

Seminario

Manejo del riego y suelo en el cultivo del palto

27-28 de Septiembre de 2006

Gobierno de Chile
Ministerio de Agricultura

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
Institute of Agricultural Research

El Centro Regional de Investigación (CRI) La Platina
Santa Rosa 11610 - La Pintana - Santiago - Chile
Teléfono: (562) 757-5100 - Fax: (562) 541-7667

<http://www.inia.cl/platina>

Nuevas consideraciones para el manejo de riego en paltos

Alejandro Palma
Quillota, Septiembre 2006.

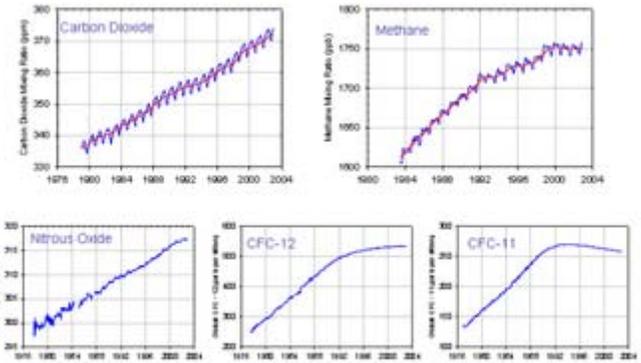


Introducción

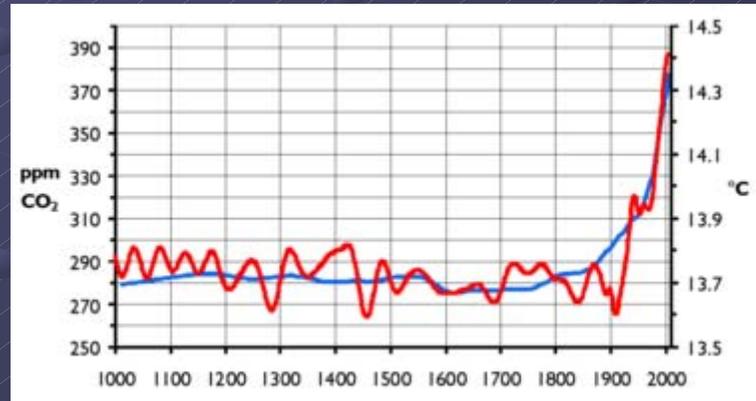




Global Trends in Major Greenhouse Gases to 1/2003



Global trends in major long-lived greenhouse gases through the year 2002. These five gases account for about 97% of the direct climate forcing by long-lived greenhouse gas increases since 1750. The remaining 3% is contributed by an assortment of 10 minor halogen gases, mainly HCFC-22, CFC-113 and CCl_4 .



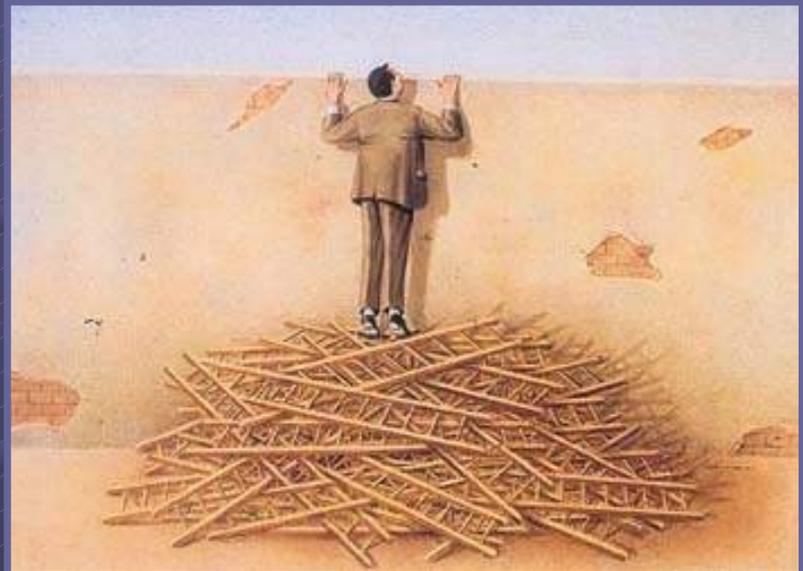
Temario

- Introducción
- Escenario actual del negocio en Chile.
- Potencial productivo del palto
- Objetivos técnicos a considerar para el riego.
- Factores prácticos a considerar antes de decidir regar.
- Elementos de evaluación y el Dendrómetro.
- Consecuencias y realidades en el huerto
- Nuevas tendencias



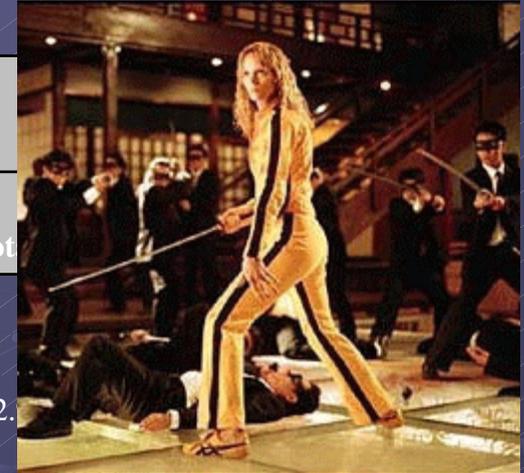
Escenario actual del negocio en Chile

- Fundamental para tomar una actitud técnica



Costos de manejo

Item	Unidad	Año 5 (50 ha)		
		Cant.Total	\$/uni.	Tot
Fertilización				
Fertilizante Líquido	lt	115.200	200	22.840.000
Acido Bórico	kg	60	351	21.055.000
Quelato de fierro (EDHHA)	kg	1.000	10.830	10.830.000
M.O. fertigación	Jh	250	6.920	1.730.000
...	Jh	446	6.920	3.089.286
...	lt	200	3.078	615.600
...	lt	100	6.099	609.900



Costos de manejo

Análisis del negocio:

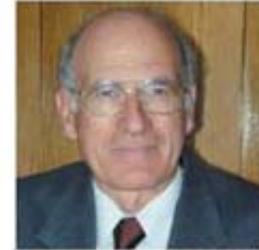
- ❖ Costos D + I / ha: U\$ 6.500
- ❖ Amortización / ha: U\$ 2.000
- ❖ Utilidad / ha: U\$ 1.500

Requerimiento / ha: U\$ 10.000



Costos de manejo

Análisis del negocio:



JUAN RUIZ-TAGLE I.

PRESIDENTE
COMITE DE PALTAS

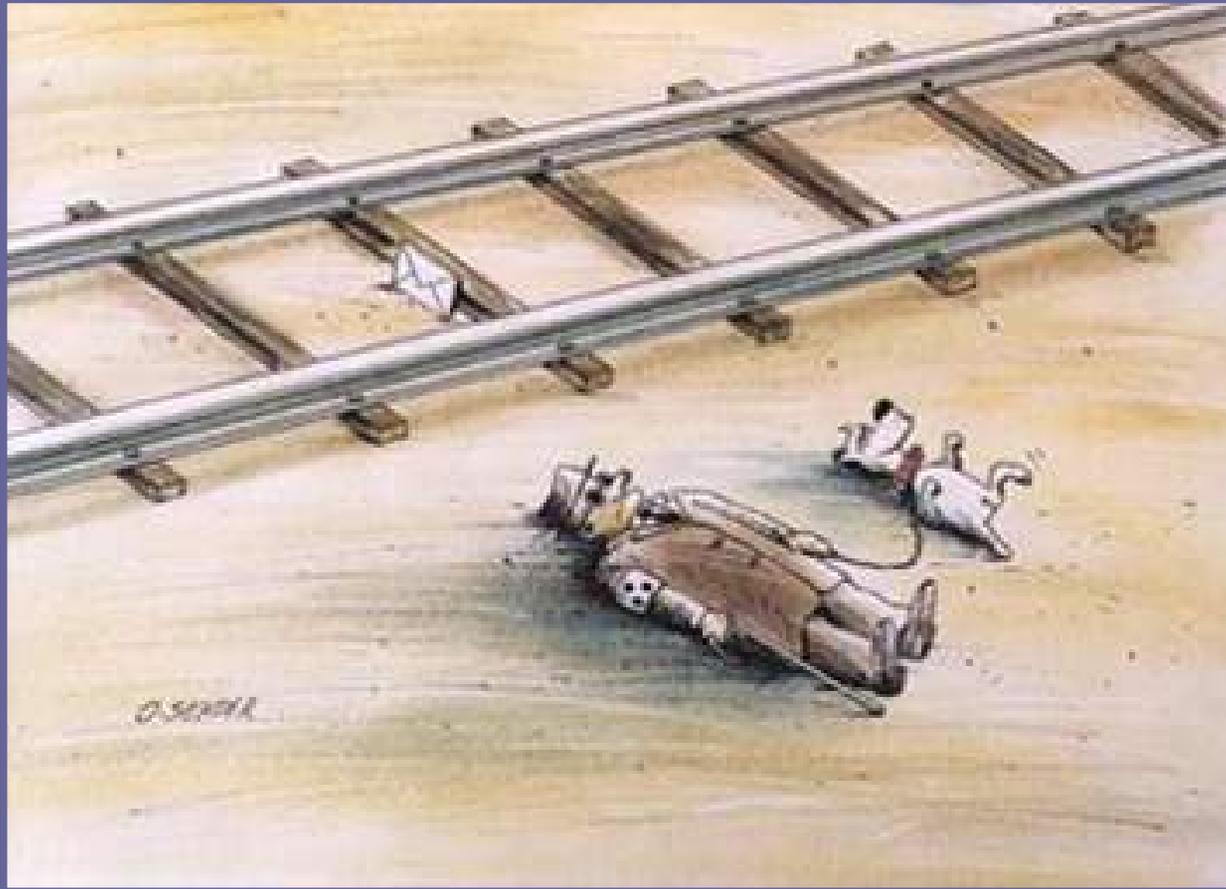
DIRECTOR - PRODUCTOR

- ❖ Ingreso futuro proyectado U\$ 0,5 / Kg. Con 220gr. Prom.
- ❖ Requerimiento / ha: U\$ 10.000

Neto a producir: 20.000 kg. / ha



¿Posee el palto el potencial productivo, como para hacer de esta actividad un negocio?



Potencial productivo del palto

Floración (F): 40%

Polinización (P): 10%

Fecundación (Fe): 50%

Primera caída (Prc): 50%

Segunda caída (Sec): 2%



Parámetros a considerar en el manejo del Palto

(Análisis del potencial)

$$1.000.000 \times (F) \times (P) \times (Fe) \times (Prc) \times (Sec) = N^{\circ} \text{ frutos / pl.}$$

$$1.000.000 \times 0,4 \times 0,10 \times 0,5 \times 0,5 \times 0,02 = 200 \text{ frutos /pl.}$$

$$\text{Potencial: } 556 \text{ pl/ha} \times 200 \text{ gr.} \times 200 \text{ frutos} = 22,2 \text{ ton /ha}$$



Tranquilidad



Parámetros a considerar en el manejo del Palto

De los múltiples factores que impactan la productividad, **el riego**, representa la principal herramienta de manipulación del cultivo y de mayor impacto productivo



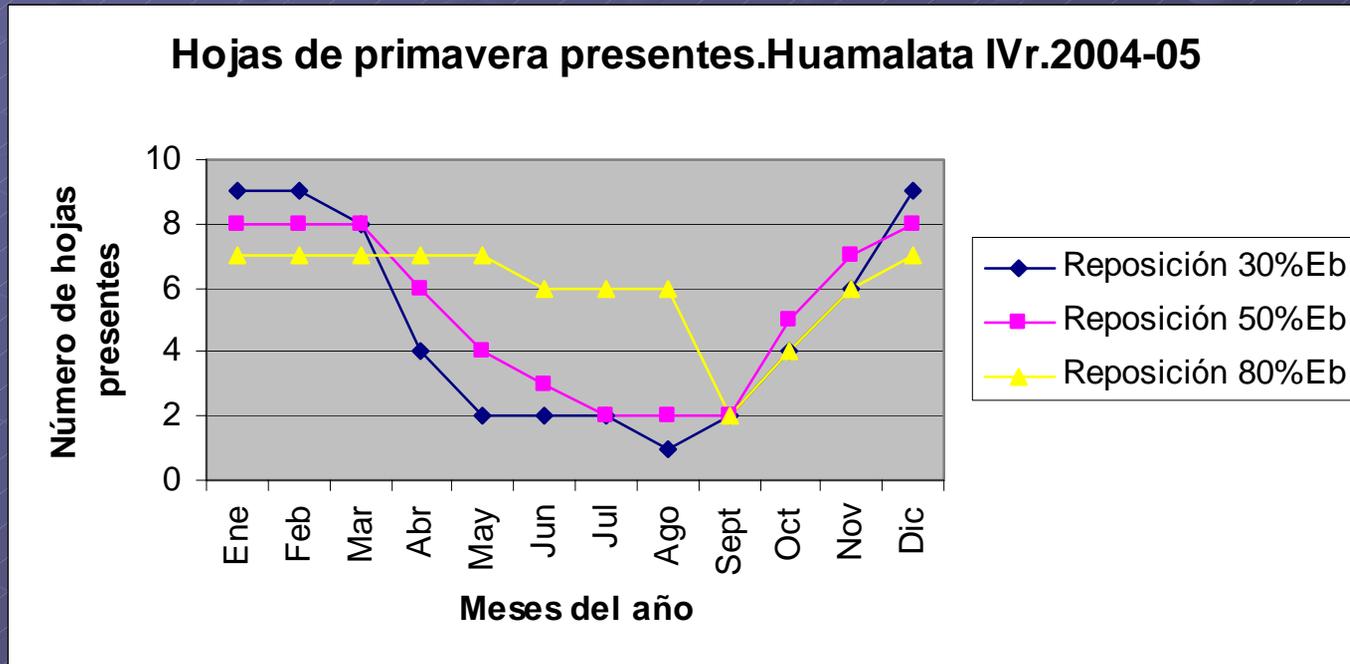
Objetivos técnicos a considerar para el riego en paltos

I. **Aumentar** la vida media del follaje (follaje de buena calidad)

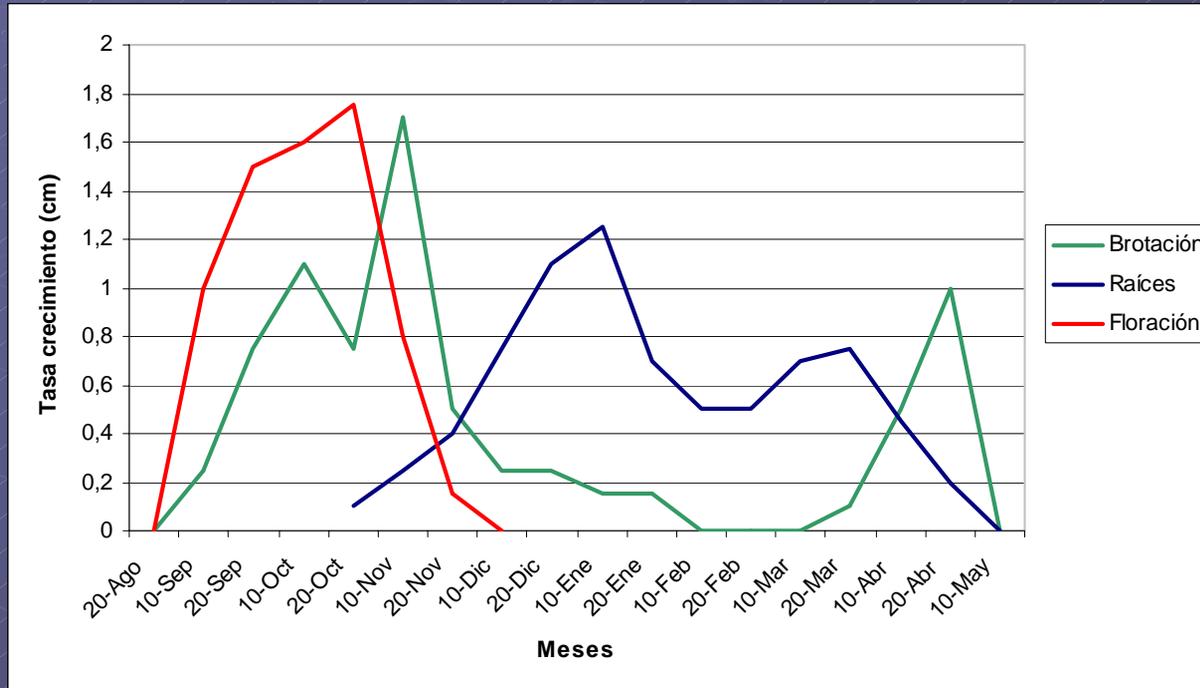


Objetivos técnicos a considerar para el riego en paltos

I. Aumentar el promedio de vida de las hojas de 6 meses a 14 meses



Ciclo Fenológico del palto Hass en Chile



Hernandez F. 1999

Crecimiento Anual

Primavera: 6 a 10 hojas

Verano: 4 a 6 hojas



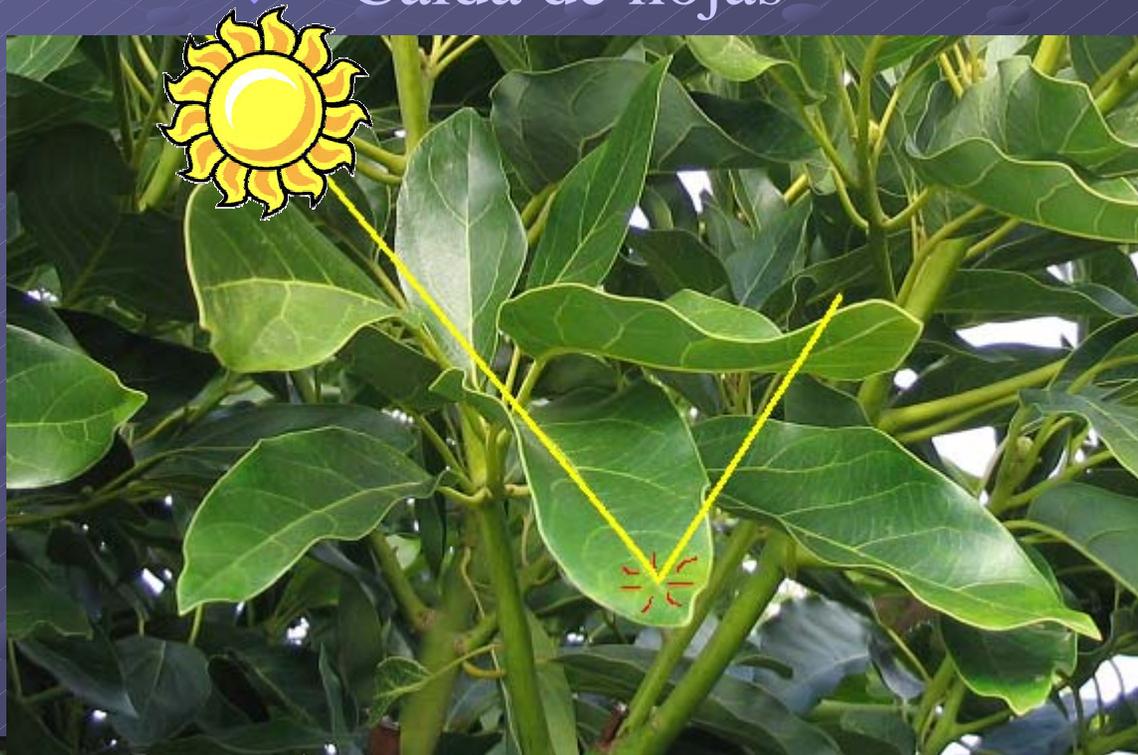
Objetivos técnicos a considerar para el riego en paltos

I. Aumentar el promedio de vida de las hojas de 6 meses a 14 meses



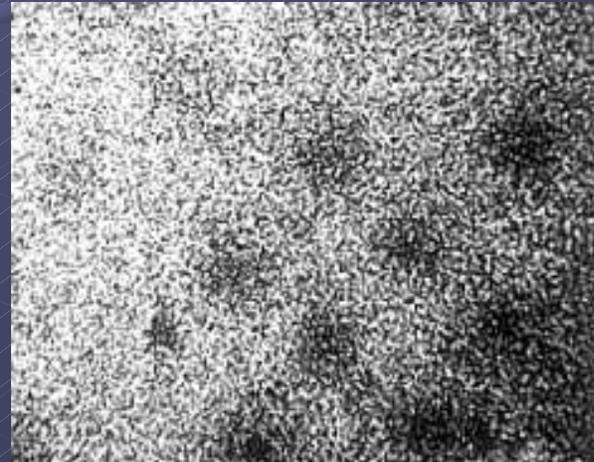
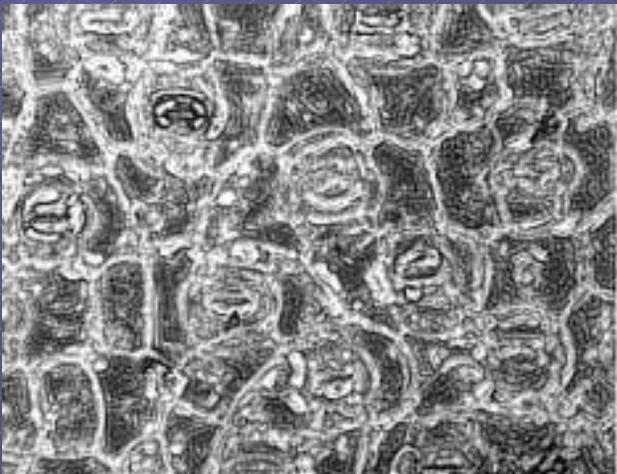
Objetivos técnicos a considerar para el riego en paltos

- ❖ Cierre estomático
- ❖ Aumento de temperatura foliar
- ❖ Acumulación hormonas inhibitoras
- ❖ Caída de hojas



Caída de hojas de primavera y verano

1. Las hojas caen principalmente por la acción de hormonas inhibidoras, que aumentan su concentración paulatinamente, hasta el punto de generar abscisión o caída de hojas.



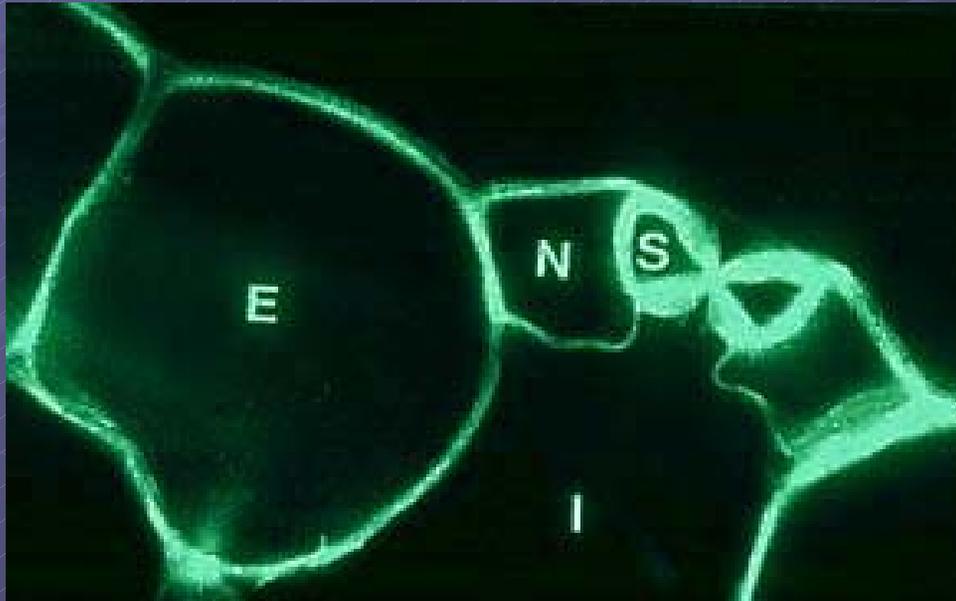
Objetivos técnicos a considerar para el riego en paltos

2. Las hormonas inhibidoras (ABA & Etileno), aumentan su concentración en la medida que la hoja aumenta de temperatura.



Objetivos técnicos a considerar para el riego en paltos

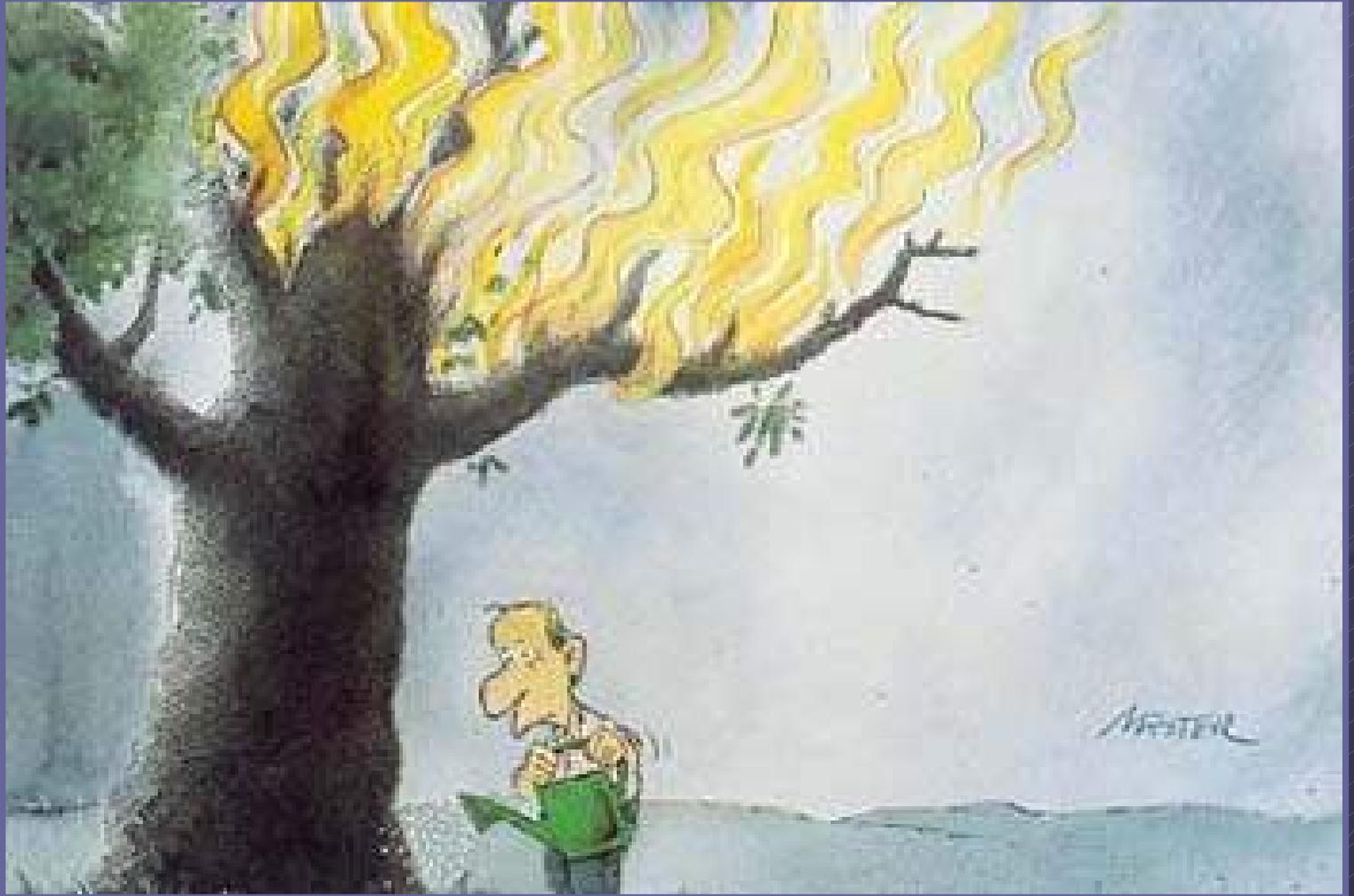
3. La hoja aumenta de temperatura debido al cierre de estomas. ESTRÉS



Objetivos técnicos a considerar para el riego en paltos

- I. Aumentar la vida media del follaje (follaje de buena calidad)
 - a. Mayor nivel relativo de reservas
 - b. Alto abastecimiento metabólico (calibre)
 - c. Estabilidad productiva (añerismo)





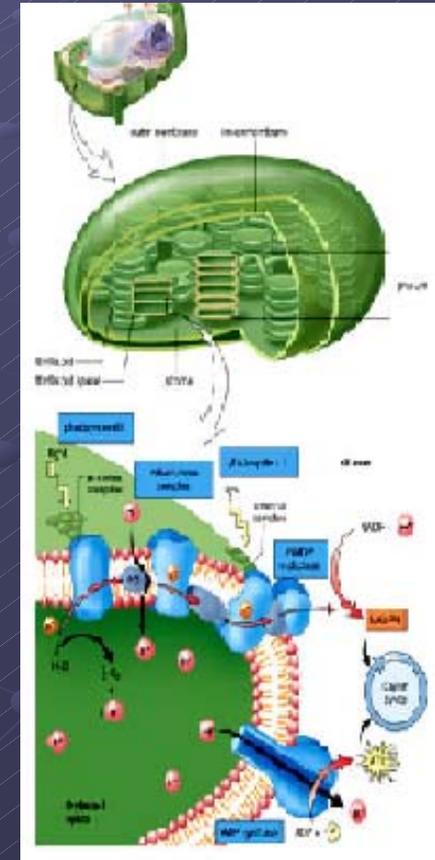
Objetivos técnicos a considerar para el riego en paltos

II. Potenciar el metabolismo del árbol.



maximizar el metabolismo

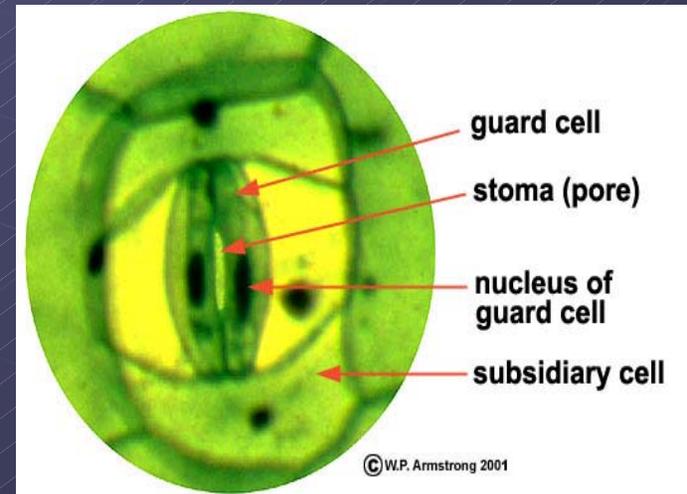
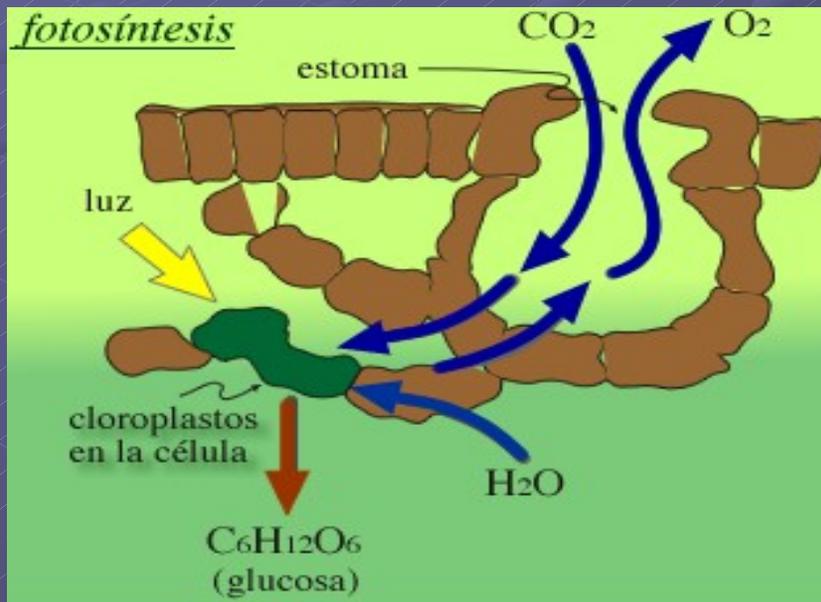
Acelerar las reacciones bioquímicas que ocurren en las células, para la obtención e intercambio de materia y energía, con el medio ambiente y síntesis de macromoléculas a partir de compuestos sencillos



Objetivos técnicos a considerar para el riego en paltos

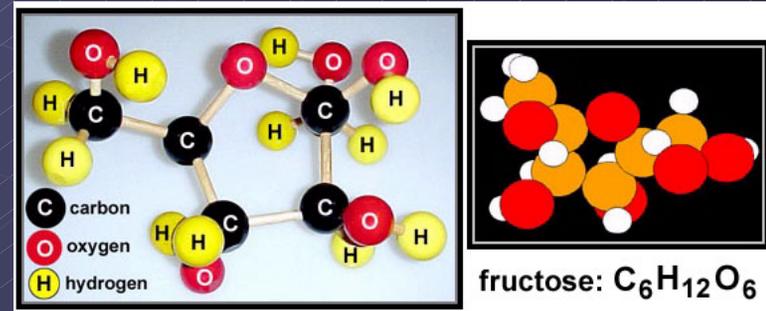
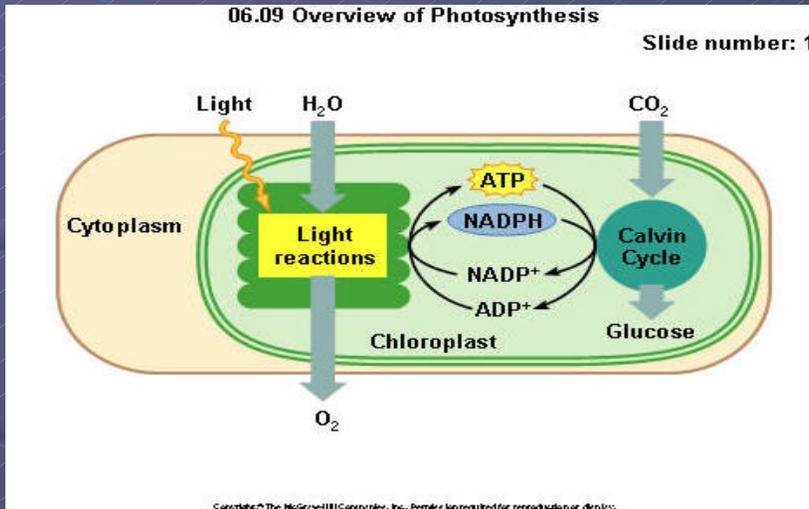
1. Permanente incorporación de CO₂ a través de los Estomas.

Maximizar la disponibilidad de foto-asimilados



Objetivos técnicos a considerar para el riego en paltos

Incidir directamente al factor limitante de la fotosíntesis



Objetivos técnicos a considerar para el riego en paltos

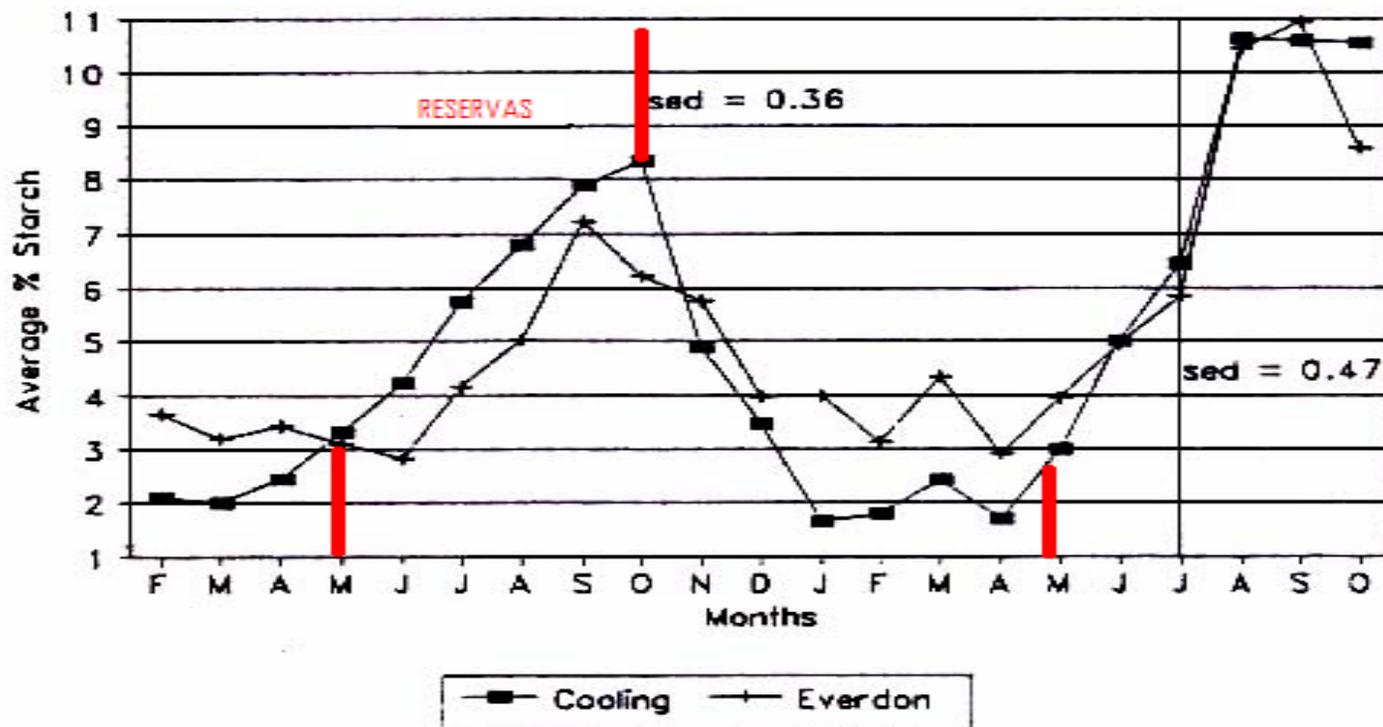


FIG. 6
Mean monthly starch levels for farm \times months interaction of trees at Cooling (Wartburg) and Everdon (Howick) from February 1991 to October 1992.

Factores prácticos a considerar antes de decidir regar

Lisímetro - Lisímetros

Vasija que contiene una muestra del suelo local con su parte superior a nivel con la superficie del terreno, para el estudio de varias fases del ciclo hidrológico, por ejemplo infiltración, escorrentía, evapotranspiración, eliminación de componentes solubles por el drenaje, etc.



El Lisímetro de Armfield consta de tres recipientes de 300mm de diámetro en los cuales se coloca suelo de cualquier tipo y se cultiva una variedad de cultivos. Cada recipiente a su vez se coloca sobre una placa montada hidráulicamente que se utiliza para monitorizar cambios en el peso del sistema debidos a la evapotranspiración.

Horario de incorporación de agua y minerales

Diurno: Producción fotoasimilados y reservas.

Nocturno: Crecimiento

Lisímetros

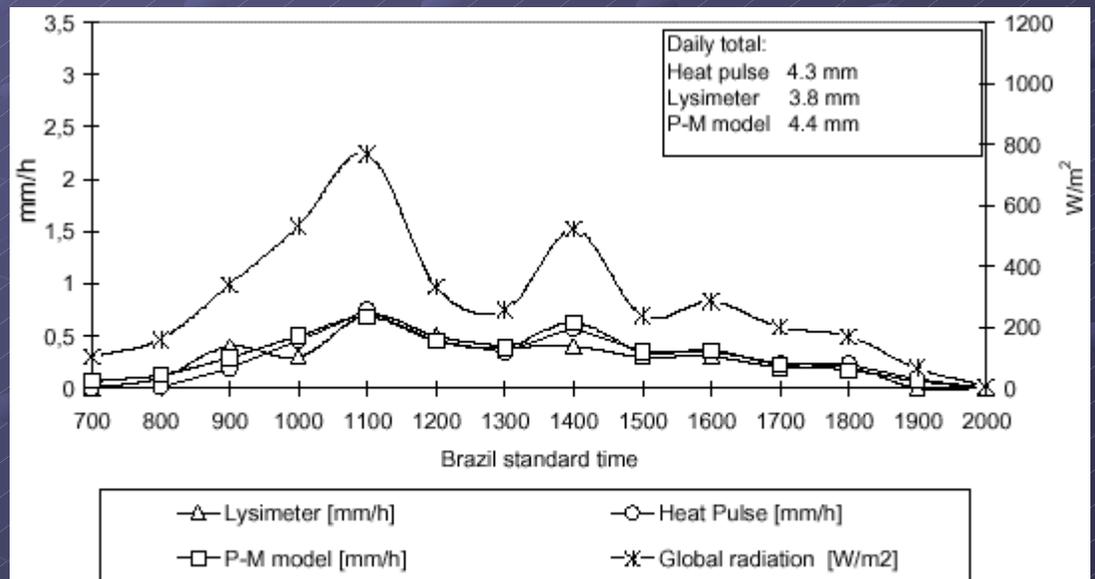
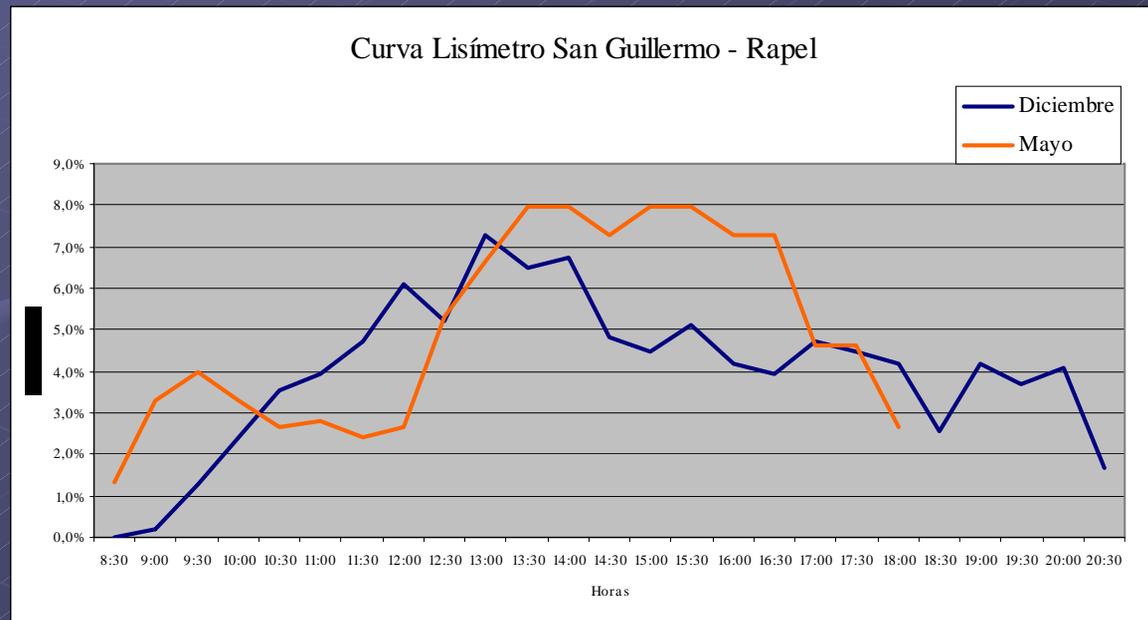


Figure 3 - Hourly course and daily total of measured and estimated maize water loss, under low atmospheric demand condition, on 01-09-1997.

Horario de incorporación de agua y minerales

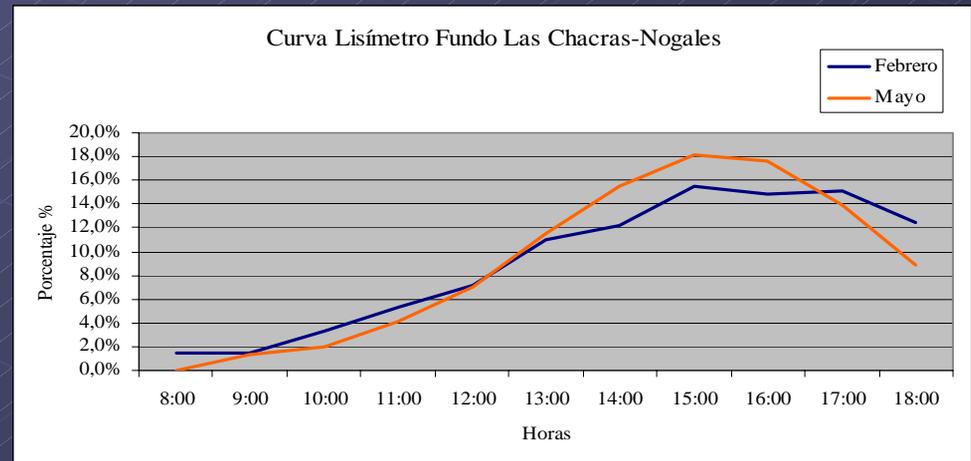
Lisímetros 2005-06 en Paltos



Horario de incorporación de agua y minerales

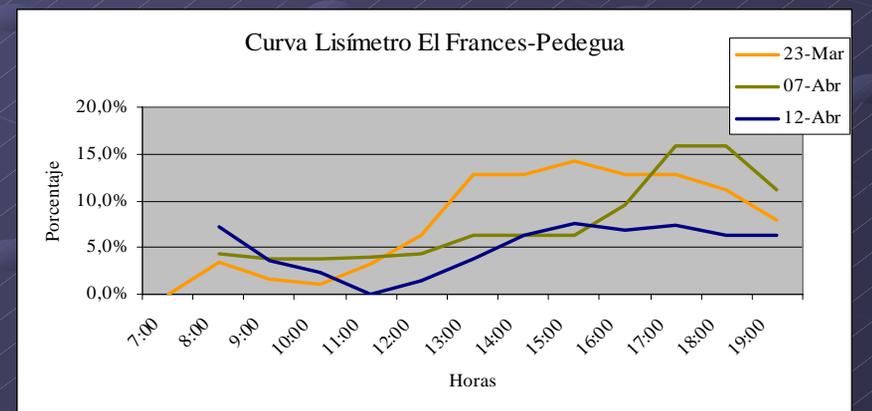
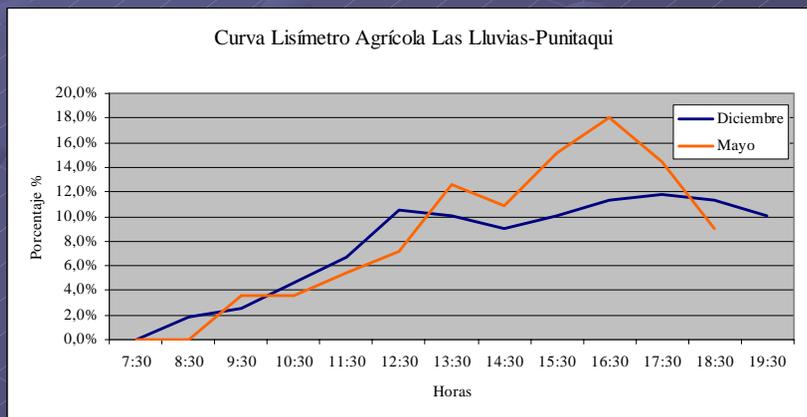
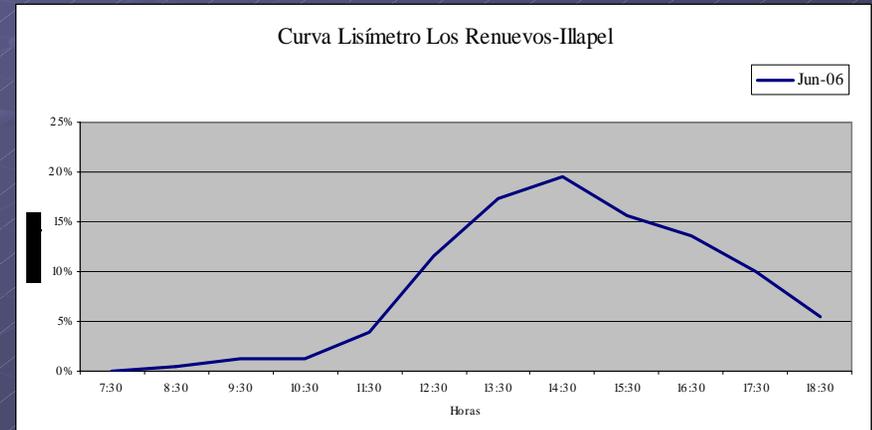
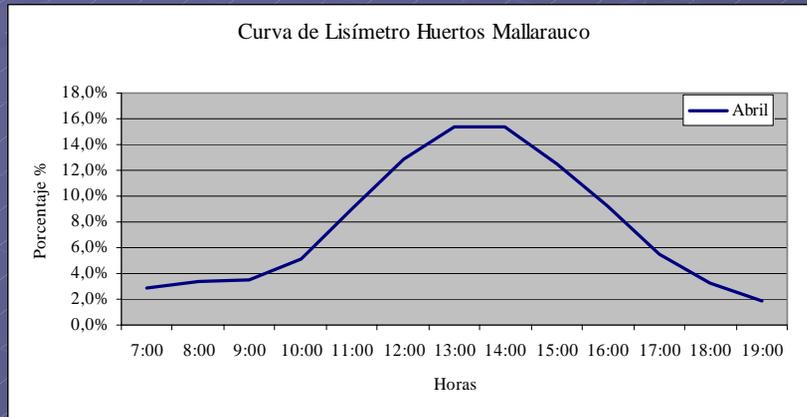
Lisímetros en Chile: Huertos Mallarauco Abril 2006

Horario	07-Feb	14-Feb	24-Feb	promedio	promedio movil	porcentaje	% tramo	Teorico N°pulsos	Real N°pulsos
8:00	20	5	5	10	10	1,5%		0,02	
9:00	30	25	50	35	10	1,5%		0,02	
10:00	30	60	95	62	23	3,4%	3,8%	0,05	
11:00	95	25	25	48	36	5,3%		0,08	1
12:00	80	95	160	112	48	7,2%		0,11	1
13:00	45	70	140	85	74	11,0%	11,6%	0,17	2
14:00	130	65	150	115	82	12,2%		0,18	2
15:00	125	75	100	100	104	15,5%		0,23	2
16:00	90	85	95	90	100	14,9%	15,2%	0,22	2
17:00	65	25	95	62	102	15,1%		0,23	2
18:00					84	12,5%	12,5%	0,19	1
	710	530	915	718					
					671	100%	0	1,5	13,0



Horario de incorporación de agua y minerales

Lisímetros en Chile



Horario de crecimiento del Palto

- ❖ Factor de Turgencia celular
- ❖ Respiración

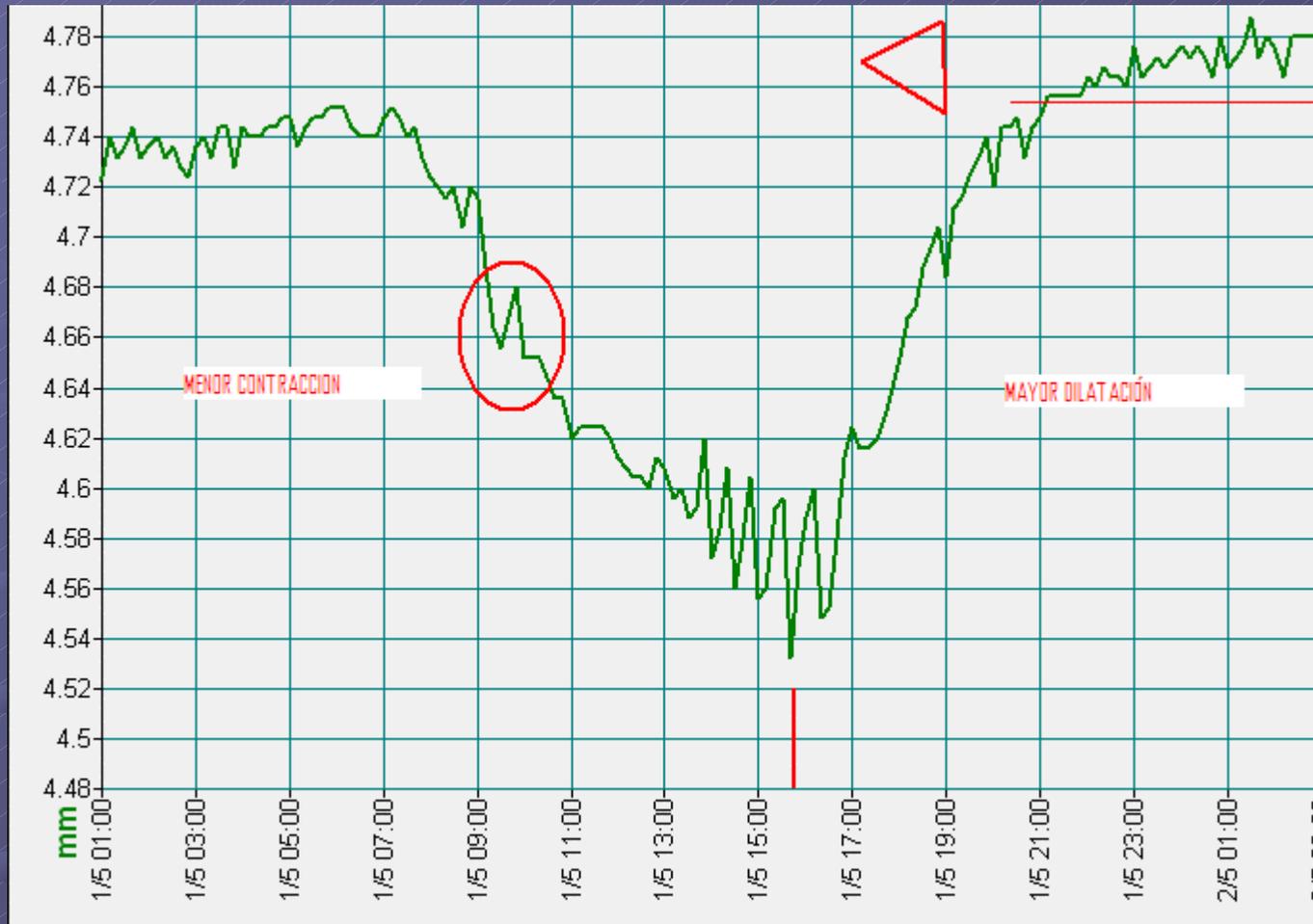
- ❖ El crecimiento está relacionado con la presión de turgencia (p) y con las relaciones hídricas, esto se representa con la ecuación de crecimiento de **Lackhart** que relaciona la variación en función de la variación de tiempo con diferentes parámetros:

- ❖ (1) L_p = conductividad hidráulica.
- (2) ϕ = extensión celular.
- (3) P = presión de turgencia.
- (4) Y = presión mín de turgencia necesaria para producir la extensión de la pared.

$$\frac{dV}{dT} = \frac{L_p \times \phi \times (\Delta\Psi + P - Y)}{\phi + L_p}$$

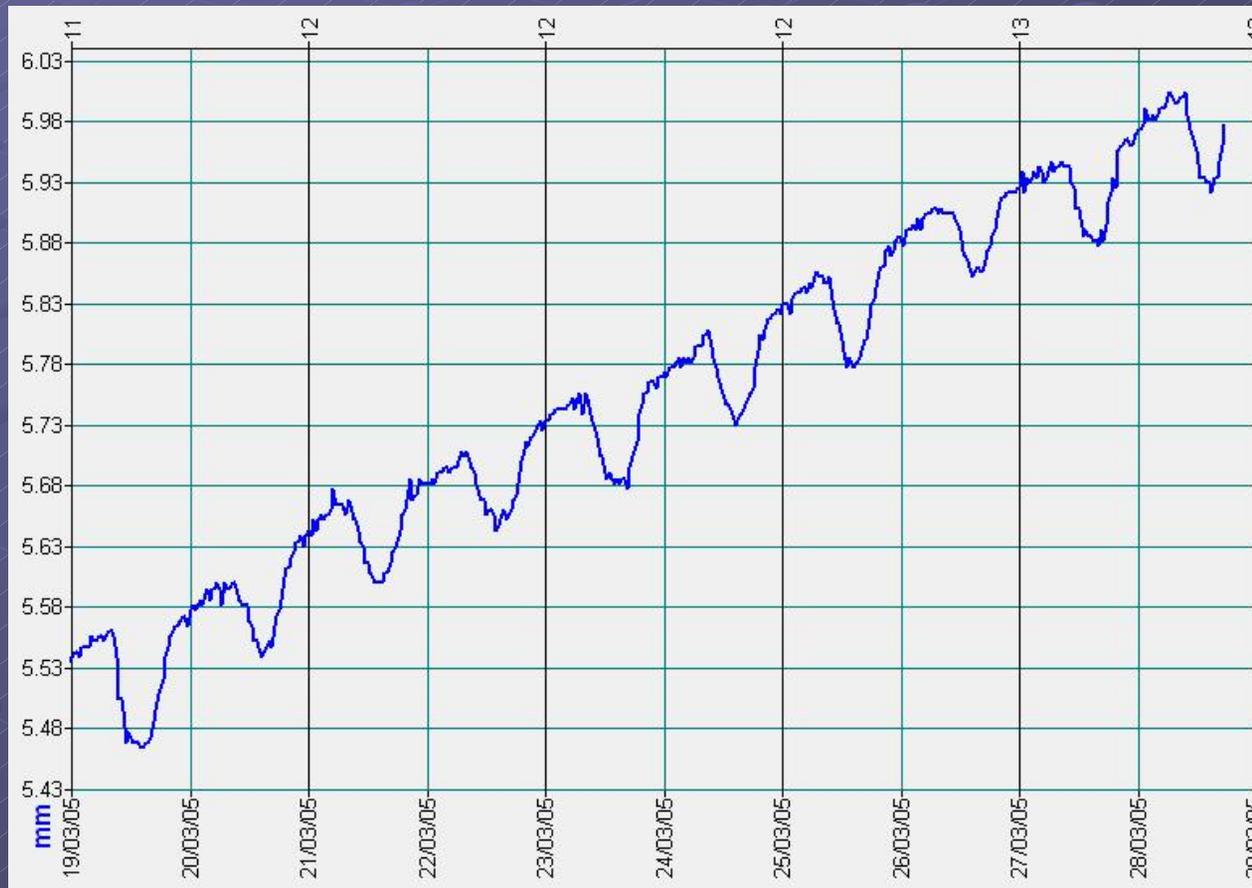


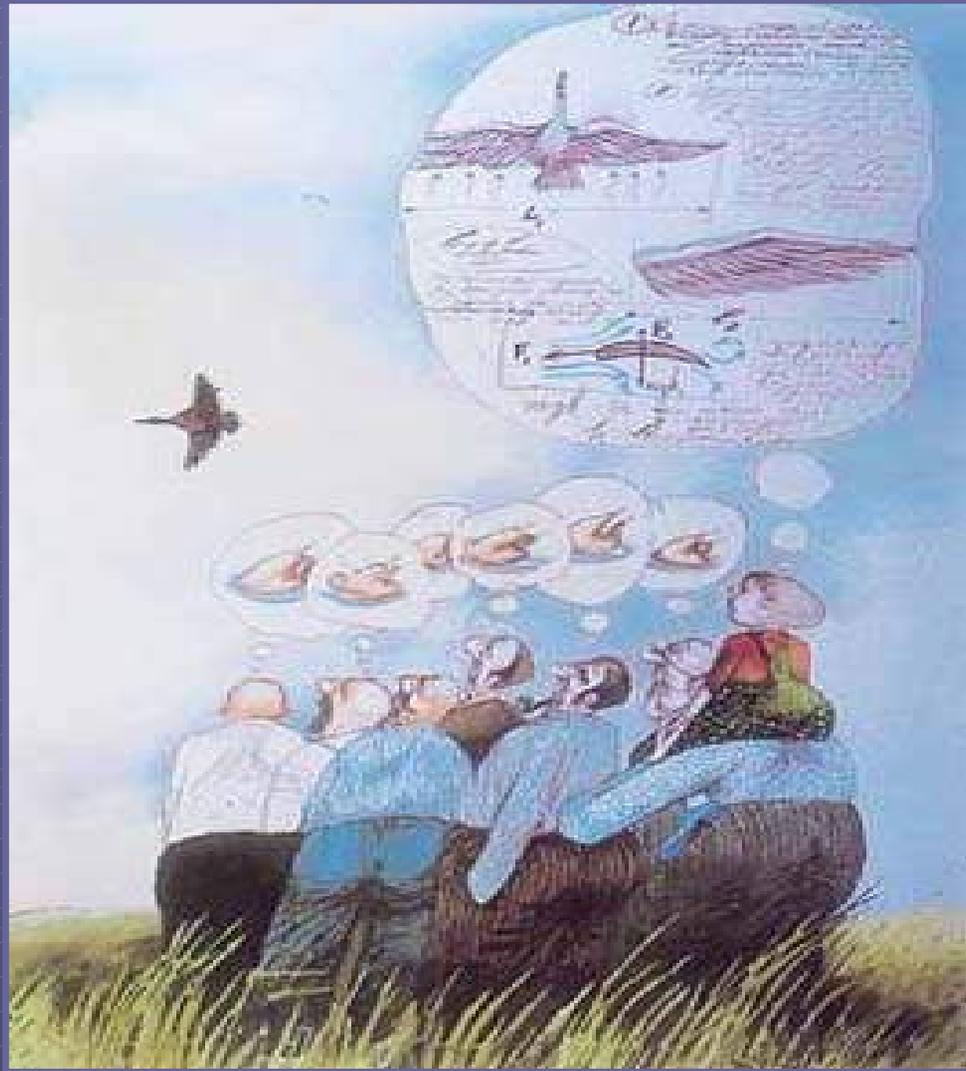
Horario de crecimiento del Palto



Horario de crecimiento del Palto Acumulado

Fuente: Agro-las lluvias IV región





Conclusiones :



1. El palto consume el agua durante el día.
Para lograr la máxima eficiencia respecto a la planta se debe regar diurno.



2. Bajo las condiciones de Chile, el palto crece durante la noche, utilizando las reservas resultado de la fotosíntesis



Resumen Conceptual



1. Mantener la apretura estomática siempre estable para no generar caída de hojas.
2. Mantener la apertura estomática siempre estable para maximizar el metabolismo del CO_2 .
3. Mantener Presión osmótica interna estable, para maximizar tasa de crecimiento nocturno



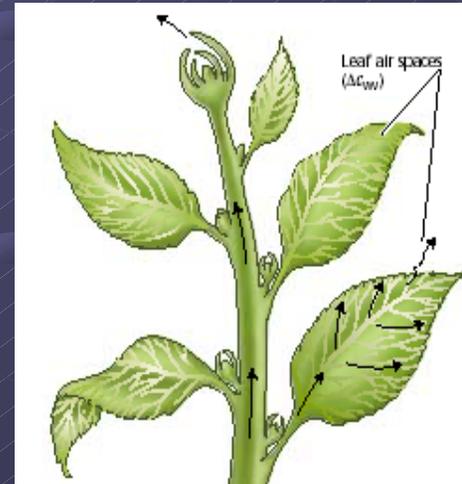


Resumen Conceptual



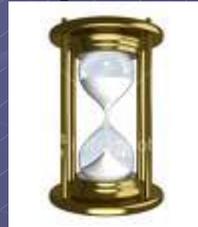
¿Como mantener la apertura estomática estable?

Logrando la menor contracción posible, con la capacidad y condición de riego disponible.



Problemática

- ❖ Gran parte de los huertos están diseñados para ser regados en las 24 hrs.



- ❖ Gran parte de los huertos presenta una gran heterogeneidad en el caudal final por operación de riego



Elementos de evaluación y el Dendrómetro



- ❖ El dendrómetro **indica** la respuesta estomática al **grado o nivel** de abastecimiento radicular
- ❖ El dendrómetro permite **determinar** el **grado o nivel** de abastecimiento de agua desde el sistema radicular al follaje.



- ❖ El dendrómetro permite inferir el grado o nivel de cierre estomático y con ello el grado el aumento de la temperatura foliar



Elementos de evaluación y el Dendrómetro

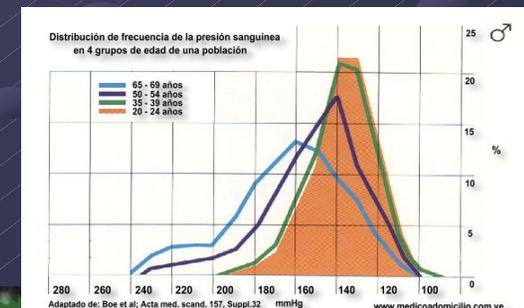


- ❖ El dendrómetro es el **primer** indicador metabólico
- ❖ El dendrómetro no requiere parámetros de ajuste teóricos....kc, kw...cb...etc.
- ❖ El dendrómetro refleja directamente la condición de una planta



¿Refleja el dendrómetro una tendencia poblacional?

- ❖ El dendrómetro refleja **la dinámica poblacional**, al igual que los rangos de presión arterial en humanos, tensiómetros o bandeja evaporimétrica.
- ❖ La diferencia radica en que dichas dinámicas están basadas en el árbol, y no en elementos ajenos a él.
- ❖ El dendrómetro NO define cuantos milímetros reponer a un huerto.

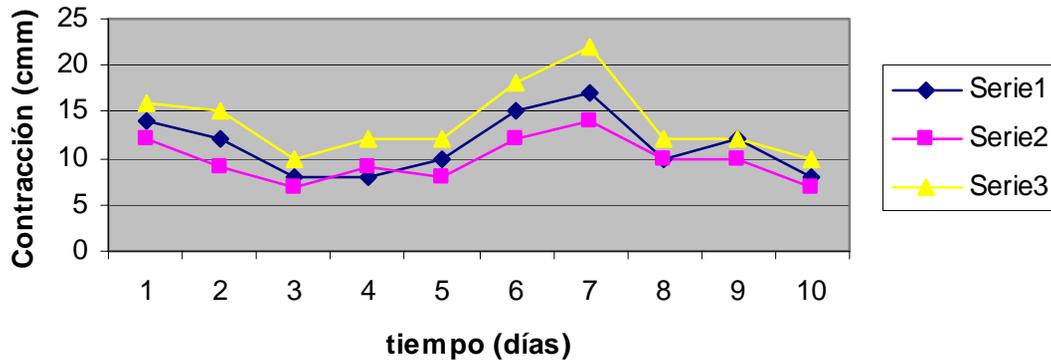




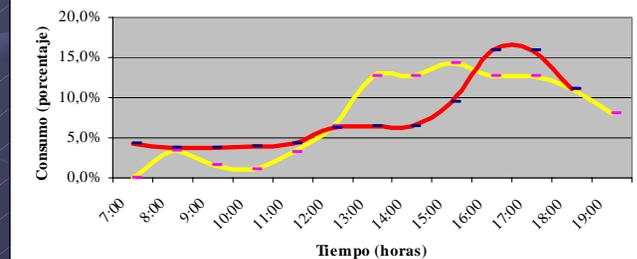
Fundo Campanario (Prohens)-Ovalle-IV región

día	Arbol N°1	Arbol N°2	Arbol N°3	Riego adicional mm/día	Total regado mm/día	Evap.Band. mm/día	% reposición	N° Pulsos	Ajuste lisímetro
1	14	12	16	0	6	9,4	64	25	
2	12	9	15	0,5	6,5	9,8	66	27	
3	8	7	10	0,5	7	9,2	76	29	
4	8	9	12	-0,5	6,5	9,8	66	27	
5	10	8	12	0	6,5	10	65	27	
6	15	12	18	0	6,5	10,5	62	27	
7	17	14	22	0	6,5	10,2	64	27	
8	10	10	12	0	7,5	10	75	31	4 ajustes
9	12	10	12	0	7,5	11,2	67	31	
10	8	7	10	0	7,5	10,8	69	31	

Dinámica poblacional dendrómetro



Curva Lisímetro Prohens



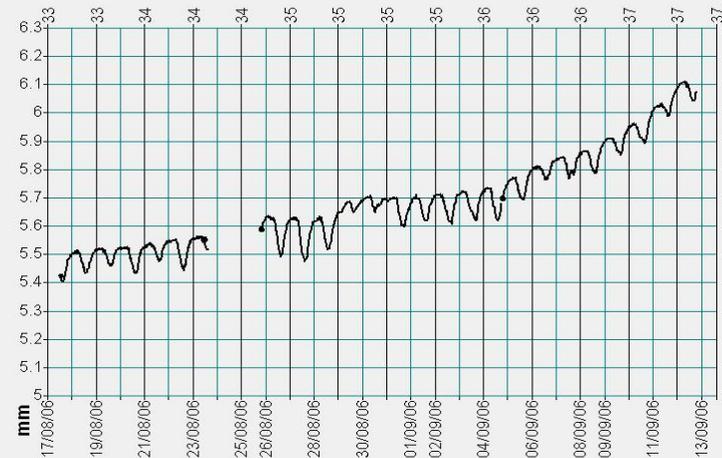
¿ Bandeja Evaporimétrica?

Agrícola Polpaico S.A.
Fundo Los Loros - Vicuña
Paltos

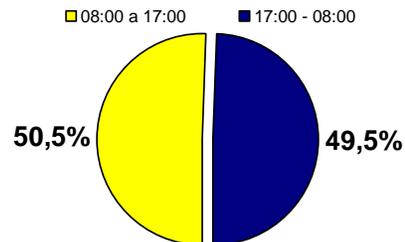
Detalle Diario Evaporación de Bandeja

Día	Horario		Total	Observación
	08:00 a 17:00	17:00 - 08:00		
1	-	-	5,3	Sin detalle diurno/nocturno.
2	-	-	5,8	Sin detalle diurno/nocturno.
3	-	-	10,3	Terral en la noche. Sin detalle diurno/nocturno.
4	5,3	4,4	9,7	
5	3,9	4,2	8,1	Terral en la noche.
6	1,8	2,5	4,3	
7	1,6	1,8	3,4	
8	3,1	2,8	5,9	
9	3,6	3,8	7,4	
10	2,8	3,6	6,4	
11	2,8	2,4	5,2	
12	3,2	2,0	5,2	
13		0,0		

FL-G-Dd-17 3135



PROPORCIÓN ACUMULADA MENSUAL



¿Qué puede reflejar el dendrómetro?

❖ Alta Contracción:

1. Falta de agua
2. Raíces no ven el agua (posición radicular)
3. Raíces no funcionales (muertas, asfixiadas)
4. Exceso de riego.

❖ Baja Contracción:

1. Riego adecuado al requerimiento del follaje.
2. Muy baja demanda atmosférica



Elementos para el discernimiento



❖ Alta Contracción:

1. Falta de agua: **bandeja + tensiómetro**
2. Raíces no ven el agua: **tensiómetro**
3. Raíces no funcionales (muertas, asfixiadas): **tensiómetro**
4. Exceso de riego: **bandeja + tensiómetro**

❖ Baja Contracción:

1. Riego adecuado al requerimiento del follaje.
2. Muy baja demanda atmosférica: **bandeja**



Consecuencias y realidades en el huerto

❖ Riegos en 24 horas

1. Riego nocturno suelo arcilloso: asfixia potencial.
2. Riego Nocturno suelo arenoso: alta contracción al mediodía siguiente.(tendencia a regar en exceso para bajar estrés).
3. Baja eficiencia de fertilización mineral.
4. Camellones ayudan a sobrellevar esta situación



Consecuencias y realidades en el huerto

- ❖ Heterogeneidad del sistema de riego en la descarga por operación o ciclo de riego.
 1. La heterogeneidad al finalizar un ciclo de riego no debe superar el 10%, para poder optar a riegos diarios.
 2. Condiciones de alta heterogeneidad, impiden el manejo de riego intensivo, obligando a considerar al suelo como elemento amortiguador



Consecuencias y realidades en el huerto

- ❖ Heterogeneidad del sistema de riego en la descarga por operación o ciclo de riego.

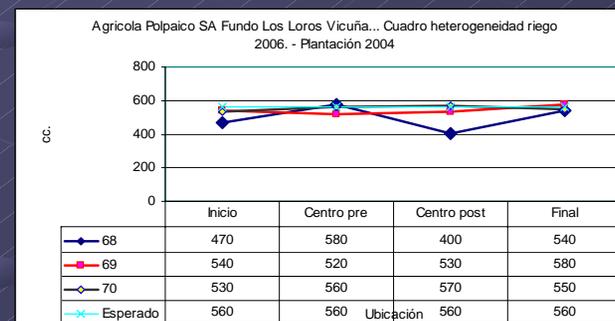
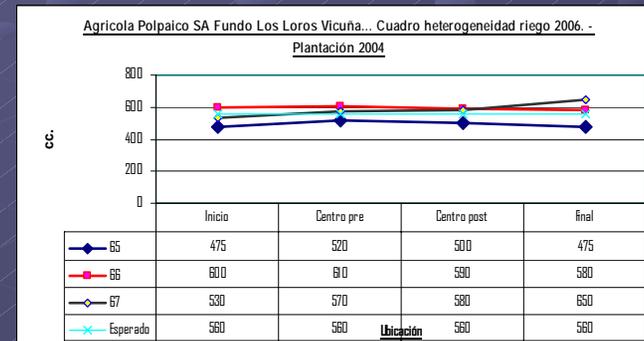
Volumen real de entrega				
	Etna	Fassa	Dolom	Empoli
Caudal nominal real	29,0	30,5	30,0	29,4
Horas de riego		1		
		1		
Aforo Lts				
MS	Etna	Fassa	Dolomite	Empoli
1	26,4	28,0	29,5	28,7
2	29,0	28,8	31,0	30,0
3	31,1	30,6	31,4	33,0
4	24,0	37,0	33,0	43,2
5	26,0	36,5	34,0	47,4
6	26,7	36,5	36,0	48,0
Max	31,1	37,0	36,0	48,0
Min	24,0	28,0	29,5	28,7
Promedio	27,2	32,9	32,5	38,4
% diferencia	-6,2%	7,8%	8,3%	30,8%

Agro las Lluvias-IV región

Consecuencias y realidades en el huerto

❖ Heterogeneidad del sistema de riego en la descarga por operación o ciclo de riego.

Porcentaje de heterogeneidad			
Inicio	Centro pre	Centro post	Final
9,7	-3,2	-3,9	1,3
-6,5	-23,4	-51,9	-6,5
-9,1	-3,9	-2,6	-16,9
1,3	-16,9	-6,5	-5,2
6,5	0,0	-6,5	-6,5
-13,0	-2,6	-9,1	-14,3
-26,0	-9,1	-16,9	-15,6
-5,2	2,6	-3,9	-2,6
-18,2	-7,8	-3,9	5,2
-22,1	-18,2	-9,1	-11,7
-20,8	-22,1	-22,1	-23,4
0,0	-15,6	-15,6	-9,1
-18,2	-16,9	-13,0	-10,4
-6,5	-22,1	2,6	-2,6
0,0	-3,9	-9,1	-18,2
-2,6	7,8	-2,6	-1,3
7,8	-3,9	0,0	23,4
-18,2	-22,1	-19,5	10,4
-22,1	-29,9	-15,6	-18,2



Frupol Los Loros IV región

Consecuencias y realidades en el huerto

- ❖ Heterogeneidad del sistema de riego en la descarga por operación o ciclo de riego.



Nuevas tendencias

Fuente: Agricom Ltda

- ❖ Huertos que permitan superar las 20 ton/ha con una variación anual no mayor a un 15%, y con el 80% de la cosecha sobre los 250 gr.
- ❖ Aporte de riego no mayor al 60% de la E. bandeja
- ❖ Alta asimilación de nutrientes

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE CALIBRES POR CATEGORIA (TEMP 2004-2005)			
CATEGORIA	CALIBRE GRANDE 32-36-40	CALIBRE MEDIANO 50	CALIBRE CHICO 60-70-84
CONSIGNADOS	16,7%	37,1%	46,3%
FRUPOL	29,6%	37,1%	33,3%
MANEJO INTENSIVO	40,6%	35,4%	24,0%
ORGANICOS	2,6%	23,8%	73,6%
COMPRA	10,5%	37,4%	52,1%
GENERAL TEMPORADA	21,8%	36,5%	41,6%

Nuevas tendencias



Nuevas tendencias

Fuente: Agricom Ltda.



COMPARACIÓN TEMP 2004-2005

CATEGORIA	distribución de calibres						
	cal 32	cal 36	cal 40	cal 50	cal 60	cal 70	cal 80
PROTOCOLISTAS 2004	8,5%	3,8%	28,3%	35,4%	14,3%	8,0%	1,7%
PROTOCOLISTAS 2005	5,3%	4,7%	26,9%	38,8%	15,6%	7,5%	1,3%
GENERAL 2004	3,3%	1,9%	16,7%	36,5%	24,1%	13,8%	3,8%
GENERAL 2005	1,9%	2,0%	16,5%	40,0%	23,6%	13,2%	2,7%



Nuevas tendencias

- ❖ Diseños de riego diurnos.
- ❖ Sistemas de riego que respondan al lisímetro.
- ❖ Antidrenante para pulsos de 0,15 a 0,25 mm.
- ❖ Monitoreo de contracción, tensión y evaporación en línea.
- ❖ Fertilización volumétrica-proporcional.
- ❖ Seto: estandarizar labores (costos)
- ❖ Utilización de coberturas plásticas



Nuevas tendencias







Conclusiones

1. El escenario actual del negocio y sostenible en el futuro, implica alcanzar 20 ton/ha con 220 gr. Y superior.
2. El potencial productivo del cultivo, permite fácilmente superar las 20 ton/ha
3. Mejorar la vida media del follaje idealmente sobre los 10 meses. Maximizar el metabolismo.
4. El palto consume agua solamente en horario diurno. El lisímetro define el rango de operación del follaje.
5. El dendrómetro indica la respuesta estomática al grado o nivel de abastecimiento radicular.
6. El complemento del dendrómetro con sensores de suelo y condición ambiental, permiten definir una dinámica poblacional.



Conclusiones

7. El manejo de riego intensivo implica una heterogeneidad en la operación del equipo de riego, menor al 15%
8. Heterogeneidades superiores, obligan a considerar al suelo como factor amortiguador; bajando el potencial productivo del huerto.
9. Elementos de apoyo como sensores de humedad y de evapotranspiración, son esenciales como elementos de control.
10. La tendencia mundial evoluciona hacia la mayor eficiencia en el uso de los recursos; evaluando a través del costo/beneficio la implementación de mayor tecnología.

