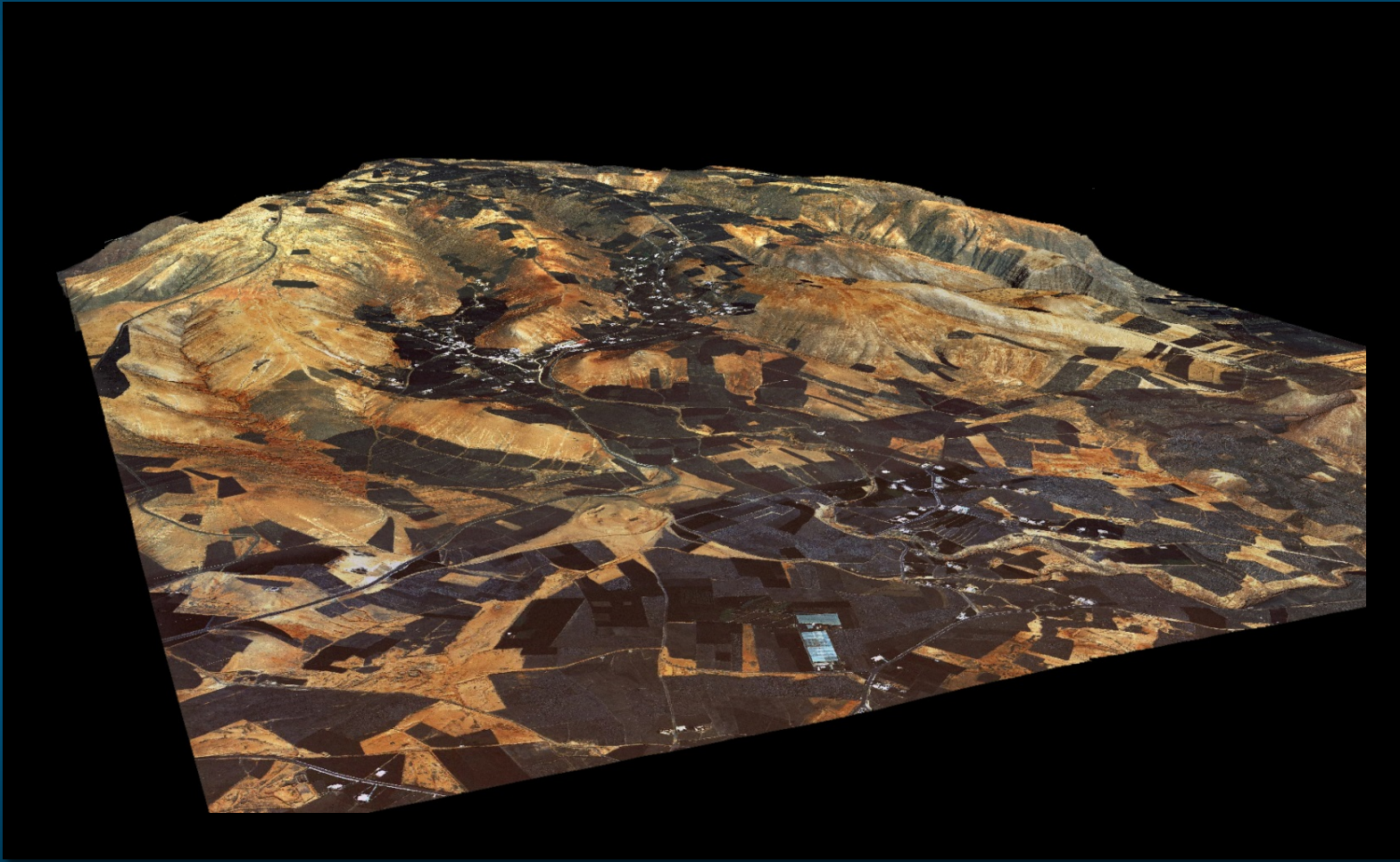


IMPACTO DEL RIEGO CON RECURSOS HÍDRICOS NO CONVENCIONALES EN EL AGROSISTEMA TRADICIONAL “ARENADO”



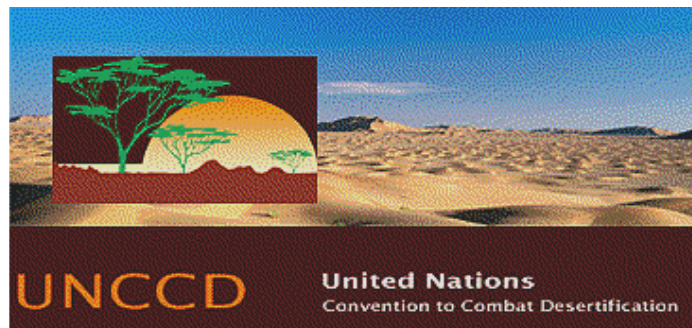
Francisco Javier Díaz Peña
Investigador “Ramón y Cajal”
Universidad de La Laguna

- ¿QUÉ ES UN SISTEMA AGRÍCOLA TRADICIONAL?



“Sistemas agrícolas sostenibles, que han sido utilizados durante varias generaciones, siendo capaces de suministrar bienes materiales y nutricionales a la población, sin generar degradación medioambiental”



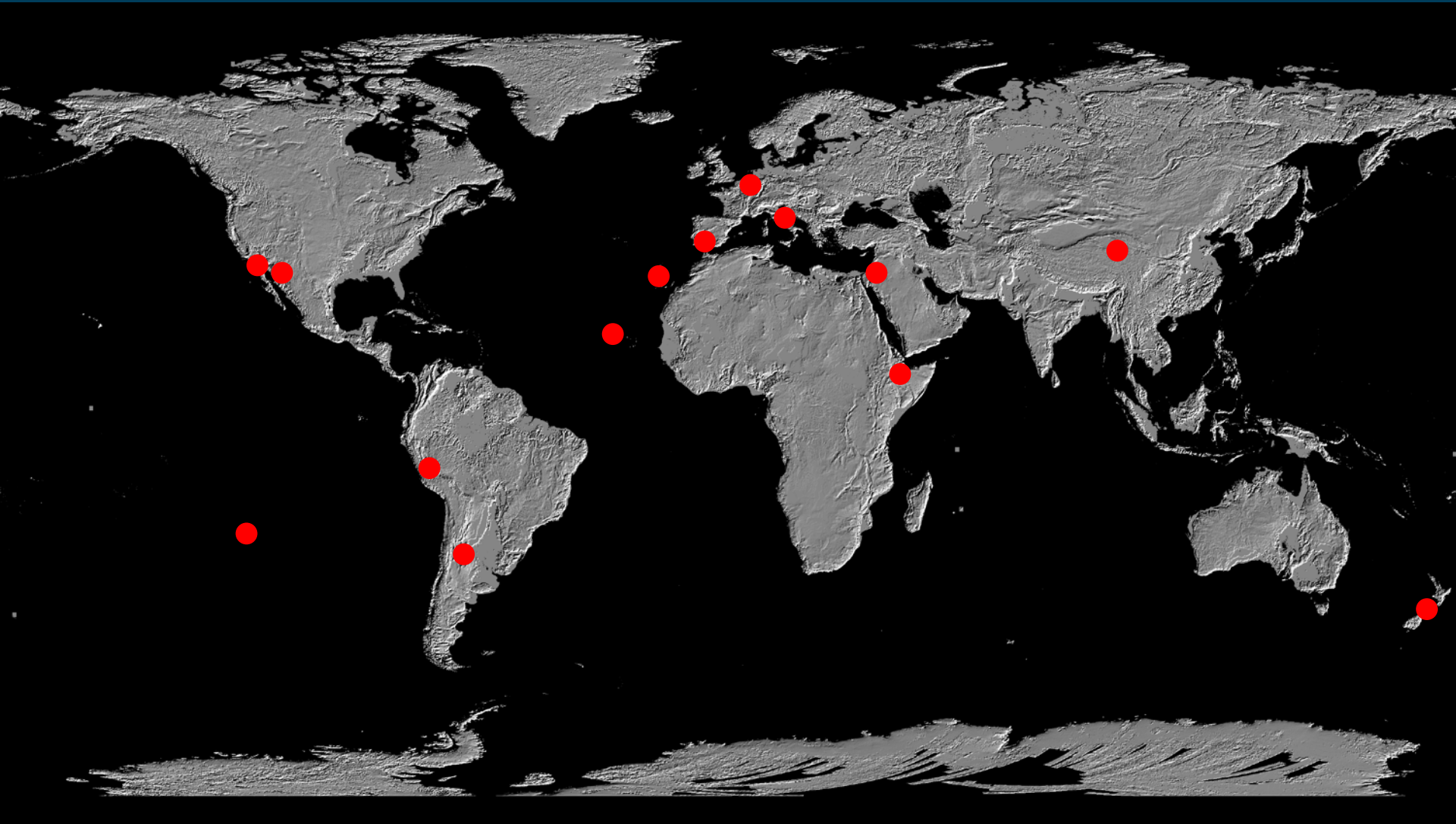


Artículo 18

Transferencia, adquisición, adaptación y desarrollo de tecnología

1. Las Partes se comprometen a promover...la adaptación y desarrollo de tecnologías ecológicamente racionales, económicamente viables y socialmente aceptables para combatir la Desertificación., con miras a contribuir al desarrollo sostenible en las zonas afectadas.
2. Las Partes protegerán, promoverán y utilizarán en particular las tecnologías, los conocimientos, la experiencia y las prácticas tradicionales y locales pertinentes. Con este fin, las Partes se comprometen a:
 - (a) hacer inventarios de dichas tecnologías, conocimientos, experiencia y prácticas y de sus posibles aplicaciones con la participación de las poblaciones locales....
 - (b) garantizar que esas tecnologías, conocimientos, experiencia y prácticas estén adecuadamente protegidos...
 - (c) alentar y apoyar activamente el mejoramiento y la difusión de dicha tecnología, conocimientos, experiencia y prácticas, o el desarrollo de nuevas tecnologías basadas en ellos; y
 - (d) facilitar, en su caso, la adaptación de esas tecnologías, conocimientos, experiencia y prácticas con miras a aplicarlos ampliamente y a integrarlos, según proceda, con la tecnología moderna.

- “ARENADO” SE ENGLoba DENTRO DE LOS SISTEMAS DENOMINADOS
“COBERTURAS LÍTICAS”



- “COBERTURAS LÍTICAS”



Isla de Fogo, Cape Verde

Incremento de las cosechas en secoano

Expansión de la agricultura a suelos con malas propiedades

Confinadas a pequeñas superficies

Escasa longevidad

- “COBERTURAS LÍTICAS”



Isla de Fogo, Cape Verde

Cambios en las condiciones ambientales (sequías recurrentes)

Pérdida de fertilidad del suelo

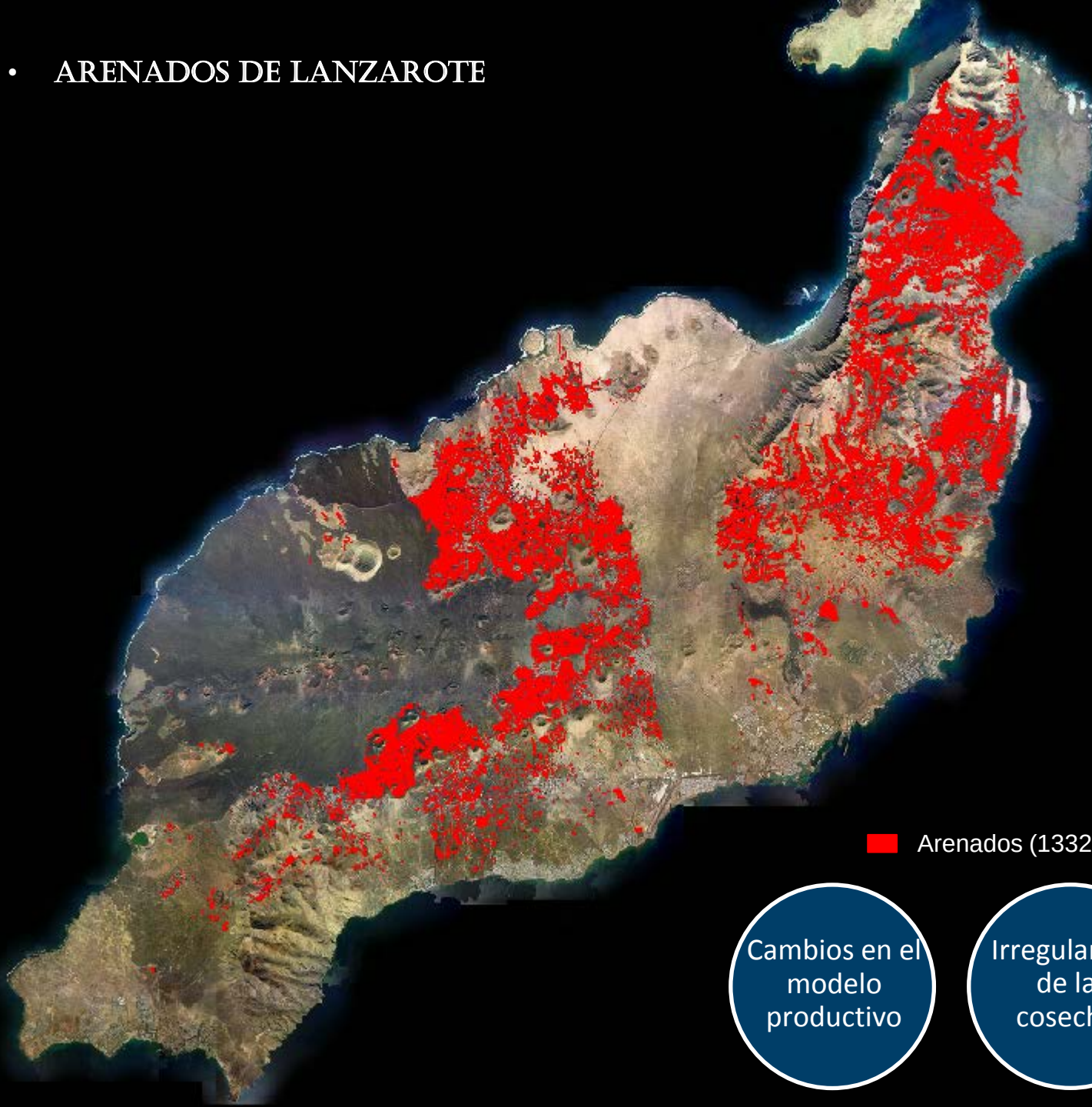
Reducción de la capa protectora (mezcla con el suelo subyacente)

Sistemas
agrarios
extremadamente
frágiles

- ARENADOS DE LANZAROTE



- ARENADOS DE LANZAROTE



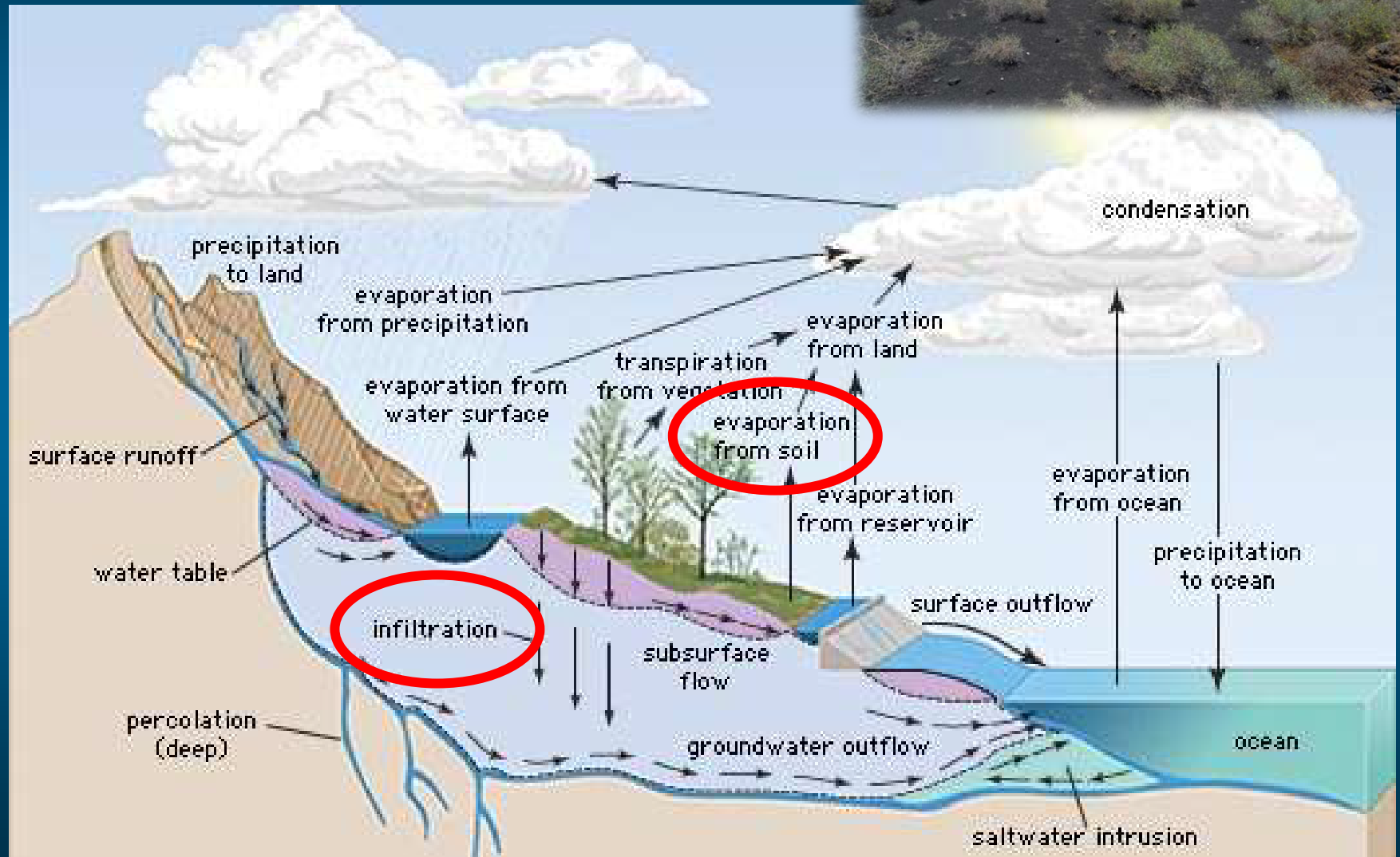
■ Arenados (13320 ha); 6000 ha abandonadas

Cambios en el
modelo
productivo

Irregularidad
de las
cosechas

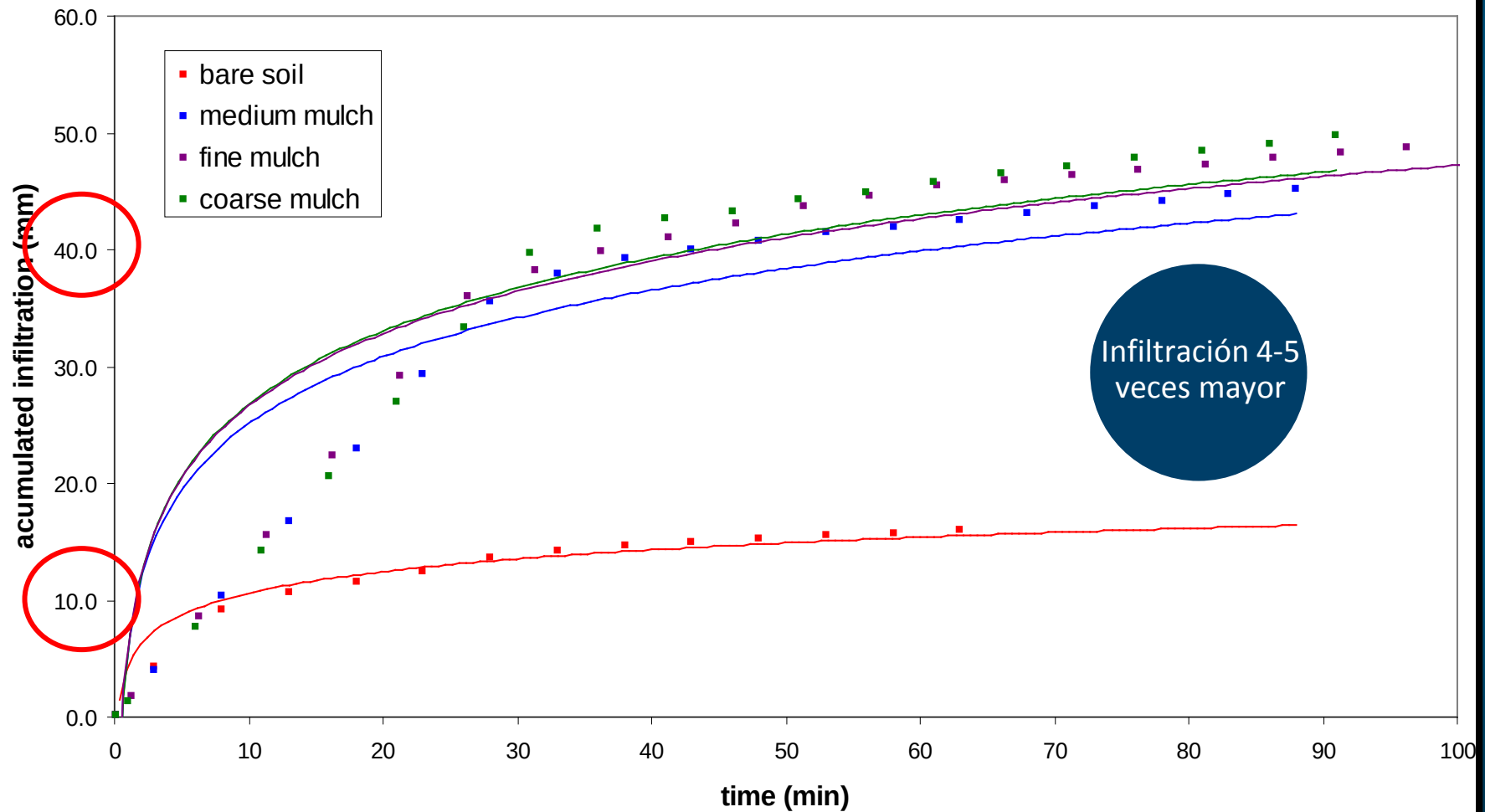
Baja
rentabilidad

- CLAVES DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS ARENADOS

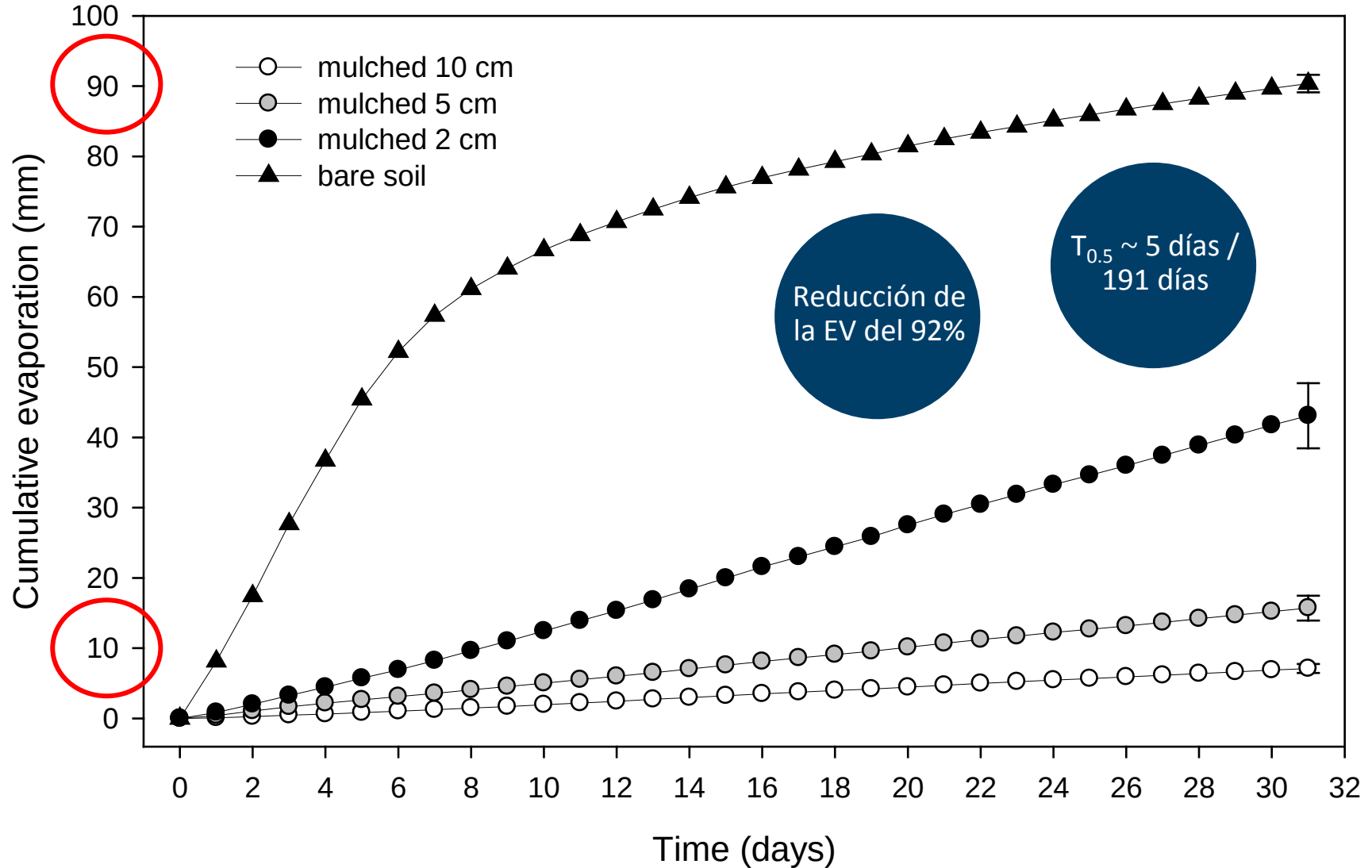


- INFILTRACIÓN

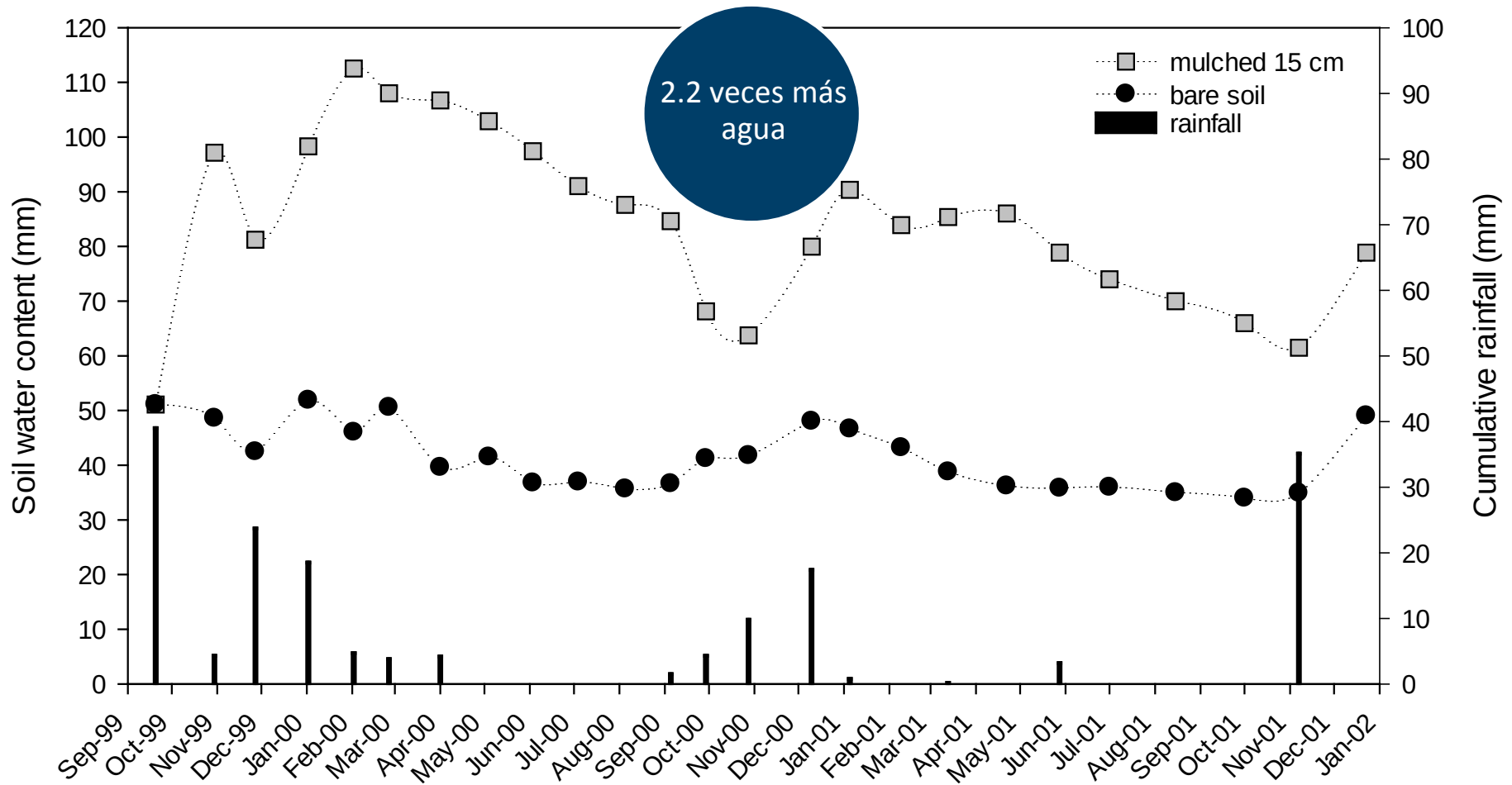
Infiltration in bare and mulched soils



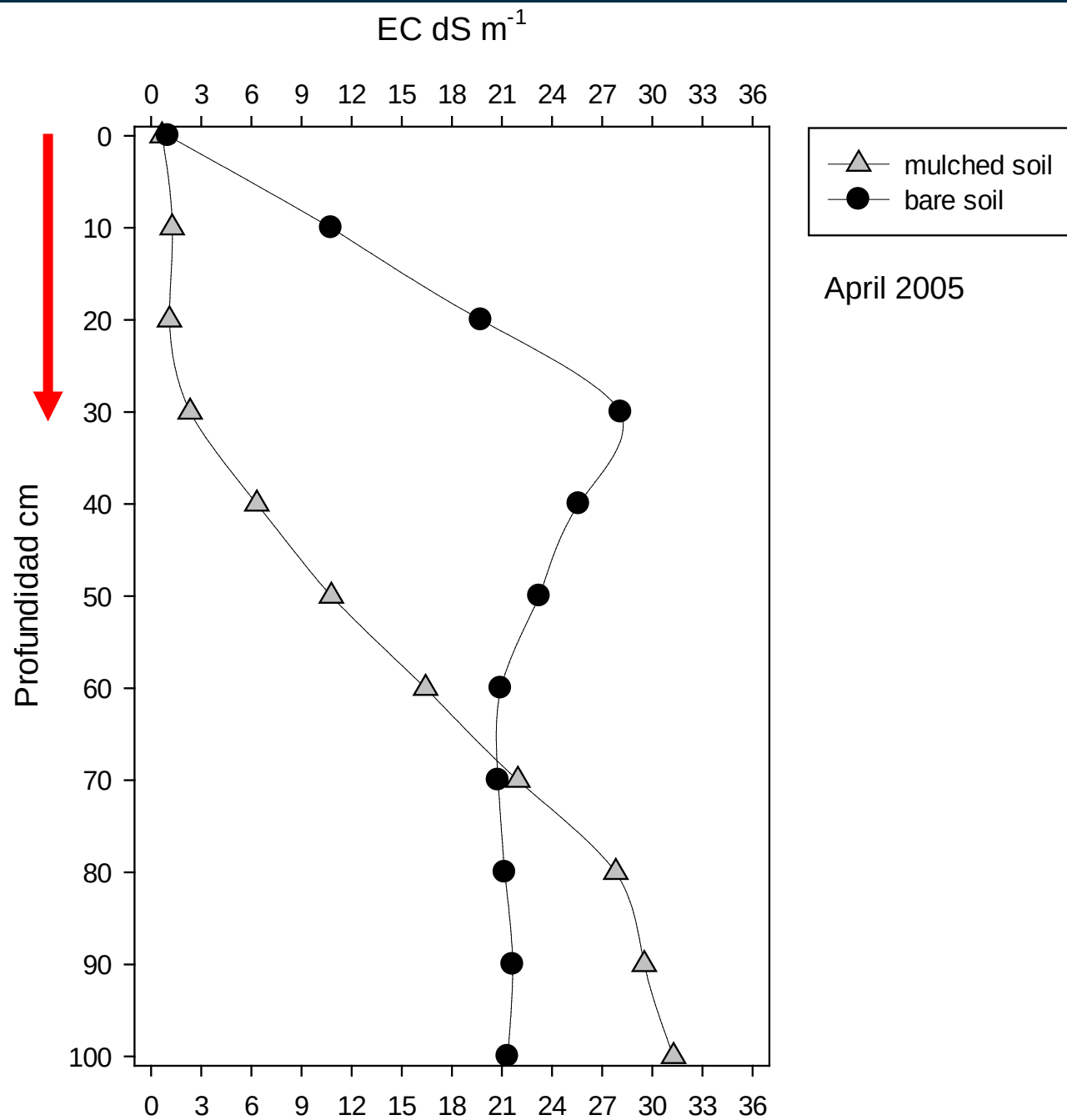
• EVAPORACIÓN



• CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO



• SALINIZACIÓN



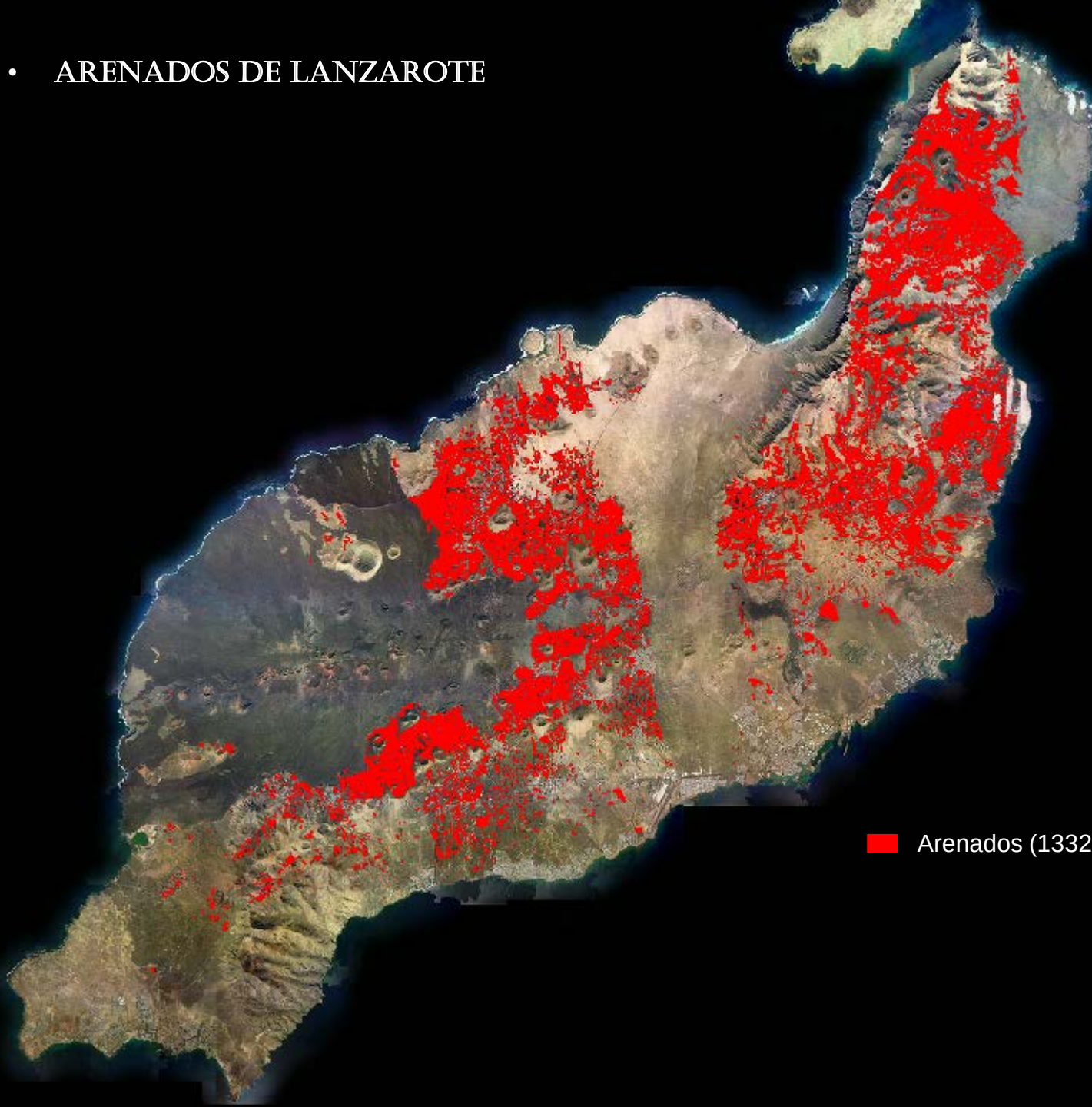
Sistema
perfectamente
adaptado

Proceso de
abandono
creciente

“REGADÍO COMO ALTERNATIVA”

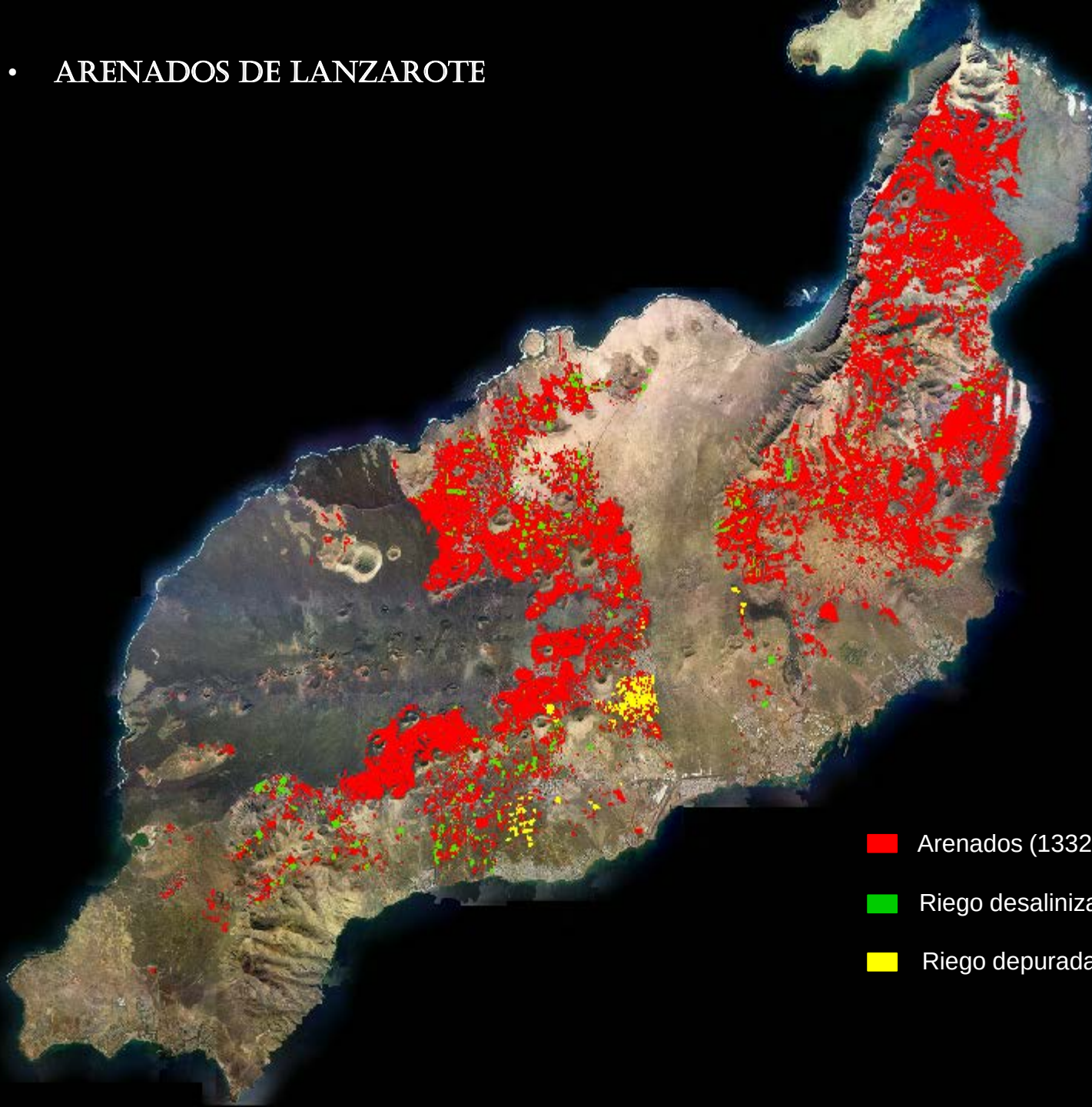


- ARENADOS DE LANZAROTE



■ Arenados (13320 ha); 5700 ha abandonadas

- ARENADOS DE LANZAROTE



■ Arenados (13320 ha); 5700 ha abandonadas

■ Riego desalinizada (372 ha)

■ Riego depurada (129 ha)



CALIDAD
DE LAS
AGUAS

RIEGO
¿SOLUCIÓN
O
PROBLEMA
AÑADIDO?

MANEJO
DEL RIEGO
Y SUELO



- RECURSOS HÍDRICOS NO CONVENCIONALES DISPONIBLES

Agua desalinizada

22.7 millones m³ año / 637000 m³ año para riego

Agua depurada

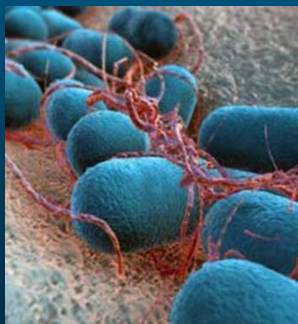
6.9 millones m³ año / 773000 m³ año para riego



- PARÁMETROS BIOLÓGICOS

Parámetro	Desalinizada	Depurada	Recomendación para desalinizada	Recomendación para depurada
<i>Escherichia coli</i> ufc 100 mL ⁻¹	0 - 2	0 - 19000	0	< 100
Enterococos ufc 100 mL ⁻¹	0	0 - 620	0	< 33
DBO mg L ⁻¹	----	0.3 - 29.0	----	< 5

Bioindicadores
de
contaminación
fecal

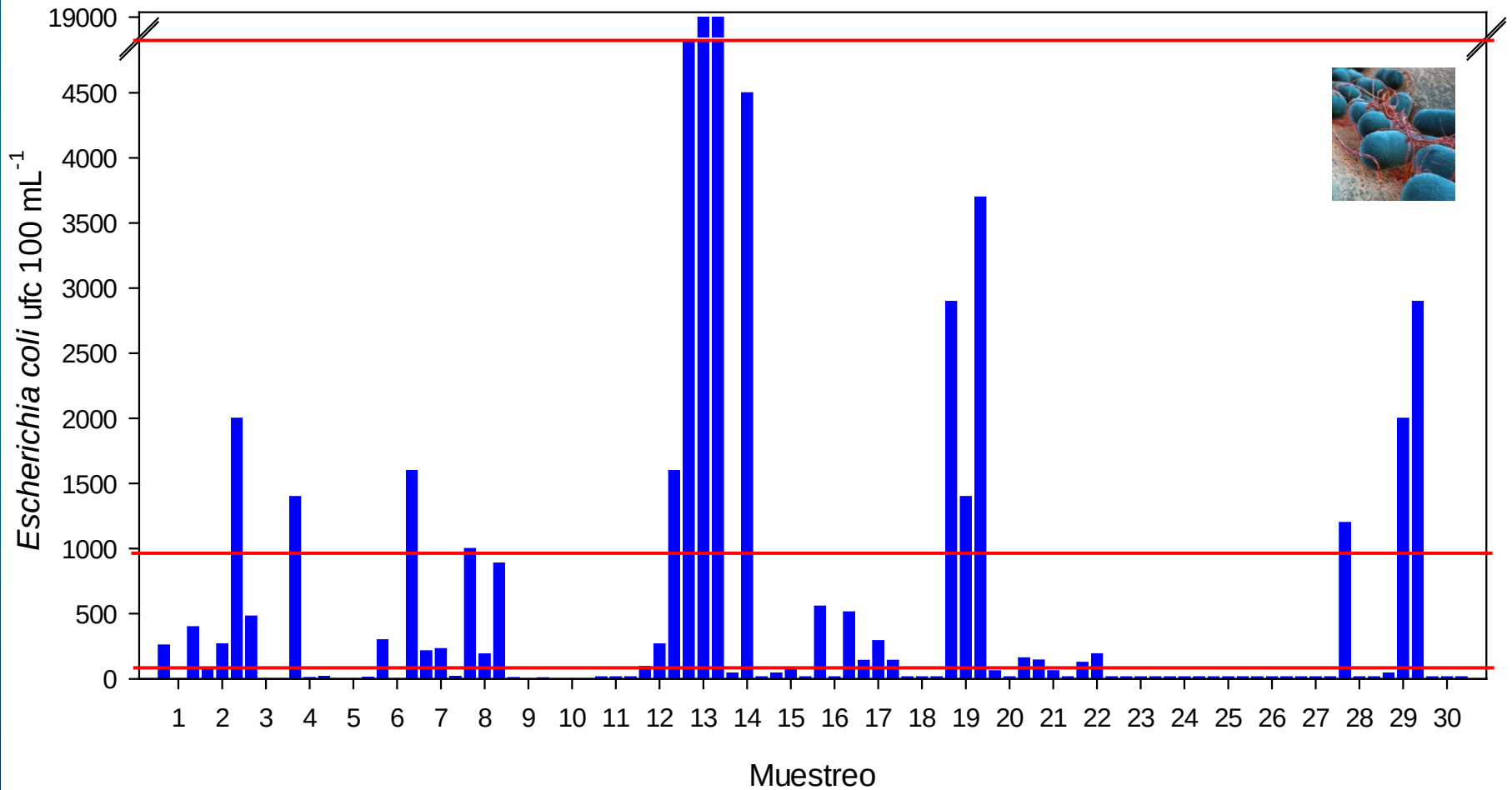


- PARÁMETROS BIOLÓGICOS

100 ufc
Calidad 2.1.
43 %

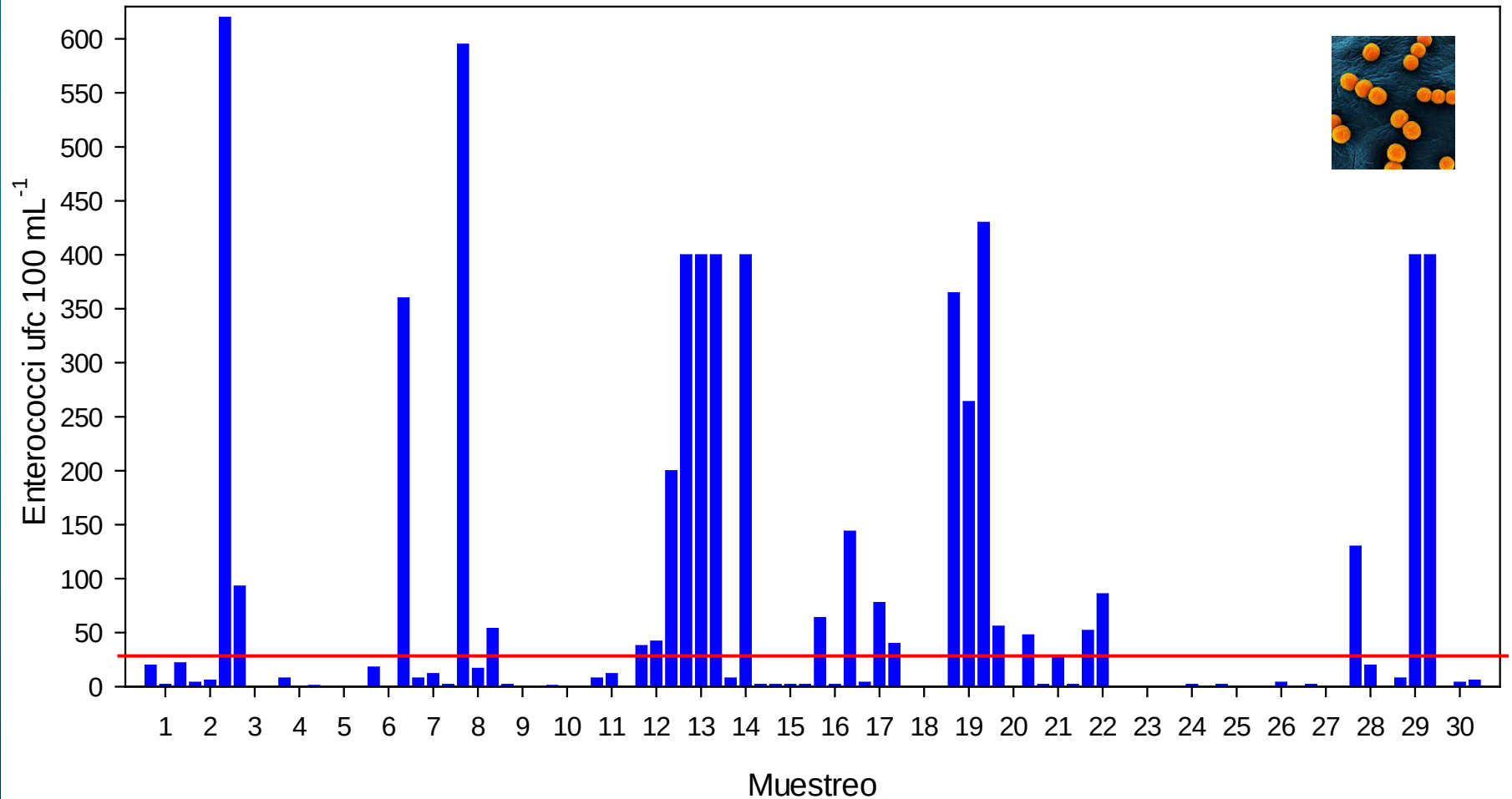
1000 ufc
Calidad 2.2.
20 %

10000 ufc
Calidad 2.3.
3 %



- PARÁMETROS BIOLÓGICOS

> 33 ufc
33 %



- PARÁMETROS FÍSICOS

Parámetro	Desalinizada	Depurada	Recomendación para desalinizada	Recomendación para depurada
STS mg L ⁻¹	0.7	3.3	----	20
Turbidez NTU	0.5	1.0	----	10
ISL	-2.9	-1.2	0	0

Agua no saturada con respecto a CaCO₃; El agua no saturada posee la tendencia de eliminar láminas de CaCO₃ presentes que protegen las tuberías y equipos; corrosión severa

- PARÁMETROS QUÍMICOS

Parámetro	Desalinizada	Depurada I	Recomendación para desalinizada	Recomendación para depurada
pH	6.9 ± 0.6	$7.2 \pm 0.3^*$	< 8.5	8.1
EC dS m ⁻¹	0.58 ± 0.08	$1.44 \pm 0.22^*$	< 0.3	2.0
Ca ²⁺ mg L ⁻¹	4.17 ± 1.33	$17.3 \pm 2.7^*$	32 - 48	120
Mg ²⁺ mg L ⁻¹	5.55 ± 1.47	$10.7 \pm 4.3^*$	12 - 18	50
K ⁺ mg L ⁻¹	3.98 ± 0.66	$22.7 \pm 2.4^*$	----	40
Na ⁺ mg L ⁻¹	89.3 ± 10.9	$197.2 \pm 29.9^*$	< 20	200
SAR (mmol L ⁻¹) ^{0.5}	6.80 ± 0.56	$9.25 \pm 0.78^*$	----	6.0
Alkalinity mg L ⁻¹ as CaCO ₃	12.7 ± 2.2	$130.5 \pm 58.8^*$	> 80	150
Cl ⁻ mg L ⁻¹	156.5 ± 20.7	$295.7 \pm 59.7^*$	< 20	360
S-SO ₄ ²⁻ mg L ⁻¹	4.62 ± 1.11	$20.0 \pm 3.6^*$	> 30	500
P-PO ₄ ²⁻ mg L ⁻¹	0.11 ± 0.17	$3.04 \pm 2.43^*$	----	30
N-NO ₃ ⁻ mg L ⁻¹	2.06 ± 1.46	$7.86 \pm 5.77^*$	----	50
N-NH ₄ ⁺ mg L ⁻¹	0.02 ± 0.02	$14.2 \pm 11.9^*$	----	40
COD mg L ⁻¹	1.78 ± 2.27	$28.0 \pm 7.1^*$	----	----
B mg L ⁻¹	0.71 ± 0.11	0.83 ± 0.08	0.2 – 0.3	0.75

- PARÁMETROS QUÍMICOS

RO Ashkelon plant;
Israel; 0.4 €/m³

Parámetro	Desalinizada		Recomendación para desalinizada
EC dS m ⁻¹	0.58	0.2-0.3	< 0.3
Ca ²⁺ mg L ⁻¹	4.17	40-46	32 - 48
Na ⁺ mg L ⁻¹	89.3	9-10	< 20
SAR (mmol L ⁻¹) ^{0.5}	6.80	0.35	< 1.0
B mg L ⁻¹	0.71	0.2-0.3	0.2 – 0.3

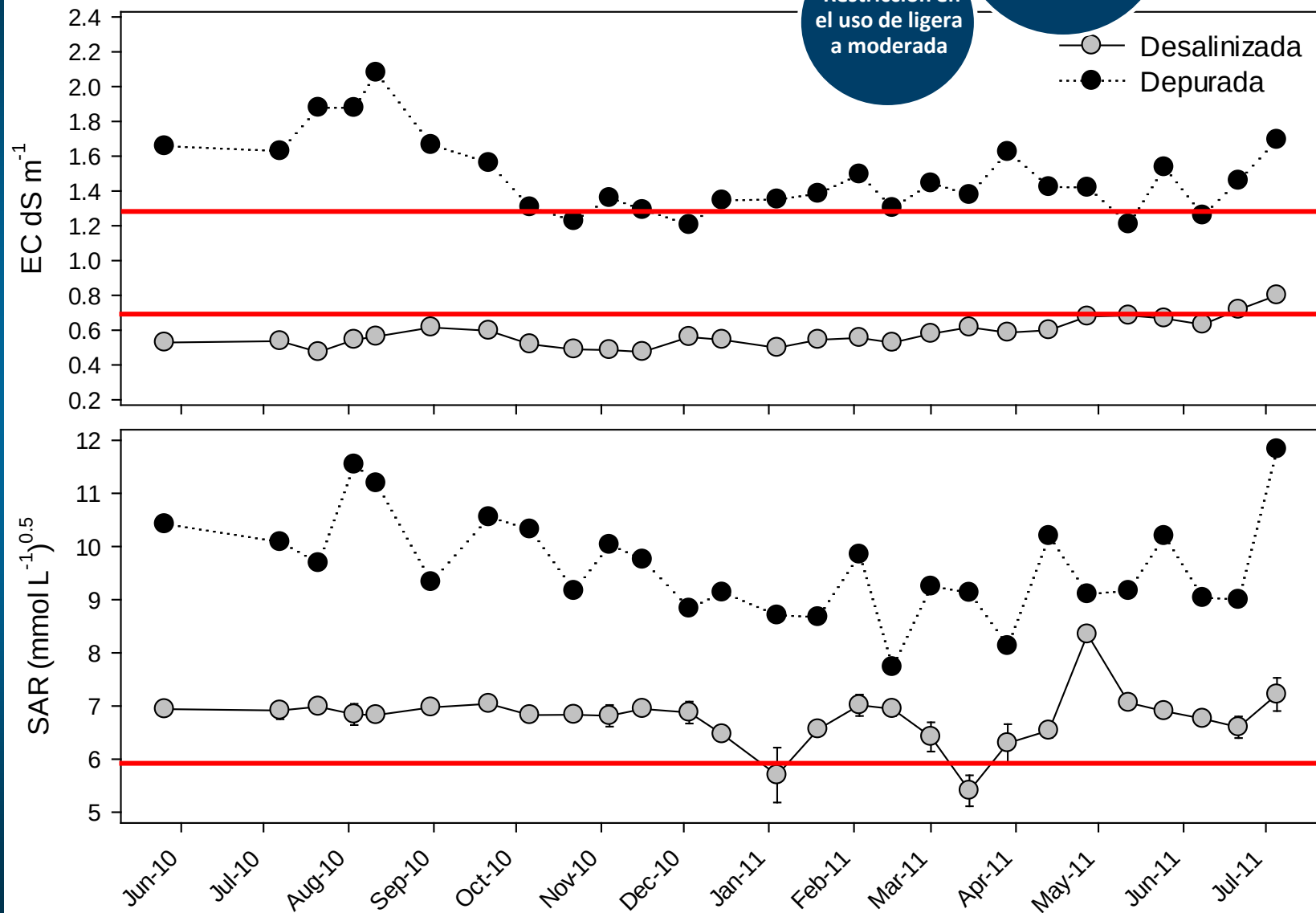
- PARÁMETROS QUÍMICOS

Parámetro	Depurada	Valor máximo para depurada
EC dS m ⁻¹	1.44	2.0
Ca ²⁺ mg L ⁻¹	17.3	120
Na ⁺ mg L ⁻¹	197.2	200
SAR (mmol L ⁻¹) ^{0.5}	9.25	6.0
B mg L ⁻¹	0.83	0.75

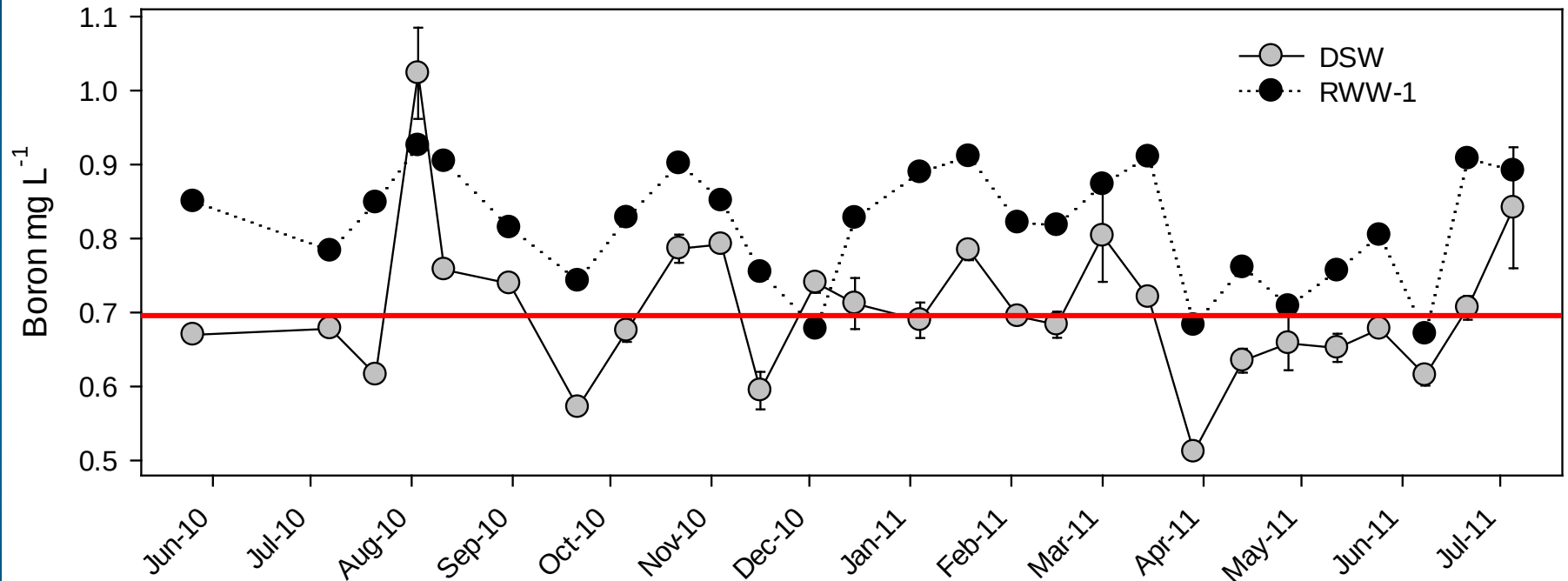
- PARÁMETROS QUÍMICOS

1.3-2.9 plantas
moderadamente
tolerantes a la
salinidad

Restricción en
el uso de ligera
a moderada



- PARÁMETROS QUÍMICOS



Restricción en
el uso de ligera
a moderada

“EFECTOS DEL RIEGO EN LOS SUELOS”



- MUESTREO DE SUELOS



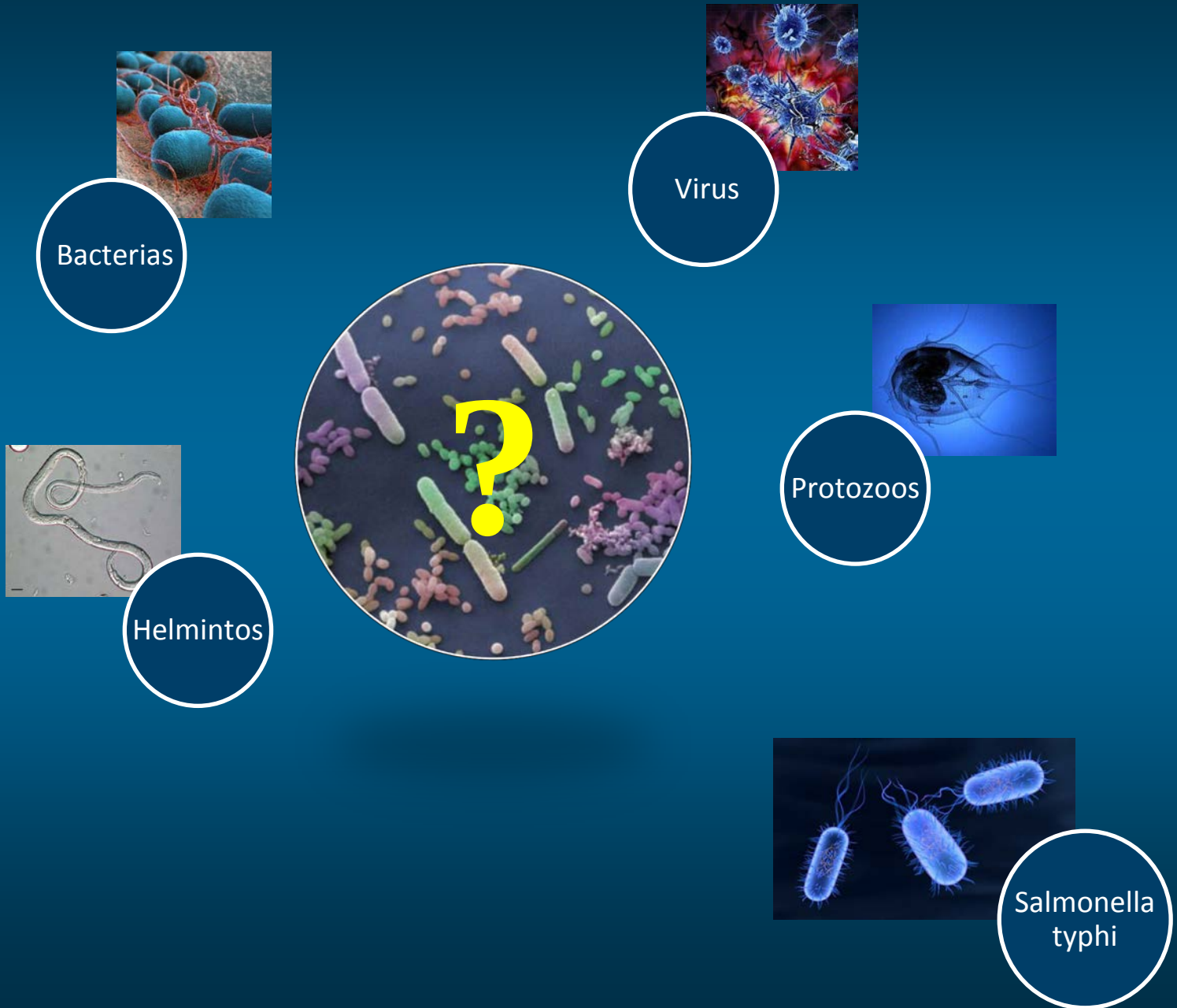
80 pares de muestras de la
capa arable (0-30 cm)

- MUESTREO DE SUELOS



80 pares de muestras de la capa arable:
1 suelo regado / 1 suelo en secano

- PARÁMETROS BIOLÓGICOS



• PARÁMETROS QUÍMICOS

Parámetro	Suelos en seco (control) n = 50	Suelos regados con Desalinizada n = 50	Suelos en seco (control) n = 30	Suelos regados con Depurada n = 30
EC _e dS m ⁻¹	1.00 ± 0.56	1.93 ± 1.12*	0.88 ± 0.33	2.98 ± 1.66*
pH _e	8.2 ± 0.3	8.1 ± 0.2*	8.1 ± 0.4	7.9 ± 0.4*
Exch. Ca cmol _c kg ⁻¹	19.3 ± 4.5	20.1 ± 5.8	17.0 ± 5.3	17.0 ± 4.4
Exch. Mg cmol _c kg ⁻¹	6.23 ± 2.27	6.54 ± 2.25	5.55 ± 2.64	5.84 ± 1.76
Exch. K cmol _c kg ⁻¹	3.74 ± 1.78	4.21 ± 1.94	2.65 ± 1.14	2.55 ± 0.99
Exch. Na cmol _c kg ⁻¹	2.15 ± 1.47	2.37 ± 1.55	1.53 ± 0.88	2.31 ± 1.28*
SAR (mmol L ⁻¹) ^{0.5}	4.33 ± 2.03	4.16 ± 2.08	4.18 ± 1.60	6.60 ± 2.79*
ESP _c %	4.80 ± 2.66	4.58 ± 2.72	4.62 ± 2.10	7.69 ± 3.40*
CaCO ₃ g kg ⁻¹	171 ± 145	135 ± 142	61.8 ± 73.0	65.0 ± 76.0
Organic C g kg ⁻¹	4.61 ± 2.15	4.74 ± 2.76	5.30 ± 2.56	5.94 ± 3.54
TN g kg ⁻¹	0.56 ± 0.21	0.63 ± 0.29	0.47 ± 0.27	0.54 ± 0.36
Olsen-P mg kg ⁻¹	6.45 ± 6.44	10.8 ± 11.3*	6.67 ± 12.1	21.9 ± 23.0*
B _e mg L ⁻¹	0.37 ± 0.23	0.68 ± 0.40*	0.29 ± 0.29	0.54 ± 0.24*
HWSB mg kg ⁻¹	1.47 ± 0.82	2.58 ± 1.39*	1.65 ± 0.64	2.68 ± 0.97*

- PARÁMETROS QUÍMICOS

Parámetro	Suelos en secano	Suelos regados con Desalinizada	Suelos en secano	Suelos regados con Depurada
$EC_e \text{ dS m}^{-1}$	1.00	1.93	0.88	2.98
$SAR (\text{mmol L}^{-1})^{0.5}$	4.33	4.16	4.18	6.60
$B_e \text{ mg L}^{-1}$	0.37	0.68	0.29	0.54
$HWSB \text{ mg kg}^{-1}$	1.47	2.58	1.65	2.68

• PARÁMETROS QUÍMICOS

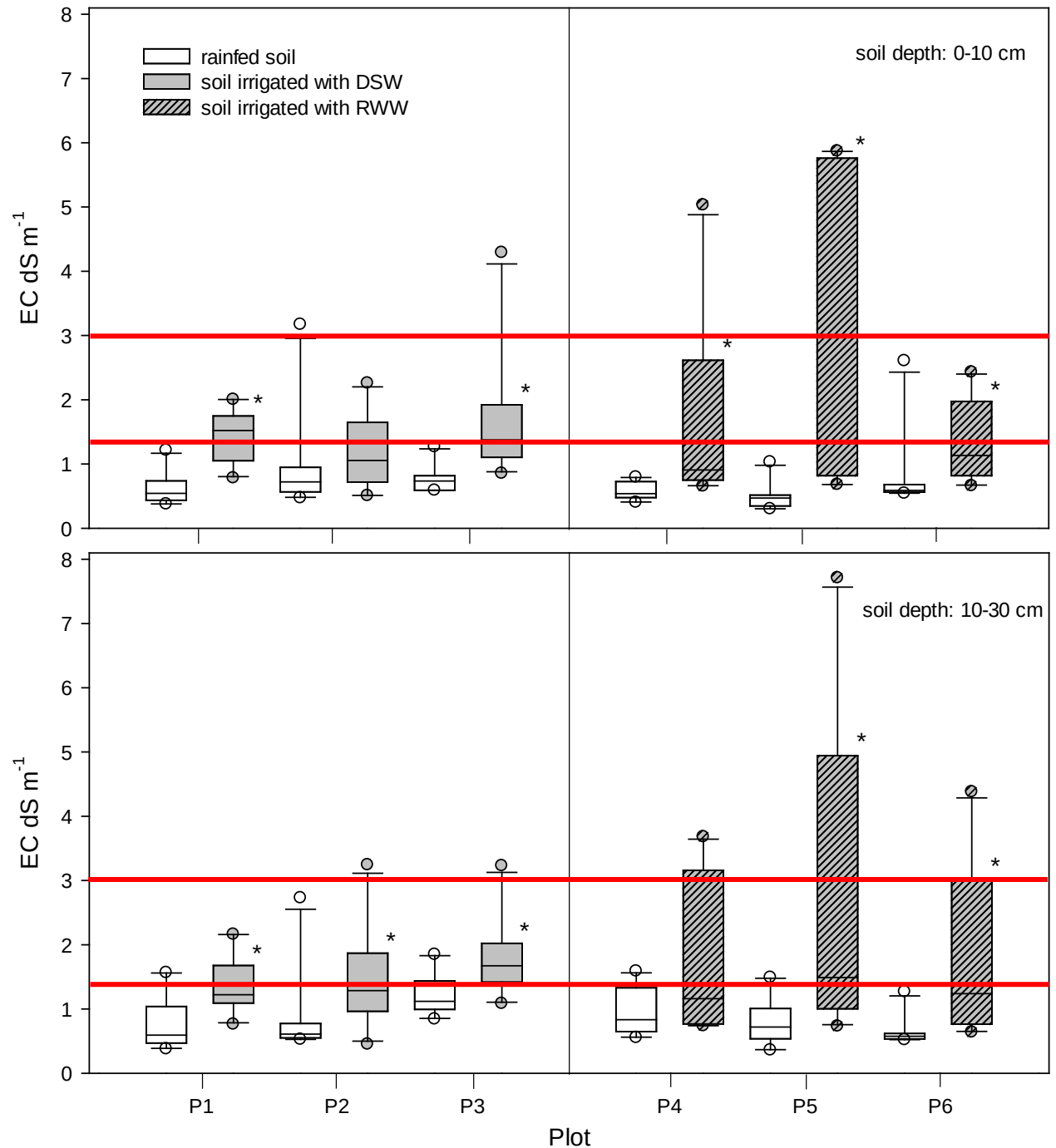
Moderadamente Sensibles

Viña

Batata

Cebolla

Tomate



• PARÁMETROS QUÍMICOS

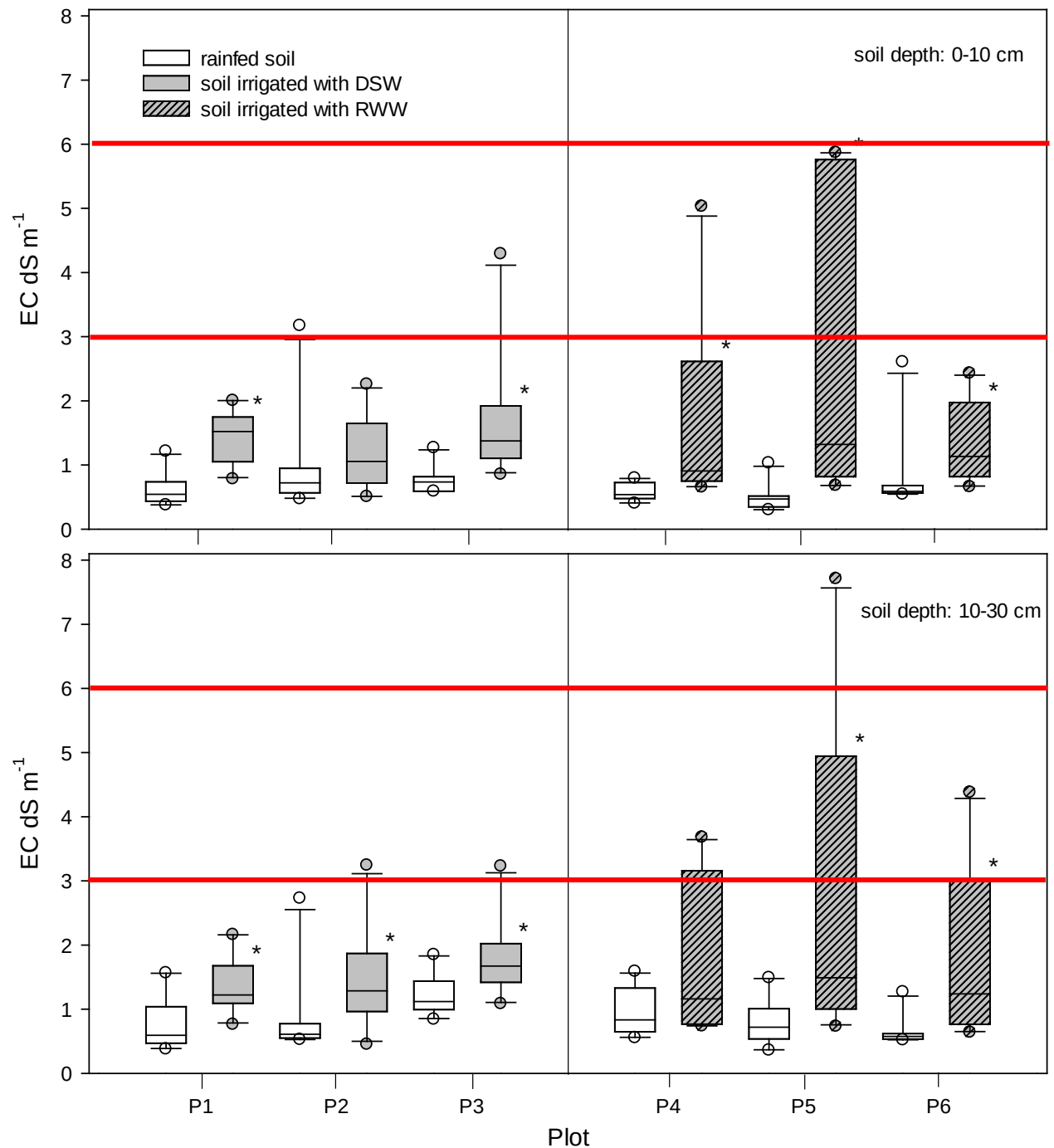
Moderadamente Tolerantes

Calabacín

Piña

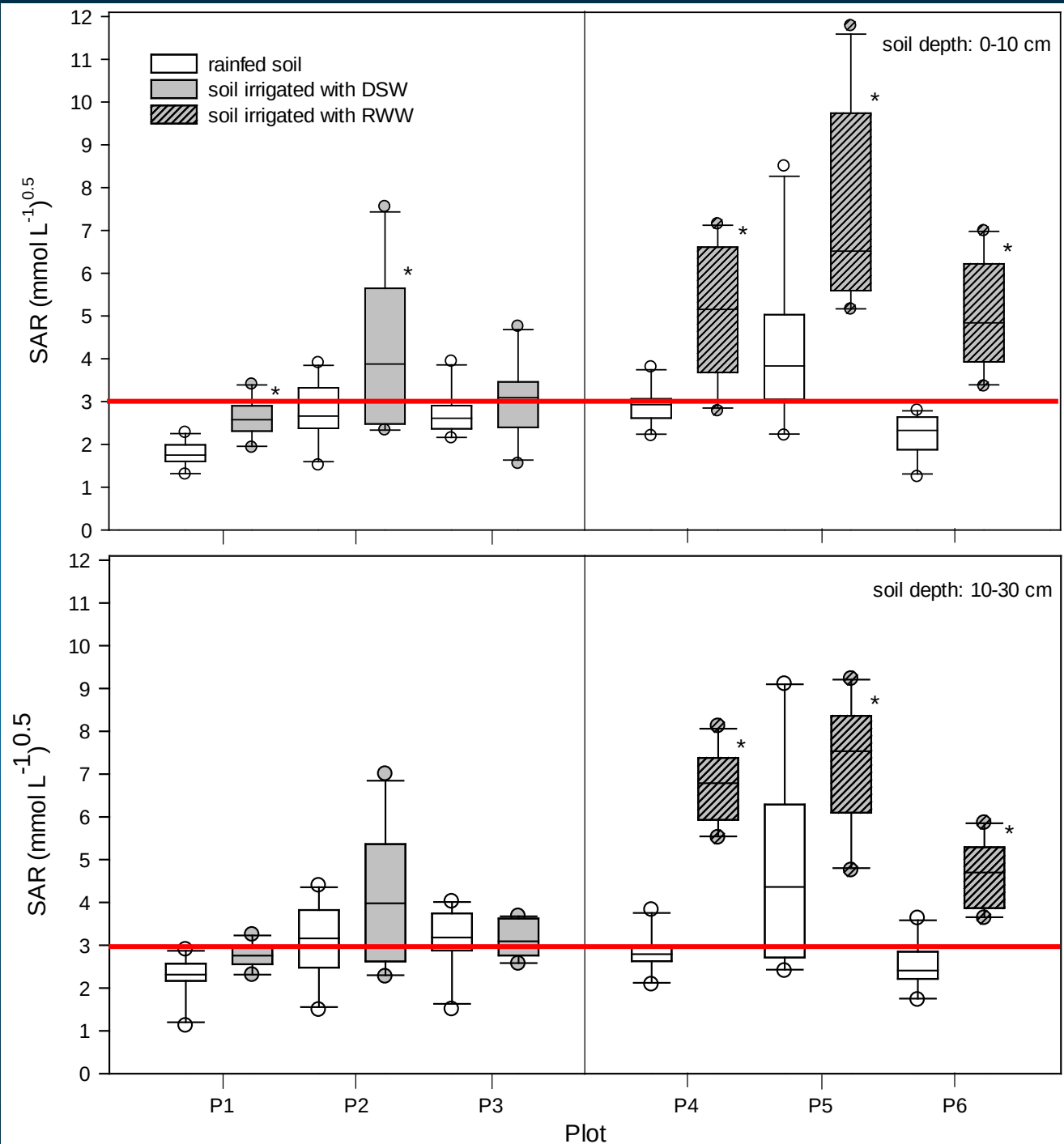
Papaya

Olivo



• PARÁMETROS QUÍMICOS

Riesgo ligero a moderado de problemas estructurales si se riega con agua de CE ~ 1.2-0.3



• PARÁMETROS QUÍMICOS

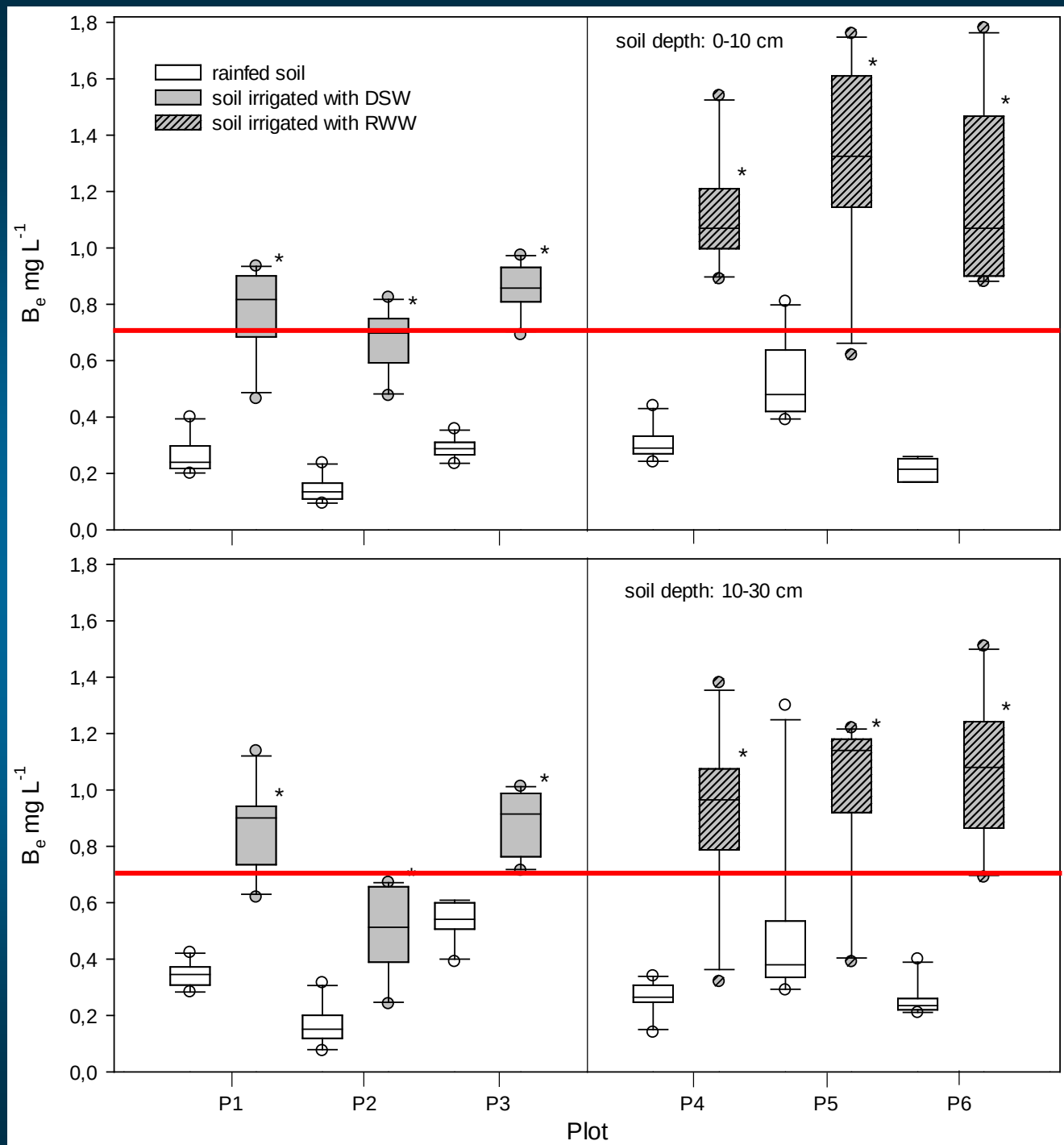
Muy Sensibles y Sensibles

Viña

Cítricos

Cebolla

Aguacate



• PARÁMETROS QUÍMICOS

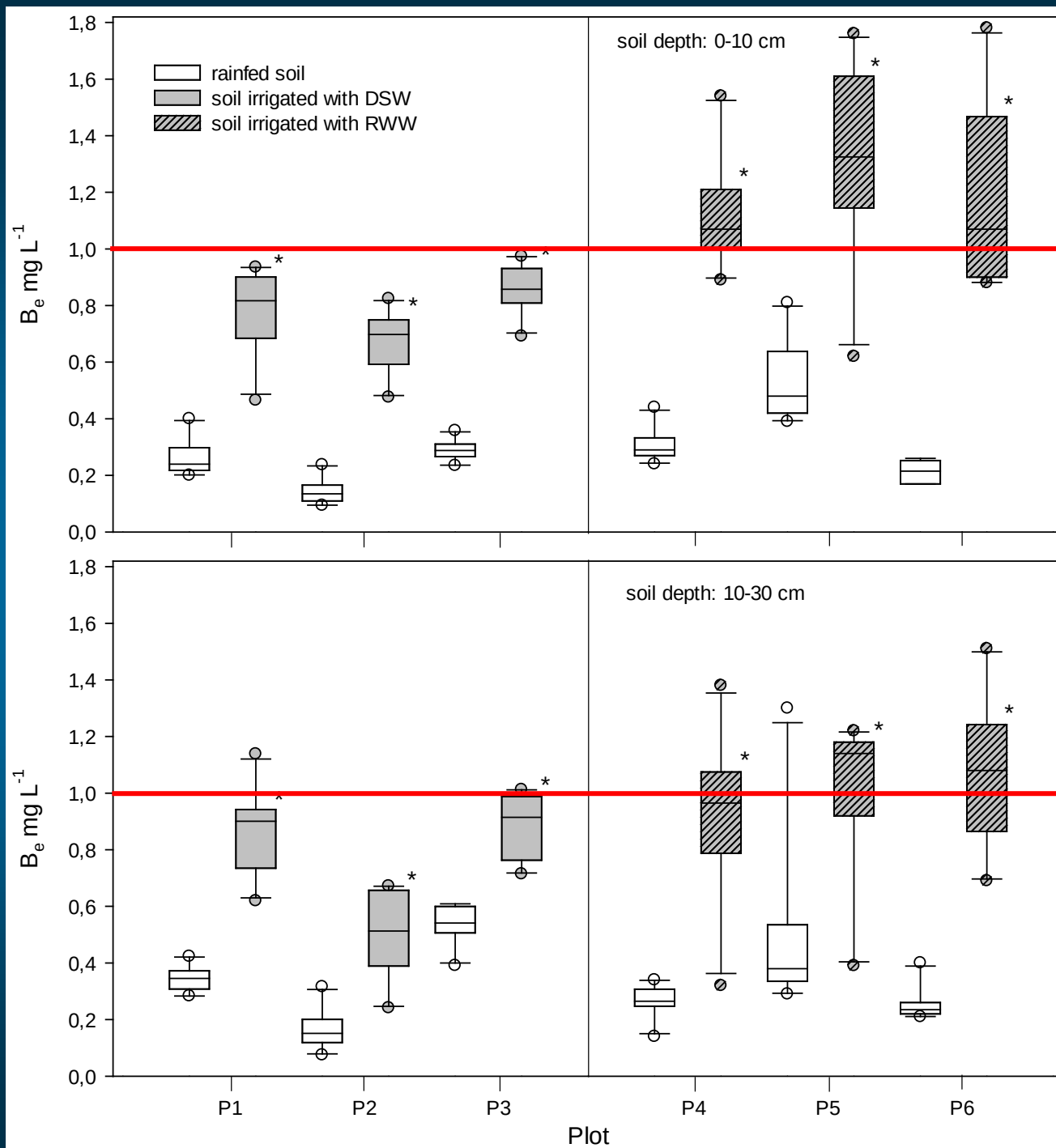
Moderadamente
Sensibles

Batata

Ajo

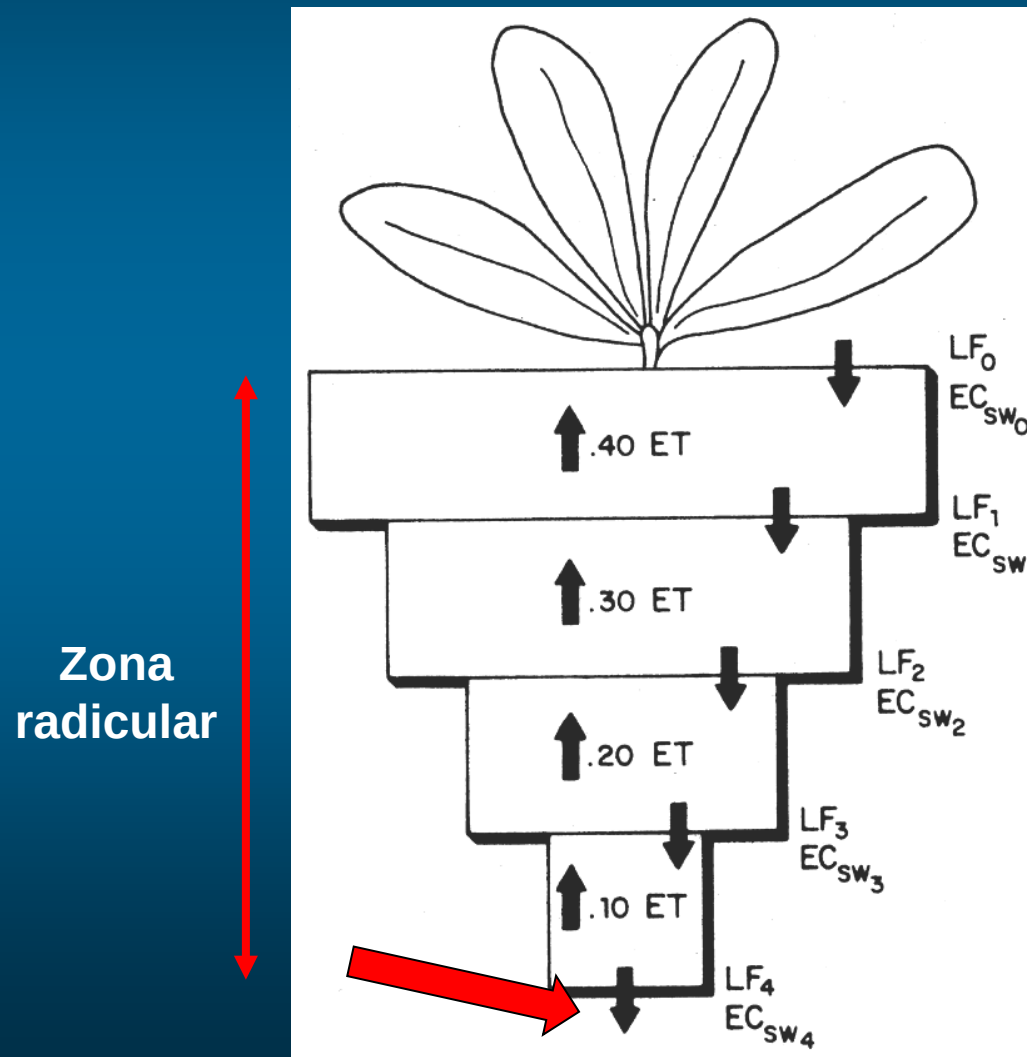
Fresa

Alfalfa

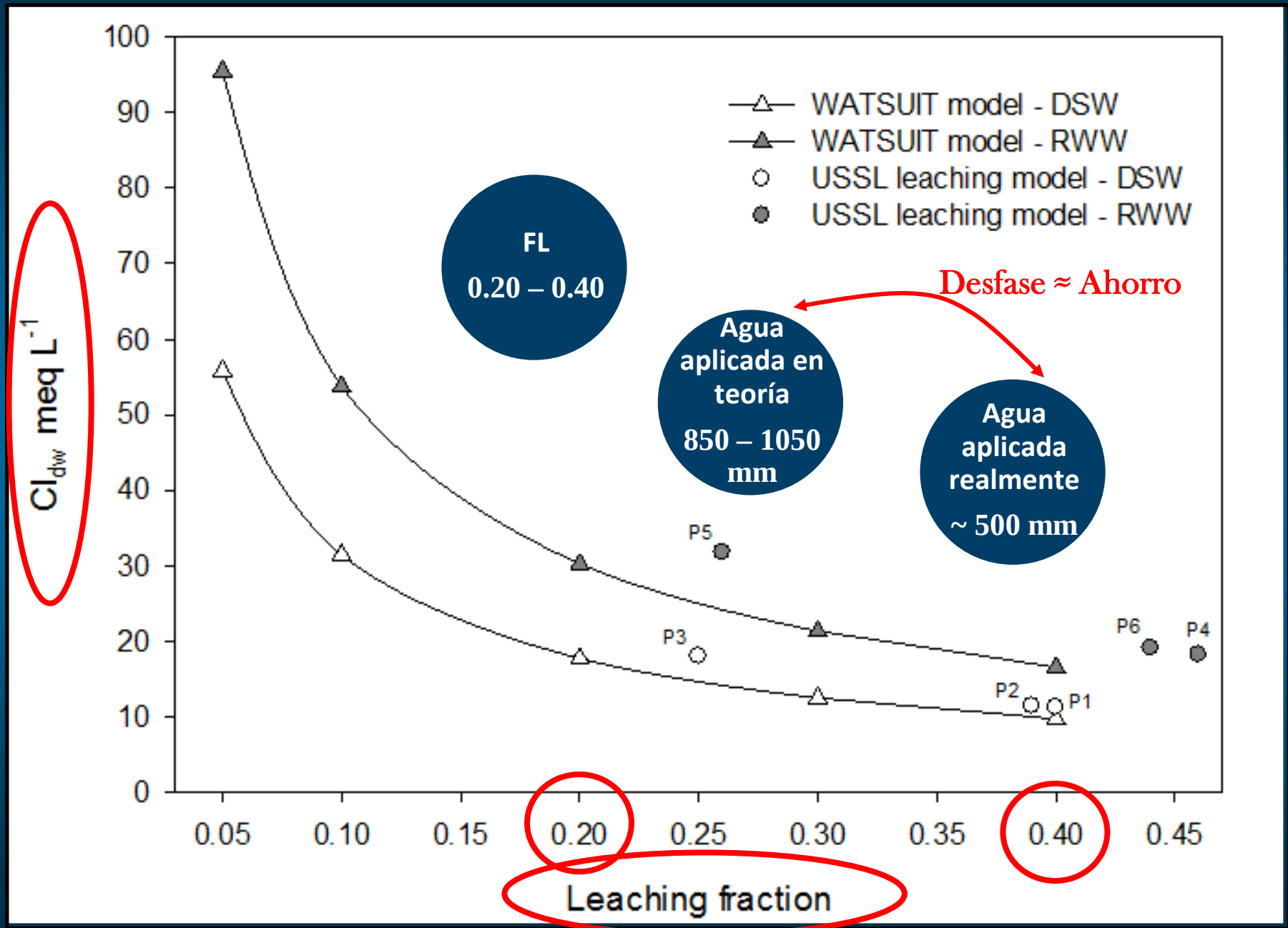


- CONTROL DE LA SALINIDAD: FRACCIÓN DE LAVADO

$$FL = \frac{\text{Volumen de agua que pasa la zona radicular}}{\text{Volumen total de agua aplicado en superficie}}$$



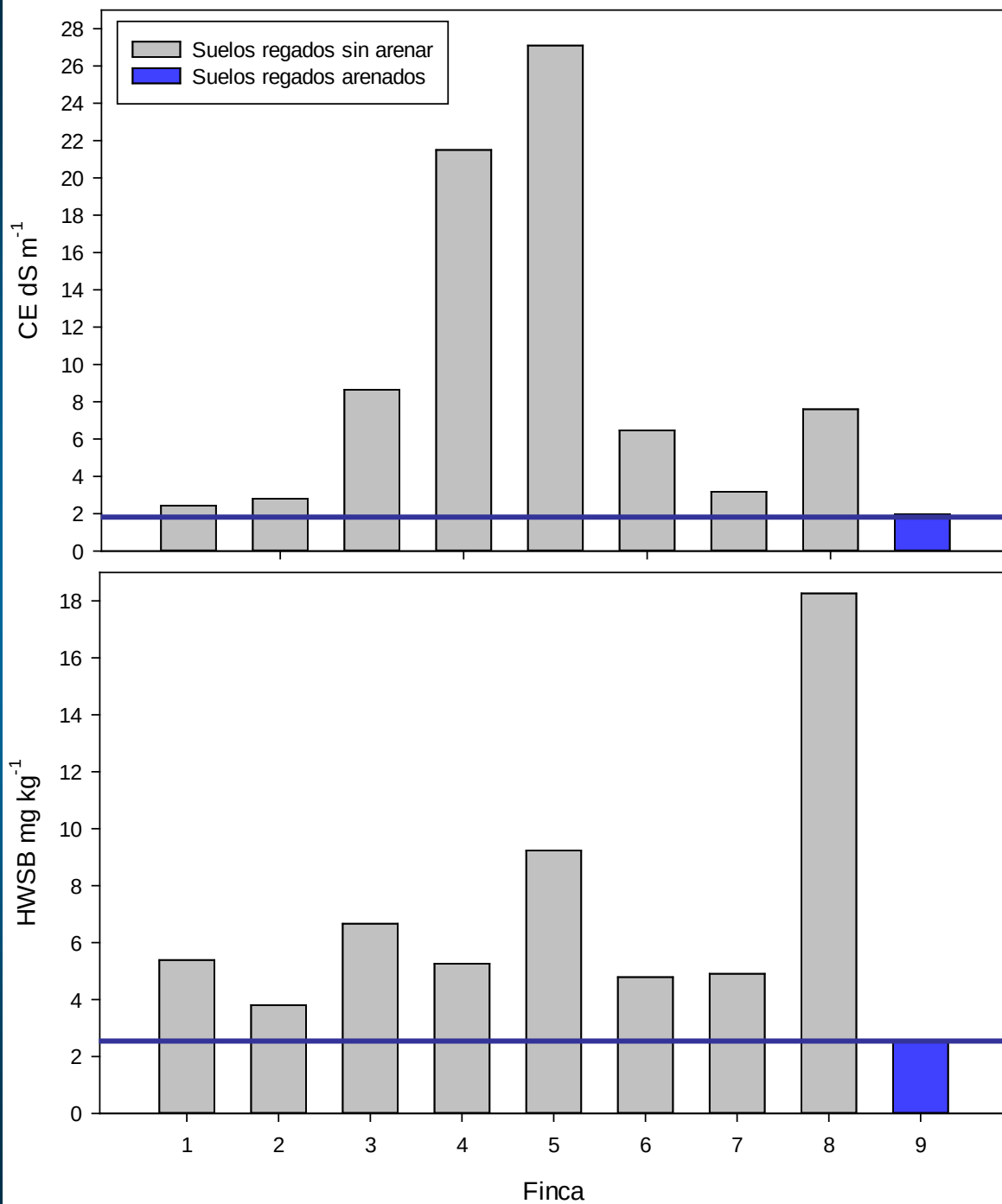
- CONTROL DE LA SALINIDAD: FRACCIÓN DE LAVADO



- RIEGO SIN
ARENADO



- RIEGO SIN
ARENADO



CONCLUSIONES

➤ La calidad del agua desalinizada debe ser mejorada sustancialmente:

- Desequilibrio entre cationes
- Niveles de boro



➤ La calidad del agua depurada debe ser mejorada sustancialmente:

- Niveles de sales
- Calidad microbiológica. “En las actuales condiciones representa un riesgo evidente para la salud pública”



CONCLUSIONES

- El riego ha provocado una degradación moderada en los suelos arenados.

Se requiere la aplicación de las medidas de control adecuadas

- El mantenimiento de los arenados es vital para la agricultura bajo estas condiciones climáticas, independientemente de la disponibilidad de recursos hídricos





GRACIAS

