



Proyecto FIC-R:
**Transferencia
 Plataforma
 Geoespacial para la
 Optimización de
 Recursos Hídricos**

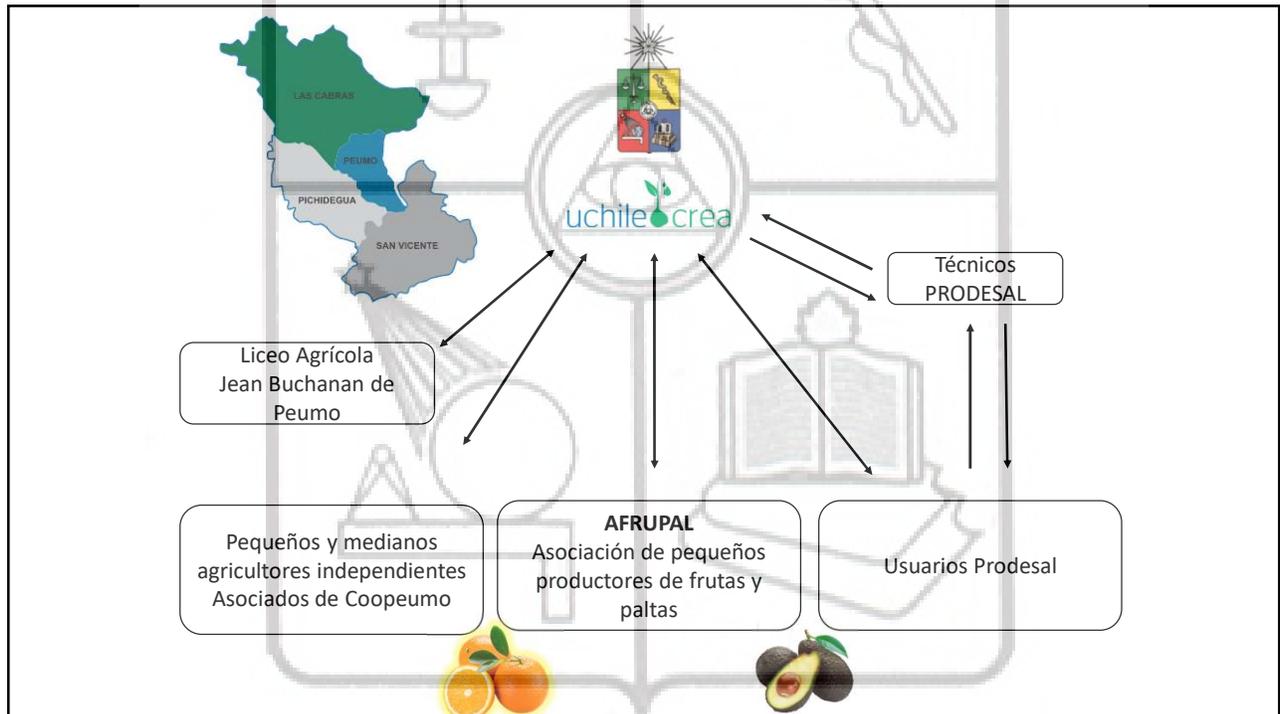
MEJORAS EN EL MANEJO DEL RIEGO EN PALTO: Una mirada desde la experiencia práctica

V. Beyá-Marshall,
 Ing. Agr. M.Sc
 vbeya@uchile.cl



GTT CORFO CASUB-CANAL MARAÑÓN

1



2

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una plataforma de precisión para optimizar el recurso hídrico de palto y cítricos a través de la generación de nuevas herramientas y la implementación de tecnología.

Establecer una plataforma de asistencia técnica continua del riego a través de herramientas tecnológicas de precisión (teledetección y sondas de capacitancia) que permitan disminuir la brecha tecnológica y, así, optimizar el consumo de agua y electricidad



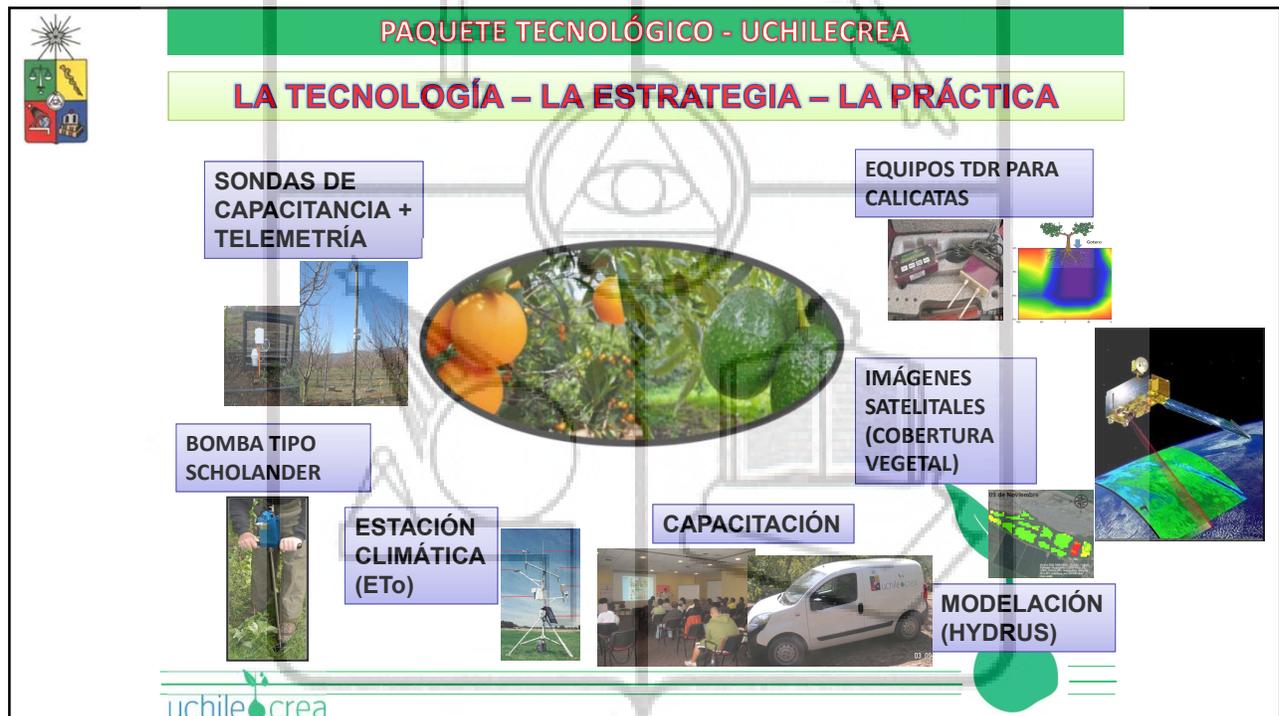
Evaluar y optimizar la huella hídrica a nivel predial a través de teledetección y uso de modelos de balance hidrológico.



Fortalecer las competencias para un correcto uso de la plataforma y difundir sus beneficios entre los actores involucrados



3

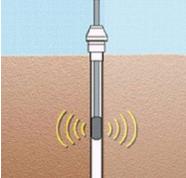
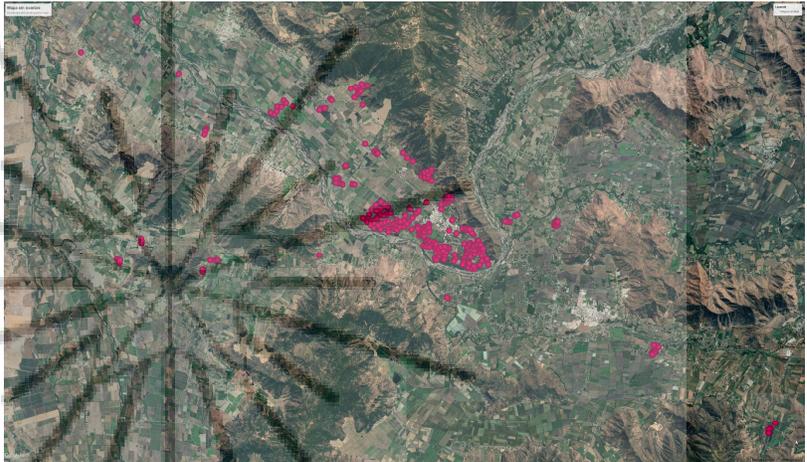


4

 **SONDAS PARA LA GESTIÓN DEL RIEGO**

15 SONDAS DE SEGUIMIENTO CONTINUO

25 TUBOS DE ACCESO PARA SEGUIMIENTO DISCONTINUO



5

 **RED DE ESTACIONES EN LA ZONA DE IMPACTO**

 Red de estaciones meteorológicas antes del proyecto

 Red de estaciones meteorológicas habilitadas y nuevas del proyecto



Estacion Metereologica Rapel

Doñihue

Coltauco

Requinoa

Estacion Metereologica San Roberto

San Vicente de Taguatagua

El Tambo, San Vicente -INIA

El Arenal, Quinta de Tilcoco-INIA

Quinta de Tilcoco

Peumo Norte Ex Las Cabras- INIA

Santa Brisila-INIA

La Rosa-Oeste-INIA

Metereologica Patagua

Liceo Jean Buchannan De Larrain

Rancagua

Peralillo

6

Diagnóstico de terreno

Síntomas de la asfixia radical

Pocas raíces finas y de mala calidad

Epinastia, amarillamiento de hojas, hojas pequeñas y angostas

7

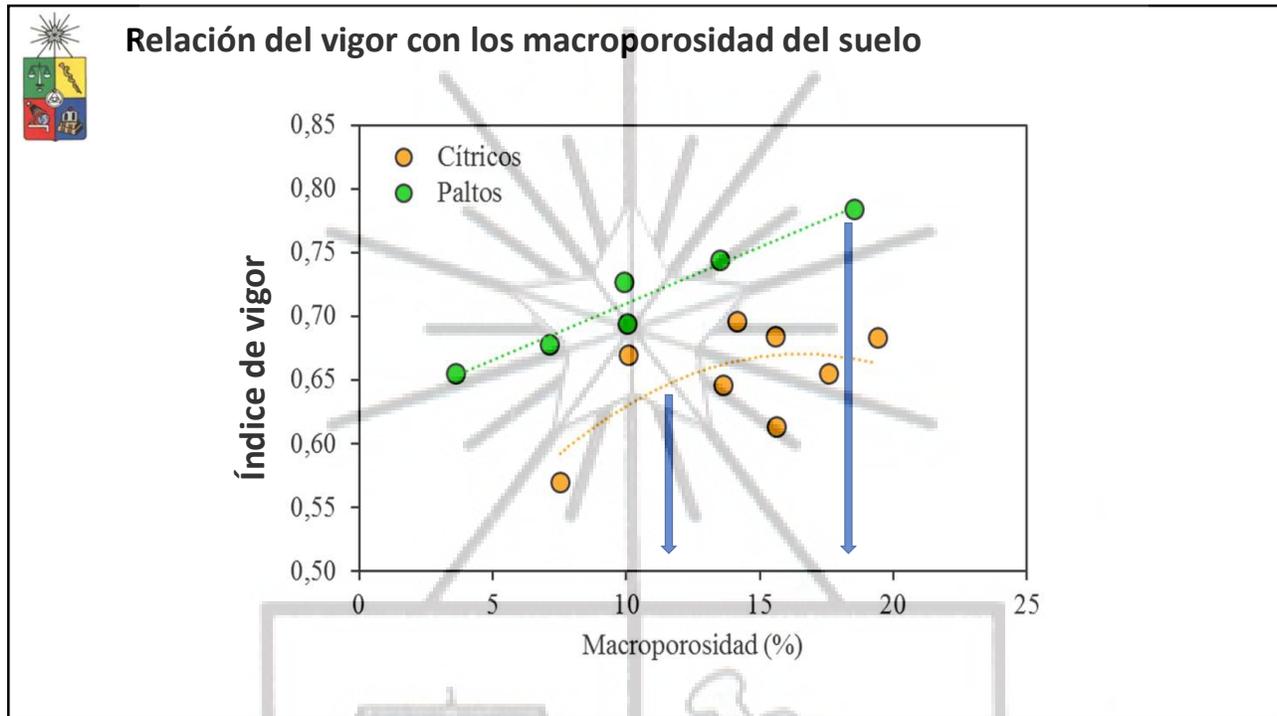
Caracterización de las propiedades físicas de los suelo

Comuna	Sector	Serie de suelo	Cultivo	Clase textural	Da (g/cm ³)	Macroporosidad (%)	CC (%)	PMP (%)
Peumo	Gulutren	La Rosa	Limonero	F	1,31	16,8	29,2	20,4
Pichidegua	Santa Amelia	Palquiales	Limonero	Fa	1,66	17,6	24,0	15,2
Peumo	Codao	Peumo	Mandarino	F	1,56	13,6	32,5	19,9
San Vicente TT	Los Rastrojos	Zamorano	Naranja	EAL	1,20	16,9	35,1	28,2
Pichidegua	Santa Amelia	Millahue	Naranja	Fa	1,28	14,9	39,4	13,7
Malloa	El Tambo	T. aluvial A-Z	Naranja	F	1,33	19,7	27,1	14,9
Peumo	La Rosa	Pataguas	Naranja	FA	1,35	14,1	31,1	21,5
Peumo	La Rosa	La Rosa	Naranja	FA	1,37	10,2	36,8	23,5
Pichidegua	Patagua Cerro	Larmahue	Naranja	FA	1,47	5,6	52,6	26,2
Peumo	Aguas Claras	Peumo	Palto	FL	1,28	13,5	37,5	14,7
Peumo	La Granja	Peumo	Palto	F	1,34	19,4	27,6	15,9
Peumo	Gulutren	Pimpinela	Palto	F	1,35	3,6	45,6	21,0
Peumo	Aguas Claras	La Rosa	Palto	FA	1,42	10,0	38,9	25,4
Peumo	La Canterá	Peumo	Palto	F	1,46	18,5	29,6	15,5
Peumo	Codao	La Rosa	Palto	F	1,52	8,6	37,7	23,3

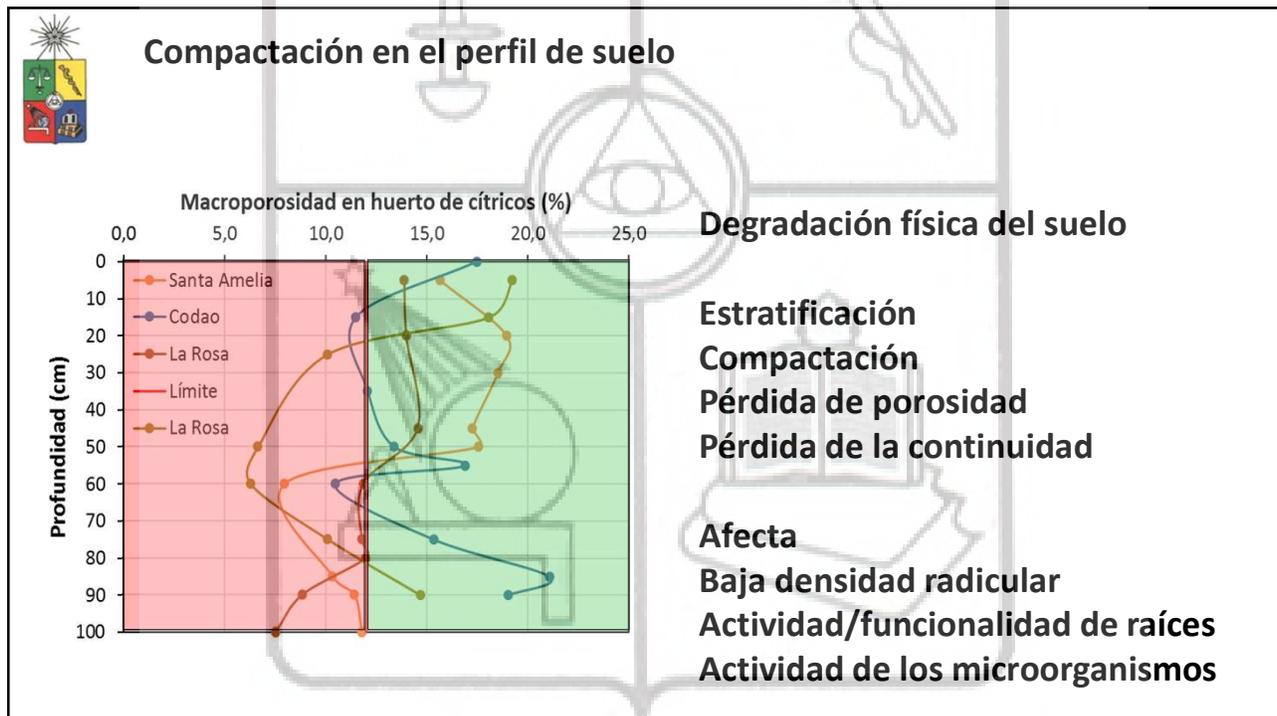
Densidad aparente **sobre 1,4 (g/cm³)** en suelos de texturas finas puede afectar el desarrollo de las raíces. Valores mayores a 1,6 (g/cm³) las raíces no pueden crecer.

66% de los huertos caracterizados con compactación y un **46%** con baja macroporosidad

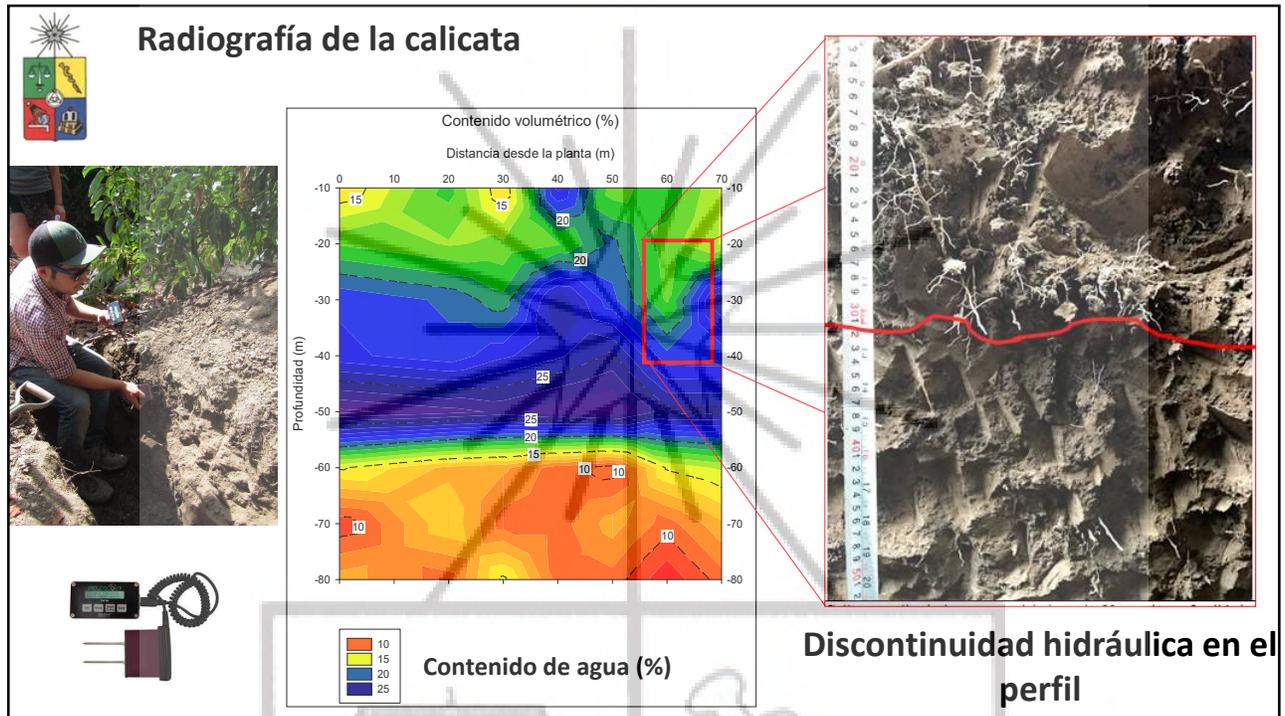
8



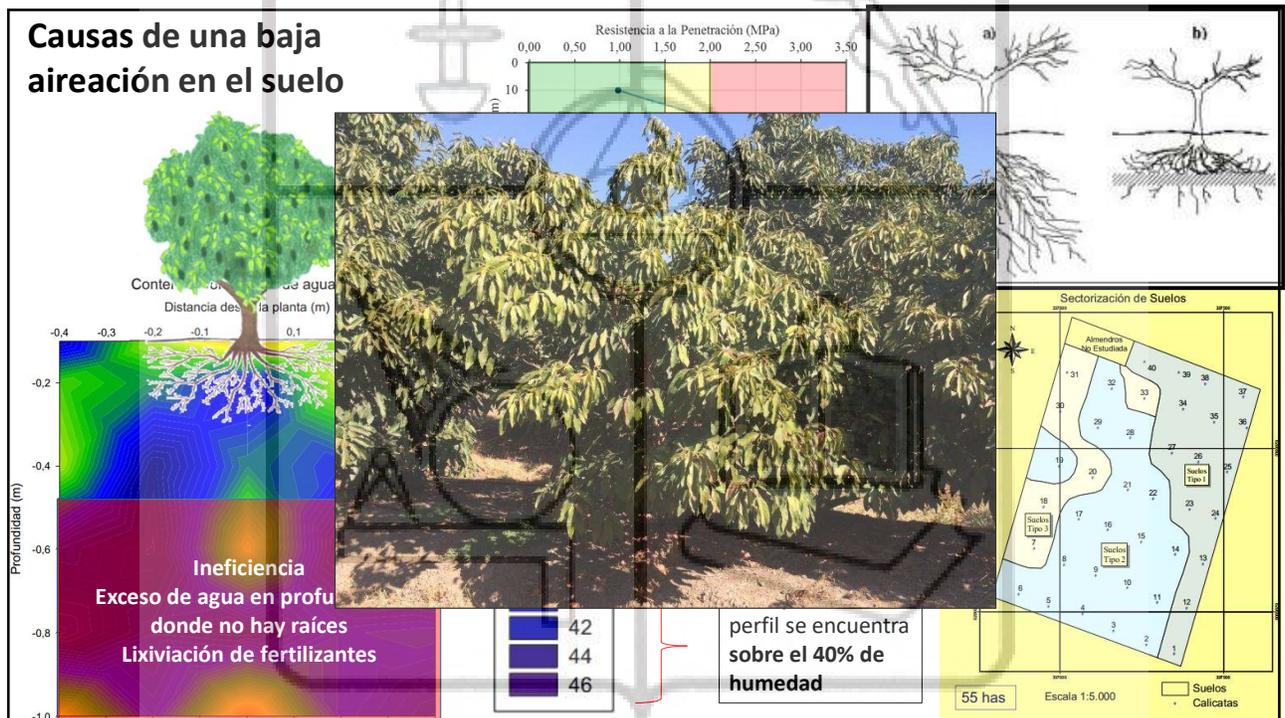
9



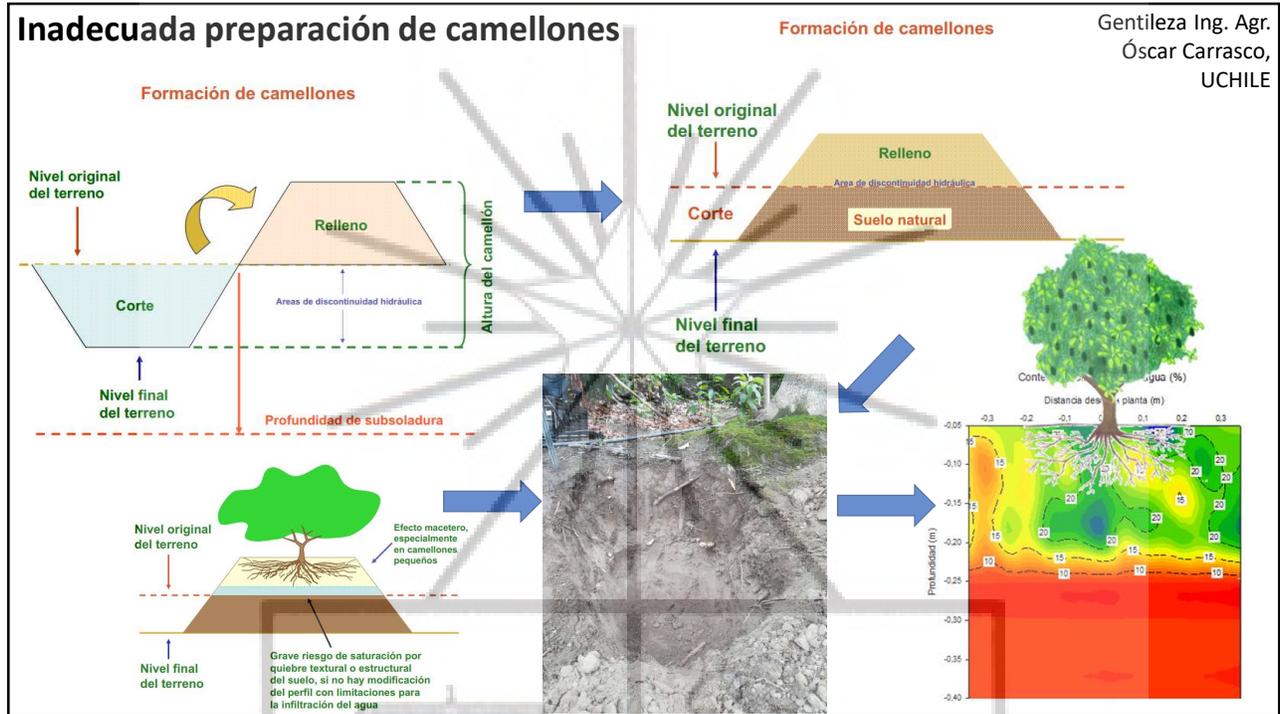
10



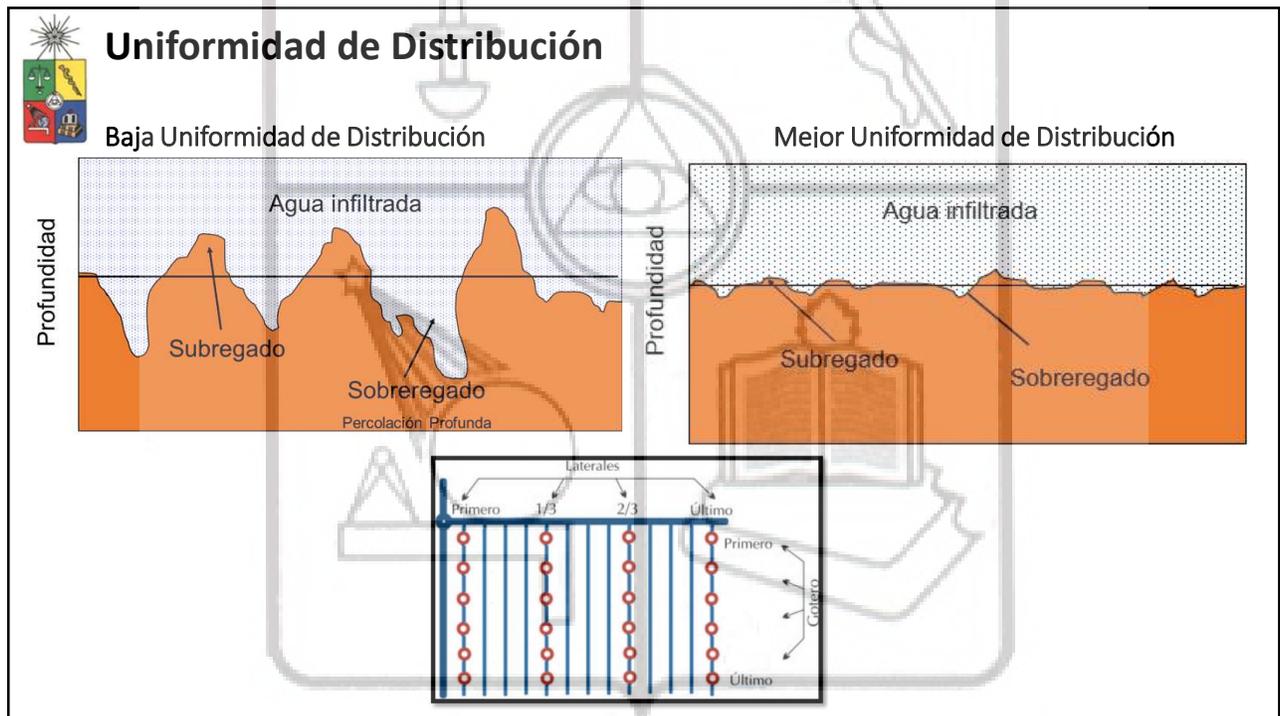
11



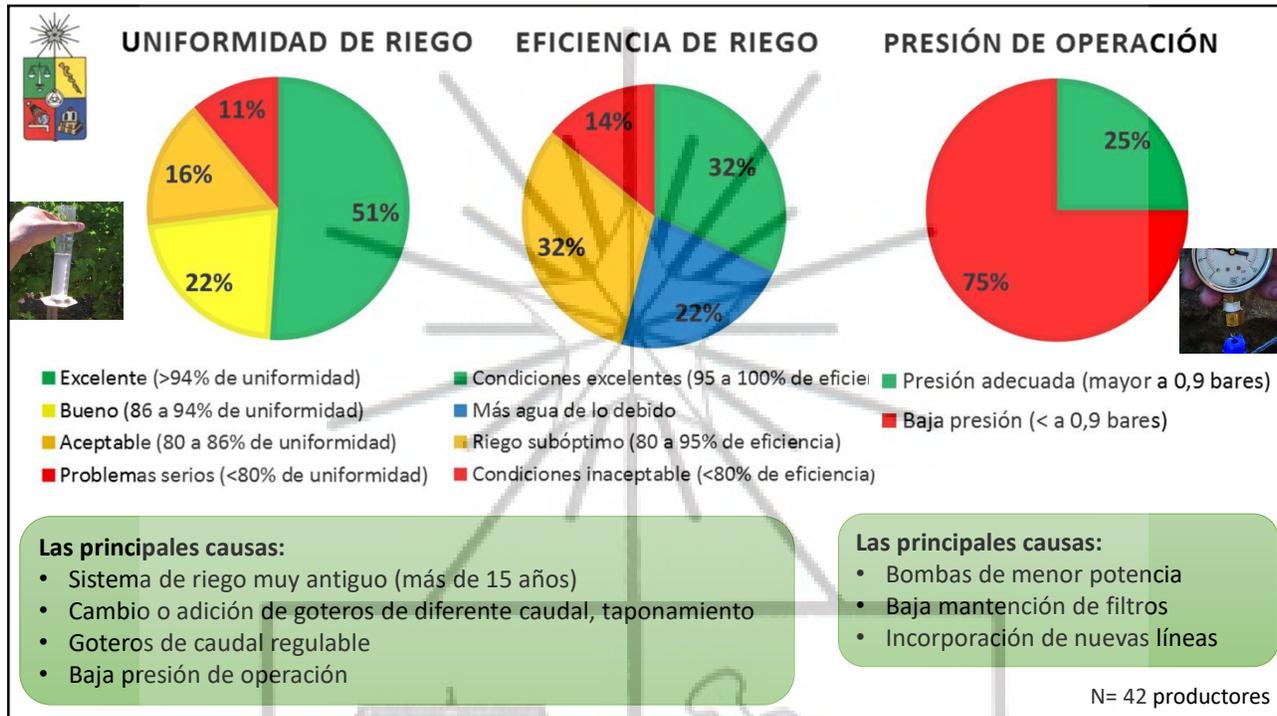
12



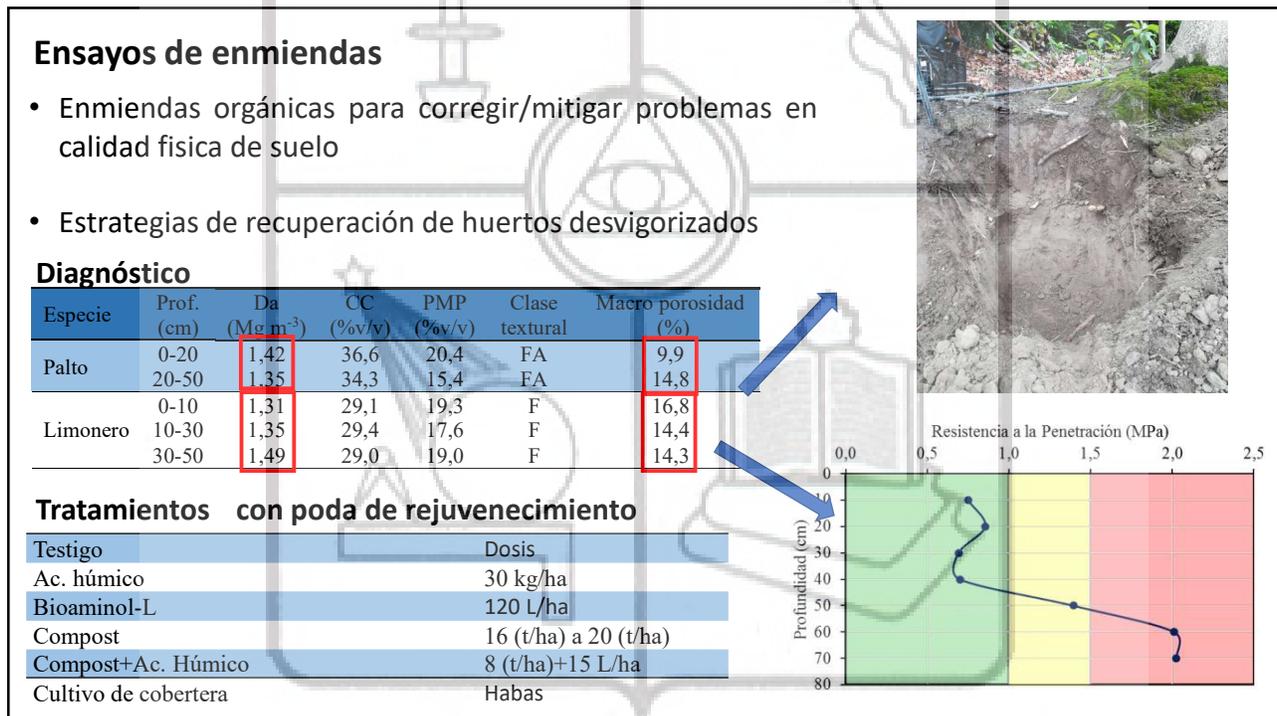
13



14

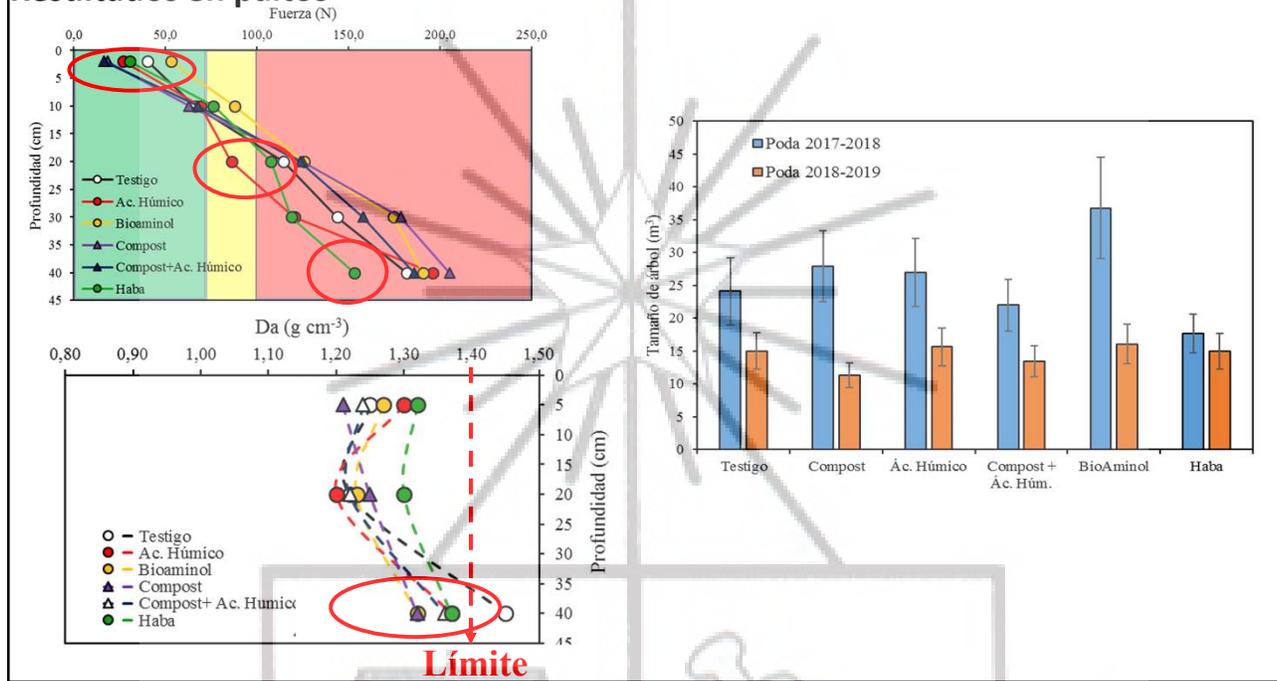


15



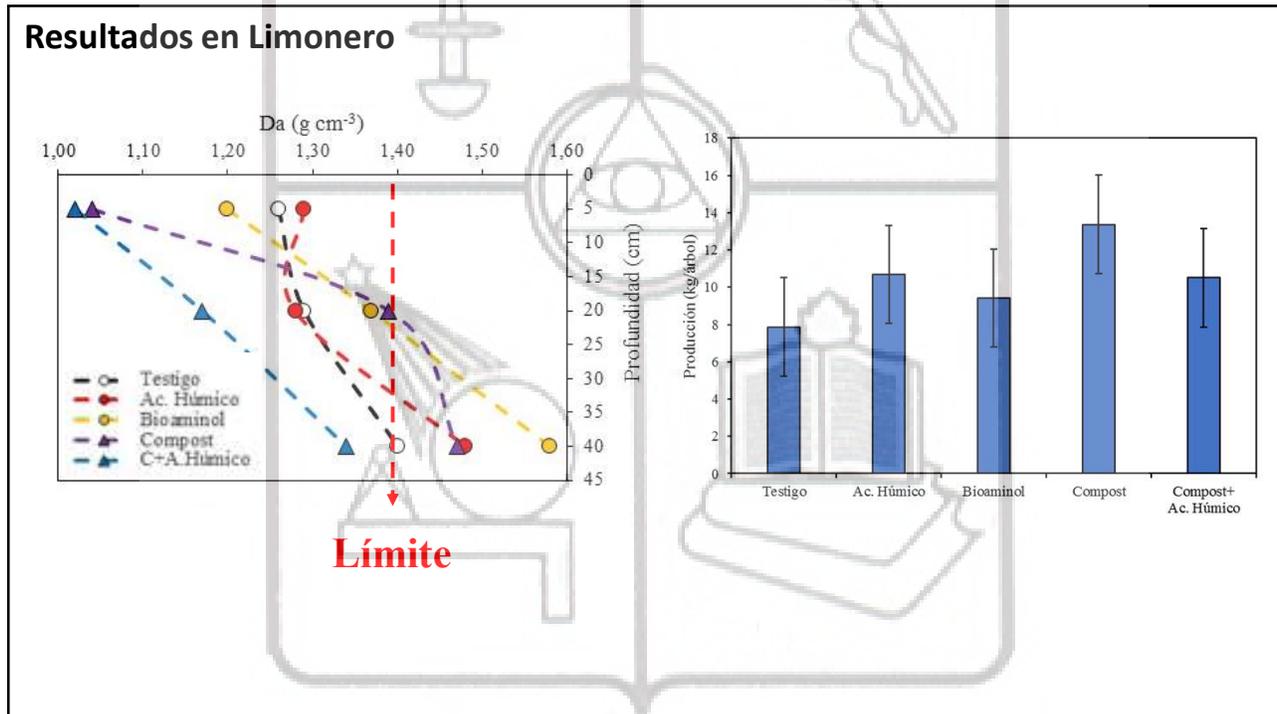
16

Resultados en paltos



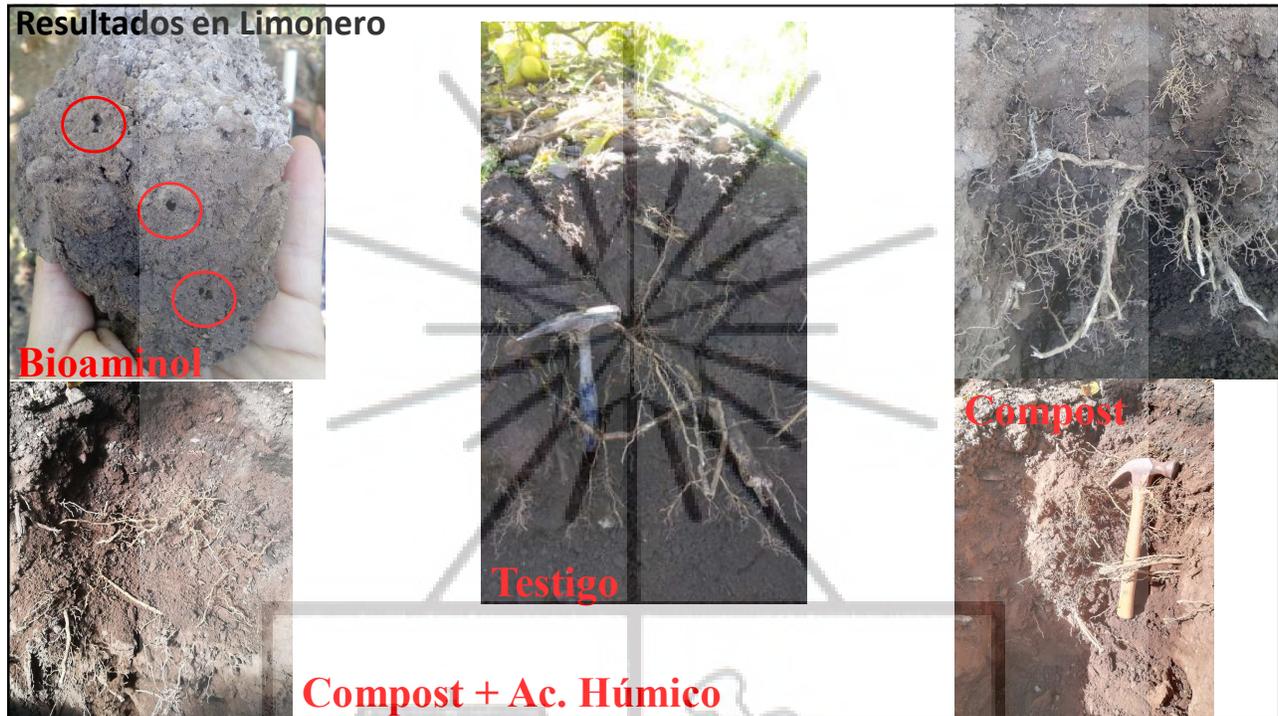
17

Resultados en Limonero



18

Resultados en Limonero



19

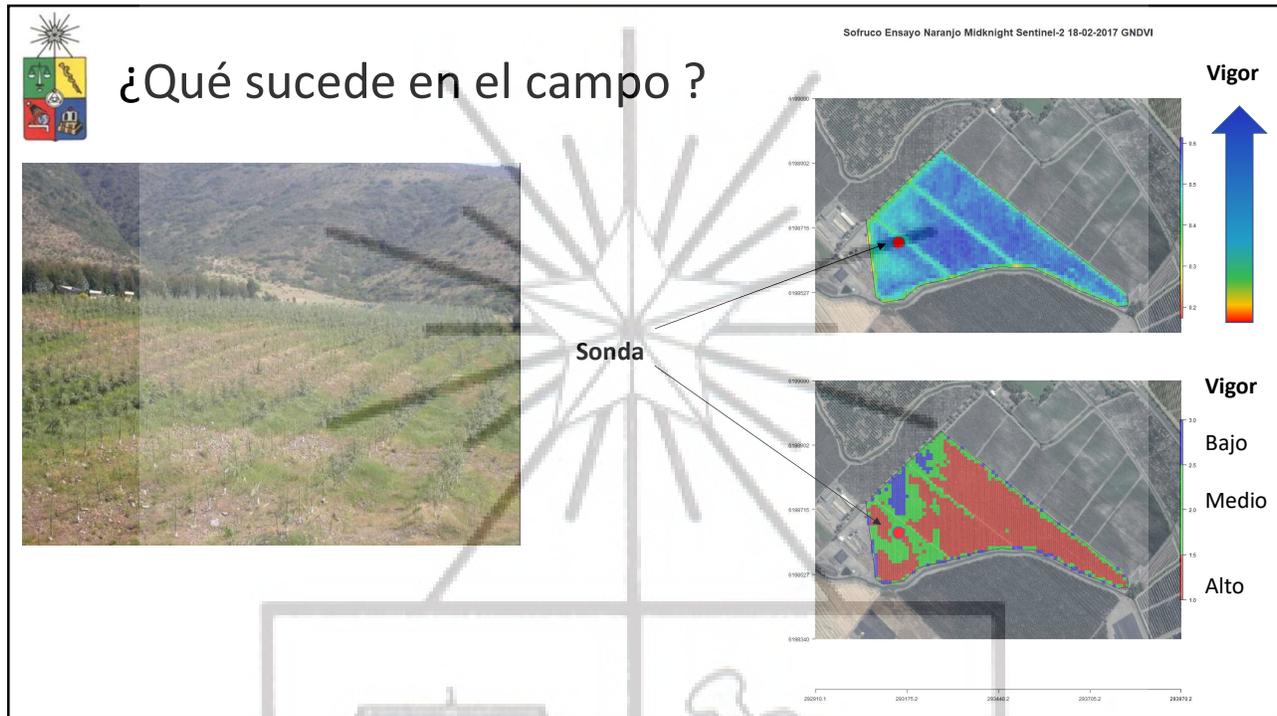


Riego de precisión

- En el pasado: simple aplicación de agua a los cultivos
- En el presente: aplicación precisa de la cantidad de agua que necesita un cultivo, en el momento correcto y de forma uniforme en el campo, sin considerar la variabilidad espacial de éste.
- En el futuro: aplicación precisa de la cantidad de agua que necesita un cultivo, en el momento correcto, considerando la variabilidad espacial del campo → **Riego de Precisión**



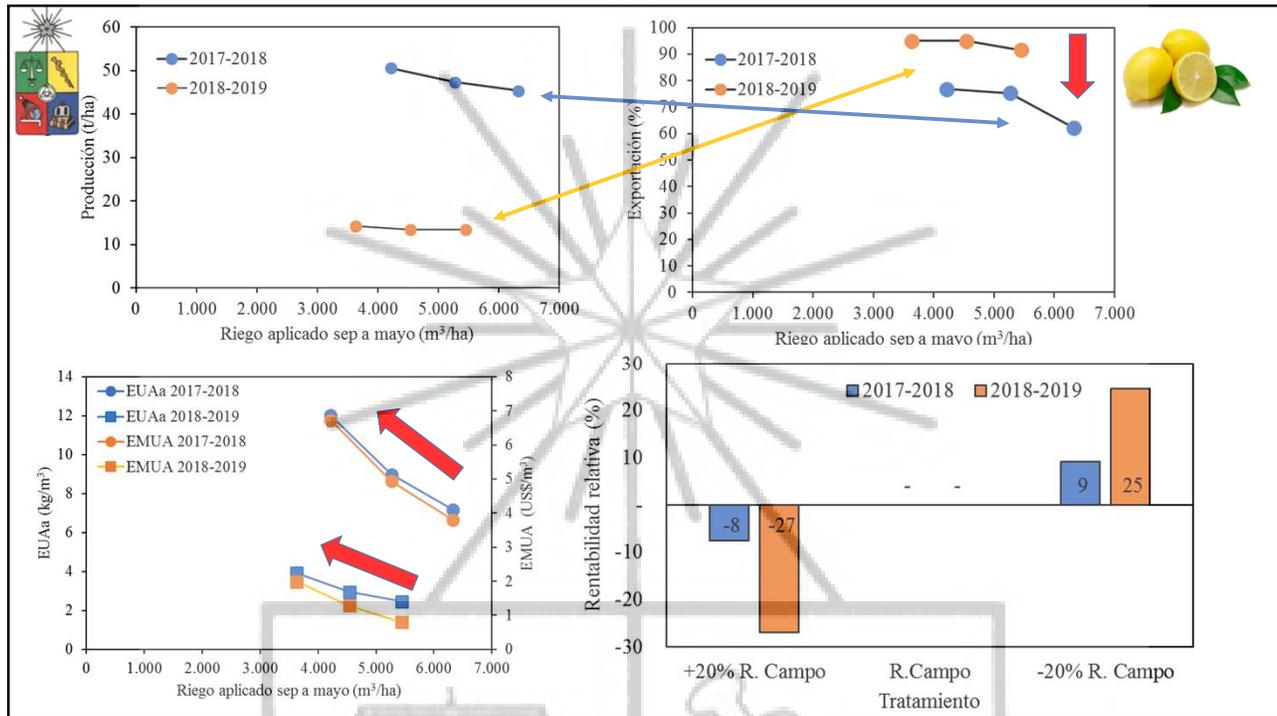
20



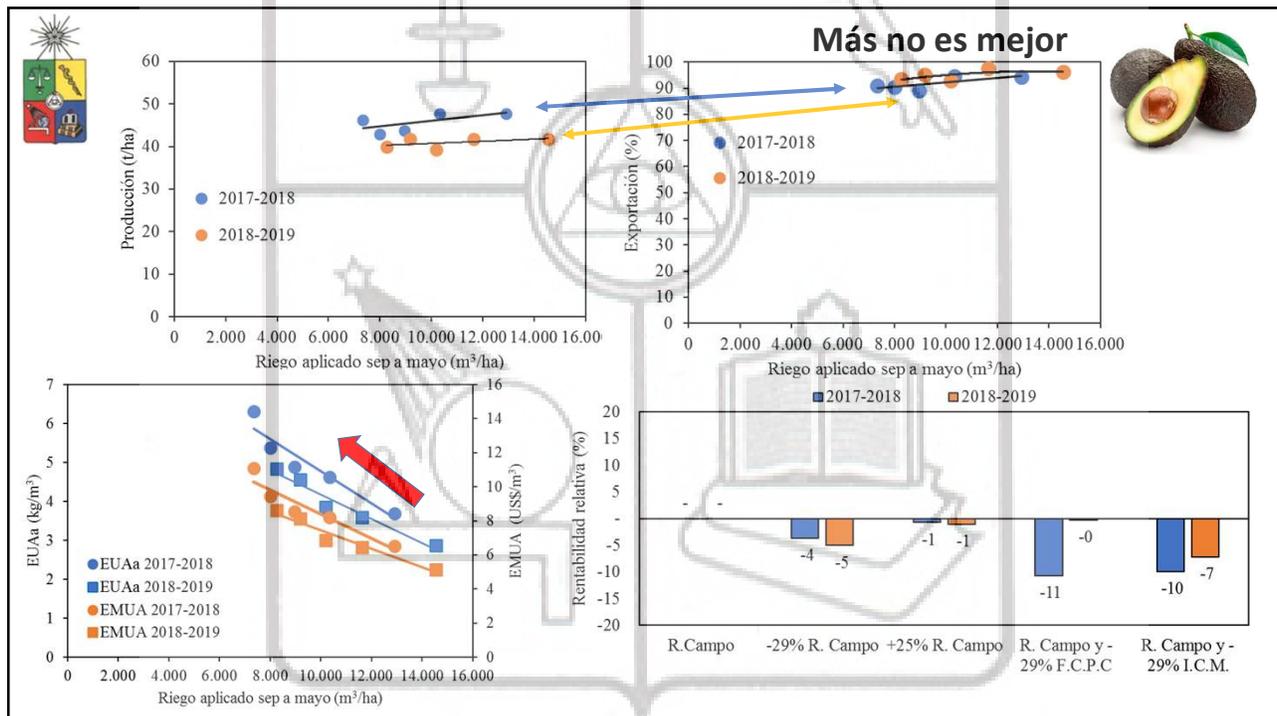
21



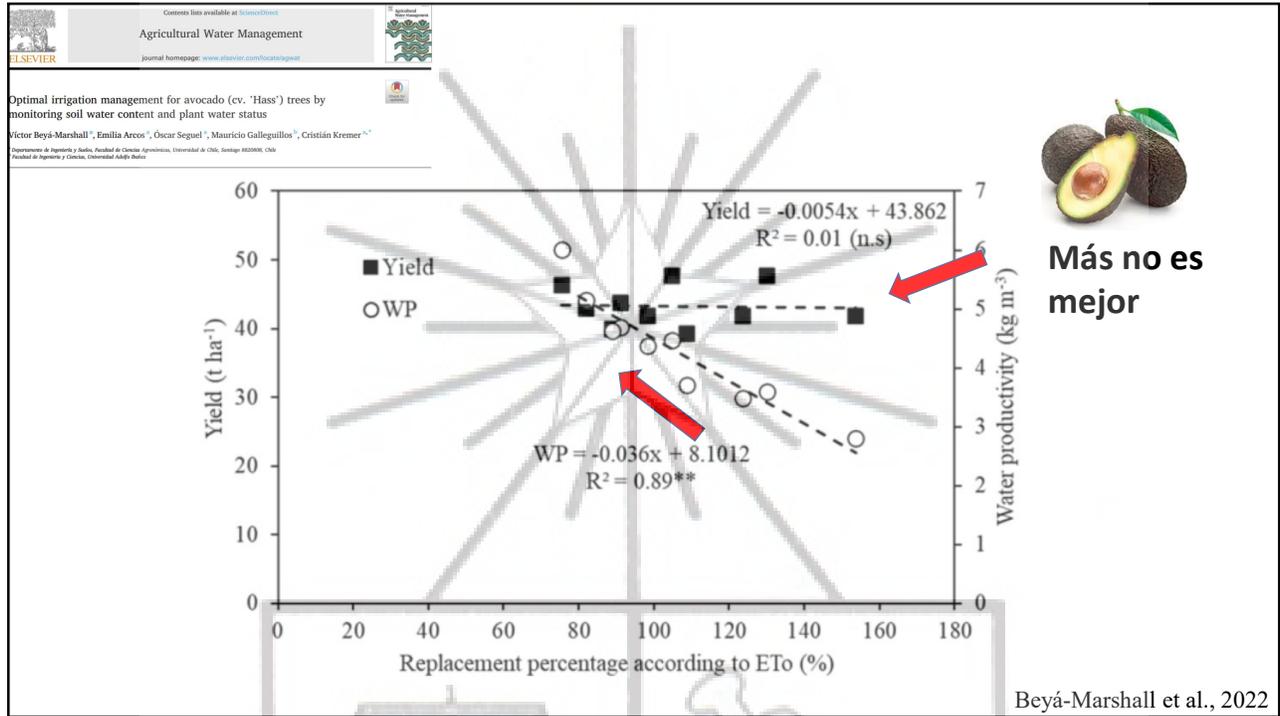
22



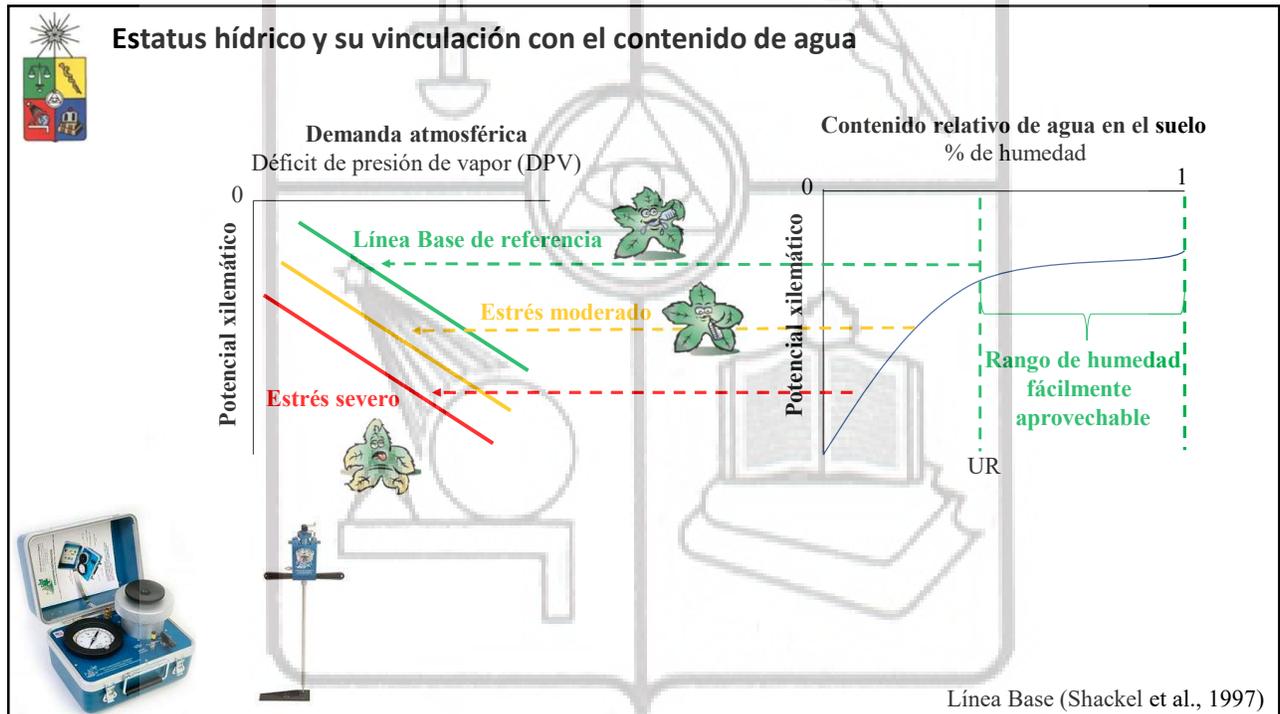
25



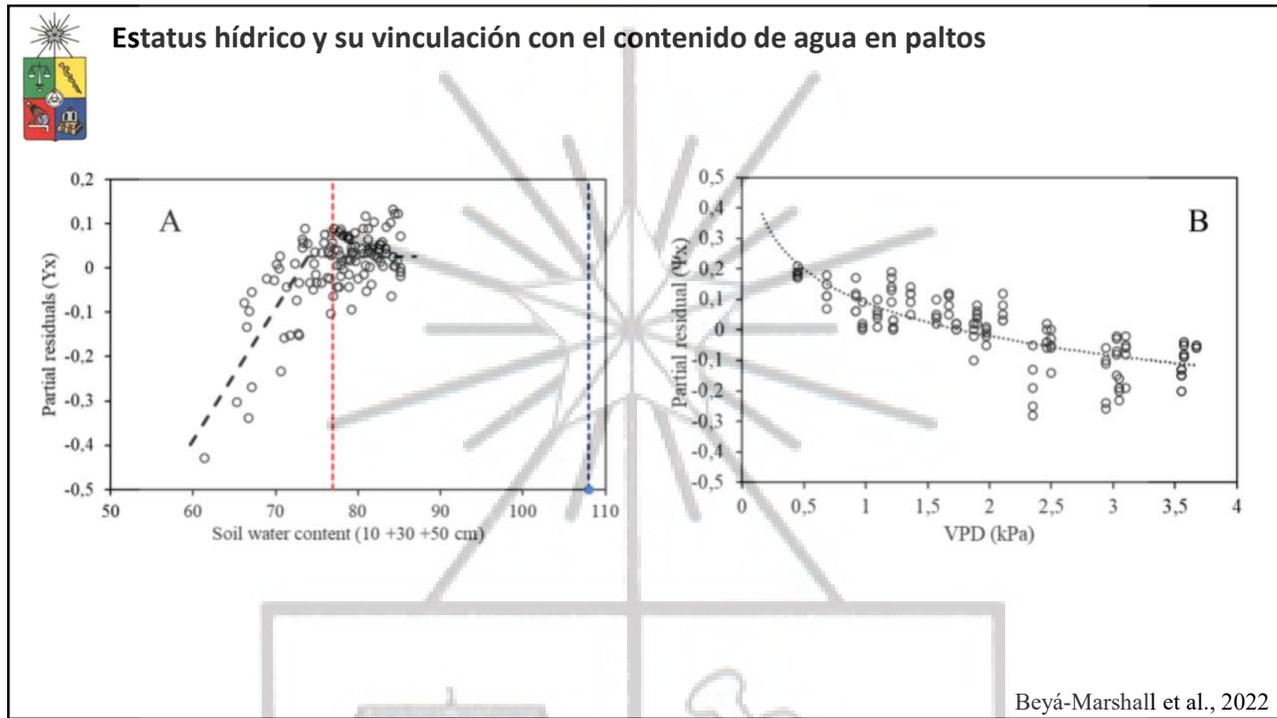
26



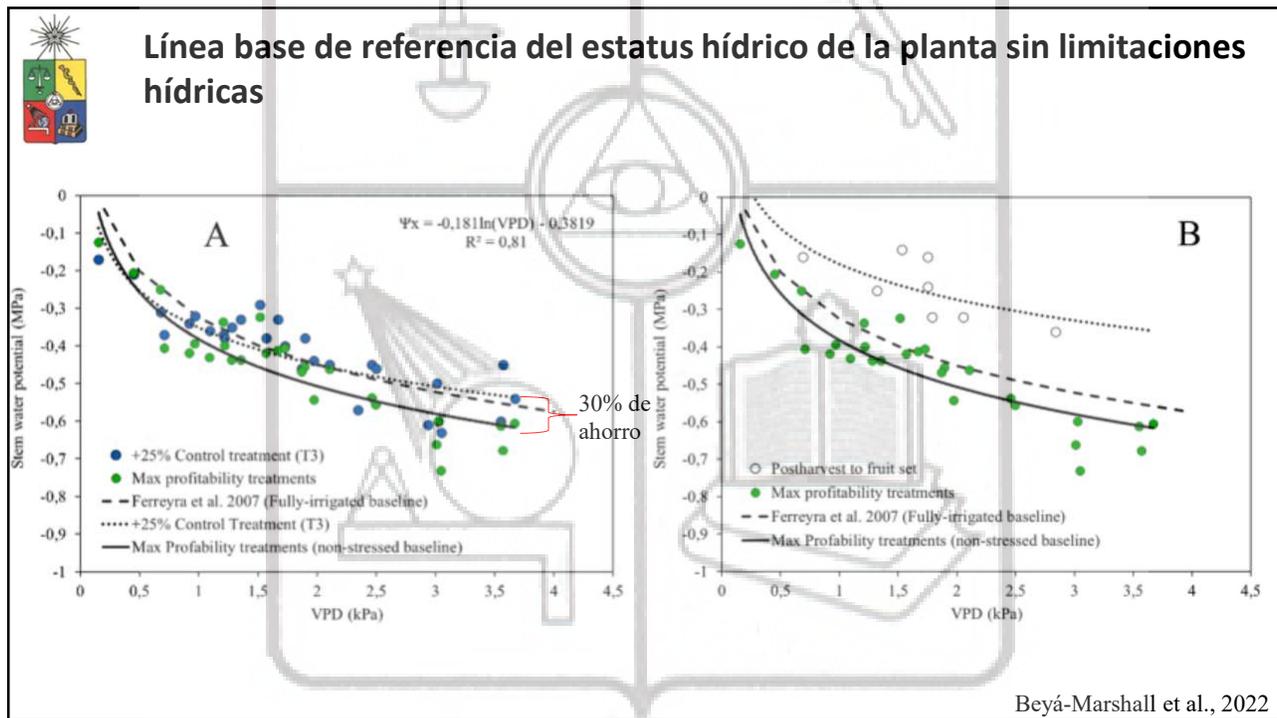
27



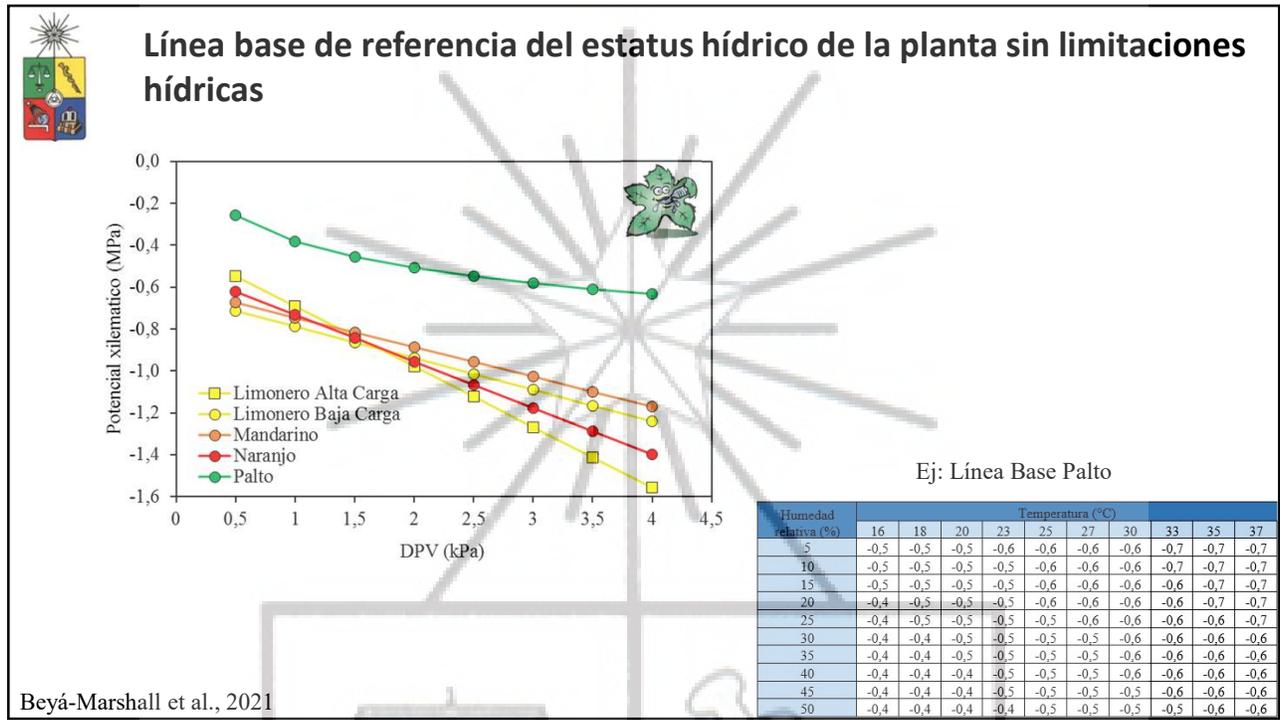
28



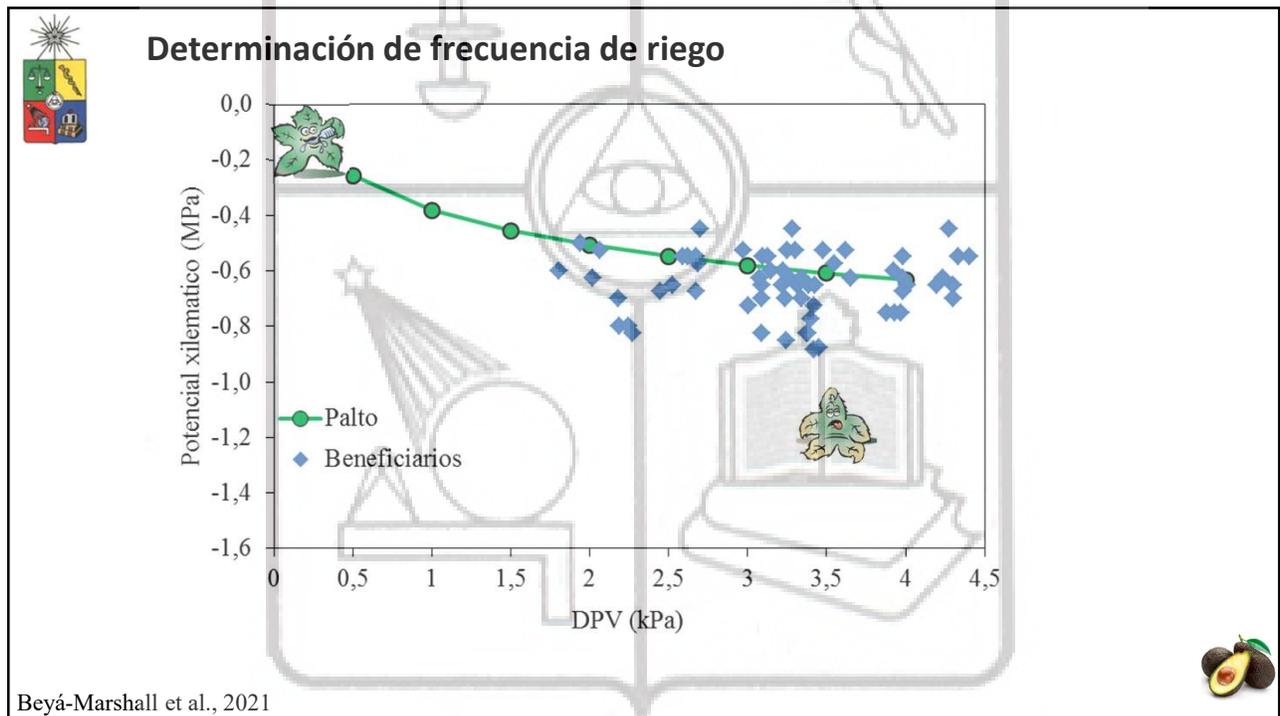
29



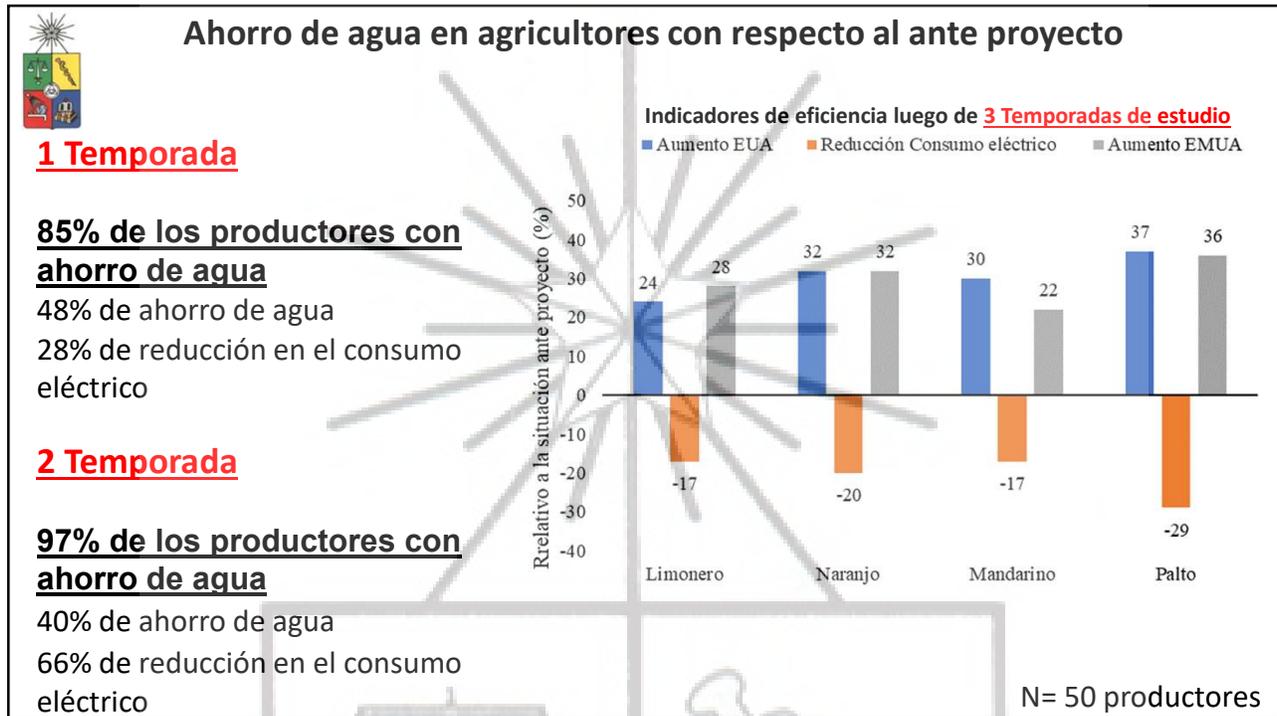
30



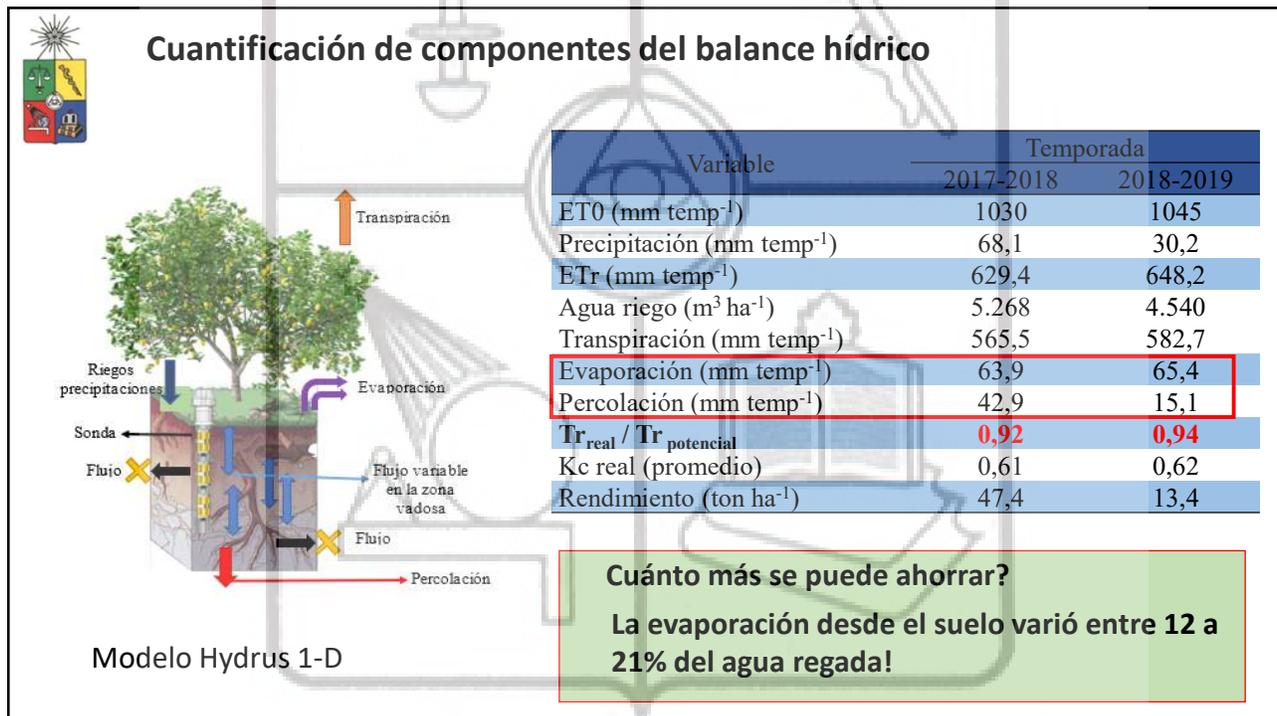
31



32



33



34

Demanda de agua por el cultivo

$$ETc = ETo \times Kc \times kr$$

$$Kc \text{ real} = \frac{\text{Evapotranspiración real (ETr)}}{\text{Evapotranspiración potencial (ETo)}}$$

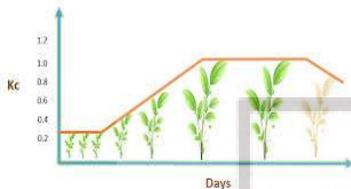
ETc = Evapotranspiración de cultivo (cuanto regar)

ETo = Evapotranspiración potencial

kc = coeficiente de cultivo (esta directamente relacionado con el estado de desarrollo del árbol y el momento del ciclo vegetativo).

kr = factor de cobertura

Cultivo	Enc	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Palto	0,81	0,83	0,82	0,80	0,77	0,78	0,75	0,75	0,77	0,74	0,82	0,82
Limonero	0,62	0,62	0,62	0,62	0,60	0,57	0,57	0,57	0,57	0,62	0,62	0,62
Naranja	0,66	0,66	0,66	0,66	0,62	0,62	0,62	0,62	0,65	0,64	0,65	0,66
Mandarino	0,64	0,64	0,64	0,64	0,62	0,62	0,62	0,62	0,63	0,63	0,63	0,63



Cuantificar la demanda
(cuanto hay que reponer diariamente)

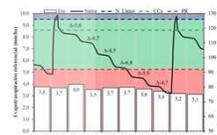
Gestión del riego intra y extra predial

35

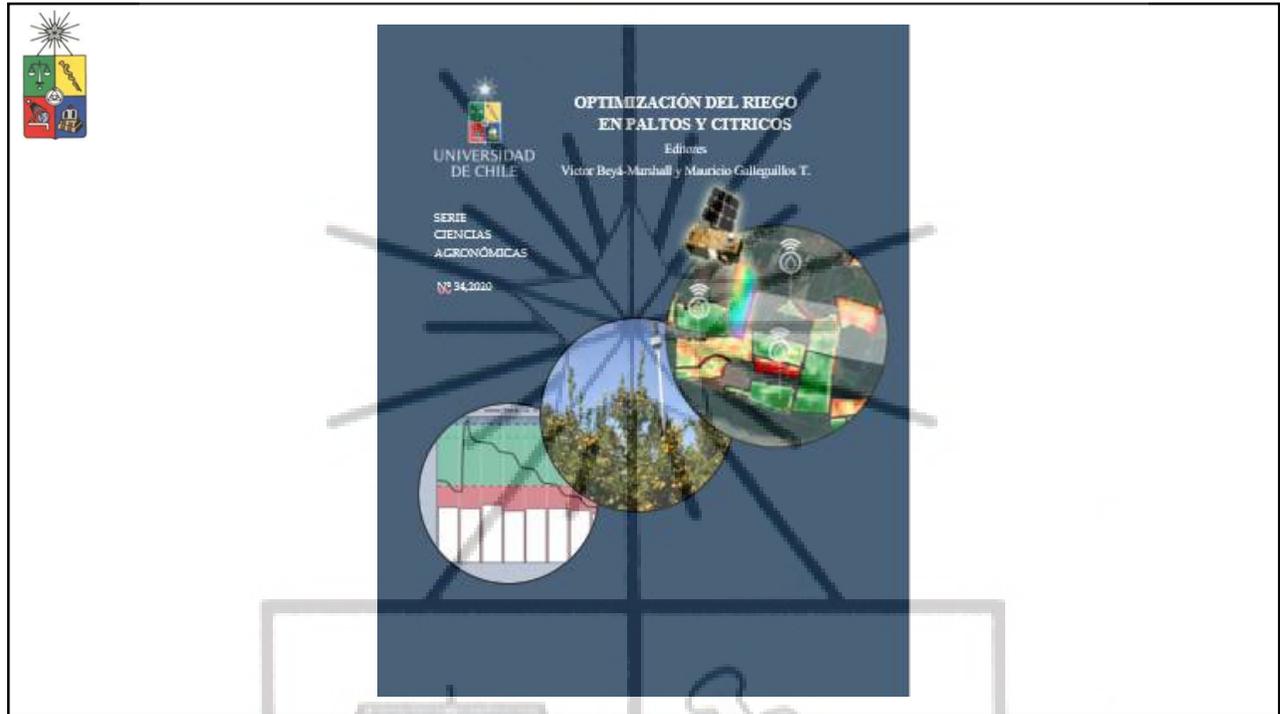


En síntesis....

- Antes de implementar la tecnología es clave tener el suelo y el sistema de riego en óptimas condiciones.
- Se debe considerar la variabilidad espacial de los suelos al implementar la tecnología.
- La línea de gestión de PR es un criterio práctico y eficaz para optimizar EUAa.
- La validación de la LG PR se puede realizar con las líneas bases de referencia del potencial xilemático, en función del DPV.
- El paquete tecnológico permitió una apropiación efectiva de la tecnología por parte de los pequeños productores y un importante ahorro de agua y energía.



36



37

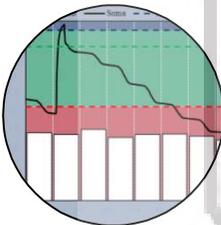


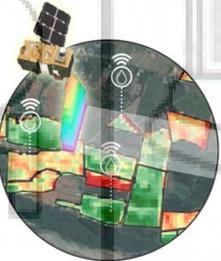



Gobierno Regional
Región del Libertador General Bernardo O'Higgins
Gobierno de Chile



"ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO PARA LA AGRICULTURA CAMPESINA"






Proyecto FIC-R:

Transferencia

Estrategias de adaptación al cambio climático para la agricultura campesina



Víctor Beyá
Ing. Agr. M.Sc

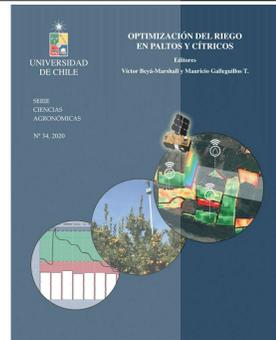
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS PRELIMINARES-JULIO, 2021

38

Estrategias de adaptación. Antecedentes

E1

- Experiencias positivas proyecto anterior
- **22%** aumento de eficiencia del agua
- Diagnósticos
- Requerimientos de agricultores
- **Aumento de cobertura sensores de humedad de suelo (+20)**
 - **Aumento usuarios**
 - **Investigación aplicada asociada a las especies sitio/específica**



39

E2

- **Estación de transferencia educativa Liceo Agrícola Caseta de riego automatizada, con riego inteligente (estación metereológica, sondas de capacitancia, telemetría y automatizada) impulsada con Energía Solar Fotovoltaica.**
- **Capacitaciones en Operación y mantenimiento de casetas.**



40

E3

- **Reciclaje agrícola**
 - **Reuniones de reciclaje**
 - **Coordinación de actividades de reciclaje de envases**
 - **Charlas de micro plásticos y su impacto en el medio ambiente**





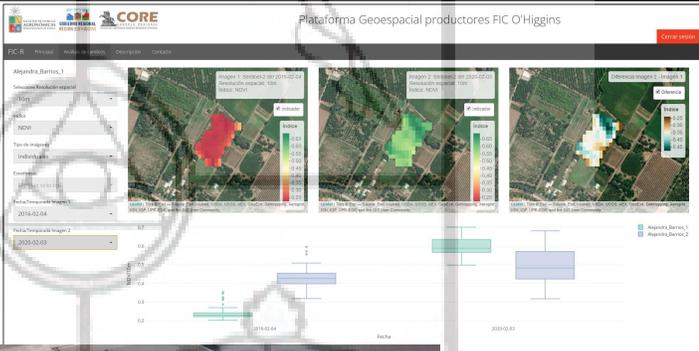


41

E4

- **Implementación**
- **Puesta en marcha**

Plataforma Geoespacial para la toma de decisiones





42

E5

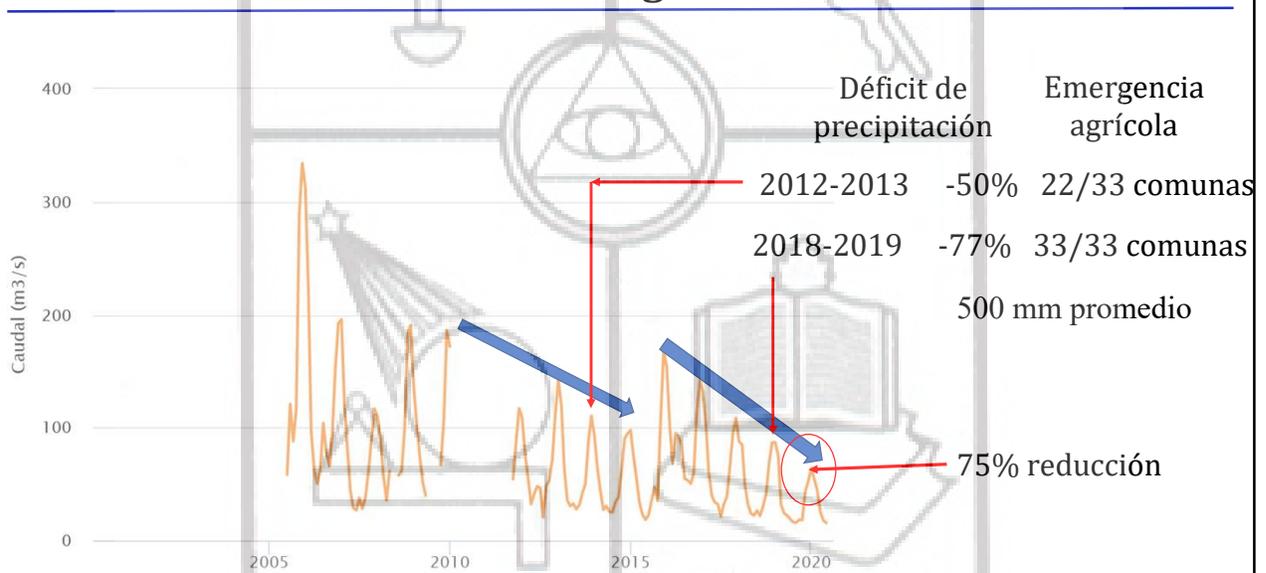
• I+D+i en estrategias de conservación de los ecosistemas

- Nueva generación de geles
- Zeolitas
- Microorganismos
- Interacciones de microorganismos
- Materia orgánica
- Extractos de algas
- Ac. Húmicos y E. Húmicos



43

Disminución de agua en la cuenca

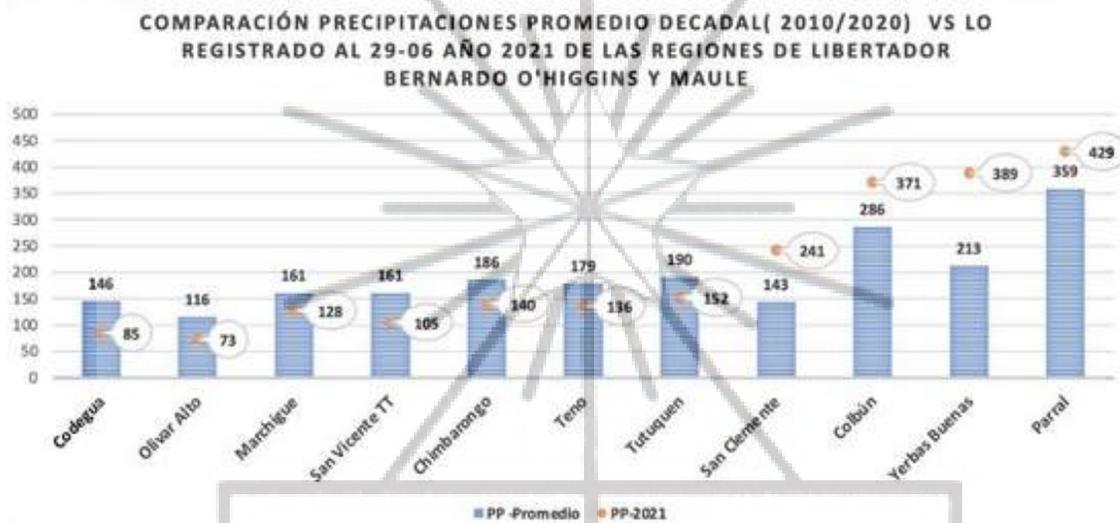


Caudal en Río Cachapoal en puente Termas de Cauquenes (DGA)

44

SEQUÍA

Ojo que esta década ya ha sido seca comparada con el histórico de 50 años



Agromet

45

Qué podemos hacer como agricultores?

Vías de mitigación a la sequía a través del manejo de la copa

- área foliar (podas fuerte) → menor consumo
- menor carga frutal → menor consumo

Vías de mitigación a la sequía a través del suelo

- +Volumen de suelo explorado
- +Raíces
- +Aumento de retención de humedad
- +Tolerancia
- Evaporación o consumo (menos malezas; uso de mulch)



Estrategias de gestión del riego para aumentar la productividad y la sustentabilidad de los sistemas frutícolas
Experiencias frente al proceso de aridización

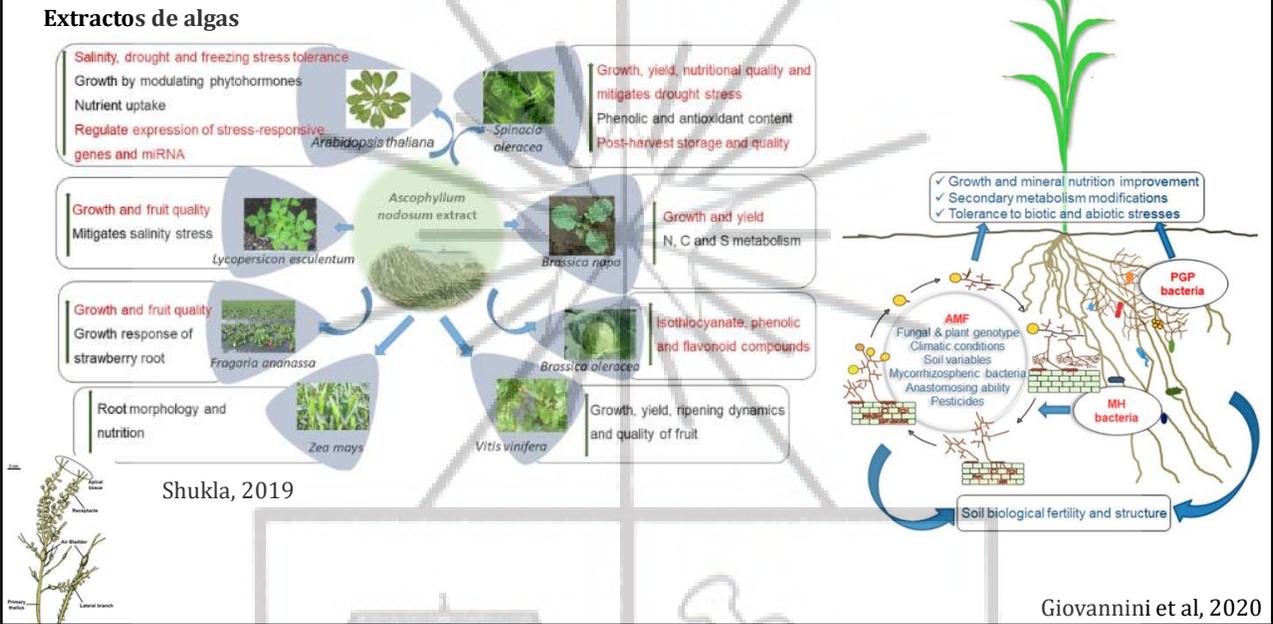


Oscar Seguel
Charlotte Hardy
Francisco Alfaro
Claudio Pastenes

Seguel et al, 2020

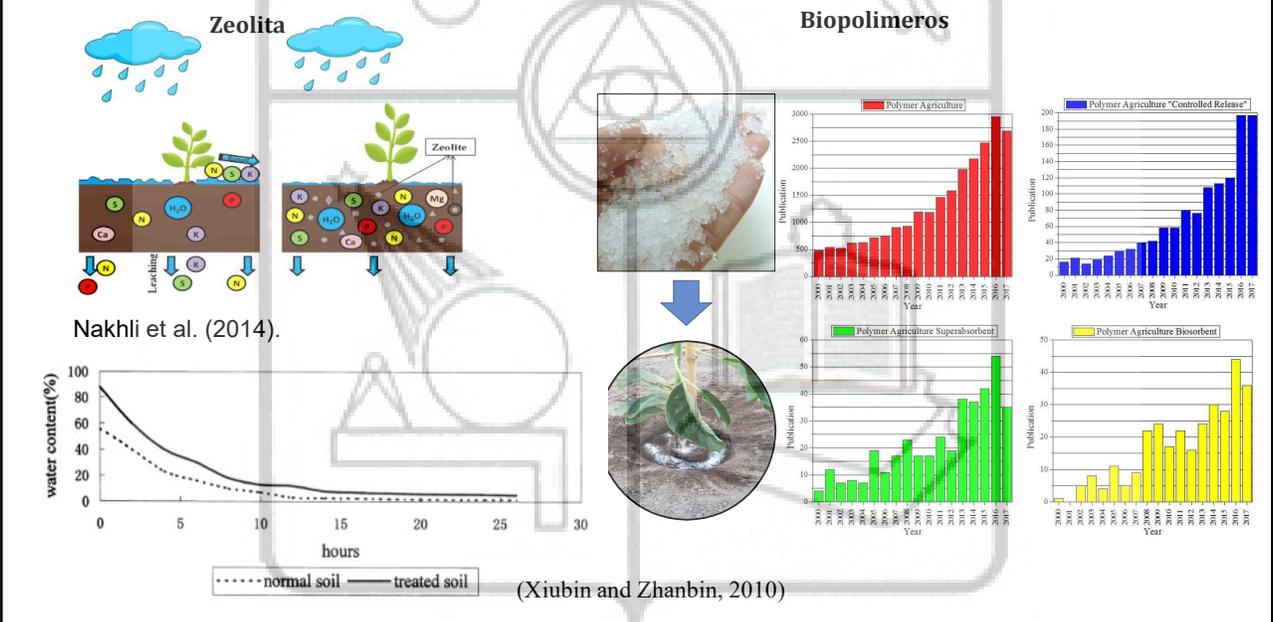
46

Nuevas enmiendas



47

Algunos antecedentes



48

EVALUACIÓN DE ENMIENDAS FÍSICAS Y BIOLÓGICAS COMO ESTRATEGIAS AGRONÓMICAS PARA LA MITIGACIÓN DE LA FALTA DE AGUA EN PALTOS EN EL CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO

Materiales

Huerto de palto plantación nueva (Ensayo 1)

Huerto de palto adulto (Ensayo 2)

Método

Se evaluó, durante dos años, la efectividad de diferentes enmiendas físicas o biológicas en la mitigación del estrés hídrico en diferentes periodos del ciclo fenológico. Se realizaron restricciones de aporte de agua hasta que la planta presente un nivel de estrés moderado (según potencial xilemático), para luego reponer riego a capacidad de campo. (Se simula restricciones de disponibilidad de agua de riego según afluentes)

Los periodos fueron:

Salidas de invierno (retrasar la partida del riego), Diciembre, Enero-febrero, Marzo



49

EVALUACIÓN DE ENMIENDAS FÍSICAS Y BIOLÓGICAS COMO ESTRATEGIAS AGRONÓMICAS PARA LA MITIGACIÓN DE LA FALTA DE AGUA EN PALTOS EN EL CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO

Tratamientos Plantación

T1= Testigo
T2= Zeolita
T3= Biopolímero
T4= Biopolímero+Myco
T5= Ascophyllum nud.
T6= Micorriza
T7= B. Diazotrofas+ Bacillus
T8= Ac. Húmico

Tratamientos Adultos

T1= Testigo
T2= Zeolita
T3= Biopolímero
T4= Biopolímero+ Myco
T5= Ascophyllum nud
T6= Micorriza
T7= B. Diazotrofas+ Bac
T8= Ac. Húmico+Bacillus+Spx
T9= E. Húmico

Evaluaciones

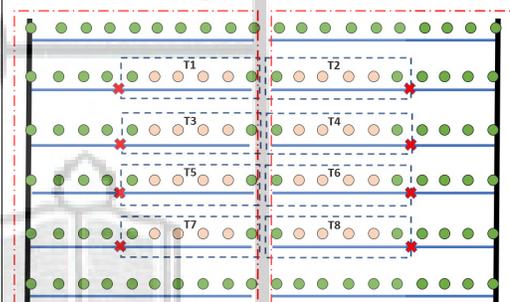
Planta

- Potencial xilemático
- Altura de planta/ ASTT
- Raíces (jaulas)
- Componentes del rendimiento

Suelo

- Curva característica (PDL,PDR,CC, PMP)
- Contenido de agua (GS3 en el tiempo)

Diseño experimental



Leyenda

- Árbol borde
- Árbol observacional
- ✕ Válvula de paso
- Línea de riego
- Sub matriz
- Unidad experimental
- SubSector de riego

50

Ensayo paltos nuevo

Tratamientos	Producto Comercial	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Total	Costo (\$/ha)
Testigo sometido a sequías										
Testigo full riego										
Zeolita	EcoZorber	25 kg/planta							20 t/ha	
Biopolímero sólido	Biopoliagua sólido	100 g/planta							83 kg/ha	\$ 737.583
Biopolímero sólido+Micorriza	Biopoliagua sólido+Myc	100 g/planta	2 kg/ha (M)			2 kg/ha (M)			83 kg/ha B + 4kg/ha	\$ 923.567
Ascophylum nudosum	Acadian		4 L/ha	4 L/ha	4 L/ha	4 L/ha	4 L/ha	4 L/ha	24 L/ha	\$ 288.000
Micorriza	MycoUp (M)		2 kg/ha (M)			2 kg/ha (M)			4 kg/ha	\$ 185.984
Bacterias (Diazotrofas y Bacillus)	Nitroguard + Power vit		semana				semana		2 dosis/ha	\$ 135.440
Ac. Húmico	Perl Humus	100 g/planta							83 kg/ha	\$ 240.000

• Ac. Húmico al hoyo de plantación (segunda temporada sin aplicación)

Ensayo paltos adultos

Tratamientos	Producto Comercial	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Total	Costo (\$/ha)
Testigo sometido a sequías										
Testigo full riego										
Zeolita	Ecozorber								38 t/ha	
Biopolimero líquido	Hortihydro			15 L/mes (5 L/15 días)	(5 10 L/mes (5 L/15 días)	(5 10 L/mes (5 L/15 días)	(5 10 L/mes (5 L/15 días)	(5 10 L/mes (5 L/15 días)	55 L/ha	\$ 320.000
Biopolimero líquido+Micorriza	Hortihydro (H)+ MycoUp (M)	3 kg/ha	15 L/mes (5 L/15 días)	(5 10 L/mes (5 L/15 días)	55 L/ha (H)+ 3 (Kg/ha) M	\$ 459.488				
Ascophylum nudosum	Acadian	4 L/ha	4 L/ha	4 L/ha	4 L/ha	4 L/ha	4 L/ha	4 L/ha	24 L/ha	
Micorriza	MycoUp	3 kg/ha							6 kg/ha	\$ 139.488
Bacterias (Diazotrofas y Bacillus)	Nitroguard + Power vit	N + P (1 semana despues)					N + P (1 semana despues)		2 dosis/ha	\$ 135.440
Ac. Húmico+Bacillus+A. nudosum	Biohealth Bs	5 kg/ha	5 kg/ha	5 kg/ha	5 kg/ha	5 kg/ha			20 kg/ha	\$ 240.000
Extracto húmico	Bachumus		35 L/mes (5 L/7 días)	(5 20 L/ha (5 L/7 días)					60 L/ha	\$ 356.526

51



Metodología de aplicación de enmiendas

58



Contenido de agua en el tiempo

59



Estado hídrico de la planta

$$S_{\Psi} = \left| \sum_{i=0}^{i=t} (\Psi_{i,i+1} - c) n \right|$$

Adaptado de Myers (1988)

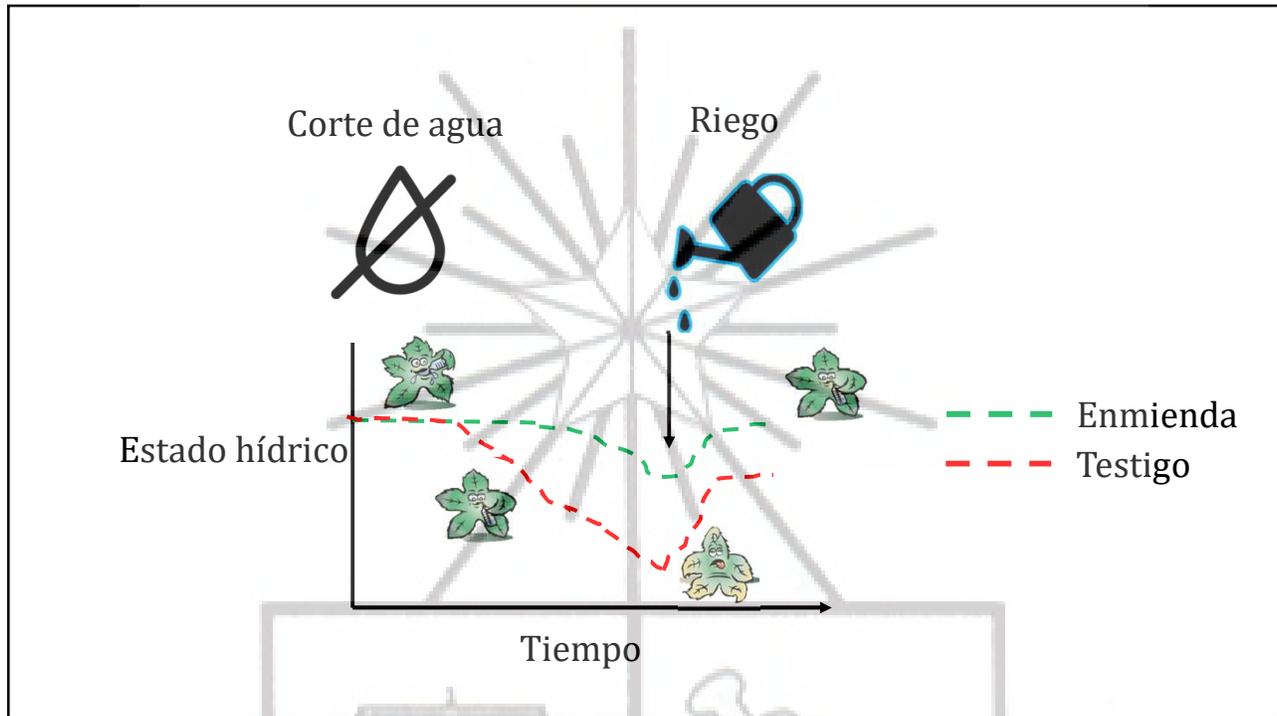
- Donde $\Psi_{i,i+1}$ es el valor de Yxs al final de cada intervalo $i, i+1$; c es el valor máximo (menos negativo).

En huerto nuevo se ocupó el valor del Testigo Regado. Huerto adulto se obtuvo del valor esperado para un huerto sin estrés de Beyá-Marshall et al. (2022).

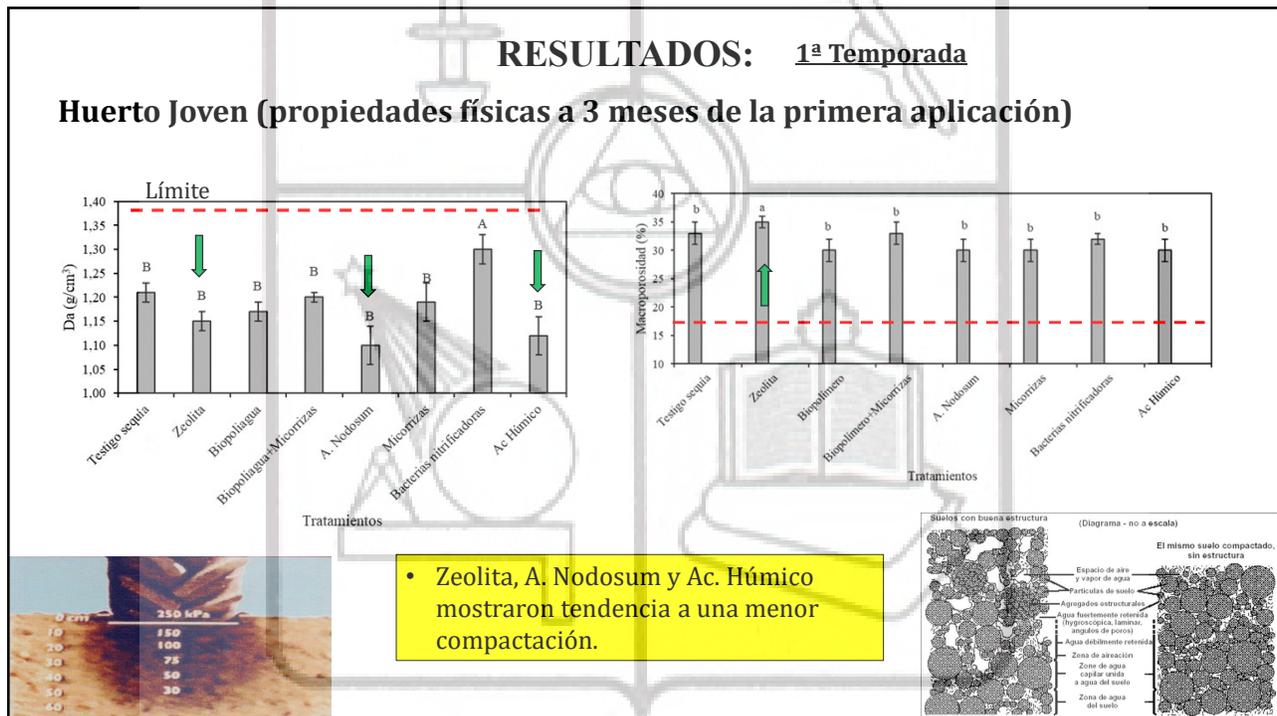
n es el número de días en el intervalo i a $i+1$.



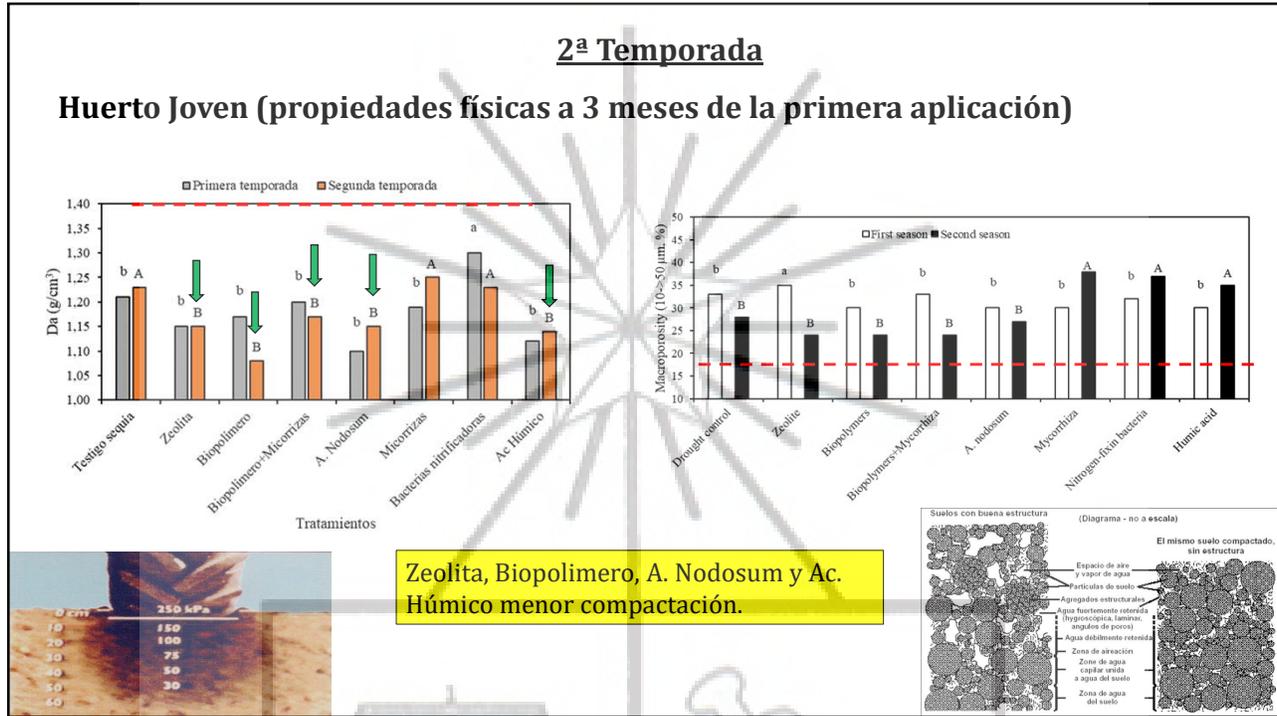
60



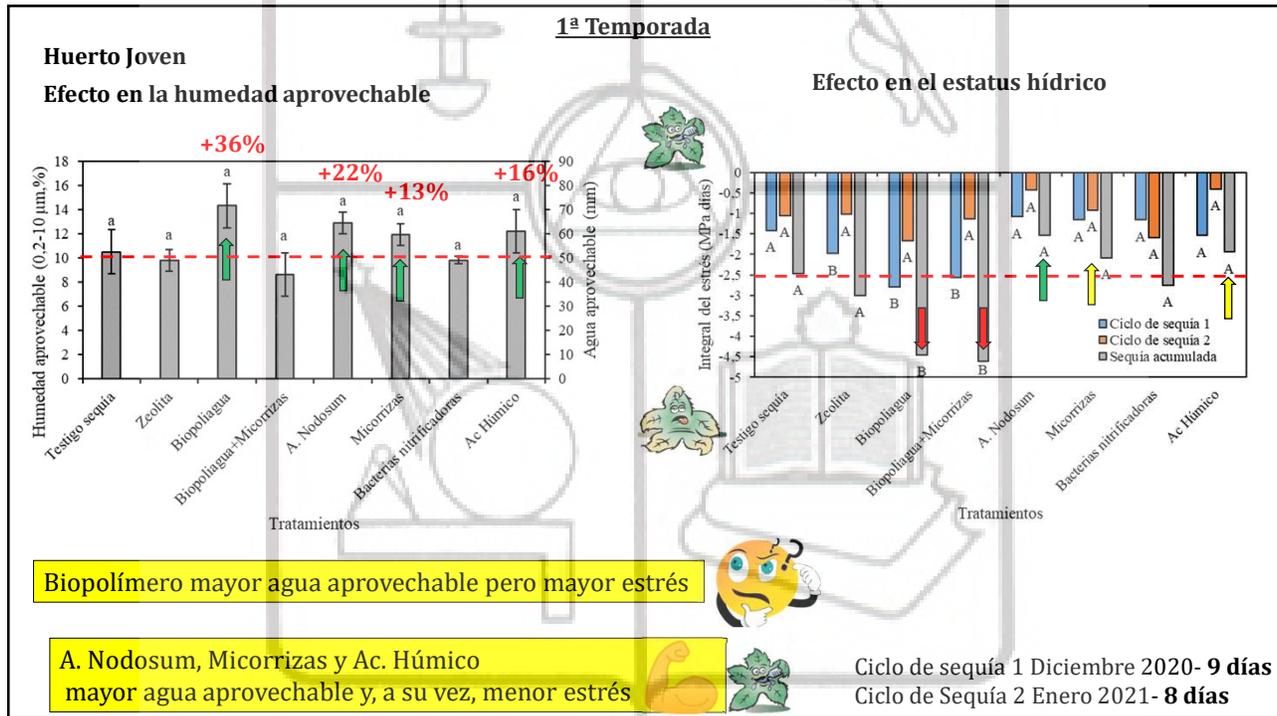
61



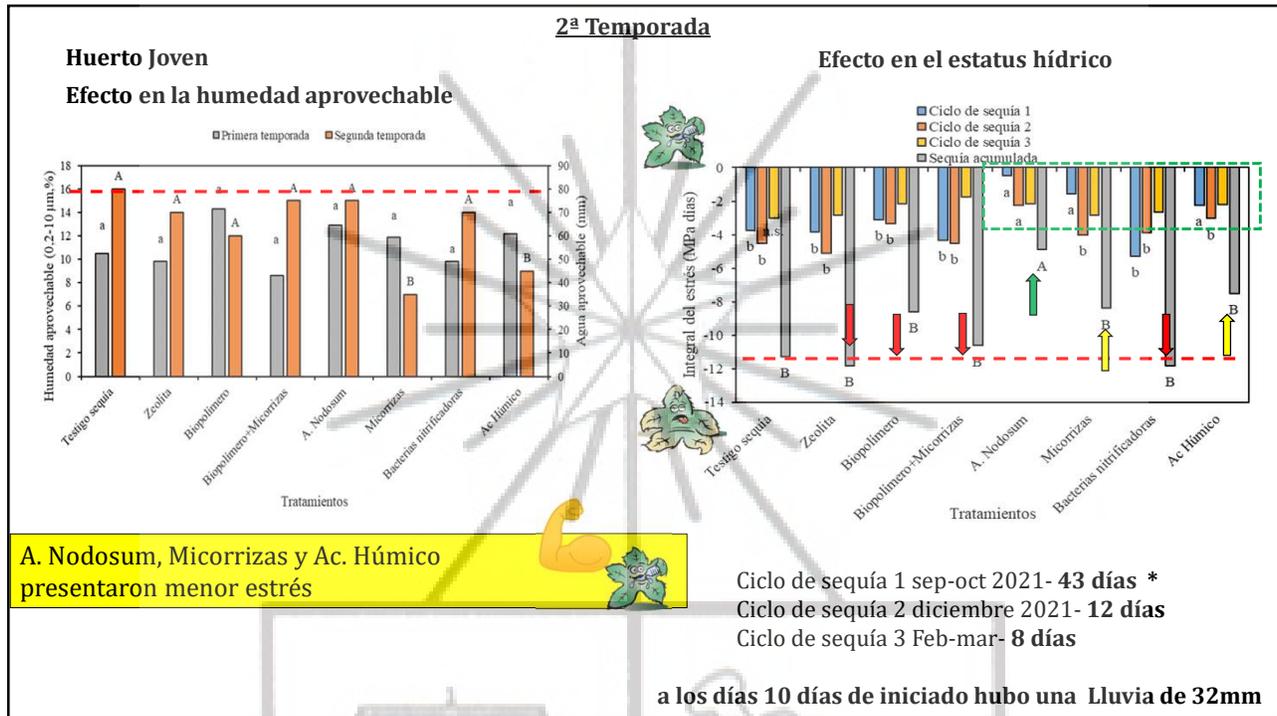
62



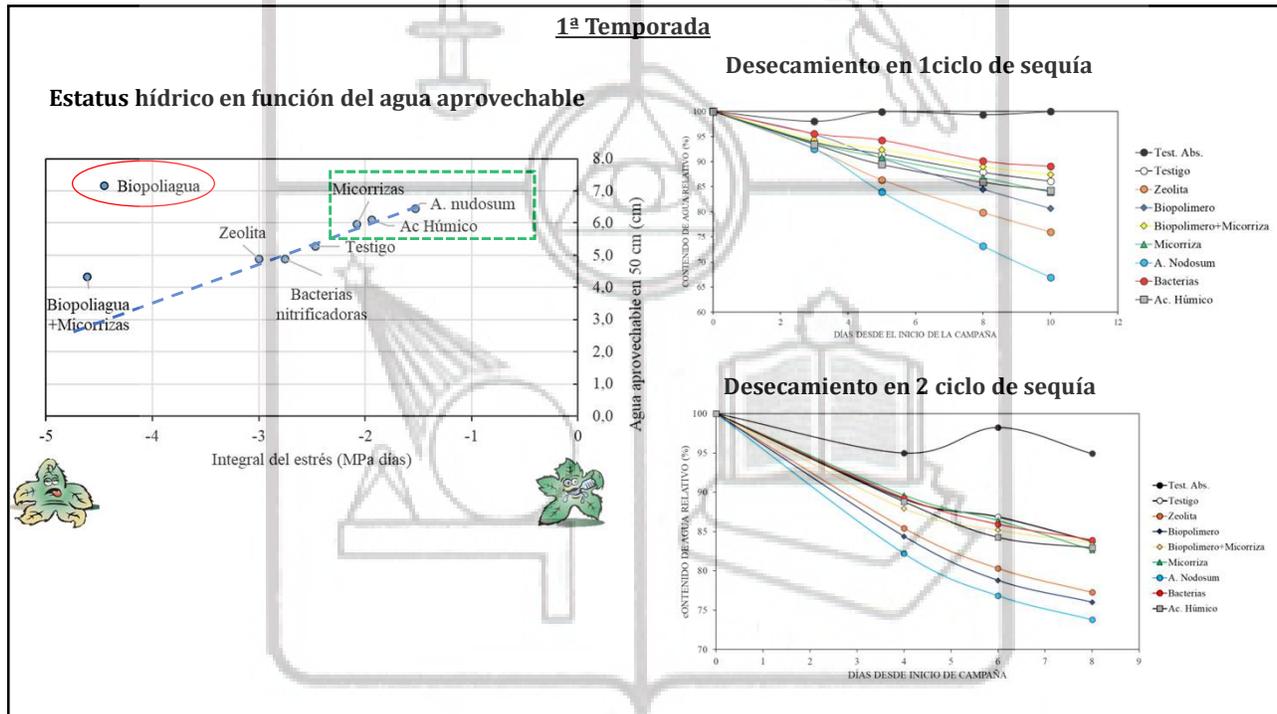
63



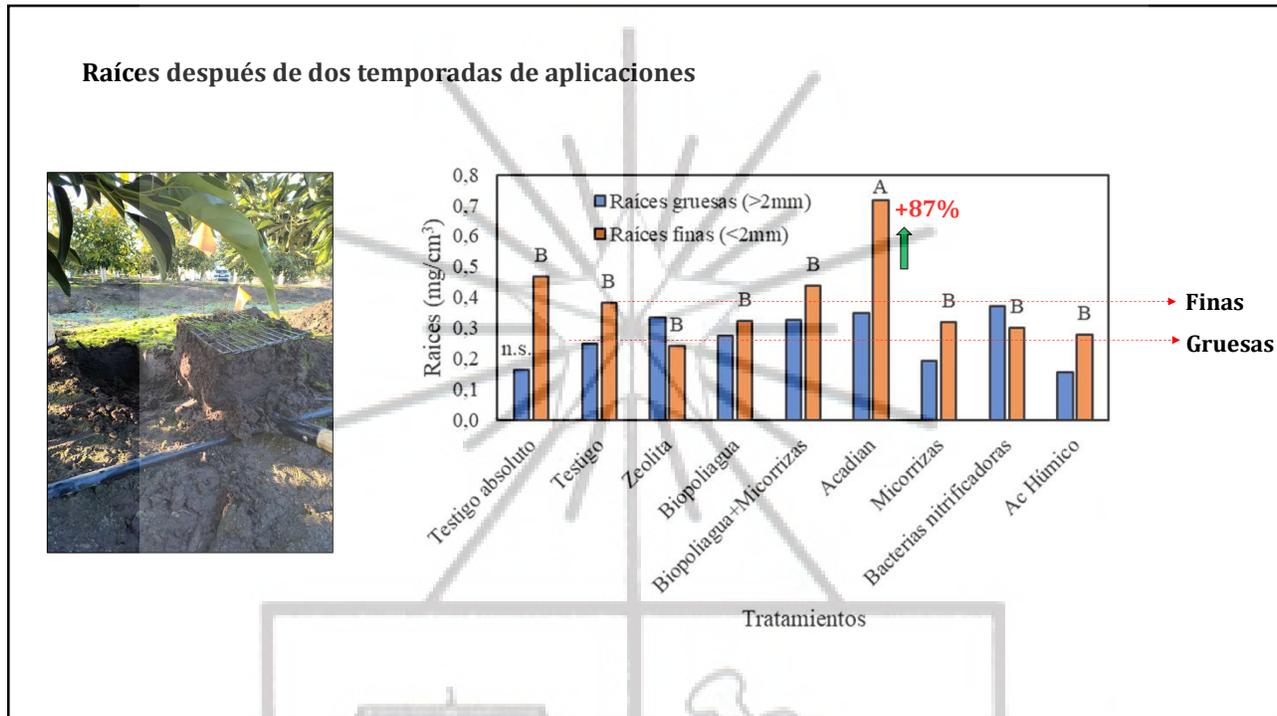
64



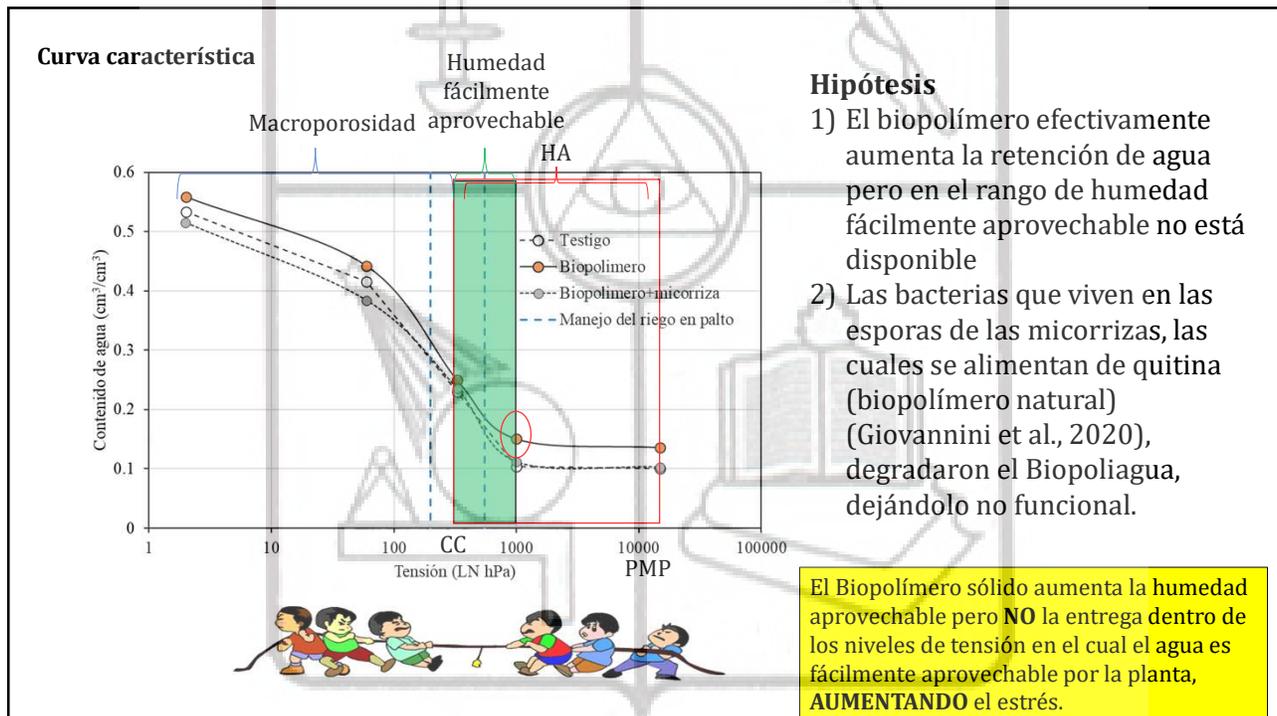
65



66

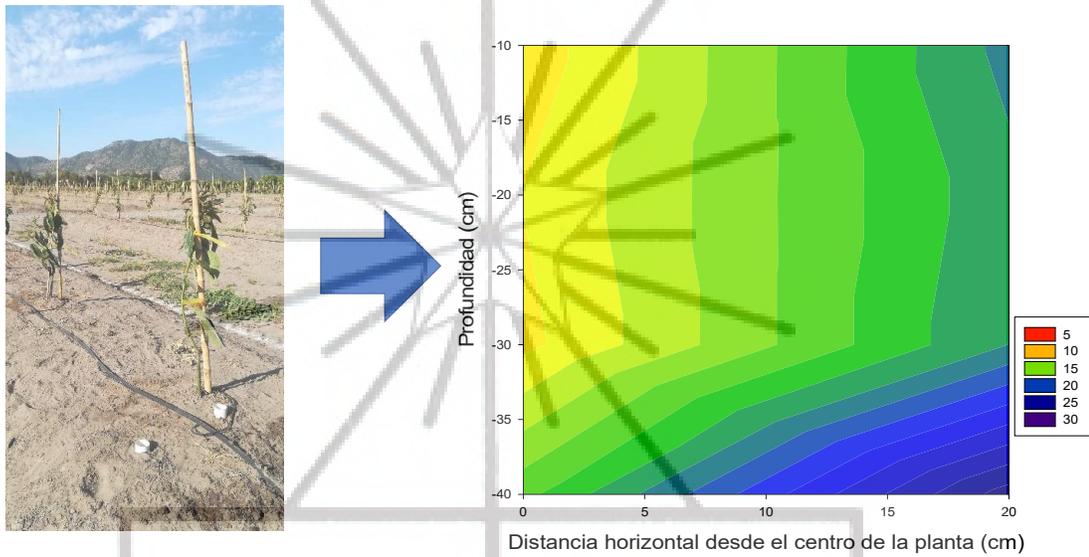


67

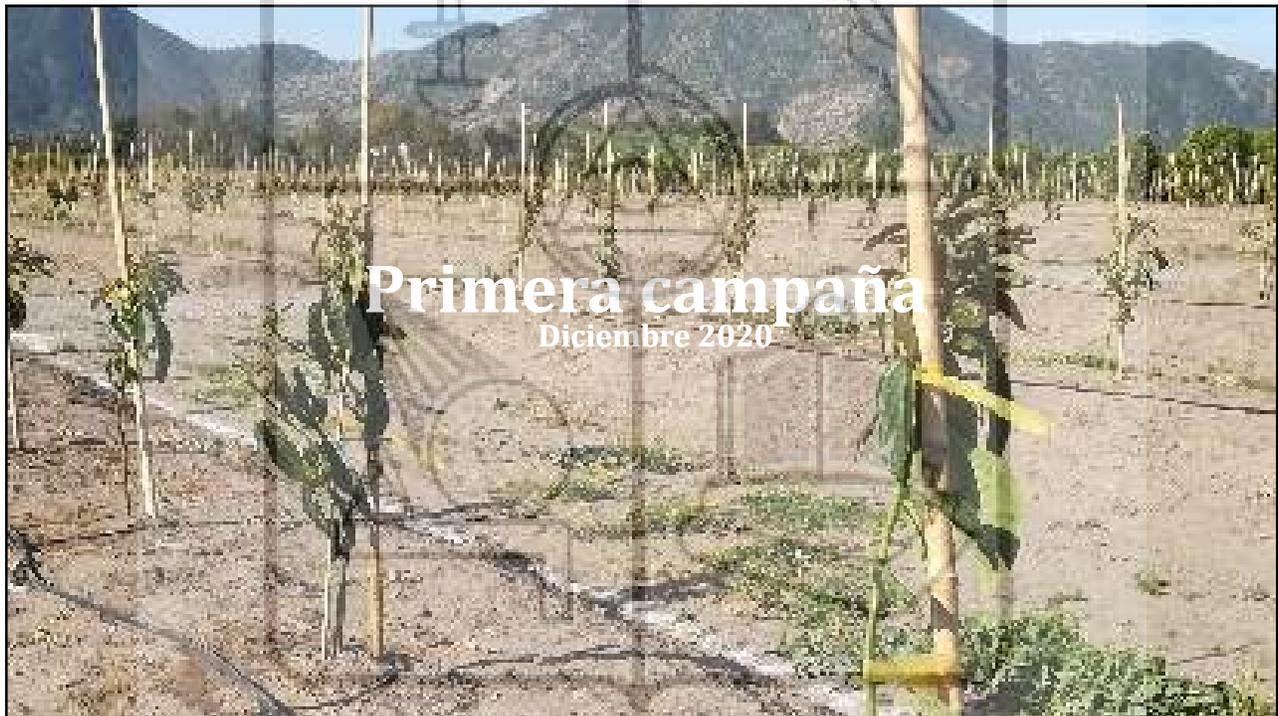


68

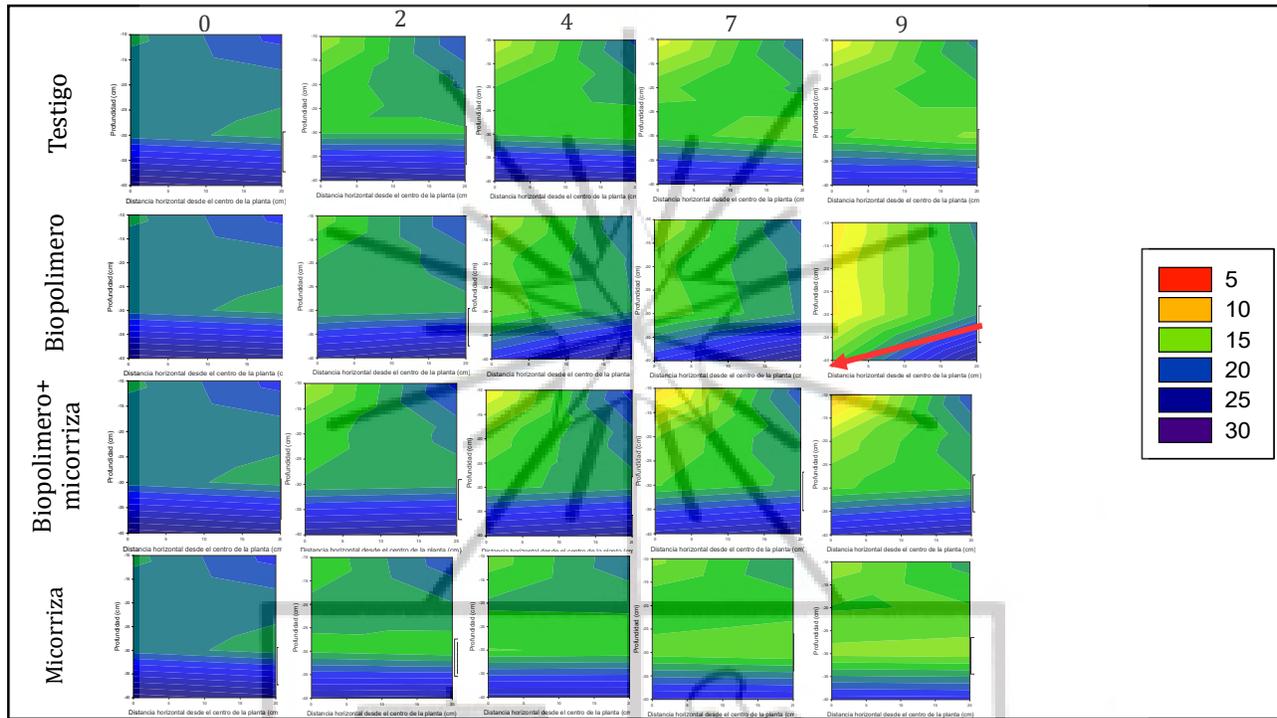
Evaluación del contenido de agua (%) en el perfil



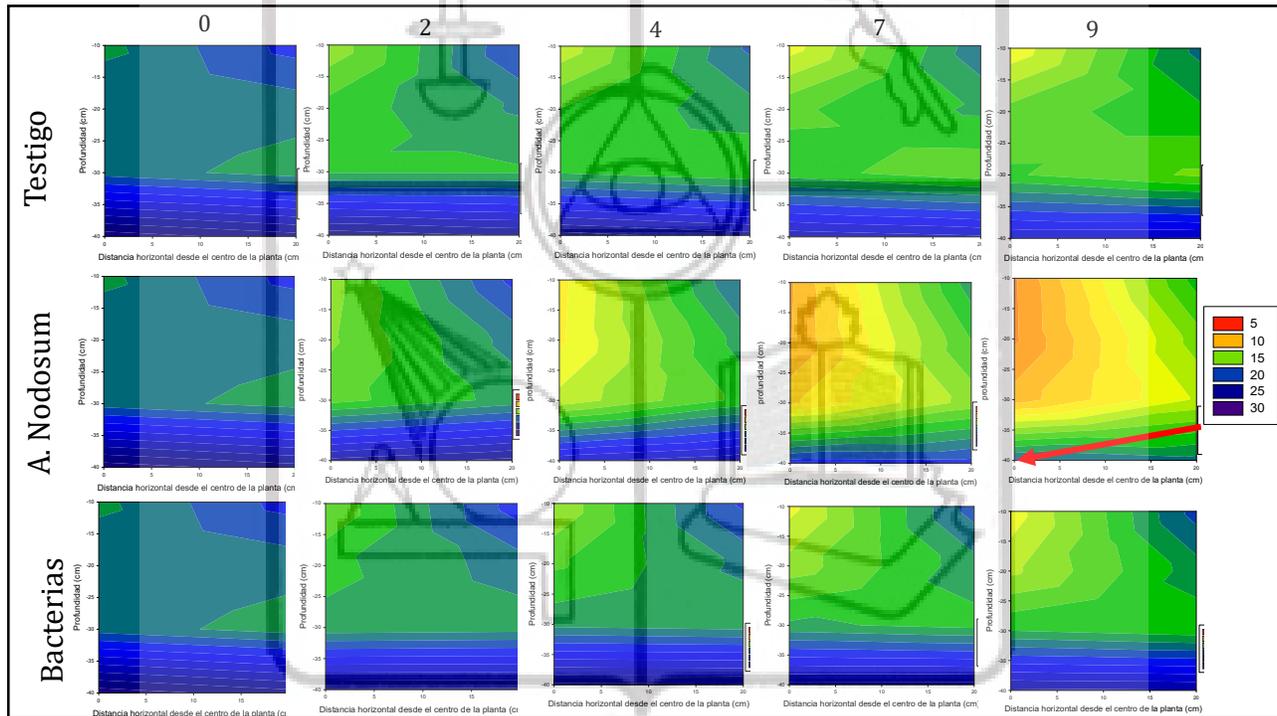
70



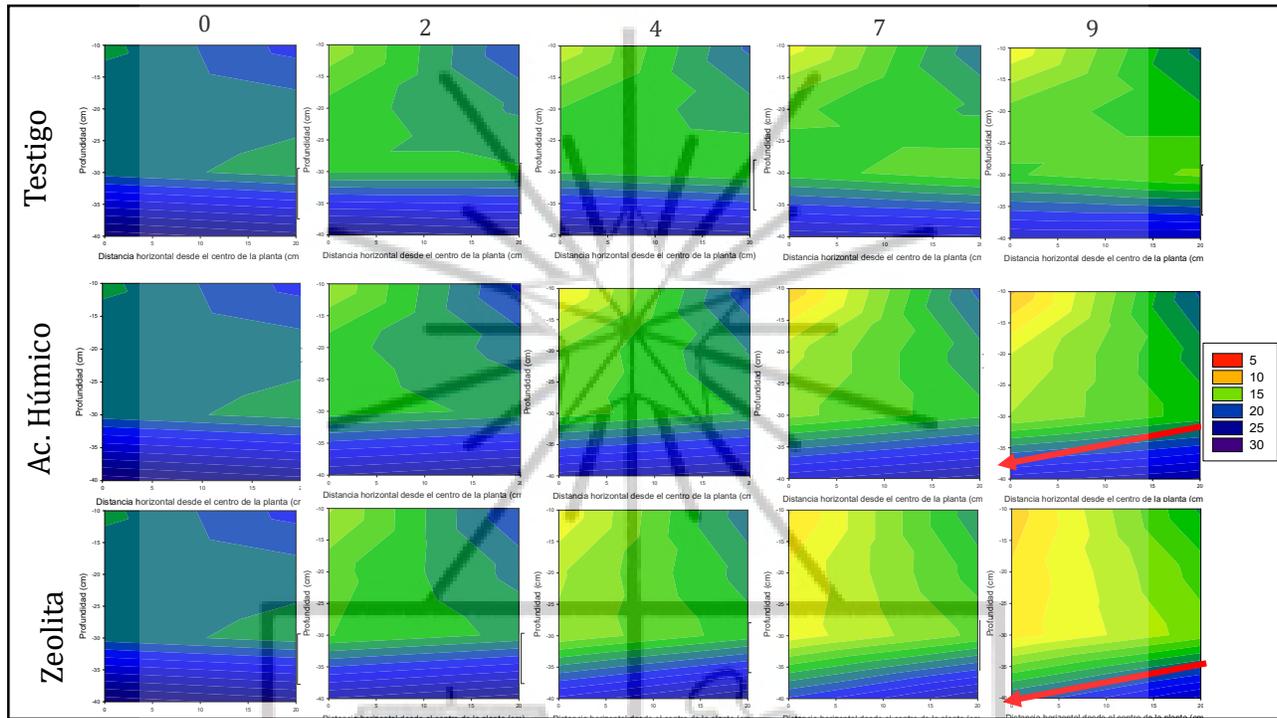
71



72



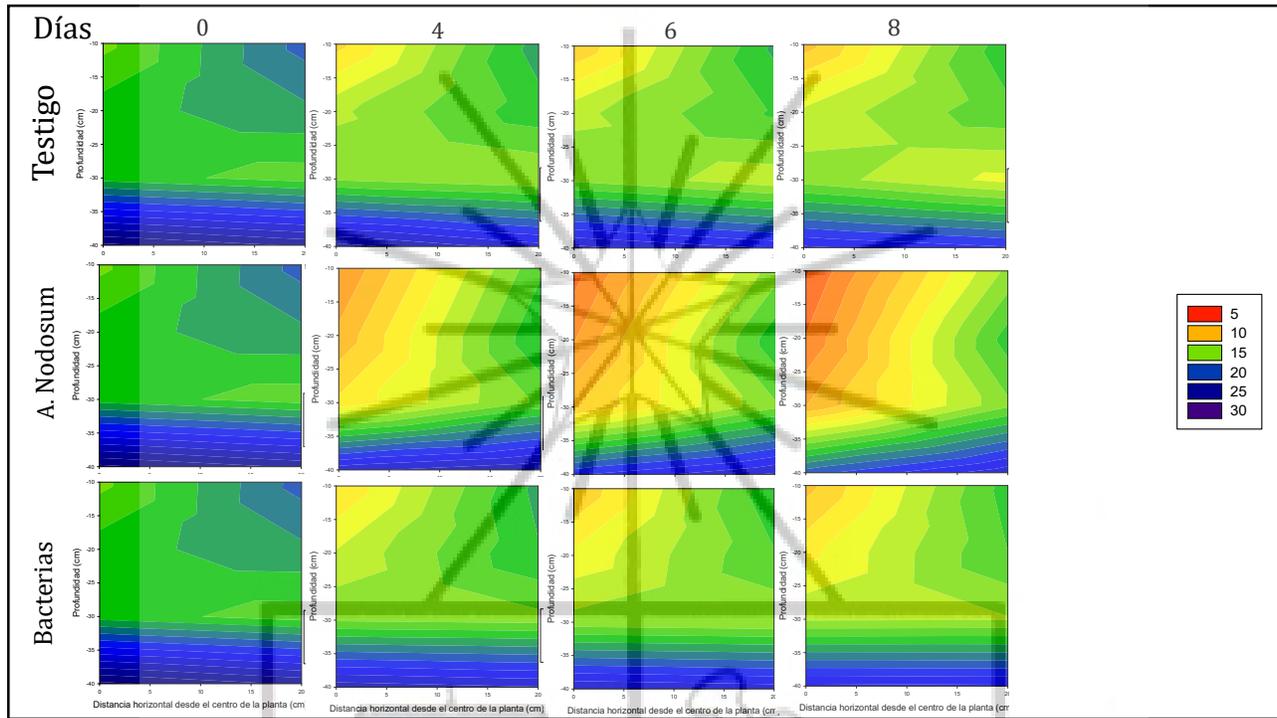
73



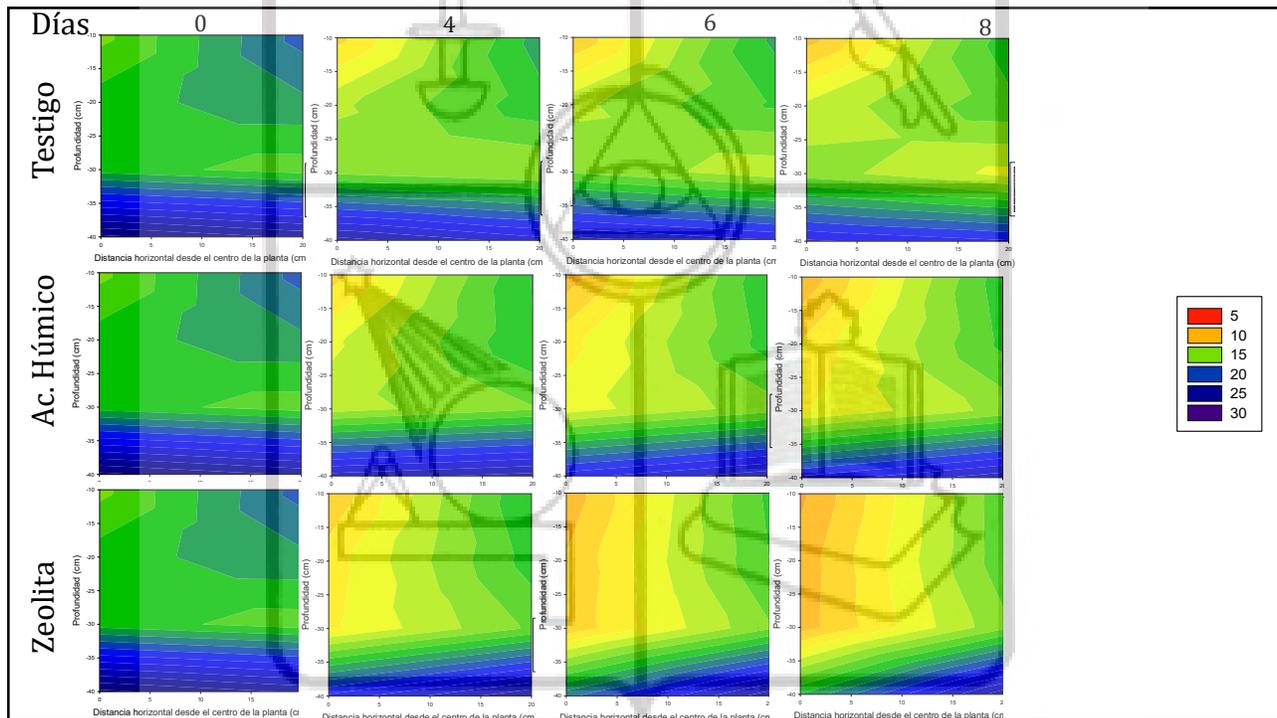
74



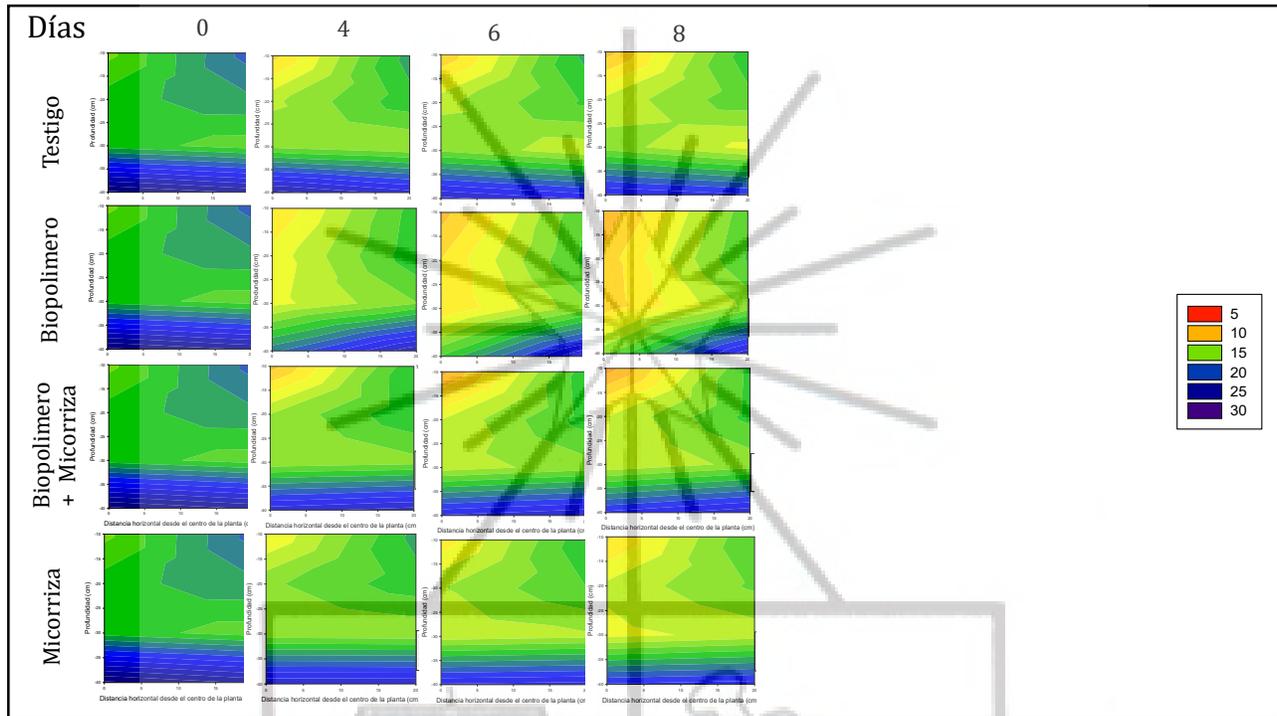
75



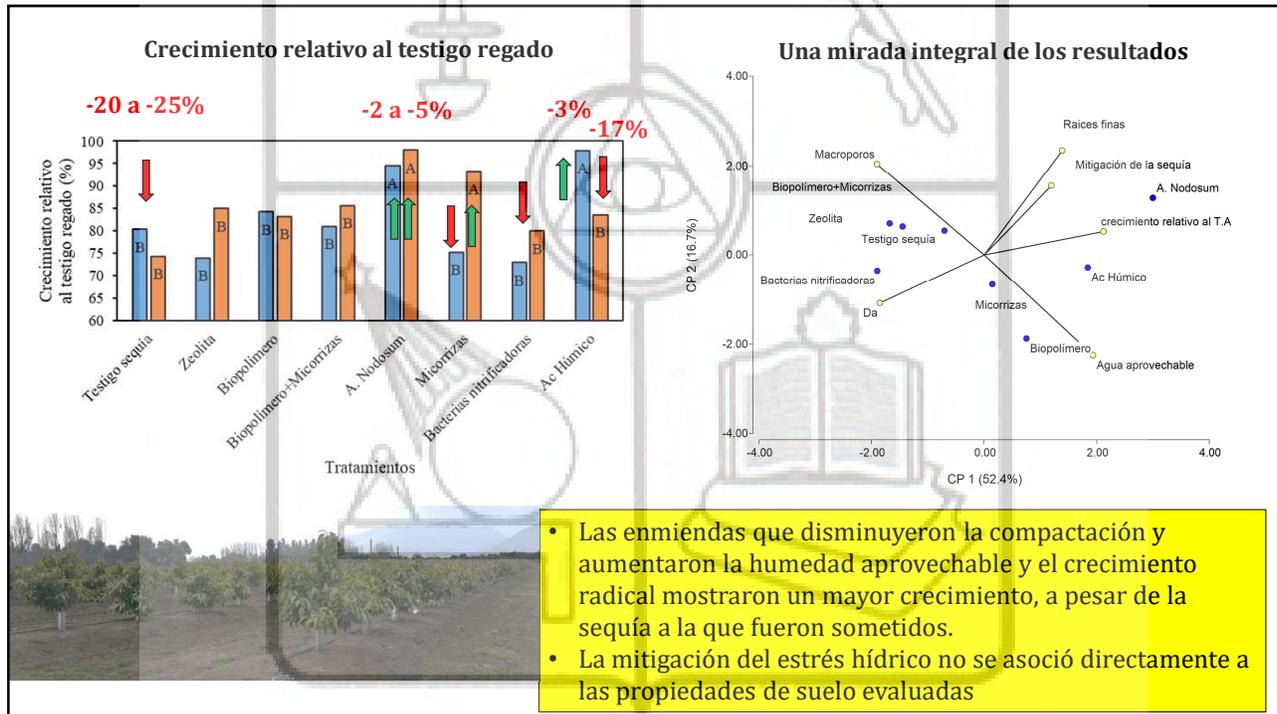
76



77

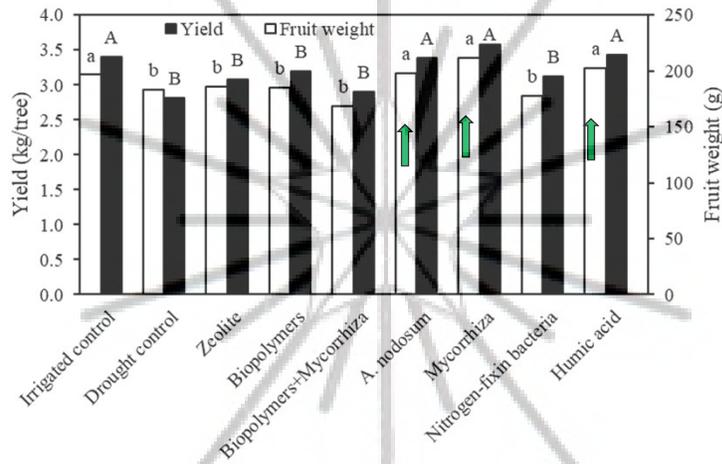


78



79

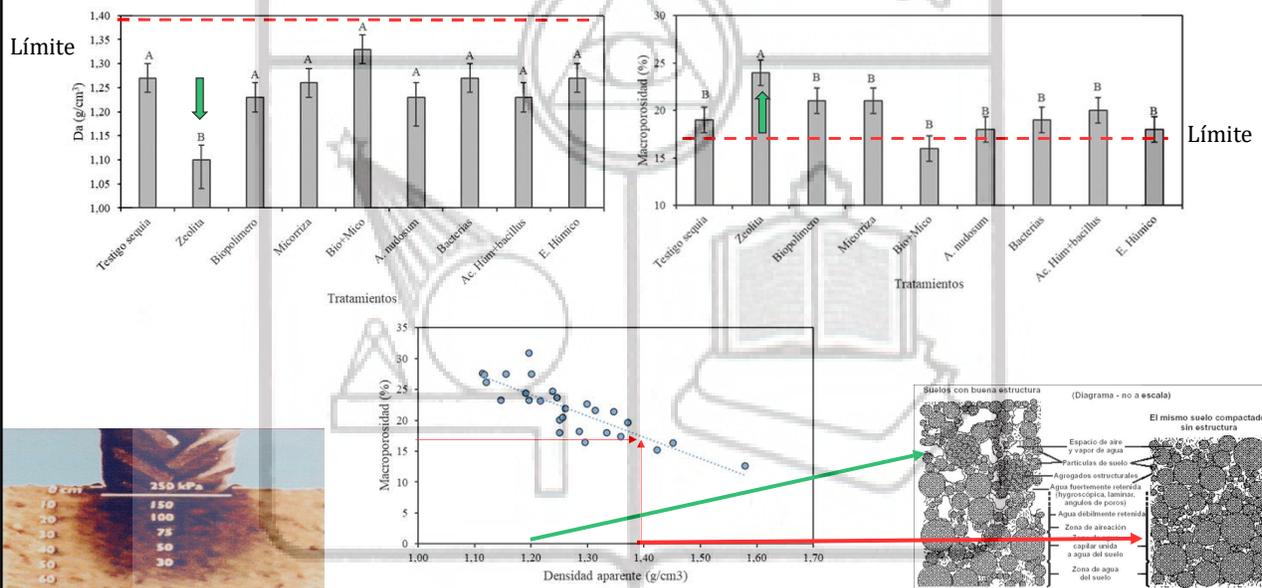
Componentes del rendimiento



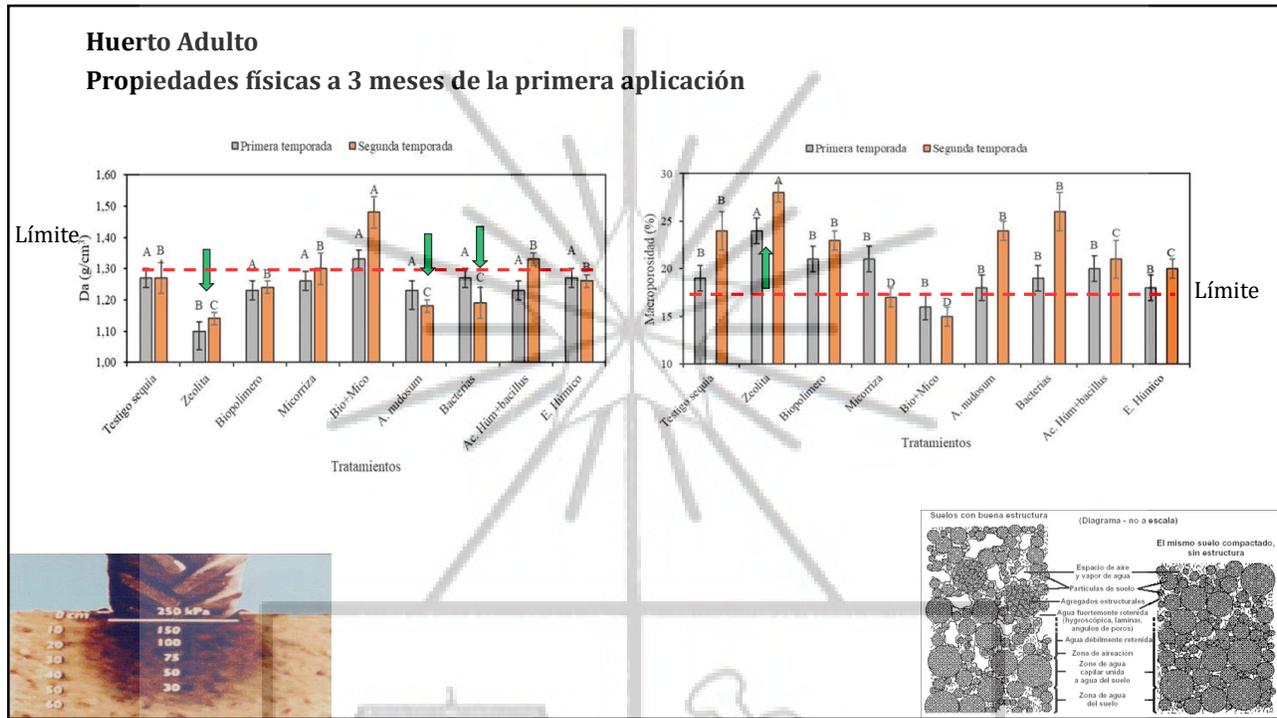
A. nodosum, micorrizas y ac. Húmico mitigaron el estrés hídrico, mostrando valores similares al testigo regado.

80

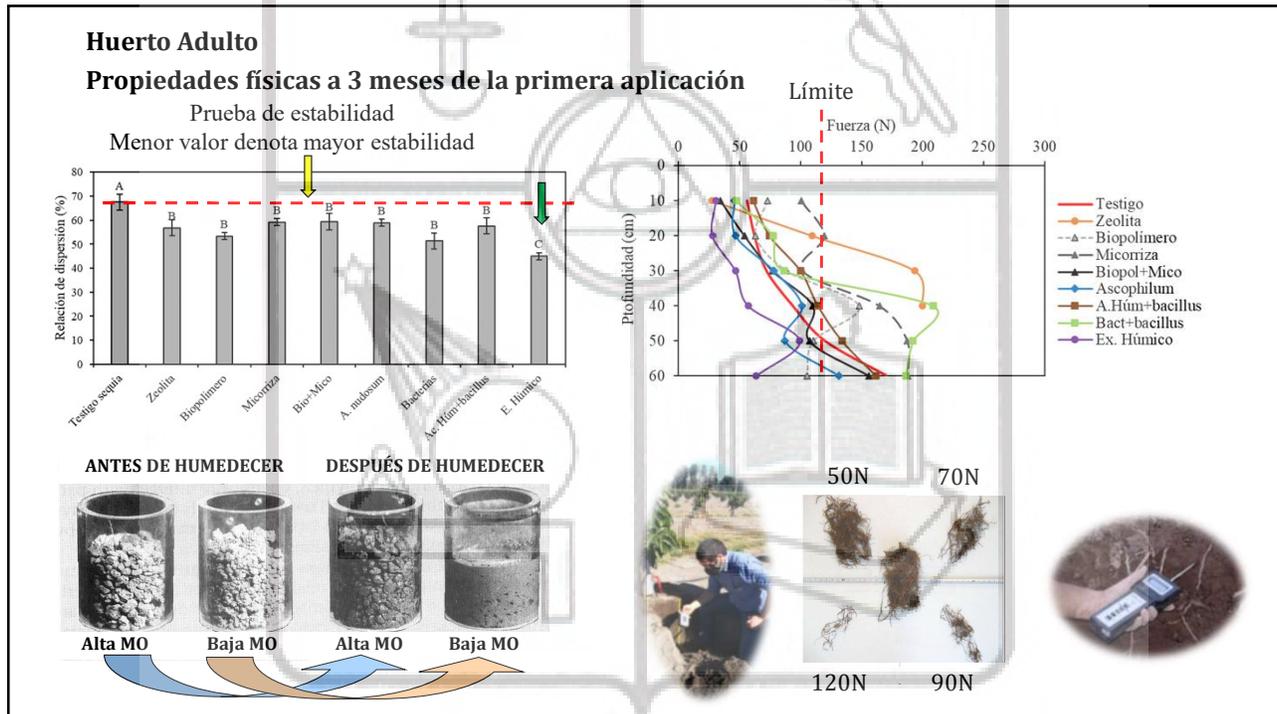
Huerto Adulto (propiedades físicas a 3 meses de la primera aplicación)



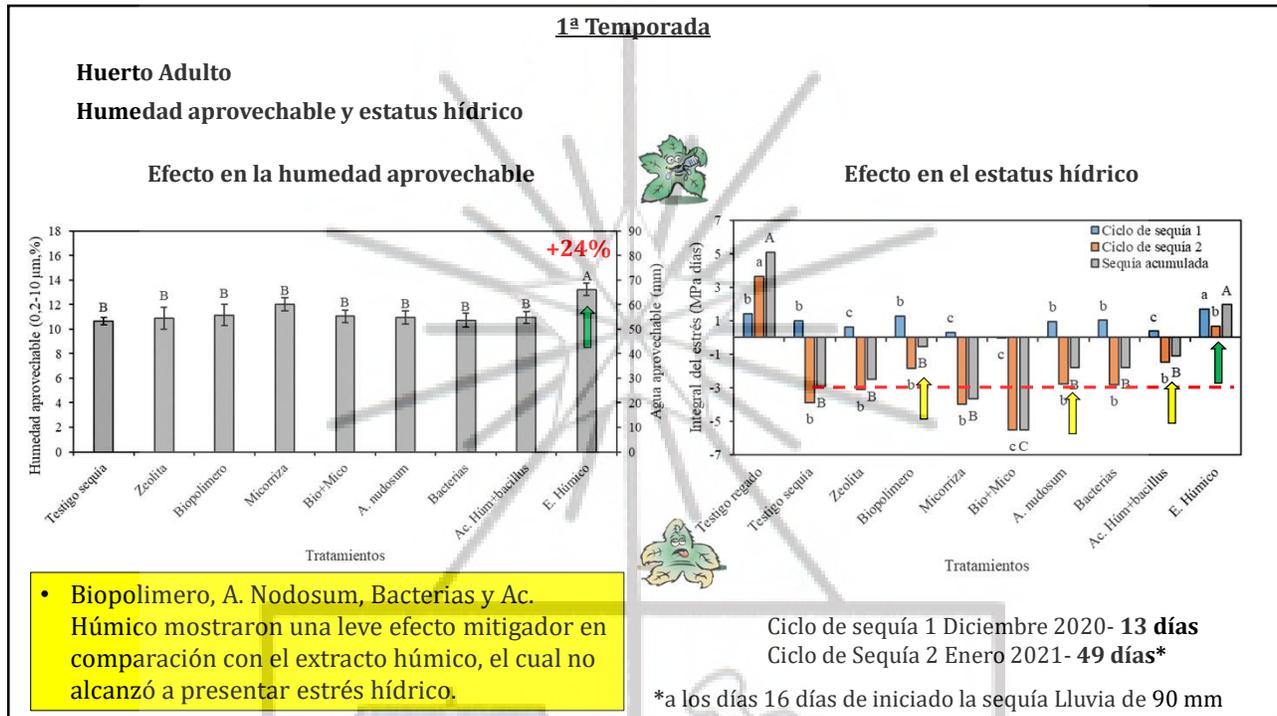
81



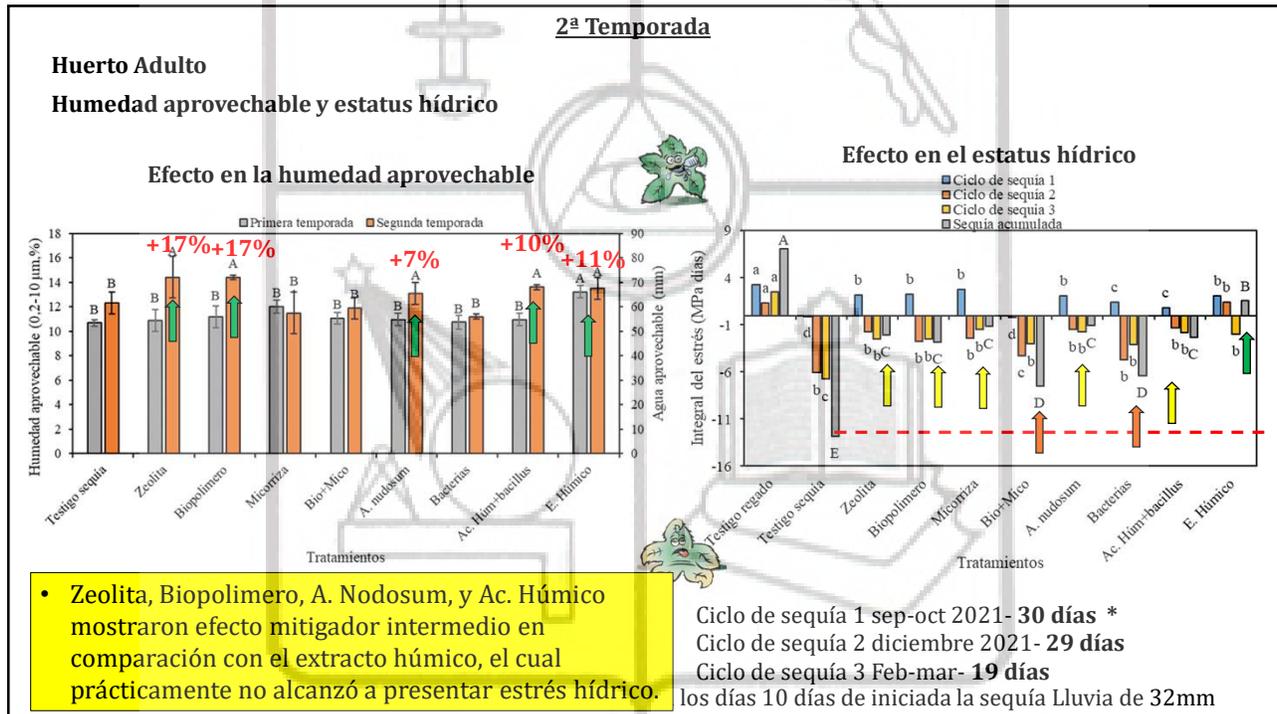
82



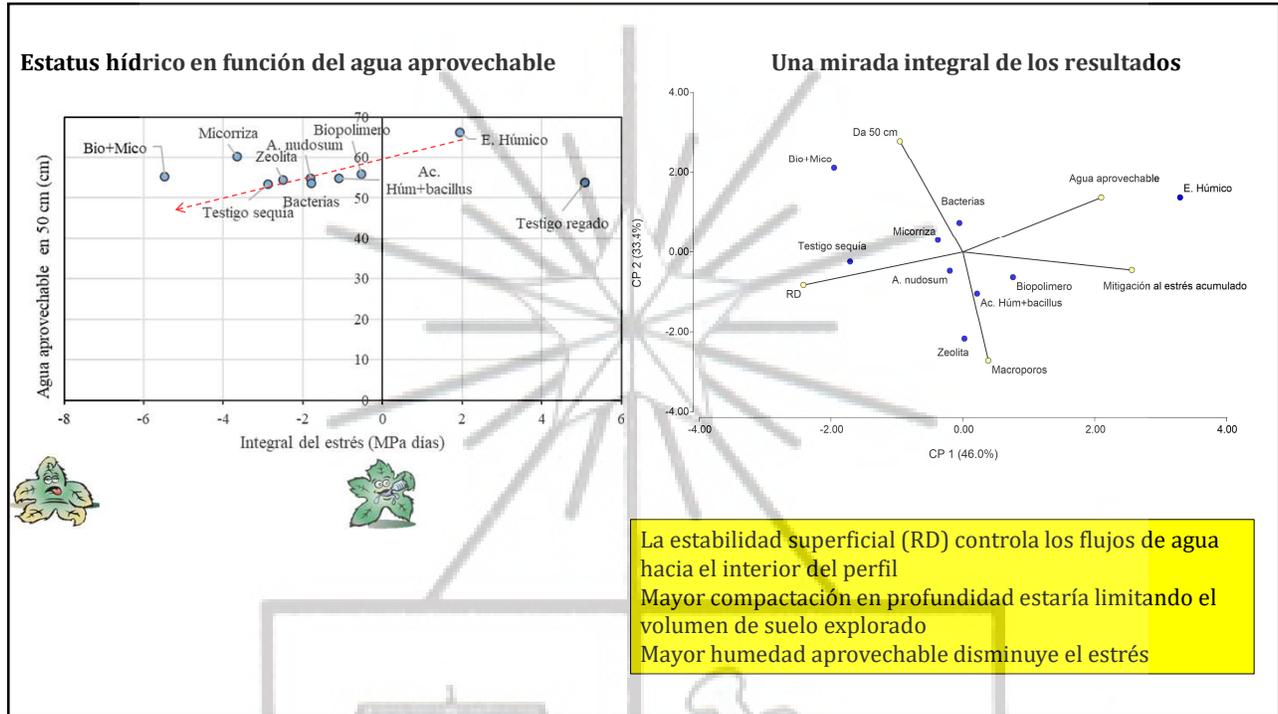
83



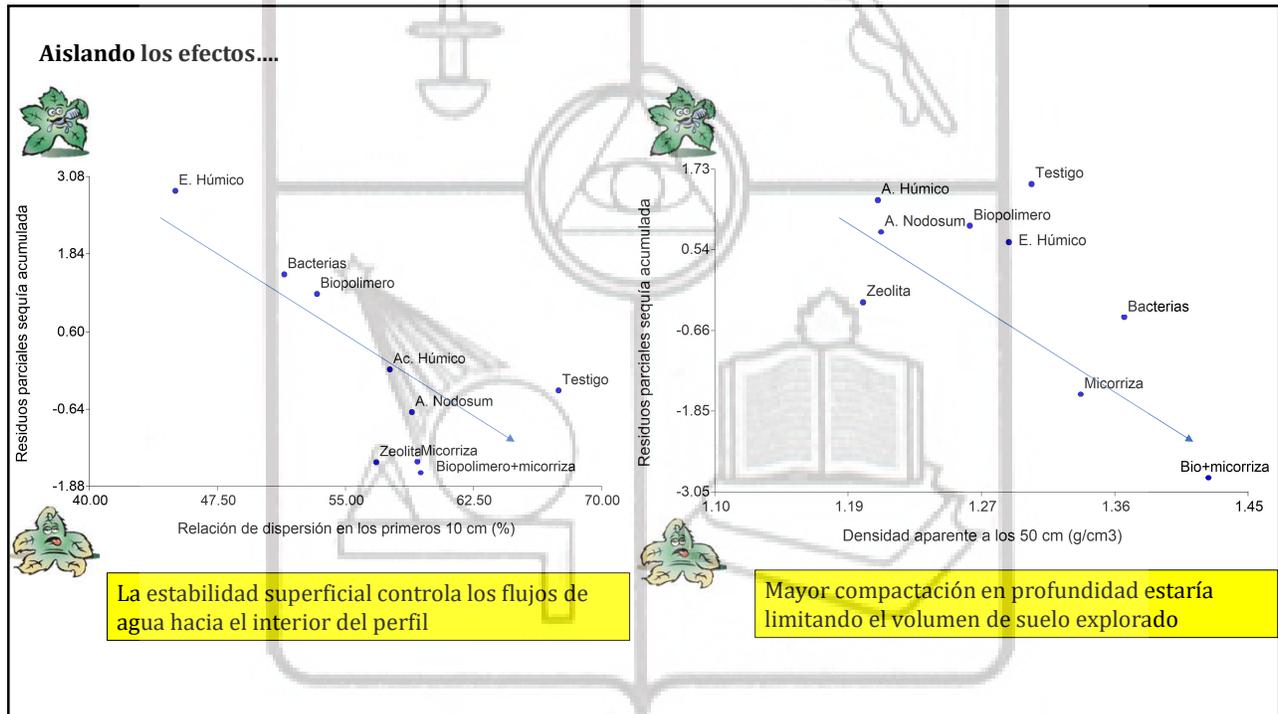
84



85



87



88

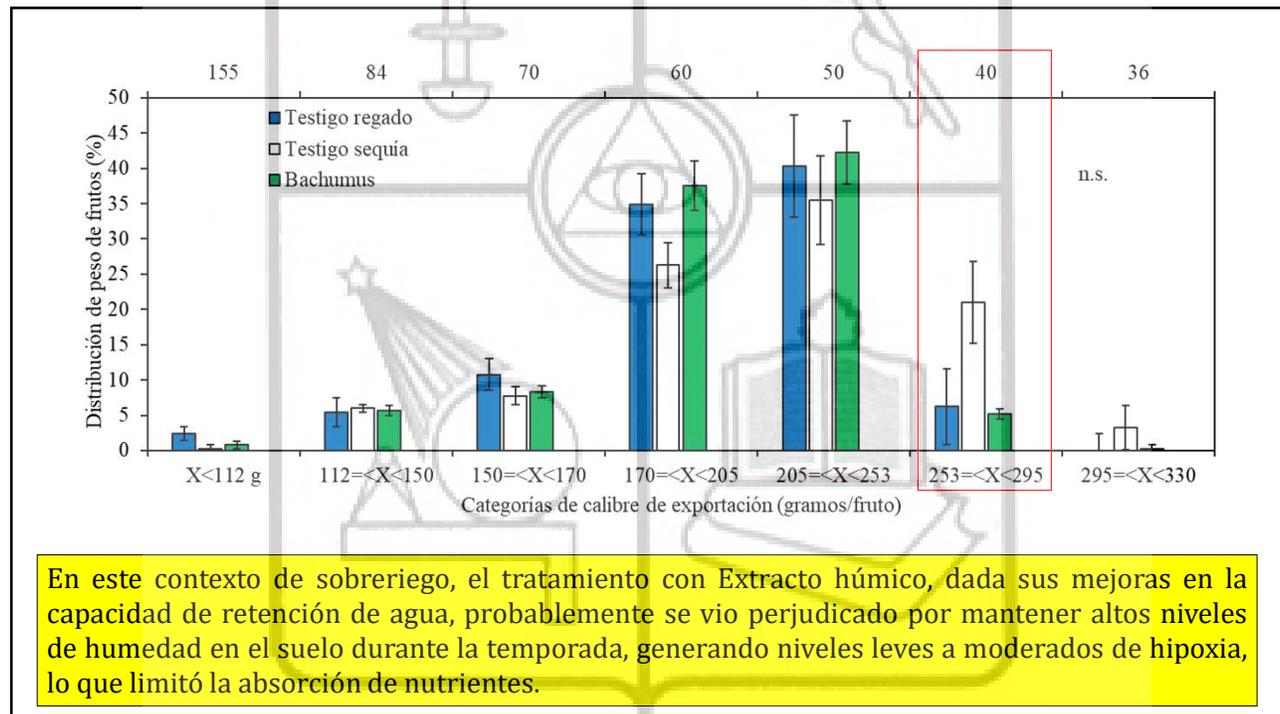
Componentes del rendimiento (primera temporada)

Tratamientos	Carga frutal		Tamaño de fruto		Producción	Productividad	Materia seca
	frutos/árbol	Frutos/ cm ² ASTT	g		kg/árbol	kg/ cm ² ASTT	%
Testigo regado	217 ± 46 a	0,55 ± 0,14	196 ± 3,4		35,3 ± 0,4	0,109 ± 0,002	19,3 ± 0,8 a
Testigo sequía	218 ± 47 a	0,67 ± 0,14	192 ± 6,4		34,1 ± 1,1	0,107 ± 0,004	19,5 ± 0,8 a
Zeolita	88 ± 19 b	0,36 ± 0,14	198 ± 6,6		34,2 ± 1,1	0,105 ± 0,002	18,2 ± 0,3 a
Biopolímero	215 ± 45 a	0,57 ± 0,14	194 ± 6,4		35,4 ± 1,1	0,109 ± 0,004	21,1 ± 0,8 a
Micorriza	254 ± 60 a	0,80 ± 0,14	202 ± 6,6		34,1 ± 1,1	0,106 ± 0,004	18,3 ± 0,8 a
Biopoli+Mico	170 ± 33 a	0,64 ± 0,14	200 ± 2,9		35,3 ± 0,4	0,112 ± 0,002	19,4 ± 0,8 a
A.Nodosum	148 ± 29 a	0,42 ± 0,06	193 ± 3,0		34,9 ± 0,4	0,107 ± 0,002	20,2 ± 0,8 a
Bacterias	178 ± 35 a	0,52 ± 0,06	195 ± 2,8		34,8 ± 0,4	0,108 ± 0,002	20,1 ± 0,8 a
Ac. Húmico	222 ± 48 a	0,72 ± 0,14	198 ± 6,5		35,0 ± 1,1	0,110 ± 0,004	18,3 ± 0,3 a
E.Húmico	137 ± 27 a	0,43 ± 0,06	200 ± 2,9		35,8 ± 0,4	0,111 ± 0,002	19,0 ± 0,8 a
Significancia	0,0232	0,1806	0,6416		0,6834	0,2075	0,0385
CV			0,0003		<0,0001	<0,0001	

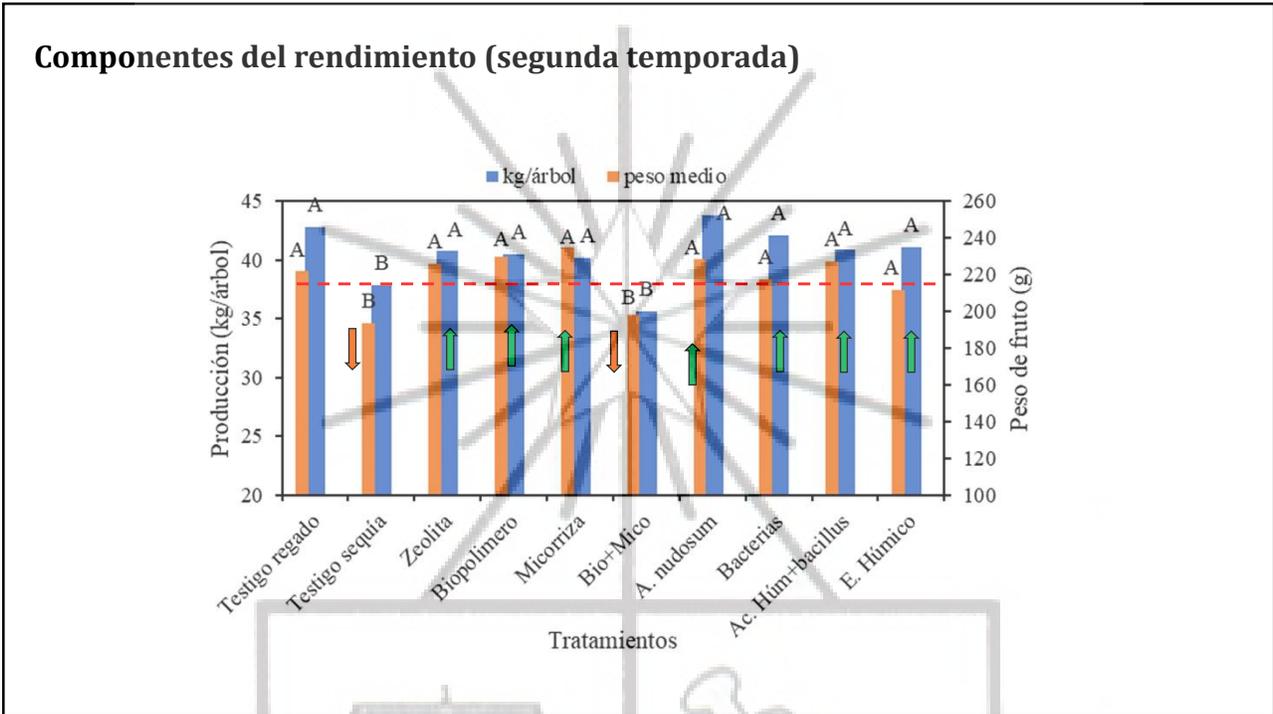
Promedios ajustados ± error estándar. CV= Covariable. ASTT: Área de sección transversal de tronco.

Ninguno de los componentes del rendimiento (carga frutal, peso medio y productividad) se vieron afectados, aún en condiciones de sequía, a pesar del alto nivel productivo del huerto (26 t/ha).

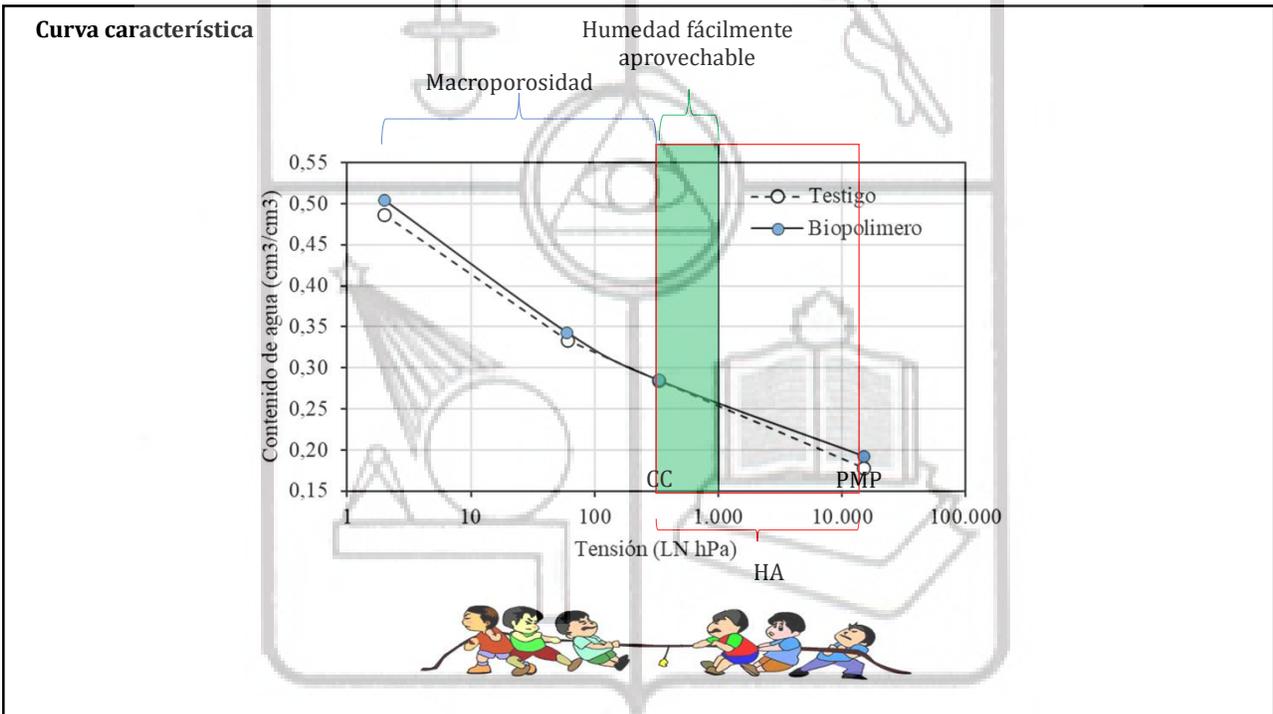
89



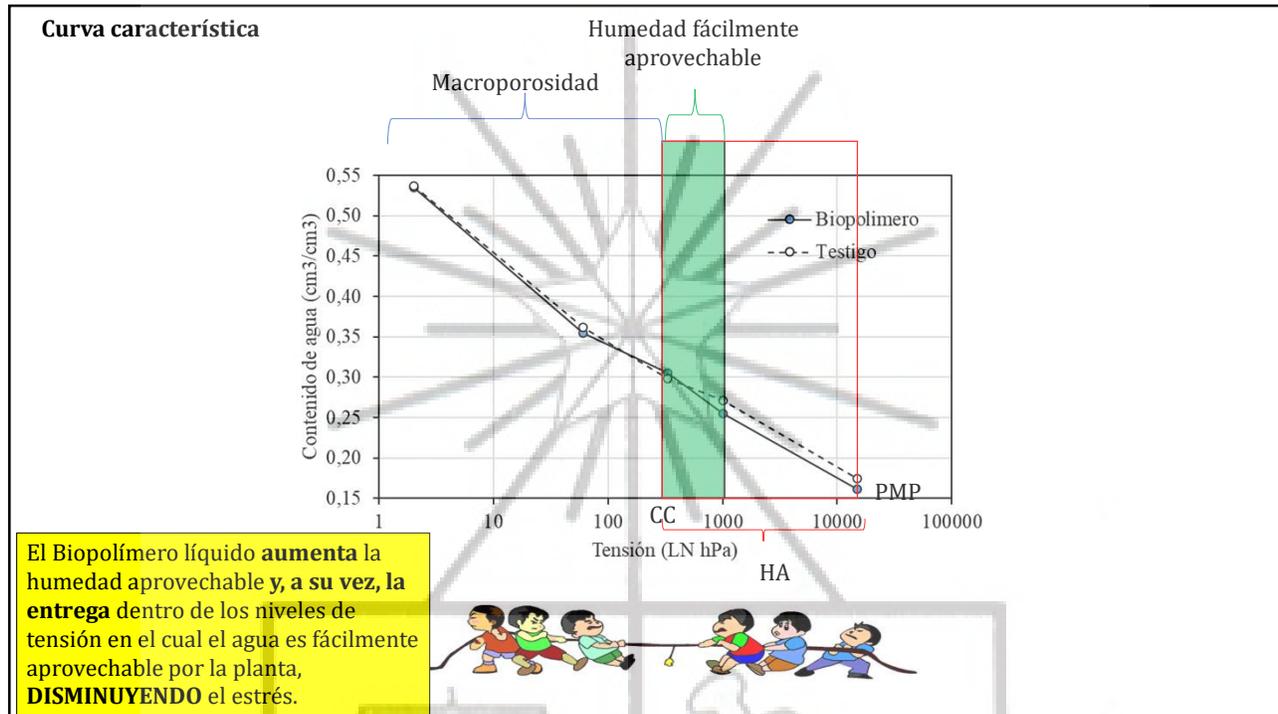
90



91



92



93

Conclusiones

Huerto nuevo

- BIOPOLIAGUA® aumenta la retención de agua. Sin embargo, en condiciones de sequía extrema deja el agua disponible a mayores niveles de tensión, generando mayor estrés. En este sentido, el uso de biopolímeros ayudaría a retener mayor cantidad de agua (mayor eficiencia) y permitiría disminuir tiempo de riego o levemente la frecuencia de riego (1 o 2 días) pero no ayudaría en condiciones de sequía extrema.
- La aplicación de ac. Húmicos (PearHumus®) al hoyo de plantación, micorrizas (MycoUp®) y A. nodosum (Acadian Organic) vía riego mitigan el estrés hídrico en condiciones de sequía, principalmente, a través del aumento de la humedad aprovechable, simbiosis con el palto y, en el caso de A. Nodosum también por un mayor volumen de suelo explorado (además de otras respuestas sistémicas de defensa en la planta), siendo el tratamiento con el mejor desempeño durante ambas temporadas.

94

Conclusiones

Huerto adulto

- El aumento del agua aprovechable debido a las enmiendas no explicó por sí solo el menor estrés; otros factores de suelo mejorados por algunas enmiendas también influyeron en una mitigación del estrés, entre ellos, la disminución de la compactación en profundidad (50 cm) y la mayor estabilidad de agregados, los cuales mejoraron los flujos de agua durante el riego, lo que repercutió en una mejor condición para enfrentar la sequía.
- La aplicación de extractos húmicos (Bachumus-Eco®) tiene un positivo y significativo efecto en las propiedades físicas de suelo, ya que aumenta la humedad aprovechable, disminuye la resistencia a la penetración y mejora la estabilidad de los agregados, lo que permitió mitigar la condición de sequía extrema.

95

Conclusiones

• Huerto adulto

- El uso de biopolímeros líquidos (HortiHydro®) ayudarían a mejorar la distribución del agua en el perfil, disminuyendo también la condición de estrés. Por su parte, las micorrizas (MycoUp®) lograron una menor condición de estrés solo la segunda temporada, y las bacterias (Nitroguard®) no tuvieron efecto en mitigar el estrés hídrico, aunque en términos productivo mostró un buen desempeño.
- Dado el alto aporte de riego durante la primera temporada, en un suelo de alta capacidad de retención de agua y con buen drenaje, no se alcanzaron a notar diferencias productivas entre tratamientos, a pesar de las mejores condiciones tanto de suelo como hídricas generadas con el tratamiento con extracto húmico. En este sentido, la aplicación de Extracto húmico (Bachumus-Eco®), permitiría aumentar significativamente la eficiencia del recurso hídrico durante la temporada y hacer frente a condiciones de sequía en huertos de paltos 'Hass'.

96

Conclusiones

- **Huerto adulto**
- Tras dos temporadas, todas las enmiendas, a excepción de la mezcla biopolímero con micorriza, permitieron sostener la producción y calibre a pesar de las condiciones de estrés a las que fueron sometidas.

97

EXPERIENCIAS DE USO DE EXTRACTOS DE ALGAS PARA ENFRENTAR SITUACIONES DE ESTRÉS ABIÓTICO"

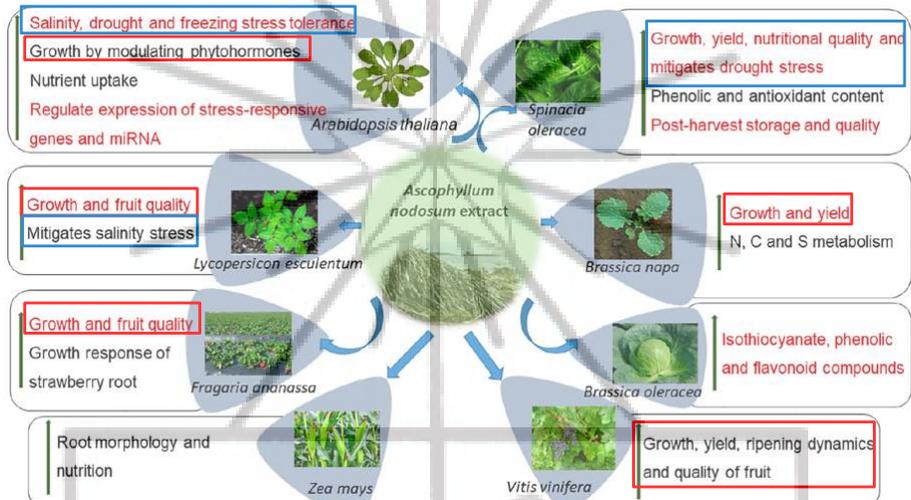
Victor Beyá
Ing. Agr. M.Sc
ThomasFichet
Dr. Ing Agr.

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

99

Ascophyllum nodosum extracts

Ascophyllum nodosum extract (ANE) promueve un desarrollo sustentable de los cultivos a través de varios mecanismos, mientras que también reduce el impacto de diferentes tipos de estrés



Shukla *et al.*, 2019

100

1. EXPERIENCIAS EN ESTRÉS SALINO EN PALTOS

2. EXPERIENCIAS EN ESTRÉS SALINO EN NOGALES

Índice de la presentación

101

EXPERIENCIAS EN ESTRÉS SALINO EN PALTOS

2 | Especial Paltos. | Red Agrícola | Marzo 2022

Vía riego y su impacto en propiedades físicas y biológicas del suelo

Mitigación del daño por estrés salino, en paltos Hass mediante aplicación de Acadian (*Ascophyllum nodosum*)

Por Ing. Agr. Ms. Sc. Víctor Beyá-Marshall; Ing. Agr. Dr. Francisco Najera; Ing. Agr. Dr. Óscar Seguel E Ing. Agr. Dr. Thomas Fichel. Departamentos de Producción Agrícola e Ingeniería y Suelos, Facultad de Ciencias Agronómicas- Universidad de Chile.



102

Ubicación y características del predio



Campo	Cardonal, Avoamerica. S.A.
Localidad	Santo Domingo
Región	Valparaíso
Establecimiento	Plano
Distancia de plantación (m)	5 x 2
Variedad/Portainjerto	Hass/Mexícola
Polinizante/ Distribución	Edranol/11%
Año plantación	2016
Manejo de Regulador	Uniconazol
Nivel de floración	Media
Anillado	Si

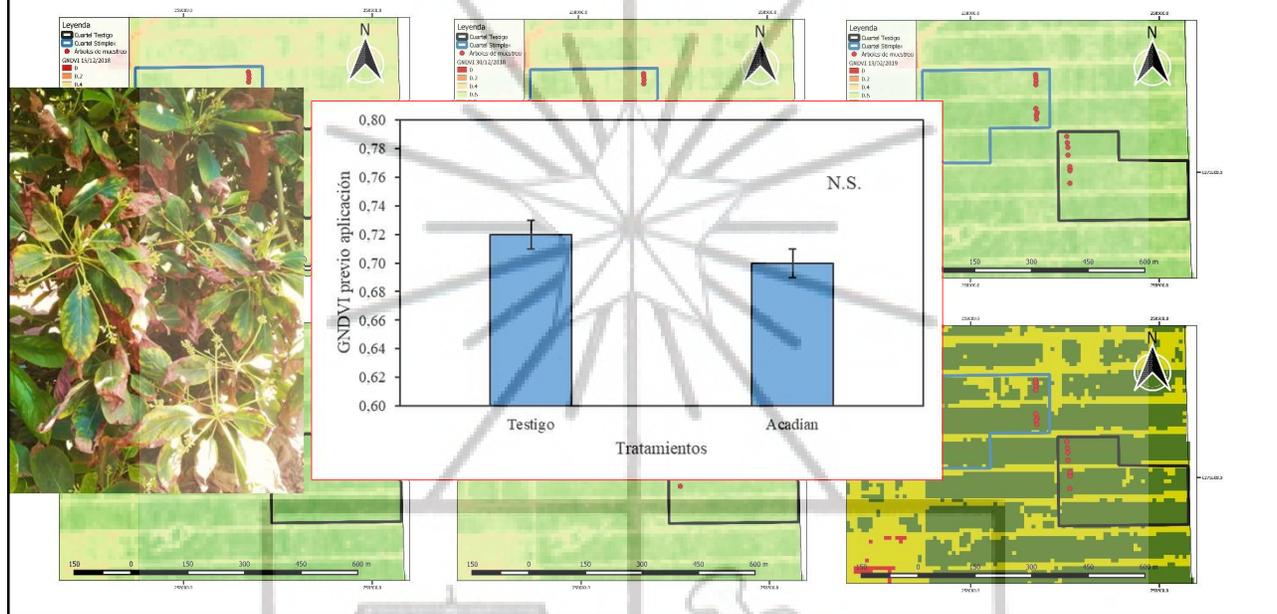


Aplicación mensual de Acadian (4 L/ha; total 24 L/temporada), vía riego

103

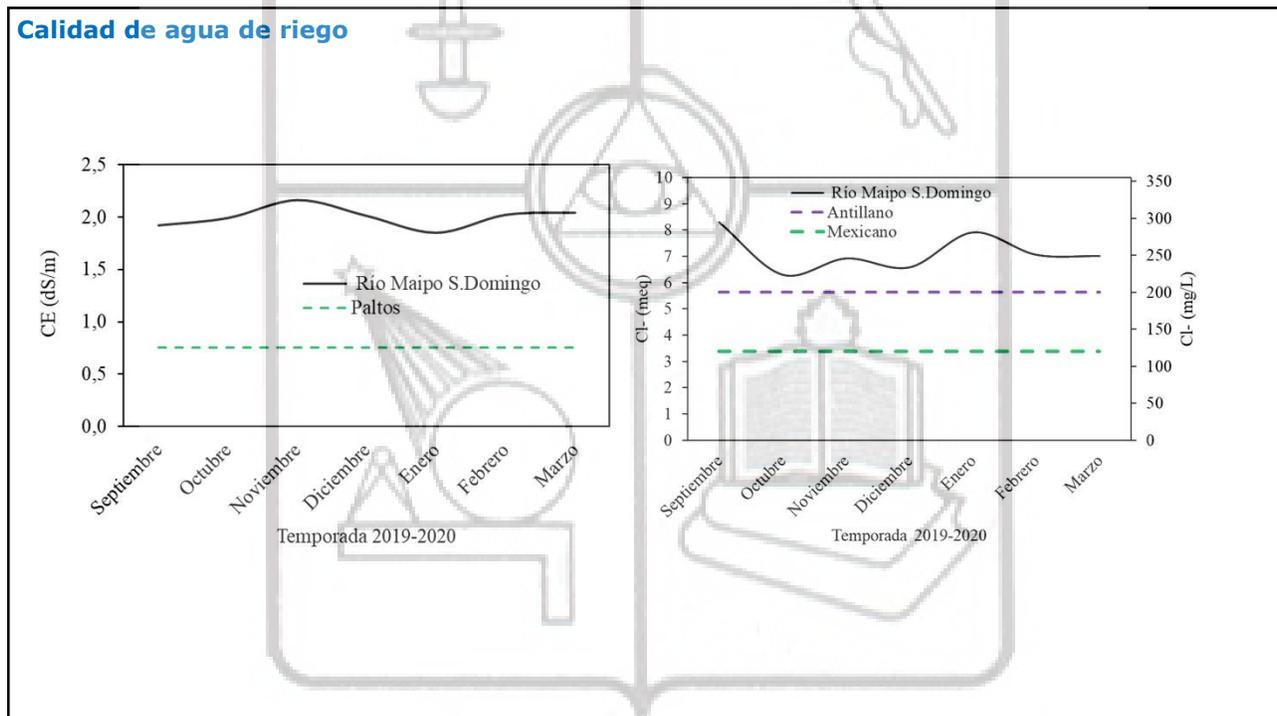
Diagnóstico y diseño experimental

Índice de vegetación GNDVI, durante la temporada previa al ensayo (2019-2020)

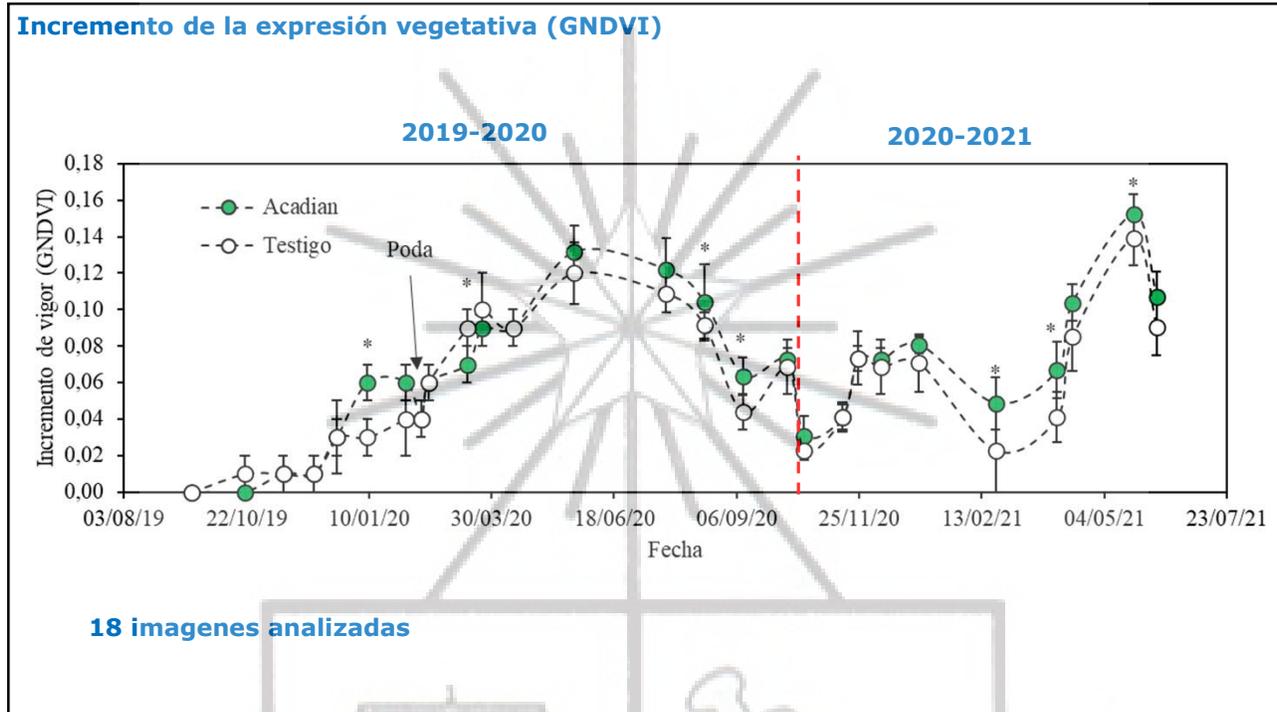


104

Calidad de agua de riego



105



107

Componentes del rendimiento

Tratamiento	Carga frutal frutos/árbol	Carga frutal frutos/cm ² ASTT	Tamaño de fruto gramos	Tamaño de fruto gramos	Producción kg/árbol	Productividad kg/cm ² ASTT	Materia seca %
Testigo	76,1± 16,8	0,41± 0,07	188,9± 4,9 b	191,4± 3 b	16,1± 0,3b	0,081± 0,002 b	22,2± 0,4
Acadian	93,4± 16,8	0,43± 0,07	211,0± 4,9 a	208,5± 7 a	17,3± 0,4a	0,087± 0,002 a	22,7± 0,4
Significancia (p-value)	0,4805	0,8790	0,0203	0,0566	0,0008	0,0463	0,3397
Covariable (carga frutal)			0,0112		<0,0001		
Covariable (carga frutal/ASTT)				0,2074		<0,0001	

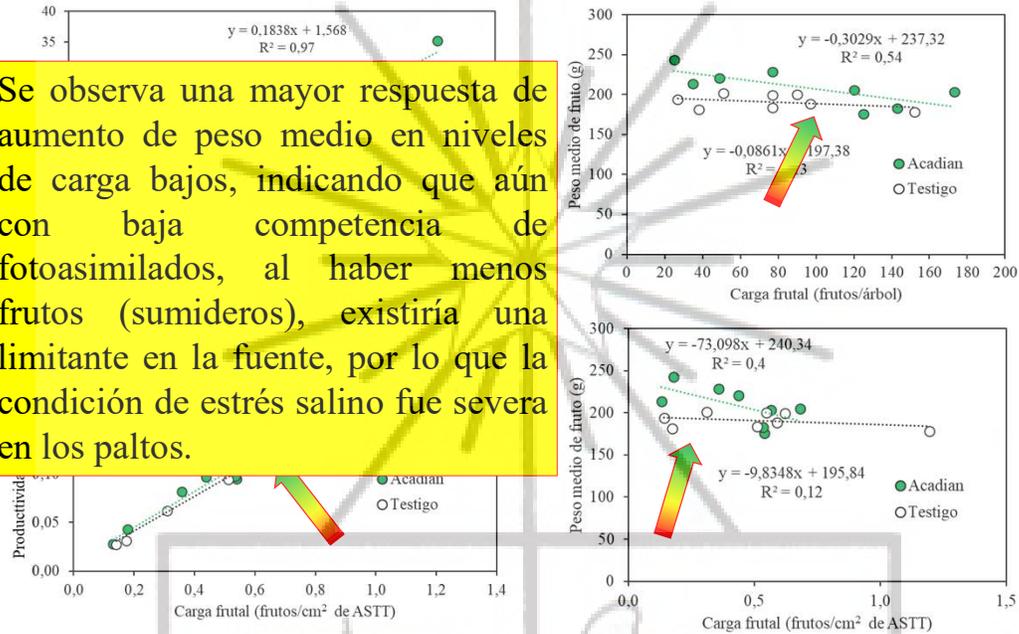


11% incremento de tamaño de fruto
7% incremento en productividad

108

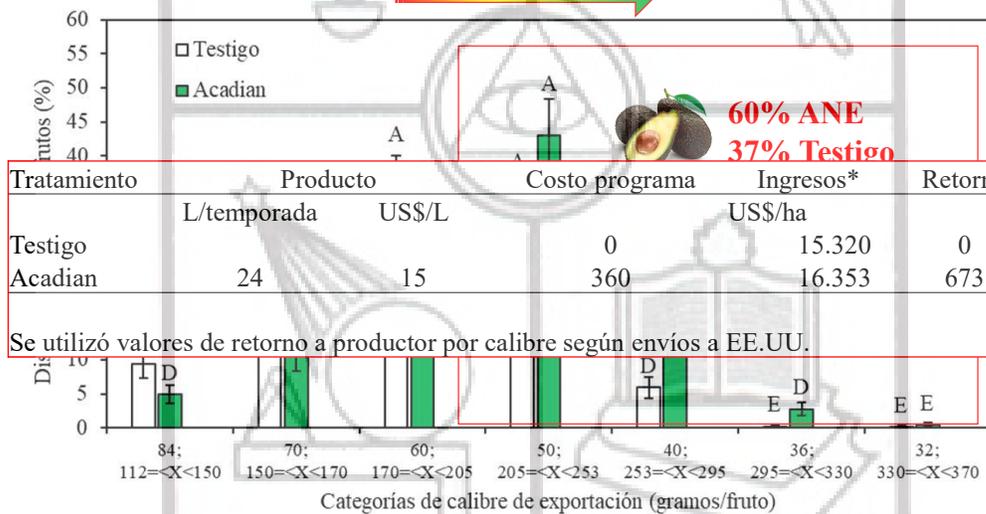
Componentes del rendimiento

Se observa una mayor respuesta de aumento de peso medio en niveles de carga bajos, indicando que aún con baja competencia de fotoasimilados, al haber menos frutos (sumideros), existiría una limitante en la fuente, por lo que la condición de estrés salino fue severa en los paltos.

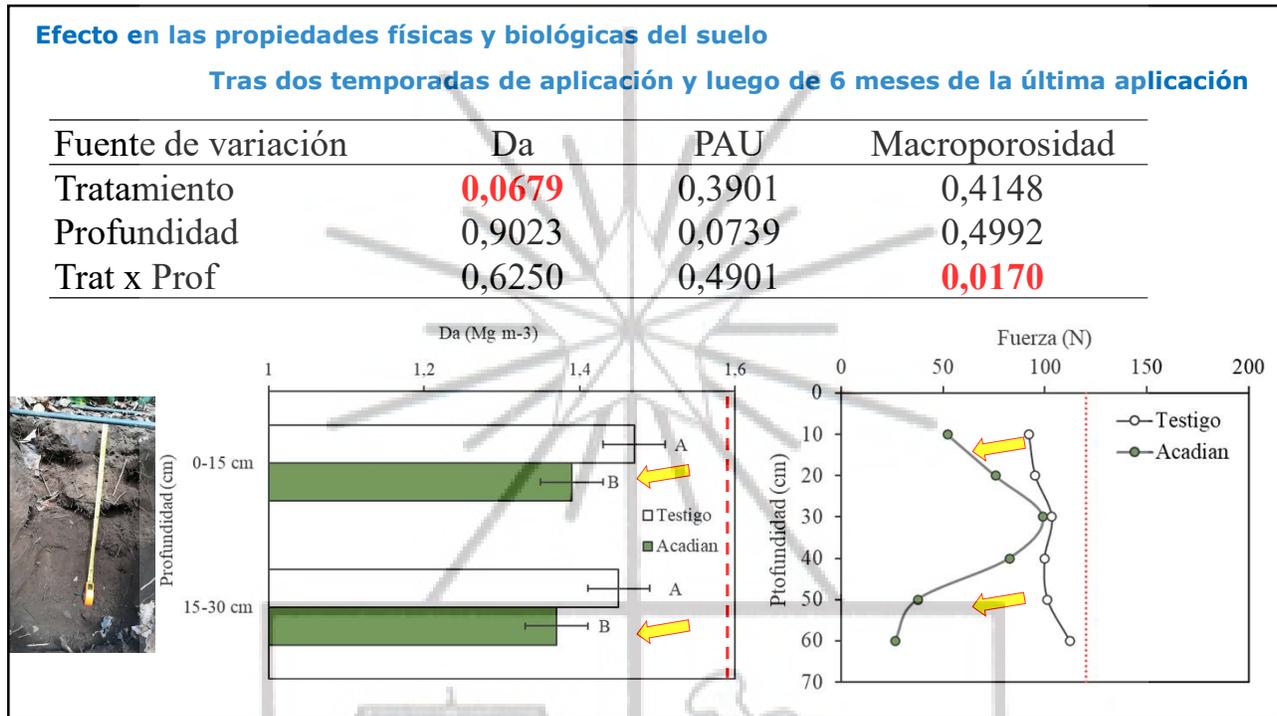


109

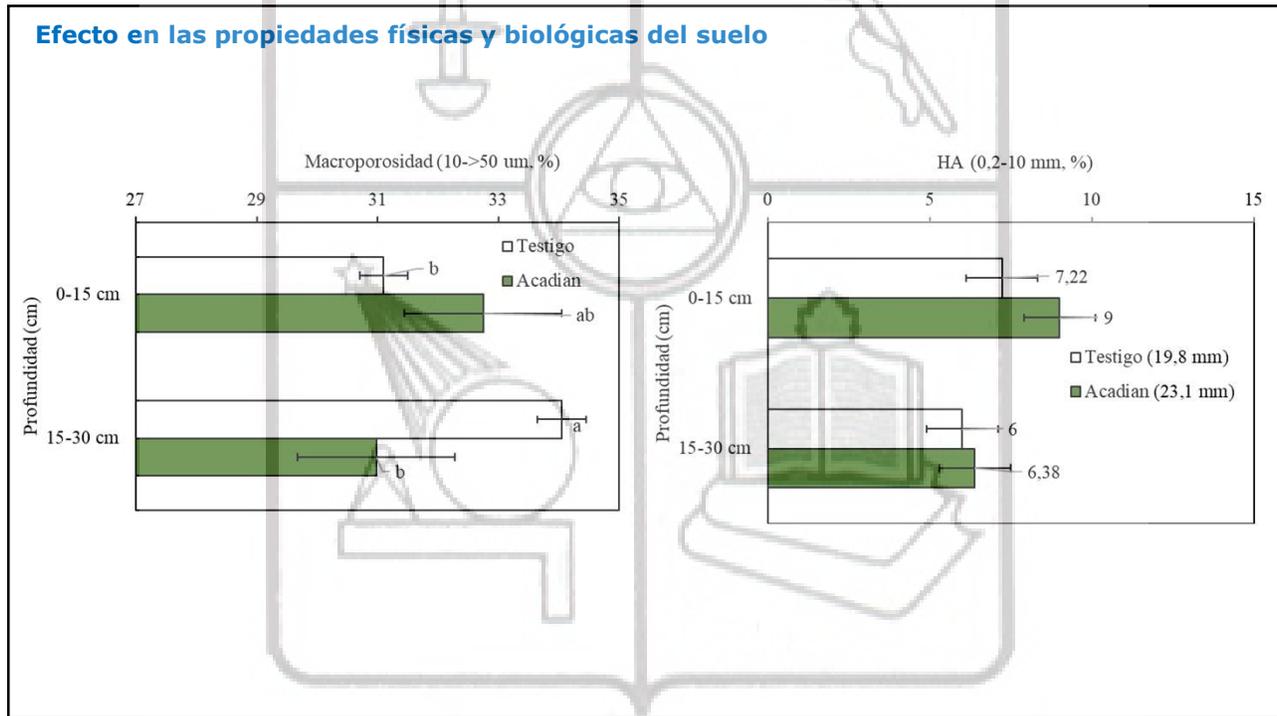
Distribución de calibre



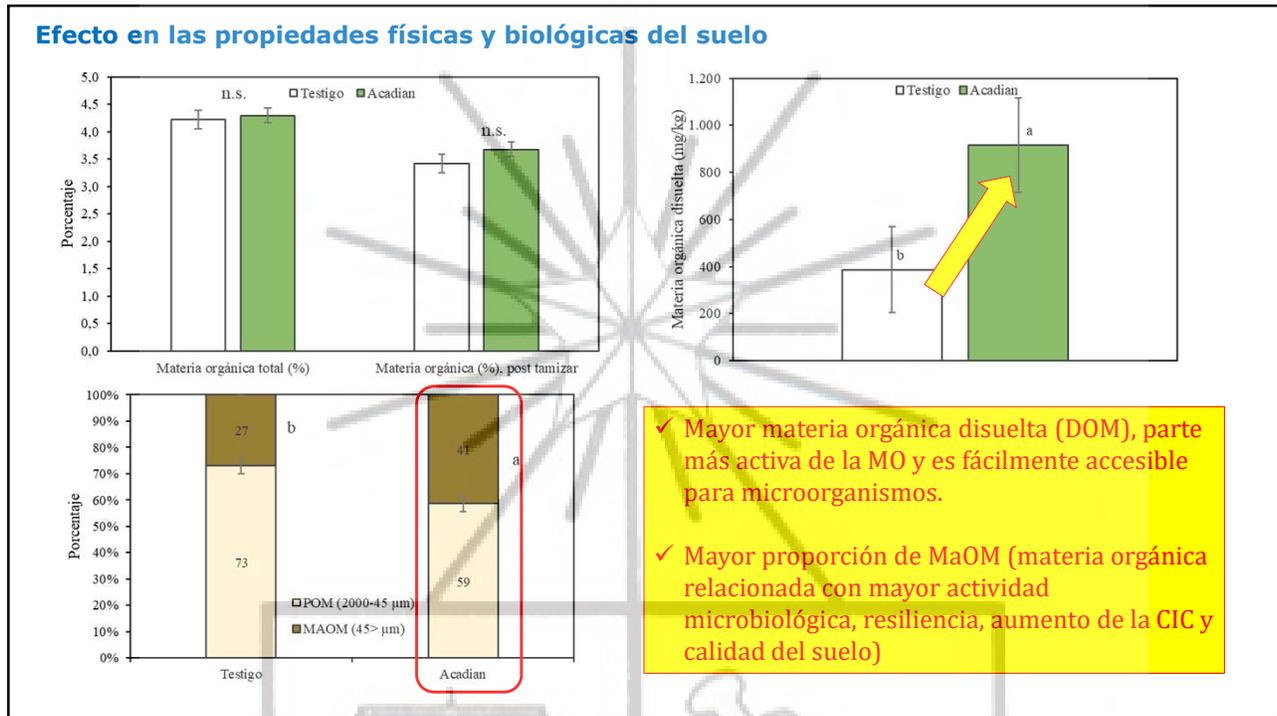
110



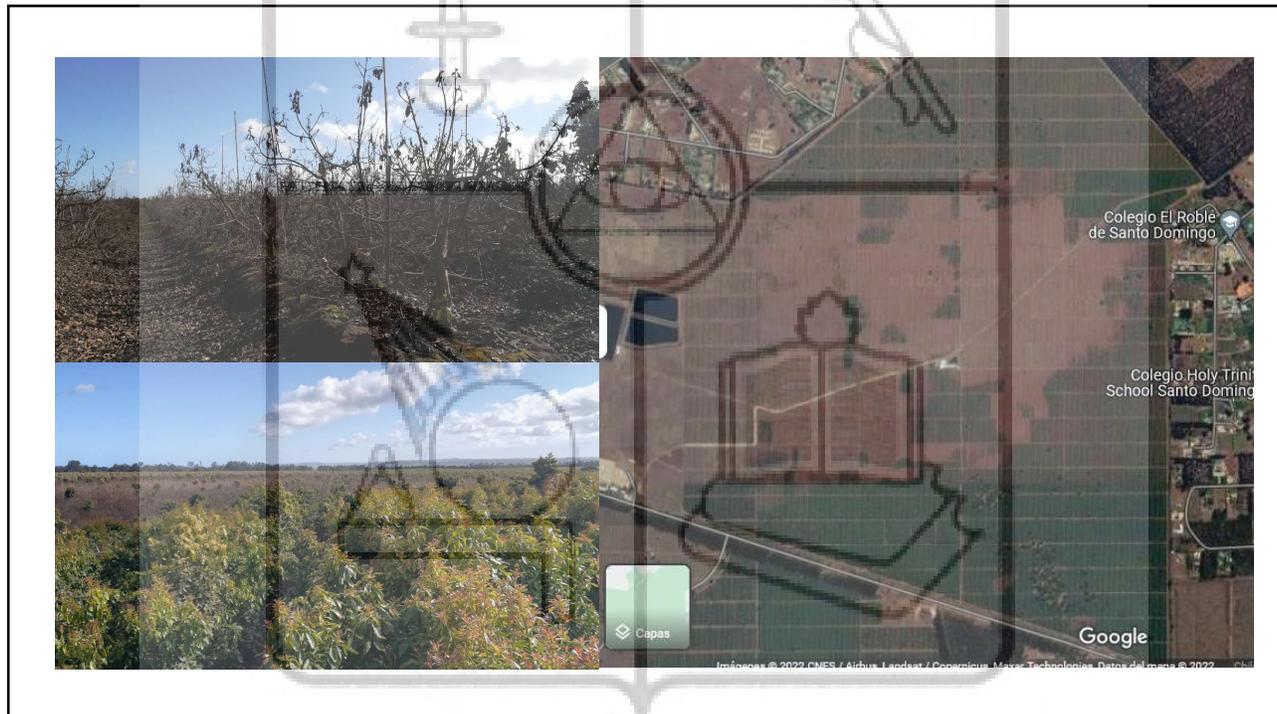
111



112



113



114

Conclusiones

La aplicación mensual de Acadian (4 L/ha; total 24 L/temporada), vía riego, fue eficaz en mitigar el impacto de un estrés salino en paltos 'Hass', mejorando el estado vegetacional de la planta, lo que repercutió en un mayor tamaño de frutos y, por consiguiente, mayor productividad y rentabilidad.

A su vez, la aplicación de Acadian incrementó la calidad del suelo, al generar mejoras en las propiedades físicas (estructura, menor compactación y, levemente, agua aprovechable) y biológicas, debido a un incremento de la materia orgánica lábil (materia orgánica disuelta y la asociación órgano-mineral de la materia orgánica).

115

EXPERIENCIAS EN ESTRÉS SALINO EN NOGALES

Journal of Applied Phycology
<https://doi.org/10.1007/s10811-024-03277-z>

RESEARCH

Mitigation of salinity stress in 'Chandler' walnuts through the application of *Ascophyllum nodosum* extracts to soil: effects on growth, yield, and its impact on physical and biological soil properties

V. Beyá-Marshall¹ · F. Quintanilla³ · O. Seguel² · C. Kremer² · E. Vargas² · T. Fichet¹

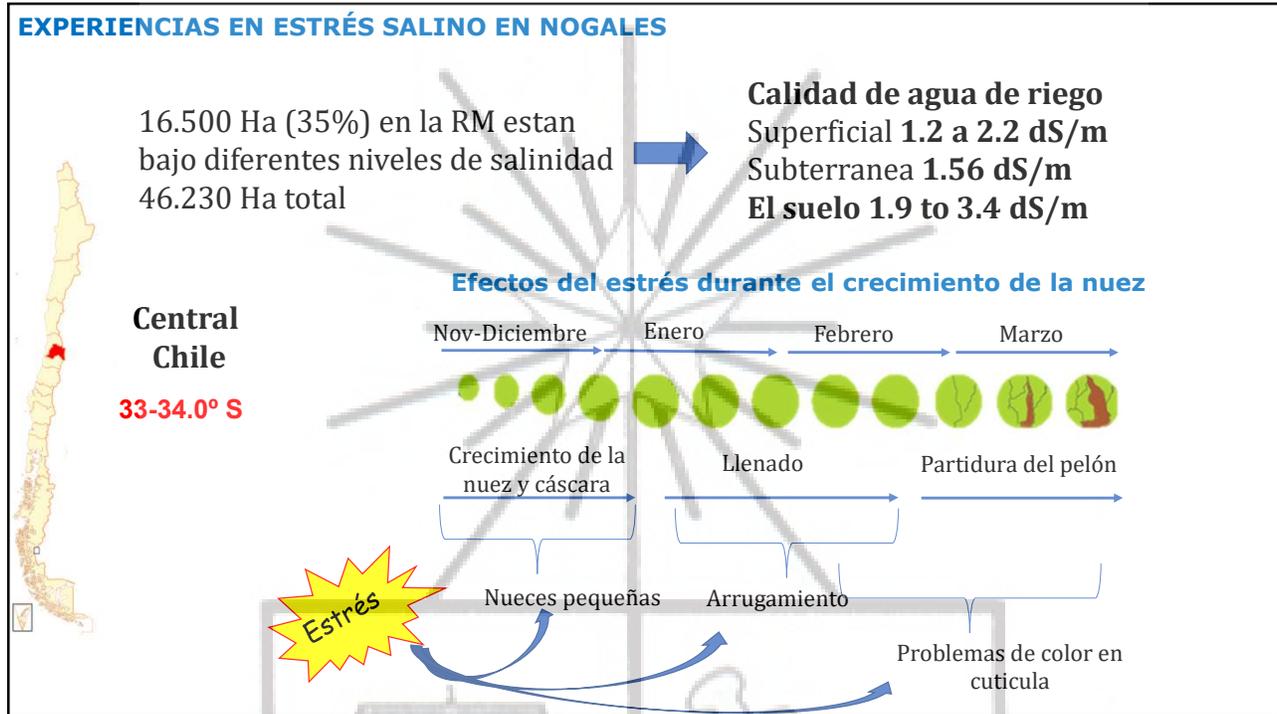
74 | **Nutrición** | Red agrícola | Septiembre 2022.



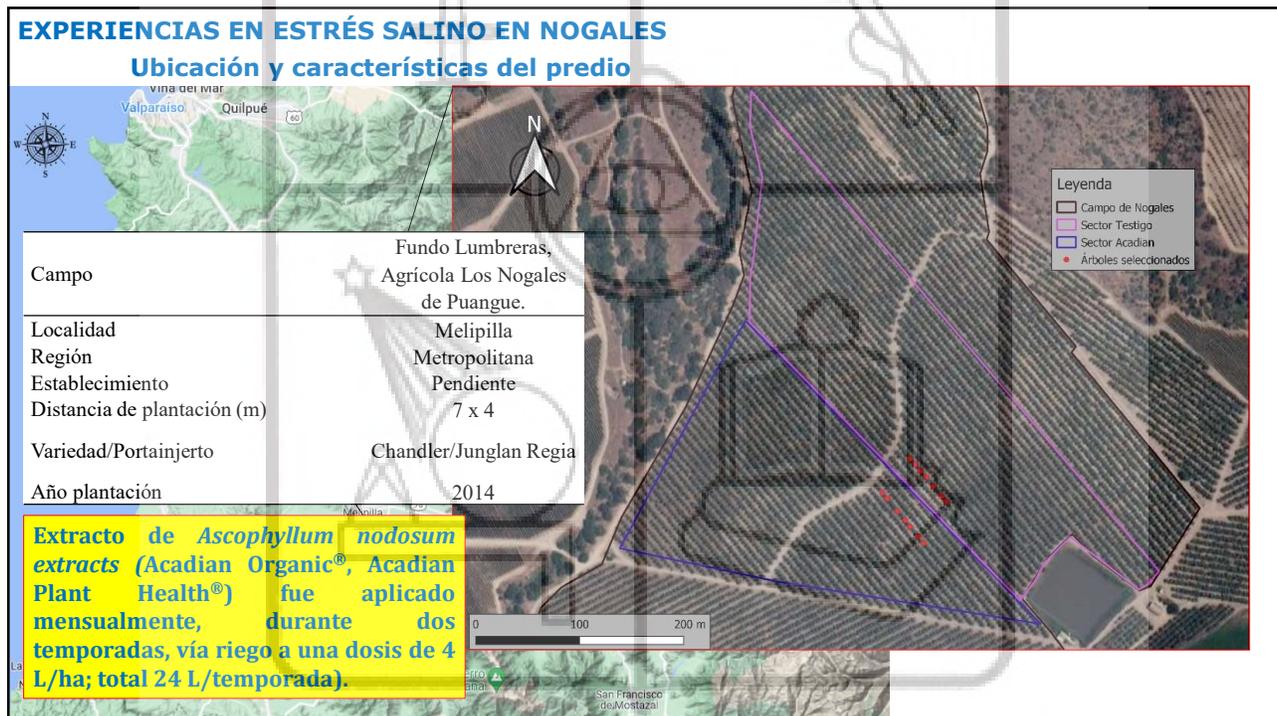
Mediante aplicación de Acadian® Organic (*Ascophyllum nodosum*) y su impacto en propiedades físicas y biológicas del suelo, tras una temporada de aplicaciones

Mitigación del daño por estrés salino en nogales Chandler

117



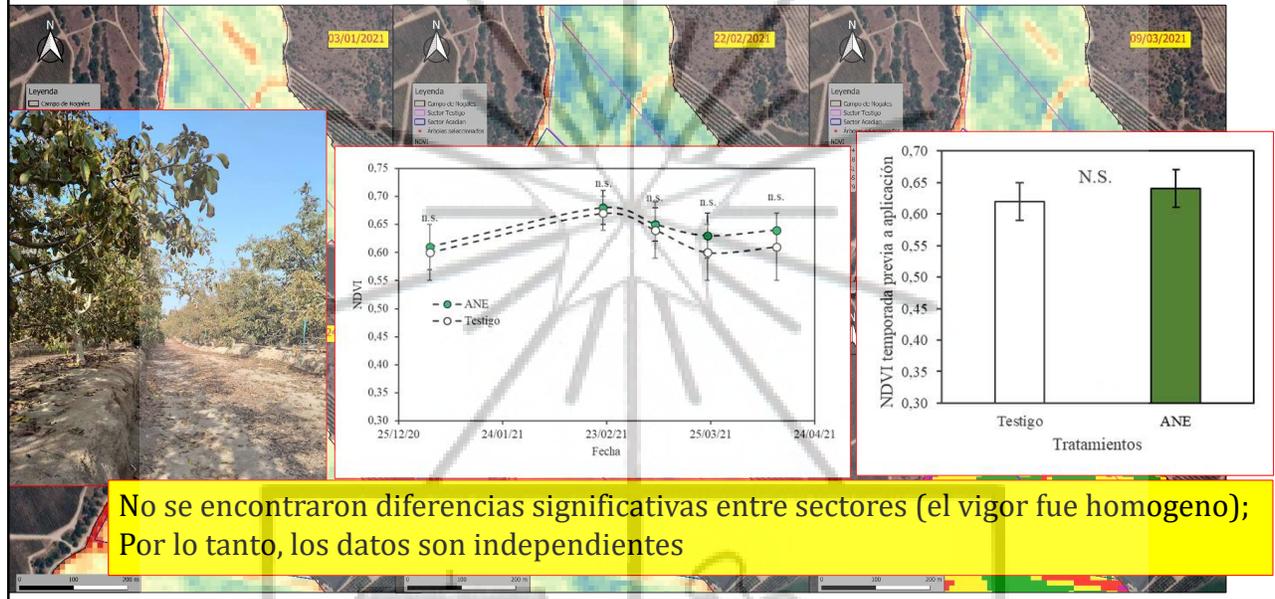
118



119

Diagnóstico y diseño experimental

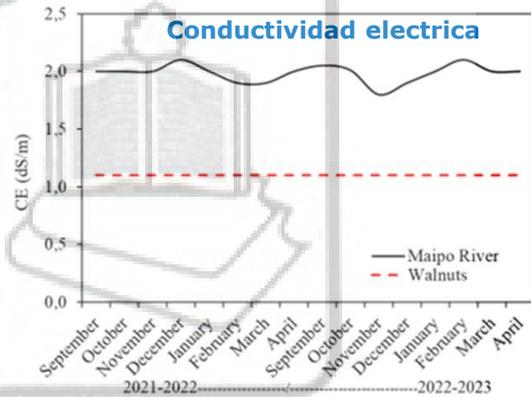
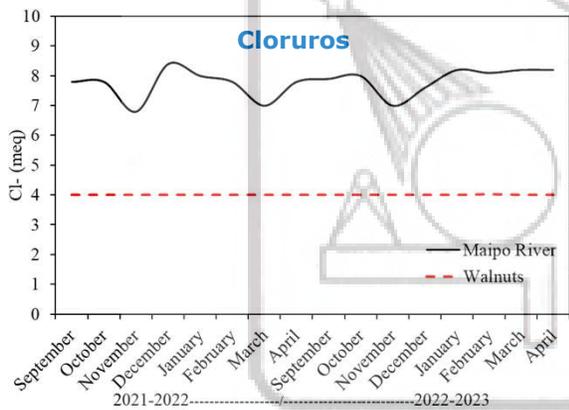
Índice de vegetación NDVI, durante la temporada previa al ensayo (2020-2021)



120

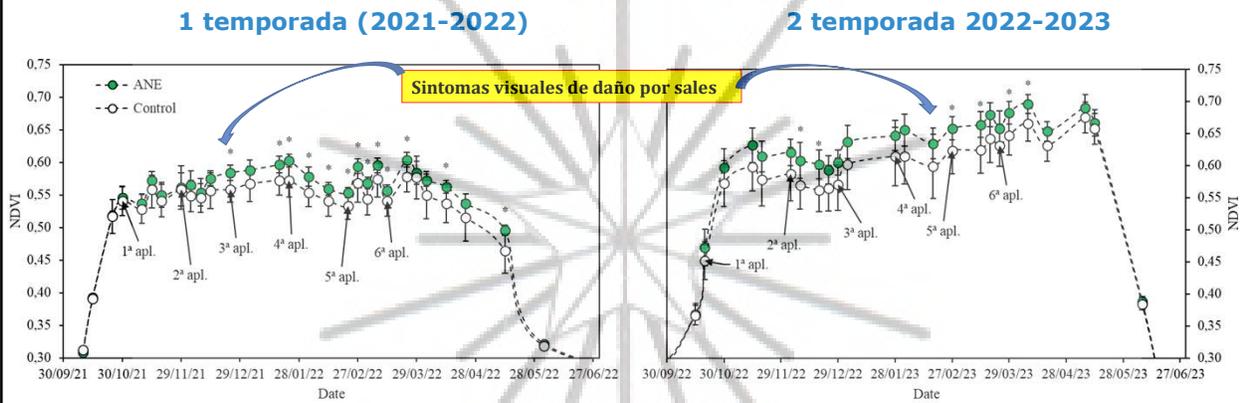
Calidad de agua de riego y análisis químico de suelo previo al establecimiento del ensayo

Tratamientos	pH	CE	MO	N	P	K	CIC	Fe	Mn	Zn	B
		dS/m	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	meq/100g	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Testigo	7,0	1,8	2,6	38,0	89,0	168	9,2	55,2	18,5	4,4	1,9
ANE	6,8	1,8	3,1	42,0	97,0	222	10,6	96,2	12,7	4,9	1,9
Rango óptimo	5,8-6,8	<1,5	>1,5	20-40	>20	155-310	15-30	4-10	4-10	1-2	1-2



121

Dinámica de la expresión vegetativa (NDVI)



Se observaron aumentos significativos en el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) con ANE, particularmente cuando comenzaron a aparecer síntomas visuales de daño por sales. * indica diferencias significativas entre tratamientos

51 escenas (fechas) analizadas

122

Dinámica de la expresión vegetativa (NDVI)



51 escenas (fechas) analizadas

123

Características vegetativas

Temporada	Tratamiento	Grosor brote cm	Largo brote cm	SPAD cm	Área foliar de brotes cm ² /brote	Necrosis %
2021-2022	Testigo	6,1 ± 0,2 a	4,1 ± 0,3	49,3 ± 0,7 b	s.d.	s.d.
	ANE	6,7 ± 0,2 b	5,1 ± 0,7	52,1 ± 0,7 a	s.d.	s.d.
	Significancia	0,0264	0,2060	0,0149		
2022-2023	Testigo	7,3 ± 0,1	7,8 ± 0,7	45,0 ± 0,8 b	910 ± 61	18,1 ± 2,7
	ANE	7,0 ± 0,1	8,9 ± 0,6	47,1 ± 0,8 a	860 ± 61	17,5 ± 2,7
	Significancia	0,1046	0,2299	0,0870	0,5779	0,8824

El índice SPAD y el índice NDVI más altos obtenidos con el tratamiento ANE refleja una mayor capacidad o eficiencia de la fotosíntesis y/o actividades de antocianinas, prolina y enzimas antioxidantes (Ali et al., 2022; Elansary et al., 2017).



124

Análisis foliar

Tratamientos	N	P	K	Ca	Mg	Cl	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	B	
	-----%						-----mg/kg-----						
1 ^a	Control	2,59	0,28	1,18	2,5	0,50	1,15	0,02	99	80	91	13	183
	ANE	2,92	0,27	1,24	2,8	0,56	1,27	0,03	102	88	98	9	199
2 ^a	Control	2,50	0,28	0,95	3,49	0,69	1,39	0,02	135a	93	74a	19	264
	ANE	2,61	0,29	0,95	3,68	0,71	1,38	0,02	111b	83	55b	19	251
Rango Óptimo		2,2-3,2	0,1-0,2	1,2-1,8	1,0-2,0	0,3-0,6	<0,3	<0,1	50-150	30-100	18-60	4-20	36-200

Rango adecuado según Hirzel (2014).

Mitigación a nivel celular del daño por sales (estrés oxidativo)



125

Componentes del rendimiento

1 temporada (2021-2022)

Tratamiento	fPARi	Carga frutal		Tamaño de fruto		Productividad kg/m ² PARi	Frutos con falta de llenado %
		frutos/m ² PARi	gramos	mm	mm		
Testigo	0,45 ± 0,02	150 ± 10	9,4 ± 0,3	31,6 ± 0,2	1,33 ± 0,04	39,6 ± 3,3 a	
ANE	0,48 ± 0,02	132 ± 10	10,0 ± 0,3	31,9 ± 0,2	1,40 ± 0,04	28,1 ± 3,7 b	
Significancia (p-value)	0,1745	0,2478	0,1684	0,3726	0,2925	0,0552	
Covariable (carga frutal)			0,4760	0,7229	<0,0001		



**+6% tamaño de fruto
+5% productividad**

5.985 kg/ha
6.277 kg/ha **+288 kg/ha**

2 temporada (2022-2023)

Tratamiento	fPARi	Carga frutal		Tamaño de fruto		Productividad kg/m ² PARi	Frutos con falta de llenado %
		frutos/m ² PARi	gramos	mm	mm		
Testigo	0,63 ± 0,02	161 ± 6	8,6 ± 0,1 b	29,2 ± 0,2 b	1,36 ± 0,02 b	8,61 ± 2,1	
ANE	0,66 ± 0,02	158 ± 14	9,3 ± 0,1 a	30,6 ± 0,2 a	1,46 ± 0,02 a	7,24 ± 0,8	
Significancia (p-value)	0,2332	0,8410	0,0040	0,0001	0,004	0,5434	
Covariable (carga frutal)			0,2926	0,2864	<0,0001		



**+7% tamaño de fruto
+7% productividad**

8.568 kg/ha
9.636 kg/ha **+630 kg/ha**

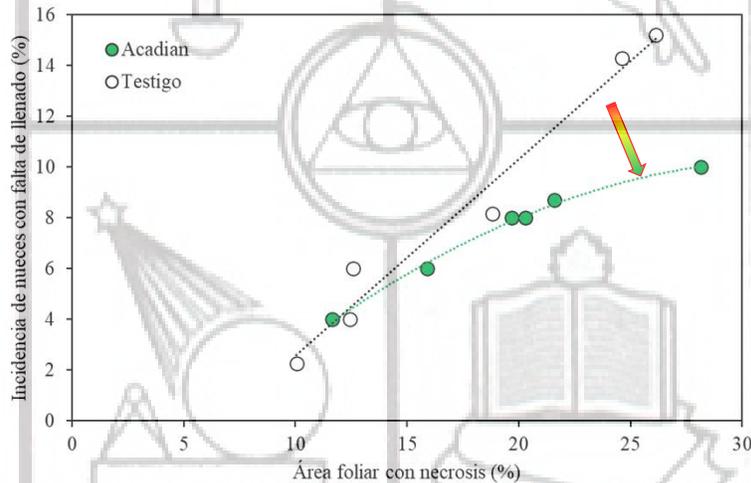
Normal



Falta de llenado

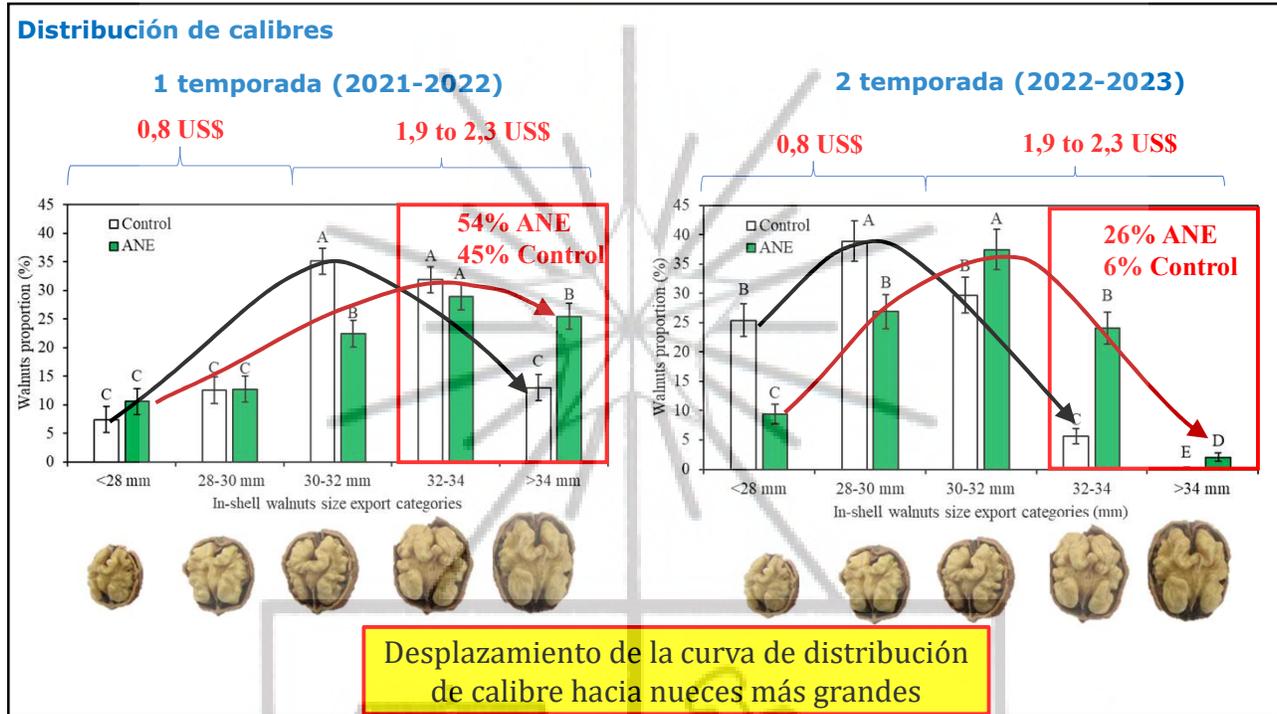
126

Incidencia de nueces con falta de llenado

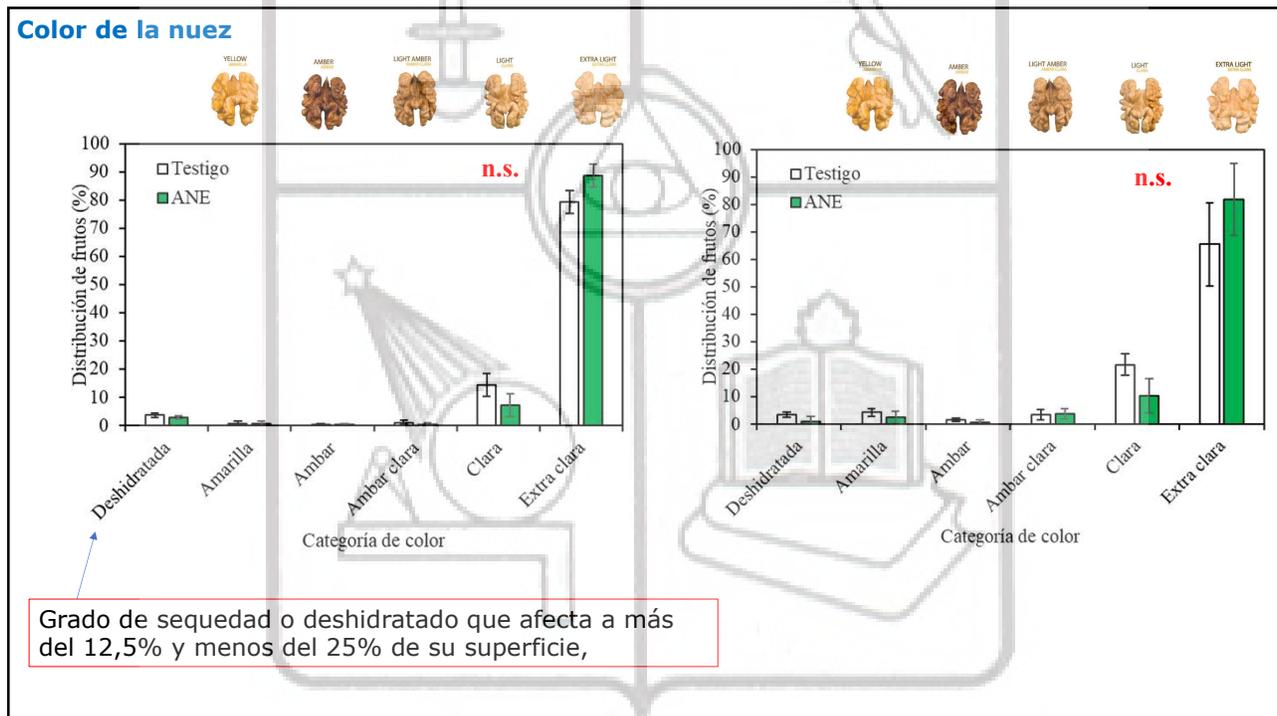


A partir del 10% del área foliar necrótica, la incidencia de "falta de llenado" comienza a aumentar, pero en el caso del tratamiento ANE la tasa de aumento fue menor, indicando una mitigación del estrés salino.

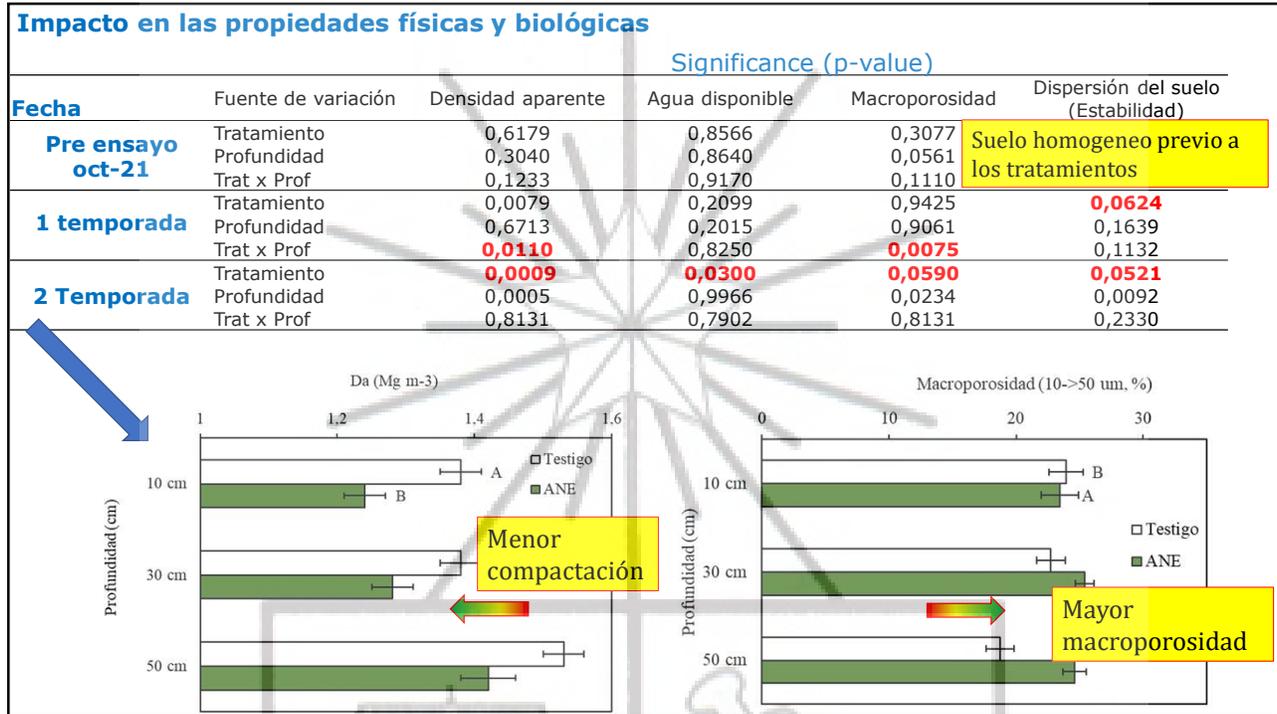
127



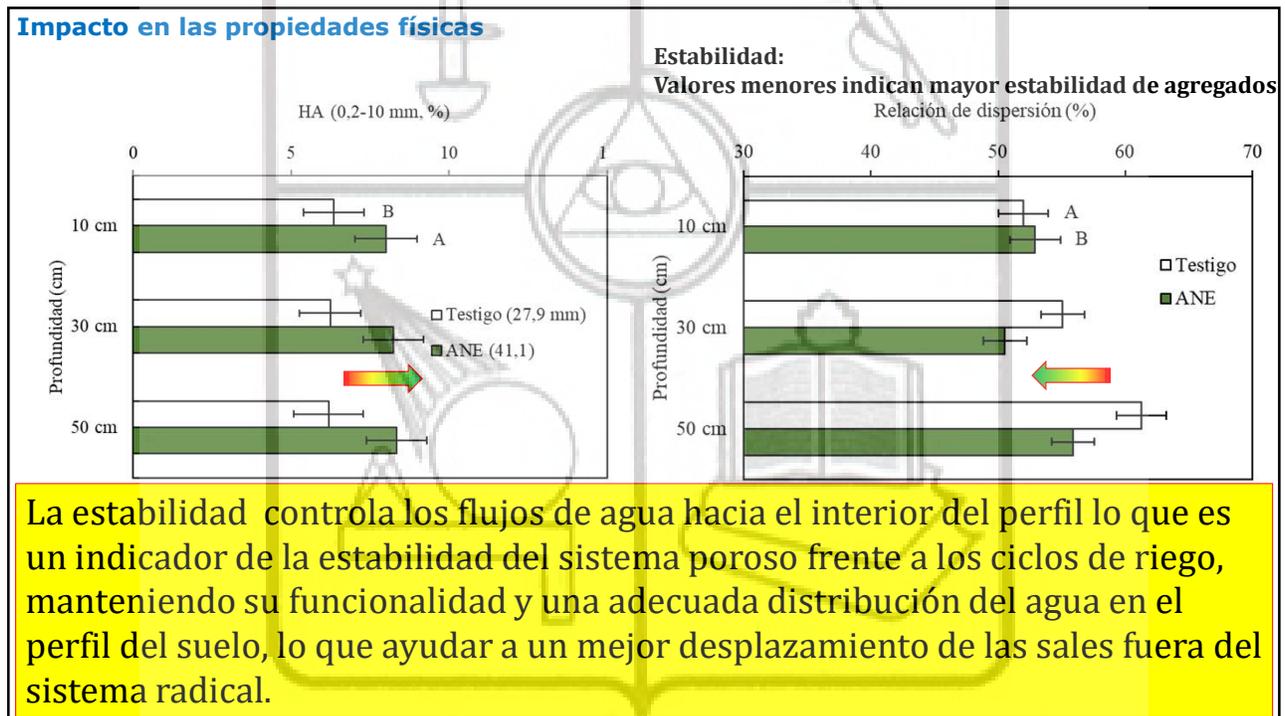
128



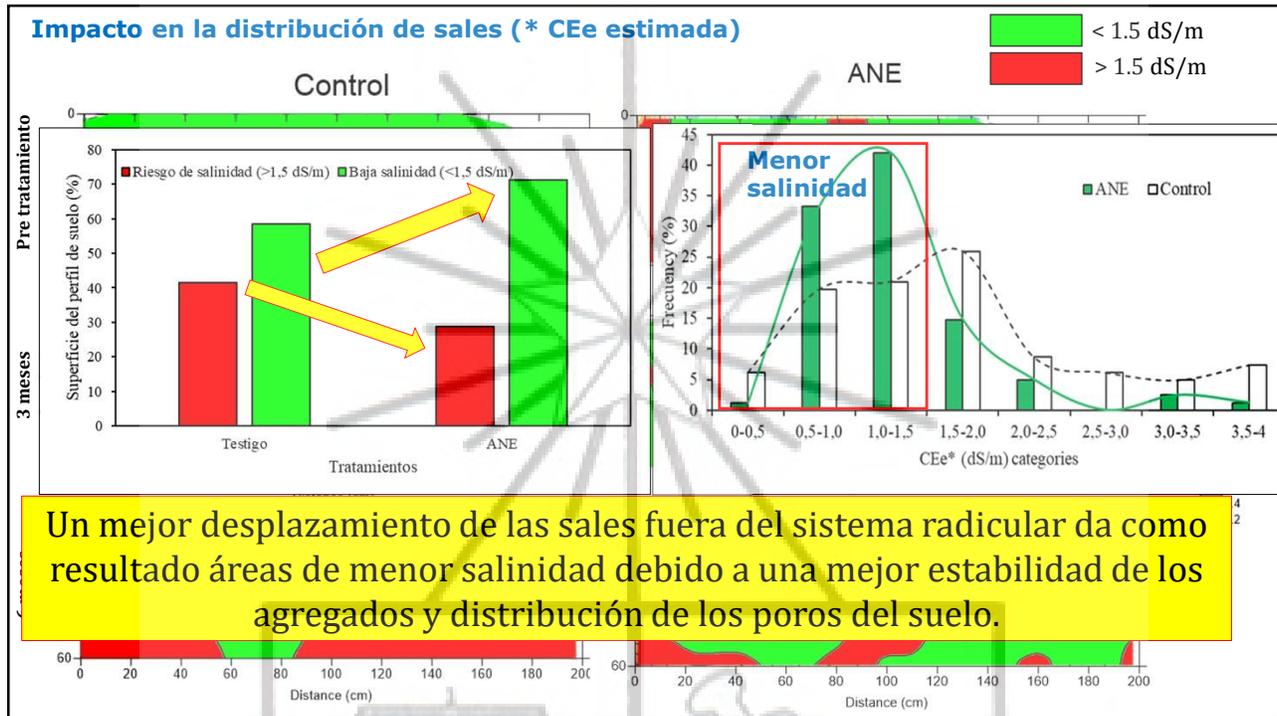
129



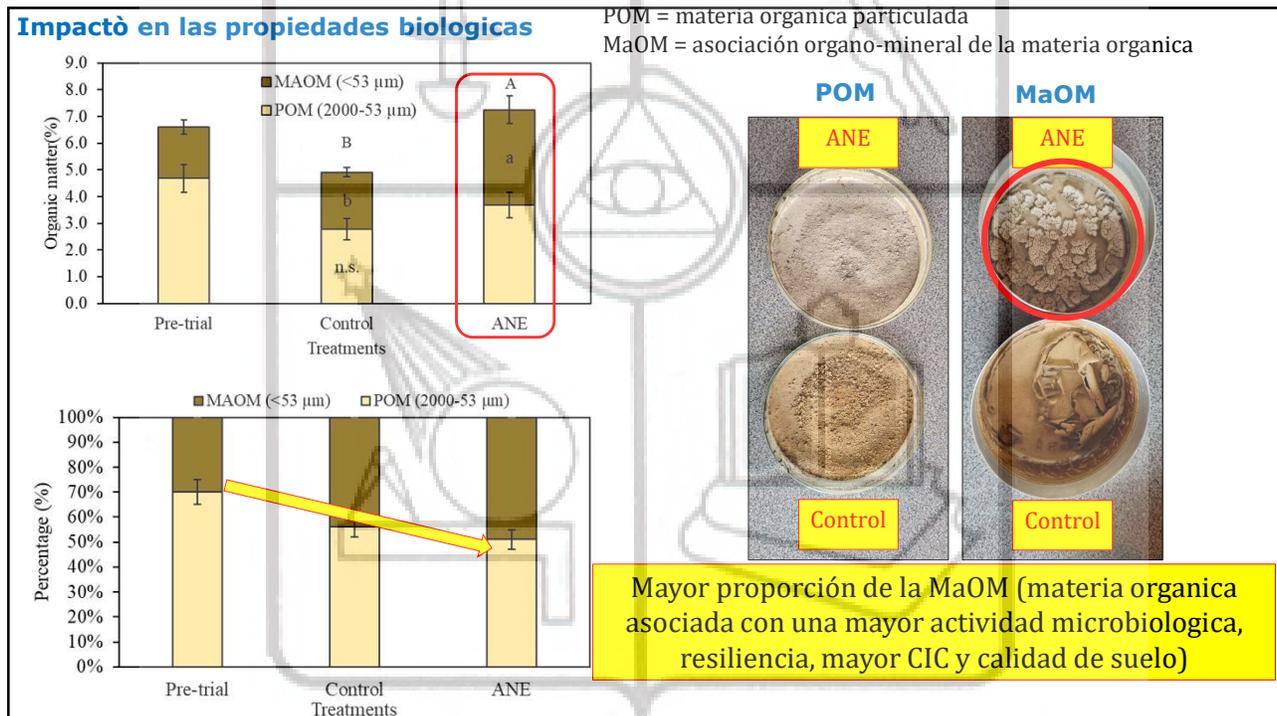
130



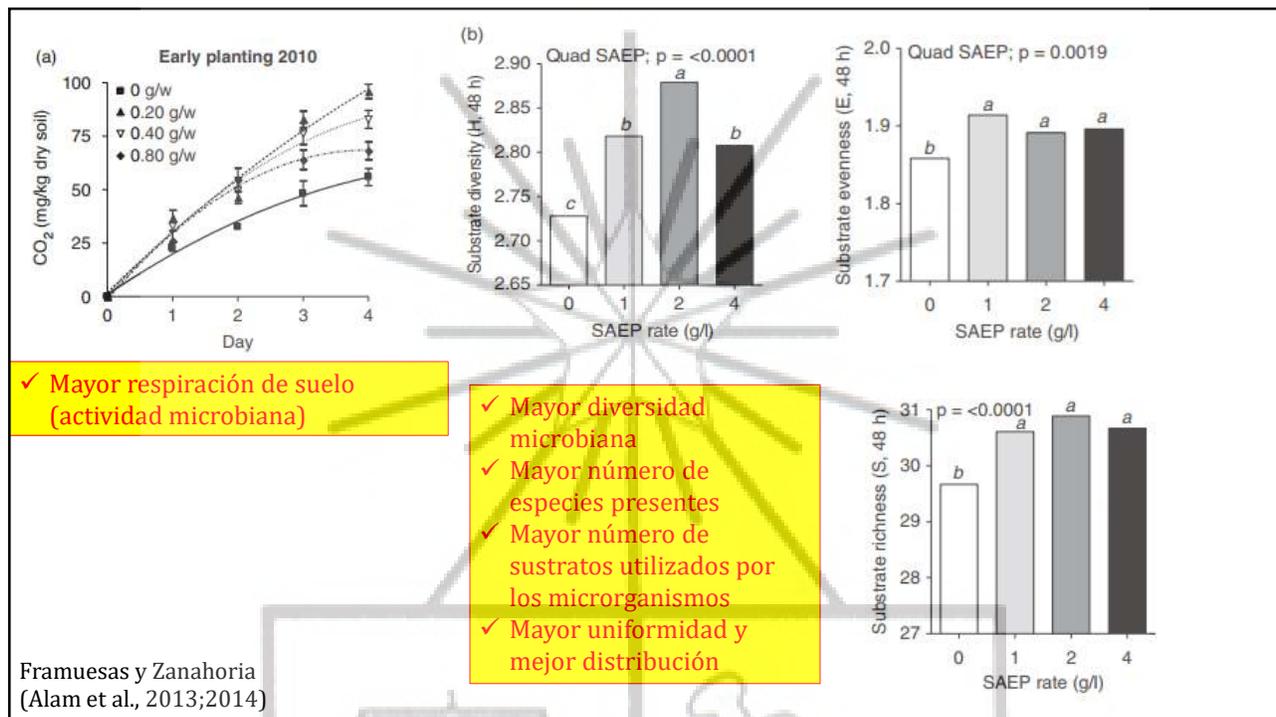
131



132



133



134

Conclusions

La aplicación mensual de ANE (Acadian Organic®; 4 L/ha; total 24 L/temporada), vía riego, fue eficaz en mitigar el impacto de un estrés salino en nogales 'Chandler', mejorando el estado vegetacional de la planta, lo que repercutió en un mayor grosor de brotes y verdor de las hojas, además de un mayor tamaño de frutos y con mejor calidad de la nuez, al tener menor incidencia de deshidratación o falta de desarrollo o "llenado", asegurando una mejor desempeño y productividad.

A su vez, la aplicación de Acadian incrementó la calidad del suelo, al generar mejoras en las propiedades físicas (estructura, menor compactación y macroporosidad) y biológicas, debido a un incremento de la materia orgánica total, principalmente, de la fracción órgano-mineral de la materia orgánica.

135