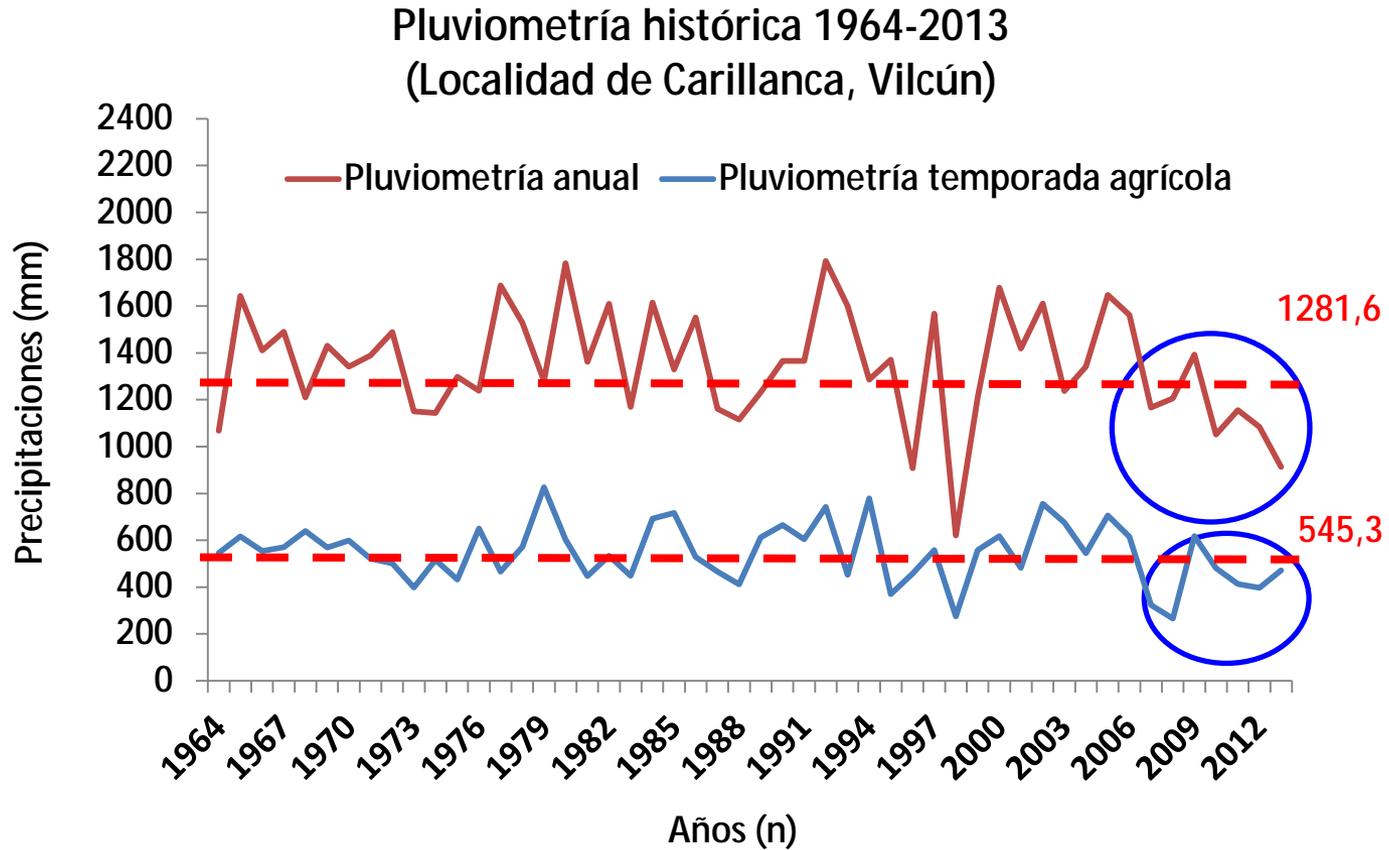
- *Variabilidad climática*
  - *Potencial impacto en el Sur de Chile*



Fuente: CEPAL, 2012



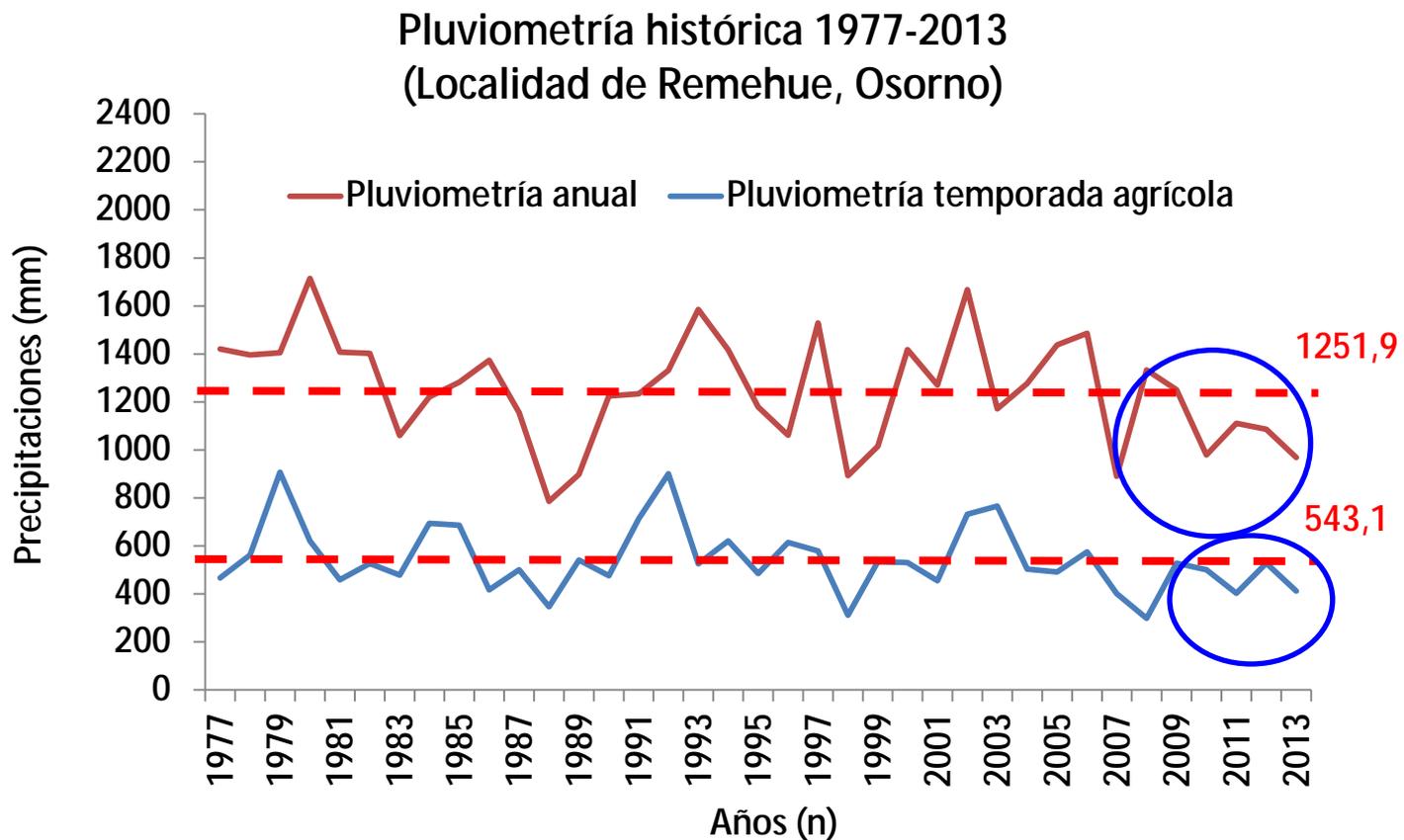
# Impacto Pluviometría Sector Carillanca



Fuente: López-Olivari, 2014



# Impacto Pluviometría Sector Remehue



Fuente: López-Olivari, 2014



# ÍNDICE

## **1.- ANTECEDENTES GENERALES**

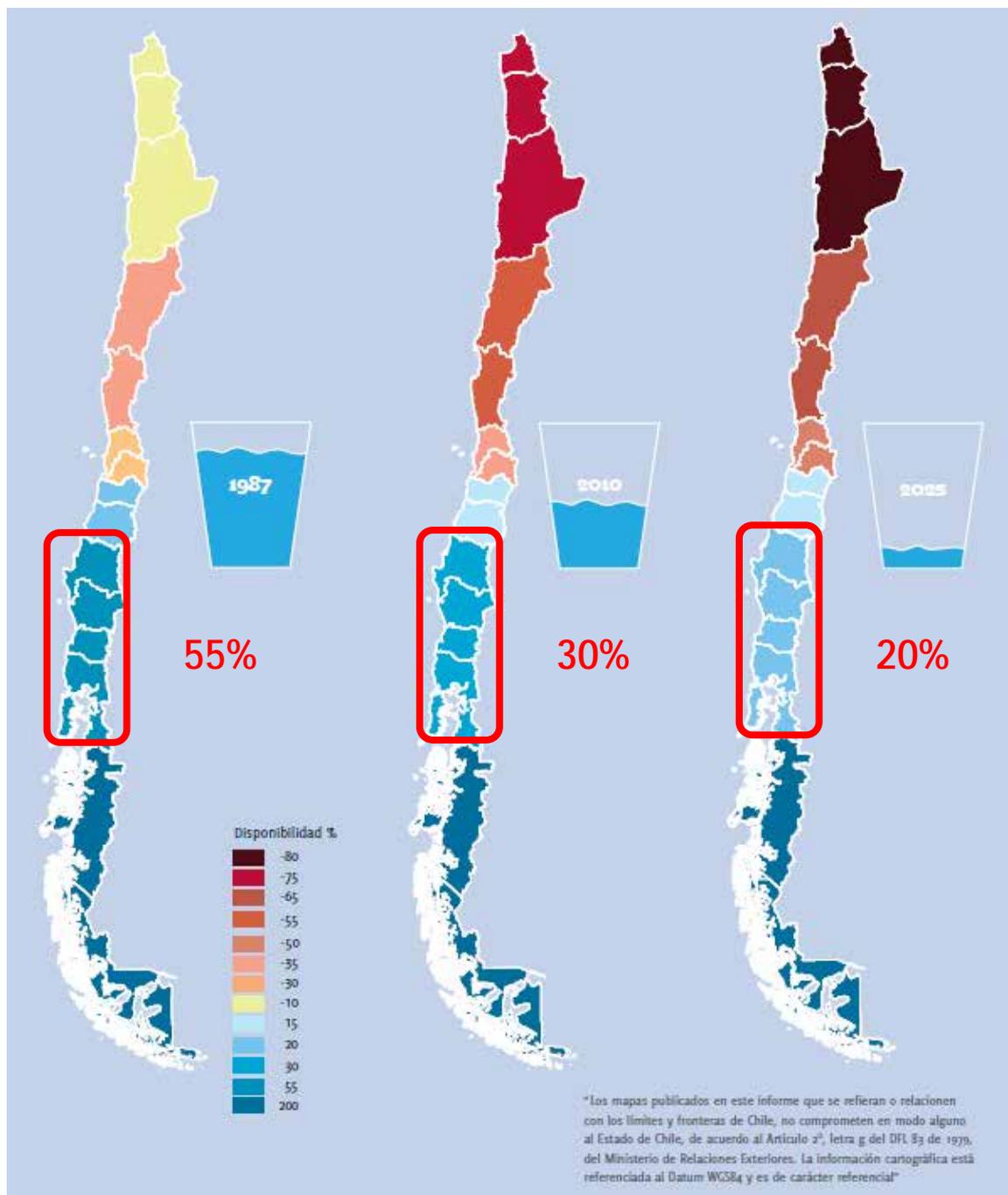
- *Variabilidad climática*
  - *Potencial impacto en el Sur de Chile*
  - *Balance hídrico Sur de Chile*



## Balance Hídrico:

Disponibilidad de agua  
estimada en Chile hasta el  
2025

Fuente: Banco Mundial, 2011  
Basado en estudio DGA, 2010

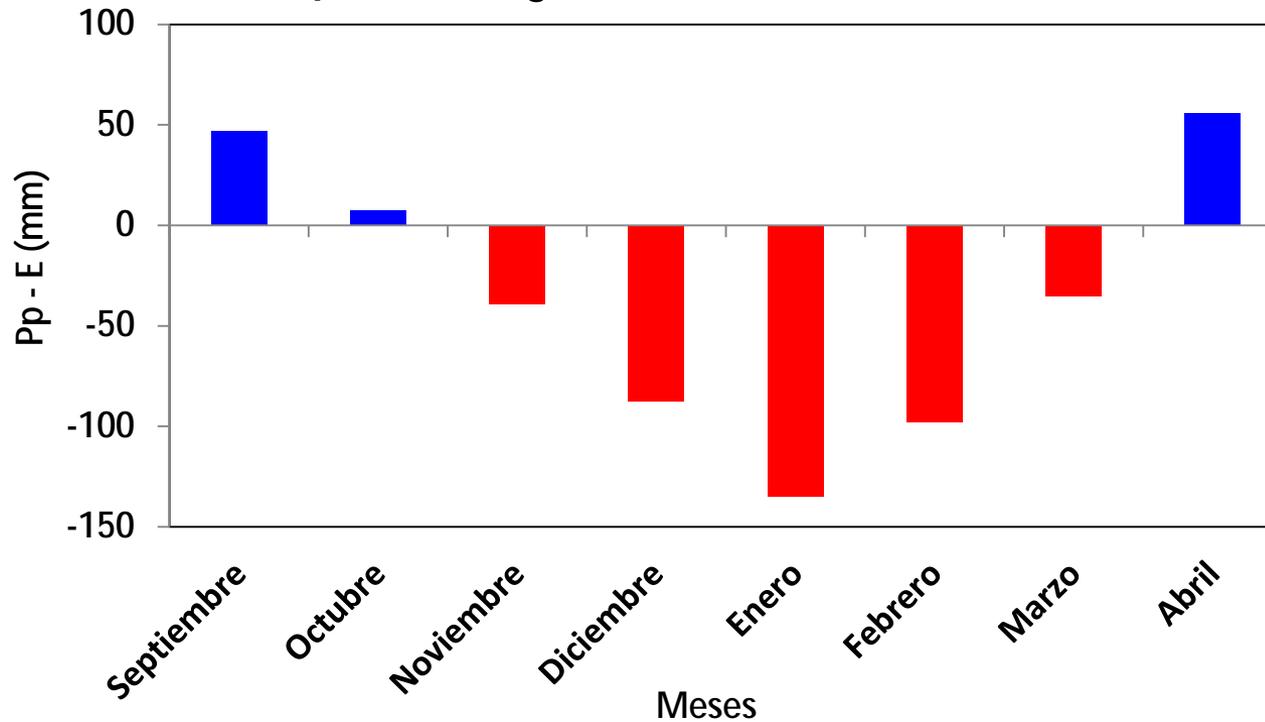




# Balance Hídrico Sector Carillanca

## Balance hídrico Carillanca

(Temporadas agrícolas desde 1984 hasta 2014)



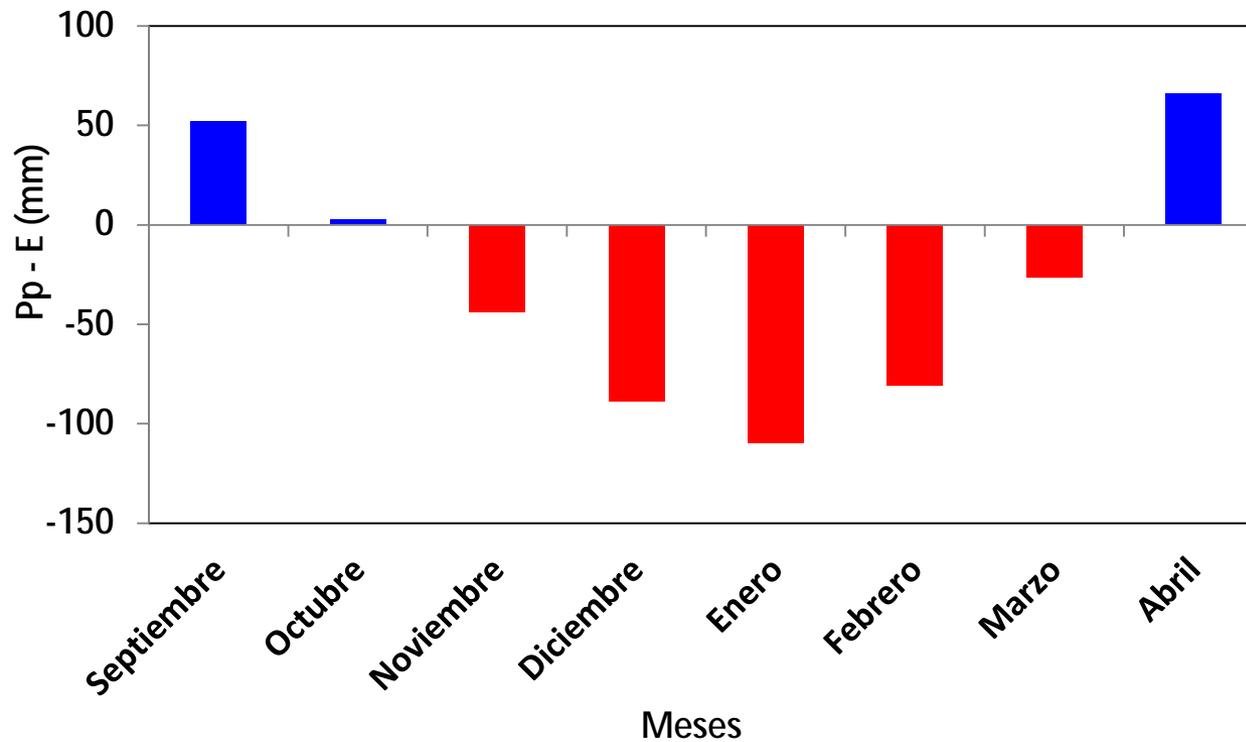
Fuente: López-Olivari, 2014



# Balance Hídrico Sector Remehue

## Balance hídrico Remehue

(Temporadas agrícolas desde 1977 hasta 2014)



Fuente: López-Olivari, 2014



# ÍNDICE

## **1.- ANTECEDENTES GENERALES**

- *Variabilidad climática*
  - *Potencial impacto en el Sur de Chile*
  - *Balance hídrico Sur de Chile*

## **2.- USO RACIONAL DEL AGUA DE RIEGO**



# ÍNDICE

## **1.- ANTECEDENTES GENERALES**

- *Variabilidad climática*
  - *Potencial impacto en el Sur de Chile*
  - *Balance hídrico Sur de Chile*

## **2.- USO RACIONAL DEL AGUA DE RIEGO**

- *Gestión hídrica intrapredial*
  - *Mantenimiento sistema de riego*



## Principales etapas a realizar al inicio de la temporada de riego

- 1.- Hacer la revisión 1 a 2 semanas antes de comenzar con los riegos
- 2.- Revisar la bomba y colocarla en funcionamiento
- 3.- Revisar la instalación eléctrica del sistema
- 4.- Revisar las válvulas solenoides y accesorios
- 5.- Los filtros deben ser lavados. En caso de daño se deben cambiar o reparar
- 6.- Revisar que los reguladores de presión funcionen correctamente
- 7.- Lavado de las tuberías, partiendo por las de mayor diámetro hacia abajo. Este lavado se debe hacer a una máxima presión



## Principales etapas a realizar al inicio de la temporada de riego

8.- Lavado de los laterales (deben abrirse en el extremo final)



9.- Si un gotero está obturado, debe ser reemplazado

10.- Uniformidad de líneas con gotero incorporado o de botón (mismo caudal)



## Principales etapas a realizar al inicio de la temporada de riego

### 11.- Limpieza de tranques de acumulación de agua



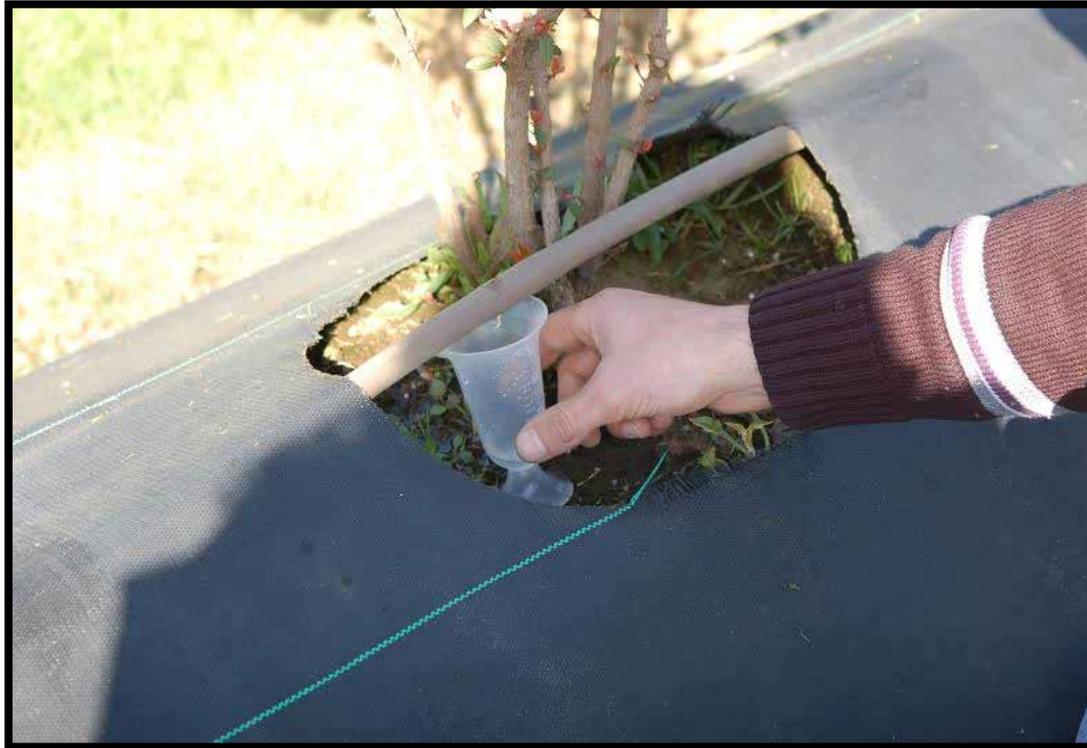
Calidad de la fuente de agua



Estanque con algas

12.- Al final de la temporada, se realiza nuevamente este procedimiento

## Evaluación descarga emisores



Sistema por goteo



## Evaluación descarga emisores

$$\text{CU} = \frac{\text{Caudal medio del 25\% de emisores de menor caudal}}{\text{Caudal medio del total de las evaluaciones}}$$

CU entre 90 y 100%	excelente
CU entre 80 y 90%	buena
CU entre 70 y 80%	aceptable
CU menor a 70%	inaceptable



# ÍNDICE

## **1.- ANTECEDENTES GENERALES**

- *Variabilidad climática*
  - *Potencial impacto en el Sur de Chile*
  - *Balace hídrico Sur de Chile*

## **2.- USO RACIONAL DEL AGUA DE RIEGO**

- *Gestión hídrica intrapredial*
  - *Mantenimiento sistema de riego*
  - *Programación del riego*



## Programación del riego en arándanos

### *Problemas asociados a un mal riego:*

- a) Pérdida de agua: escurrimiento de agua superficial, Infiltración profunda.
- b) Lavado de fertilizantes hacia estratas inferiores.  
(contaminación de aguas subterráneas)
- c) En suelos más pesados (arcillosos) es frecuente la aparición de anegamiento y asfixia radical.  
  
Ej: Brillita y Elliot, es muy sensible al exceso de agua en algunos casos puede llegar a producir la muerte
- d) Disminución del rendimiento y calidad de productos agrícolas  
(por falta o exceso de agua)

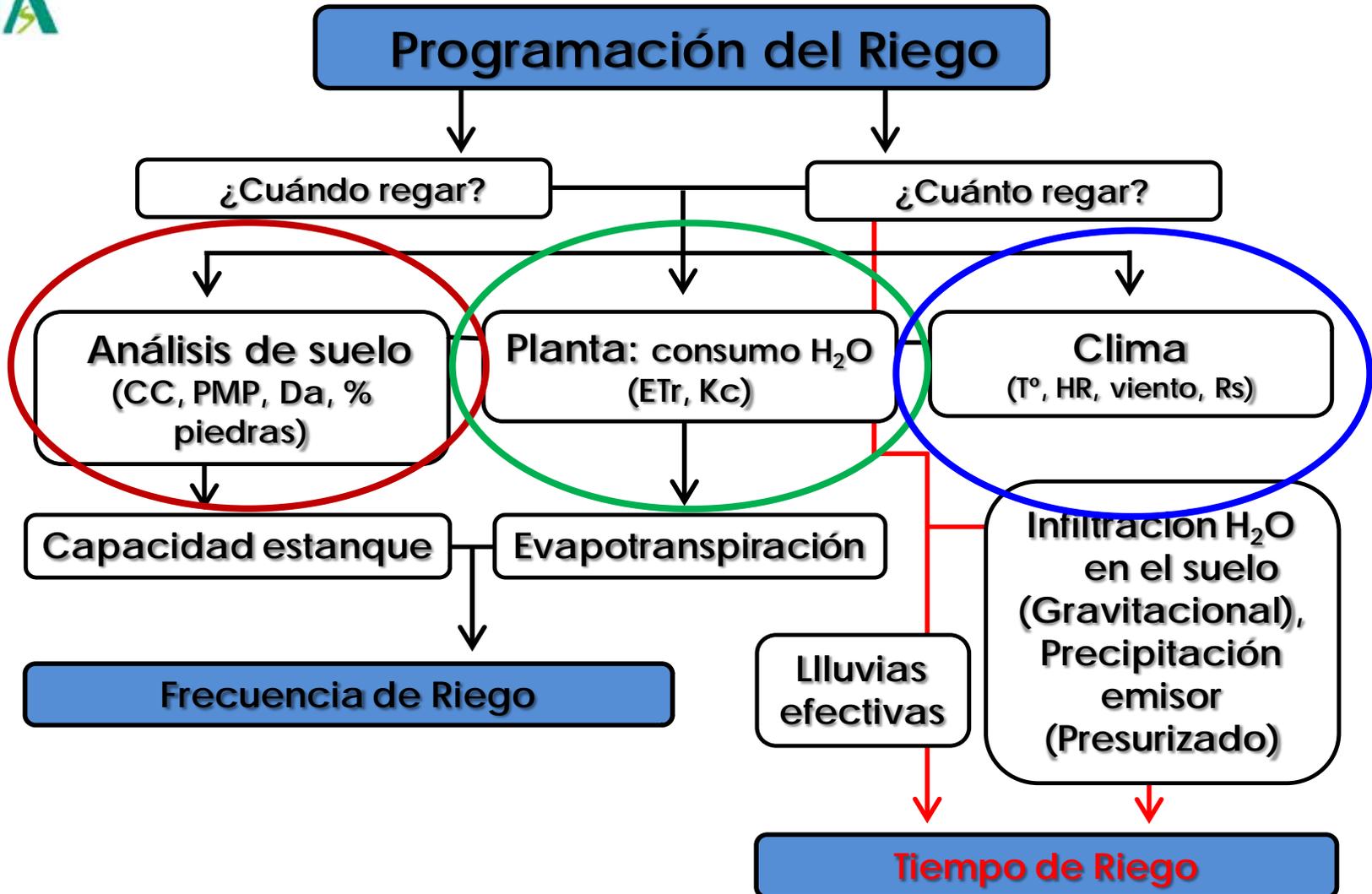


# Programación del riego en arándanos

## ETAPAS BÁSICAS:

- Caracterización de las propiedades físicas del suelo
- Medición del consumo de agua de la planta
- Programación del riego se realiza según **objetivos de producción**

# Programación del riego en arándanos





*Determinación de la FRECUENCIA de RIEGO  
(¿Cuándo regar?)*



### *Análisis de suelo*

- *Textura*
- *Da*
- *Pr*
- *CC*
- *PMP*
- *Cr o UR*



# Determinación de la textura del suelo

## En laboratorio

- ® Metodología de Bouyoucos (partículas de arena, limo y arcilla)
- ® Fácil realización
- ® Bajo costo en materiales y reactivos



## Al tacto

- ® Fácil realización
- ® Experiencia necesaria
- ® Sin costo de materiales o instrumentos





## Profundidad de raíces

Profundidad efectiva

Aquella hasta donde las raíces de los cultivos crecen sin problemas importantes

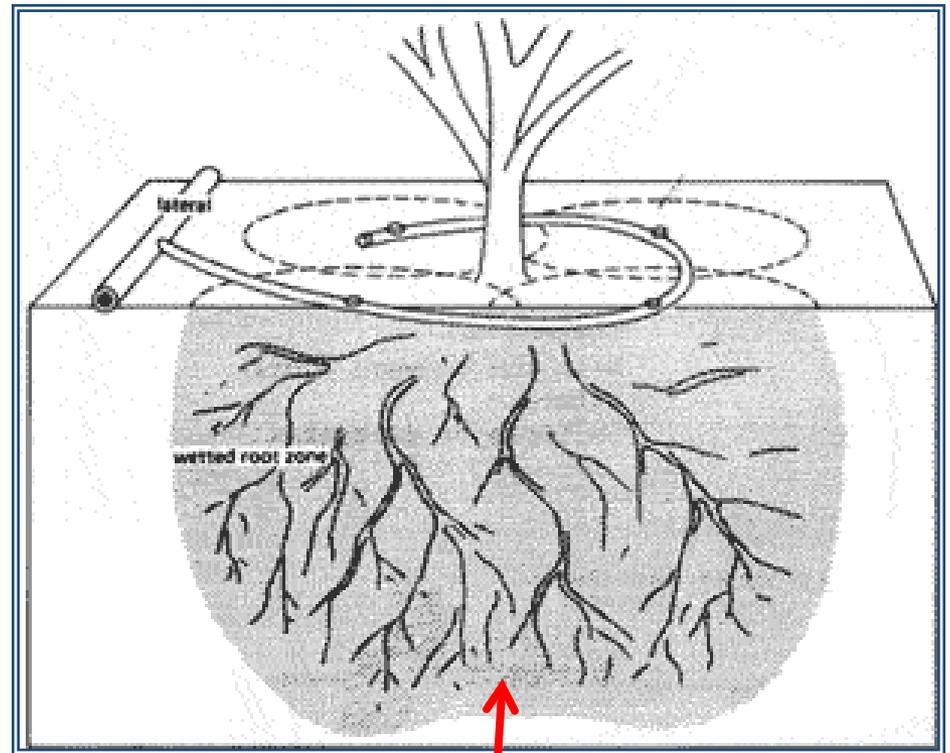
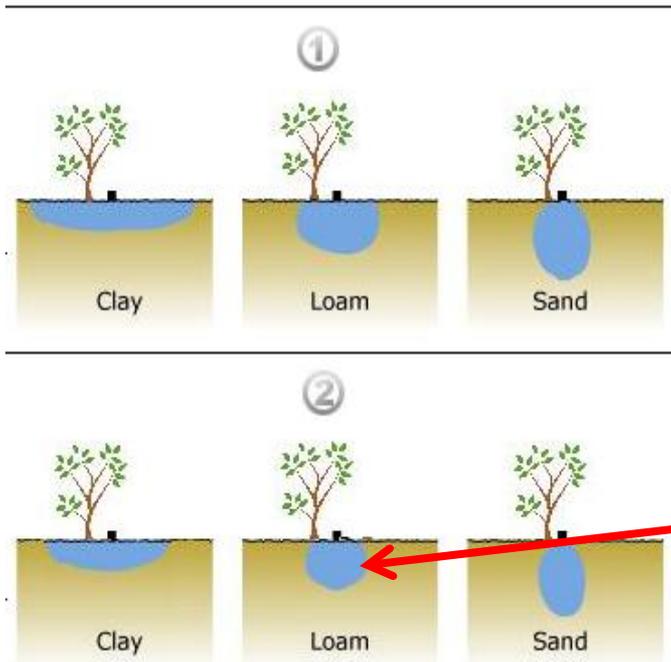
Restricciones físicas o químicas

Estratas u horizontes impermeables al agua (por ejemplo toscas)

Estratas permeables al agua, pero que impiden crecimiento de raíces



## Riego por Goteo



Formación de bulbo húmedo



# Parámetros de suelo de importancia para el riego

## Propiedades físicas del suelo

- a) Textura del suelo.
- b) Estructura del suelo.
- c) Materia orgánica (MO = 8 a 28%).
- d) Densidad aparente (Da).

Clase textural	MO (%)	$r_a$ (g/cm <sup>3</sup> )	% Arena	% Limo	% Arcilla	$W_{CC}$ (%)	$W_{PMP}$ (%)	HA (%)
Franco arenoso (Pelleco, Región de Los Lagos)	21,5	0,63	62,0	30,9	7,1	62,4	40,1	22,3
Franco arenoso (Colbún, Región del Maule)	5,48	1,24	72,0	21,0	7,0	15,6	7,4	8,3

# Humedad aprovechable (HA)

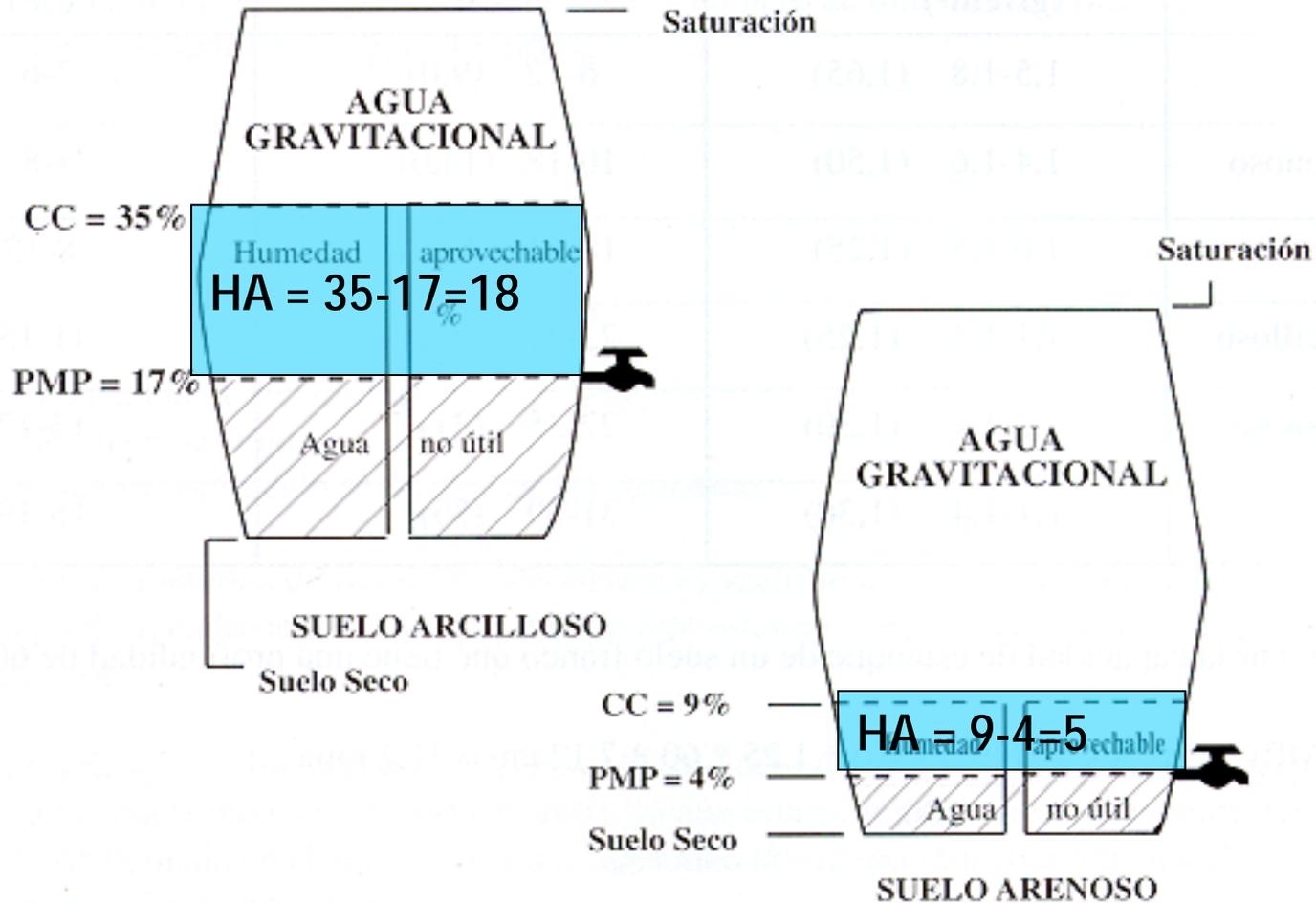
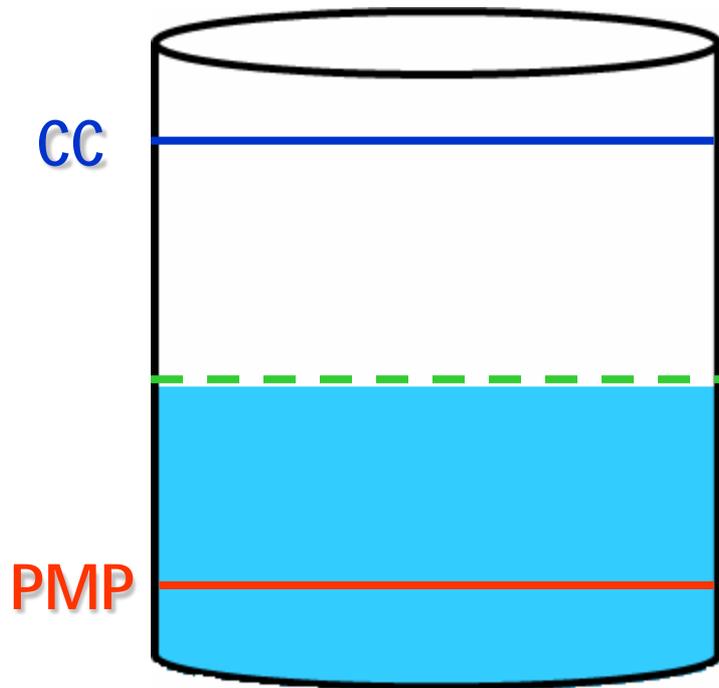


Figura 1. Capacidad de Estanque para dos Tipos de Suelo



## Umbral de riego = Valor crítico de riego



El umbral de riego indica el nivel de humedad de suelo que se espera para volver a regar

El umbral de riego se establece conociendo el porcentaje (%) de humedad de suelo que se deja agotar para volver a regar nuevamente ( $H_d$ )

Valores para frutales son del orden del 25 a 40%



La **frecuencia de riego** permite estimar el número de días transcurridos entre dos riegos consecutivos y corresponde al período en que el cultivo agota la lámina neta.

$$Ln = Ce * Cr$$

donde :

Ln = lámina neta (mm)

Ce = capacidad estanca del suelo (mm)

Cr = criterio de riego (fracción)



$$C_e = \frac{(CC - PMP)}{100} * r_a * P_s = \frac{HA * P_s}{100}$$

donde:

$C_e$  = capacidad estanque (mm)

$CC$  = contenido gravimétrico de agua en el suelo a capacidad de campo (%)

$PMP$  = contenido gravimétrico de agua en el suelo a punto de marchitez permanente (%)

$D_a$  = densidad aparente del suelo ( $g/cm^3$ )

$P_s$  = profundidad del suelo (mm)

$HA$  = humedad volumétrica aprovechable (%)

**Suelo**  
*(propiedades físico-hídricas)*

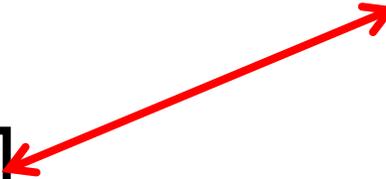
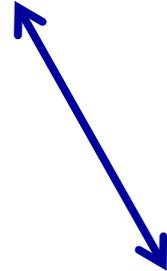


$$F_R = \frac{Ln}{ET_c}$$

**Planta**

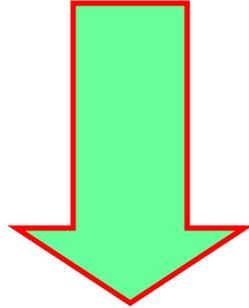


**Clima**



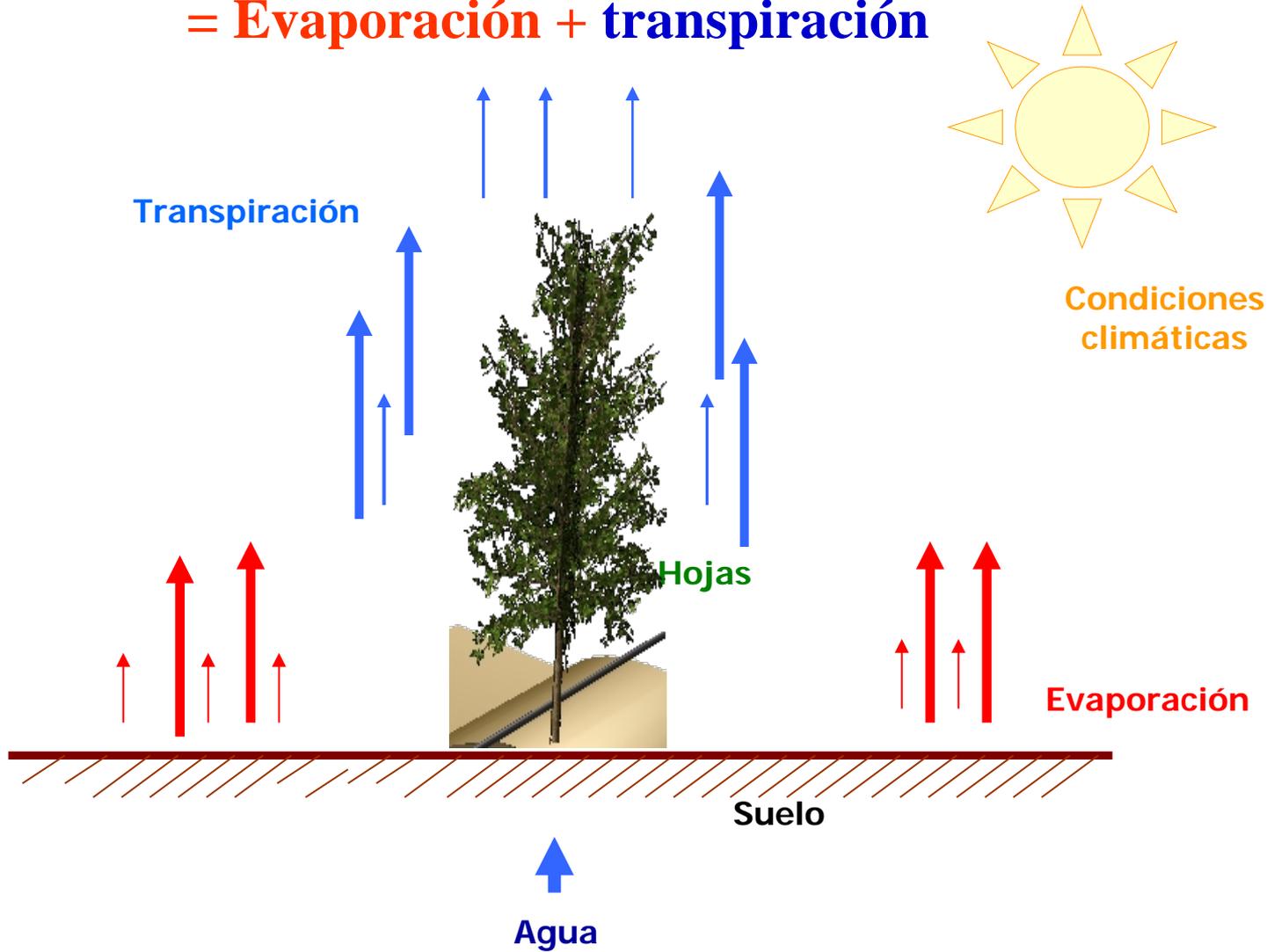


Consumo de Agua  
de la Planta



Evapotranspiración

= **Evaporación** + **transpiración**





## Consumo de agua por las plantas (ET)

### Factores que afectan la ET

- a) Clima ( $R_s$ ,  $T$ ,  $HR$ ,  $DPV$ , viento).
- b) Estado fenológico del cultivo ( $K_c$ ).
- c) Profundidad radicular (efectiva).
- d) Manejo agronómico (óptimos manejos de fertilización, riego, manejo fitosanitario, etc.).



## EN LA PRÁCTICA DEL RIEGO SE CONOCE:

- Evapotranspiración real o del cultivo:  $ET_c = ET_{\text{real}}$
- Evapotranspiración de referencia:  $ET_r = ET_o$



## ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE CULTIVO REAL ( $ET_c$ )

$$ET_c = ETo * Kc$$

*donde:*

$ET_c$  = *Evapotranspiración del cultivo de Olivo ( $mm d^{-1}$ )*

$ET_o$  = *Evapotranspiración de referencia ( $mm d^{-1}$ )*

$K_c$  = *Coeficiente de cultivo*

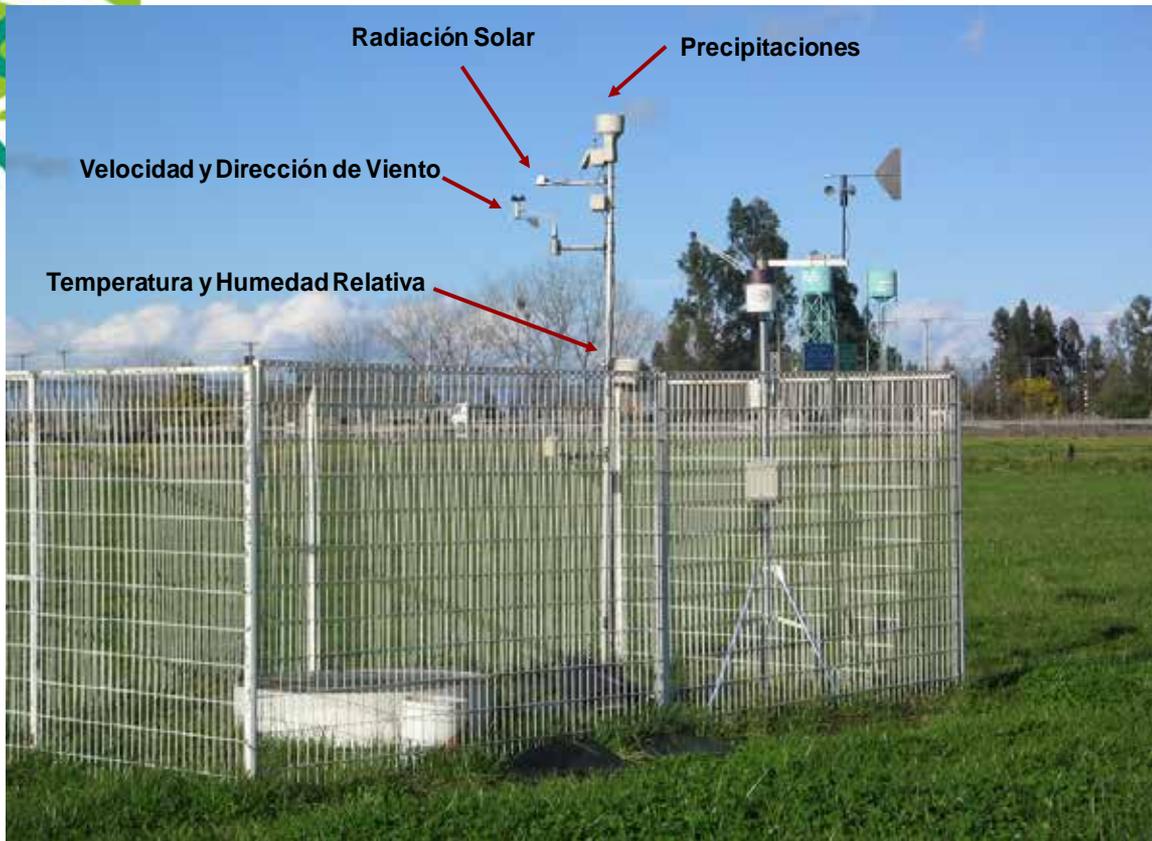


## ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (ET<sub>o</sub>)

La superficie de referencia implica un cultivo hipotético de pasto (alfalfa o festuca), similar a una superficie extensa de pasto verde en crecimiento activo y debe cubrir completamente el suelo

Que presente un óptimo manejo agronómico (bien regada, buen estado sanitario y de fertilidad).





<http://agromet.inia.cl>

## Penman Montieith\_FAO56

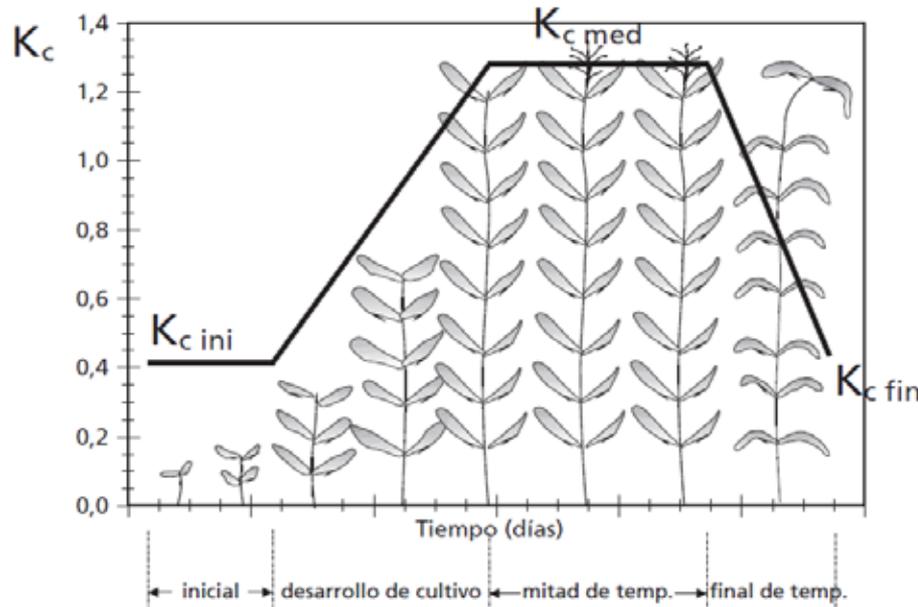
$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$



# COEFICIENTE DE CULTIVO ( $K_c$ )

Arquitectura de la planta (altura, rugosidad,  $f_c$  y área foliar).

Estas características varían durante la temporada de crecimiento y desarrollo de las plantas, lo cual lo hace distinto y variable para cada especie durante el ciclo de vida del mismo.



Cultivo	Fase del cultivo				
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Arándano	0,21	0,35	0,45	0,49	0,49

Fuente: Jerez, 1994 (valores de  $K_c$  usados como base)



## Períodos sensibles o críticos a la falta de agua

Cultivo	Período Crítico
Arándano	Previo caída de pétalos, cuaja y crecimiento de las bayas.



*Determinación del TIEMPO de RIEGO  
(¿Cuánto regar?)*

### *Sistema de riego*



### *Planta*



### *Clima*



*Tipo de sistema*

- *Presurizado*

*Consumo de agua*

- *Densidad Plantación*
- *Profundidad de raíces*

*Obtención de datos*

- *ETa*





En riego por GOTEO el TIEMPO DE RIEGO se estima conociendo la demanda de agua del cultivo y la cantidad de agua que es capaz de entregar el sistema

$$TR = \frac{ET_{real} * AU}{Ne * Qe * Ea * CU}$$

donde :

TR = tiempo de riego (horas)

ET<sub>real</sub> = evapotranspiración real del cultivo (mm/día)

AU = área unitaria o marco de plantación (m<sup>2</sup>)

Ne = número de goteros por planta

Qe = caudal del gotero (litros/hora)

Ea = eficiencia de aplicación (fracción)

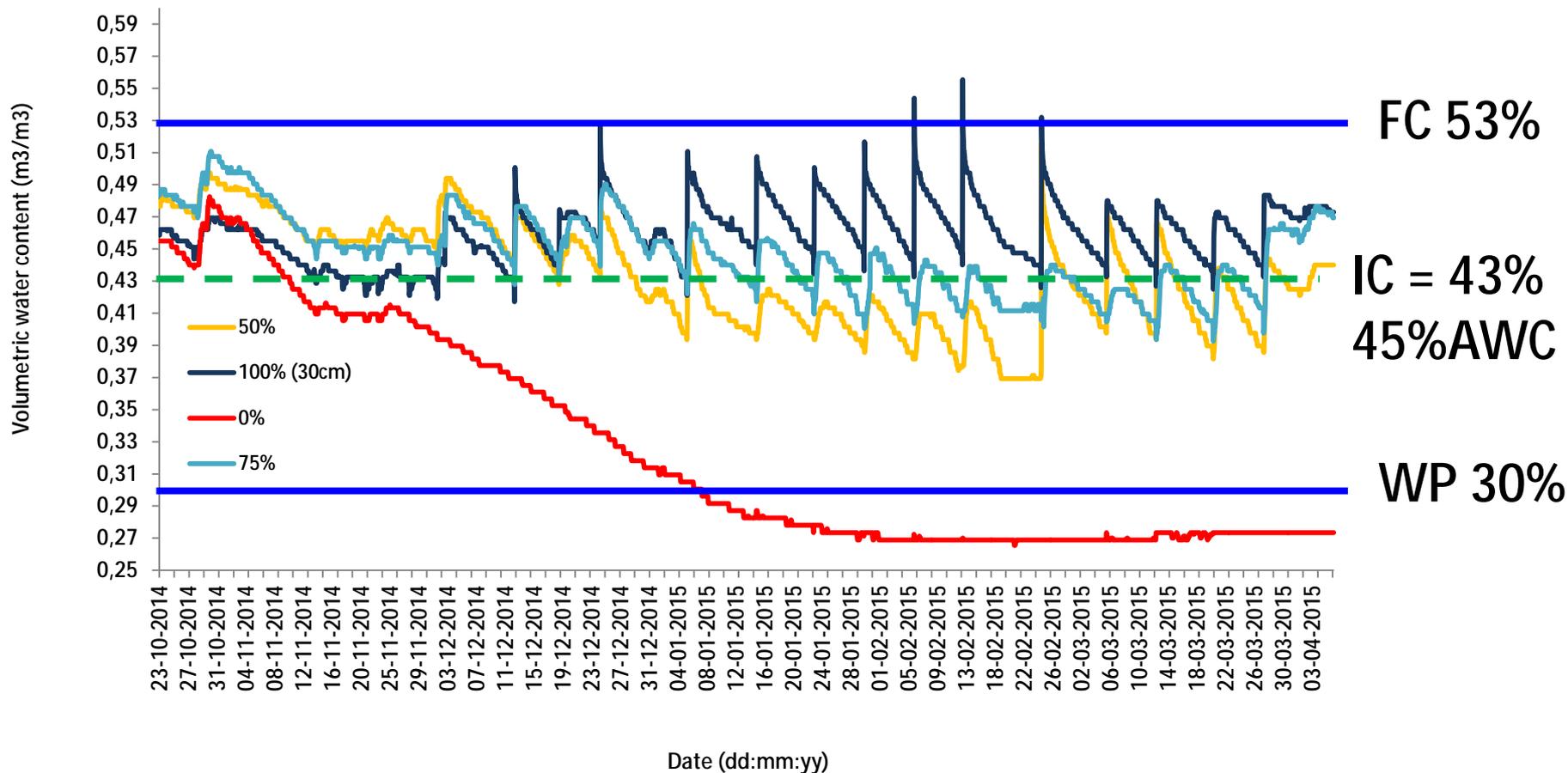
CU = coeficiente de uniformidad (fracción)



## *Monitoreo del estado hídrico de suelo y planta*

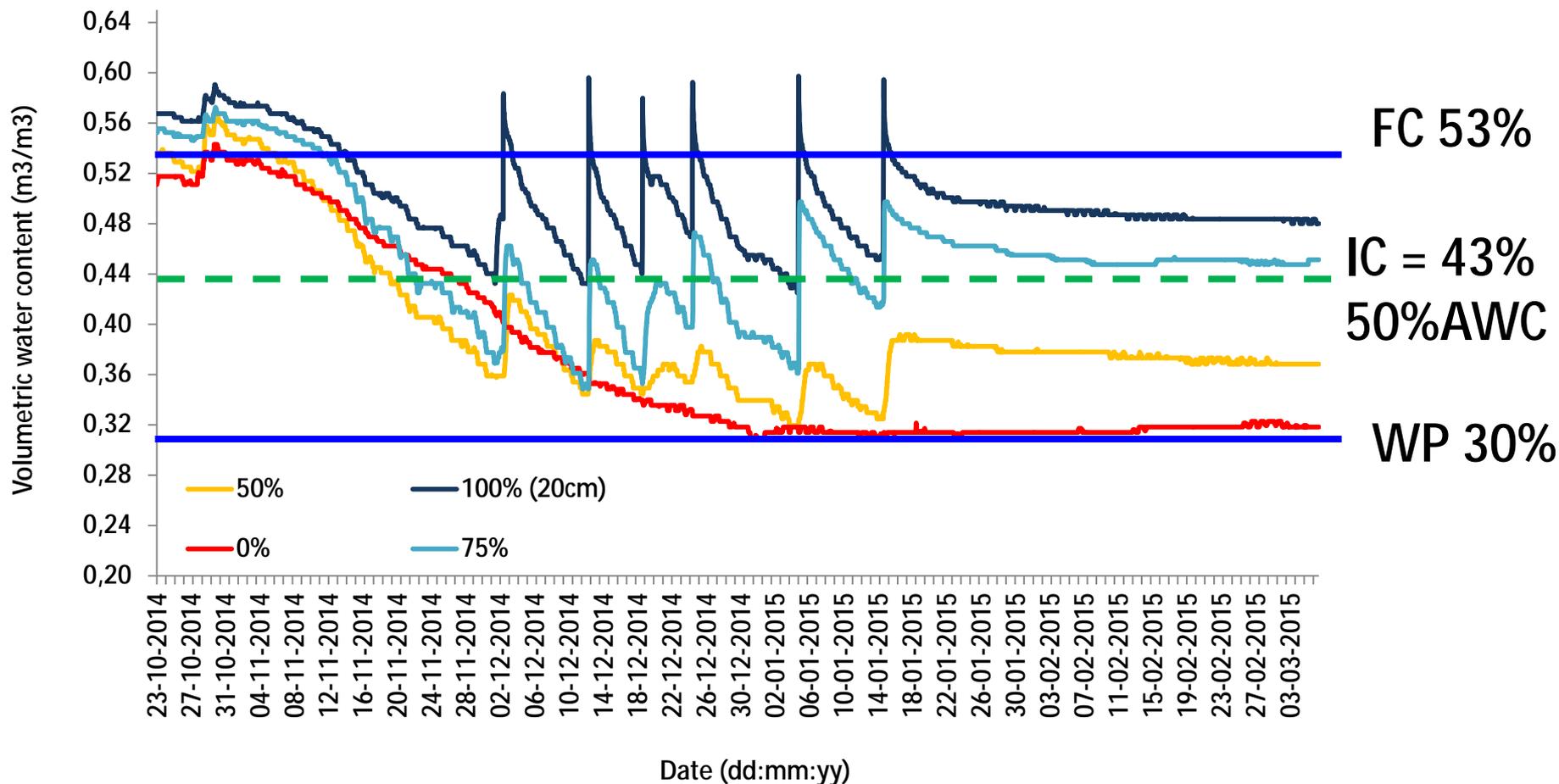


# Graphic of soil moisture for irrigation water regimes used in red clover



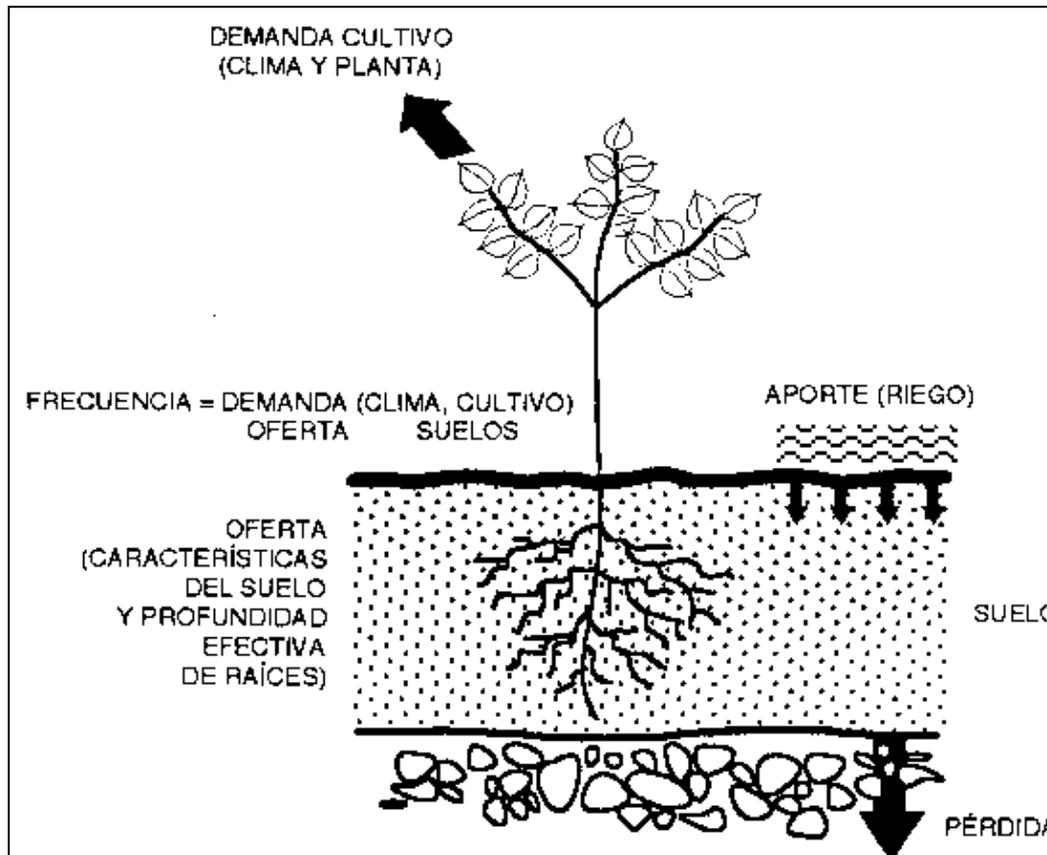


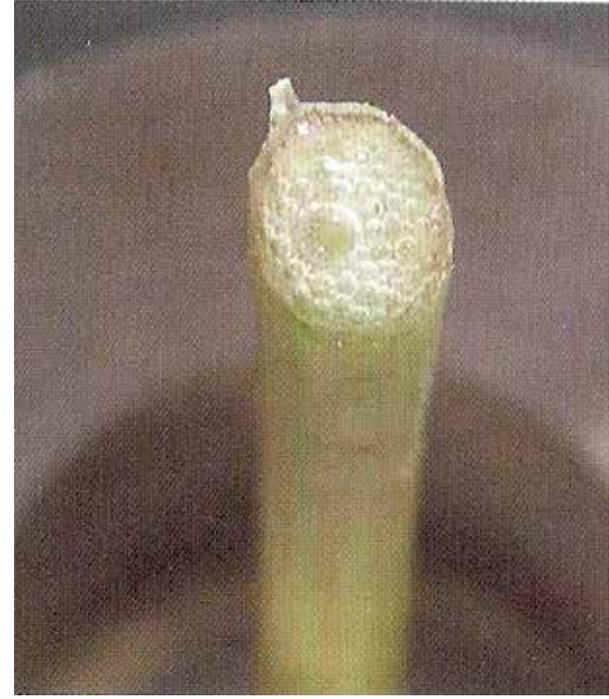
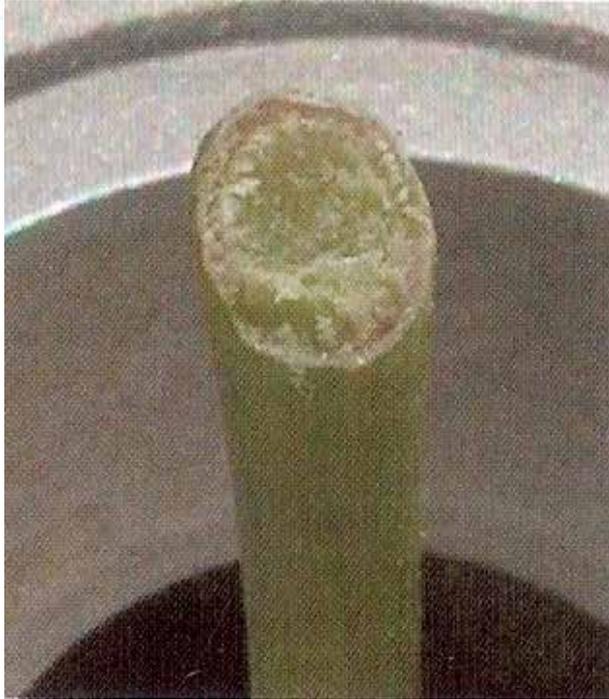
# Graphic of soil moisture for irrigation water regimes used in oat



# Métodos basados en el monitoreo del estado hídrico del cultivo

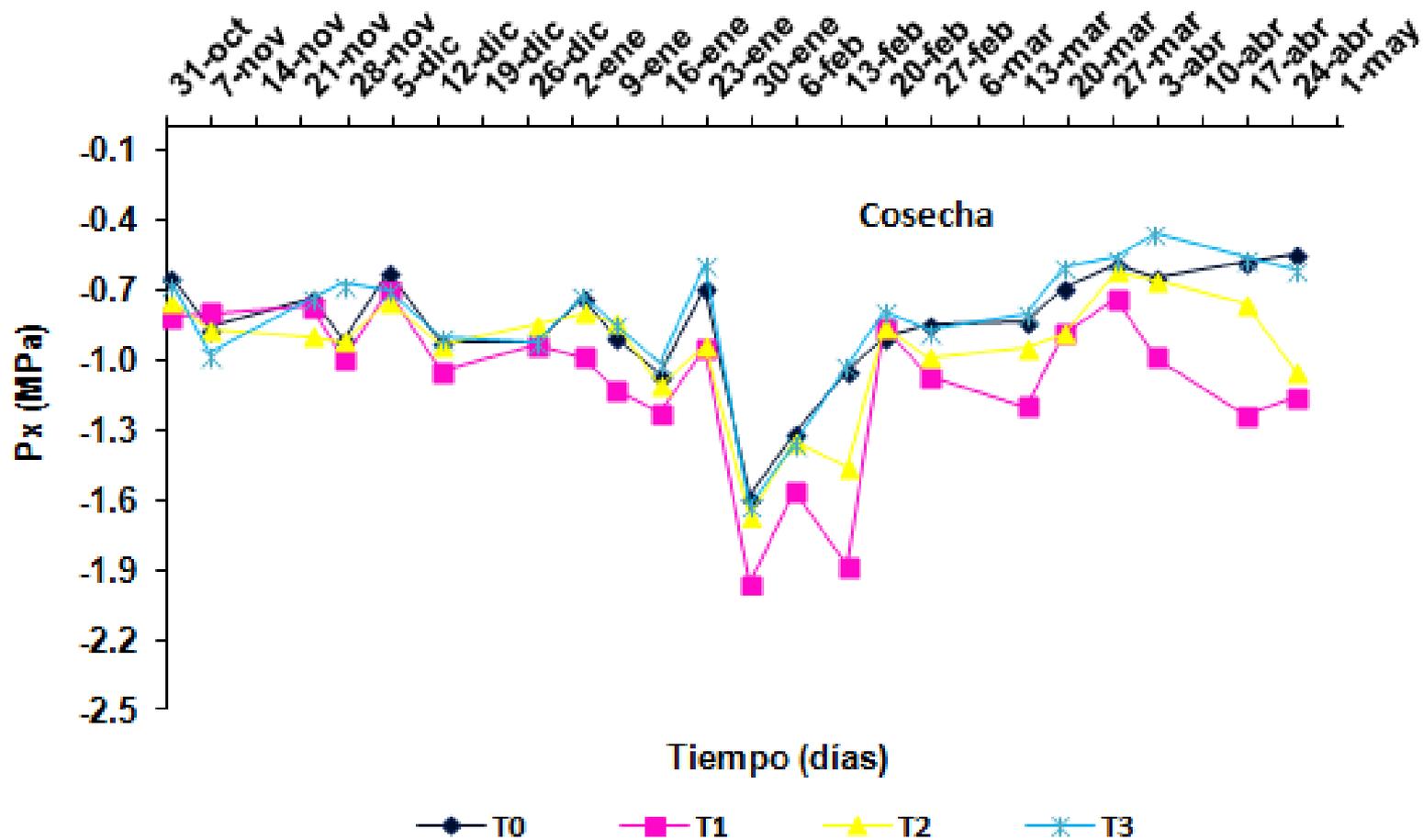
## Planta integra condiciones de suelo y clima







### ARANDANO (temporada 2012/13)





# ÍNDICE

## **1.- ANTECEDENTES GENERALES**

- *Variabilidad climática*
  - *Potencial impacto en el Sur de Chile*
  - *Balance hídrico Sur de Chile*

## **2.- USO RACIONAL DEL AGUA DE RIEGO**

- *Gestión hídrica intrapredial*
  - *Mantenimiento sistema de riego*
  - *Programación del riego*

## **3.- RESULTADOS PRELIMINARES CROP CHECK**



# ÍNDICE

## **1.- ANTECEDENTES GENERALES**

- *Variabilidad climática*
  - *Potencial impacto en el Sur de Chile*
  - *Balance hídrico Sur de Chile*

## **2.- USO RACIONAL DEL AGUA DE RIEGO**

- *Gestión hídrica intrapredial*
  - *Mantenimiento sistema de riego*
  - *Programación del riego*

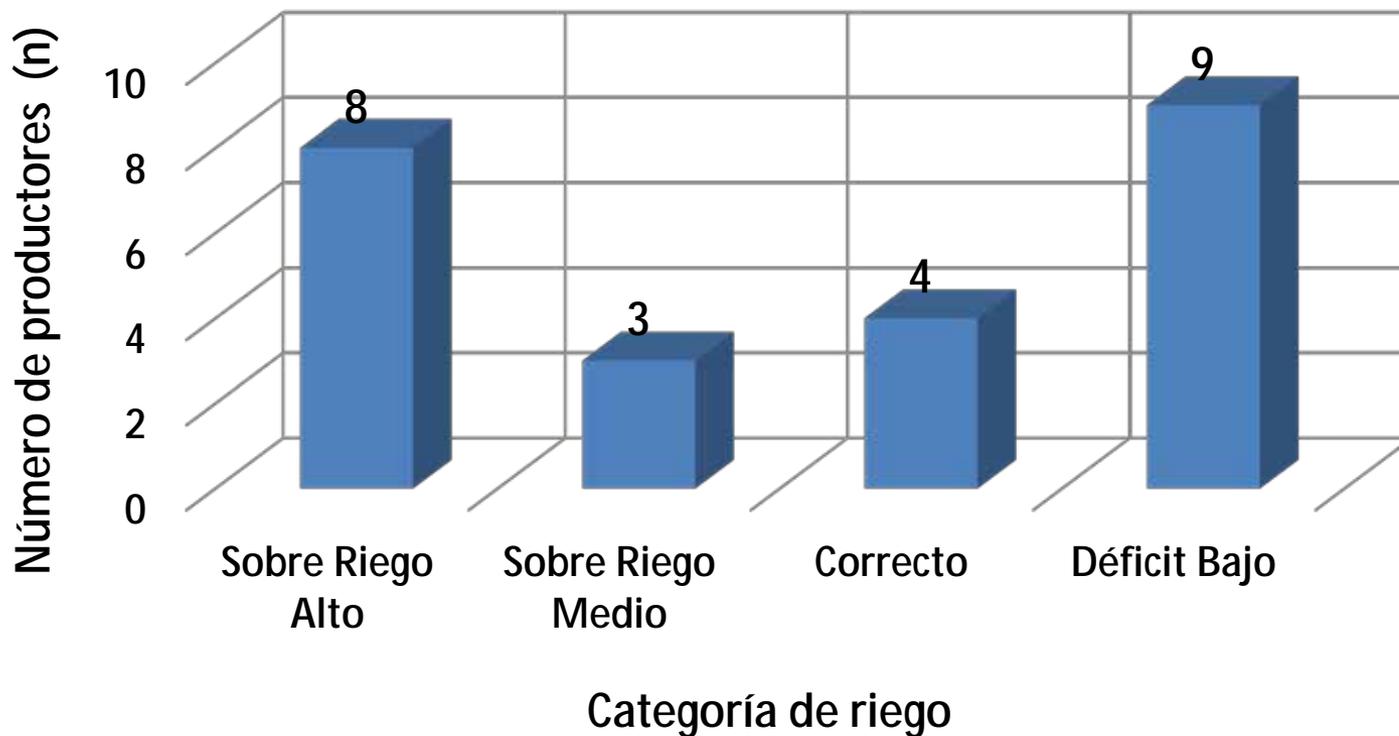
## **3.- RESULTADOS PRELIMINARES CROPCHECK**

- *Análisis descriptivo*



## Análisis general datos Cropcheck

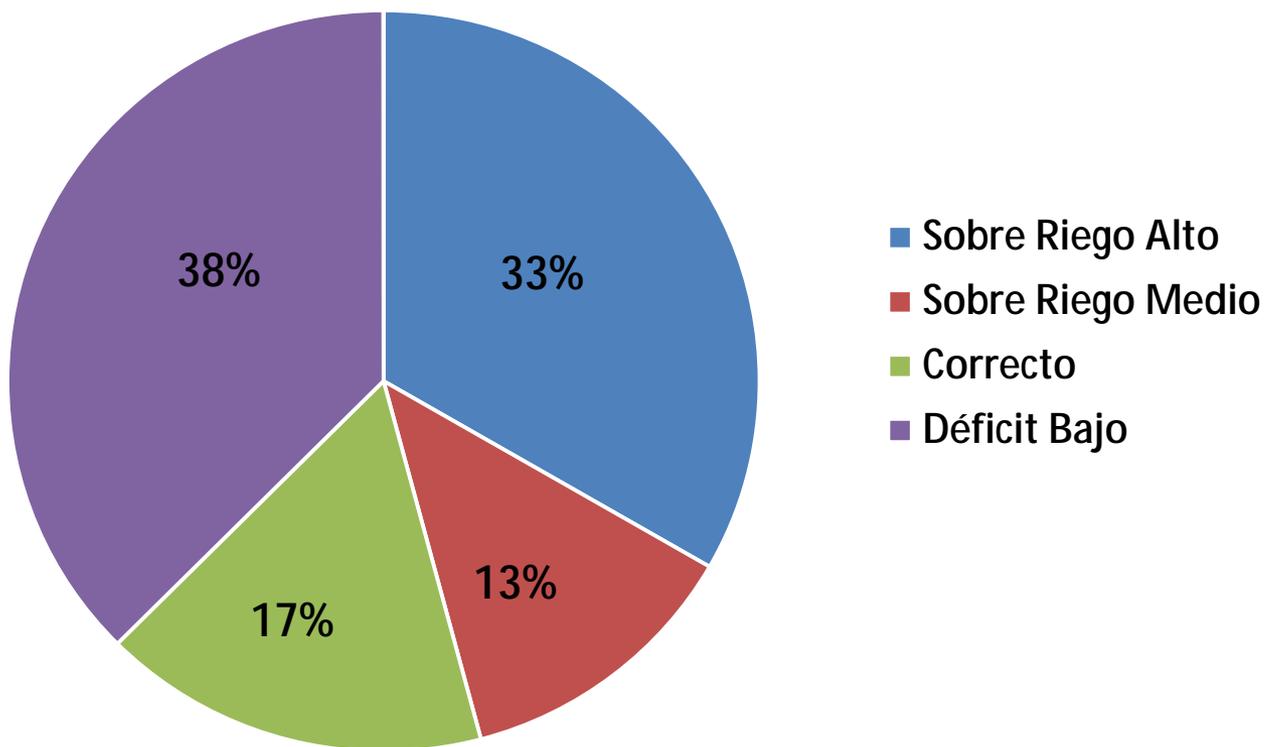
Distribución productores Cropcheck por categoría de riego





## Análisis general datos Cropcheck

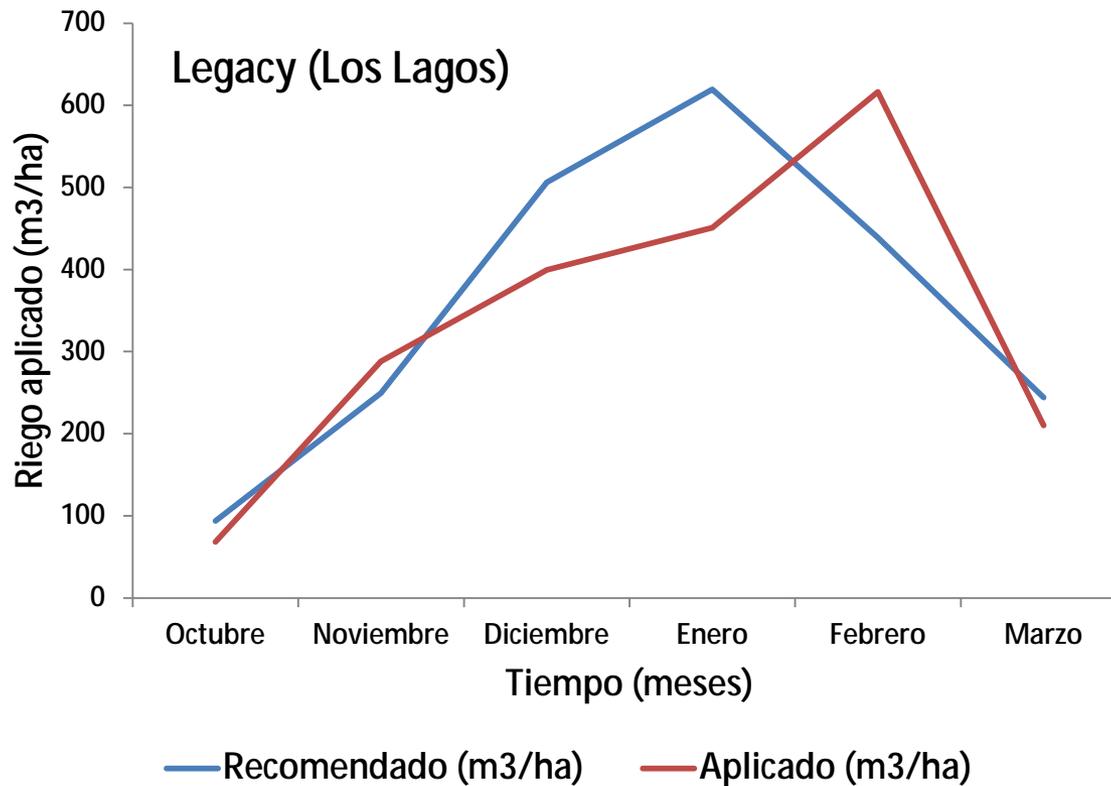
Distribución porcentual productores Cropcheck por categoría de Riego





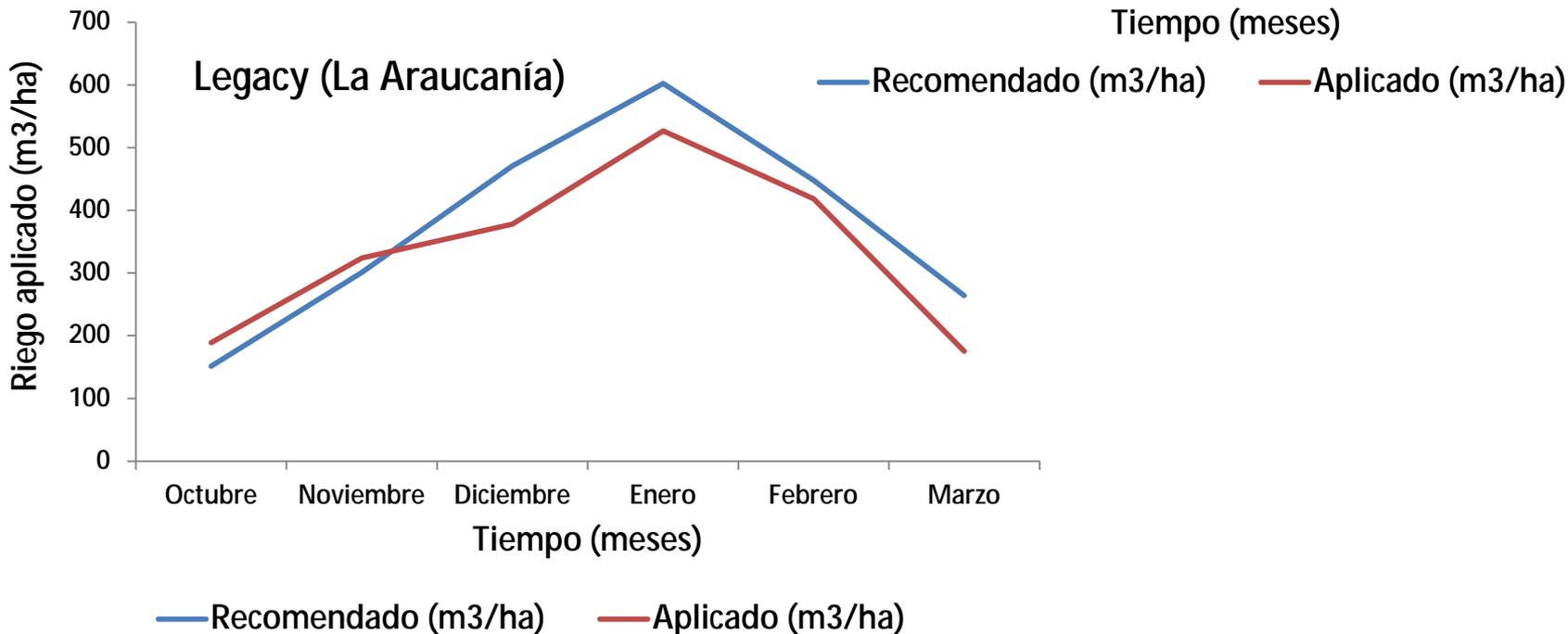
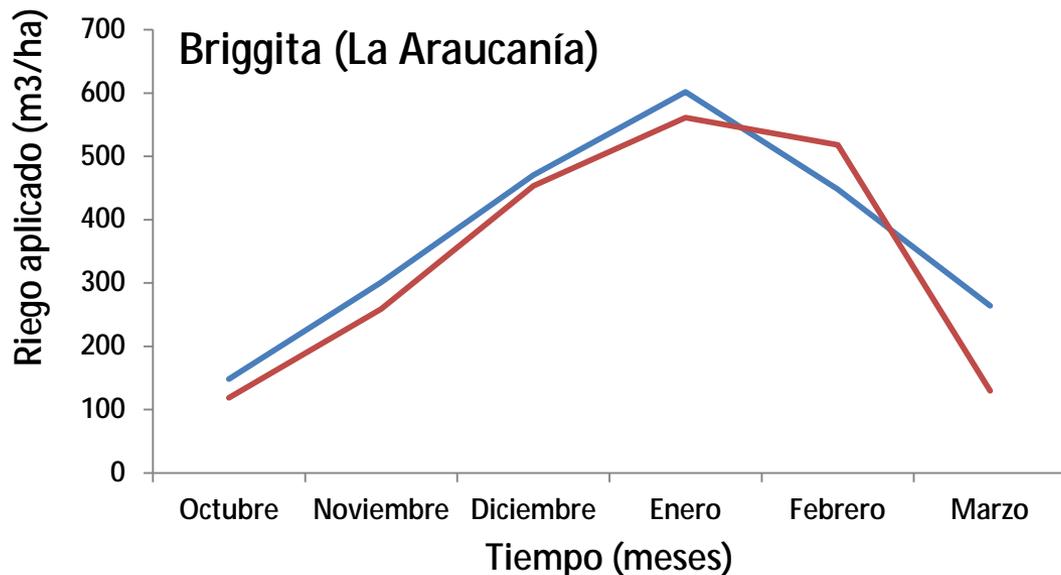
# Tendencia de los riegos aplicados

## Riegos bien aplicados





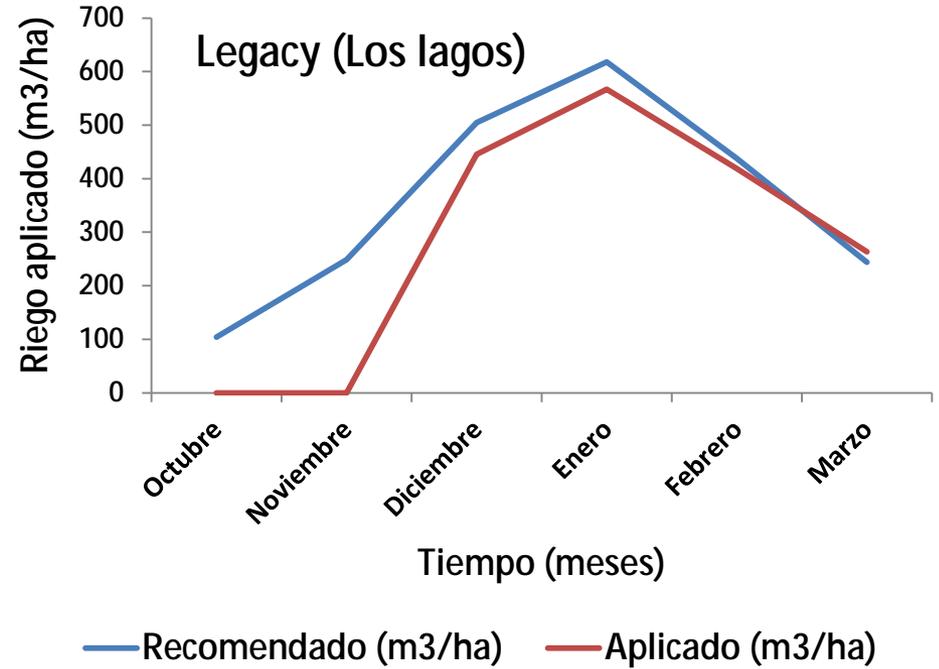
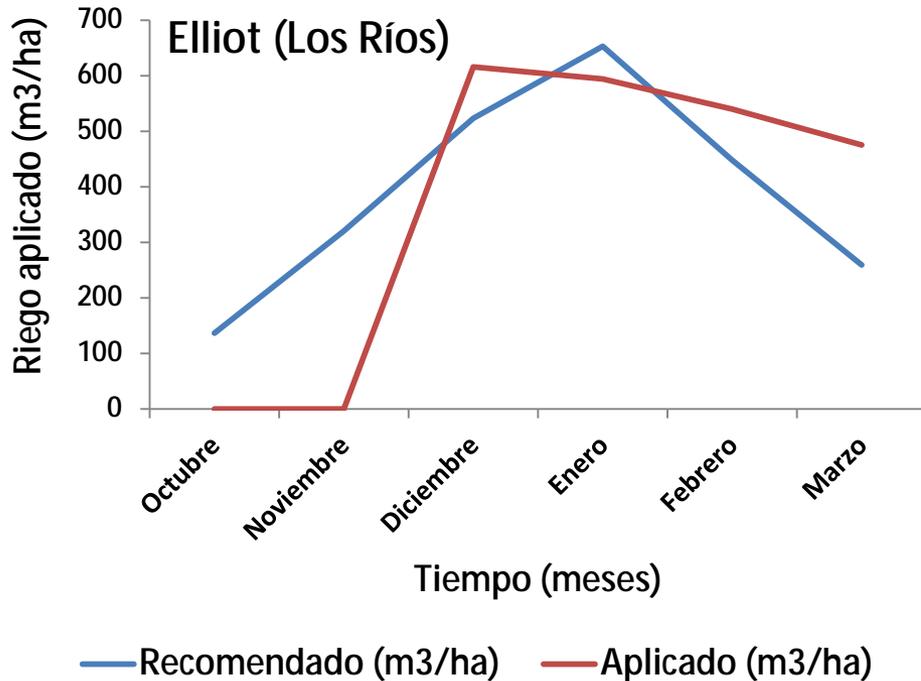
# Riegos bien aplicados





# Tendencia de los riegos aplicados

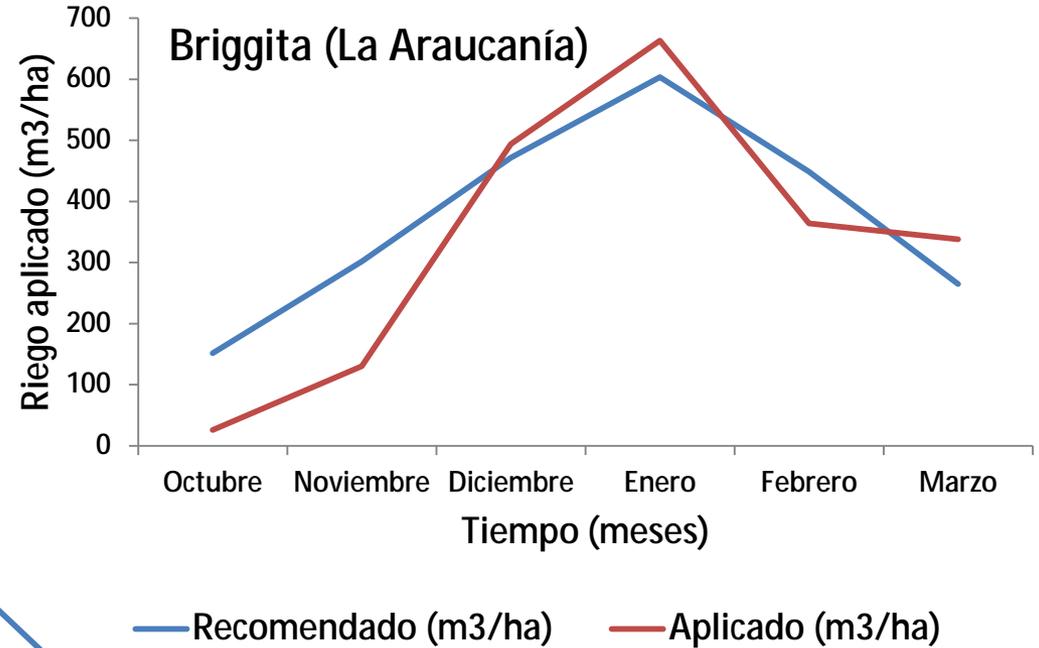
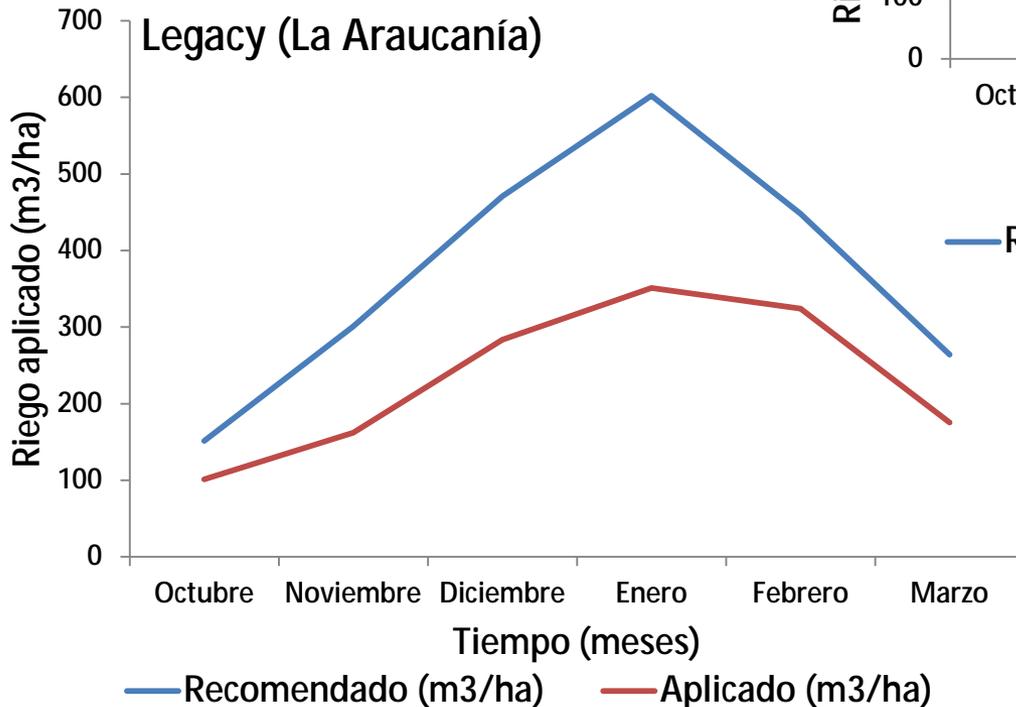
## Riegos con déficit bajo





# Tendencia de los riegos aplicados

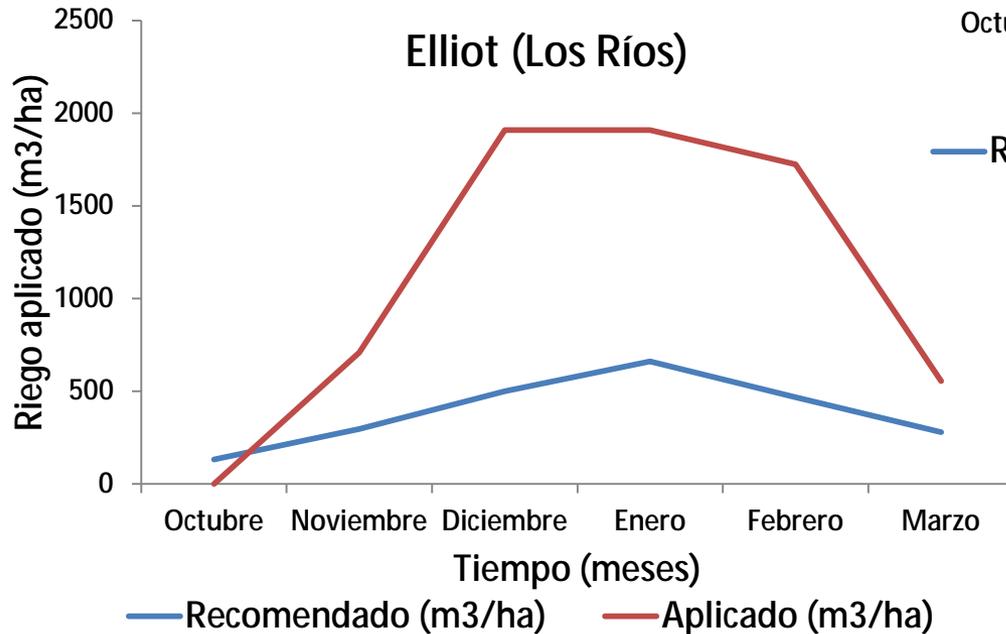
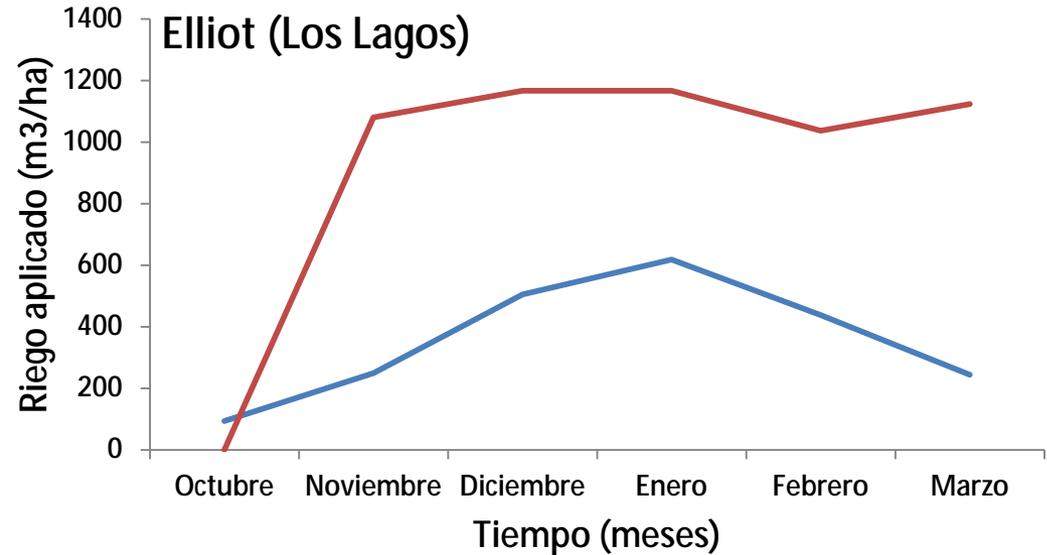
## Riegos con déficit bajo





# Tendencia de los riegos aplicados

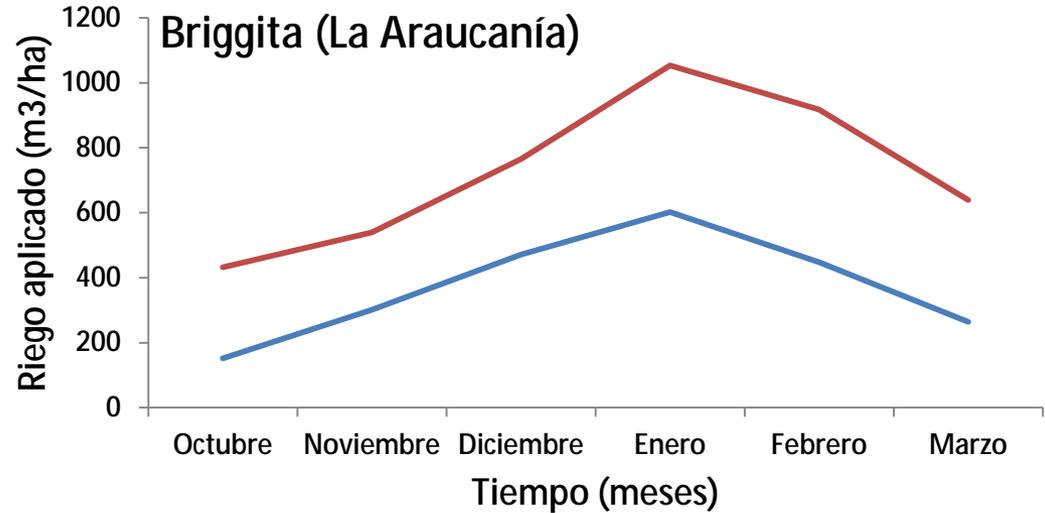
## Riegos con sobre riego alto



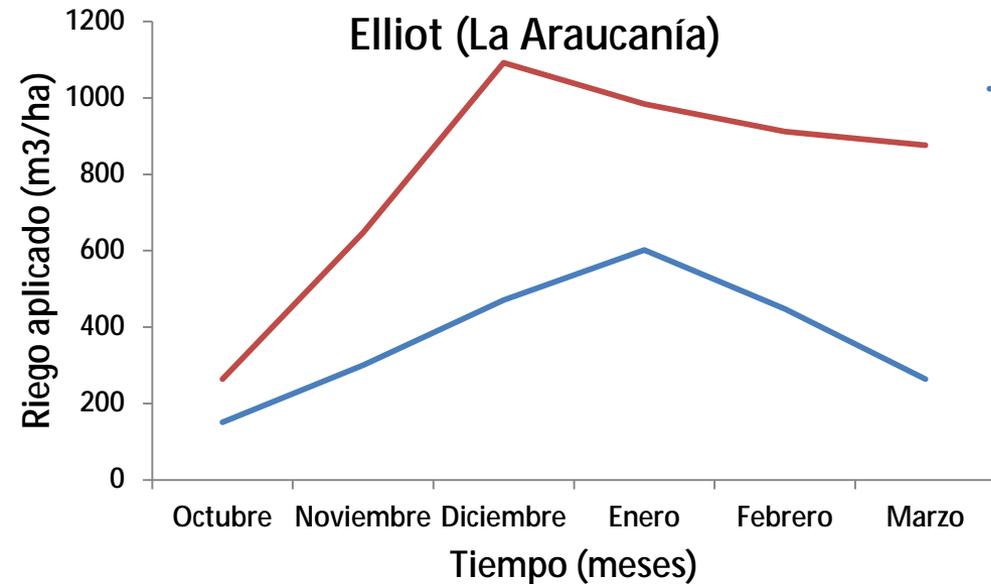


# Tendencia de los riegos aplicados

## Riegos con sobre riego alto



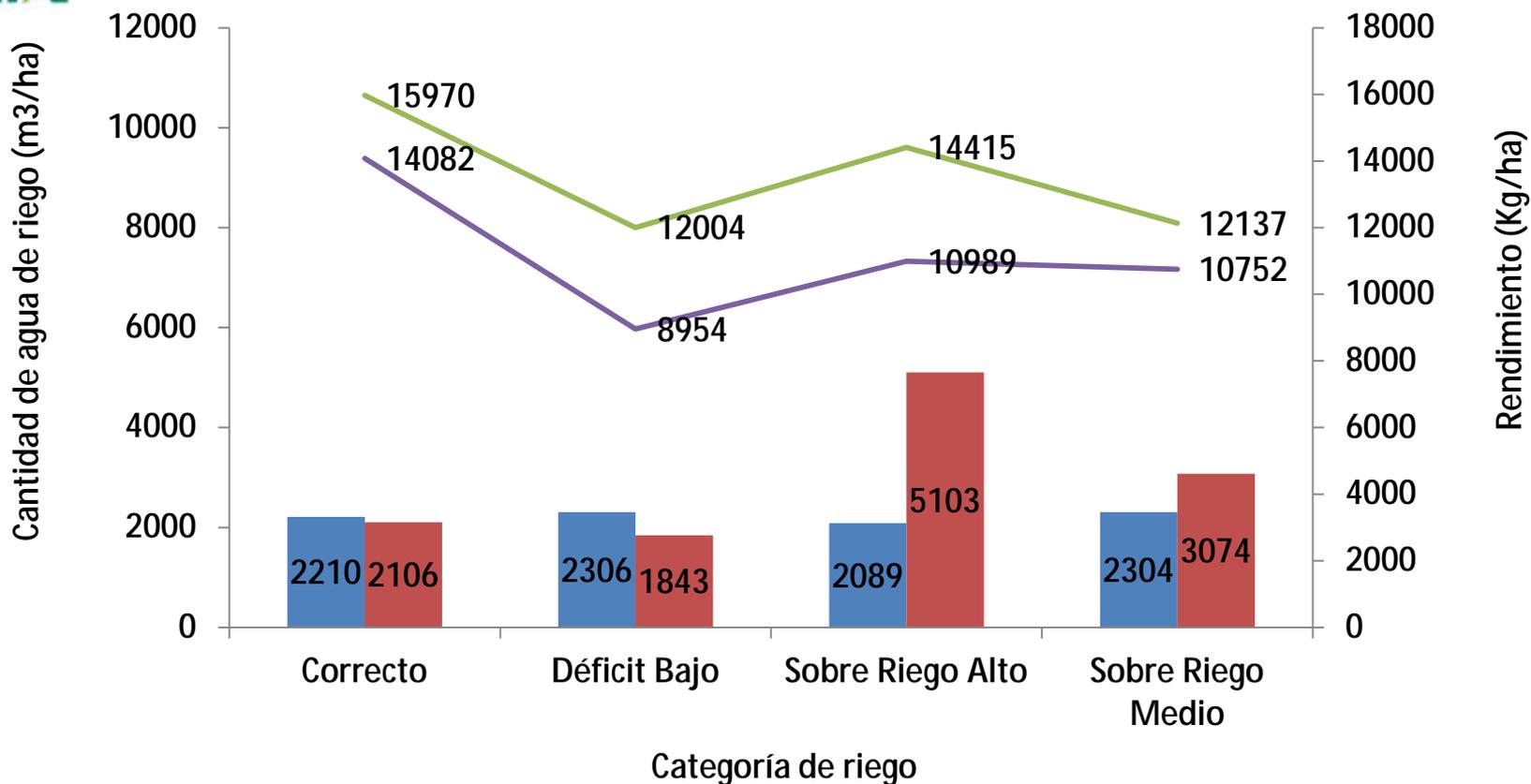
— Recomendado (m<sup>3</sup>/ha) — Aplicado (m<sup>3</sup>/ha)



— Recomendado (m<sup>3</sup>/ha) — Aplicado (m<sup>3</sup>/ha)



## Análisis por categoría de riego (todas las variedades)



■ Riego recomendado (m3/ha)

■ Riego aplicado (m3/ha)

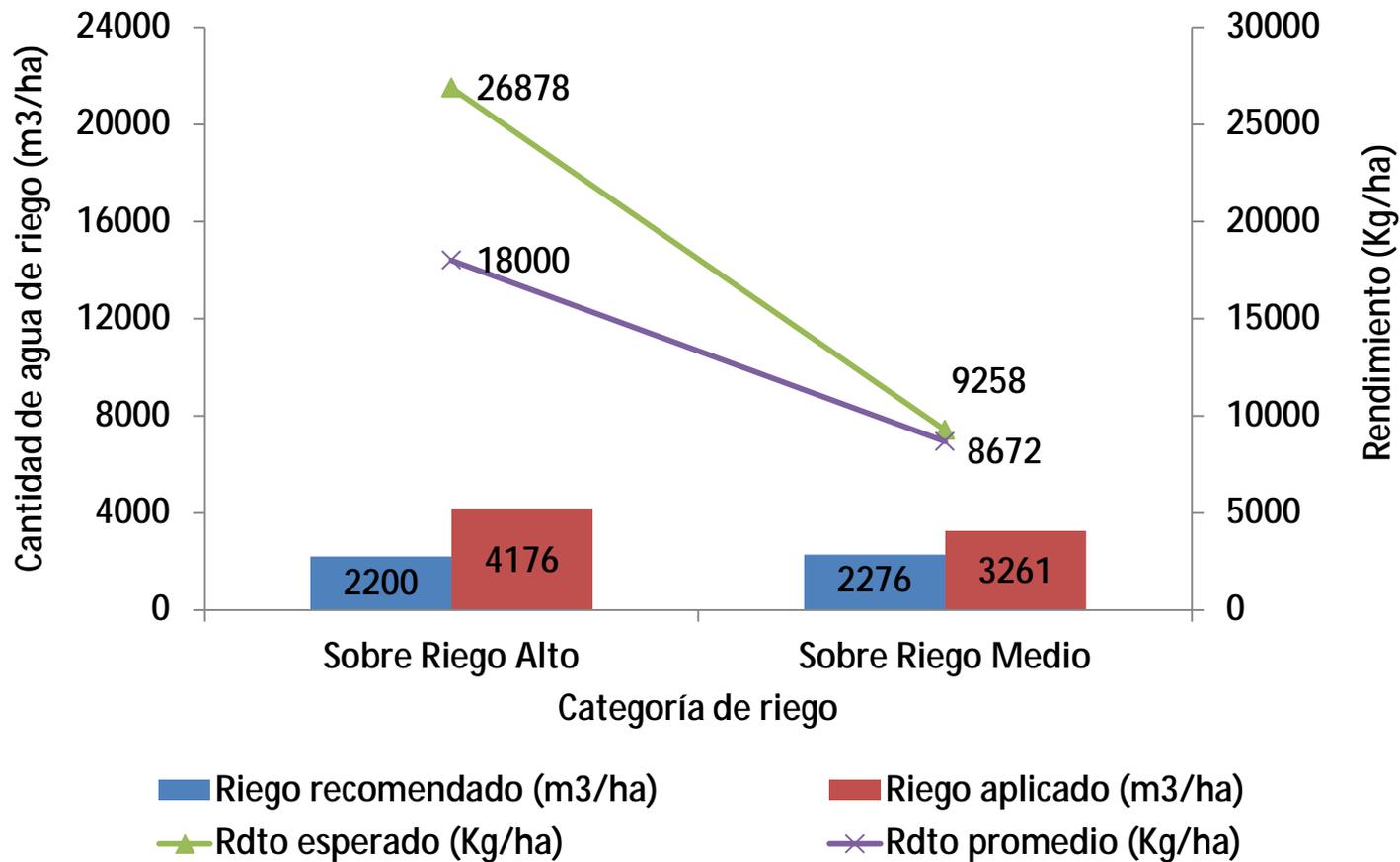
— Rdto esperado (Kg/ha)

— Rdto promedio (Kg/ha)



# Análisis de datos unidades Cropcheck por variedad y región

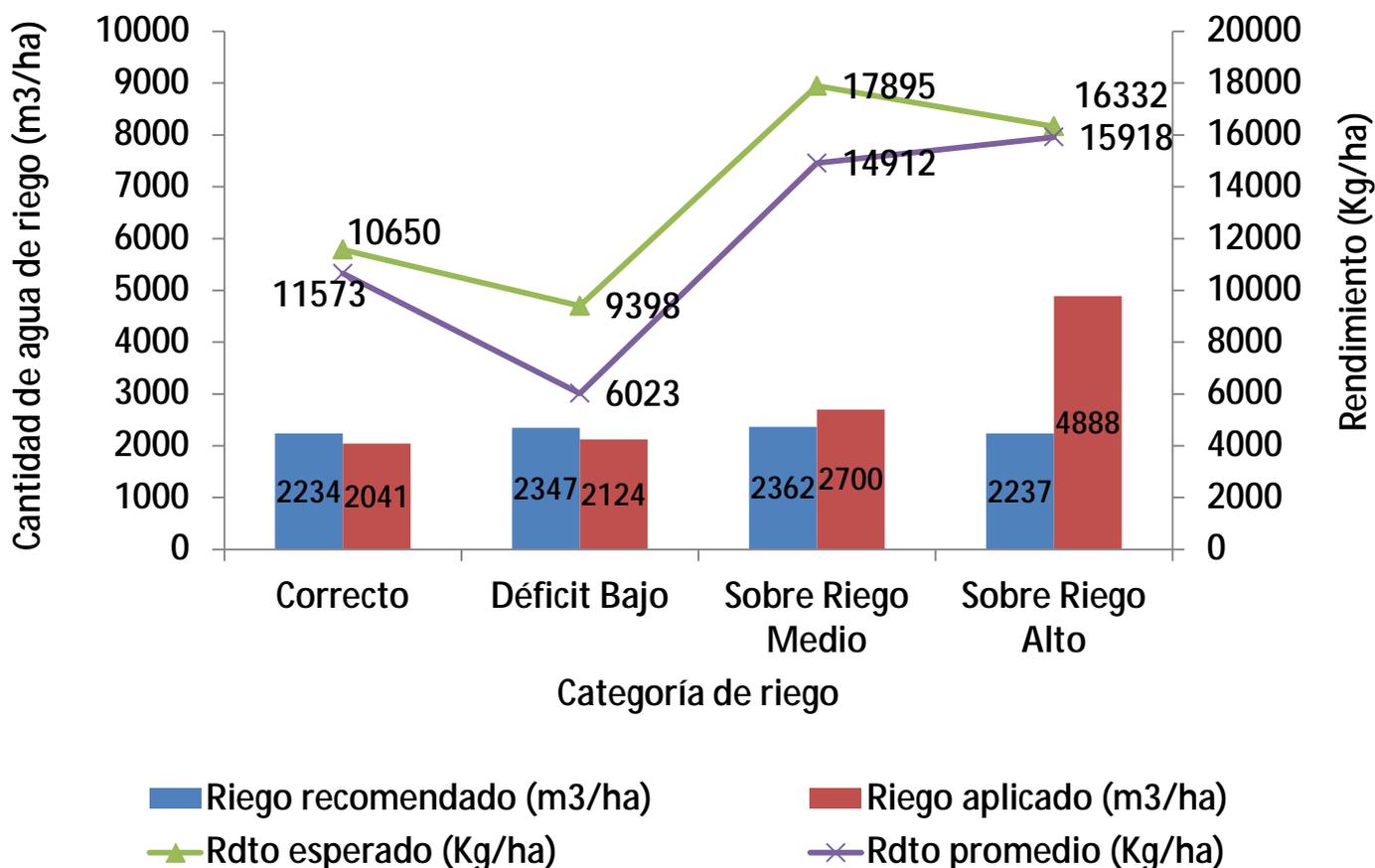
## Briggita (Región de Los Ríos)





# Análisis de datos unidades Cropcheck por variedad y región

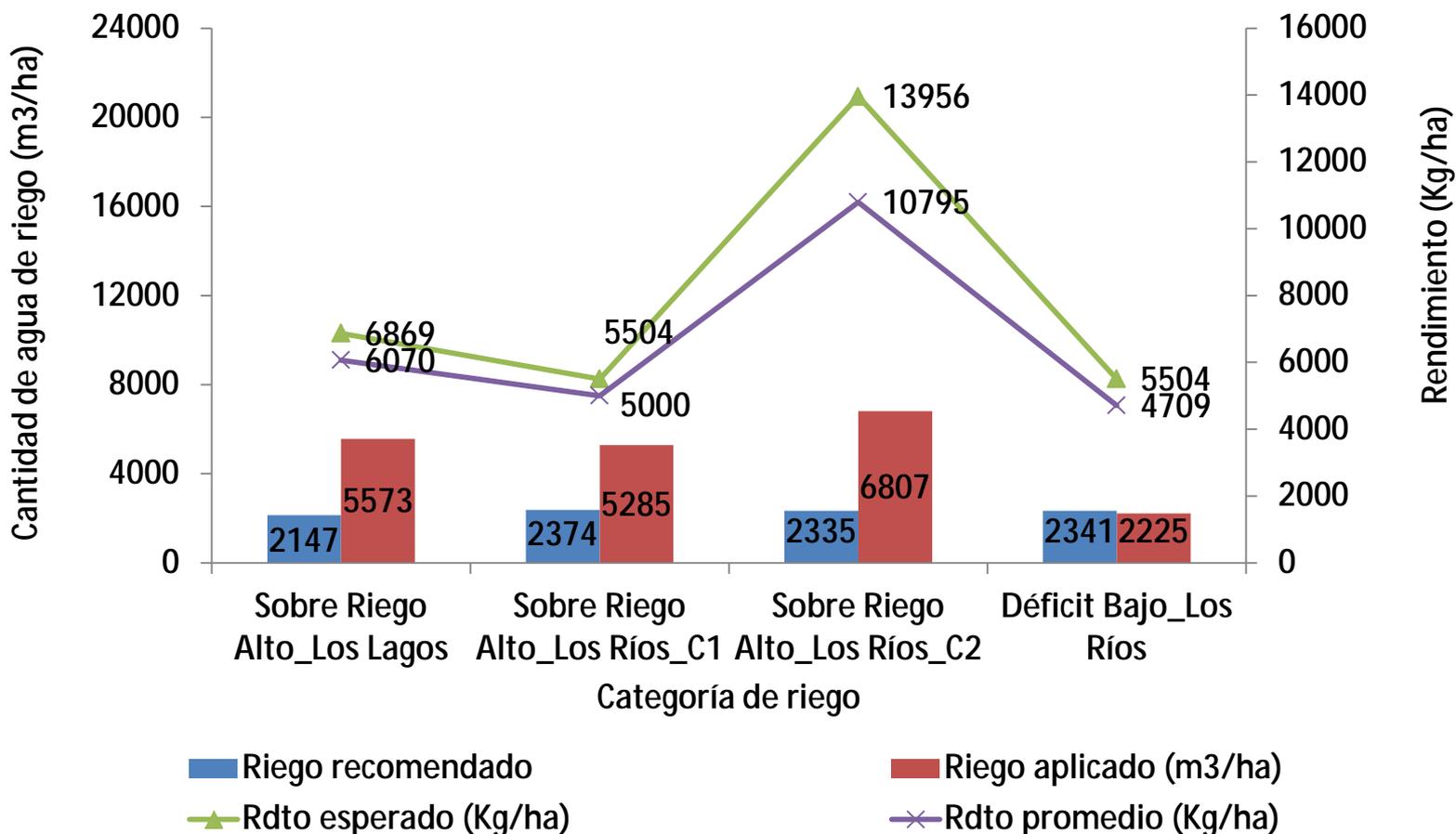
## Briggita (Región de La Araucanía)





# Análisis de datos unidades Cropcheck por variedad y región

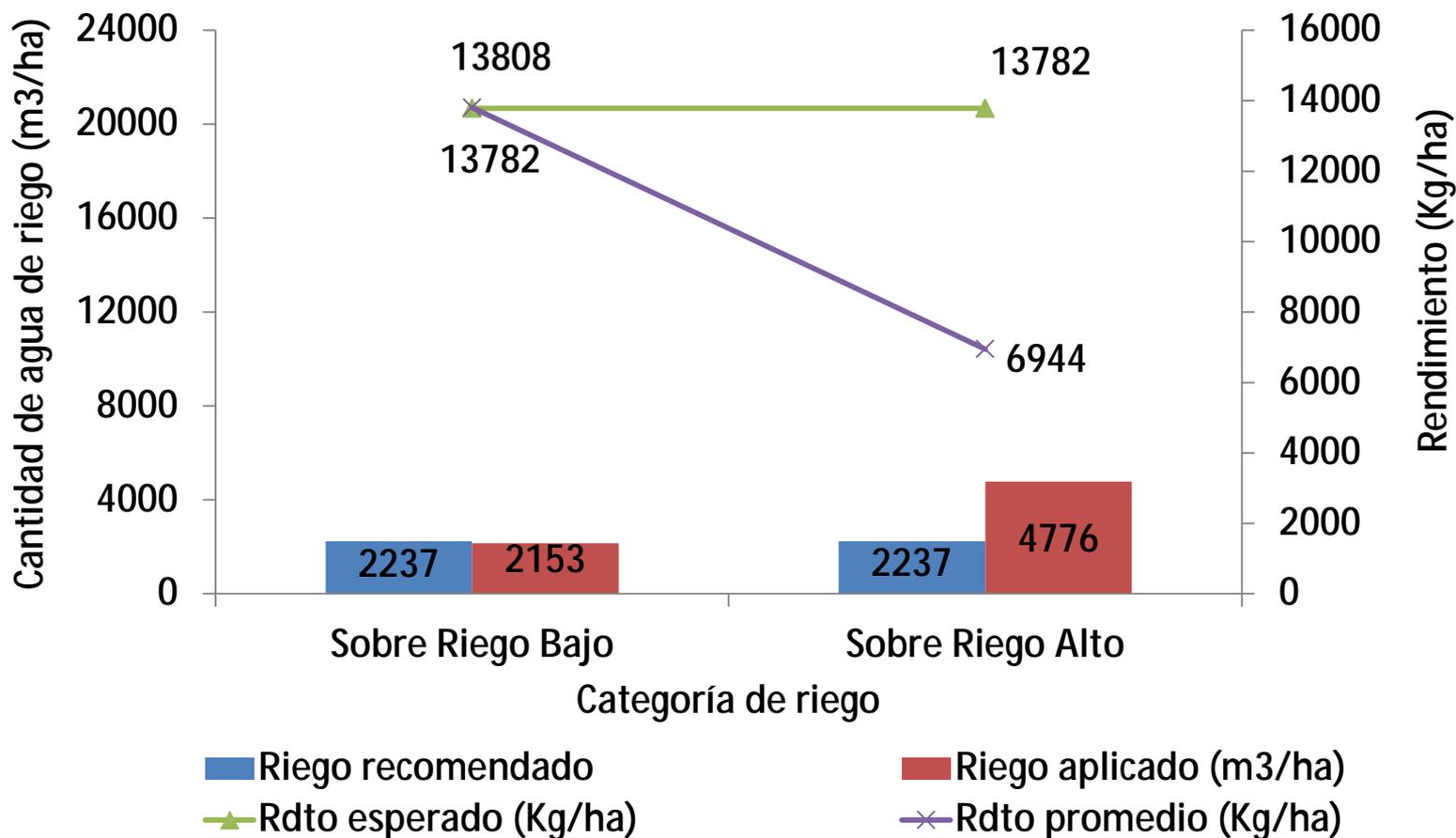
## Elliot (Región de Los Ríos y Los Lagos)





## Análisis de datos unidades Cropcheck por variedad y región

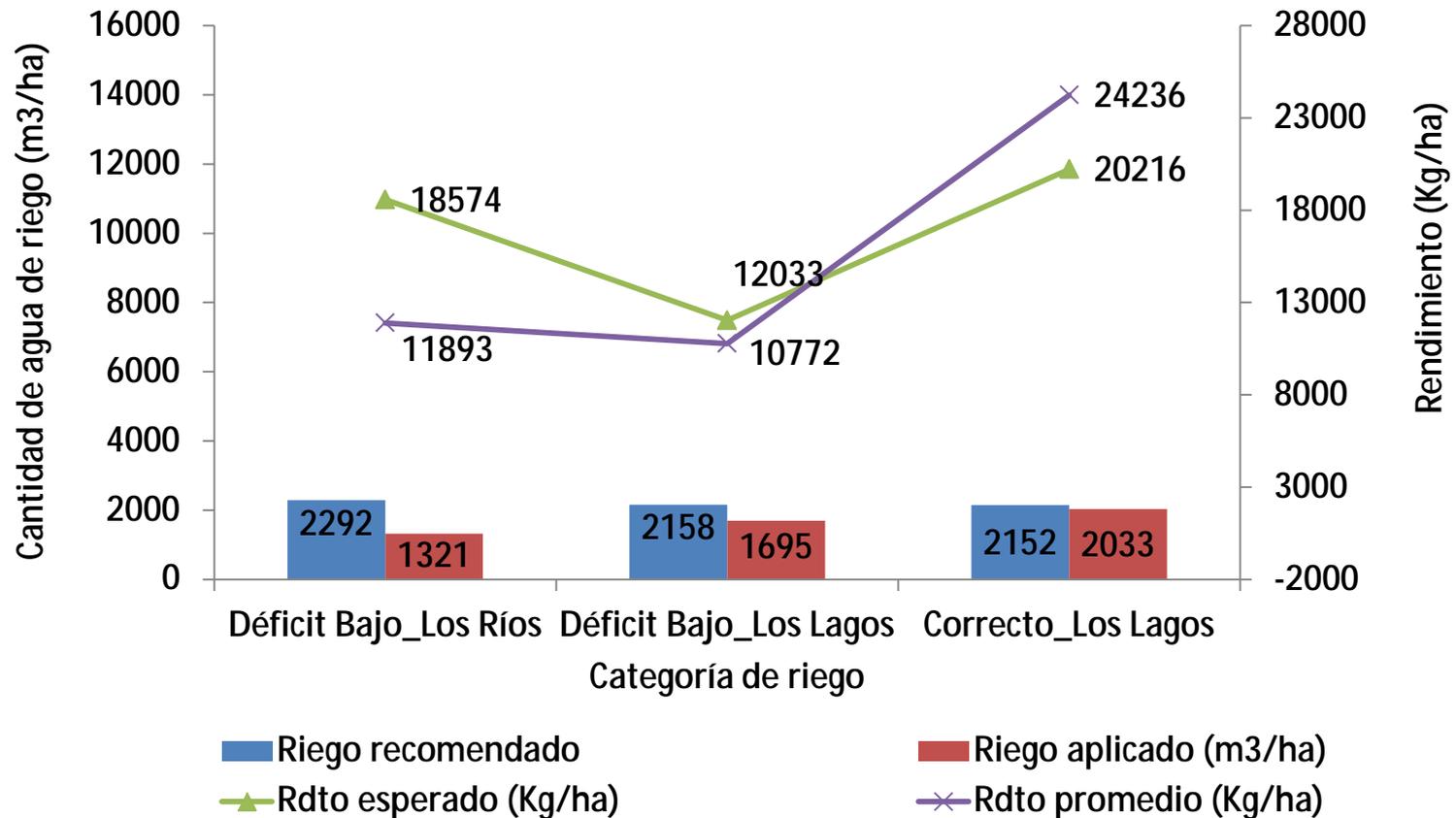
### Elliot (Región de La Araucanía)





# Análisis de datos unidades Cropcheck por variedad y región

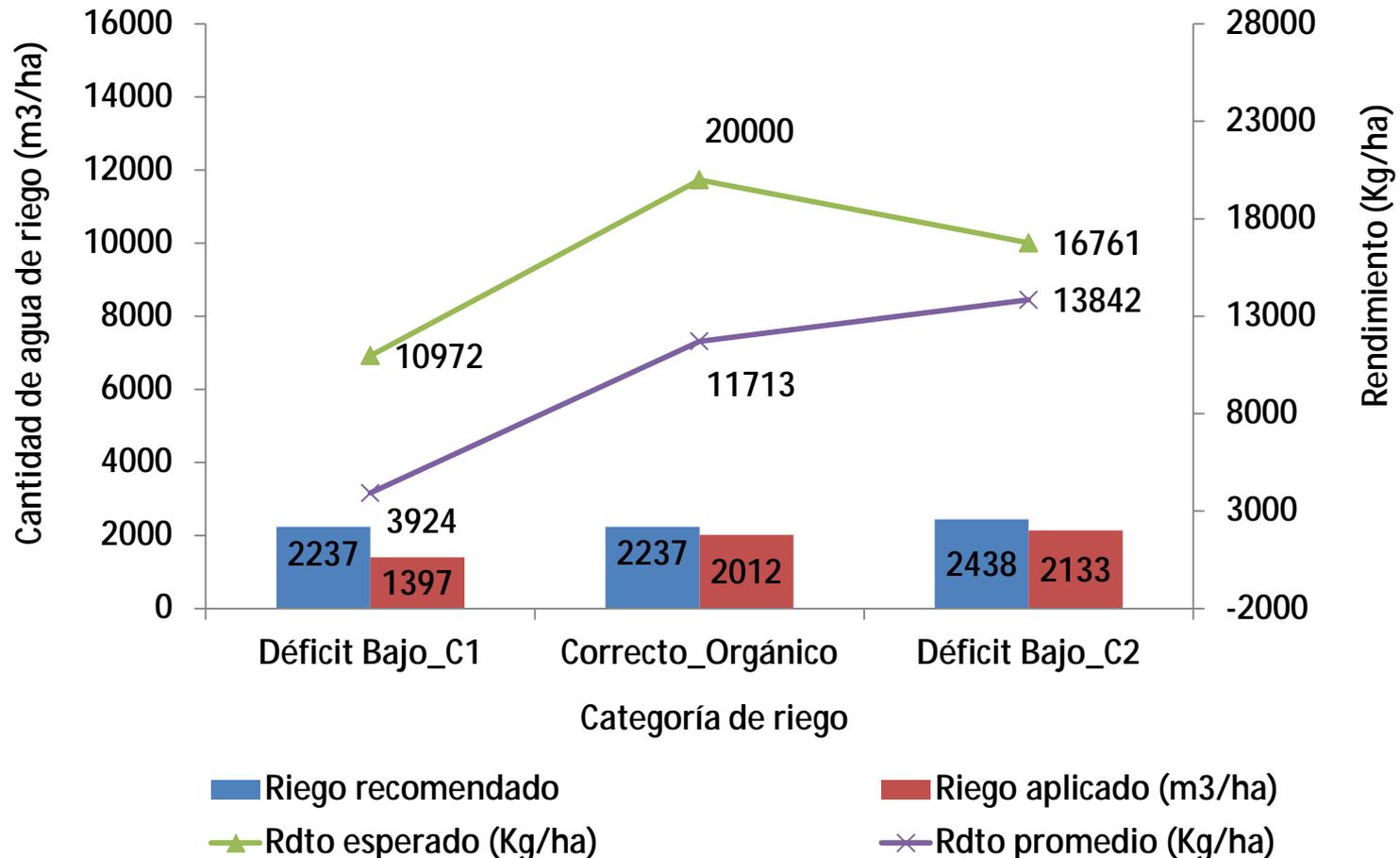
## Legacy (Región de Los Ríos y Los lagos)





# Análisis de datos unidades Cropcheck por variedad y región

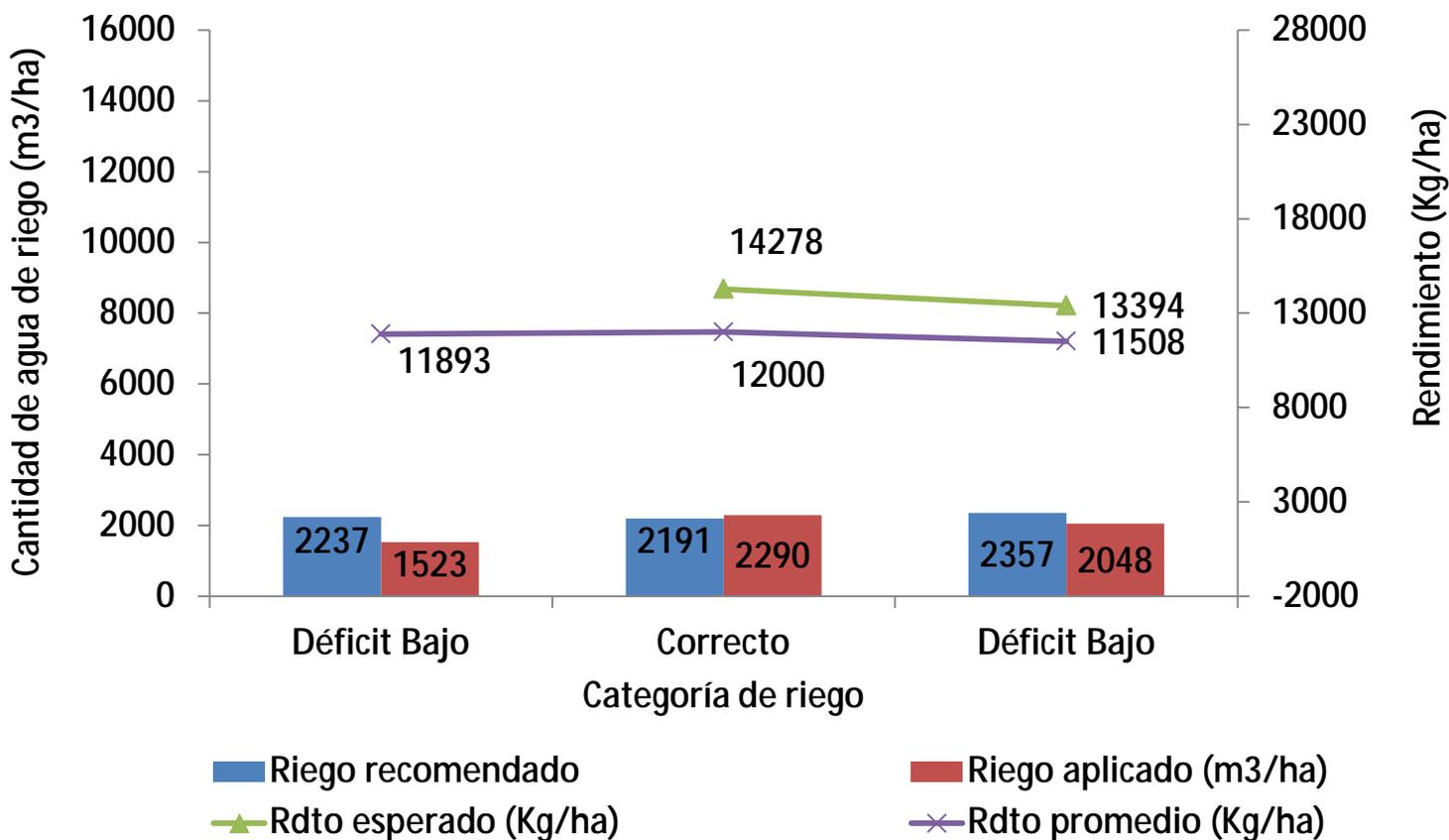
## Legacy (Región de La Araucanía)





# Análisis de datos unidades Cropcheck por variedad y región

## Duke (Región de La Araucanía)





# Requerimientos hídricos preliminares estimados unidades Cropcheck por región, zona agroecológica y variedad

## Región de La Araucanía

N	Zona Agroecológica	Comuna	Tipo de producción	Variedad	Categoría	Riego recom (m3/ha)	Riego aplicado (m3/ha)	Rdto esperado (Kg/ha)	Rdto promedio (Kg/ha)
3	Precordillera	Villarrica	Convencional	Briggita	Correcto	2234	2041	11573	10650
18	Precordillera	Villarrica	Convencional	Briggita	Sobre Riego Alto	2237	5429	16970	14837
21	Precordillera	Villarrica	Convencional	Briggita	Sobre Riego Alto	2237	4347	15694	17000
20	Precordillera	Villarrica	Convencional	Legacy	Déficit Bajo	2237	1397	10972	3924
24	Precordillera	Villarrica	Orgánica	Legacy	Correcto	2237	2012	20000	11713
1	Precordillera	Villarrica	Convencional	Duke	Déficit Bajo	2237	1523		11893
7	Valle central	Perquenco	Convencional	Briggita	Sobre Riego Alto	2237	4428	15663	9267
16	Valle central	Quepe	Convencional	Briggita	Déficit Bajo	2242	2015	12411	8998
17	Valle central	Freire	Orgánico	Briggita	Déficit Bajo	2452	2232	6384	3049
8	Valle central	Freire	Orgánica	Elliot	Sobre Riego Bajo	2237	2153	13782	13808
10	Valle central	Gorbea	Convencional	Elliot	Sobre Riego Alto	2237	4776	13782	6944
26	Valle central	Freire	Convencional	Legacy	Déficit Bajo	2438	2133	16761	13842
14	Secano interior	Galbarino	Convencional	Briggita	Sobre Riego Medio	2362	2700	17895	14912
11	Secano interior	Quino	Convencional	Duke	Déficit Bajo	2357	2048	13394	11508
9	Secano costero	Teodoro Schmidt	Convenional	Duke	Correcto	2191	2290	14278	10000

**RH » 2.200 – 2.500 m3/ha**



# Requerimientos hídricos preliminares estimados unidades Cropcheck por región, zona agroecológica y variedad

## Región de Los Ríos

N	Zona Agroecológica	Comuna	Tipo de producción	Variedad	Categoría	Riego recom (m3/ha)	Riego aplicado (m3/ha)	Rdto esperado (Kg/ha)	Rdto promedio (Kg/ha)
6	Huichaco	Valdivia	Orgánico	Elliot	Sobre Riego Alto	2374	5285	5504	5000
19	Huichaco	Panguipulli	Convencional	Briggita	Sobre Riego Medio	2212	2598	9173	8373
23	Huichaco	Panguipulli	Convencional	Briggita	Sobre Riego Alto	2200	4176	26878	18000
2	Itropulli	Paillaco	Convencional	Legacy	Déficit Bajo	2292	1321	18574	11893
25	Itropulli	Paillaco	Convencional	Briggita	Sobre Riego Medio	2339	3924	9343	8971
12	Remehue	La Unión	Orgánico	Elliot	Déficit Bajo	2341	2225	5504	4709
13	Remehue	La Unión	Convencional	Elliot	Sobre Riego Alto	2335	6807	13956	10795

**RH » 2.200 – 2.300 m3/ha**



# Requerimientos hídricos preliminares estimados unidades Cropcheck por región, zona agroecológica y variedad

## Región de Los Lagos

N	Zona Agroecológica	Comuna	Tipo de producción	Variedad	Categoría	Riego recom (m <sup>3</sup> /ha)	Riego aplicado (m <sup>3</sup> /ha)	Rdto esperado (Kg/ha)	Rdto promedio (Kg/ha)
4	Remehue	Osorno	Convencional	Legacy	Déficit Bajo	2158	1695	12033	10772
15	Remehue	Osorno	Convencional	Legacy	Correcto	2152	2033	20216	24236
5	Remehue	Osorno	Convencional	Elliot	Sobre Riego Alto	2147	5573	6869	6070

**RH » 2.100 – 2.150 m<sup>3</sup>/ha**



**¡¡¡...GRACIAS POR VUESTRA  
ANTENCIÓN...!!!**