

IRTA

RECERCA | TECNOLOGIA
AGROALIMENTÀRIES

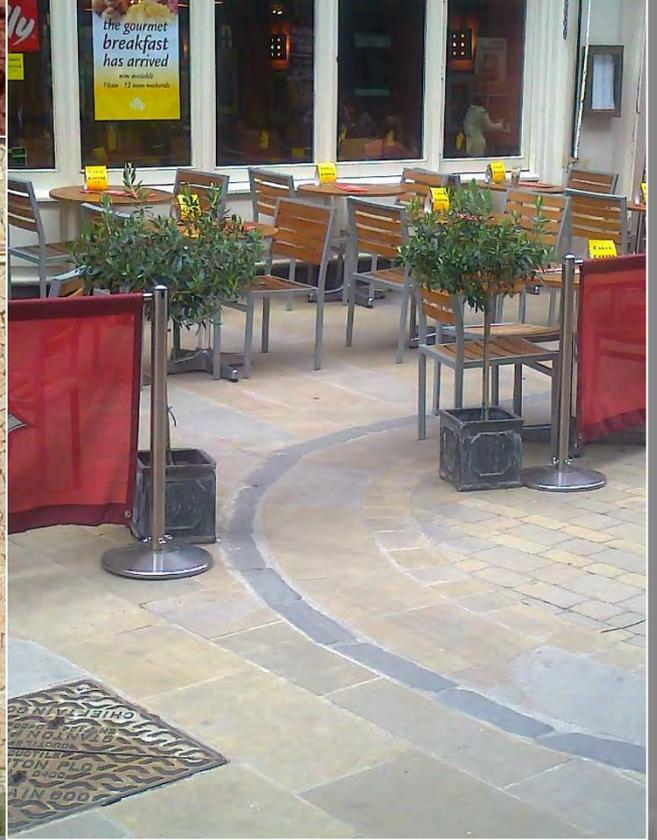
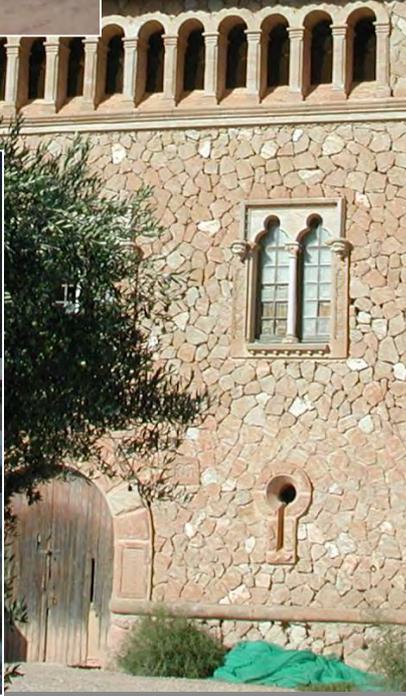


Irrigation et fertilisation production et qualité



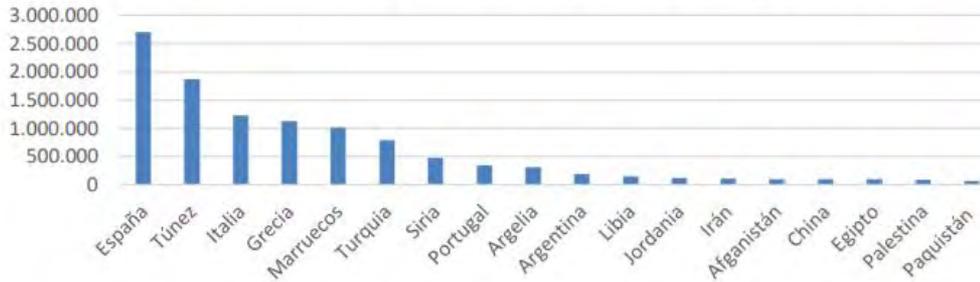
Josep Rufat
josep.rufat@irta.cat

**Utilisation Efficace de l'Eau en Agriculture
IRTA. Lleida**



1. Diagnóstico del macroentorno (mundo)

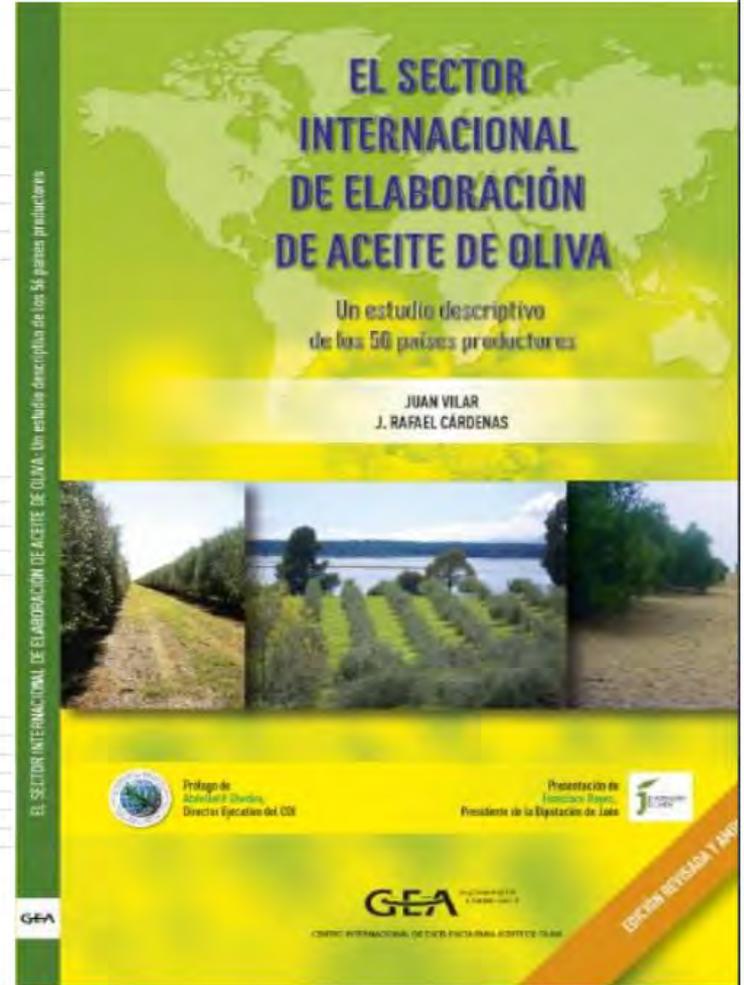
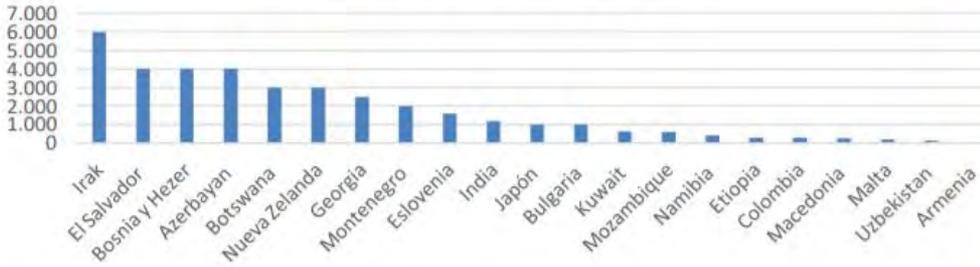
Superficie por país productor de aceite de oliva Top 18



Extensión de olivar por país, grupo II



Superficie de olivar grupo III



Espagne (Mha)



	árb / ha	distance	% ha
traditionnel	80-100	10 x 10 m	77.3
haute densité - intensive	200 - 400	6 x 6, 6 x 5	22.5
trés haute densité – superintensive	> 1000	4.5 x 2 ...	0.2 (45000 ha)



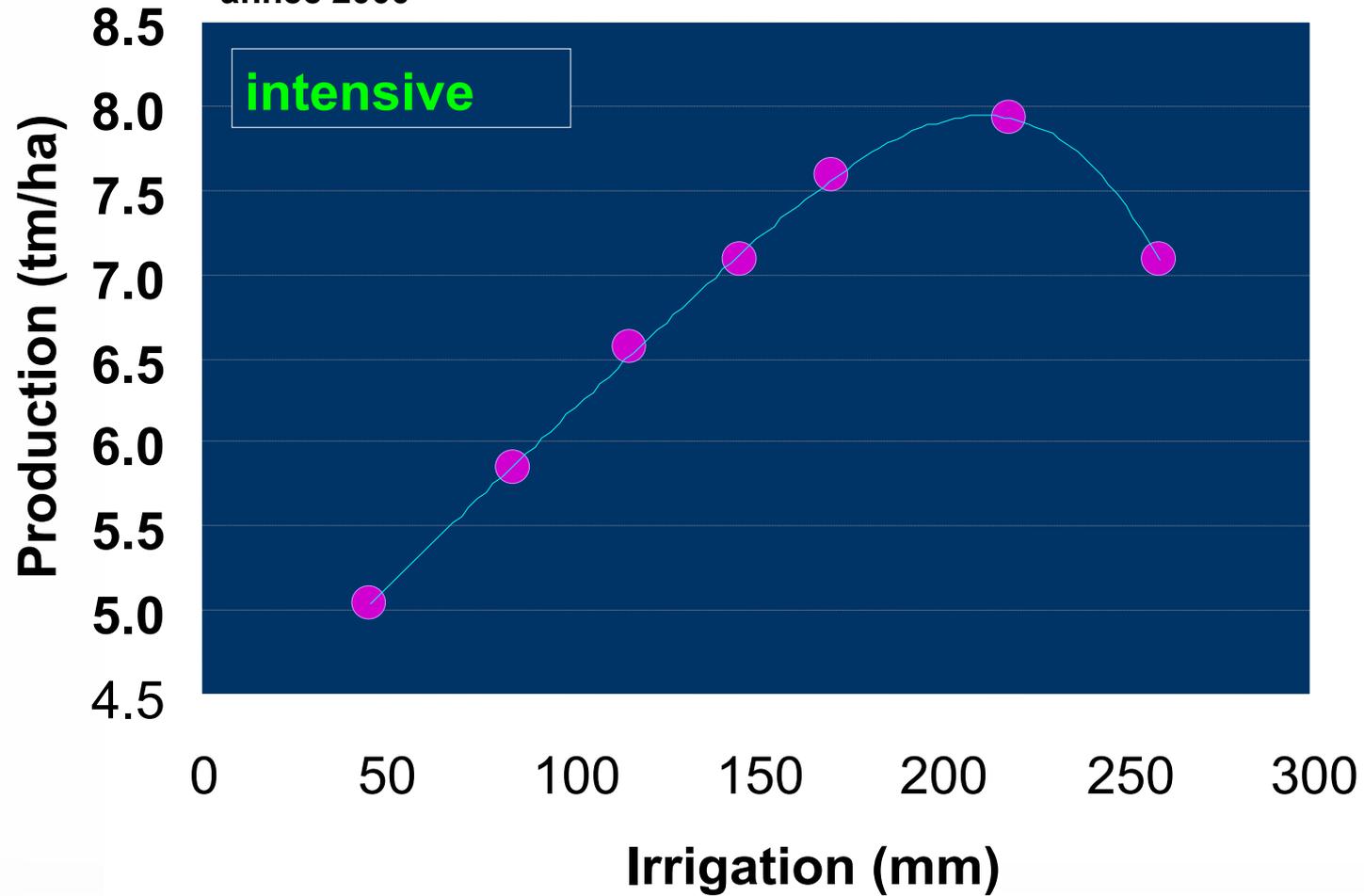
Espagne



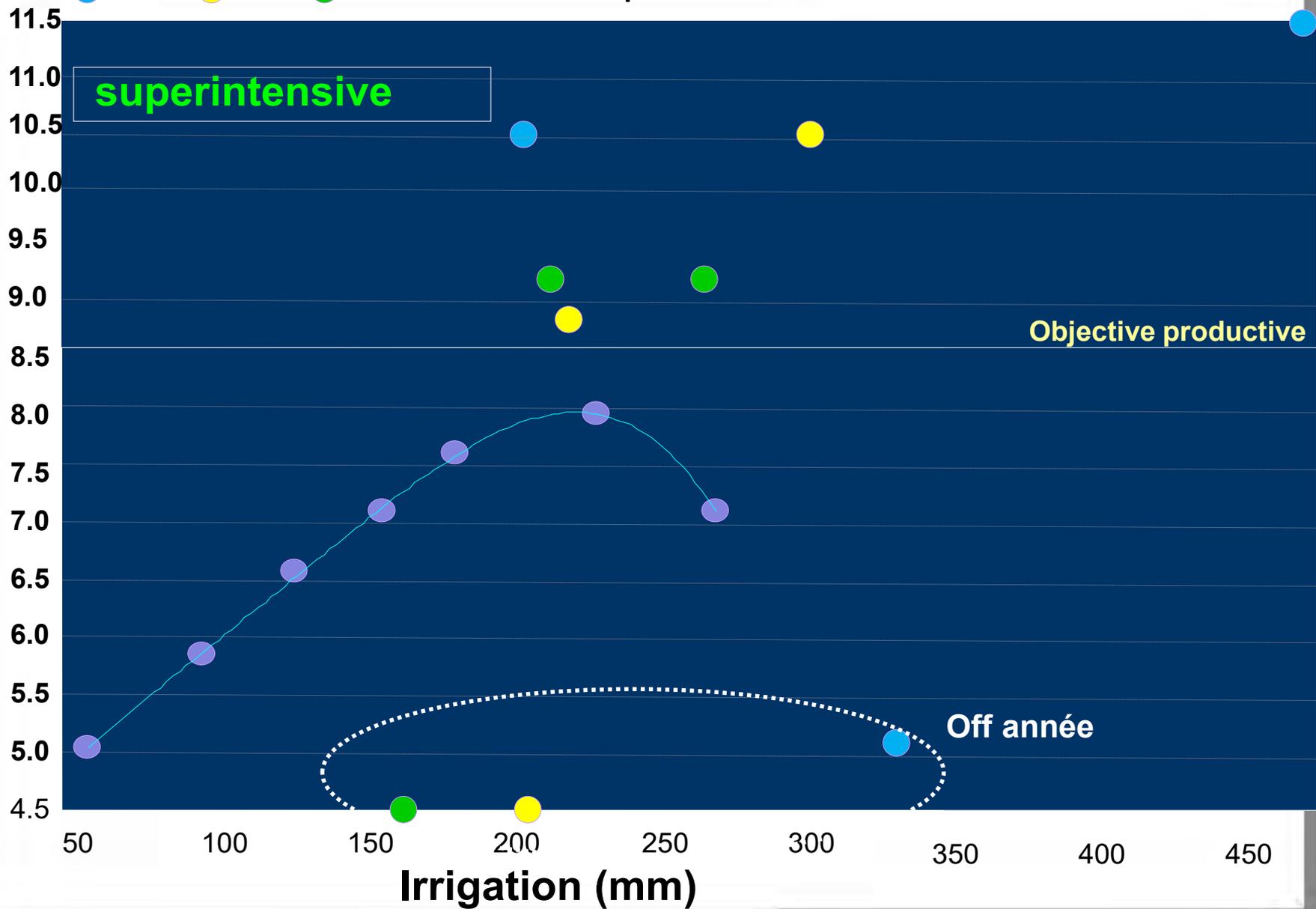
Categoría	Porcentaje	Superficie	2050	Porcentaje
Tradicional	74,66%	8.448.947,02	5.088.060,86	31%
Intensivo	21,03%	2.379.775,99	3.640.108,30	22%
Superintensivo	4,31%	487.392,00	7.629.275,09	47%
Total	1,00	11.316.115,01	16.359.494,25	100%

Elaboración propia a partir de datos del CMO, Agromillora, CBH, Todolivo, Lianez, etc.

Intensive: 400 arbres/ha
Kc 0.65
année 2000



● 100 ● IDC ● SDC Oliveraie Superintensive: 1000 arbres/ha



Bilan hydrique (FAO méthode)

$$\text{Irrigation} = \text{Sorties} - \text{Entrées}$$

ETc
Lessivage

Pluie
Nape fréatique

Outils nécessaires

Étude du sol: texture, pente, caillouteux...

Données climatiques. Météo-France

Mesures de l'eau au sol: tensiomètres, sondes watermark, TDR, enviroscan, ECH₂O ... 

État hydrique de la plante: pression en feuille,
transpiration,
porometrie...

Humidité au sol

Échantillonnage manuel



Sondes ECH₂O



Tensiomètre



Sondes watermark®



Sondes TDR



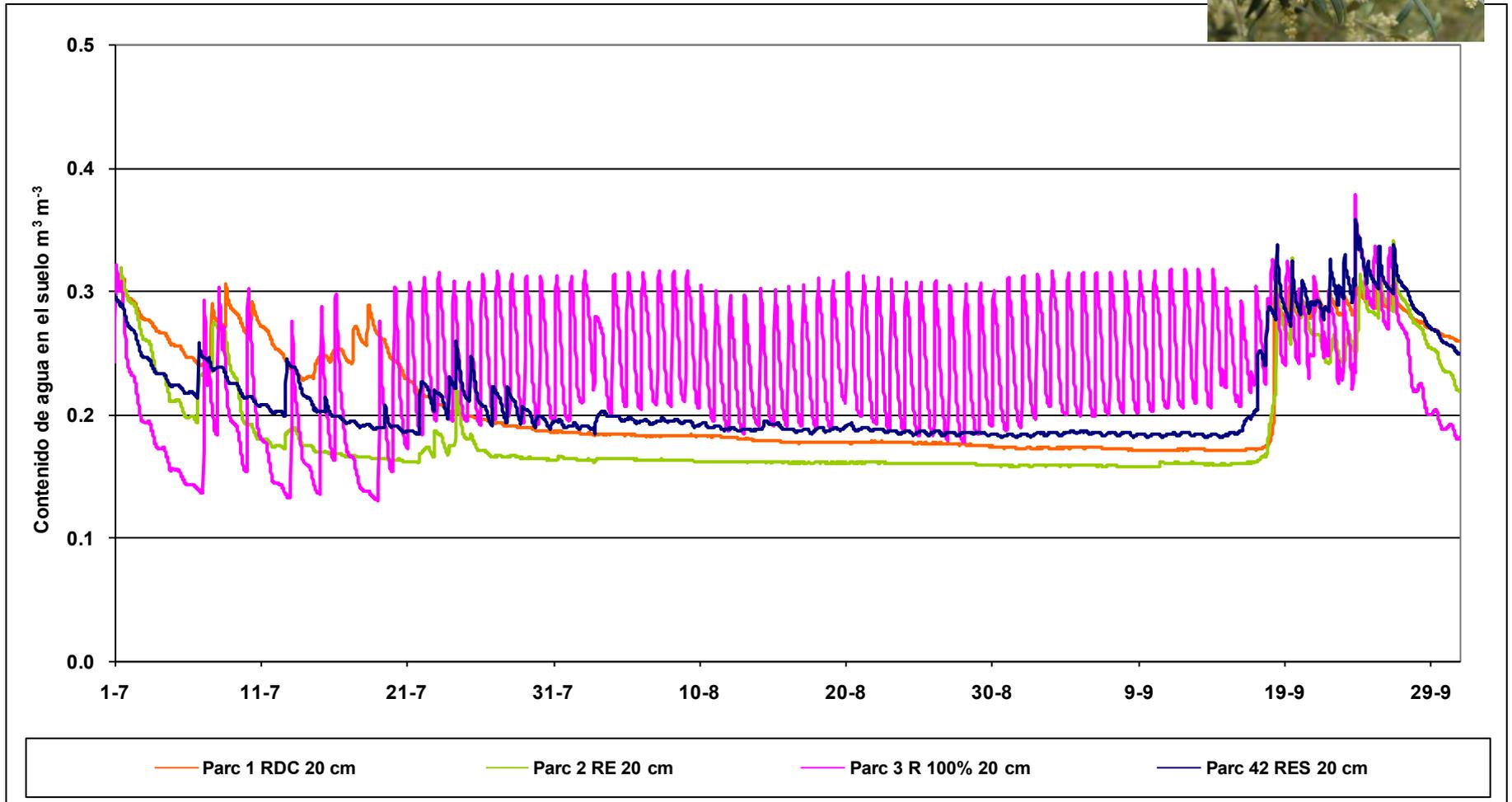
Sonde de neutrons



Sondes Enviroscan®, Diviner®



Soil moisture probes: 20 cm depth



Histoire de l'irrigation en l'Olivier

1r. L'arbre qui vient de la sécheresse va réussir à l'irrigation?



**Application de quantités
(trés) reduites d'eau**



Moyenne 8 ans

TRT Irrig (l/arbre)	Irrigation (mm/ann)	Poids fruit (g)	N. Fruits par arbre	Prod. Olives (kg/ha)	Rend. Huile (%)	Prod. Huile (kg/ha)
T-0	0.0	0.874	1,863	1,628	18.51	301
T-60	7.5	1.018	2,480	2,525	19.97	504
T-120	15.0	1.178	2,094	2,467	20.56	507
T-180	22.5	1.257	2,322	2,919	22.48	656



Solé, 1990

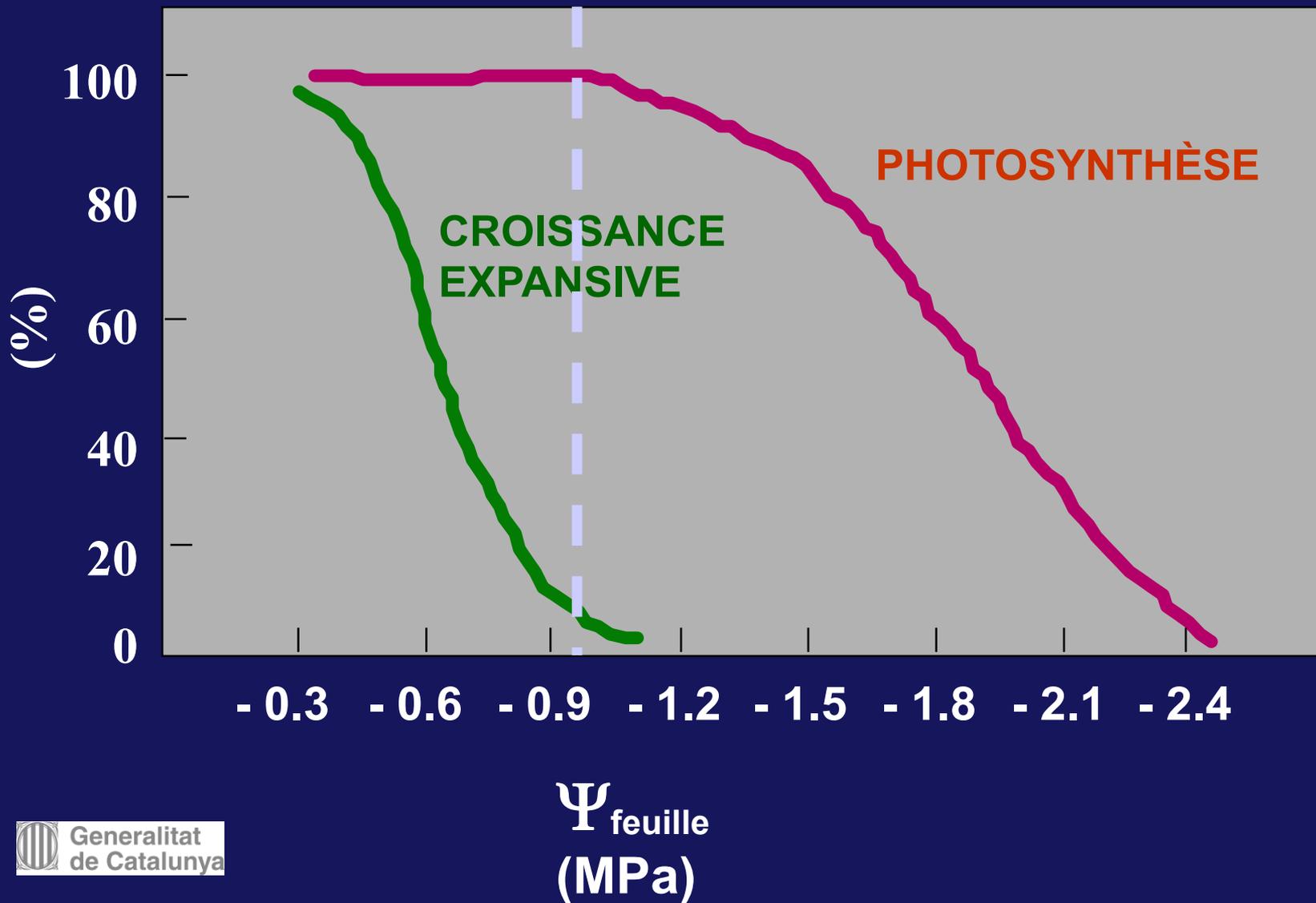
Histoire de l'irrigation en l'Olivier
2ème. Qu'est-ce qu'on fait avec insuffisance d'eau?



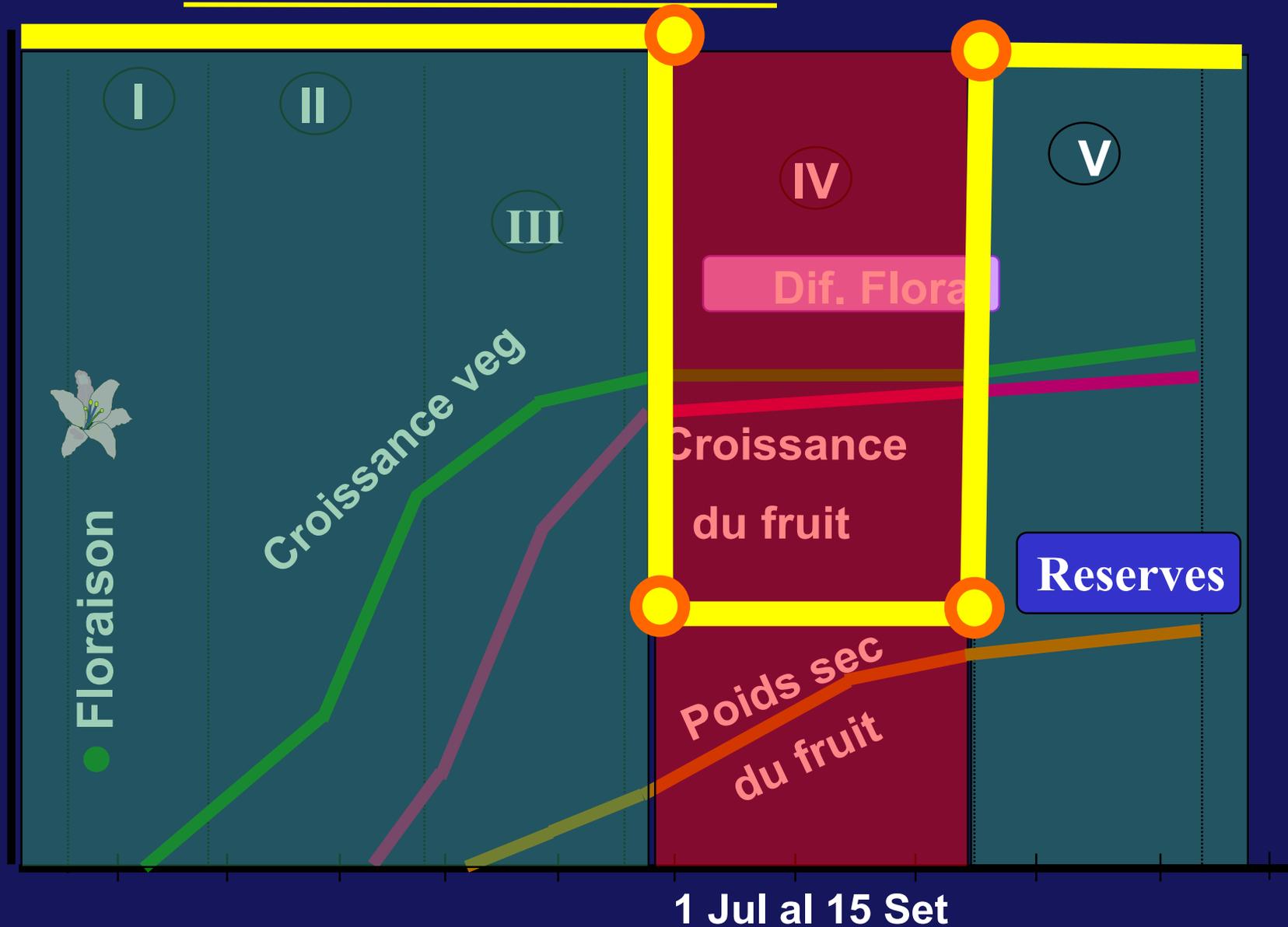
Application de quantités reduites d'eau (1500 a 3500 m³/ha)

IDC

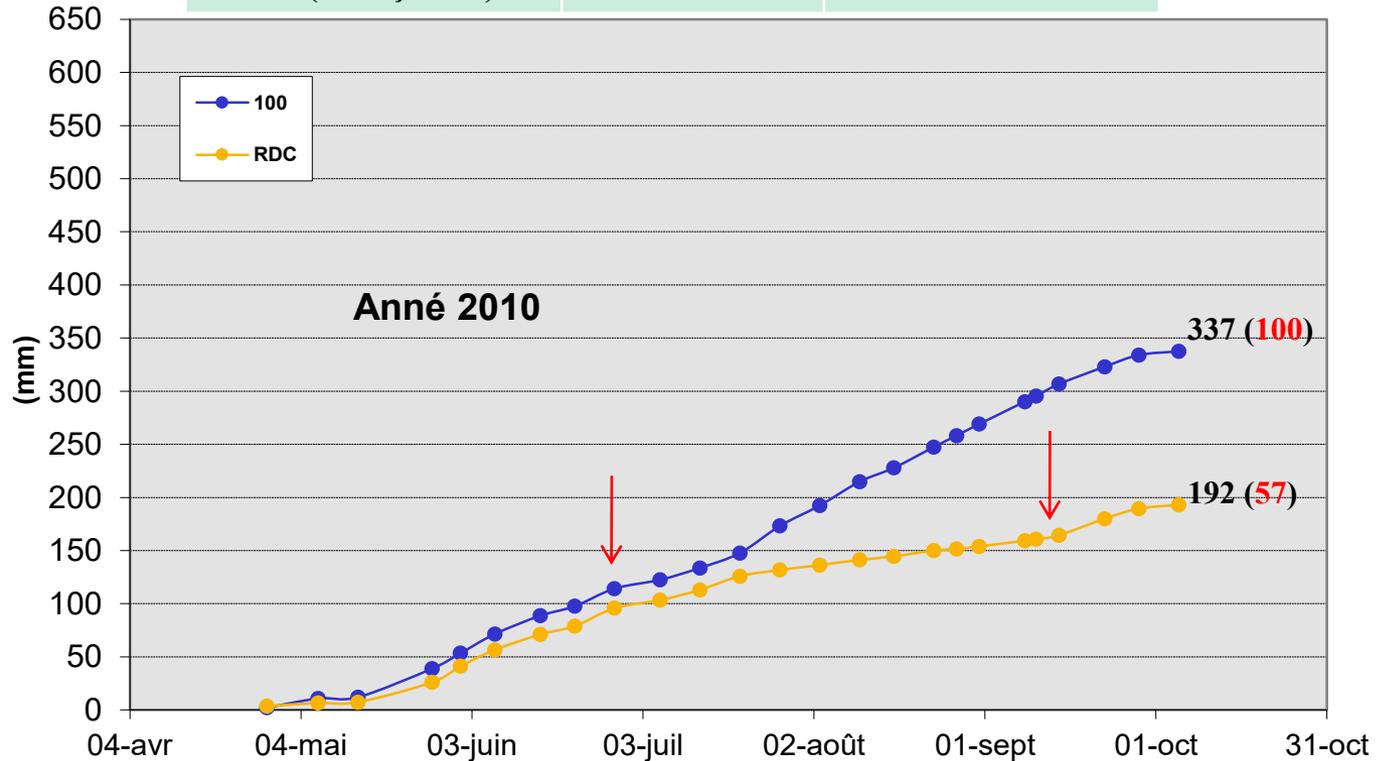
SENSIBILITÉ AU STRESS HYDRIQUE



CICLE DE L'OLIVIER



Irrigation	2010	2016
100	337 (100)	447(100)
IDC	192 (57)	327 (73)
ET0 (Març-Oct)	953	971
Pluie (Març-Oct)	280	217





Résultats productives 1996-99

Tractement	Irrig (mm/année)	Production (kg fruit/ha)	Fruits/arbre (milers)	Poids fruit (g)	Rendiment huile (%)	Huile (kg/ha)
Control irrigué	158 ⁽³⁸¹⁾	7668	56	1.23	16.5	1265
RDC-75%	126 ⁽²⁹⁰⁾	7752	57	1.20	17.5	1357
RDC-50%	110 ⁽²⁴⁷⁾	7584	56	1.23	17.9	1358
RDC-25%	90 ⁽²⁰¹⁾	6264	47	1.19	18.9	1184
Non irrigué	0	1628	19	0.87	18.5	301



Alegre et al., 2001

Distance arbres: 10x10 m

Entre parentèse, irrigation nécessaire pour une zone ombragée du 100%

Propos de distribution annuel de l'eau en IDC (pourcentage sûr irrigation total)

Mètres cubques	Jusqu'à 1 juillet	1 juillet – 15 septembre	À partir 15 septembre
3500/ ha	100	40	100
2500/ ha	50	40	100
1500/ ha	30	25	60

Densité	Irrig	Olives (kg/ha)	Oil percentatge (%)	Oil (kg/ha)
INT	40	8.334	18,3	1.452
	100	9.032	15,8	1.379
INT Moyenne		8.683	18,2	1.415
TRAD	40	6.358	18,0	1.069
	100	6.645	18,4	1.168
TRAD Moyenn		6.502	17,0	1.118
H D	40	8.370	16,2	1.144
	100	8.570	13,8	1.059
H D Moyenne		8.470	15,0	1.102
Total Moyenne		7.885	16,7	1.212

	IDC	IrrTot	
TRAD	1.069 a	1.168 a	1.118
INT	1.452 a	1.379 a	1.415
H D	1.144 a	1.059 a	1.102
	1.222 a	1.202 a	

		Kg huile / m³ eau	kg huile / m³ végétation
TRAD	IDC	0,66	0,36
INT		0,87	0,30
H D		0,47	0,12
TRAD	IrrTot	0,49	0,39
INT		0,51	0,26
H D		0,33	0,11

- IDC incremente la productivité de l'eau
- La productivité de la végétation est opposée aux increments de la densité

Histoire de l'irrigation en l'Olivier

3ème. Système d'irrigation aux nouveaux districtes



Gouteur

-

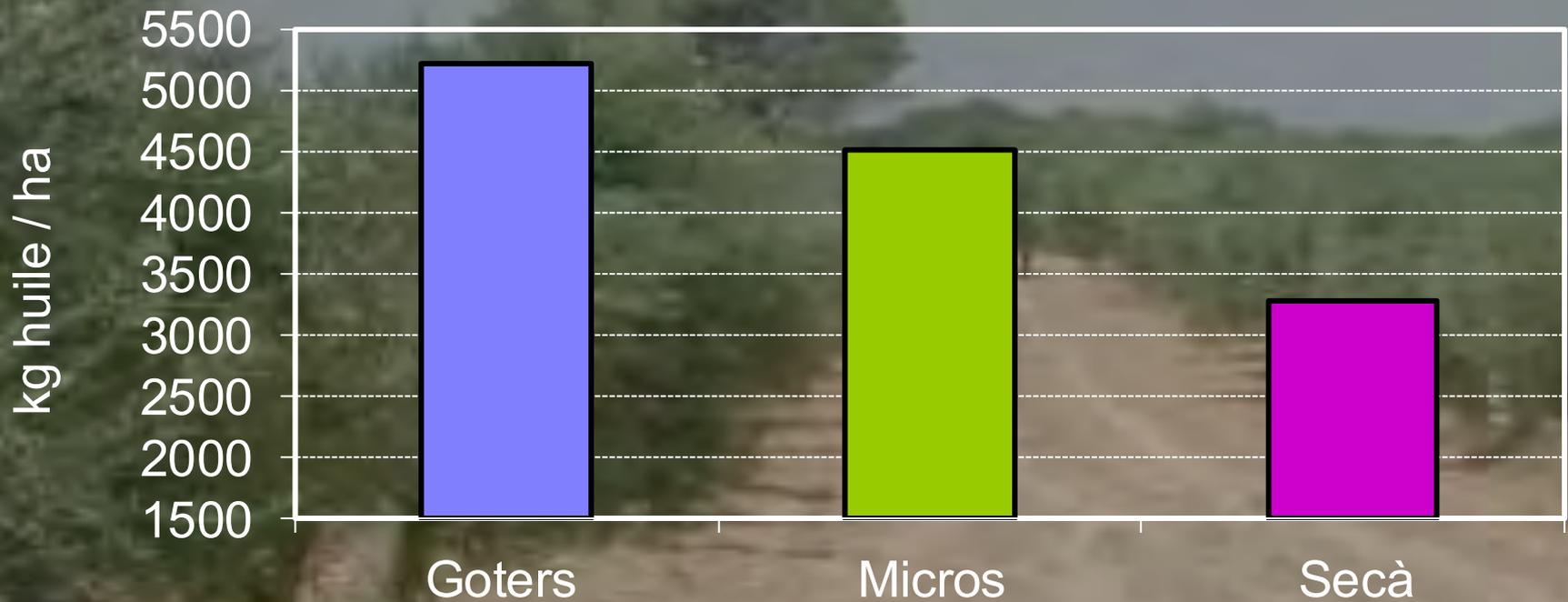
Microaspersion

4 gouteurs/arbre
4 l/h

2 micro/arbre
25l/h

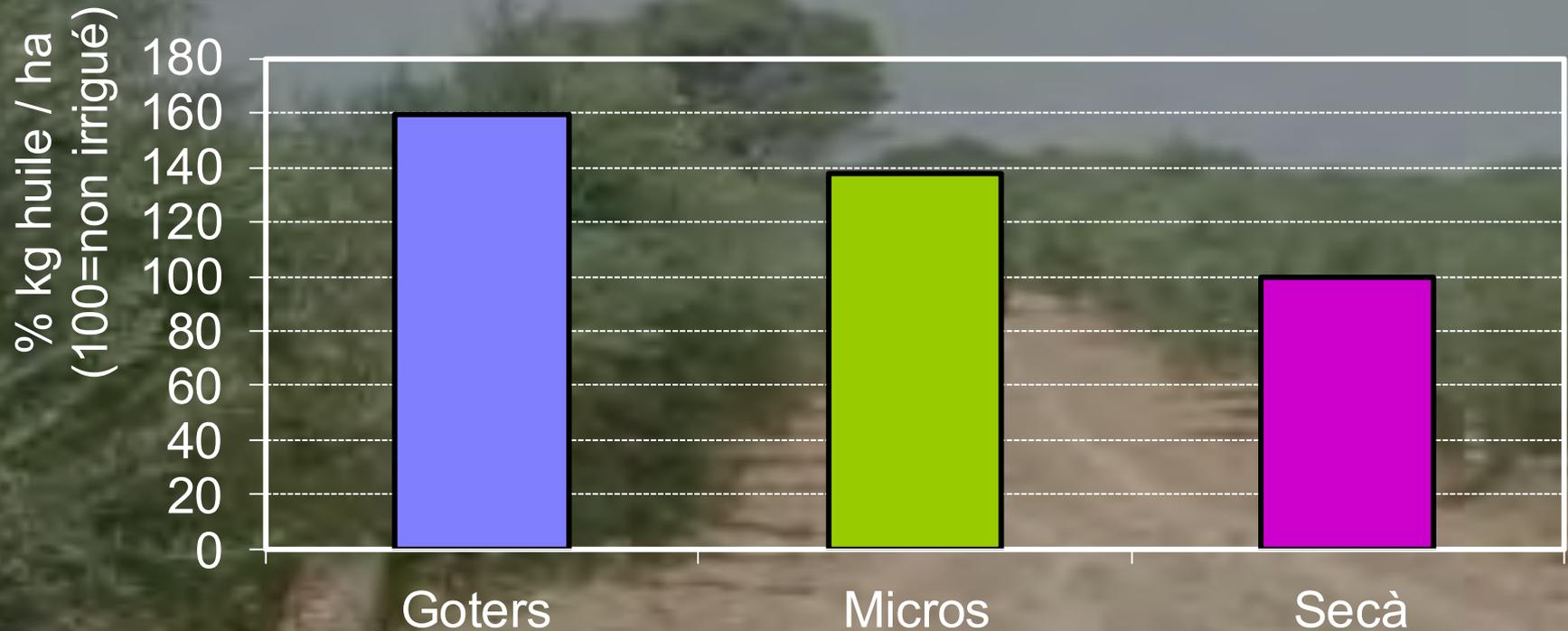
PRODUCTION

2003-2004-2005-2006



PRODUCTION

2003-2004-2005-2006

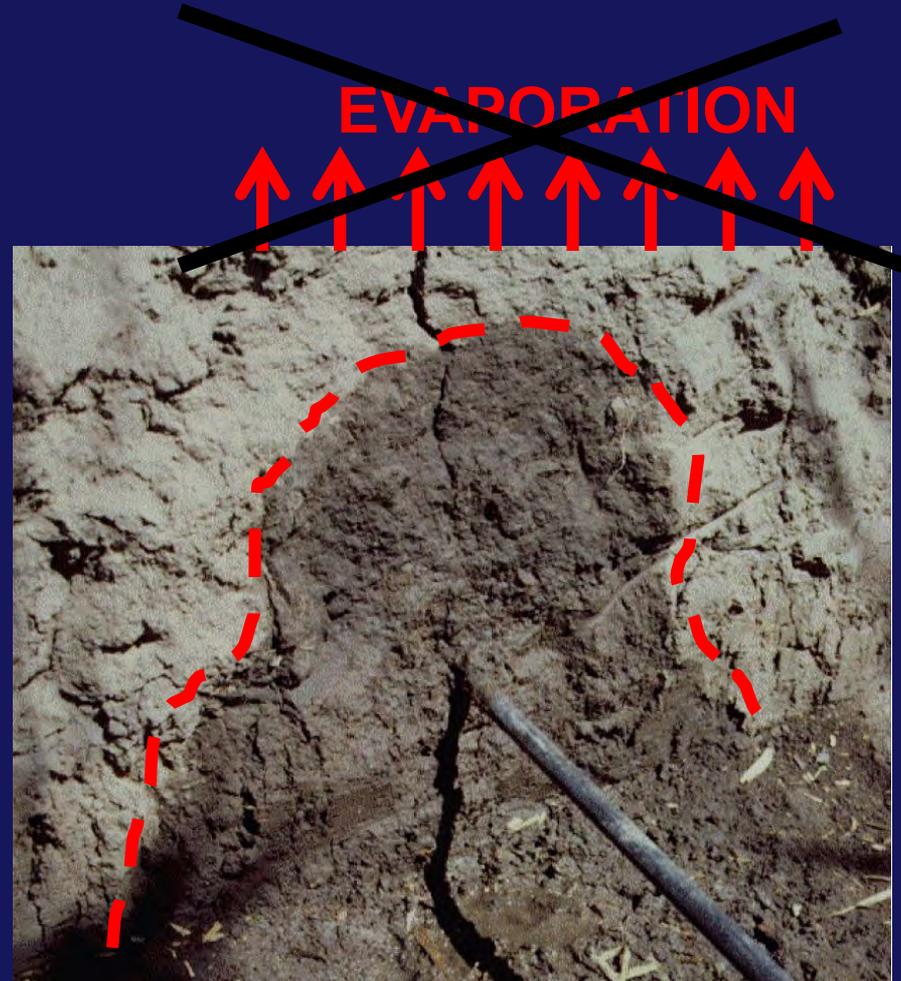
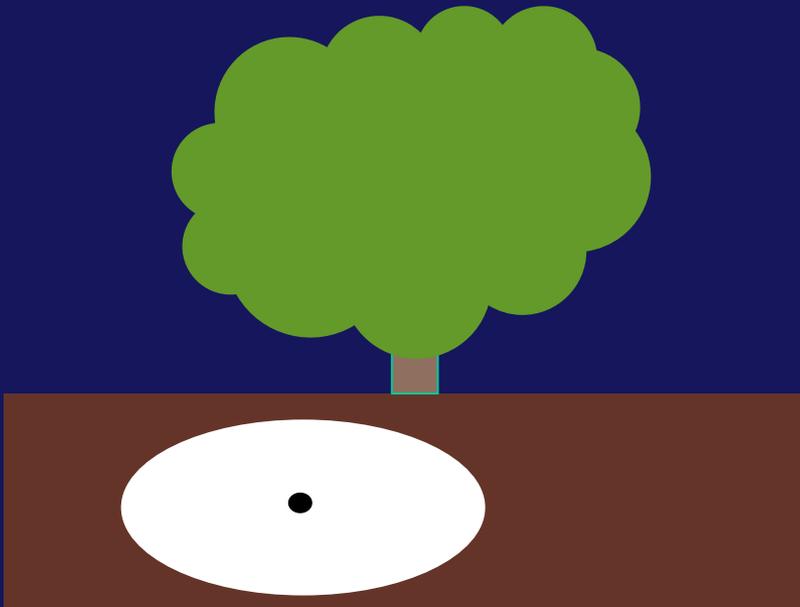


Histoire de l'irrigation en l'Olivier

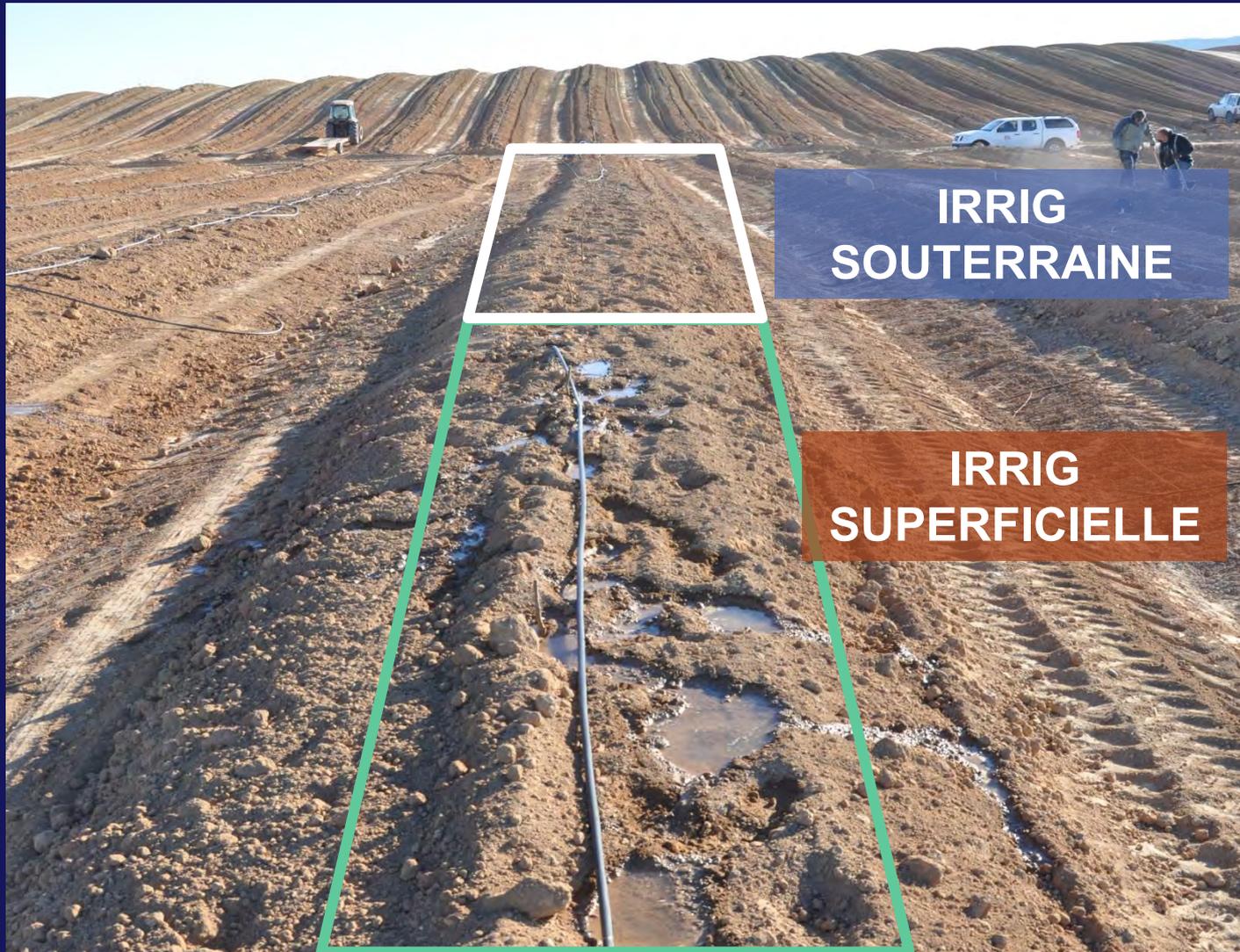
4ème. On peut améliorer? Souterrain?



- Économie d'eau (10-30%)
- En sols défavorables



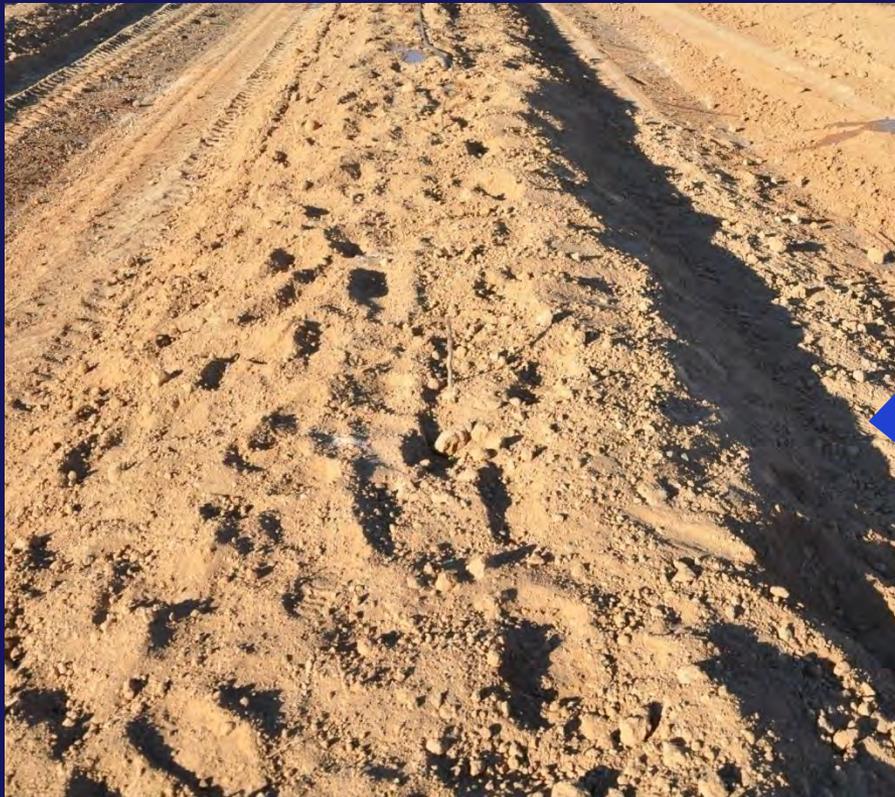
Sols avec problèmes d'infiltration



Sols avec problèmes d'infiltration



Sols avec problemes d'infiltration



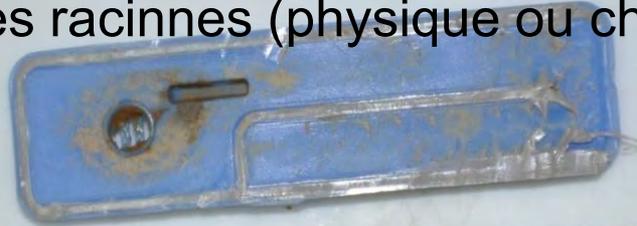
IRRIG SOUTERRAINE



IRRIG SUPERFICIELLE

Election du type de gouteur (**tendances**)

- Débit (chaque fois plus bas) → SOLS
- Pression de fonctionnement (chaque fois plus basse) → ÉNERGIE
- Distance entre les gouteurs (chaque fois plus basse) → SOLS
- Anti-intrusion des racines (physique ou chimique)



**Pourquoi
IDC- déficitaire ?**

Épargne d'eau
Manque d'eau
= production et qualité
< développement végétative

**Pourquoi
SDC- souterrain ?**

Le même que IDC ,
et
moins irrigation
Organique/bio
Animaux sauvages en zones
sèches (renard, sanglier...)



mais coûts \$\$\$ plus
hauts

- système d'irrigation
- enterrer



Pouquoi N et K? Les nutriments plus importants: extractions



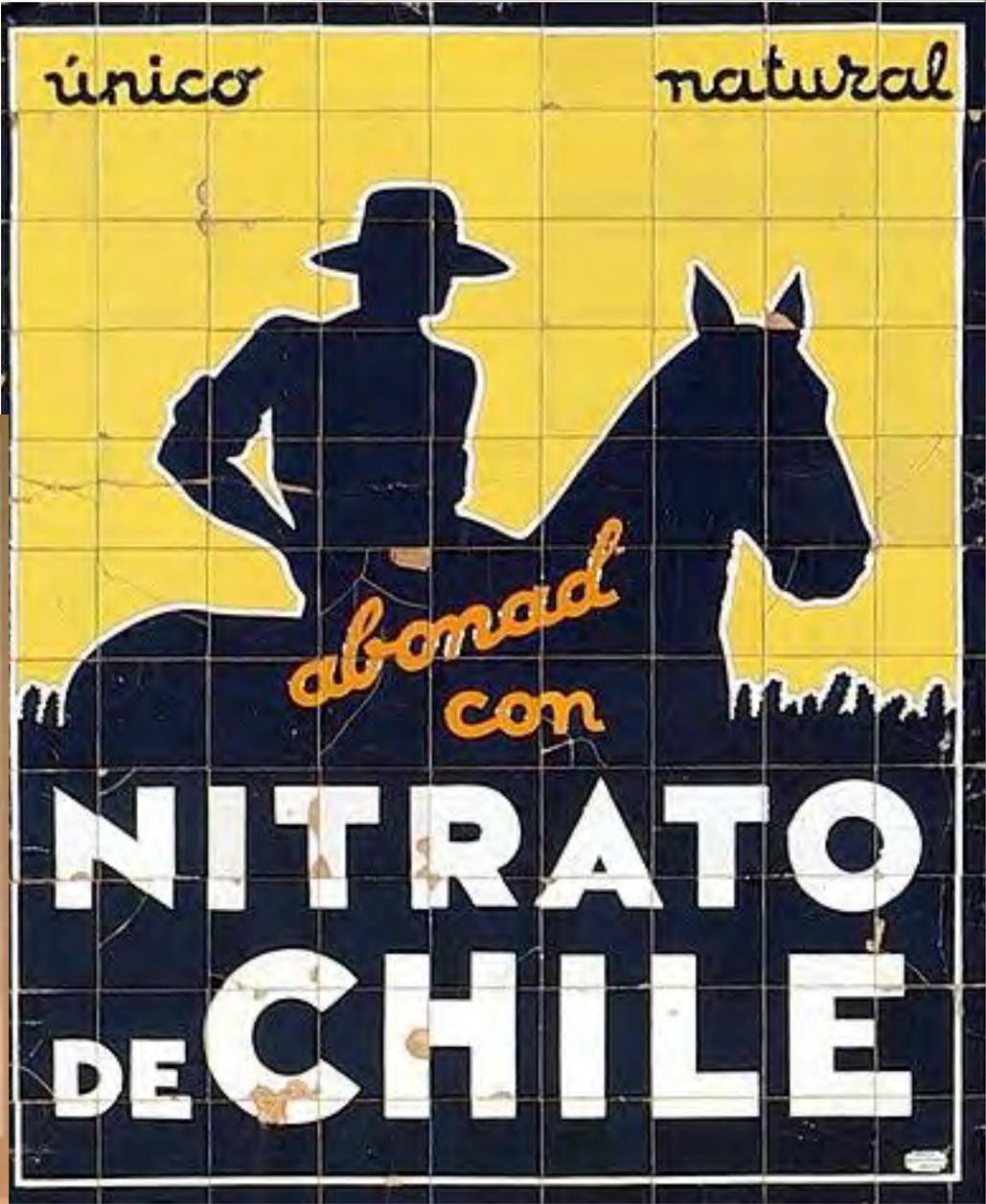
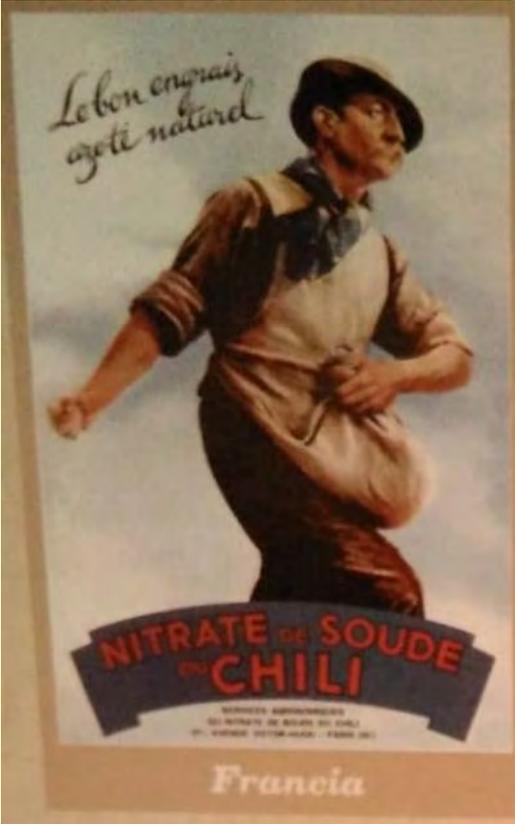
Fertiliser
et/ou
Fertirriguer



La plante BOIT, ne mange pas



avant



Avantages de la fertirrigation

(vs fertilisation traditionnelle)



- **Simplification de la rationalisation et adaptation de la demande en nutriments tout au long du cycle**
- **Confort et précision de l'incorporation d'engrais**
- **Solution plus homogène des nutriments dans le profil arrosé, maintenant des concentrations plus stables**
- **Action immédiate pour la petite zone d'exploration des racines (cas des carences)**
- **Meilleure utilisation: économies d'engrais et de fabrication**



ENGRAIS MINÉRAL ?



ENGRAIS ORGANIQUE/BIO ?

mais...



comment?

quand?

combien?

Caractéristiques des engrais

comment?



Pureté. Plus de 97% en
fertirrigation

Densité (liquides)

Ac. phosphorique: 1.6 g/cm^3

N-32: 1.3 g/cm^3



Solubilité



comment?

CONSIDERATIONS PRATIQUES

Corrosions
Précipitations
Solubilité
Mélanges
Impuretés

~~OBSTRUCTIONS~~

comment?



Analyses des sols

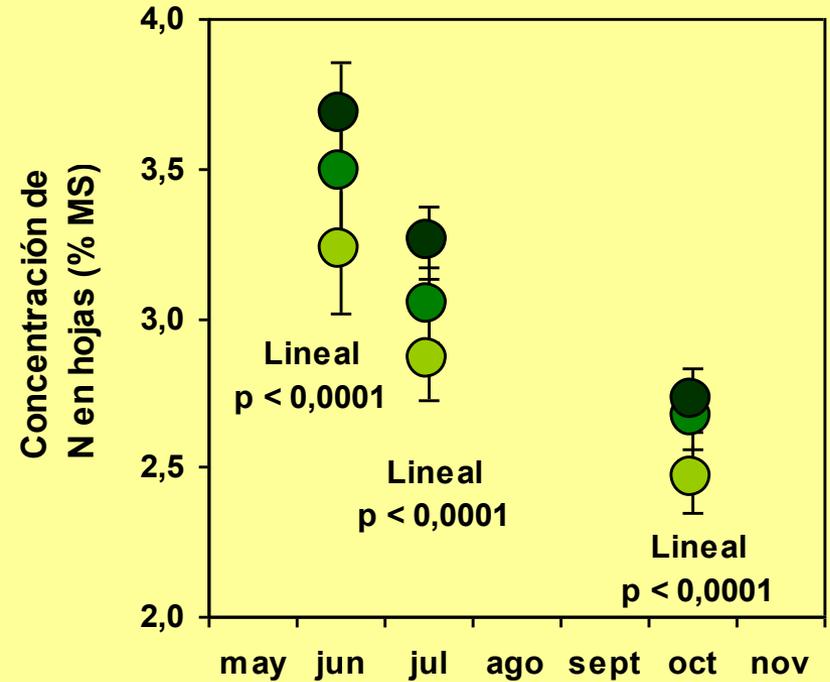
comment?



- Fertilité initiale (texture, matière organique, P, K, pH, salinité, carbonates ...)
- Densité apparente
- Nitrates (Amonium) au sol

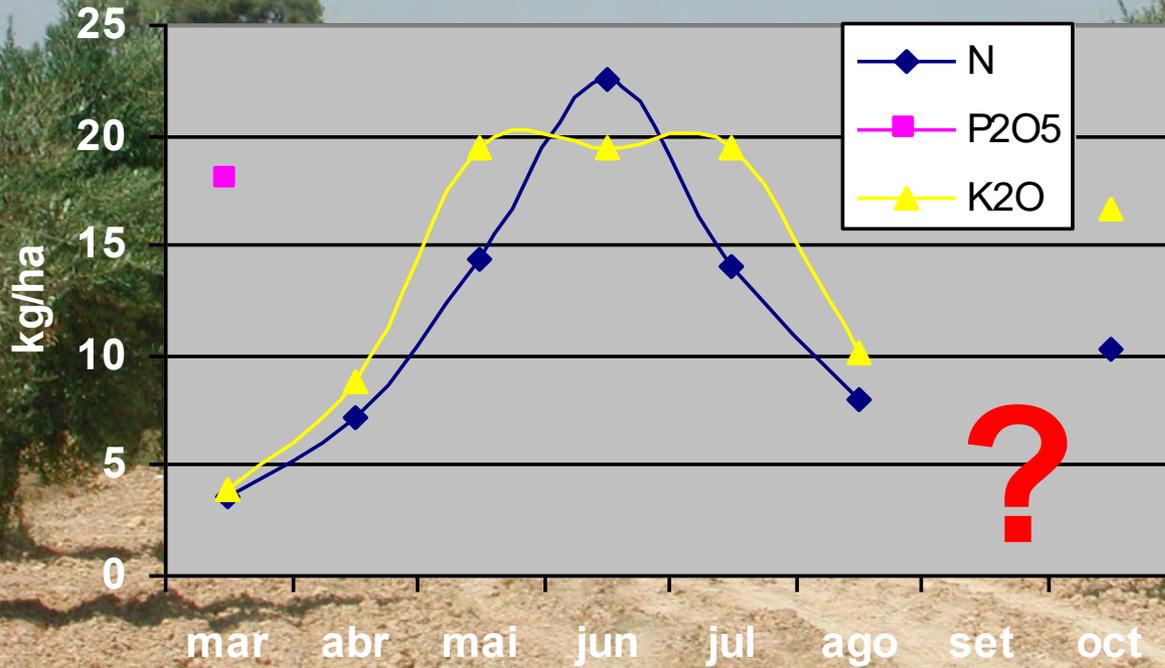
Analyses des feuilles

comment?

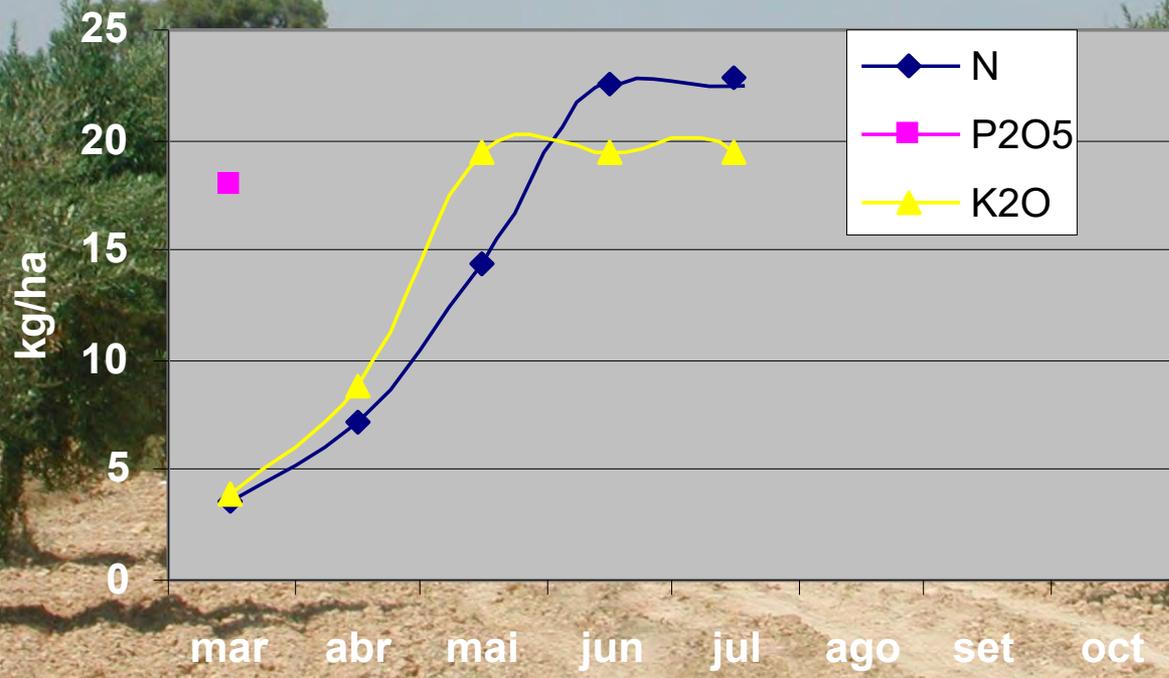


- N 0
- N 60
- N 120

quand?

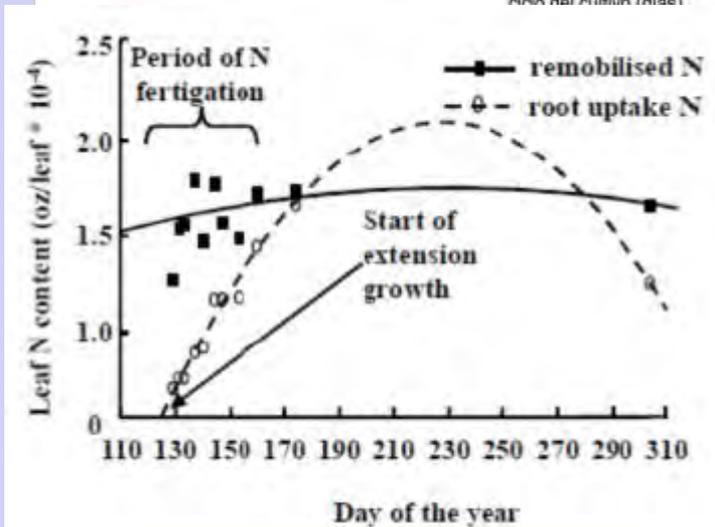
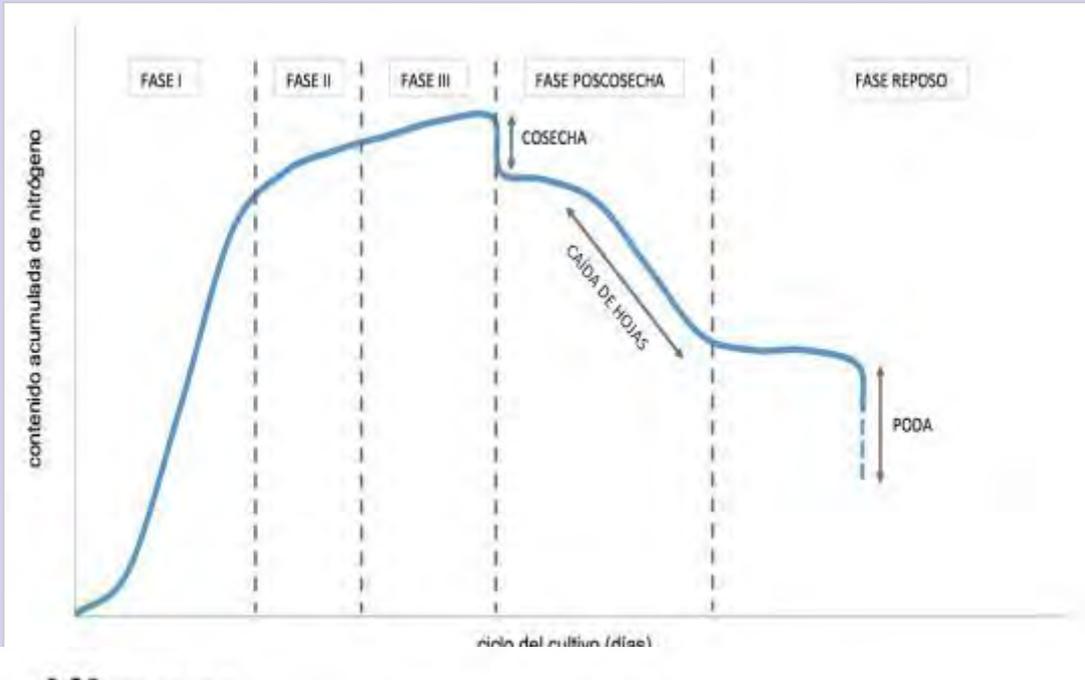


quand?

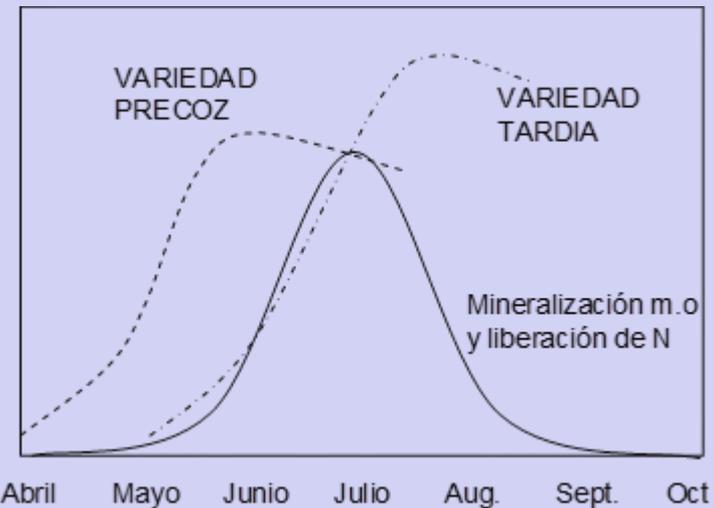


Rythme extraccion nutrientes

quand?



D. Neilsen and G.H. Neilsen, 2002



N organique mineralisé f (niveau MO, sol)

Materie organique (%)	Sol sableux	Sol franc	Sol argileux
0.5	10 - 15	7 - 12	5 - 10
1.0	20 - 30	15 - 25	10 - 20
1.5	30 - 40	22 - 37	15 - 30
2.0	40 - 60	30 - 50	20 - 40
2.5		37 - 62	25 - 50
3			30 - 60

combien?



MO
atòro rganique

EXTRACCIONS DE NUTRIENTS (aprox.)

(per ton fruit)

(Guia de la fertilitat dels sòls i la nutrició vegetal
en producció integrada. Generalitat de Catalunya)

combien?

Kg/ha

N

P₂O₅

K₂O

POMMES

2.2

0.4

2

OLIVES

11.4

1.6

10,8

Combinaison de l'irrigation et la fertilisation

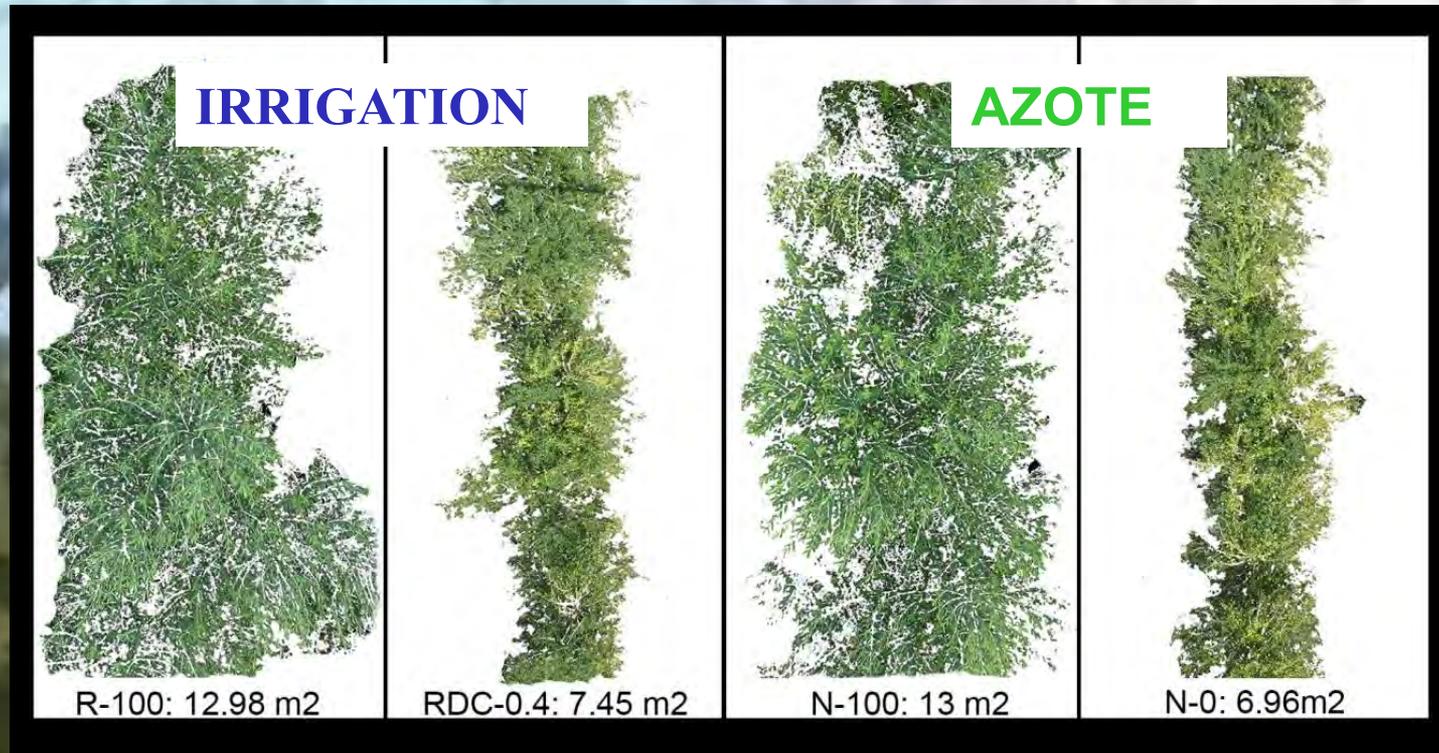
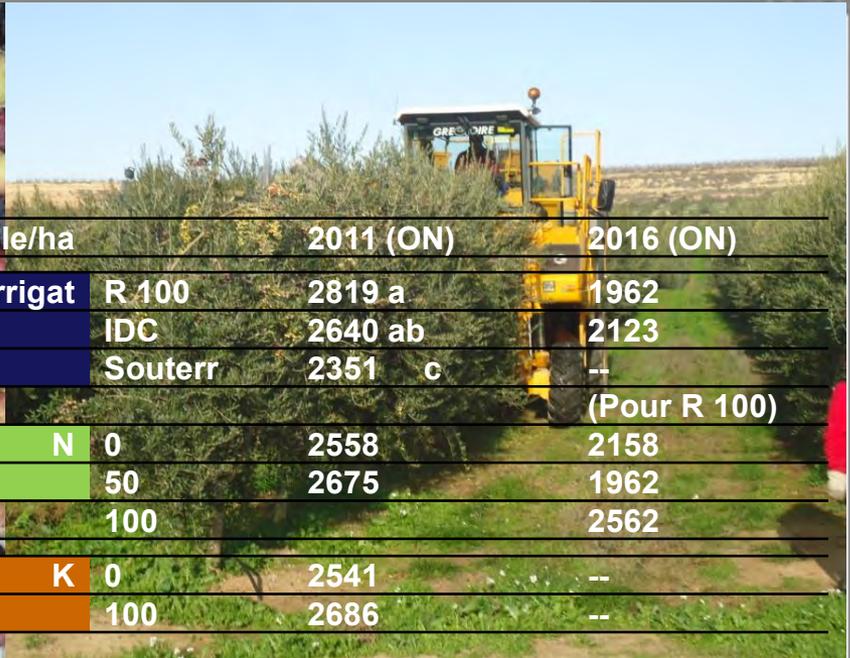


Figure 1. Images of four different plots corresponding to irrigation and fertilization treatments using zenith canopy area methodology.

		2011 (ON)	2016 (ON)
		<i>m³/arbre</i>	<i>m³/arbre</i>
Irrigat	R 100	9.0 a	8,2 a
	IDC	7.1 b	7,0 b
	Souterr	6.3 c	--
(Pour R100)			
N	0	7.1 b	8,0
	50	7.8 a	8,8
	100		8,5
K	0	7.4	--
	100	7.6	--

Production



Kg huile/ha		2011 (ON)	2016 (ON)
Irrigat	R 100	2819 a	1962
	IDC	2640 ab	2123
	Souterr	2351 c	--
		(Pour R 100)	
N	0	2558	2158
	50	2675	1962
	100		2562
K	0	2541	--
	100	2686	--



PRODUCTION



QUALITÉ

50-100
RDC 0,4

0-100
R100

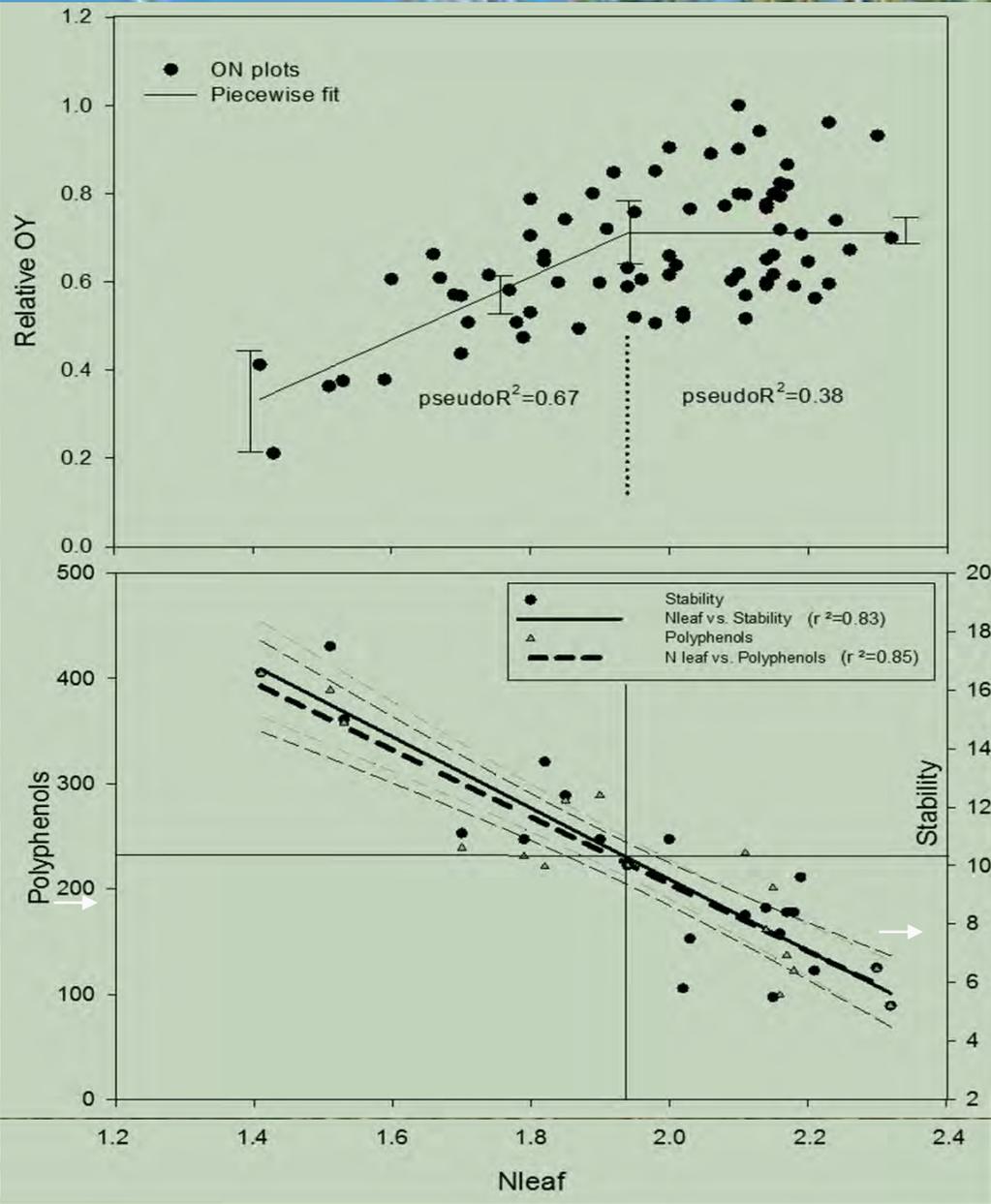
ANY 2015

N **K**

Irrigation



Qualité



Qualité

Perfil de ácidos grasos (%)

Tratamiento	C 16:0		C 16:1		C 18:0		C 18:1		C 18:2		C 18:3	
	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999
Kc 0.25	13.4	14.6	1.4	1.1	1.71	2.00	70.4	71.6	12.4	10.1	0.8	0.5
Kc 0.38	13.1	14.4	1.4	1.2	1.72	2.03	71.1	72.1	11.9	9.8	0.8	0.4
Kc 0.50	13.7	14.6	1.6	1.3	1.70	2.07	71.1	72.0	11.2	9.6	0.8	0.4
Kc 0.57	13.2	14.5	1.5	1.2	1.66	1.98	71.5	72.7	11.4	9.1	0.8	0.4
Kc 0.64	13.6	14.5	1.8	1.2	1.69	1.99	71.1	73.1	11.2	8.9	0.8	0.4
Kc 0.71	13.3	14.6	1.9	1.5	1.58	1.96	71.3	72.9	11.2	8.7	0.8	0.4
Kc 0.85	13.4	14.5	2.0	1.5	1.55	1.95	70.9	73.3	11.5	8.3	0.8	0.4

NS NS

NS NS

NS

NS NS

Tovar et al., JAOCS, 2011, 78, 843-849

α-Tocoferol, polifenoles totales, estabilidad oxidativa e índice de amargor

Tratamiento	α-Tocoferol (mg/kg)		Polifenoles (mg/kg)		Estabilidad (h)		K ₂₂₅	
	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999
Kc 0.25	166	145	435	383	22.1	20.3	0.43	0.37
Kc 0.38	168	144	371	312	20.4	18.8	0.35	0.31
Kc 0.50	153	136	351	335	21.2	19.6	0.34	0.33
Kc 0.57	154	132	341	282	20.7	18.0	0.32	0.30
Kc 0.64	155	130	333	282	21.5	17.9	0.33	0.29
Kc 0.71	154	128	275	222	17.0	16.4	0.25	0.24
Kc 0.85	158	126	263	226	18.3	16.5	0.26	0.24

NS

Tovar et al., JAOCS, 2011, 78, 843-849



Seròs (Lleida)
Arbequine 6x4 m
Intensive (417 arbres/ha)

Qualité

Perfil de ácidos grasos (%)

Año	Tratamiento	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}
1996	Control	15.1	1.59	1.56	72.6	9.17
	RDC-75	15.5	1.72	1.37	71.7	9.68
	RDC-50	15.2	1.58	1.65	72.1	9.50
	RDC-25	15.2	1.52	1.56	72.2	9.45
1997	Control	15.3	2.06	1.36	70.1	11.9
	RDC-75	15.0	2.12	1.40	70.4	12.0
	RDC-50	15.3	2.05	1.40	69.6	12.3
	RDC-25	15.5	1.86	1.45	69.8	12.0
1998	Control	12.6	0.87	1.44	74.3	10.2
	RDC-75	12.7	0.86	1.58	73.5	12.8
	RDC-50	12.5	0.88	1.64	73.9	10.5
	RDC-25	12.5	0.86	1.61	73.7	10.8



Tovar et al., J Sci Food Agric, 2002, 82, 1755-1763



Bovera (Lleida)
Arbequine 10x10 m
Traditionnel (100 arbres/ha)

**α-tocoferol y Polifenoles (mg/kg aceite)
Estabilidad oxidativa (h) e Índice de amargor (K₂₂₅)**

Año	Tratamiento	α-Tocoferol	Polifenoles	Estabilidad	K ₂₂₅
1996	Control	-	340	22.4	-
	RDC-75	-	370	21.1	-
	RDC-50	-	366	21.7	-
	RDC-25	-	452	24.7	-
1997	Control	210	53	8.8	0.06
	RDC-75	202	60	9.0	0.07
	RDC-50	202	56	8.7	0.06
	RDC-25	190	83	10.5	0.07
1998	Control	227	176	14.7	0.19
	RDC-75	221	215	15.9	0.21
	RDC-50	224	206	15.9	0.22
	RDC-25	218	255	17.6	0.26

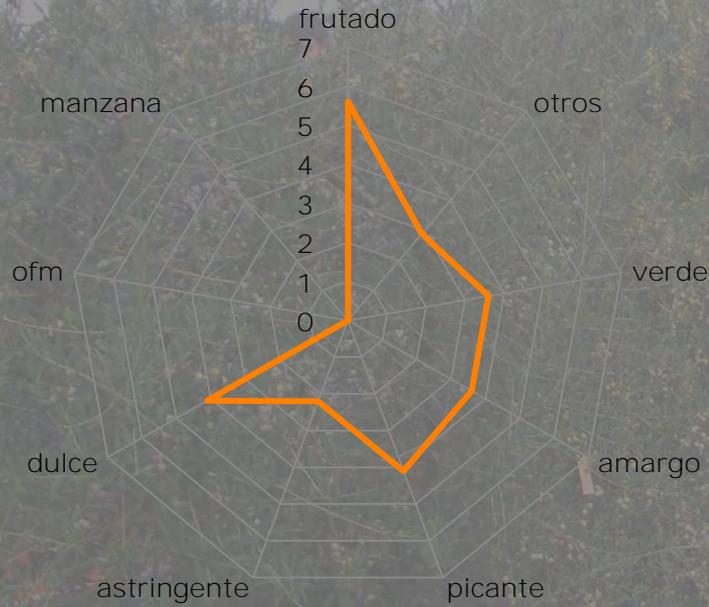
Tovar et al., J Sci Food Agric, 2002, 82, 1755-1763



manuel

vs

vendangeur/vibrateur



PE: 7.2



PE: 5.4

Plus d'irrigation

Augmente

Susceptibilité oxidative

Diminue

Estabilité Oxidative

Fruité

Amer

Épicé

Astringent

Vert Herbe

Pas d'effet

Acidité

K-232

Peroxides

Vendangeur/vibrateur

Augmente

Acidité

Peroxides

K-232

Diminue

Estabilité Oxidative

Fruité

Amer

Épicé

Astringent

Vert Herbe

(IM-2,5)

Pas d'effet

Susceptibilité oxidative

A photograph of a dirt road winding through an olive grove. The trees are lush green and line both sides of the path. In the background, there are rolling hills under a blue sky with scattered white clouds. The text is overlaid on the left side of the image.

Merci beaucoup

Moltes gràcies

Si vous voulez changer, ne faites pas toujours le même (A. Einstein)

Si les choses marchent bien, ne les touchez pas (populaire)