

Rideco
Consolider

**DESAFÍOS Y AVANCES PARA UN RIEGO SOSTENIBLE:
EL PROYECTO RIDECO-CONSOLIDER.**

**T01 MEJORA PRODUCTIVA, CALIDAD Y
AHORRO DE AGUA.**

**T01 MEJORA PRODUCTIVA,
CALIDAD Y AHORRO DE AGUA.**

Dr. Juan Ciforra (IRTA)
Dr. Juan José Alarcón (CEBAS-CSIC)
Dr. Emilio Nicolás (CEBAS-CSIC)
Dr. Juan Ramón Castel (IVIA)
Dra. Victoria González (IAS-CSIC)
Dr. José M^a Faci (CITA)
Dr. Josep Rufat (IRTA)

cita **EEAD CSIC**
IRTA **IVIA**
CEBAS CSIC **IAS CSIC**
UNIVERSITAT DE VALÈNCIA **UNIVERSITAT DE LEON**

Buenos días,

Uno de los primeros objetivos del proyecto RIDECO es trabajar en la mejora productiva, en calidad y ahorro de agua.

Así pues empezamos las sesiones temáticas con este tema.

Rideco
Consolidar

2010
Consolidar

T01

- *Mejora de la productividad por una buena gestión del riego.*

Algunos ejemplos



Manzano

cita **EEAD CSIC**
IRTA **IVIA**
CEBAS CSIC **IAS CSIC**
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA**

Para el análisis de la productividad del agua en base a una buena gestión del riego utilizaremos los resultados obtenidos en el cultivo del manzano.




T01

- *Mejora de la productividad por una buena gestión del riego.*



- **INDICADOR:**
 - *Eficiencia Productiva del Agua de Riego (EPAR).*

$$EPAR = \frac{\text{Producción (kg)}}{\text{Agua de Riego (m}^3\text{)}}$$



Y el indicador será la eficiencia productiva del agua de riego, o sea el ratio entre producción y agua de riego utilizada.

En otras palabras kg o tm y m³

Mejora de la productividad por una buena gestión del riego.

	Producción Comercial (tm/ha)	Riego (m ³ /ha)	Eficiencia Productiva del agua de riego (kg/m ³)	Red	Sistema de Riego	Manejo del Riego
NO RIEGO	0.0	0.0		NO	NO	NO
GRAVEDAD TRAD. ⁽¹⁾	39.0	9000	4.33	SI	si	no
L. NO TECN. ⁽³⁾	40.1	8200	4.88	SI/SI	SI	Muy poco
L. POCO TECN. ⁽¹⁾	42.6	5350	7.96	SI	SI	poco
L. MEDIO TECN. ⁽¹⁾	44.8	5300	8.45	SI	SI	si
L. TECNIFICADO ⁽¹⁾	53.6	5400	9.93	SI	SI	SI
CONTROL ⁽²⁾	69.3	6940	9.98	SI	SI	SI
RDC (MUY TECN) ⁽²⁾	74.8	5470	13.70	SI	SI	SI

⁽¹⁾ Rufat et al., 2002; ⁽²⁾ Girona et al., 2011; ⁽³⁾ Parcela Comercial

Para este análisis, empezamos por el caso de no riego, donde no hay producción ni agua de riego.

Que lo confrontaremos con un riego por gravedad tradicional con una producción de 39 tm/ha y un consumo de agua de 9000 m³/ha, con un ratio de EPAR de 4.33.

Donde si se requiere de una red de riego, de una mínima tecnología de riego y el manejo es regar cuando toque el turno.

Si ya disponemos de un sistema regulador de agua, podemos utilizar un sistema de riego localizado, pero si éste es no tecnificado el ratio de EPAR se queda en el 4.88.

Aquí vemos que ya disponemos de un sistema de riego, lo sofisticado y tecnificado que uds deseen, pero sin un manejo racional, o lo mínimo.

Seguimos y nos encontramos con un sistema de riego localizado algo más tecnificado en su manejo y el EPAR asciende hasta 7.96.

Y si tecnificamos algo más el manejo asciende hasta 8.45

Rideco
Consolidar

2010
Consolidar

T01

Mejora Productiva, Calidad y Ahorro de Agua

- *Mejora de la productividad por una buena gestión del riego.*
- **Riego deficitario controlado**
- *Mejora de la calidad del producto*
- *Ahorro de agua y Energía.*

cita **EEAD CSIC**
IRTA **IVIA**
CEBAS CSIC **IAS CSIC**
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA**

Centrémonos ahora en la parte objeto de esta presentación que es el RDC y sus derivadas de mejora de la calidad y ahorro.

Rideco
Conrolider

2010

Conrolider

T01

Riego Deficitario Controlado (RDC)

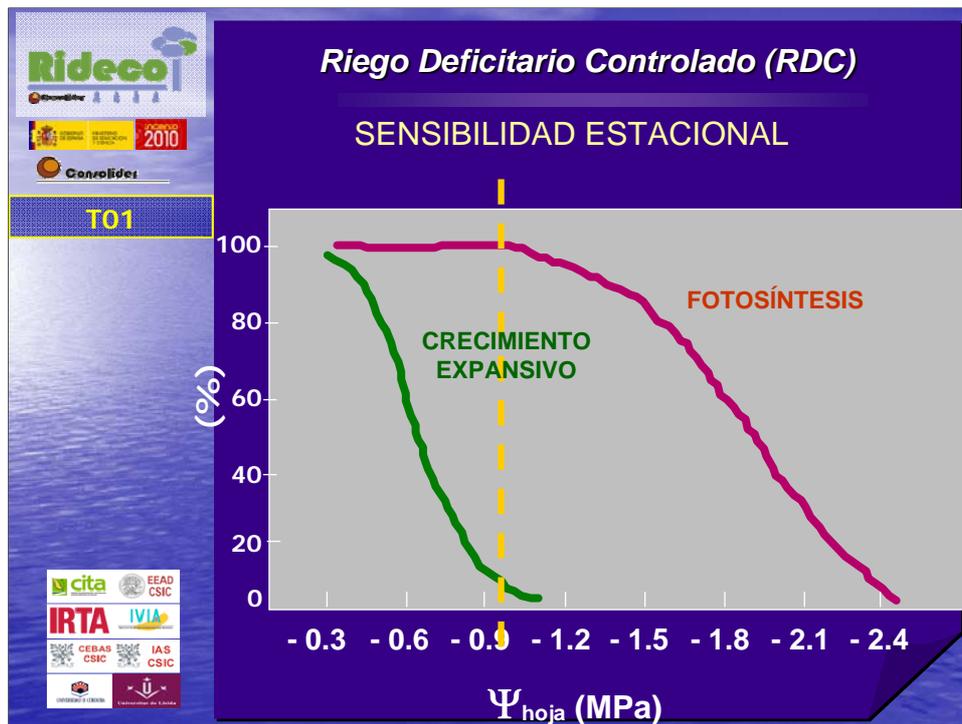
- **DEFICITARIO:** *No se aplican los requerimientos totales del cultivo*
- **CONTROLADO:** *Las reducciones de aporte de agua de riego no son lineales con la demanda, sino en función de la sensibilidad del proceso al déficit hídrico y de los objetivos estratégicos del cultivo.*

Logos: cita, EAD CSIC, IRTA, IVIA, CEBAS CSIC, IAS CSIC, Universidad de Córdoba, Universidad de Sevilla

El RDC es

DEFICITARIO: porque

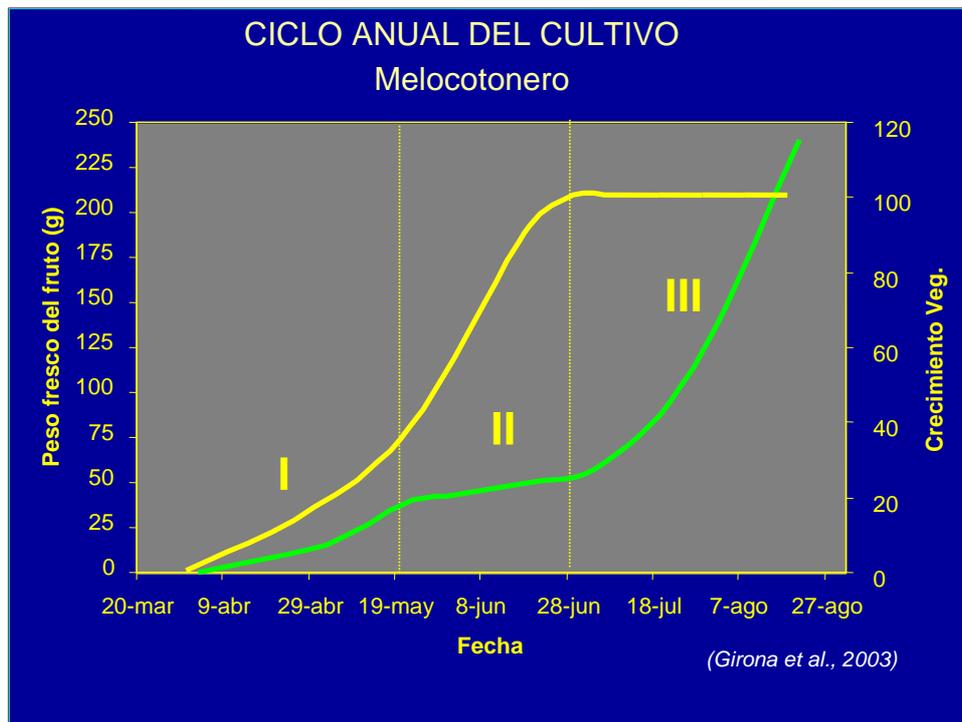
CONTROLADO: porque



Las bases fisiológicas del RDC se encuentran en la diferente forma en que los dos procesos básicos de la producción (Crecimiento vegetativo y fotosíntesis) responden al déficit hídrico.

Mientras que el Crecimiento vegetativo es muy sensible a la falta de agua de las plantas, la fotosíntesis puede mantener una actividad muy elevada a niveles importantes de déficit hídrico.

Así nos podríamos encontrar en mantener el déficit hídrico a niveles donde limita el crecimiento de forma importante pero que no afecta a la fotosíntesis.



Las bases agronómicas del RDC se fundamentan en la sensibilidad estacional de las plantas al déficit hídrico y para ello debemos conocer el ciclo anual del cultivo.

Veamos como ejemplo el ciclo anual del melocotonero.

El crecimiento del fruto (línea verde) se puede dividir en tres fases:

Fase I: inicio del crecimiento del fruto, con una fuerte división celular y posterior aceleración del proceso debido al engrosamiento celular.

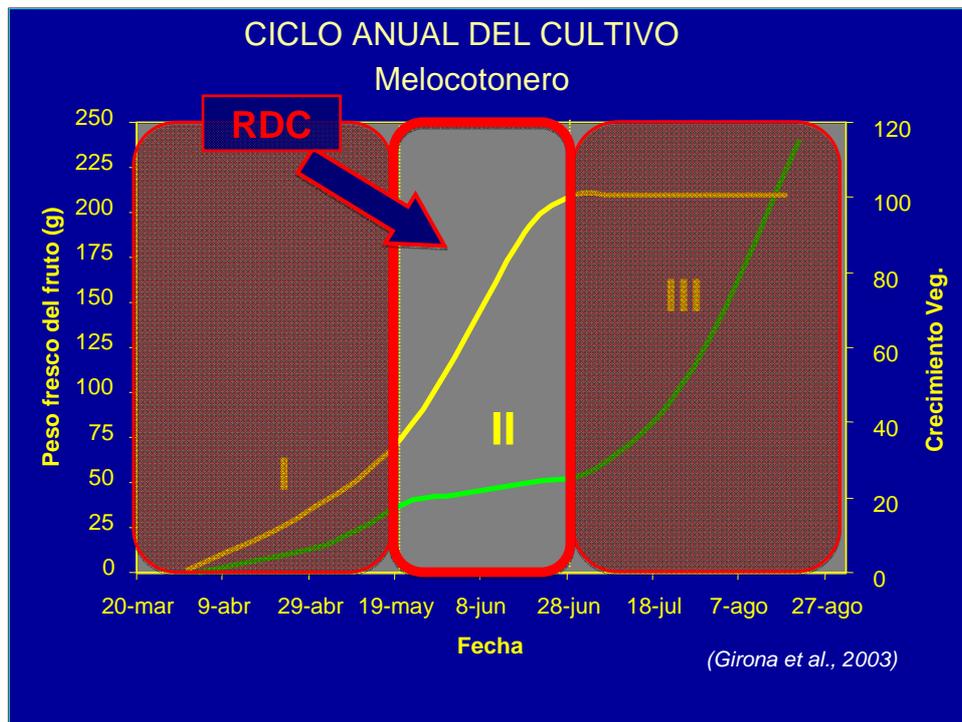
Fase II: Endurecimiento del hueso.

Fase III: Engrosamiento celular, hasta maduración.

El crecimiento vegetativo de la planta sigue una tendencia como la que muestra la línea verde.



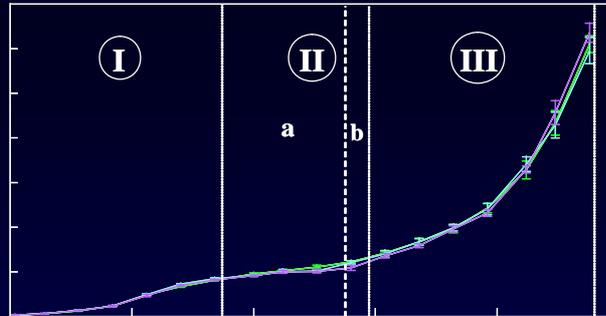
La historia del RDC empezó a finales de los 70, concretamente en Australia, donde se empezó a cultivar melocotonero a una densidad de plantación muy alta y el control de la vegetación era un problema.



Para el control de la vegetación se pensó en aplicar estrategias de RDC. Dado que las fases I y III del crecimiento del fruto son dos fases muy sensibles al déficit hídrico, se pensó en aplicar una restricción de riego en la fase II, donde no crece el fruto y donde el crecimiento vegetativo es máximo. Así se esperaba que el RDC limitase en crecimiento vegetativo y afectase poco el crecimiento del fruto y a la producción.

RDC – Suelos Superficiales

Definición de Tratamientos



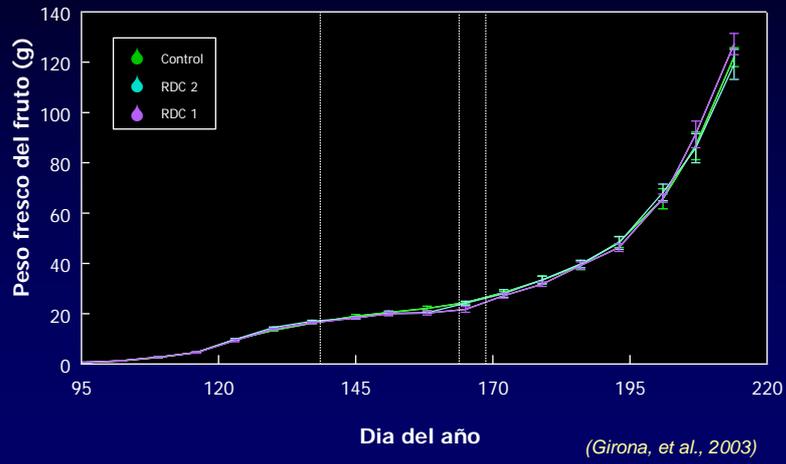
(Girona, et al., 2003)

	I	II a	II b	III	PC
Control	100	100	100	100	100
RDC - 1	100	50	50	100	50
RDC - 2	100	50	100	100	100

Como ejemplo de posibles beneficios del RDC veamos un caso donde se aplicó el 100% de los requerimientos de agua al Tratamiento control a lo largo de todo su ciclo vegetativo

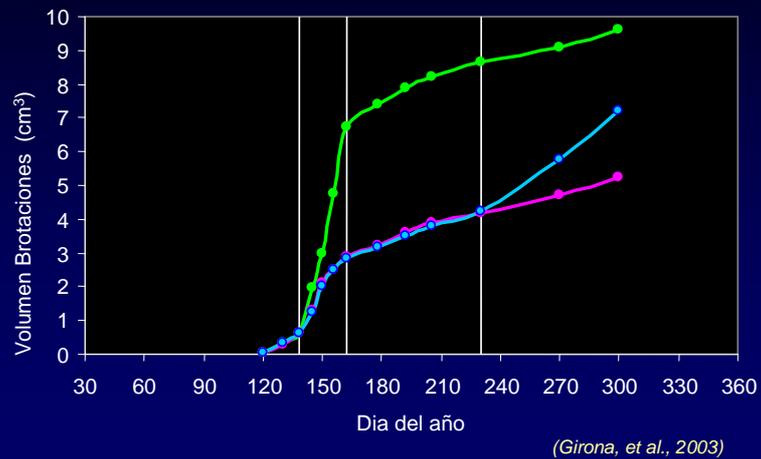
Y un tratamiento RDC donde se aplicó el 50% del agua de riego durante fase II (casi todo el mes de junio).

Crecimiento del Fruto (Fresco)



Los efectos de estos tratamientos sobre el crecimiento del fruto fueron nulos.

Volumen Brotaciones



Los efectos sobre la vegetación fueron muy considerables, los árboles donde se había aplicado el RDC (líneas azul y rosa) presentaron una reducción de volumen de brotaciones muy considerable al observado en el tratamiento Control (línea Verde).

RDC – Suelos Superficiales

RESPUESTA PRODUCTIVA *(Media de 3 años)*

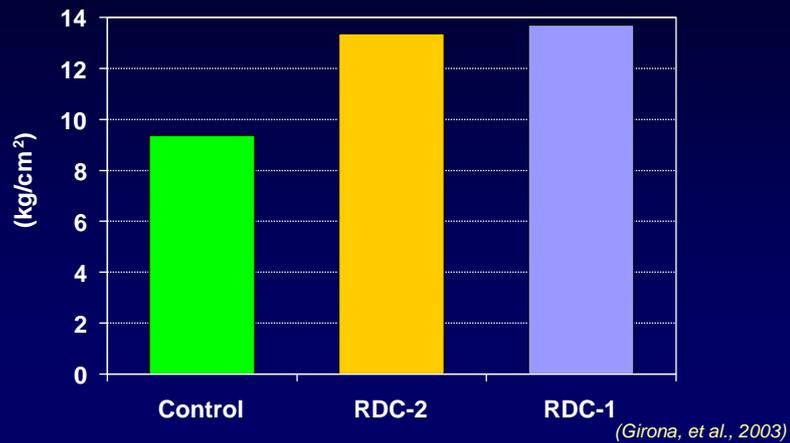
Tratamiento	Producción (kg/árbol)	Carga (NFA)	PMF (g)	Agua Riego (m ³ /ha)	(%)
Control	49.01	325	170	6760	100
RDC-II	59.15	410	173	6260	96
RDC-PC	40.12	245	180	5850	84
RDC-II:PC	50.16	323	176	5350	78

(Girona, et al., 2003)

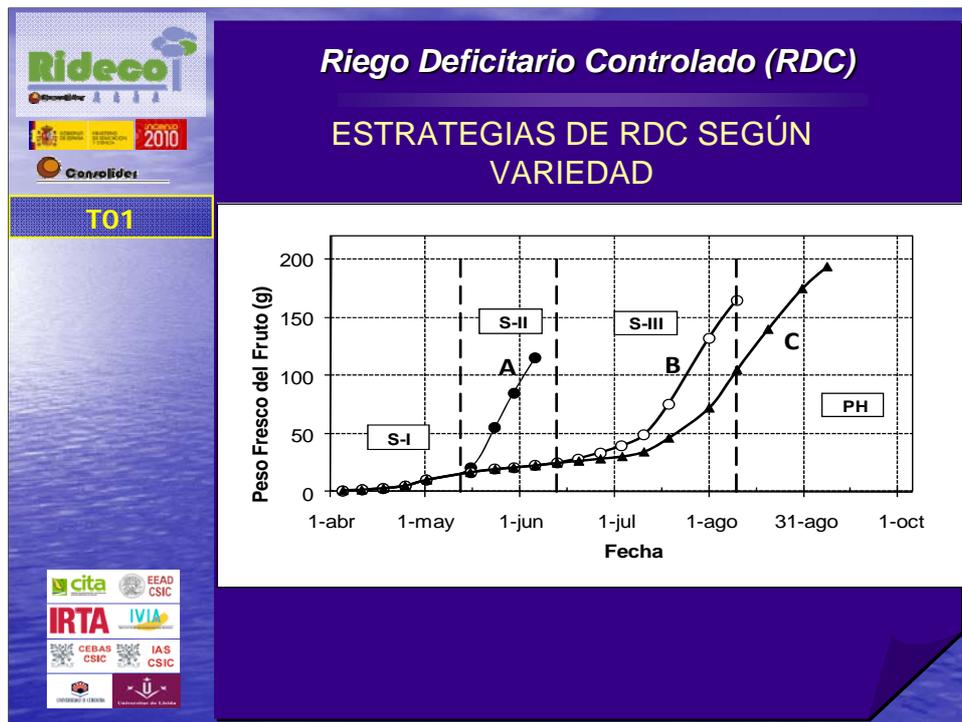
Aún más importantes fueron los efectos sobre la producción, donde los árboles del RDC en fase II presentaron producciones superiores a las que presentaba el tratamiento Control, habiendo utilizado RDC algo menos de agua.

RDC – Suelos Superficiales

DUREZA



Y encima los frutos de RDC (barras anaranjada y violeta) eran más consistentes para un mismo grado de estado de madurez que los del tratamiento Control. O sea se mejoraba la calidad.



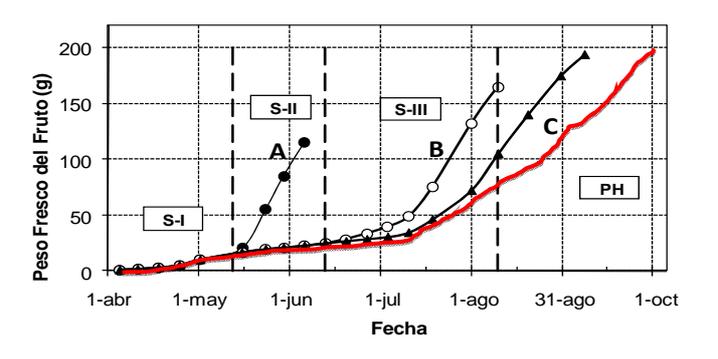
Hasta aquí lo que puede pasar con un melocotón de agosto. Pero la gama de variedades de este cultivo es muy amplia, desde melocotones muy tempranos (cosecha a mitades de mayo) hasta variedades tardías de medio septiembre. Y para cada una de ellas, y en función del destino del fruto (consumo en fresco, conserva, concentrados, ...) debemos aplicar una estrategia diferente de RDC.



- *Riego Deficitario Controlado (RDC)*

Melocotoneros

Ensayo de RDC en melocotón de Calanda en la finca experimental AFRUCAS en Caspe. (2008 a 2011).



Fecha	S-I	S-II	S-III	C	PH
1-abr	0	0	0	0	0
1-may	5	5	5	5	5
1-jun	10	10	10	10	10
1-jul	20	20	20	20	20
1-ago	50	50	50	30	30
31-ago	150	150	150	100	100
1-oct	200	200	200	200	200



O Incluso podemos encontrarnos con variedades muy tardías, como el caso del melocotón de CALANDA:




T01

- *Riego Deficitario Controlado (RDC)*

Melocotoneros

Ensayo de RDC en melocotón de Calanda en la finca experimental AFRUCAS en Caspe. (2008 a 2011).

	Agua de Riego		Peso Fruto	Producción
	(mm/año)	(%)	(g)	(kg/árb)
Control	626	100%	200,3	25,8
Def Est (65%)	401	64%	177,9	22,0
RDC	592	95%	199,3	24,6



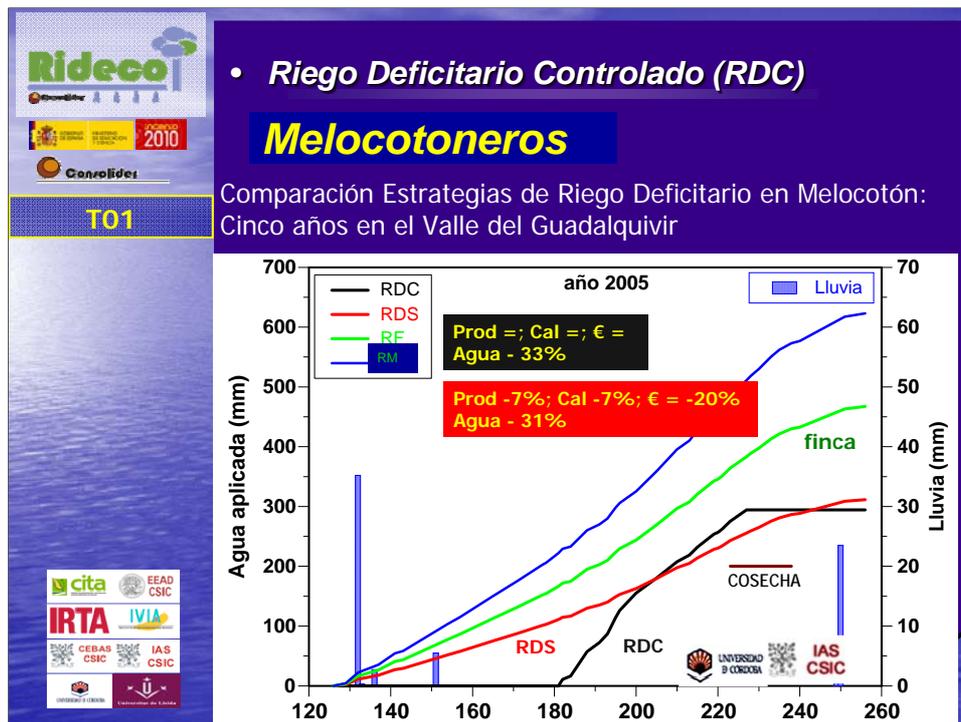







En esta variedad, en la que ha trabajado el grupo de Zaragoza, podemos apreciar como aplicando una reducción de agua en fase II, al igual que habíamos visto antes se mantiene en este caso el tamaño del fruto (importante para esta variedad) y la producción final.

FACI y la calidad que?.



En otras condiciones ambientales el grupo de Córdoba, también en melocotonero, ha comparado diferentes estrategias de riego, desde la estrategia de la Finca (línea verde), a una estrategia de Riego Deficitario Sostenido (Línea roja), y una estrategia de RDC (línea negra).

Observen como la aplicación de agua de riego sigue pautas muy diferentes entre RDS y RDC.

La aplicación de RDS produjo frutos menores, menor producción y una bajada de ingresos del 20%.

La aplicación de RDC redujo el agua aportada por riego en un 33%, pero no afectó al calibre de los frutos, a la producción ni a los ingresos.

Además mejoró la calidad del fruto (ELÍAS)...?????

Rideco
 Conrollider
 2010
 Conrollider

T01

• **Riego Deficitario Controlado (RDC)**

CÍTRICOS

Estrategias de RDC en Cítricos: en el Valle del Guadalquivir

	Agua de Riego		Producción (kg/árb)	Nº Frutos/árbol		PMF (g)
	(mm/año)	(%)		Totales	Comerciales	
FINCA	440	100%	50,2	418,0	314,0	160
ET	481	109%	42,9	448,0	289,0	148
RDC1	310	70%	47,8	447,0	347,0	138
RDC2	342	78%	38,9	397,0	288,0	135



FINCA: Riego según el productor.
 ET: Aplicando el 100% de los requerimientos hídricos.
 RDC1: 37% Control durante el período RDC (entre 23 de junio y 4 de septiembre)
 RDC2: 50% Control durante el período RDC

RDC Mejora la Calidad y RDC1 Disminuye el splitting



Si cambiamos de cultivo y nos vamos a cítricos, vemos que el RDC en el Valle del Guadalquivir permite obtener producciones similares al Riego Control, utilizando un 30% menos de agua.

Mejorando ostensiblemente la calidad de la manzana

Rideco
 Consolida
 2010
 Consolida

T01

• **Riego Deficitario Controlado (RDC)**

CÍTRICOS

Estrategias de RDC en Cítricos: en el Levante (2007-2010)

• RDC1 Clementina

• RDC1 Navel LL

IVIA

cita EEAD CSIC
IRTA IVIA
 CEBAS CSIC IAS CSIC
 UNIVERSIDAD DE VALENCIA

Igualmente con cítricos, Clementina y Navel Lane Late, en la zona del Levante, el grupo de Valencia observó:

Rideco
 2010
 Consolidar

T01

• **Riego Deficitario Controlado (RDC)**

CÍTRICOS

Estrategias de RDC en Cítricos: en el Levante (2007-2010)

Clementina	Agua de Riego		Producción	Frutos/Arb	PMF
	(mm/año)	(%)	(kg/árb)	N	(g)
ET	Umbral de déficit : $\Psi_{hmd} = -1.3$ MPa				
RDC1	3225	85%	93,5	961	97,8
RDC2	3110	82%	84,8	960	94,1

Navel LL	Agua de Riego		Producción	Frutos/Arb	PMF
	(mm/año)	(%)	(kg/árb)	N	(g)
ET	Umbral de déficit : $\Psi_{hmd} = -1.1$ MPa				
RDC1	2900	78%	80,9	427	219
RDC2	2760	75%	78,5	422	210

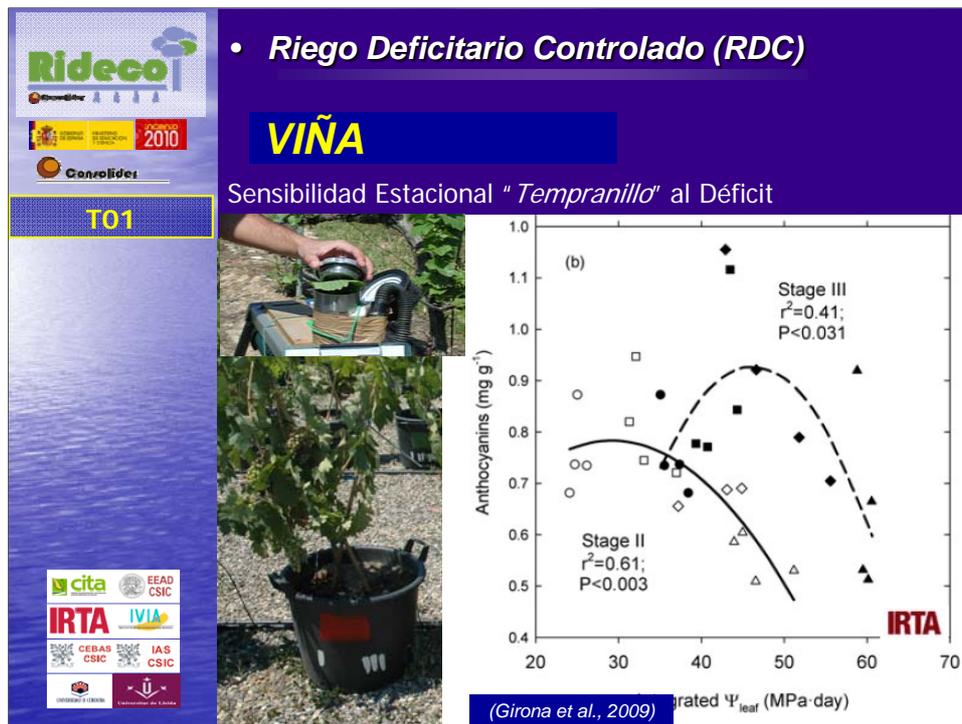
RDC Mejora la Calidad

Logos: cita, EAD CSIC, IRTA, IVIA, CEBAS CSIC, IAS CSIC, UNIVERSIDAD DE LEVANTE, UNIVERSIDAD DE VALÈNCIA

Que aplicando RDC en Clementina se podía reducir un 15% el aporte de riego, manteniendo el tamaño del fruto, un ligero descenso en producción, pero mejorando la calidad de la clementina, y similares resultados en Navel Lane Late.

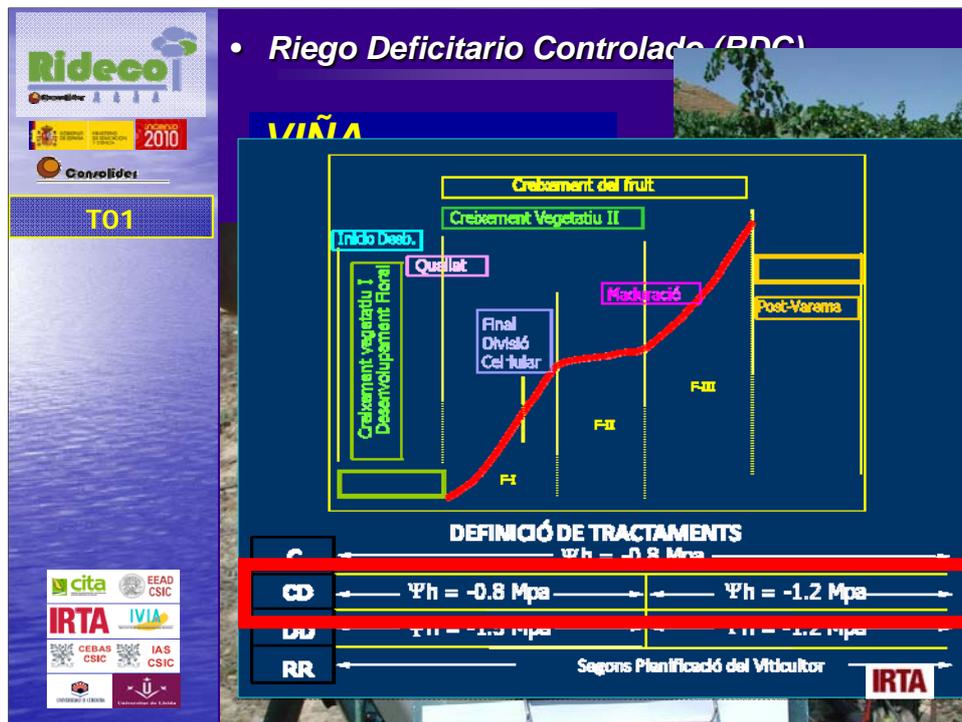
Lo importante de este trabajo es que definieron los umbrales de déficit al que se puede permitir que llegue la planta durante el RDC.

Este paso es importante ya que decir que podemos reducir un 50% el agua de riego durante una fase donde se aplique RDC no es muy generalizable, ya que la capacidad de almacenamiento de agua de un suelo, o las características climáticas hacen que este 50% de reducción pueda producir efectos diversos en casos distintos. El tener un umbral de algo medible ayuda mucho a definir estrategias de RDC.



En este sentido en viña ya disponemos de la caracterización de la respuesta de parámetros de calidad como lo son el nivel de antocianos en variedades tintas como Tempranillo a la intensidad del déficit hídrico en diferentes fases del ciclo del cultivo.

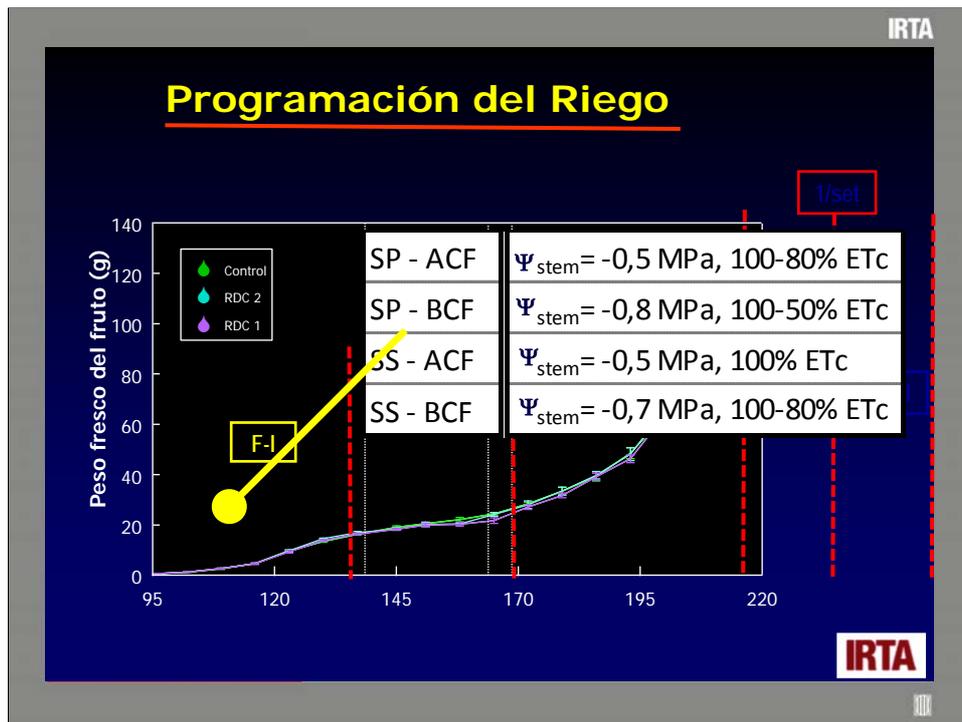
Así vemos como en la fase III (de envero a vendimia) aún siendo deseable un cierto nivel de déficit para obtener un buen vino, si te pasas empeoras la calidad del mismo. Y lo bueno es que ya podemos cuantificar el nivel de estrés que se requiere para obtener la máxima expresión de este parámetro.



Y en consecuencia podemos proponer planificaciones de riego que en base a el control del potencial hídrico de la hoja de cepa optimicen la producción y la calidad de los vinos resultantes.

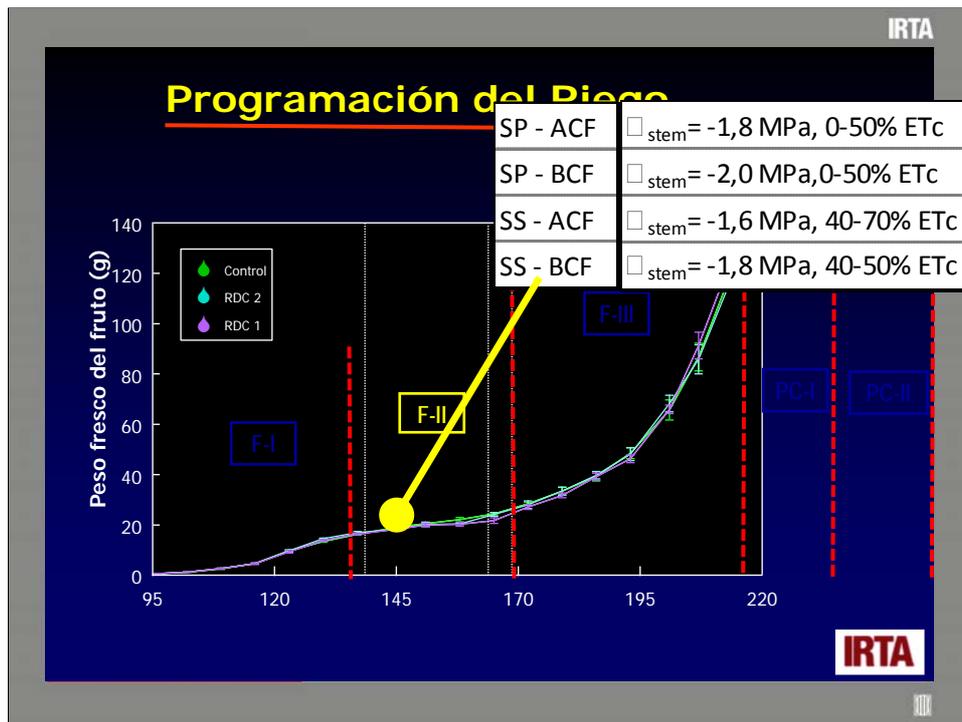


Así también en el caso del melocotonero estamos en disposición de proponer niveles óptimos de estado hídrico de la planta para cada una de las fases del ciclo anual del cultivo,



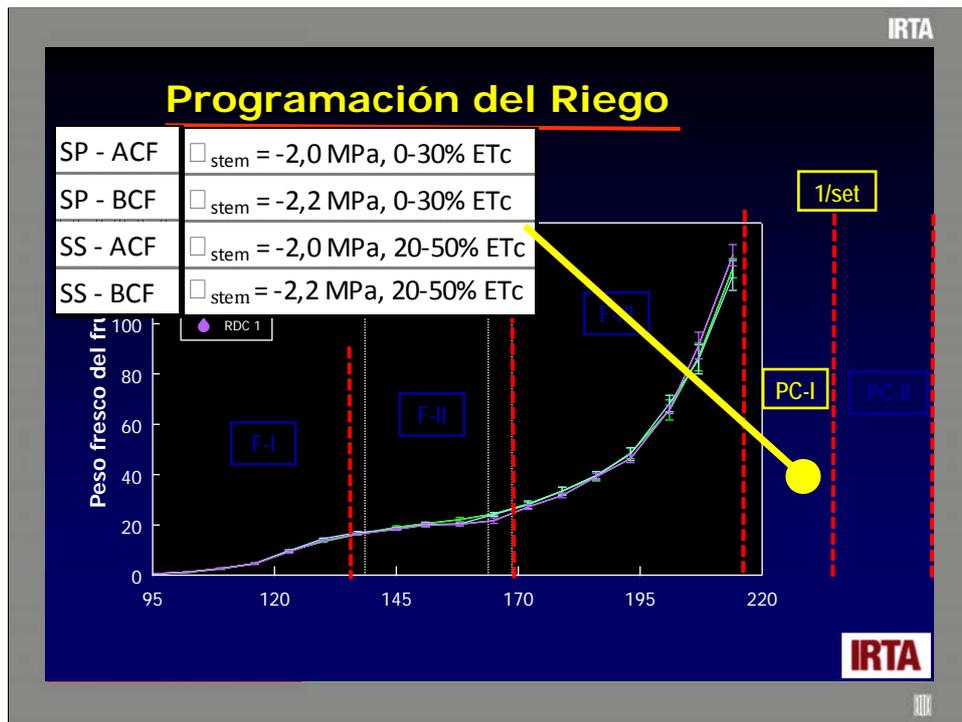
Que dependerán del tipo de suelo, (Profundo o superficial), de la carga de frutos (alta o baja) y de la fase del ciclo donde nos encontremos.

En fase I proponemos unos umbrales de déficit.

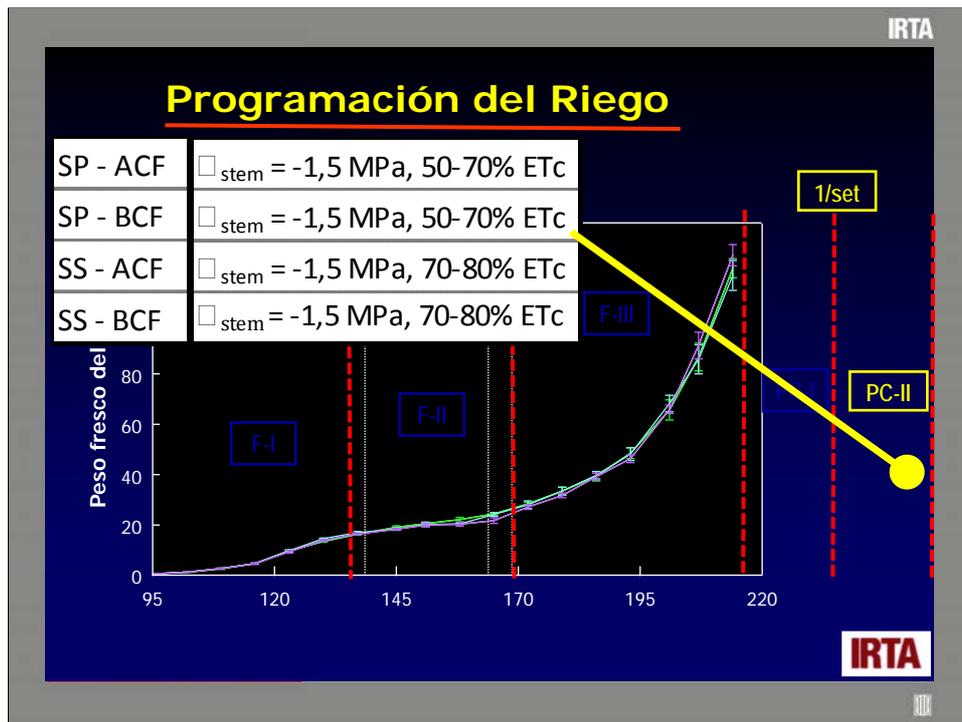


En fase II otros,





Y específicos para las dos fases de Poscosecha.
 Más extremos antes de primeros de setiembre



Y más livianos después.

Rideco

2010

Consolidar

T01

Riego Deficitario Controlado (RDC)

Logos: cita, EAD CSIC, IRTA, IVIA, CEBAS CSIC, IAS CSIC, Universidad de Córdoba, Universidad de La Rioja

Habrán ustedes apreciado, no obstante, que estos umbrales de déficit se basan en la medición del estado hídrico de las plantas con una cámara de presión, y como algunos de ustedes ya sabrán esta es una tarea laborioso, y costosa económicamente para una explotación comercial.

Añadiendo que en los casos en que se puede realizar la información de la que se dispone es espacialmente limitada.

Siendo este un problema importante al aplicar RDC, pero el dato totalmente necesario para un ajuste correcto, esperamos que en la última parte de la sesión de esta tarde les podamos ofrecer alguna solución satisfactoria.

Rideco
 2010
 Consolidar

T01

• **Riego Deficitario Controlado (RDC)**

Cultivos Estudiados donde Aplicar RDC

Melocotoneros	IRTA, UNIVERSIDAD DE VALÈNCIA, IAS CSIC, EAD CSIC, cita, CEBAS CSIC
Cítricos	IVIA, UNIVERSIDAD DE VALÈNCIA, IAS CSIC, CEBAS CSIC
Albaricoque	CEBAS CSIC
Vid	IRTA, IVIA, cita, EAD CSIC, UNIVERSIDAD DE VALÈNCIA
Olivo	UNIVERSIDAD DE VALÈNCIA, IAS CSIC, IRTA, cita
Almendro	IRTA, UNIVERSIDAD DE VALÈNCIA, IAS CSIC
Manzano, Peral	IRTA
Cerezo, Ciruelo	IVIA, IRTA
Granado, Níspero	CEBAS CSIC, IVIA

cita, EAD CSIC, IRTA, IVIA, CEBAS CSIC, IAS CSIC, UNIVERSIDAD DE VALÈNCIA

El tiempo es limitado, y hemos presentado unas pinceladas de lo que el grupo RIDECO puede ofrecer,

Simplemente comentarles, antes de dar paso al Dr. Juan José Alarcón que les hablará de otros aspectos del RDC, que el grupo está trabajando en estos cultivos,

Melocotoneros,

Cítricos,

Albaricoque,

Vid

Olivo,

Almendro,

Manzano,

Peral,

Cerezo,

Ciruelo,

Granado,

Níspero

, que en la mayoría de ellos hay involucrados diferentes equipos y que de todos ellos ya existe información y conocimiento aplicable a nuestros regadíos.