



VIII Congreso Nacional y
I Congreso Internacional
de Riego, Drenaje y Biosistemas
COMI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila
4 al 6 octubre 2023



CONFERENCISTA MAGISTRAL

Investigación en riego y drenaje en Israel: del lisímetro a la parcela

Iael Rajj Hoffman, PhD.



Fecha de presentación: 04 de octubre 2023



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

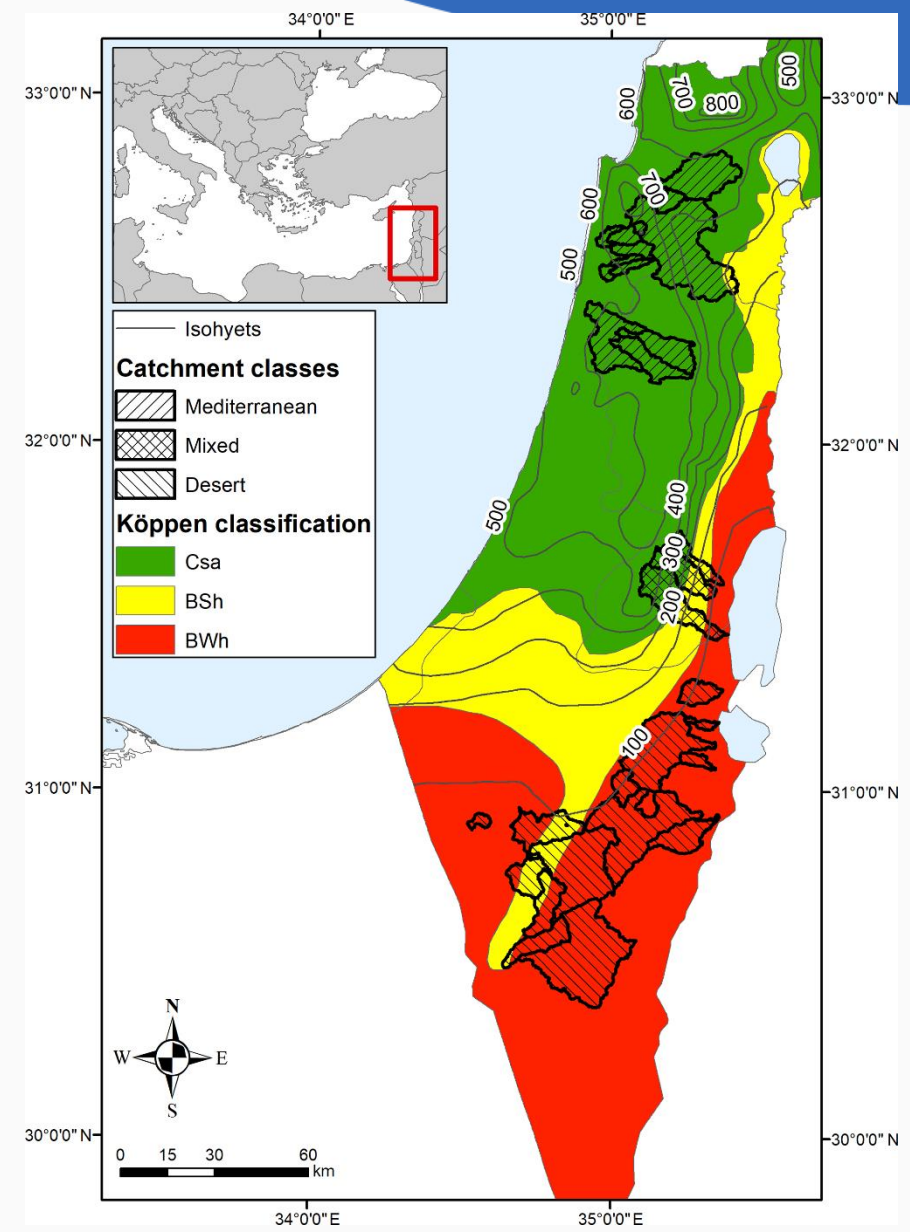


Sonhos
universidade personalizada

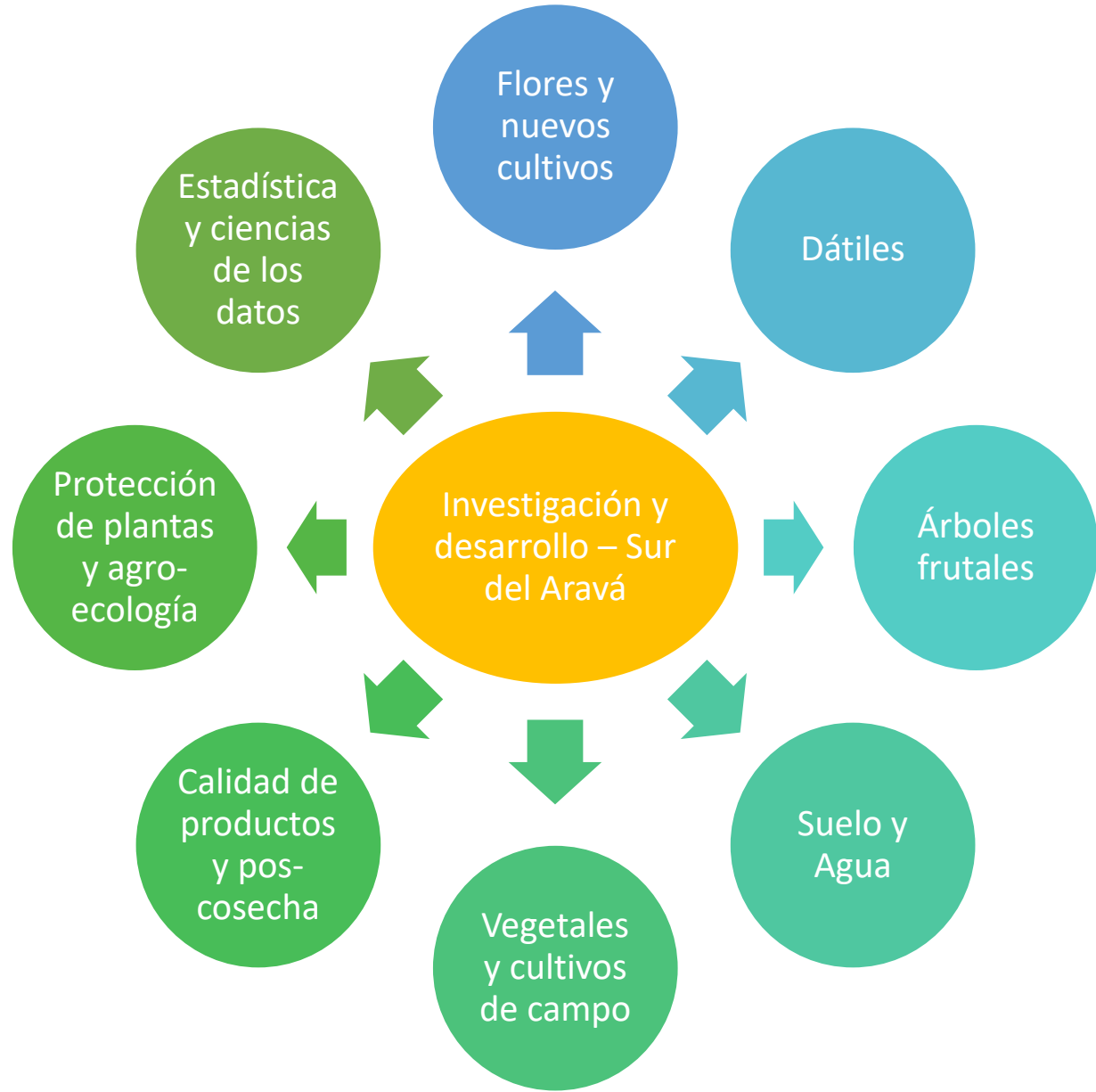


Agricultura en un clima extremo

- Radiación solar alta
- Valores de ETo altos
- Temperaturas extremas
- Recursos hídricos limitados
- Agua de calidad baja



Southern Arava Research & Development







Agricultura en climas áridos

- Dependiente del riego y fertilización
- Recursos limitados
- ¿Cuáles son los requerimientos de agua y fertilizantes?

$$MU = F + I_F - L \pm \Delta S_s$$

$$ET = I + P - D \pm \Delta S_w$$

MU – Absorción de nutrientes
 ET – Evapo-transpiración
 F – Fertilizante
 I – Riego
 I_{pf} – Min
 L – ... de las
... en el suelo
... en el suelo

- Agua salobre de baja calidad

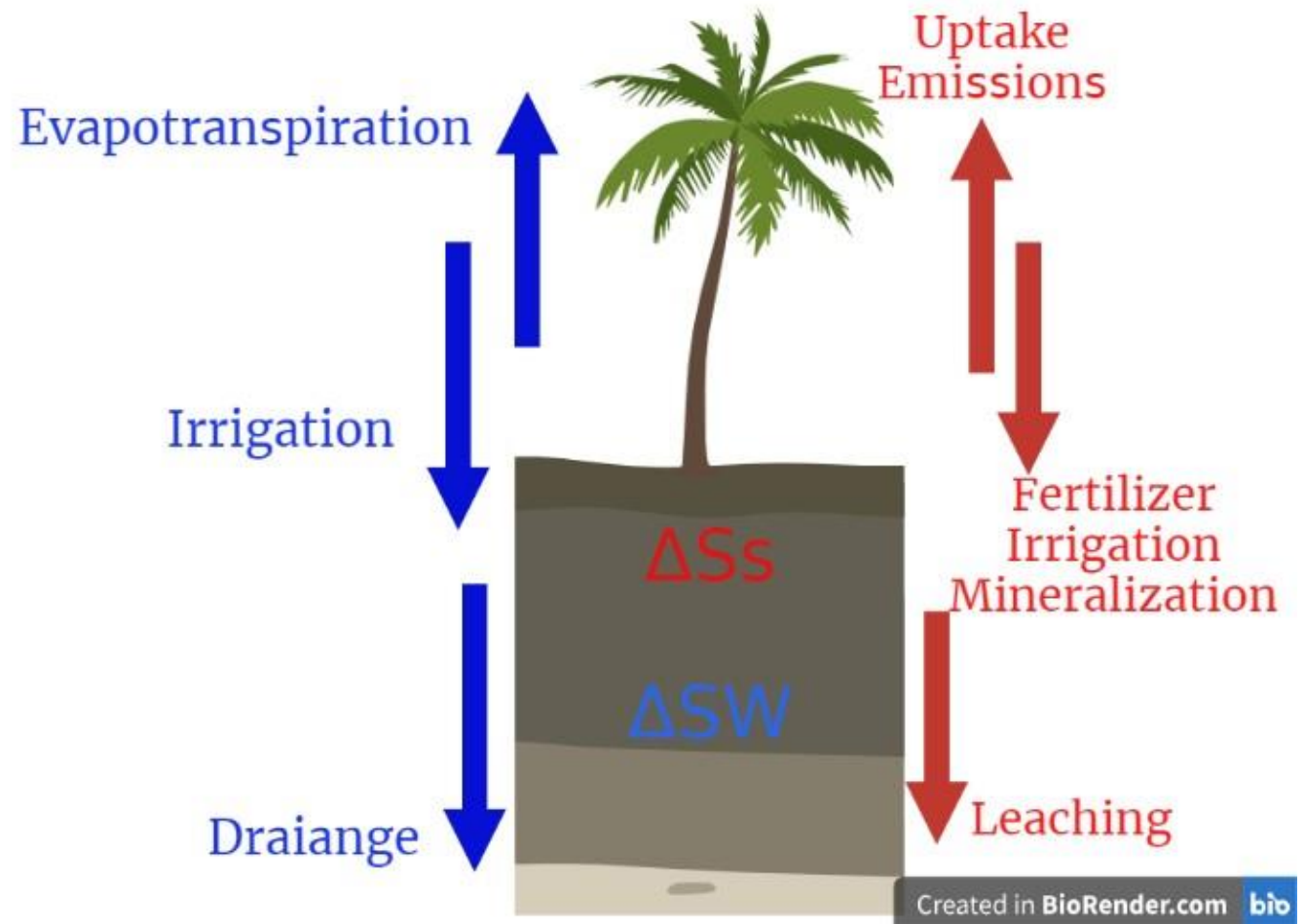




Riego con agua salobre:

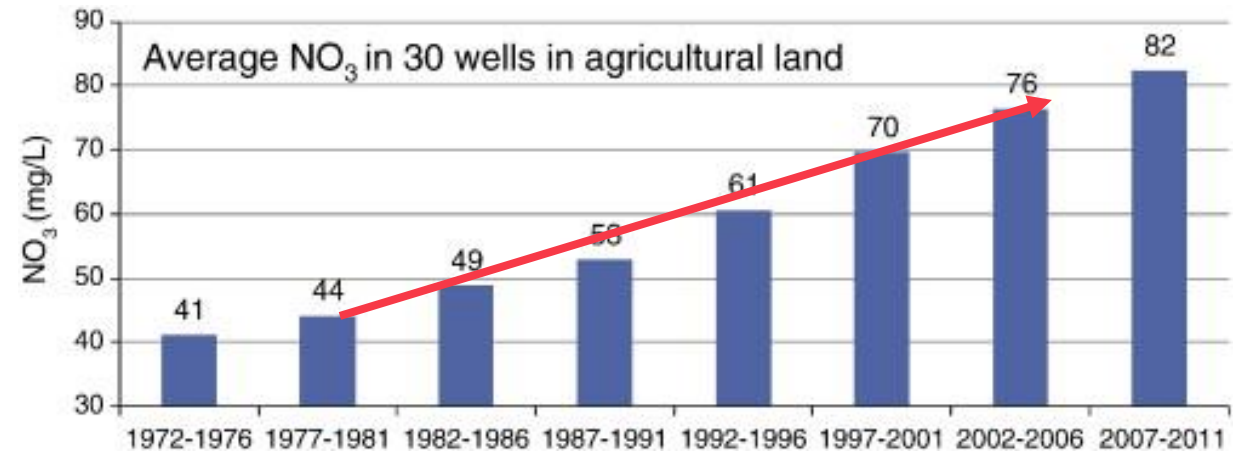
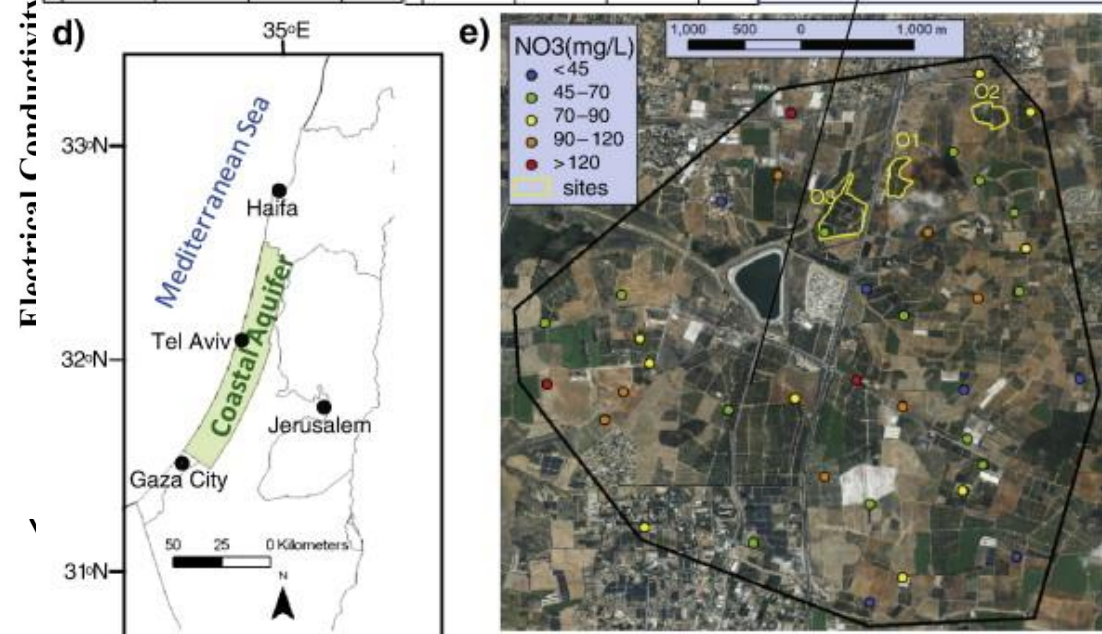
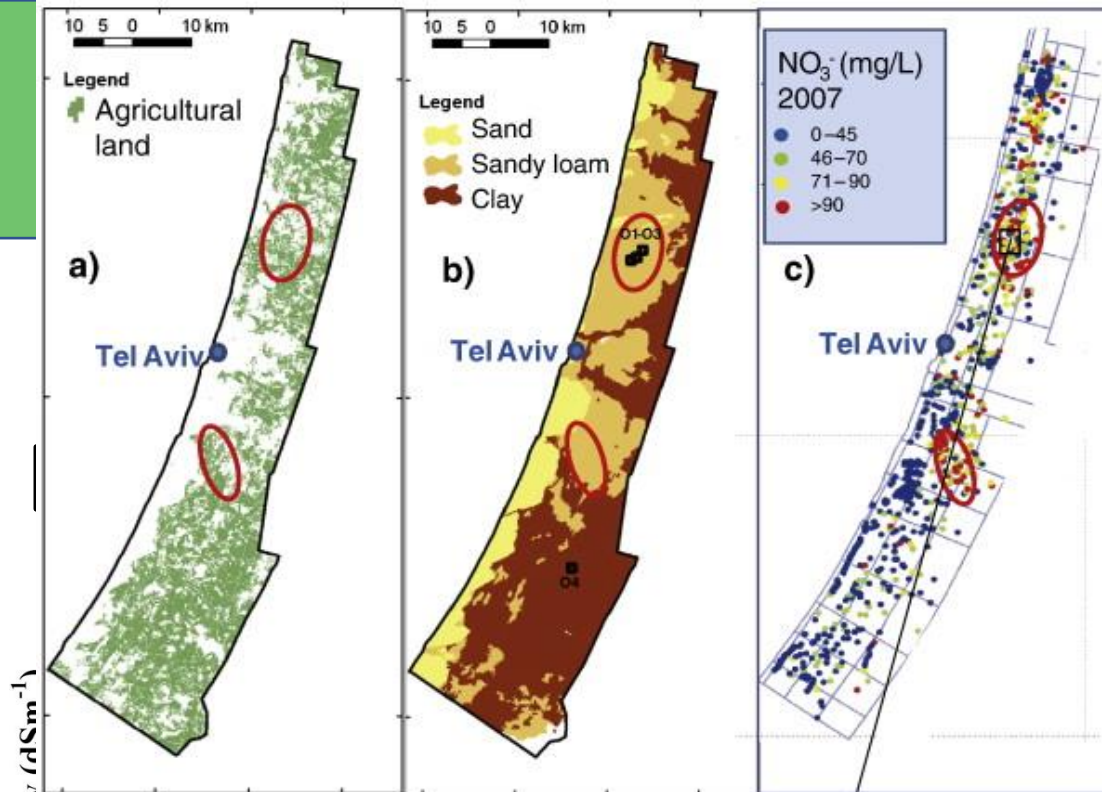
$$Riego = ET_0 * K_c * LF$$

- Drenaje de sales de la zona de raíces
- Se realiza la programación del riego según conocimientos previos de:
 - Evapotranspiración potencial
 - Factor de cultivo
 - Fracción de lixiviación
- Consecuencias:
 - Salinización
 - Reducción de rendimiento
 - Contaminación por lixiviación
 - Pérdida económica
 - Baja eficiencia en el uso de fertilizantes.



Contaminación de aguas subterráneas

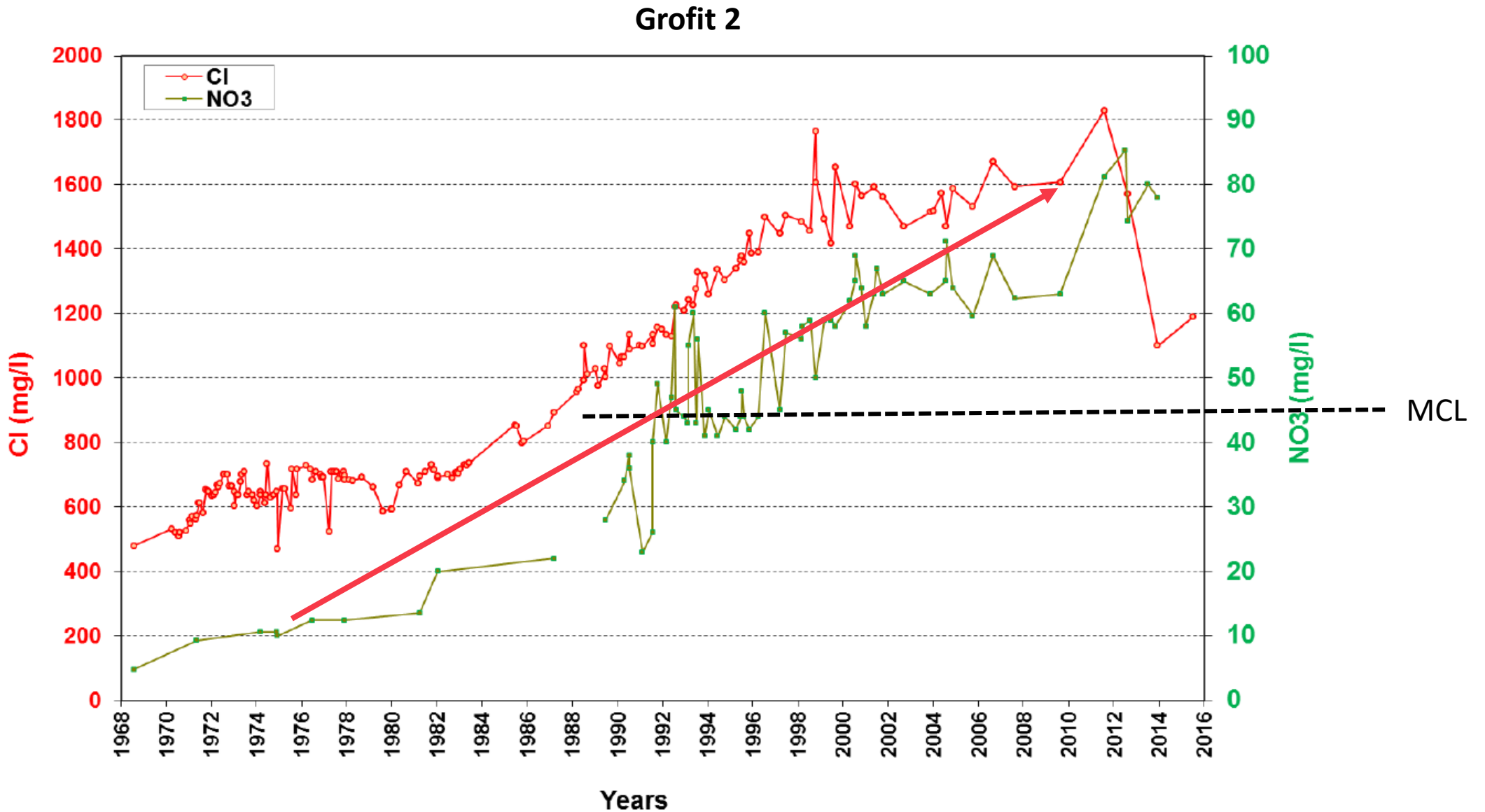
Israel – Área costera



Kurtzman et al., 2013

Contaminación de aguas subterráneas

– Valle del Aravá



Balance hídrico y mineral directo Lisímetros



Sorgo dulce



Pimiento morrón



Granadas

$$ET = I - D - \Delta S$$

$$MU = F + I_F - L \pm \Delta S_s$$



Lisímetro de drenaje



Dátiles

Palmeras datileras en lisímetros

- Diciembre, 1999
- 4 tratamientos de salinidad
- Enero 2001 – comienzo de los tratamientos
- Aumento del volúmen: invierno 2003, 2005



$$LF = \frac{\text{Drenaje}}{\text{Riego}}$$

LF= 0.22, 0.25, 0.4, 0.45

EC_i= 1.8, 4, 8, 12 dS/m

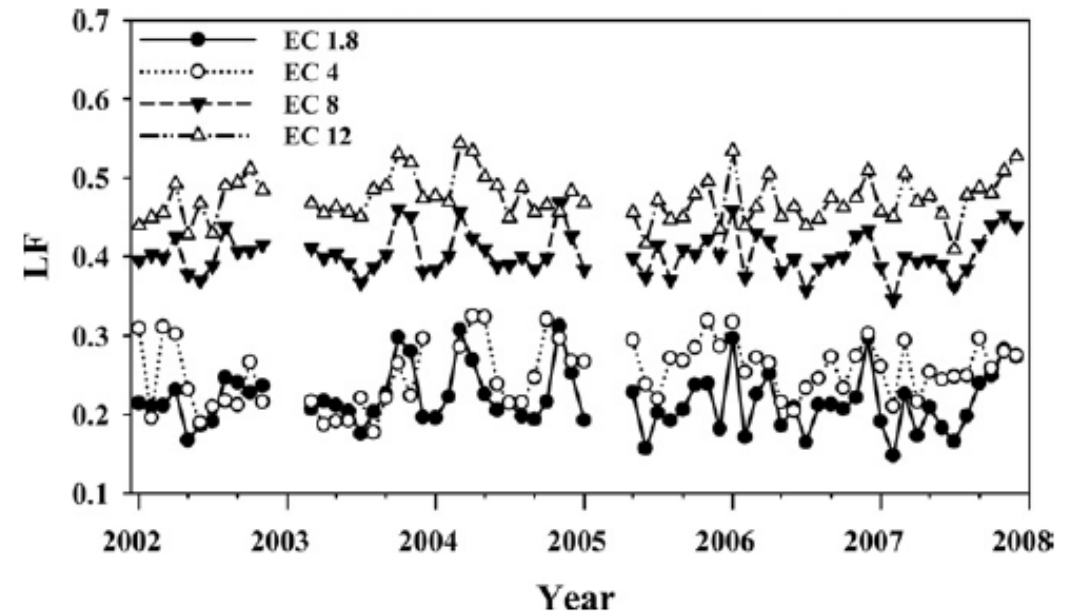
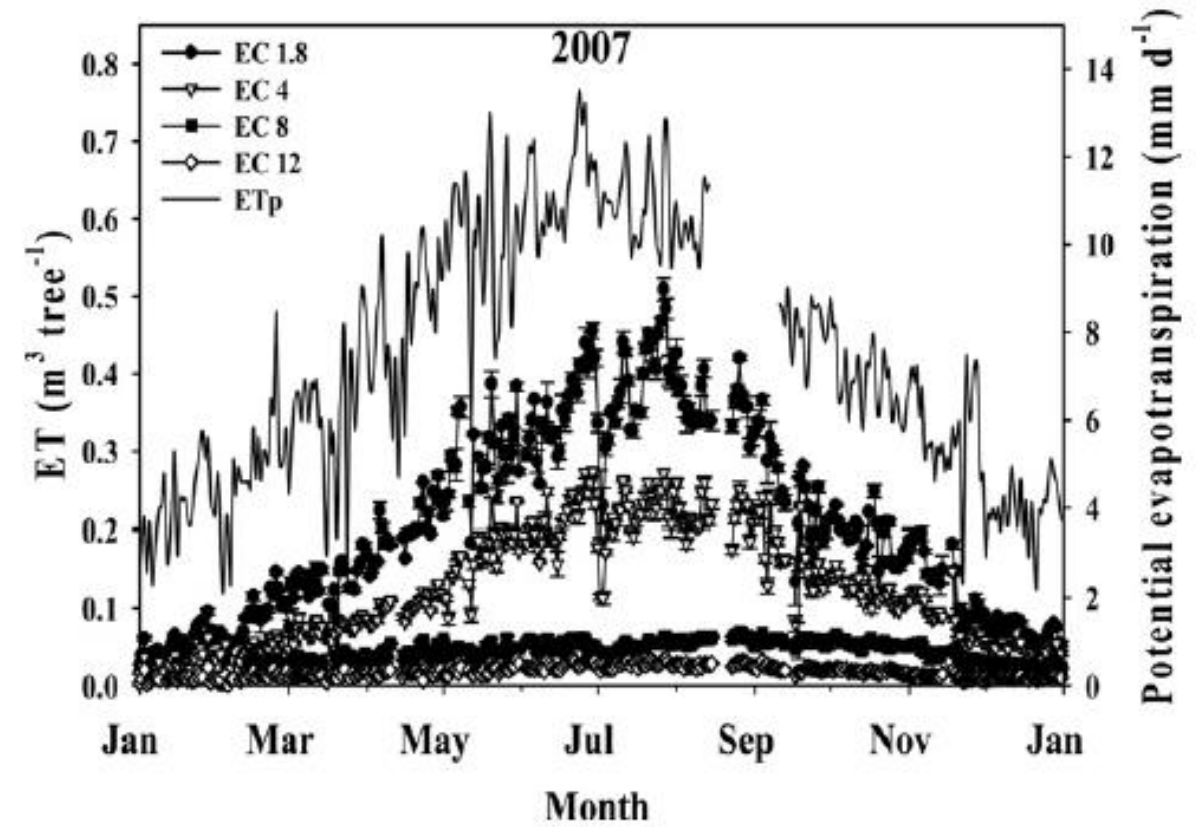


Fig. 6. Monthly average leaching fraction (*LF*) over the course of the 6 year experiment on date palms grown in lysimeters and irrigated with 4 salinity treatments. EC is irrigation water electrical conductivity in dS m^{-1} .

Evapotranspiración en función de la salinidad del agua de riego

- Ejemplo en verano e invierno en el 2007 – 8 años de edad



Eto (mm)	ET – EC 1.8 dS/m (liters)	ET – EC 4 dS/m	ET – EC 8 dS/m	ET – EC 12 dS/m
6	62	42	15	9
11	376	208	43	48

Fracción de lixiviación estable → salinidad del drenaje estable

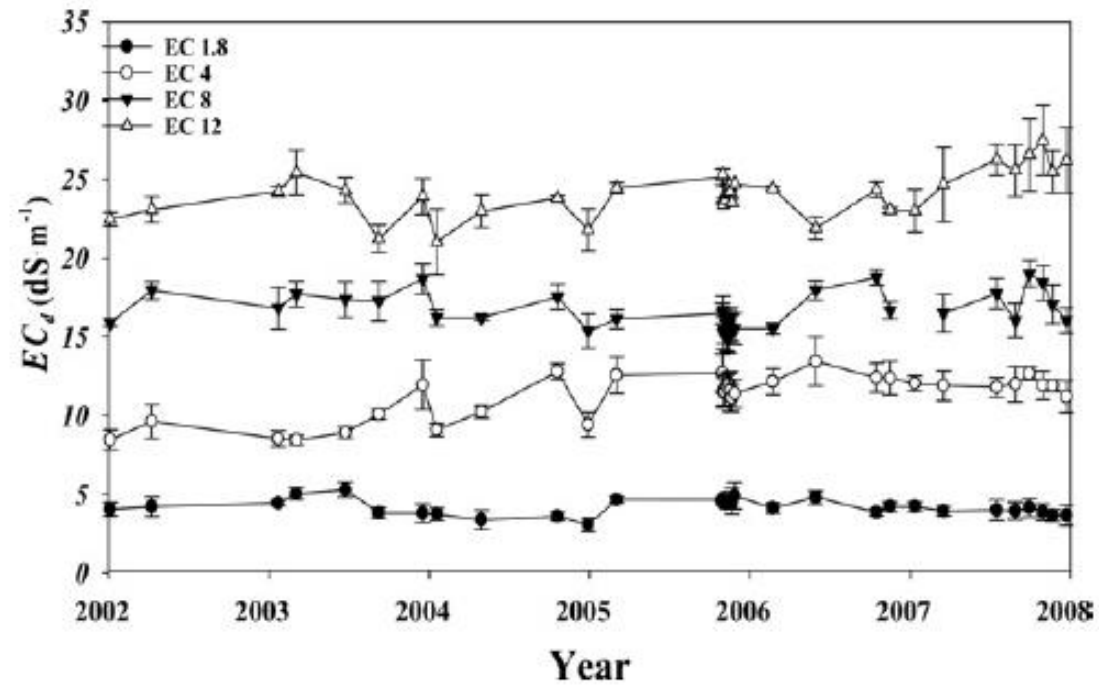
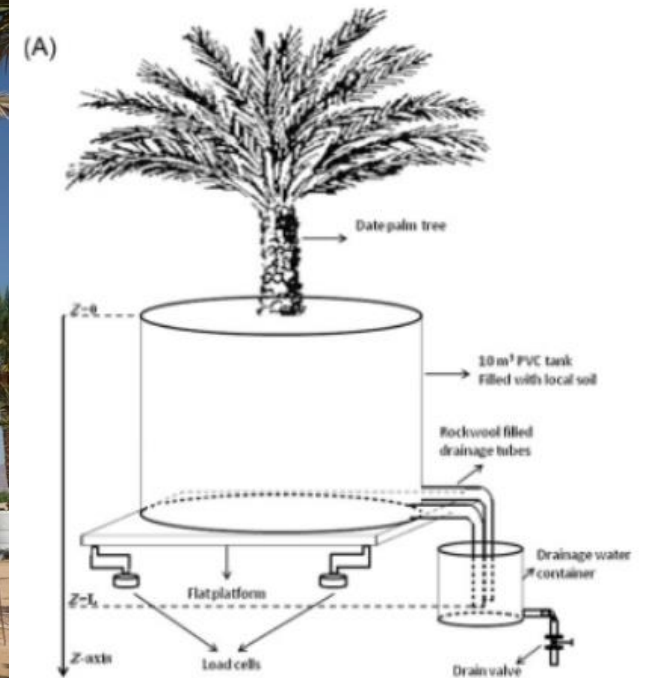
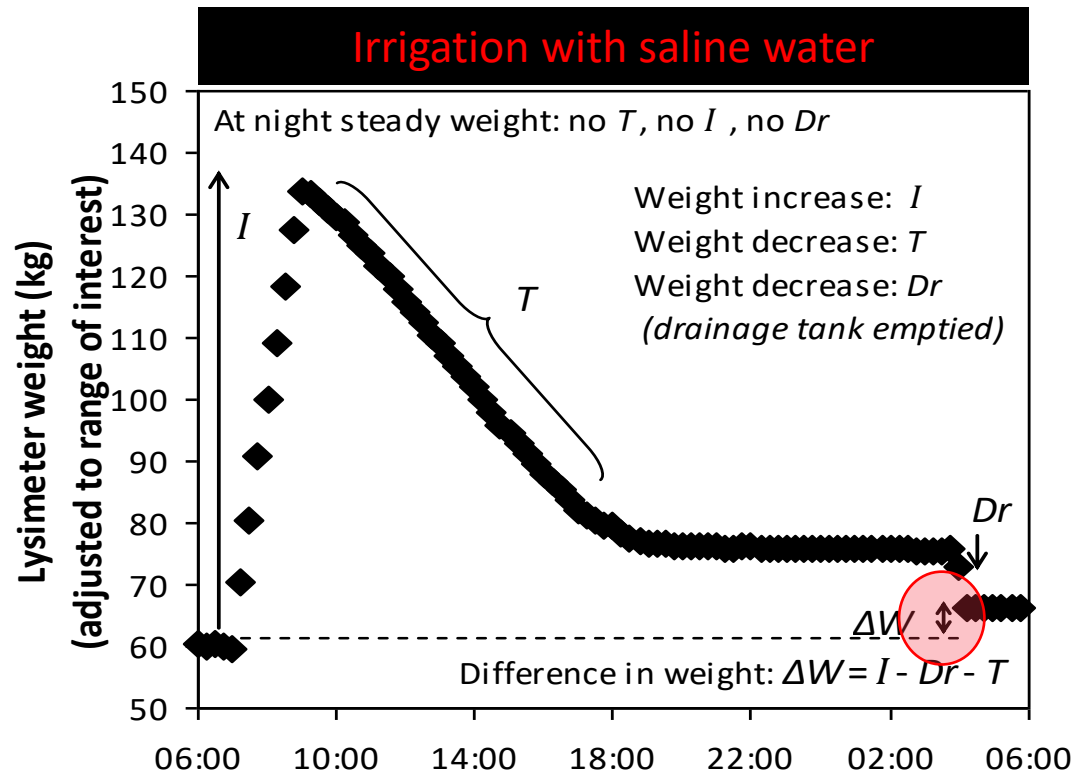


Fig. 7. Electrical conductivity of the drainage water (EC_d) as a function of time for 4 irrigation salinity treatments (EC is irrigation water electrical conductivity in $dS\ m^{-1}$). Symbols are average measured values and error bars at each point indicate the standard error of the mean among 3 replicates.

Balanza del lisímetro...¿Es indispensable?

$$ET = I + P - D - \Delta Sw$$

Condiciones de estado cuasi estacionario



Tripler et al. 2012

- Los lisímetros de drenaje reducen la precisión del valor de ET en sí, pero pueden aumentar la representatividad:

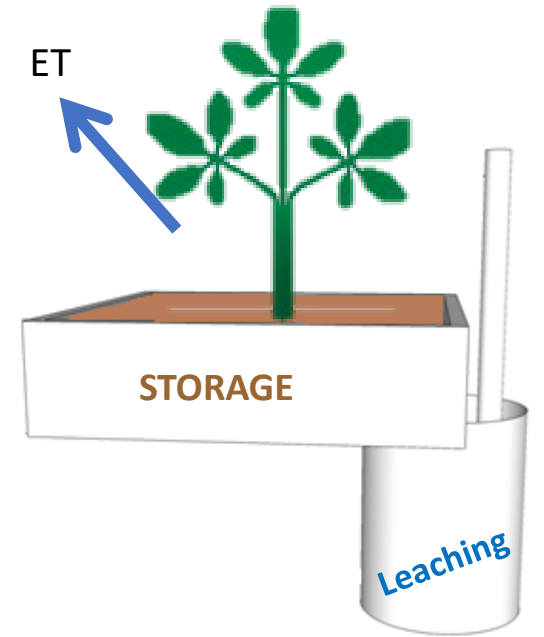
- El lisímetro se puede incrustar en el campo (in situ)
- Menos efecto de borde
- Área efectiva clara
- Más económico



- Nuevos desafíos:
 - No hay información sobre la masa del lisímetro.
 - Menos acceso al contenedor de acumulación de drenaje.
 - ¿Cómo mantenemos una fracción de lixiviación fija?

Experimentos – dos ejemplos

- Cultivo: pimiento morrón
- 18 lisímetros de drenaje:
 - 2 profundidades
 - 3 áreas
- 5 lisímetros clásicos sobre balanzas



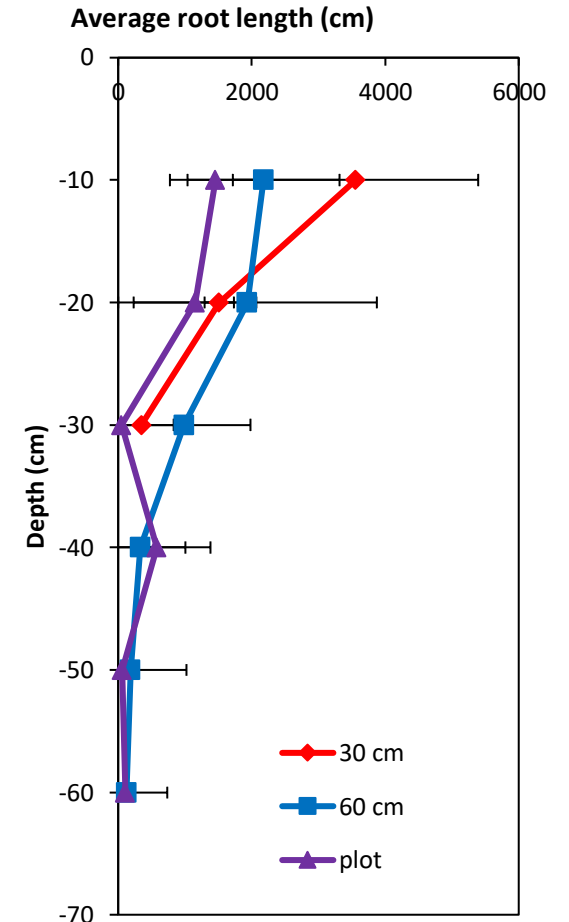
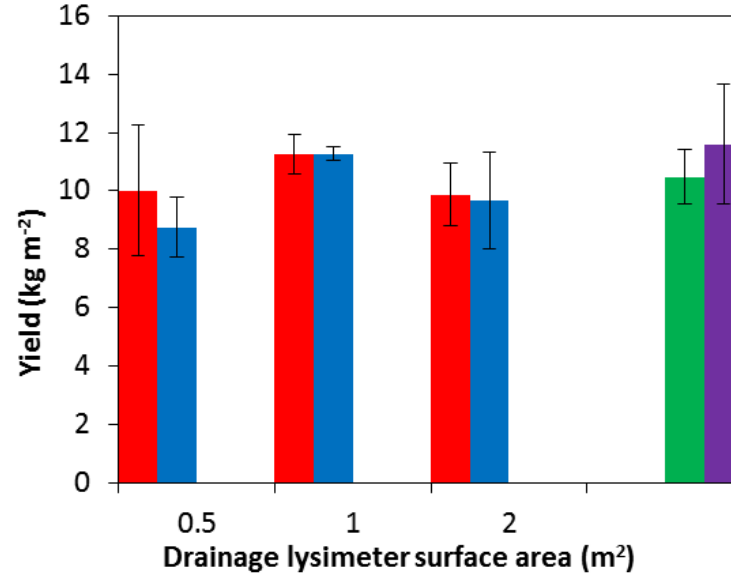
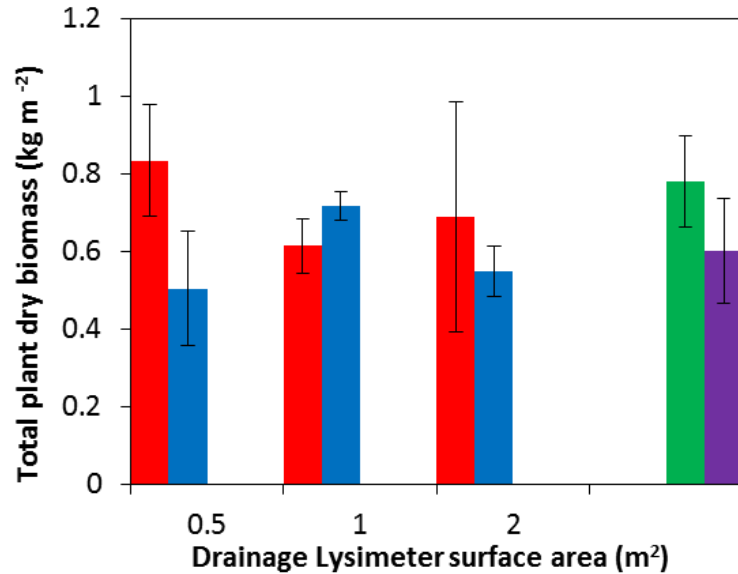
Naftali Lazarovitch
Alon Ben-Gal



Lisímetros clásicos sobre balanzas

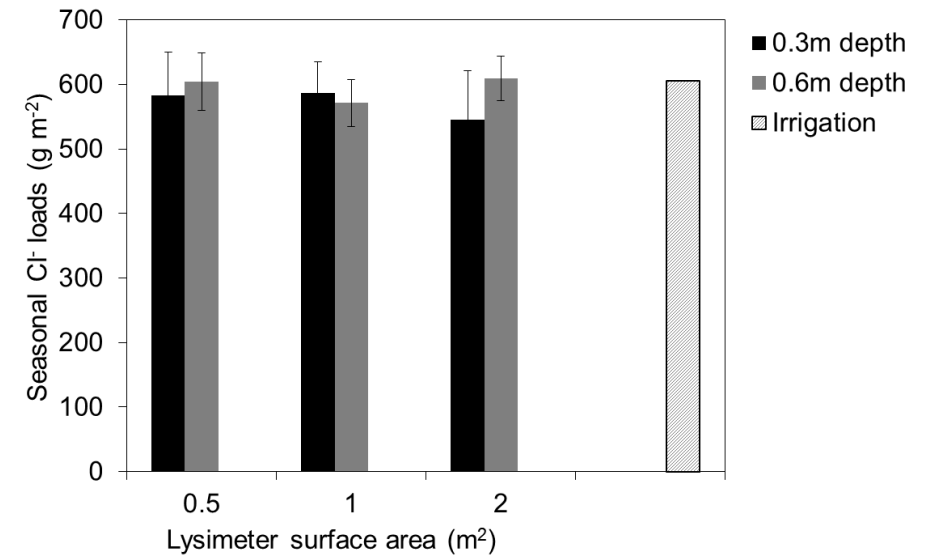
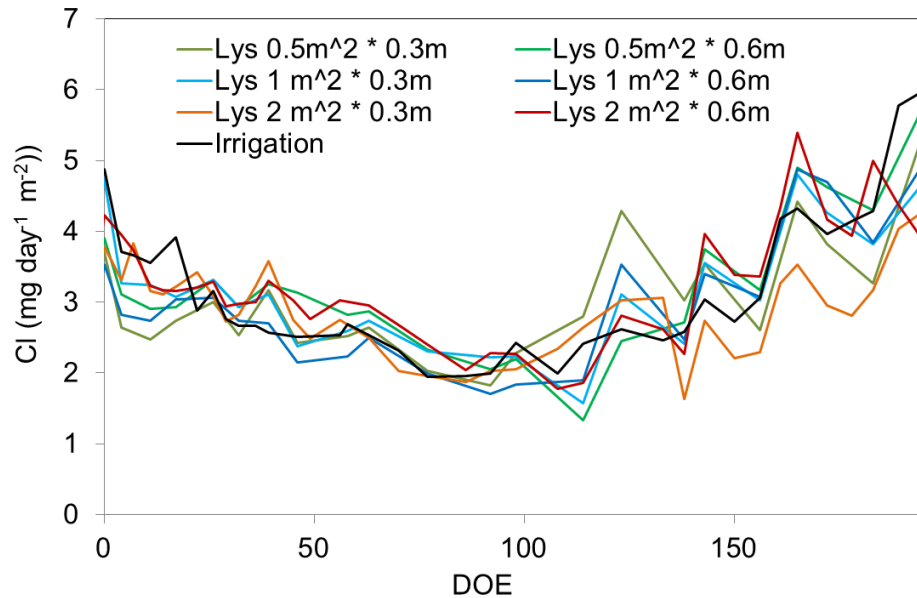


No se encontraron diferencias significativas entre los lisímetros y las parcelas ni para biomasa, rendimiento ni densidad de longitud de raíces.



- No se encontraron diferencias significativas en los perfiles de Cl o EC.
- Se encontraron diferencias significativas en los perfiles de contenido de agua.

Los flujos de cloruro en el drenaje se comportan de manera conservadora

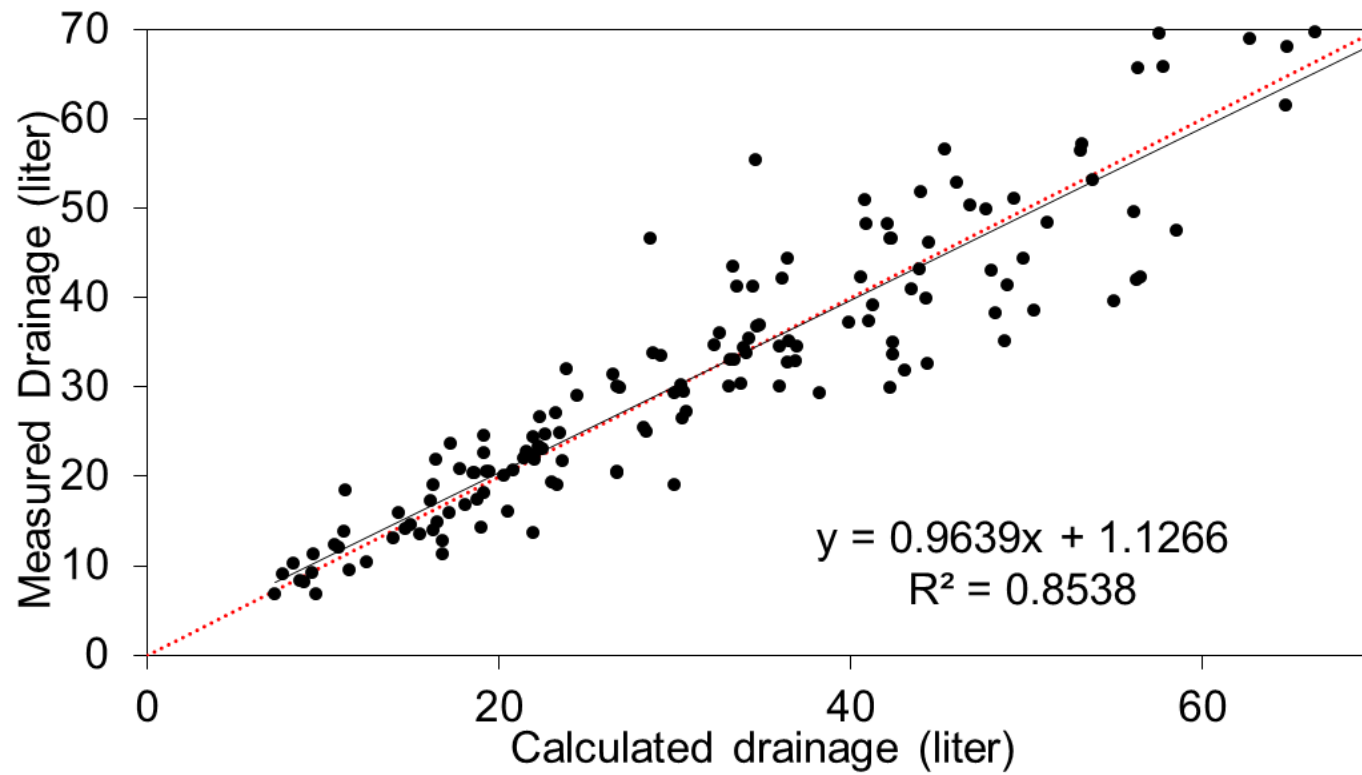


La cantidad de drenaje se puede calcular a partir de la concentración de drenaje y agua de riego y la cantidad de agua riego

$$D[Cl^-]_D = I[Cl^-]_I$$

$$ET = I - D$$

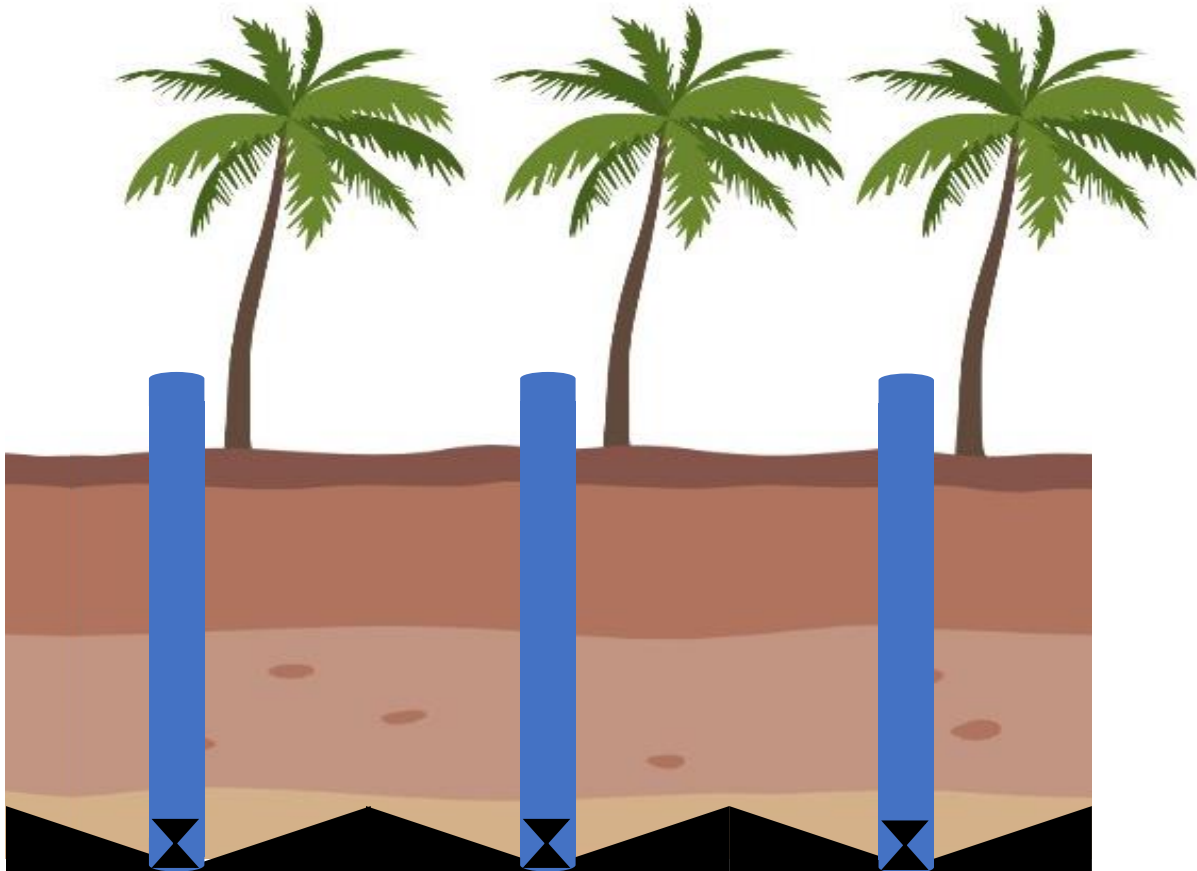
Drenaje calculado usando concentraciones de cloruro



$$ET = I - D - \cancel{\Delta Sw}$$

Lisímetro de balanza.... ¿Se puede simplificar?

Segundo ejemplo



Lisímetro de parcela



Ehud Zeelim
Alon Ben-Gal
David Grossman

Excavación e instalación del sistema de drenaje.





Construcción e impermeabilización de cuencas.

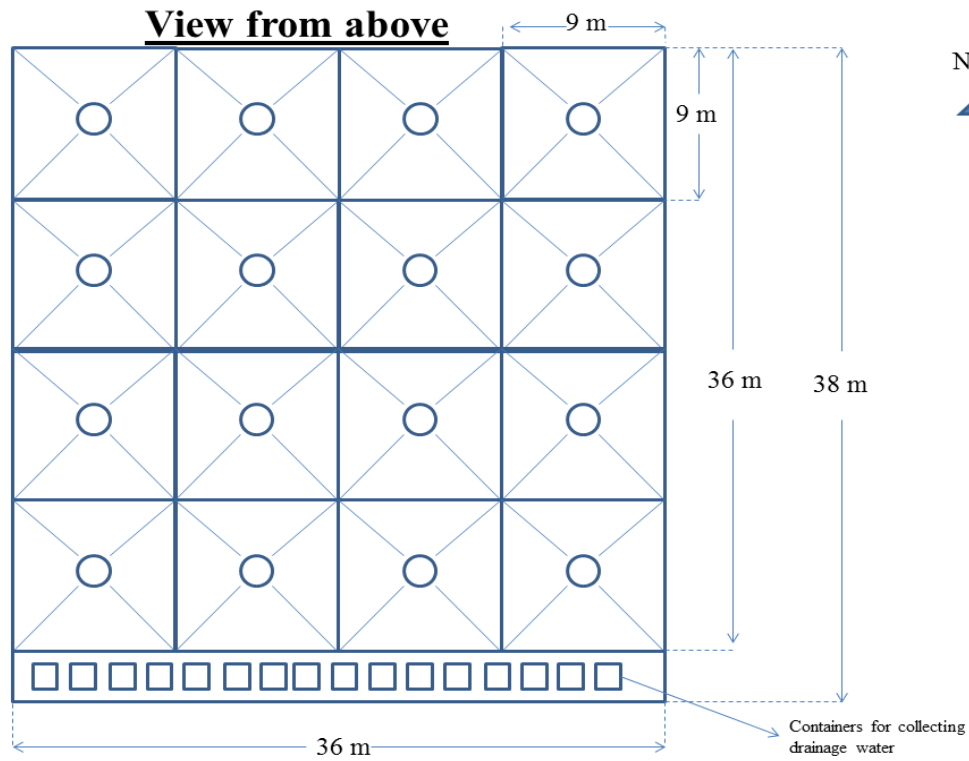


Sistema de drenaje

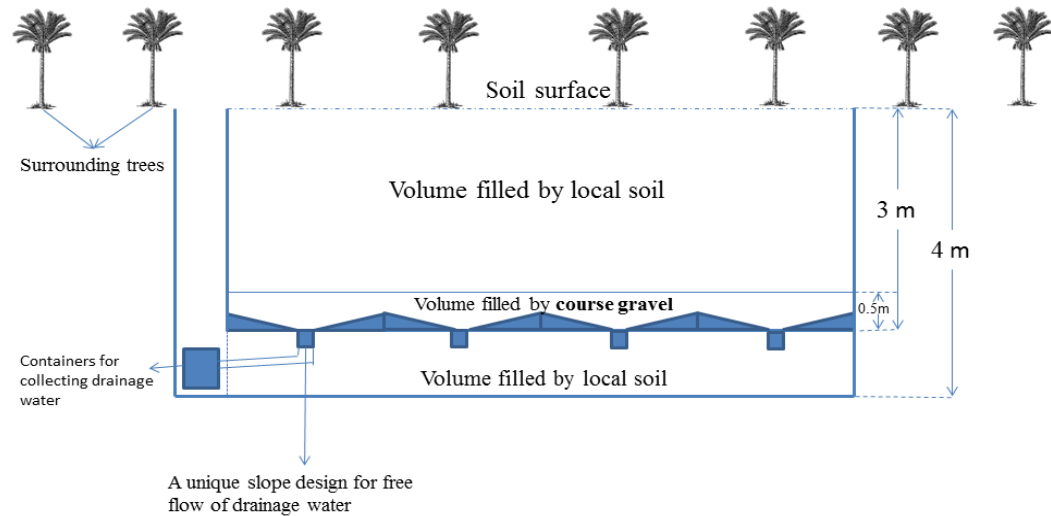


Devolución del suelo local





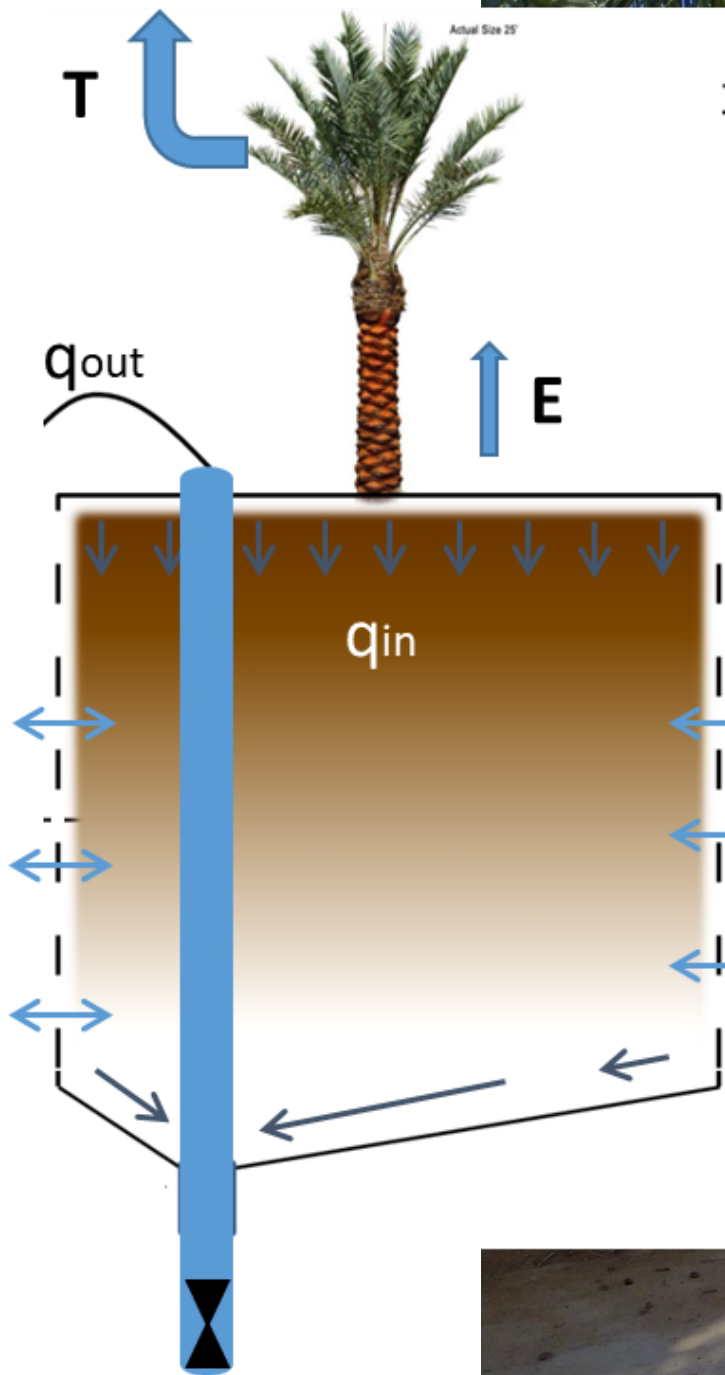
Side view East to West



Lisímetro de parcela

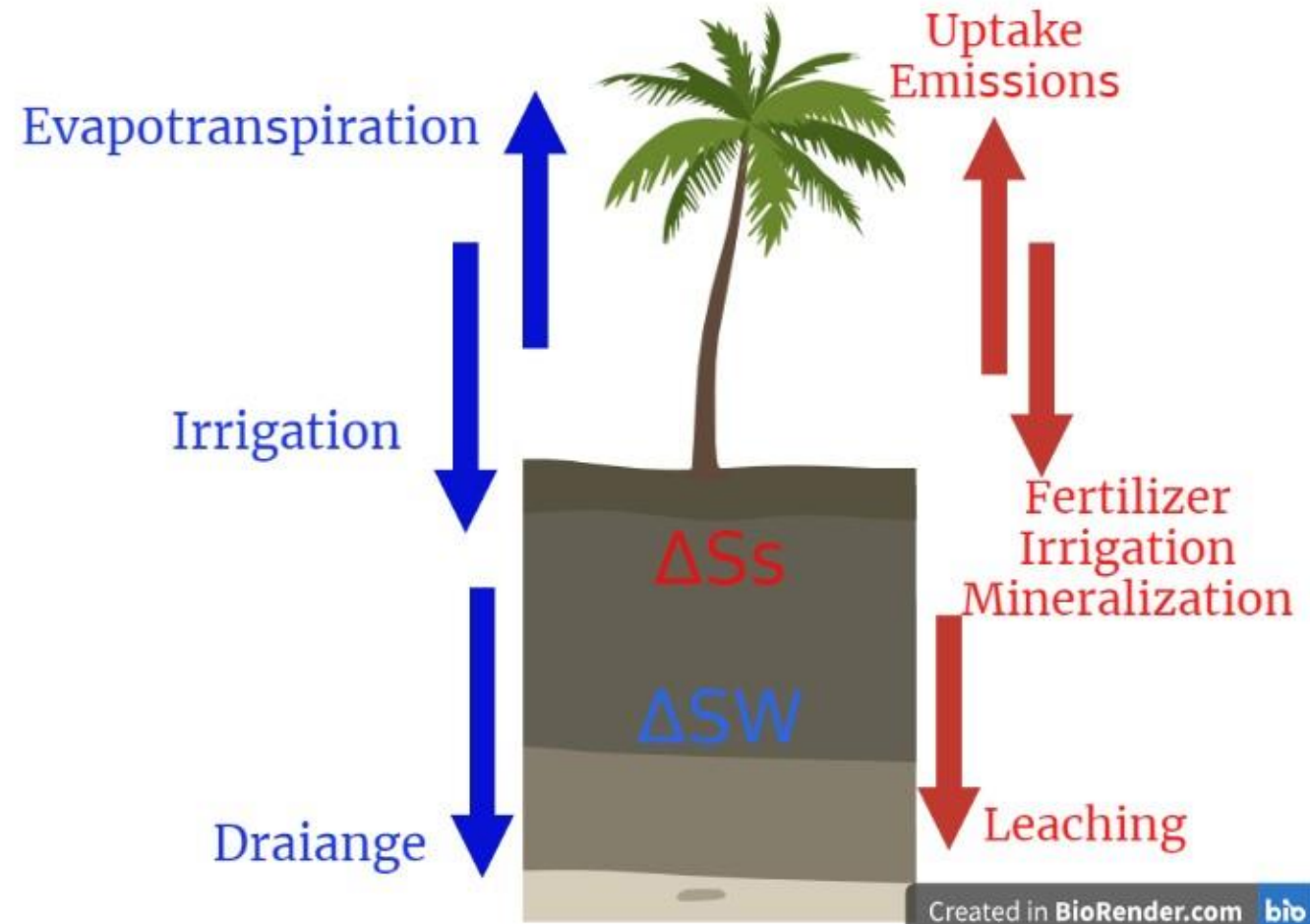
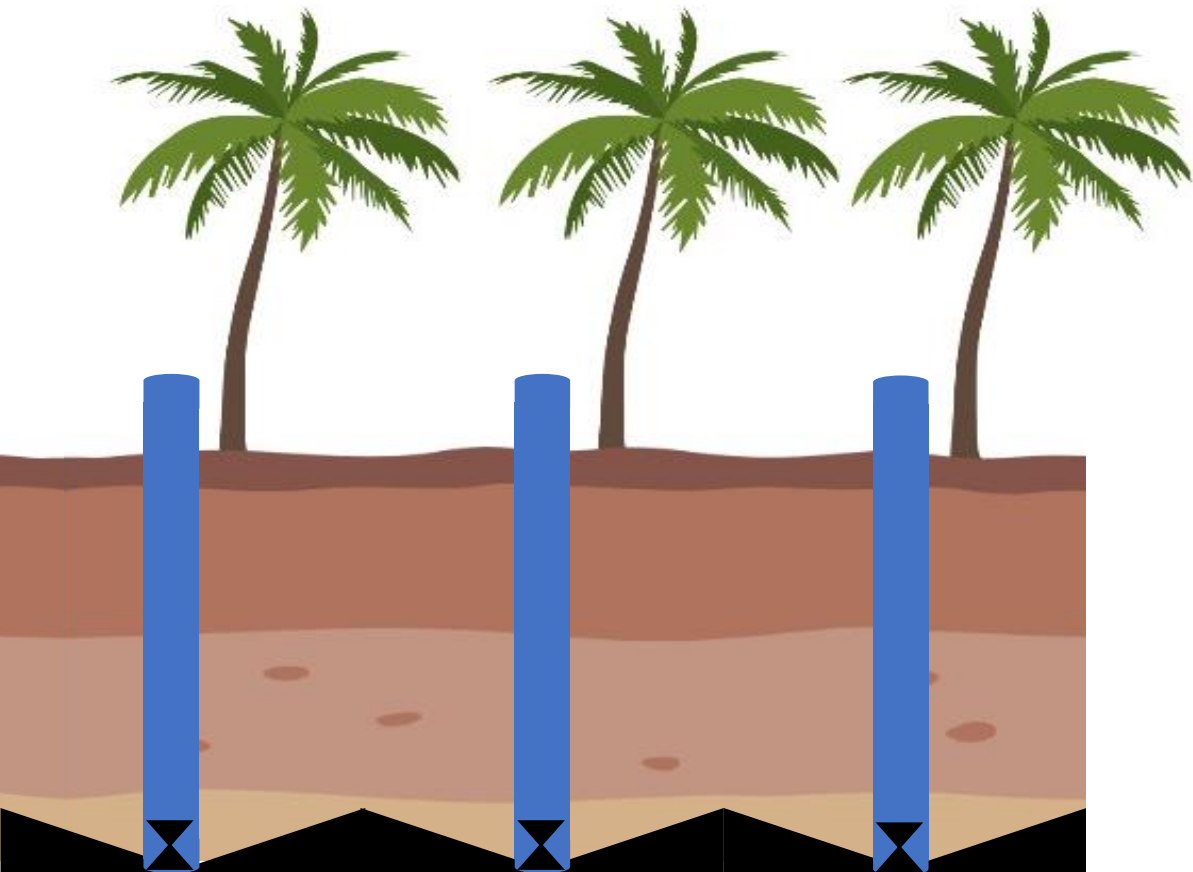




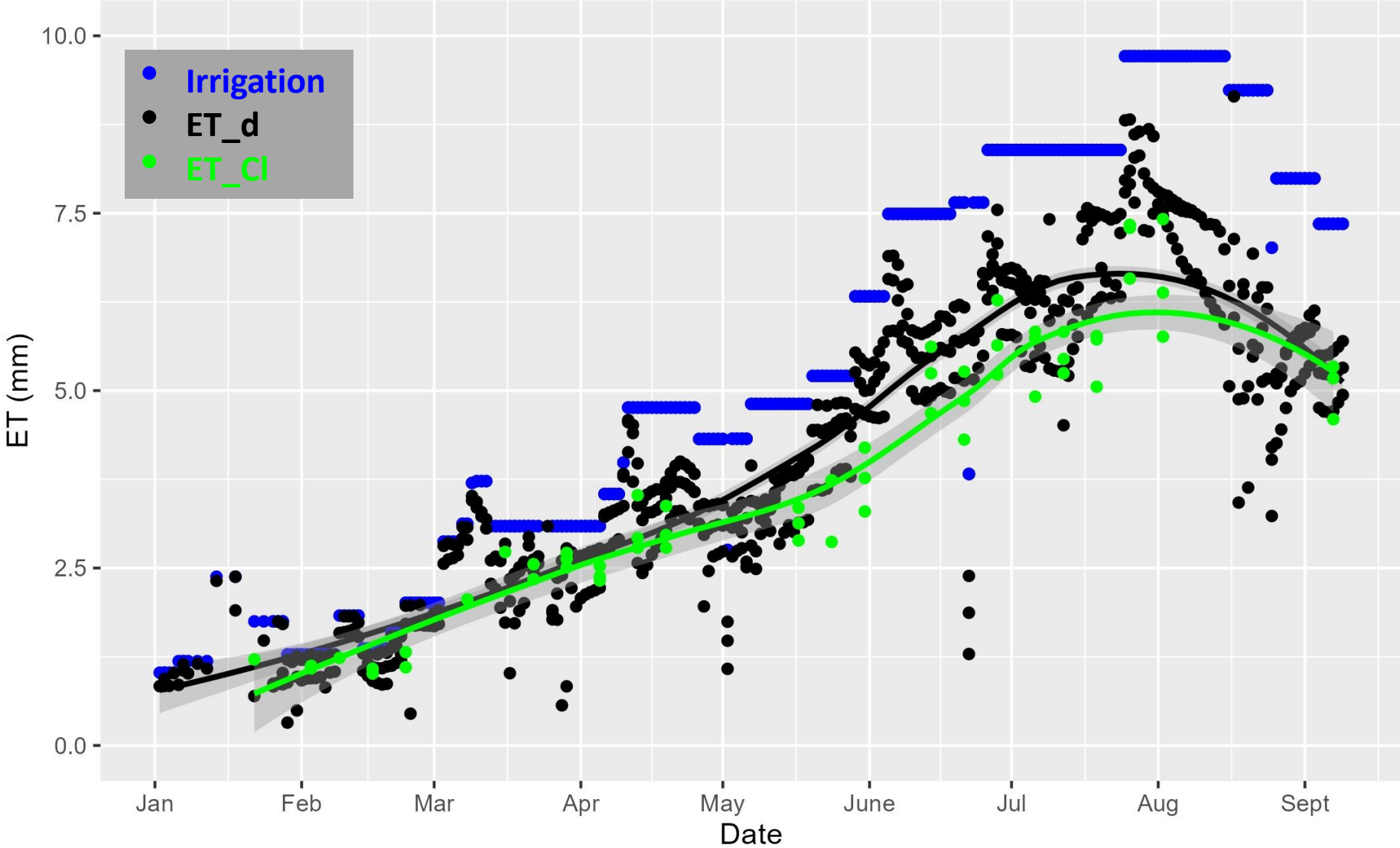


Lisímetro de parcela
Balances simples

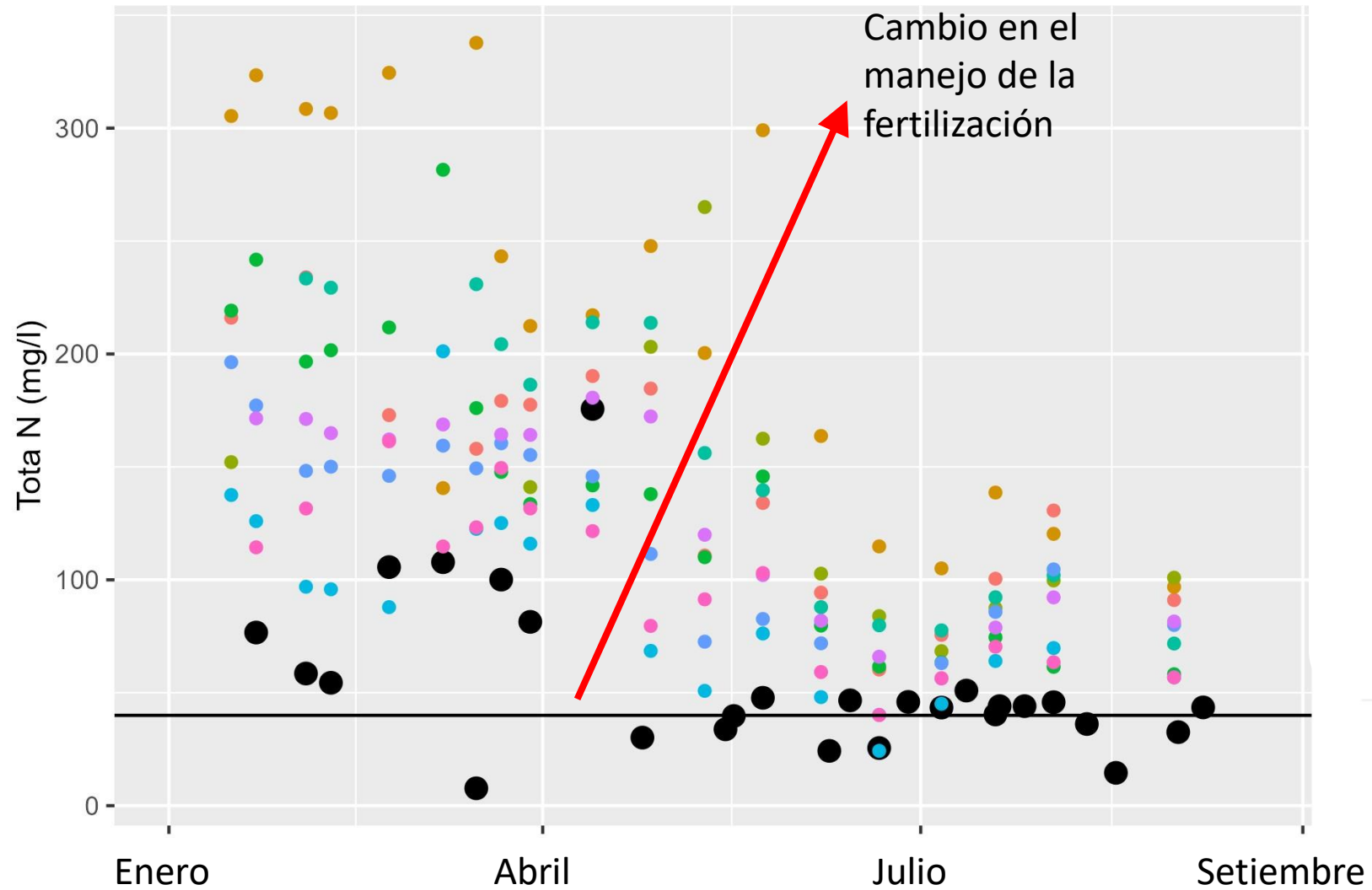
Balances hídricos y de minerales



Balance hídrico y mineral



Concentraciones de nitrato



Ejemplo – Junio 2023

Agua

ET: 9 m³

Riego: 12 m³

Drenaje: 3 m³



Diferencia:
194 g

Fertilizante: 372 g

Lixiviación:
178 g

Nitrógeno

Del lisímetro a la parcela

- Balance hídrico y mineral de gran importancia:
 - Manejo del riego con agua salobre
 - Eficiencia de aplicación de fertilizantes
 - Investigación y agricultura aplicada
- Diferentes escalas dependiendo de los objetivos y cultivos
- Condiciones de parcela son posibles con lisímetros de campo



VIII Congreso Nacional y
I Congreso Internacional
de Riego, Drenaje y Biosistemas
COMEI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila
4 al 6 octubre 2023



¡GRACIAS!

Contacto:
Iael Raij Hoffman
iael@rd.ardom.co.il

Fecha de presentación: 04 de octubre 2023



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

