



BellotoAgro
Tecno-ciencia aplicada

Portainjertos: Clave para la Adaptación Frutícola al Cambio Climático.

AgroTrade Chile 2023

Francisco González Valdés

Ing. Agrónomo Magíster en Ciencias Vegetales

Asesor en paltos y cítricos

BellotoAgro



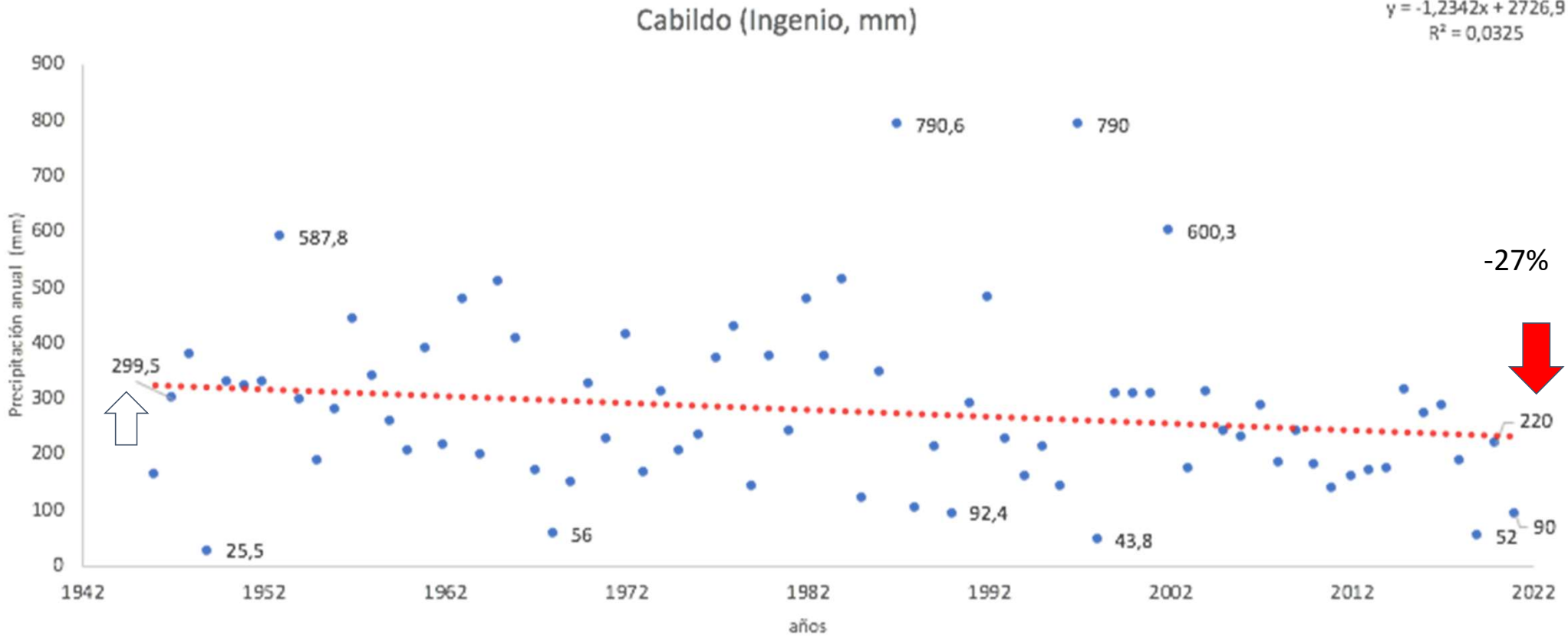


Principales problemáticas actuales de la Industria.

- Cambio Climático: Déficit pluviometría , agotamiento de reservas de agua.
- Salinización de los suelos: alcalinidad y cloruros
- Replante de huertos.
- Rentabilidad: Aumento sostenido de costos de insumos.
- Eficiencia productiva: escasez y aumento costo de mano de obra.



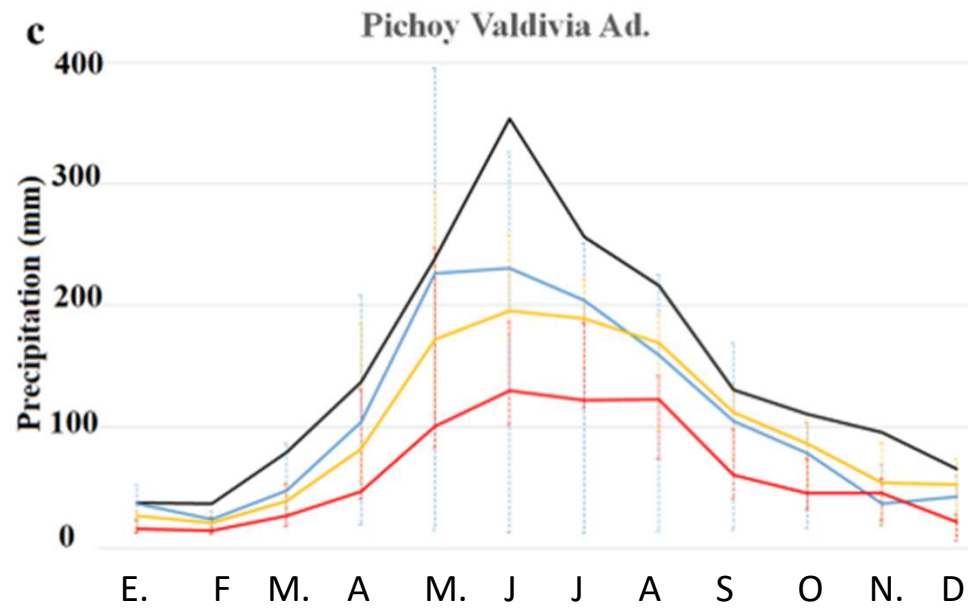
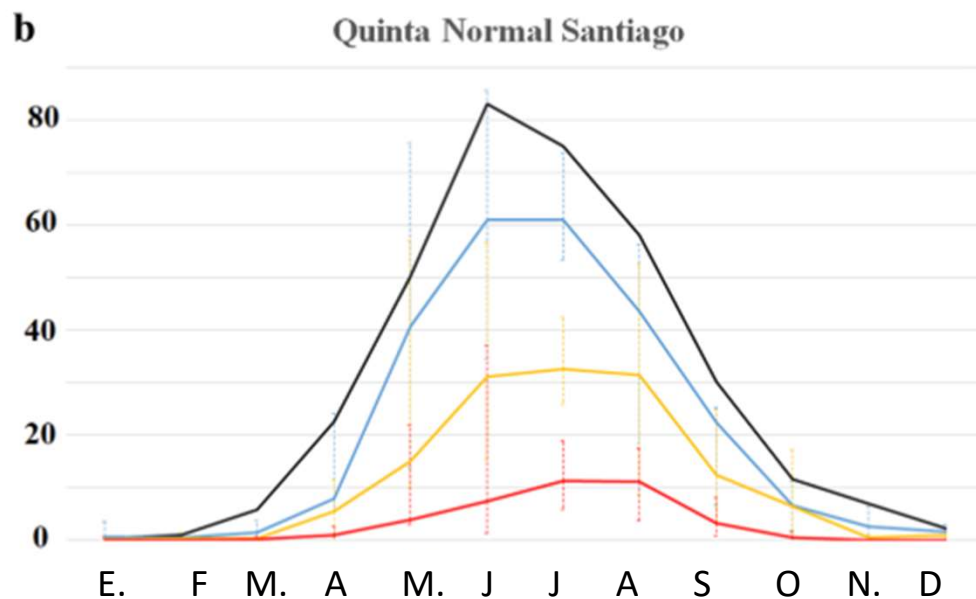
Evidencia estadística de 80 años: La pluviometría en Cabildo





Cambio climático: Escenarios de pluviometría (mm) para Chile Central y Sur

— Observations — RCP2.6 — RCP4.5 — RCP8.5



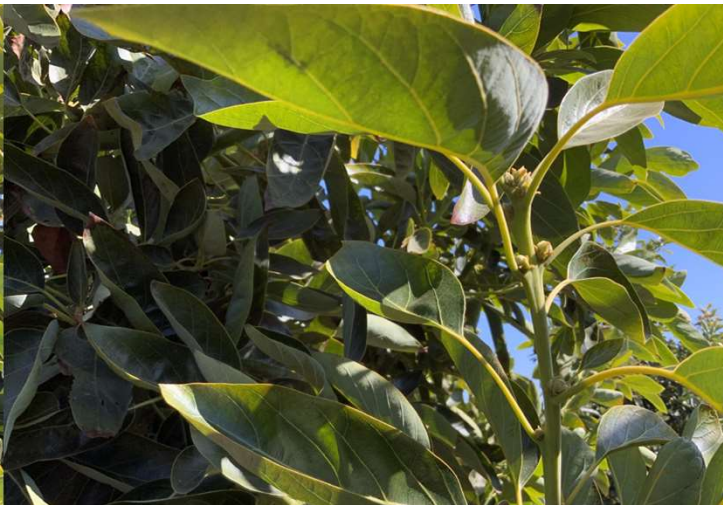
RCP 2.6: Optimista, emisiones gases efecto invernadero declinan a partir de 2020 y llega a cero en 2100

RCP 4.5: Intermedio, Peak de emisiones de gases efecto invernadero llegan a cero en 2040 y luego declinan

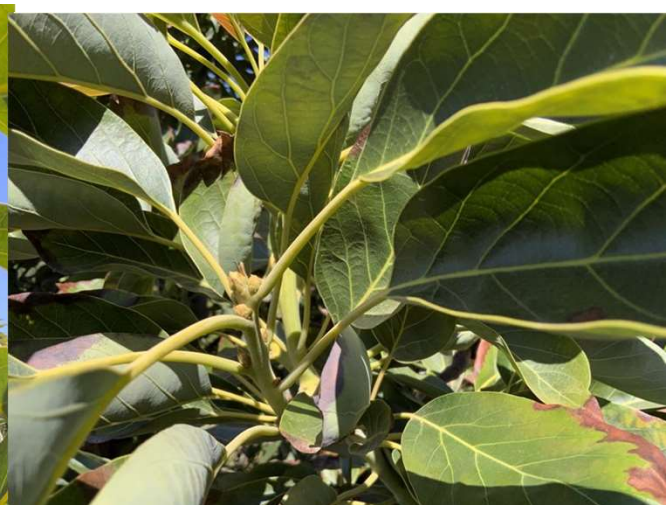
RCP 8.5: Negativo. Peak de emisiones de gases efecto invernadero continúan durante el siglo 21.



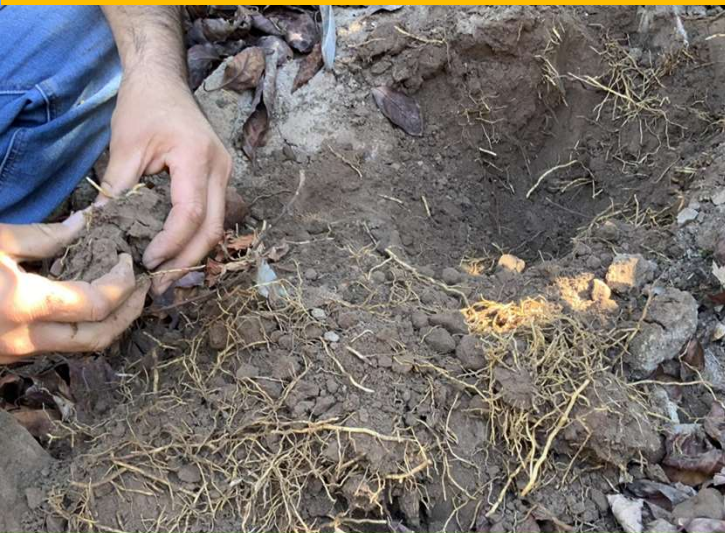
Hass/ Zutano (4 años)- 19/5/2023 Quilimarí. CE 1.29 dS/m; Cl 4.9 meq/L



Hass/ Clonal Dusa (4 años). 19/5/2023 Quilimarí. CE 1.29 dS/m; Cl 4.9 meq/L

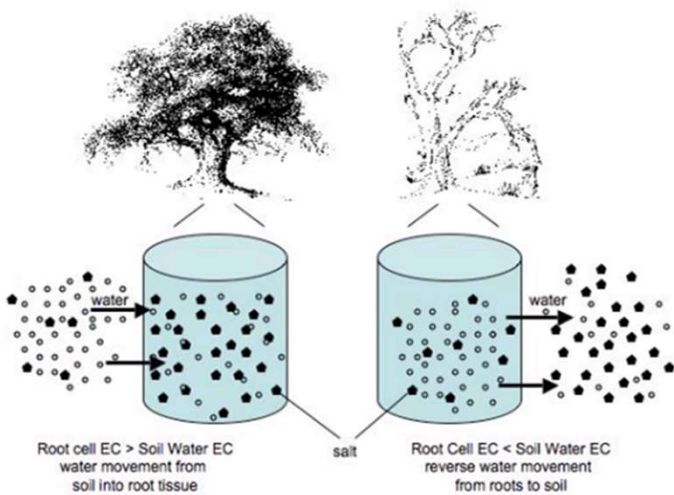


Hass/Zutano (6 años) 11/5/2023. Mallarauco. CE_w 1 dS/m, Cl 4,1 meq/L (agua de pozo)





Salinidad



CE de célula de la raíz > CE_w. AGUA: desde el suelo hacia tejido de raíz

CE de célula de la raíz < CE_w. AGUA: desde el tejido de la raíz absorbente hacia el suelo.



Hass/Velvik (5 años) 11/5/2023. Mallarauco. CE 1,7 dS/m, Cl 7,3 meq/L (agua de canal)



Hass/Mexícola (20 años) 14/06/2021. Quilimarí. CE_w 1.96 dS/m, Cl 11.7 meq/L (agua pozo)

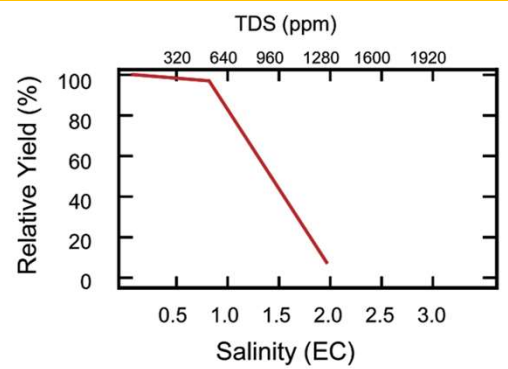


Figure 3. Production function model for avocado yields in relation to soil salinity. Model is based on the irrigation water EC and does not take into account accumulation of salts with inadequate leaching practices. Adapted from Oster and Arpaia 2007.



Salinización: Efecto osmótico, cambio en la dirección del movimiento del agua



Daño del 10% de follaje, implica una pérdida del 40% de raíces (Crowley 2008).



Principales problemáticas actuales de la Industria.

- Cambio Climático: Déficit pluviometría , agotamiento de reservas de agua.
- Salinización de los suelos.
- Replante de huertos.
- Aumento sostenido de insumos (fertilizantes, enmiendas de suelo, agroquímicos).
- Escasez y aumento de mano de obra.

Desafío: Uso de estrategias y herramientas tecnológicas para aumentar la eficiencia productiva.



Región Metropolitana

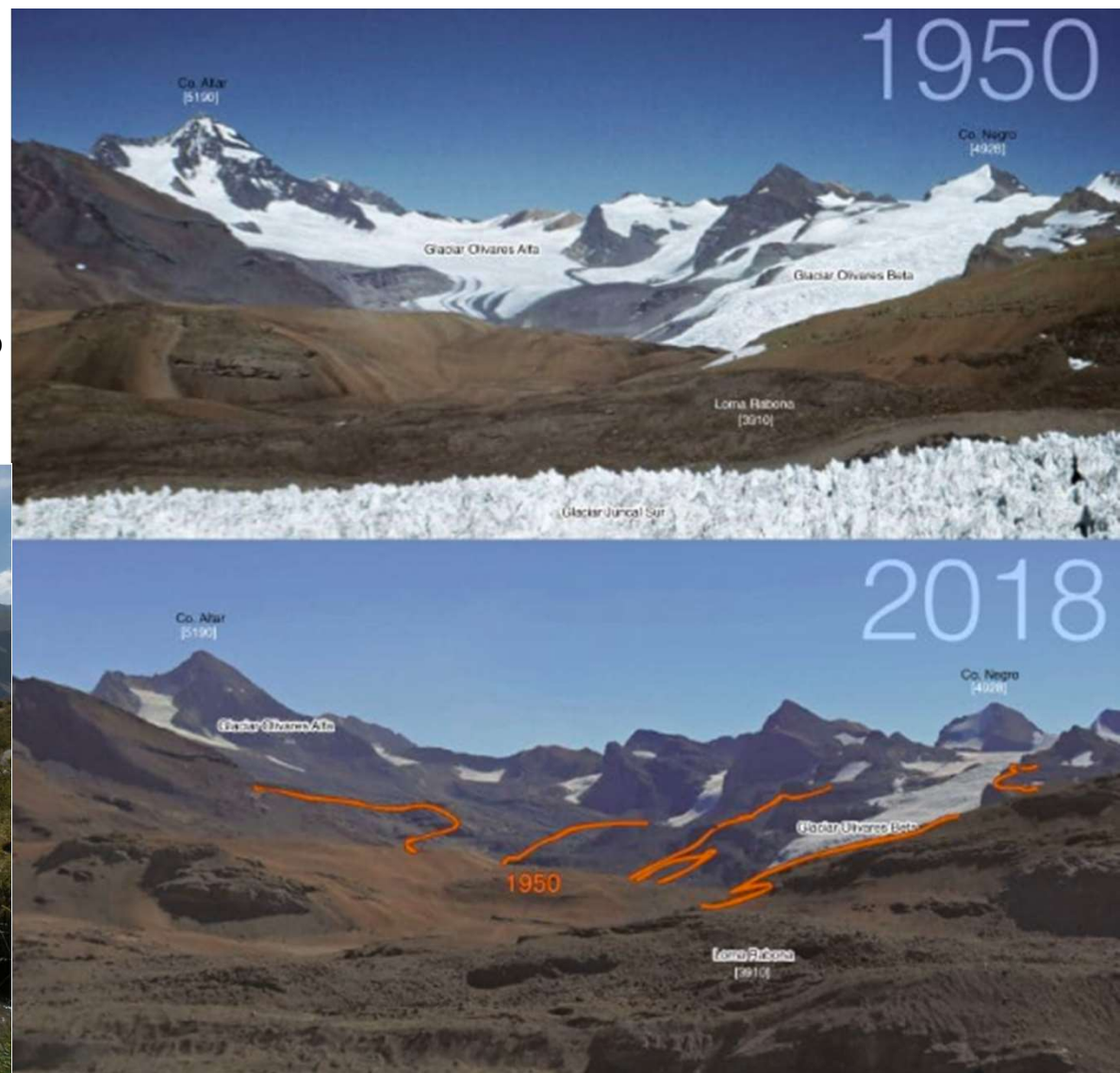
Cuenca del río Maipo: 388 km².

Una de las subcuencas que más agua aporta es el Río Olivares.

Los glaciares Alfa, Beta, Gamma, Juncal Sur se han reducido desde 110 a 54 km²



San José de Maipo 5/3/2011



<https://glaciologia.cl/glaciares/zona-centro/cuenca-alta-del-olivares-completa/>



Portainjertos Clonales de Palto

- Tolerancia condiciones edáficas limitantes: cloruros, sodio, alcalinidad (carbonatos).
- Tolerancia a patógenos: *Phytophthora*, *Verticillium*.
- Tolerante a Replante.
- Mayor productividad.
- Hipoxia, baja oxigenación (¿?)



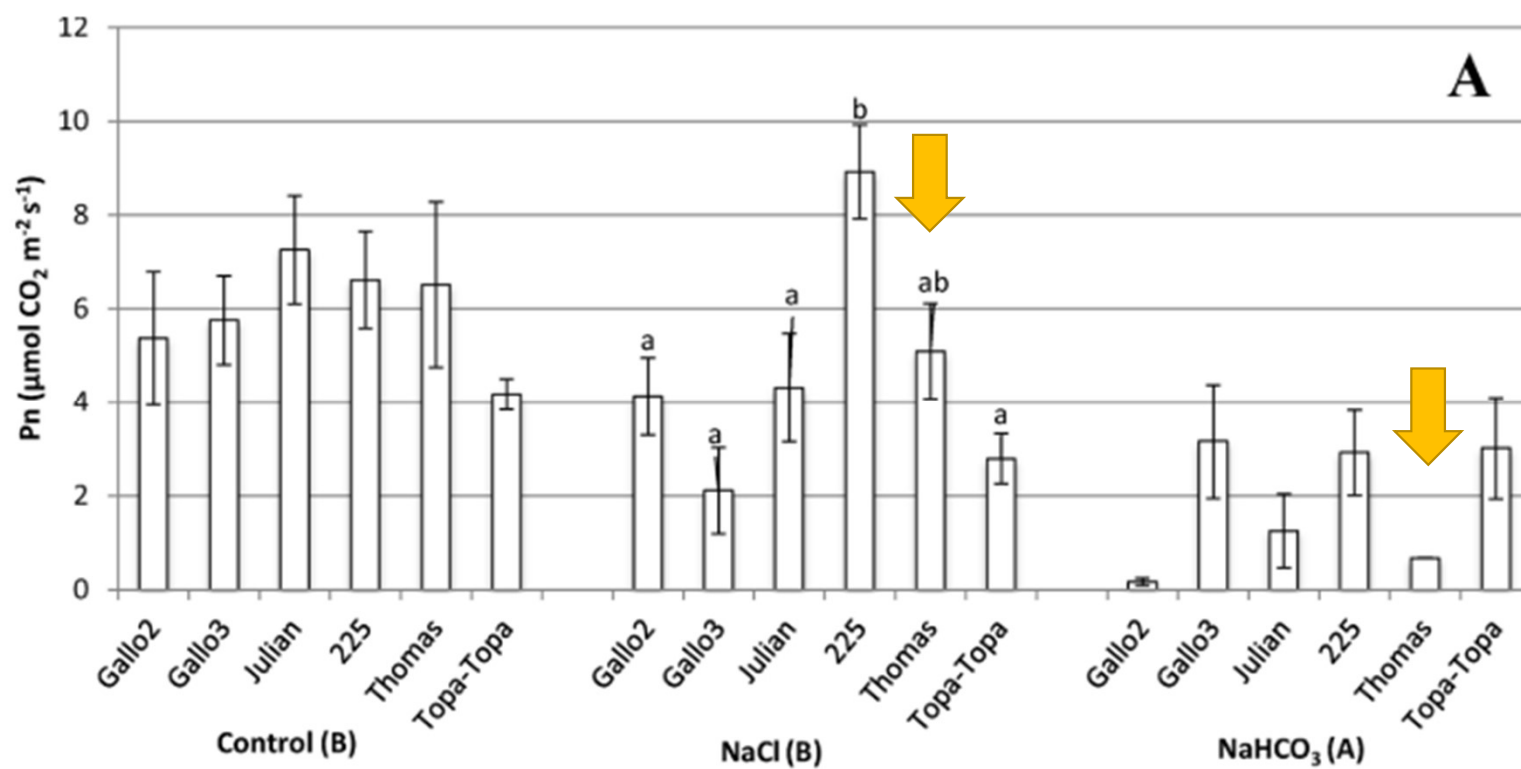
Portainjertos de Palto y rango de tolerancia a Cloruros según Raza

Variedades de porta injertos	Concentración de Cloruros suelo (mg/kg = ppm)	Concentración cloruros suelo (meq/100 gr = cmol-/kg)
Raza mexicana	120 a 150 ppm	3,4 a 4,2
Raza Guatemalteca	200 a 250 ppm	5,7 a 7,1
Raza antillanos	350 a 500 ppm	10 a 14



Salinidad. Efecto fitotóxico: reducción de tasa fotosintética.

Fotosíntesis neta





Article

Rootstock-Dependent Response of Hass Avocado to Salt Stress

Silit Lazare ^{1,*} , Yafit Cohen ² , Eitan Goldshtein ² , Uri Yermiyahu ¹ , Alon Ben-Gal ¹  and Arnon Dag ¹ 

Plants 2021, 10, 1672

¹ Gilat Research Center, Agricultural Research Organization, Volcani Institute, M.P. Negev, Gilat 8528000, Israel; uri4@volcani.agri.gov.il (U.Y.); bengal@volcani.agri.gov.il (A.B.-G.); arnondag@volcani.agri.gov.il (A.D.)

² Institute of Agricultural Engineering, Agricultural Research Organization, Volcani Institute, Rishon LeZion 7505101, Israel; yafitush@volcani.agri.gov.il (Y.C.); eitan@volcani.agri.gov.il (E.G.)

* Correspondence: silitl@volcani.agri.gov.il; Tel.: +972-8-992-8647



Salinidad: Respuesta portainjerto dependiente de paltos “Hass” a estrés salino

20 porta injertos x 25 repeticiones plantados en 2013.

Franco.

Marzo 2019: NaCl 280 a 300 mg/L
CE: 1.4 a 1,5 dS/m

35 repeticiones por portainjerto

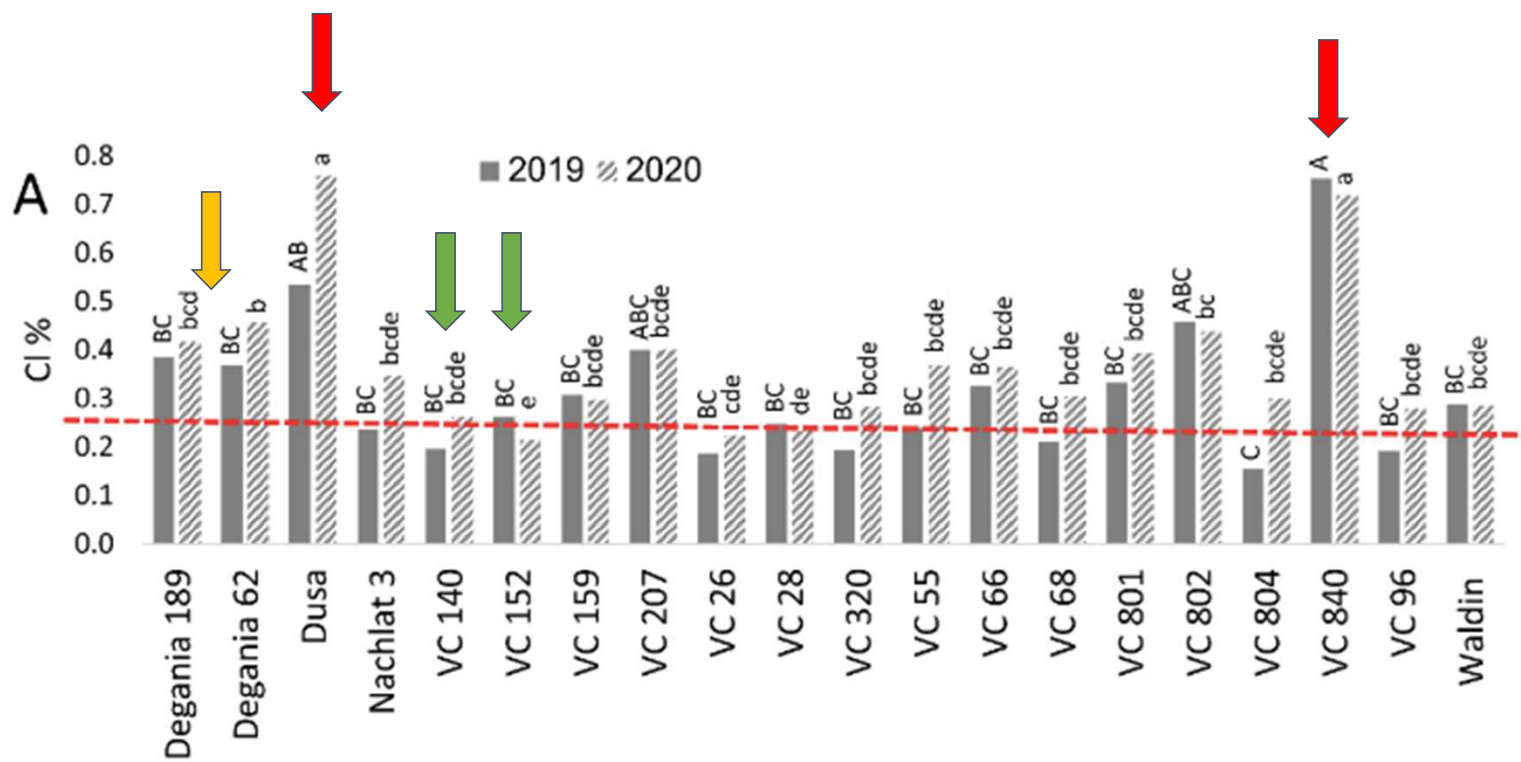
Table 1. Rootstocks evaluated in the experiment.

Rootstock	Origin	Propagation Method
Degania 189	WI	Seedling
Degania 62	WI	Seedling
Dusa	Mex × Gu	VC
Nachlat 3	WI	Seedling
VC 140	WI	Clonales
VC 152	WI	
VC 159	WI	
VC 207	Mex × WI	
VC 26	WI	
VC 28	WI	
VC 320	WI	
VC 55	WI	
VC 66	WI	
VC 68	WI	
VC 801	WI	VC
VC 802	WI	VC
VC 804	WI	VC
VC 840	Mex	VC
VC 96	WI	VC
Waldin	WI	VC

WI—West Indian; Mex—Mexican; Gu—Guatemalan; and VC—vegetatively cloned.



Salinidad: Respuesta portainjerto dependiente de patos "Hass" a estrés salino



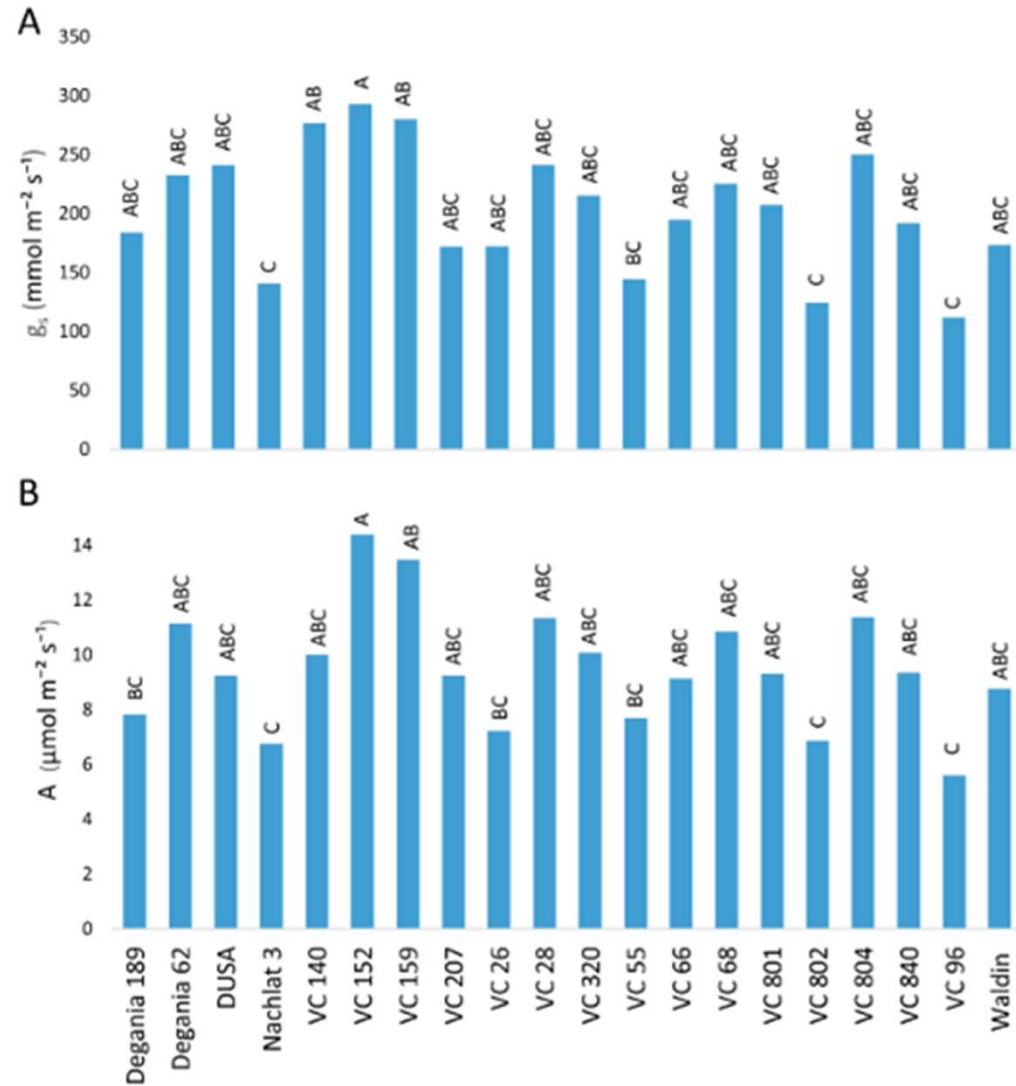


Salinidad: Respuesta fisiológica de portainjerto

- 1º.VC 152
- 2º VC 159
- 3º Dusa,Waldin
- 4º Degania 189
- 5º Nachlat 3 (semilla)

Conductancia estomática

Fotosíntesis

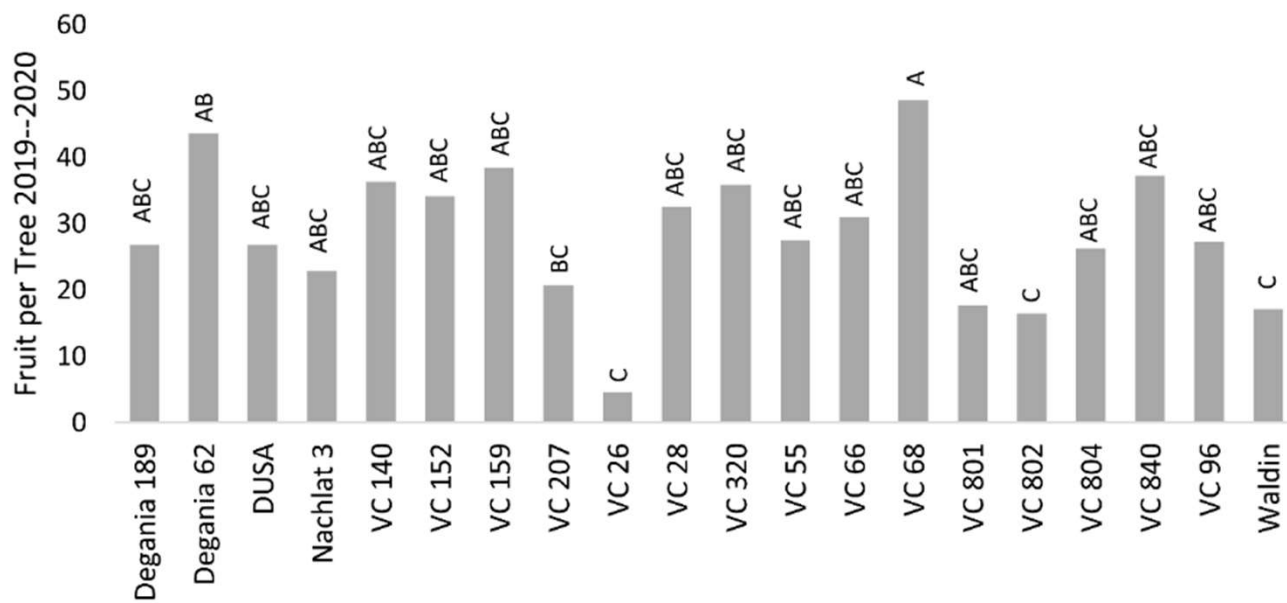


Conductancia estomática (A) y Asimilación de CO₂ (B) de paltos 'Hass' injertados sobre varios portainjertos, después de 18 meses de salinización. Letras diferentes representan diferencias significativas ($p \leq 0.05$),



Salinidad: Respuesta portainjerto dependiente de paltos "Hass" a estrés salino

Producción bianual 2019-2020 (frutos/árbol). Diferentes letras representan diferencias significativas ($p < 0,05$).
CE 1,4 a 1,5 dS/m



Más Susceptible

1. VC 840
2. Dusa
3. VC 802
4. Degania 189
5. VC 801
6. VC 207
7. Waldin
8. Nachlat 3
9. VC 26
10. VC 55
11. VC 66
12. VC 96
13. VC 28
14. Degania 62
15. VC 68
16. VC 320
17. VC 804
18. VC 152
19. VC 140
20. VC 159

Menos Susceptible





Portainjertos Clonales de Palto

- Tolerancia condiciones edáficas limitantes: cloruros, sodio, alcalinidad (carbonatos).
- Tolerancia a patógenos: *Phytophthora*, *Verticillium*.
- Tolerante a Replante.
- Mayor productividad.
- Hipoxia, baja oxigenación (¿?)



Tolerancia a patógenos: *Verticillium*





plants



Article

Management of *Verticillium* Wilt of Avocado Using Tolerant Rootstocks

Amnon Haberman ^{1,2} , Leah Tsrer (Lahkim) ¹, Silit Lazare ¹ , Marina Hazanovsky ¹, Sara Lebiush ¹, Isaac Zipori ¹, Amnon Busatn ³, Eli Simenski ⁴ and Arnon Dag ^{1,*}

Plants **2020**, *9*, 531; doi:10.3390/plants9040531

www.mdpi.com/journal/plants



Tolerancia a patógenos: Verticillium

23 porta injertos plantados en 2013.

Franco arenoso, inoculado con Verticillium en 2011 (papas)

Marzo 2019: NaCl 280 a300 mg/L
CE: 1.4 a 1,5 dS/m

600 árboles incluyendo polinizantes
Ettinger

Table 1. Evaluated rootstocks.

Rootstock	Race (Putative) ^a	Propagation Method	Origin
VC26	W.I.	Clonal	A. Ben-Ya'acov collection; Israel
VC27	W.I.	Clonal	A. Ben-Ya'acov collection; Israel
VC28	W.I.	Clonal	A. Ben-Ya'acov collection; Israel
VC55	W.I.	Clonal	A. Ben-Ya'acov collection; Israel
VC66	W.I.	Clonal	A. Ben-Ya'acov collection; Israel
VC68	W.I.	Clonal	A. Ben-Ya'acov collection; Israel
VC96	W.I.	Clonal	A. Ben-Ya'acov collection; Israel
VC140	W.I.	Clonal	A. Ben-Ya'acov collection; Israel
VC152	W.I.	Clonal	A. Ben-Ya'acov collection; Israel
VC159	W.I.	Clonal	A. Ben-Ya'acov collection; Israel
VC162	W.I.	Clonal	A. Ben-Ya'acov collection; Israel
VC207	W.I.×Mex.	Clonal	Day; U.S.
VC320	W.I.	Clonal	Kaiima Bio Agritech; Israel
VC801	W.I.	Clonal	A. Ben-Ya'acov collection; Israel
VC802	W.I.	Clonal	A. Ben-Ya'acov collection; Israel
VC804	W.I.	Clonal	A. Ben-Ya'acov collection; Israel
VC840	Mex.	Clonal	A. Ben-Ya'acov collection; Israel
Latas	Mex.×Gu.	Clonal	Westfalia Fruit; South Africa
Dusa	Mex.×Gu.	Clonal	Westfalia Fruit; South Africa
Waldin	W.I.	Seed	U.S.
Degania 62	W.I.	Seed	A. Ben-Ya'acov collection; Israel
Degania 189	W.I.	Seed	A. Ben-Ya'acov collection; Israel
Nachlat 3	W.I.	Seed	A. Ben-Ya'acov collection; Israel

^a West Indian: W.I., Mexican: Mex., Guatemalan: Gu.



Tolerancia a patógenos: Verticillium

44% de infestación fue detectada.

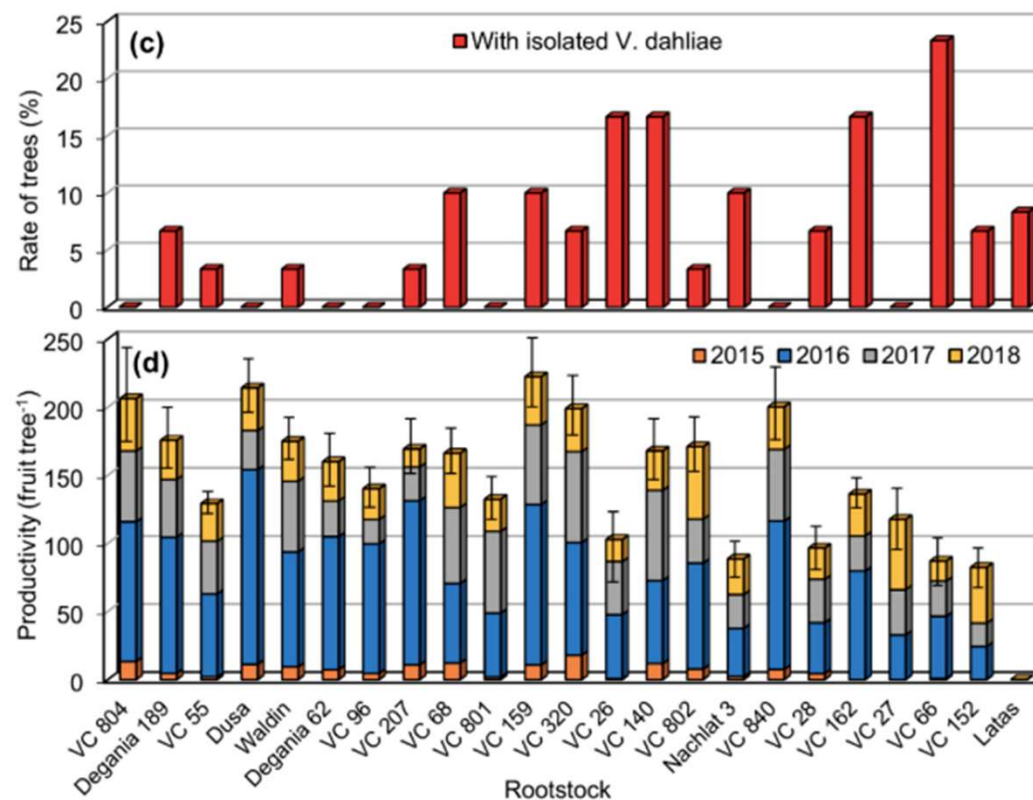
“Latas” es el más susceptible

En 6 portainjertos la incidencia de la enfermedad fue muy alta (50 a 80%)

Latas, VC152, VC66, VC162, VC140, VC26)

Producción sobre 200 fruits tree⁻¹:

VC159, Dusa, VC804, VC840



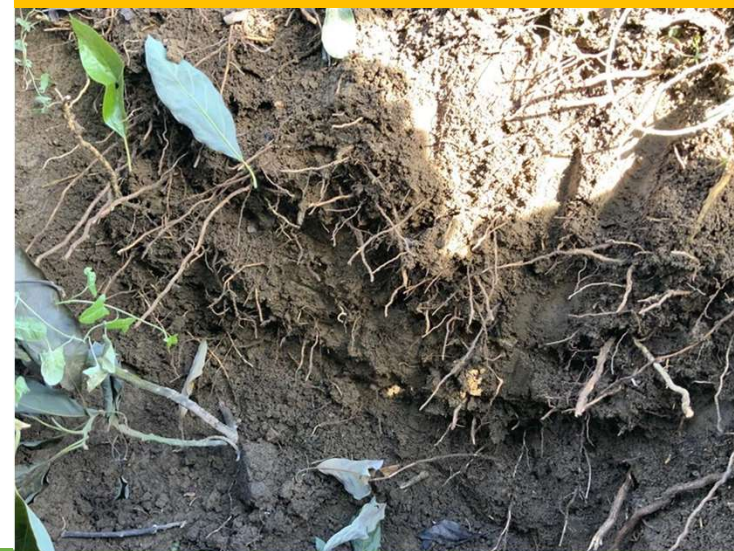


Productividad

Incidencia de enfermedades de la madera con manejos intensivos como anillados



Hass/ Clonal Dusa (3 años). 26/4/2023, Cabildo-
Anillado en Abril 2022. Suelo franco arcilloso





Portainjertos Clonales de Palto

- Tolerancia condiciones edáficas limitantes: cloruros, sodio, alcalinidad (carbonatos).
- Tolerancia a patógenos: *Phytophthora*, *Verticillium*.
- Tolerante a Replante.
- Mayor productividad.
- Hipoxia, baja oxigenación (¿?)

Huerto Cabildo

Mayo de 2007

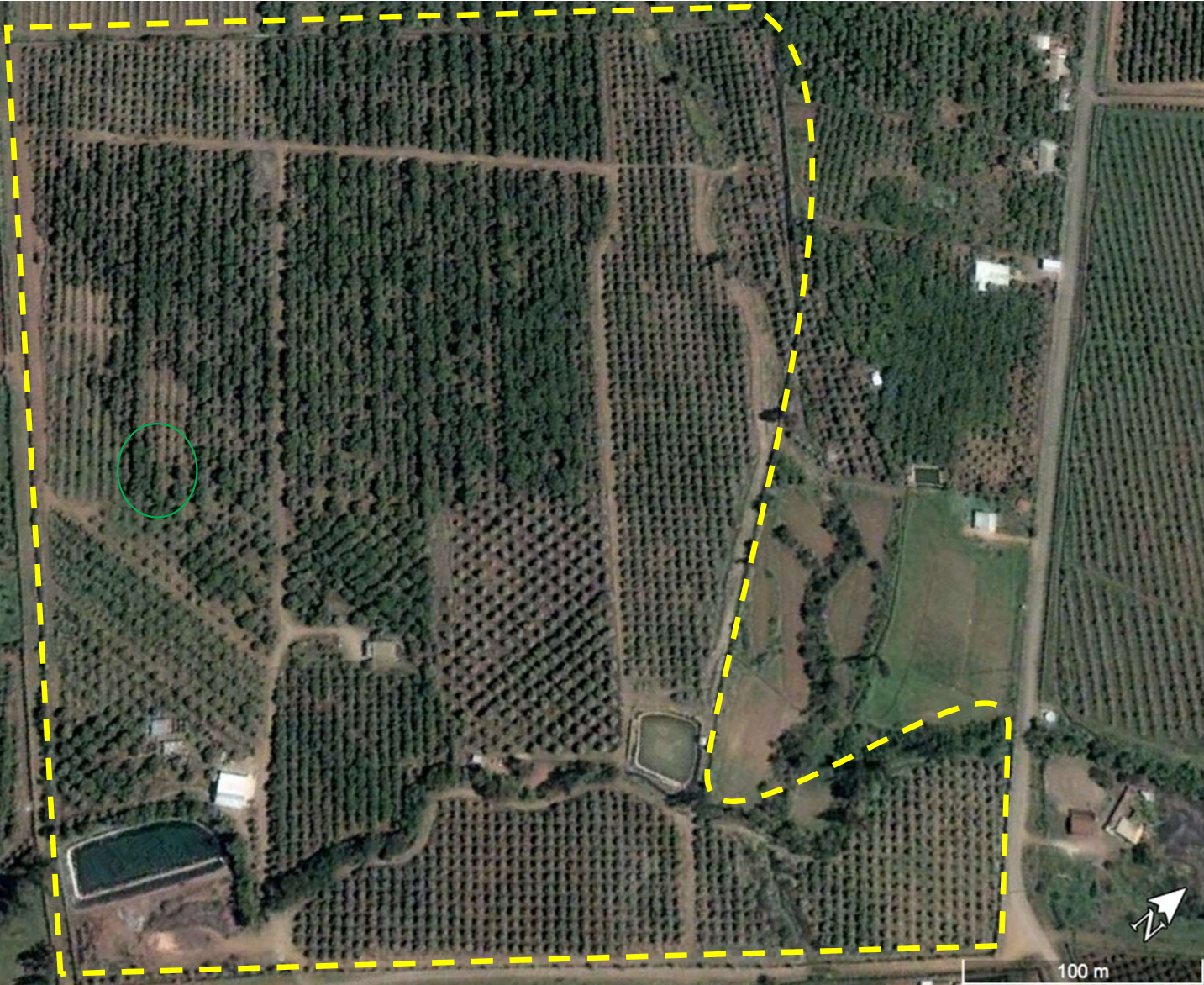
Paltos Hass a 10 x 5 m
En los años '90 comenzaron a
interplantar a 5x5
A partir de 2007 comienza plan
de interplantación
Interplantación con Hass/Duke 7

Leyenda

Elemento 1

Google Earth

Image © 2018 DigitalGlobe



26/6/2008

Interplantados antiguos 5x5 sobre un
"camellón". Paltos Hass/pi Mexícola





Interplantación



Interplantados a 5x5 sobre un
camellón. (Sector Alamos)
Paltos Hass/pi Duke 7.
24/6/2008



Interplantados

24/4/2007



Sector 1 Centro

Huerto de paltos Hass de 40 años
(10x5) con interplantación a 5x5
Hass/Duke 7

Goteros 2 x 4 L/h, separados a 40
cm



Interplantados



1 Centro
Hass Duke 7 (2/12/2008)
Aspensor 35 l/h instalado en
primavera



Sector 1 Centro
Huerto de paltos Hass de 40
años (10x5) con
interplantación a 5x5
Hass/Duke 7

Microaspersor 35 l/h

Cabildo, 26/5/2009





Interplantados Hass/Nábal 17/6/2011





Interplantados Hass/Duke 7 17/6/2011





Inter-plantación con paltos pi Semilla Nabal



Sector 2 Centro. Cabildo,
27/7/2012



interplantación con paltos
pi clonal Duke 7



Sector 2 Álamos. Cabildo,
27/7/2012



Sector 2 Álamos 3/7/2018

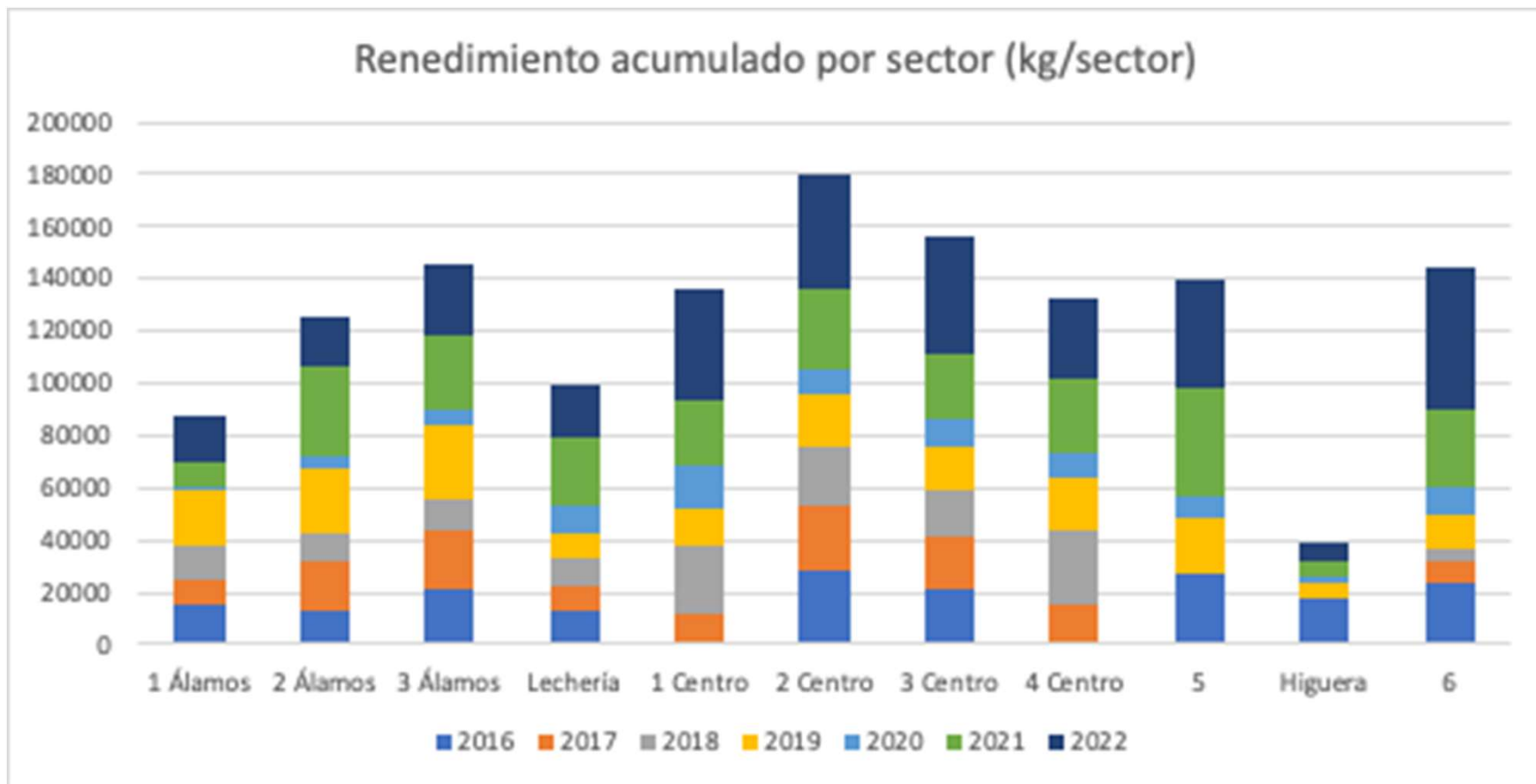


Portainjertos Clonales de Palto

- Tolerancia condiciones edáficas limitantes: cloruros, sodio, alcalinidad (carbonatos).
- Tolerancia a patógenos: *Phytophthora*, *Verticillium*.
- Tolerante a Replante.
- Mayor productividad.
- Hipoxia, baja oxigenación (¿?)



Interplantación y productividad. Cabildo: Duke 7 y Dusa desde 2007 hasta 2022





Interplantación y productividad

16/9/2006 180.00 kg/14 has (máximo). 12 ton/ha



2016 a 2022 179.212-349.167 kg/14 has 12-24,9 ton/ha



Image © 2023 Maxar Technologies



Productividad

25/01/2023



22/03/2022



9/04/2021



Portainjertos y potencialidad de uso.

Portainjerto	Características generales	Características
Serie 'Ashdot' (Israel)	'Ashdot 17' y 'Ashdot 27' son portainjertos recomendados para todas las variedades de paltos en Israel.	'Ashdot 17' suelos calcáreos y/o alta salinity.
'Barr Duke' (California)	Clonal. Muy resistente a <i>P. cinnamomi</i> (Segundo después de 'Thomas'). Susceptible a <i>P. citricola</i> .	Sensible a salinidad.
'Borchard' (California)	Clonal.	Tolera mejor que Duke 7 condiciones de salinidad. Tolerante a suelos alcalinos
series 'Degania' (Israel)	'Degania 113', 'Degania 115', 'Degania 117' y 'Peker 2' . Selecciones Antillanas propagadas clonalmente: VC159 – VC140 y VC152	Recomendado en cv 'Ettinger' plantados en suelos altamente calcaréos y con alta salinidad
'Duke 6' and 'Duke 7' (California)	Seedlings of the cold-resistant Mexican cultivar 'Duke', 'Duke 6' and 'Duke 7' show moderate resistance to <i>P. cinnamomi</i> . 'Duke 7' recomendado solo para suelos bien drenados. In California, baja alternancia productiva comparado a otros portainjertos.	Tolerancia moderada a <i>Phytophthora</i> . Susceptible a sodio.



Portainjertos y salinidad

Portainjerto	Características generales	Características
'Dusa' (formerly 'Merensky 2') (South Africa)	'Hass' injertado sobre 'Dusa' es significativamente más tolerante a PRR* y más productivo que 'Hass' sobre 'Duke 7'.	Tolerante a : <i>Phytophthora c</i> , <i>Verticillium d.</i> , sales. Mayor productividad que Duke 7
'Mexcicola' (California)	Portainjerto más utilizado en Chile y California. Tolerante al frío.	Susceptible a salinidad. Sensible a sodio.
'Maoz' (syn. 'VC 43') (Israel)	Efecto enanizante en variedades 'Ettinger', 'Fuerte' y 'Hass'.	Muy tolerante a suelos calcáreos y salinos en Israel
'Steddom' (California)	Alta Resistencia a PRR* injertado sobre 'Hass'. Los árboles crecen lento y aún así presentan alto rendimiento. Recomendado para huertos alta densidad	Baja tolerancia a sales
'Thomas' (California)	Clonal. Alta tolerancia a <i>P. cinnamomi</i> . Susceptible a pudrición del cuello por infección de <i>P. citricola</i> .	Muy susceptible a sales y especialmente sensible a sodio



Portainjertos y salinidad

Portainjerto	Características generales	Características
'Uzi' (California)	Clonal. Extremadamente vigoroso y de rápido crecimiento. Altamente tolerante a PRR* y su producción es alta y consistente.	Presenta quemaduras de hojas debido a sales, pero no afecta la producción o el crecimiento cuando está injertado con "Hass"
'Zentmyer' (California)	Clonal. Extremadamente vigoroso, tolerante a PRR* bajo la mayoría de las condiciones. Clon recomendado para replantes.	Susceptible a daño por sales
'Nabal' (Israeli)	Portainjerto semilla Extensively used as a seedling rootstock in Israeli.	Tolerante a sales
'Zutano' (California)	Semilla. Tolerante al frío. Baja tolerancia a PRR*.	Tolerante a sales.



Portainjertos y potencialidad de uso.

Portainjerto	Características generales	Características
Series “Degania”	“Degania 113”, “Degania 115”, “Degania 117” y “Peker 2”	Recomendado en cv “Ettinger” plantados suelos altamente calcaréos y alta salinidad.
Selecciones Antillanas	Selecciones Antillanas propagadas clonalmente: VC159 – VC140 y VC152	Presentaron mayor a tolerancia suelos salinos (NaCl- EC:1.4 a 1.5 dS/m/), que Dusa y otras selecciones. (2021)
Selecciones Antillanas	Selección VC804 propagado clonalmente	Tolerancia a <i>Verticillium dahliae</i> . (2020)
Gallo 3	Clonal seleccionado para condiciones de salinidad	alcalinidad (NaHCO ₃)



Francisco González Valdés

Ing. Agrónomo Magister en Ciencias Vegetales
Quillota-Chile

fgonzalez@bellotoagro.cl

www.bellotoagro.cl