

OFICINA DE PARTES 2 FIA
RECEPCIONADO
Fecha 20/11/2017
Hora 10:49
Nº Ingreso 44227

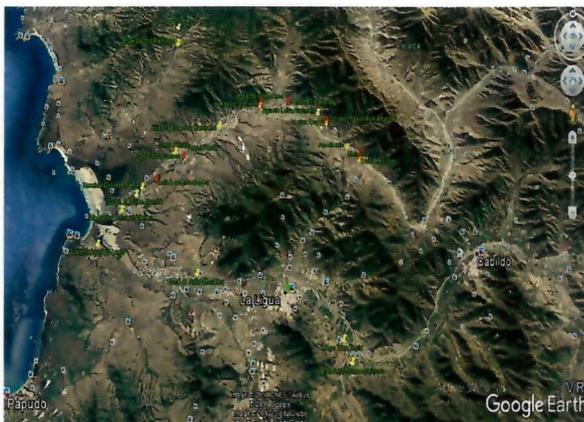


Informe Final Técnico, de Gestión y Difusión

FIA EST-2016-0084

El desafío de producir flores y ornamentales en ambientes de aridez, con restricciones de superficie y eventual uso de agua de mar.

**Equipo de trabajo: Gabriela Verdugo
Fernando Sotomayor
Alvaro González
Luis Molina
David Molina
Alexis Vidal**



Índice

I. ANTECEDENTES GENERALES	3
II. Ejecución presupuestaria	4
III. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO	5
1. INFORME TÉCNICO (Texto Principal)	6
Objetivos del Proyecto	6
2. Metodología del Proyecto	7
2.1 Principales problemas metodológicos enfrentados	9
2.3 Adaptaciones o modificaciones introducidas a la metodología y sus razones	10
3. Actividades del Proyecto	10
4 Resultados del Proyecto	12
4.1 Principales resultados del proyecto	12
5. Fichas Técnicas y Análisis Económico	21
6. Impactos y Logros del Proyecto	22
7. Problemas Enfrentados Durante el Proyecto	23
8. Otros Aspectos de Interés	23
9. Conclusiones y recomendaciones	25
IV. Informe de Difusión	27
V. Anexos	29
VI. Bibliografía	76

I. ANTECEDENTES GENERALES

Informe técnico de avance y Difusión

Nombre del proyecto	El desafío de producir flores y ornamentales en ambientes de aridez, con restricciones de superficie y eventual uso de agua de mar.
Código del proyecto	Est-2016-0084
Nº de informe	4 final, incorpora período complementario
Período de ejecución del estudio	desde el 28 de marzo de 2016 hasta el 6 de noviembre de 2017
Fecha de entrega	20 de noviembre de 2017

- Región o Regiones de Ejecución
 - ✓ Programada: Región de Valparaíso comunas de La Ligua, Papudo, Hijuelas, La Cruz, Quillota
 - ✓ Real: las mismas comunas y región
- Agente Ejecutor: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Escuela de Agronomía
- Agente(s) Asociado(s): Molina Consultores y Servicio de Asistencia Técnica Olga Cáceres Valdivia.
- Coordinador del Proyecto: Gabriela Verdugo Ramírez.

III. RESUMEN EJECUTIVO

El estudio nace de un problema observado en la zona productora de claveles, que es el incremento de la conductividad eléctrica (CE en adelante) de las producciones, ello fuertemente influido por ser un mono cultivo de pequeños agricultores que no cuentan con terreno suficiente para dejar descansar sus suelos, no tienen otras alternativas productivas que les ofrezcan el ingreso que para ellos representan las flores y particularmente el clavel, sumado a ello la principal zona productora de claveles (región de Valparaíso) ha estado en el último descenso bajo una sequía probablemente derivada del calentamiento global.

Esta zona productora en su sector norte (Valles de La Ligua, Longotoma, Huaquén, sectores agrícolas de Papudo) poseen cercanía al mar y reciben permanentemente influencia costera.

Los agricultores reciben asesoría técnica de empresas SAT a través de INDAP o de los PRODESAL (INDAP y MUNICIPALIDADES) y en general tienen un buen desempeño productivo, sin embargo las restricciones hídricas obligan a modificar manejos para ellos conocidos, y por otra parte, si las condiciones siguen agravándose, posiblemente dejarán la agricultura como actividad /forma de vida.

Por lo tanto, se propuso hacer un estudio que definiera los efectos del incremento de la salinidad en claveles y en un pasto de marismas, se evaluó formas de mitigar dicho efecto y se han hecho algunos ensayos tendientes a evaluar la factibilidad técnica de incorporar al menos parcialmente agua de mar en sus cultivos.

La evaluación del efecto de la salinidad en los claveles se esperaba medirla directamente en los agricultores, sin embargo son muchas las variables que interfieren tanto en la productividad como en la calidad de las varas, que al aplicar una probabilidad alta la mayoría de las variables evaluadas no arrojó un valor de regresión alto y significativo. No obstante lo anterior, las evaluaciones registradas conforman un buen registro productivo de cantidad, calidad de la flor y calidad del follaje que sumado a los antecedentes de suelo determinados para cada predio permitirá mejorar la gestión productiva de los mismos.

Por otra parte, para minimizar el problema de salinización de los suelos se ha generado una cartilla con una norma sencilla y útil de uso de un conductímetro portátil que está a valores entre \$ 80.000 y \$150.000 y que permitirían a los agricultores o sus técnicos disponer de ellos para mantener mediciones permanentes de sus suelos. Simultáneamente se ha desarrollado un manual de uso e interpretación de resultados para los asesores técnicos de los agricultores.

Con respecto al pasto de las marismas tiene varias posibilidades de uso, ya sea como cubre suelo, como alimento de animales y personas. En todo el mundo hay una búsqueda incesante de plantas halófitas que pudieran reemplazar en parte las especies tradicionales de la dieta humana ya que a futuro todos los vaticinios indican que el agua dulce va a ser el factor productivo limitante a nivel mundial.

Cumpliendo las disposiciones del plan operativo se han realizado cuatro eventos de difusión de los resultados del proyecto; en marzo, junio, agosto y octubre del año en curso. Las reuniones con agricultores y técnicos debidamente informados a FIA y con la asistencia de 45 personas en los dos primeros y un importante número de colegas en la presentación hecha en el 68° Congreso Agronómico de Chile (cuarto evento de difusión). El tercer evento correspondió a un programa radial en radio La Calera llamado “Abriendo surcos” que se trasmite el día viernes de 17 a 18 horas.

INFORME TÉCNICO (TEXTO PRINCIPAL)

1. Objetivos del Proyecto:

Asegurar la mantención de los pequeños agricultores floristas de la Región frente a la baja disponibilidad de agua.

Los objetivos específicos han sido:

Nº OE	Descripción del OE	Resultado final
1	Determinar la relación entre conductividad eléctrica y la producción en cantidad y calidad de flores de clavel	100 %
2	Determinar el efecto de la conductividad eléctrica en un cultivo de selliera	100 %
3	Establecer un manejo que permita reducir el efecto de la salinidad a base de aplicaciones de calcio en las dos especies	100 %
4	Capacitar a un grupo de asesores y pequeños agricultores sobre el uso del conductímetro portátil e interpretación de los resultados	100 %
5	Analizar en un marco teórico la posibilidad de establecer cultivos en sustratos regados con agua de mar parcialmente desalinizada en claveles y selliera	100 %

2. Metodología del Proyecto:

2.1. Descripción de la metodología utilizada

Método objetivo 1: Determinar la relación entre conductividad eléctrica y la producción en cantidad y calidad de flores de clavel.

Se realizó un análisis de suelo fertilidad completa y textura y además de calidad de la flor en dos oportunidades otoño invierno y primavera verano del año 2016. La evaluación de calidad de la flor incluyó la duración de la flor cortada en cámara a 20 °C y de color blanco con humedad ambiental entre 75 y 80%.

Las muestras de suelo para medir CE se tomaron desde el predio de cada agricultor, primero se ubicó las mesas donde hubiera cultivo del clavel Domingo, en su defecto otro rojo de similares condiciones de mercado: Gran Sland, Magallanes Morgan o Master. (El 67 % de los predios tenía Domingo como variedad roja). En la mesa seleccionada por condiciones de producción homogénea y representativa se seleccionó un sector de 2 a 3 m² que fue marcado con cintas adhesivas en los 4 vértices, la muestra de suelo correspondió a dos o tres puntos del sector seleccionado entre 1 y 20 cm de profundidad. Las muestras identificadas fueron trasladadas al laboratorio de análisis de suelo y foliar de la Escuela de Agronomía de la PUCV y se dejó porción para medición con conductímetro portátil. Además de las muestras de suelo se registró la producción de varas florales desde tamaño arveja (1 cm de diámetro de botón), botón estrella, botón de 1 cm de color, botón con pétalos paralelos y flor abierta) en la misma superficie y se tomó en dos oportunidades muestras de varas florales (5) unidades de la misma mesa de cultivo desde donde se obtuvo la muestra para el análisis de suelo, para evaluar aspectos de poscosecha que impactan fuertemente la calidad.

Al análisis realizado en laboratorio se sumó un análisis hecho con instrumentos portátiles siguiendo las indicaciones descritas en la cartilla hecha para tal efecto.

Método objetivo 2: Determinar el efecto de la conductividad eléctrica en un cultivo de selliera

Se realizaron dos ensayos consecutivos en enero y abril de 2017, el primero para verificar la tolerancia de la especie a la salinidad en general, donde se probaron una batería de concentraciones salinas: 0%, 0.4%, 0.8%, 1.2%, 1.6% y 2.0% de Cloruro de Sodio (NaCl) (Merck No. 7647-14-5) con conductividades de 130, 4410, 5540, 6600, 7100 y 7200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente. Para el segundo ensayo se colectaron semillas de plantas creciendo en el invernadero de flores en Quillota correspondientes a ecotipo Vichuquen y al ecotipo Zapallar, se sembraron en placas Petri con papel filtro humedecido en cámara de crecimiento a 6°C por dos semanas luego, se dejaron tres semanas a 21 °C (Schiappacasse et al., 2013). Posteriormente, las plántulas fueron trasplantadas en bandejas de almaciguera de 135 alveolos de 18 ml cada uno con sustrato de turba (Sun Gro Horticulture, Canadá) y perlita (Harloborlite Chile, Chile) 1:1. Plantas homogéneas con 5 a 6 hojas verdaderas fueron trasplantadas individualmente en macetas de 1 L con sustrato arena de cuarzo esterilizada suplementado con 5g/L de MULTICOTE® 8 (11-31-0.5) (Haifa Chemical, Israel) para, posteriormente, dar inicio a los distintos tratamientos. El diseño correspondió a un completamente al azar, la unidad experimental fue una maceta con una planta hubo 5 repeticiones por tratamiento. Durante 10 semanas se realizaron riegos diarios de 250 ml (30 minutos) con lo que se logró un lixiviado de al menos 20%. Los tratamientos del segundo ensayo consistieron en soluciones al 0%; 0% +Ca; 0.8%; 1.6%; 1.6% +Ca; 2,4% y 3,5% de Cloruro de Sodio (NaCl) (Merck No. 7647-14-5) $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente.

Durante el periodo de cultivo, se midió crecimiento de plantas peso fresco y seco, coloración del follaje y el contenido de sodio. Para comparar las medias entre distintos tratamientos, se utilizó análisis de varianza (ANDEVA) y para separación de medias se utilizó el test de Tukey (Tukey's range test) con $P \leq 0.05$.

Método objetivo 3: Establecer un manejo que permita reducir el efecto de la salinidad a base de aplicaciones de calcio en las dos especies.

Para la concreción de este objetivo se seleccionaron 3 productores de claveles con CE de diferente rango. Se usó el producto Cutsalt de la empresa ChemieAgrícola S.A. como corrector de suelo y el producto Aminoquelant como producto foliar de BIOIBERICA S.A. España.

CutSalt (ChemieS. A) corresponde a una mezcla de 25% de ácidos policarboxílicos, 11% de óxido de calcio y 1 % de óxido de magnesio, es un corrector de suelos sódicos, salino sódicos y suelos con carencia de calcio. Actúa por desplazamientos de Na^+ y Cl^- del complejo arcillo húmico. En tanto Aminoquelant Ca (BIOIBERICA S.A. España) corresponde a un concentrado soluble de 5,75% de L alfa aminoácidos libres con 10% de Calcio y 0,25 % de Boro, todos expresados en relación peso/volumen.(Fichas técnicas de ambos productos consultadas en las respectivas páginas web).

Estos tratamientos fueron aplicados en tres agricultores, todos tenían el cv domingo y difieren en su CE y formas de cultivo.

El primer caso corresponde a un agricultor de Salinas de Pullally, tiene un suelo de alto tenor salino CE 9,5 cultivo de 5 meses bajo plástico con un buen manejo general de malezas y conducción

La segunda agricultora donde se aplicó calcio para contrarrestar los efectos de la salinidad presentaba una CE media baja de 4,64. En la primera evaluación de productividad realizada en este cultivo tiene muy buenas varas referidas a largo, grosor y sanidad de hojas, la segunda evaluación mostró una preocupante baja en sus condiciones, agravada por una intensa decoloración del color rojo de las flores. Hay dos explicaciones para ese resultado; en segunda visita estaba en un pico productivo fuerte (48,6 varas m² cuando una producción buena y estable está en 27 a 30 varas m²), además durante el verano los techos de las naves no fueron pintadas y por lo tanto presentó una intensa insolación y calor. Este segundo síntoma se controló con la colocación de una malla sobre los techos que posteriormente fue retirada. Posiblemente esta sea otra de las respuestas originadas por el cambio climático o calentamiento global, fue observado en 2 agricultores.

El tercer caso corresponde a un agricultor con CE de 6,46 dSm⁻¹ (media) que mantiene el cultivo de clavel como producción anual, los detalles se presentan en el capítulo de resultados.

Para evaluar el efecto del calcio en selliera se estableció en paralelo al ensayo de salinidad, algunos tratamientos que incorporaban calcio, los cuales fueron analizados posteriormente de manera independiente, pudiendo contrastarse la aplicación de 1,6 g de sal (cloruro de sodio proanálisis) con y sin un aporte extra de calcio. En este ensayo también se utilizó el producto Aminoquelant calcio como fuente de calcio vía aplicación foliar, en dosis de 200 g/100 L de agua, una aplicación semanal. El riego con sal fue proporcionado de manera automática cada 4 horas, las plantas se mantuvieron en macetas de 14 cm de diámetro con sustrato arena mas multicote 5g /L de arena, el ensayo se condujo como un diseño completo al azar (DCA) con 5 repeticiones y 2 ecotipos: Vichuquen y Zapallar nominados por el lugar de origen de las plantas.

Método objetivo 4. Capacitar a un grupo de asesores y pequeños agricultores sobre el uso del conductivímetro portátil e interpretación de los resultados

Para definir el uso de los conductivímetros portátiles inicialmente se realizó un completo análisis de la información disponible, de ello surgieron muchos modelos desde extracto de pasta saturada , dilución 1:1; 1;2; 1.2,5; 1:5 con mucha diversidad en las interpretaciones, por lo tanto fue necesario validar la dilución mas adecuada que fuera posible de interpretar con al menos tres instrumentos diferentes y con una alta correlación entre sus evaluaciones, se consideró además las facilidades para hacerlo en terreno.

Para hacer estas evaluaciones al momento de muestrear el suelo de los predios con cultivo de clavel se tomó una muestra mucho mayor a la necesaria, 2 kg en promedio, se sacó la sub muestra para envío al laboratorio de suelos y el resto se dejó para las mediciones con los conductivímetros portátiles.

Para la toma de muestras de suelo se deben seguir las mismas recomendaciones que para cualquier análisis de suelo, esto es tomar una muestra representativa de sector de producción y del tipo de suelo, descartar la capa más superficial (1 o 2 cm) que puede haber sido alterada por una aplicación de agroquímico, la entrada de un animal, entre otros factores. Obtener la muestra de una profundidad acorde con la profundidad radical de la especie, en claveles 20 cm. Para tomar las muestras se puede usar una pala de punta cuadrada o en su defecto un barreno, normalmente se saca de dos a cuatro puntos por unidad de muestreo.

Conductivímetros: En los ensayos que hemos realizado se usaron tres tipos

Extech L0160659/L0160608 Taiwan distribuido en Chile por Veto y Cia
ECTestr11and Salt testr 11 series. EUTECHinst.com/OAKLON de Japón
Conductivímetro Conmeter CT3031 Kedidc, Japón

Para cumplir este objetivo se han realizado, además, diversas actividades con asesores y agricultores, la información se presenta en el acápite difusión.

Método objetivo 5. Esta actividad consistía en realizar un análisis teórico de la posibilidad de usar agua de mar en cultivos.

Para su realización se ha hecho, durante todos los meses de duración del estudio una búsqueda de información actualizada sobre formas de uso de agua de mar y sobre los tratamientos que actualmente se recomiendan.

La información fue sistematizada en una matriz donde se incluye las descripciones mas relevantes, pero además se probó concentraciones de sal de mar crecientes en un ensayo con claveles en macetas. Las concentraciones usadas van desde 0 a 22 % de reemplazo de agua de mar rehecha con sal de mar proveniente de las Salinas de Pullally (Papudo).

2.2. Principales problemas metodológicos enfrentados.

El principal problema metodológico estuvo relacionado a no haber tenido regresiones significativas entre las mediciones en terreno y las conductividades eléctricas de los agricultores principalmente debido a la gran cantidad de factores que influyen en esas relaciones. También fue difícil la implementación de los ensayos de control de salinidad en los predios, aunque se había dejado las indicaciones por escrito, sólo uno de ellos tuvo los tratamientos aislados y se pudo muestrear adecuadamente.

2.3. Adaptaciones o modificaciones introducidas a la metodología y sus razones.

Para superar los problemas descritos se realizó un ensayo en macetas donde se aplicó dosis crecientes de salinidad y de presión osmótica, en dos oportunidades, en verano con plantas de 2 meses pinzadas y en plantas preflorales que fueron conducidas a dos ejes, estos ensayos abarcaron desde enero de 2017 a marzo el primero y desde abril al 28 de junio el de otoño.

Se trabajó con esquejes enraizados de la empresa Agrícola Terra, Quillota, cultivar domingo, planta madre Barberett y Banc. La planta tenía entre 12 y 15 cm de altura y un tallo único. Fueron enraizados en agosto de 2016 y trasplantados en octubre del mismo año. En noviembre fueron pinzados al 5° nudo en la maceta definitiva (N° 14) con 1 litro de sustrato de mezcla de alto drenaje adquirido en la misma empresa.

Para aislar el efecto tóxico potencial de la sal se realizó una serie de tratamientos con Polietilenglicol (PGE) dosis equivalentes a -1; -50; -200, -750; -1000 MPa. Las soluciones fueron preparadas en agua destilada agregando los g de PGE. Para evaluar el efecto de la salinidad se empleó sal de mar en dosis de 0,5; 1; 2; 4 y 8 g por litro de agua destilada generándose las siguientes CE. 0,173 (testigo)1,06; 2,14; 3,8; 7,28 y 15,09 dS/m⁻¹.

Variables evaluadas: Peso fresco correspondió al peso de la parte aérea de cada ejemplar cortado a la altura del cuello y pesado en una balanza, peso seco, corresponde al crecimiento aéreo puesto en estufa de secado con aire forzado por 24 horas.

Color de las hojas fue medido con un colorímetro portátil, cada planta se midió en forma independiente en 5 posiciones, el promedio de las 5 mediciones corresponde al color del ejemplar.

Nudos con hojas afectadas se contabilizó en cada ejemplar en el crecimiento principal el número de nudos que presentaban hojas secas o deshidratadas, contando como número 1 el nudo más cercano al cuello.

3. Actividades del Proyecto:

A continuación se presenta la carta gant con las actividades realizadas en los 6 trimestres que efectivamente duró el estudio del 28 de marzo de 2016 al 6 de noviembre de 2017.

N OE	N RE	Actividades	Trim.						Observaciones
			1	2	3	4	5	6	
1	1	Selección de agr tomas de muestras	X	X	X				
1	1	Evaluación cultivos de 33 agricultores con dif CE	X	X	X	X			
2	2	Efecto de la CE en selliera		X		X	X		
3	3	Aplicaciones de calcio en claveles				X	X		
3	4	Aplicaciones de				X	X		

		calcio en selliera							
3	3y4	Evaluación del efecto del calcio como corrector de salinidad			X	X	X		
4	5	Hacer un manual de uso en condiciones de campo					X	X	Se confeccionó un tríptico y un Manual de manejo e interpretación de resultados de análisis de suelos afectados por salinidad.
4	6	Taller de capacitación y difusión				X	X	X	Dos talleres realizados según PO. Presentación de los resultados de uso de agua de mar en claveles en el 68 Congreso Agronómico de Chile.
5	7	Estimar Viabilidad económica del uso del calcio					X		Se presenta en conclusiones
6	8	Análisis de la información recopilada					X		Hecho
1	1	Actividad extra evaluación del efecto de la CE y del PEG en claveles en macetas (dos ciclos)				X	X		Actividad aprobada por FIA

- Razones que explican las discrepancias entre las actividades programadas y las efectivamente realizadas.

El estudio tenía un año de plazo para su ejecución, es un tiempo breve para este tipo de trabajo, hubo actividades programadas efectivamente realizadas que sin embargo no tuvieron los resultados esperados y para dar las respuestas comprometidas se tuvo que solicitar un alargue de tres meses que originan que el tiempo haya sido de mayor duración al originalmente propuesto.

Tenemos la recopilación de los antecedentes de uso de agua de mar y un escrito tipo revisión, pero no se alcanzó a hacer un análisis en profundidad de ello, los artículos científicos y de extensión serán trabajados posteriormente en un período complementario ya solicitado a FIA ya que los trabajos realizados fueron de mayor tiempo que el que originalmente se previó.

4 Resultados del Proyecto:

4.1. Principales resultados del proyecto:

Objetivo 1 Determinar la relación entre conductividad eléctrica y la producción en cantidad y calidad de flores de clavel

Cuadro 1. Distribución de la CE medida en dSm^{-1} en un grupo de 33 agricultores, medida el año 2016. Se incluye agricultores de La provincia de Petorca comunas de La Ligua y Papudo y agricultores de la provincia de Quillota de las comuna de Hijuelas, La Cruz y Quillota.

Rangos de CE expresada en dSm^{-1}	% de agricultores en cada rango
< 1	3%
1 a 2	18,2 %
2 a 3	12 %
3 a 4	21,2 %
4 a 5	24,3 %
5 a 6	9,1 %
6 a 7	3 %
7 a 8	3 %
>8	6,1%

Aun cuando no se obtuvo de las mediciones hechas en los agricultores una relación directa entre CE calidad y productividad de los claveles, hay algunos resultados interesantes de consignar, por ejemplo el principal síntoma correspondió a muerte de hojas basales, los internudos son cortos y muchas veces retorcidos. Hasta la realización de este estudio se había relacionado dicho síntoma con deficiencia de fosforo y o falta de luz. Sin embargo ahora y apoyado en los ensayos de plantas sometidas a diferentes condiciones de salinidad se puede demostrar que el numero de nudos con hojas dañanas depende de la CE.

Una de las variables que en literatura se define responde a la CE es el largo de vara, el tamaño de la flor e incluso hay autores que hacen una relación de largo y peso de las varas, en este estudio ninguna de esas variables aisladas o formando un índice fueron capaces de discriminar el efecto de la CE, posiblemente porque los agricultores en general tienen muy buenos largos de vara, así en este grupo en las 2 mediciones realizadas tan sólo un 9 % de ellos tuvo varas que no alcanzaron la calidad select (65 a 75 cm de largo, máxima calidad internacional para esta especie) corresponde a 3 agricultores, 2 de ellos tenían CE altas pero además en un caso es un cultivo anual y en el otro el cultivo era de menos de 6 meses. En este resultado no puede dejar de indicarse que la variedad Domingo es una de las de mejor comportamiento en altura de varas.

Otro síntoma que hipotéticamente se relacionaba con CE era los ápices de las hojas quemadas, se especulaba era resultado de la aplicación de algunos agroquímicos entre ellos varios insecticidas, nuevamente el trabajo realizado en macetas permite indicar que este síntoma se relaciona al riego de manera primaria y es gatillado en momentos de alta evapotranspiración aunque puede presentarse todo el año.

Resultados de aplicaciones de concentraciones de PEG y Sal en claveles en macetas

Cuadro 2. Efecto de los tratamientos en el crecimiento acumulado en ambos brotes en cm, cifras seguidos de distinta letra son significativas según Tukey.

Tratamientos	crecimiento acumulado en cm.	
T11 agua de riego	67	A
T12 agua destilada	50,3	B
T3 175 g L PEG	46,2	BC
T7 1 g de sal L	39,5	BCD
T2 119 gL PEG	37,8	BCD
T6 0,5 g sal L	37,3	BCD
T1 52,05 PEG g/L	33,2	CDE
T9 4g de sal L	29	DE
T8 2 g de sal L	28,2	DE
T4 246 PEG gL	20,4	E
T 10 8g de sal L	19,38	E
Probabilidad real	P= 0,000	

Es interesante destacar que los mejores crecimientos se obtiene con agua de riego y agua destilada, en tanto los peores corresponden a dosis altas de sal y de PEG lo que lleva a pensar que el principal problema de la sal es su acción osmótica.

Cuadro 3. Efecto de los tratamientos en el color de las hojas de plantas de clavel, expresado como valor L (luminosidad, valor que indica ubicación en una paton esférico de color y no tiene unidades) Separación de medias por el test de Tukey aplicado con $P \leq 0.05$.

Respuesta al color L (luminosidad)		
T4 246 PEG gL	44,08	A
T8 2 g de sal L	39,64	AB
T10 8g de sal L	39,24	AB
T3 175 g L PEG	37,52	AB
T12 agua destilada	34,72	BCD
T7 1 g de sal L	34,64	BCD
T1 52,05 PEG g/L	33,74	BCD
T9 4g de sal L	33,37	BCD
T2 119 gL PEG	32,58	BCD
T6 0,5 g sal L	30,93	CD
T11 agua de riego	27,21	D
Probabilidad real	P=0,011	

Con respecto a la evaluación de color prácticamente se invierte el orden, donde los colores mas intensos o de mayor luminosidad se obtienen del PEG dosis alta, al compararlos con aquellos obtenidos con agua destilada y la dosis mínima de sal

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos en la altura del brote principal, expresado como cm de crecimiento.

Tratamientos/	Altura del brote principal	Separación de medias Tukey
T11 agua de riego	31,67	A
T7 1 g de sal L	26,83	AB
T12 agua destilada	25,33	AB
T9 4g de sal L	24,83	AB
T3 175 g L PEG	24,2	AB
T6 0,5 g sal L	19	AB
T2 119 gL PEG	18,6	AB
T1 52,05 PEG g/L	18,6	AB
T8 2 g de sal L	17,17	AB
T4 246 PEG gL	13,6	AB
T10 8g de sal L	10,5	B
Probabilidad real	P=0,008	

Con respecto a la altura del brote principal nuevamente los menores crecimientos se obtienen con 8 g de sal respecto a uso de agua de riego, demostrando que riego con 22 % de agua de mar (equivalente en sales) ya es restrictivo para dicho cultivo, correspondiendo a una CE de 15dSm⁻¹.

Cuadro 5. Efecto de los tratamientos en drenaje obtenido de plantas de clavel creciendo en macetas, expresado como mL.

Tratamientos	Drenaje	Separación de medias Tukey
T4 246 PEG gL	69,4	A
T3 175 g L PEG	67,4	AB
T2 119 gL PEG	63,2	ABC
T10 8g de sal L	58,8	ABC D
T1 52,05 PEG g/L	56,6	ABC D
T8 2 g de sal L	53	ABC D
T9 4g de sal L	53	ABC D
T7 1 g de sal L	50,17	BC D E
T6 0,5 g sal L	47,67	C D E
T12 agua destilada	44,5	DE
T11 agua de riego	35	E
Probabilidad real	P= 0,000	

La respuesta de drenaje medido como mL de agua drenada de la maceta hasta 3 horas de efectuado el riego, muestran que las 3 dosis mas altas de PEG presentan mayor drenaje si se le compara con el agua de riego, destilada y la dosis mas baja de sal, posiblemente porque en esos tratamientos hubo menor consumo de agua por parte de la planta debido a la fuerte presión osmótica que generaban

-750;-500 y -200 MPa.

Este resultado indica que al haber alto tenor salino o aplicaciones de PEG (polietilen glicol, un azúcar que permite manejar el potencial osmótico sin agregar sal) hay cambios histológicos de las hojas de clavel, hay modificaciones de grosor de empalizada y tamaño de haz conductor principal, probablemente relacionado con la capacidad de absorción de agua en situaciones salinas. Los resultados indican además que mas importante que la presencia de sal resulta la presión osmótica en si.

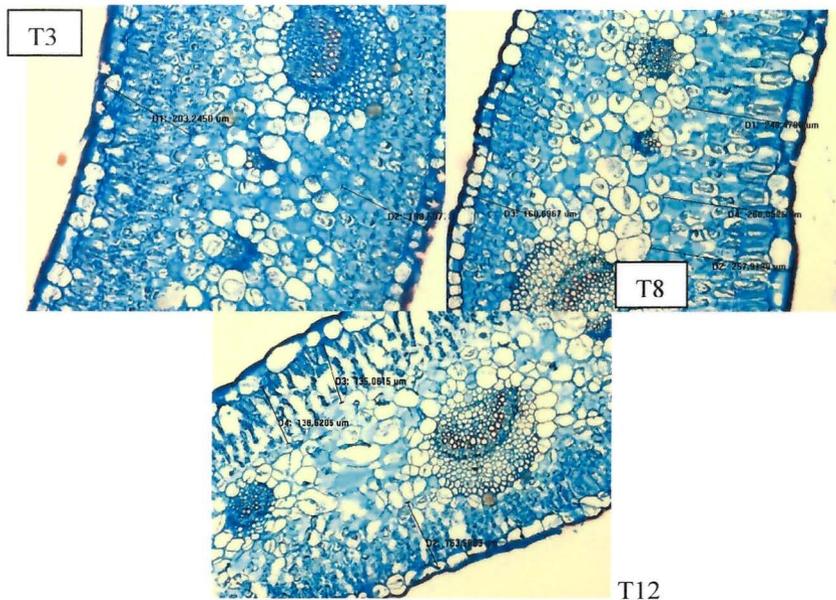


Figura 1 cortes de hojas de clavel provenientes del tratamiento T3 PEG -500 MPa; T8 sal de mar 2 g L y T12 testigo con agua de riego

Objetivo 2: Determinar el efecto de la conductividad eléctrica en un cultivo de selliera

Se presentaran los resultados del primer ensayo donde se demuestra a las 2 semanas el efecto de la salinidad en selliera, con soluciones mayores a 1,6 % pero al fin del cultivo ya con 0,8 g hay disminución del área foliar .

Esto indica que esta especie no es resistente a la salinidad y dosis relativamente bajas reduce su crecimiento, sin embargo no hay muertes de los ejemplares y ello indicaría un cierta tolerancia, donde se observa hojas necrosadas que son reemplazadas por nuevas de manera permanente pero no total.

Cuadro 6. Efecto de la salinidad sobre el crecimiento del área foliar (cm²) de *Selliera radicans*.

Tratamientos		0 sem ¹		2 sem		4 sem		6 sem		8 sem		10 sem	
T0	0.0 %	3,0	A	12,5	ab	36,0	a	61,2	a	79,3	a	86,9	a
T1	0.4 %	3,8	A	16,3	a	40,5	a	63,0	a	71,6	a	81,9	a
T2	0.8 %	2,5	A	10,2	abc	20,5	b	29,9	b	34,9	b	41,2	b
T3	1.2 %	2,9	A	9,1	abc	10,3	c	15,0	c	17,1	c	17,6	c
T4	1.6 %	3,6	A	7,3	bc	7,6	c	11,1	c	9,0	c	9,5	d
T5	2.0 %	5,3	A	5,2	c	7,7	c	12,8	c	8,6	c	9,2	d

¹En cada fecha (columna), las medias con igual letra no presentan diferencias significativas para P = 0.05 (según test de Tukey).

Objetivo 3 Establecer un manejo que permita reducir el efecto de la salinidad a base de aplicaciones de calcio en las dos especies.

Largo de vara (cm) obtenida en un agricultor con CE 9,5 en respuesta a aplicaciones de cutSalt

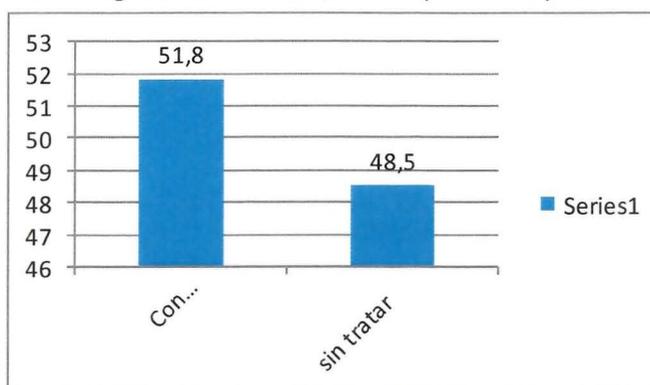


Figura 2 Incrementos de largo de vara expresado en cm, en agricultores con altos tenores salinos y con aplicaciones de calcio al suelo y foliar.

Este agricultor tradicionalmente tiene varas cortas debido a sus condiciones salinas y la aplicación de calcio logró subir en 6,8 % la altura de varas, aplicó a todo el invernadero y ambos productos juntos, la dosis de calcio al suelo en este agricultor fue de 300 cc de producto comercial CutSalt por mesa y 250 cc por 100 litros la dosis de aplicación de calcio foliar, cabría preguntarse si una dosis mayor pudiera haber tenido mejores resultados.

El segundo caso analizado corresponde a una agricultora que tiene CE 4,64 considerada media baja.

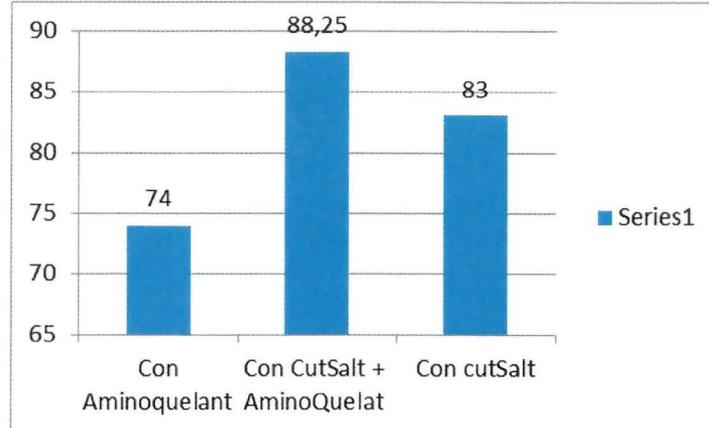


Figura 3. Largo de vara (cm) obtenidos por agricultor con un tenor salino medio bajo con aplicaciones de calcio.

Los resultados de esta agricultora y del primer caso no pudieron avalarse con un análisis estadístico debido el bajo número de muestras.

Por último se presenta los resultados obtenidos por un agricultor cuya CE era de 6,77 que realiza una interesante forma de cultivo anual de sus claveles y cuyas muestras permitieron análisis de Varianza y separación de medias mediante el test de Tukey

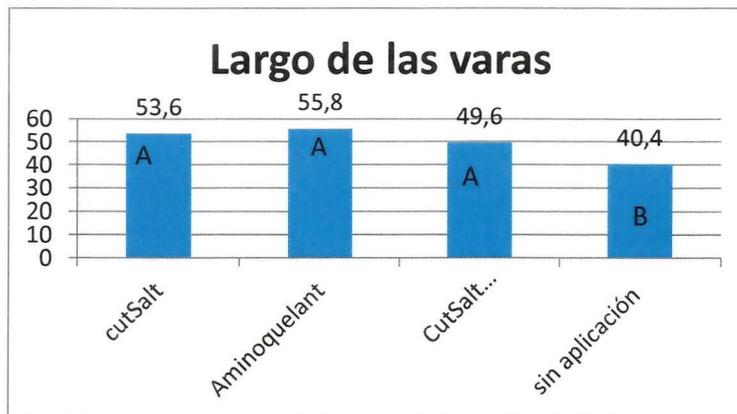


Figura 4 Efecto de los tratamientos de control de salinidad en largo de vara (en cm) Agricultor Juan Carlos Rojas CE 6,77 las letras diferentes indican efecto significativo P=0.002

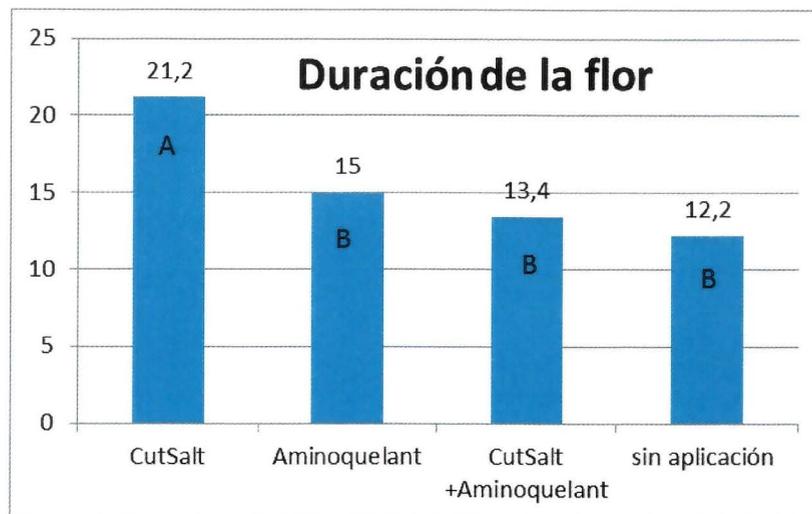


Figura 5. Efecto de los tratamientos de control de salinidad en la duración (en días) de las flores cortadas, las letras diferentes indican efecto significativo $P=0.001$

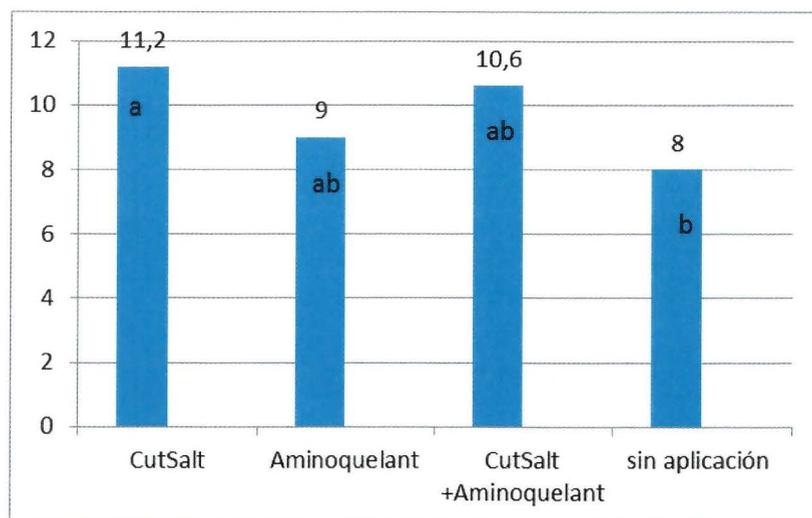


Figura 6. Efecto de los tratamientos de control de salinidad en el número de internudos desarrollados en claveles, las letras diferentes indican efecto significativo $P=0,029$

Además de las evaluaciones de largo, duración de la flor y número de nudos a este agricultor se le evaluó los diámetros de las varas medidos a la mitad del internudo 3 (cerca de la flor) y del internudo basal, los cuales no fueron significativos; Diámetro evaluado en el tercer internudo bajo la flor $P=0,466$ NS; Diámetro evaluado en el internudo basal $P=0,42$ NS.

Este agricultor como se dijo tiene una forma de cultivo anual de claveles en alta densidad y dirigido a épocas de baja oferta (otoño, invierno y hasta fin de año) comercializa directamente sus productos aunque no obtiene largos de vara mayores a 50 cm y los tratamientos para contrarrestar la salinidad le permitieron un interesante incremento.

La otra agricultora seleccionada para estos tratamientos en la comuna de Hijuelas, presentaba una CE extremadamente baja, en ese caso no fue prudente la aplicación de enmiendas al suelo y se optó

por subir al 100% la fertilización de nitratos, amonio y potasio, lamentablemente realizó una poda al sector aplicado que impidieron medir los efectos alcanzados, en este caso de subir la CE en base a su suelo y análisis foliares realizados.

Con respecto al resultado en selliera se muestra los resultados en el ecotipo Vichuquen y en el ecotipo Zapallar

Cuadro 7. Efecto de la salinidad en el crecimiento de plantas del ecotipo Vichuquen peso fresco y seco, expresado en g.

Tratamientos	Peso fresco	Peso seco
T0 0% de sal	41,14 A	4,22 A
T1 0,8 % de sal	31,38 AB	2,91 AB
T2 1,6 % de sal	3,008 D	0,61 BC
T3 1,6 % de sal +Ca	10,76 BCD	1,27 BC
T4 2,4 % de sal	0,63 CD	0,32 BC
T5 3,5 % de sal	0,19 D	0,12 C
T6 0% de sal +Ca	29,42 ABC	2,85 AB
Valor P	0,000	0,000

Cuadro 8 Efecto de la salinidad en el crecimiento de plantas del ecotipo Zapallar en peso fresco y seco, expresado en g.

Tratamientos	Peso fresco	Peso seco
T0 0% de sal	36,8 A	3,81 A
T1 0,8 % de sal	25,78 AB	2,37 B
T2 1,6 % de sal	3,2 C	0,68 C
T3 1,6 % de sal +Ca	7,46 C	0,92 C
T4 2,4 % de sal	0,4 C	0,21 C
T5 3,5 % de sal	0,133 C	0,11 C
T6 0% de sal +Ca	22,5 B	2,36 B
Valor P	0,000	0,000

En ellos se confirma que 0,8 g de sal reduce el crecimiento de selliera y aunque no hay muerte de plantas tanto con 2,4 como con 3,5 g de sal la reducción en el crecimiento de ambos ecotipos es severa.

Como se explicó en la metodología para aislar el efecto de la aplicación de calcio para contrarrestar la CE se realizó un análisis separado, del efecto del calcio cuando la CE era de 1,6 g considerando que el límite de crecimiento de plantas adultas era 0,8 g de sal por L de agua.

Cuadro 9 Efecto aislado del calcio en el crecimiento de plantas de selliera creciendo en concentraciones de 1,6 g de sal por L de agua.

Tratamientos	Peso de plantas (g)
Sal, 1,6 g por L +Calcio	10,760 A
Sal, 1,6 g por L	3,008 B

Las mediciones de color en esta especie no arrojaron diferencias atribuibles a los tratamientos

Objetivo 4. Capacitar a un grupo de asesores y pequeños agricultores sobre el uso del conductivímetro portátil e interpretación de los resultados

Se ha diseñado dos documentos para cumplir este objetivo:

El primero de ellos corresponde a un tríptico que ha sido distribuido entre los agricultores con información que les permite medir la CE e interpretar sus resultados Anexo 1

El otro documento corresponde a un Manual de uso e interpretación de la CE que recoge gran parte de los resultados de este estudio y se presenta en el Anexo 4, ha sido revisado por la unidad de difusión de FIA con fecha 15 de noviembre de 2017.

Objetivo 5 Analizar en un marco teórico la posibilidad de establecer cultivos en sustratos regados con agua de mar parcialmente desalinizada en claveles y selliera.

Se adjunta en resultados un análisis del uso de agua de mar, los resultados productivos en clavel y selliera indican que para clavel se puede pensar en reemplazar el 10 % de agua de riego por agua de mar directa, en el caso de selliera no se posible superar una condición mayor a 0,8 g de sal por litro de agua sin detener el crecimiento de la especie. Un análisis del marco teórico ha sido realizado , se incluye en el Anexo 5 a modo de artículo.

Resultados esperados Vs generados

Resultados esperados	Indicadores previstos al inicio del proyecto	Meta del indicador	Resultado obtenido final
1 Determinar el nivel de salinidad que restringe el cultivo del clavel	2,5 dSm ⁻¹	6 a 8 dSm ⁻¹	7 dSm ⁻¹
2 Definir la CE en la cual prospera la selliera	6 dSm-1	10 dSm-1	0,8 g sal /L equivalente a 5,54 dSm ⁻¹
3 Efectividad del calcio en contrarrestar condiciones de salinidad en claveles	< 2 ppm	10 ppm	273,9 ppm de oxido de calcio en condición de salinidad 9 dSm-1 y 98,2 ppm en condición de 4 a 7 dSm-1
4 Efectividad del calcio en contrarrestar condiciones de salinidad en selliera		10 ppm	275 ppm de oxido de calcio en aplicación foliar
5 Hacer un manual de uso	0	1	En proceso final de aprobación e inscripciones.
6 capacitar agricultores en el uso de		50 %	Hecho además se entregó un tríptico

conductivímetro			para uso de agricultores
7 Estimar viabilidad económica del uso del calcio como método de contrarrestar salinidad		1	Hecho se presenta en resultados tabla 11
8 Analizar la posibilidad teorica de regar con agua salina sometida a una desalinización parcial y el uso de cultivo en sustrato		1	Hecho se presenta en resultados y anexo 5

5.- Fichas Técnicas y Análisis Económico:

Tabla 11: Costo de aplicación de productos evaluados

Producto	Costo por L sin IVA	Costo por aplicación en invernadero de 7x30 m y con IVA
CulSalt	2521	\$ 3.000 a \$ 4.500 dosis de 200 y 300 cc por cama según la CE preexistente
AminoQuelant	4454	\$ 530 por aplicación con un mojamiento de 50 litros por invernadero de 7 x 30 con 5.000 plantas de clavel

Los incrementos de altura definidos en promedio son de 40 cm a 50 cm, ello permite pasar de claveles cortos sin venta < 45 cm, a la categoría choice de 45 a 55 cm de largo de tallos (en ODEPA se indica short) y representa en épocas de abundancia de flor vender o no hacerlo, y en valores cercanos a \$ 20 por flor para esta semana usando los precios de referencia de ODEPA de fecha 19 de julio. Los valores para los agricultores se estiman en 30 % menos y ello equivale a un extra de \$ 12 a 14 pesos por flor y por lo tanto una aplicación de cutSalt para una nave se solventa con menos de 50 flores. Hay que considerar que este es el mejor escenario debido que se han usado los precios de una época donde los claveles tienen baja oferta y mayor demanda (invierno).

- 6.- Impactos y Logros del Proyecto:

- Impactos productivos, económicos y comerciales

Logro	Al inicio de proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Formación de empresas o unidades de negocio	No aplica	No aplica	
Producción (por producto)	40 cm de largos de vara	Sobre 50 cm de largo de varas	10 cm de mayor largo de vara
Costos de producción			
Ventas y/o ingresos	Vendibles solo en invierno \$ 28.000 las 400 flores	Precio posible \$ 36.000 la caja de 400 varas si se llega a 55 o mas cm	\$ 12 a 14 pesos extras por flor de invierno
Nacional			
Internacional			
Convenios comerciales			

- Impactos sociales

Logro	Al inicio del proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Nivel de empleo anual			
Nuevos empleos generados			
Productores o unidades de negocio replicadas			

- Impactos Tecnológicos

Logro	Número 1			Detalle
	Nuevo mercado	en	Nuevo en la empresa	
Producto			Mejorado	
Proceso			x	Registro permanente de las condiciones de suelo
Servicio	x		x	Servicio de evaluación de la CE y registros de producción

Propiedad Intelectual	Número	Detalle
Patentes	-	-
Solicitudes de patente	-	-

Propiedad Intelectual	Número	Detalle
Intención de patentar	-	-
Secreto industrial	-	-
Resultado no patentable	-	-
Resultado interés público		

Logro	Número	Detalle
Convenio o alianza tecnológica	-	-
Generación nuevos proyectos		

Impactos científicos

Logro	Número	Detalle
<i>Publicaciones</i>	1	En preparación
<i>Eventos de divulgación científica</i>	1	En octubre de 2017 Congreso Agronómico de Chile
<i>Integración a redes de investigación</i>		

Impactos en Formación

Logro	número	Detalle
<i>Tesis de pregrado</i>		
<i>Tesis posgrado</i>		
<i>Pasantías</i>		
<i>Cursos de capacitación</i>	2	Anexo 3

7.- Problemas Enfrentados Durante el Proyecto:

- Legales
- Técnicos
- Administrativos
- Gestión
- Medidas tomadas para enfrentar cada uno de ellos.

No hubo problemas legales, administrativos, de gestión, ni técnicos durante la ejecución del proyecto

8.- Otros Aspectos de Interés

Generación de una ficha de resultados por agricultor y su interpretación en base a tener el promedio de los otros productores incorporado

Se adjunta un ejemplar de muestra



Estudio EST-2016-0084 FIA –PUCV-Molina Consultora Ltda

	Conductividad			Producción por m2					Calidad de la flor		
	CE portátil	CE p sat		paralelo m2	arveja	lcm	cruz	total	Duración flor	díametro flor abierta	apertura
Luis González	293	1,68	26-may	0	25	3,45	5,6	34,1	11	6	2
			30-sep	4,3	21,1	3,88	6,9	36,2	18	6,2	2
promedio agricultor				2,15	23,05	3,665	6,25	35,1	14,5	6,1	2
Promedio grupo				1,5891	14,4121	6,805	5,85	27,5	19,04	7,6775	1,2586

Calidad del follaje									
peso botón	peso 10 h	largo total	nudos t	nudos c	lxinter	gxcm tallo	cm/g	puntas	
6,14	3,69	65,3	12	12	5,2	0,14	7,6	2	
7,52	4,29	76,3	9,2	8,6	6,8	0,18	5,5	2	
6,83	3,99	70,8	10,6	10	6	0,16	6,5	2	
8,0855	7,53	83,4	13,7	11	6,1	0,27	4,2	1,5	

9.- Conclusiones y Recomendaciones:

- Desde el punto de vista:

- Técnico

Se pudo definir los principales síntomas atribuibles a la salinidad en claveles y siellera, en la primera de las especies el efecto mas notorio corresponde a perdida de las hojas de los nudos basales, sin embargo este síntoma no afecta la productividad comercial ya que normalmente los agricultores producen varas de mayor tamaño del requerido, así el 91% de los agricultores alcanza un muy alto nivel de calidad. No puede esta característica minimizar el efecto de la salinización que se está produciendo en el cultivo y es así como el 45,5 % tiene CE superiores a 4. La CE que afecta el cultivo cuando se midió en macetas fue de 7 dS/m o muy cernano a ello. Por lo que se puede considerar una especie resistente.

En el caso de siellera la salinidad de 0,8 g de sal por litro de agua independiente del ecotipo produce una fuerte reducción del crecimiento.

La CE alta también afecta los colores de los claveles flor y follaje, cuando la CE es muy baja los resultados son comparables a alta conductividad y los mejores colores como también otras variables evaluadas ocurren en valores medios.

Los productos en base a calcio como cutSalt y aminoquelant calcio son efectivos en contrarrestar el efecto nocivo de la alta salinidad, mejora el largo de las varas, la duración de la flor y el desarrollo de nudos.

En claveles se puede incorporar agua de mar directa en el riego, al menos por 10 semanas. Tenores de 22% de reemplazo si bien no causan daño en las plantas frenan sus crecimientos, el reemplazo de 11 % no reviste problemas. Ese resultado se avala en dos ensayos realizados usando un sustrato de muy buen drenaje expuesto a 20 % de lavado.

Este tema abre muchas interrogantes como por ejemplo que habría sucedido si se mantienen los tratamientos, ¿hay efecto del momento de aplicación del riego con agua de mar respecto del estado fenológico del cultivo?.

Otra arista a seguir investigando indica las formas de desalinizar el agua, revisando la literatura se presenta osmosis inversa, riego por capilaridad con sistemas previamente saturados, riegos con porciones de agua de mar parcialmente desalinizadas por evaporación usando energía solar entre los de mayor eficiencia, los resultados obtenidos permiten plantear que la realización de osmosis inversa usando una membrana de menor capacidad de filtrado y que requiere consecuentemente menor energía, podría ser apropiado para su uso en cultivos de claveles en zonas costeras.

- Económico

La aplicación de calcio en el suelo ensayada en este estudio tiene un costo \$ 50.000 los 20 litros es decir \$ 2.500 pesos por litro y la dosis usada varía entre 200 y 300 cc por cancha de 30 metros, por lo tanto cada aplicación por cama de cultivo tiene un costo de 500 y hasta 750 pesos.

Los seguimientos de CE posteriores han permitido indicar necesarias dos aplicaciones anuales, esa frecuencia de aplicación debería medirse nuevamente para los cultivos de verano donde

no hay un efecto de dilución de sal por efecto de las lluvias y donde tal vez sea necesario hacer tres aplicaciones. El producto foliar si bien tiene una efectividad menor que el aplicado al suelo ha demostrado mejorar las condiciones del cultivo, esto es claramente observable en siellera donde a la misma salinidad crecían sólo las plantas a las cuales se les había aplicado calcio foliar proveniente del aminoquelant.

- De gestión.

El uso de los conductivímetros portátiles, si bien es cierto tiene algunas restricciones dado por la humedad del suelo durante la toma de muestras, la necesidad de contar con agua destilada o bidestilada, el efecto que pueda tener otros componentes como la textura en la medición, y el requerimiento de calibraciones periódicas, es una herramienta útil para estimar el comportamiento del suelo. Permite por ej saber si hay una sobre fertilización o si la fertilización aplicada es acorde con el momento productivo (pico de alta o baja producción) su uso periódico y bajo las mismas normas permite una interpretación mas certera y podría ser útil al proponer modificaciones en riegos, fertilizaciones, cosecha etc.

La ficha diseñada para evaluar la productividad de cada agricultor en el estudio incorporó los resultados de las dos mediciones hechas; cantidad y calidad de la flor y follaje, se les entregó en forma conjunta con el análisis de suelo y textura, con el valor promedio de todo el grupo para cada variable lo cual les permite verificar su posición respecto al resto de los productores y puede constituir un buen registro productivo.

IV. INFORME DE DIFUSION

Se han realizado dos reuniones una de difusión de resultados y otra de capacitación de técnicos.

La primera de ellas se realizó en La Liga el 24 de marzo de 2017, asistieron 25 personas, se realizó en la sala de uso múltiple adyacente al Museo de La Liga.

Constó de dos partes, la primera de estuvo destinada a medir la CE a muestras de suelo llevadas por los asistentes a modo de laboratorio demostrativo y luego se presentó el proyecto, sus orígenes, metodología y resultados a esa fecha. Se les entregó a cada agricultor su ficha de resultados y los análisis correspondientes a su producción con la explicación de las variables evaluadas y su interpretación y la cartilla hecha para los agricultores sobre medición de conductividad eléctrica

La segunda reunión se trató de un taller de capacitación dirigido a 20 técnicos y agricultores de Hijuelas y Nogales, también se realizó un laboratorio demostrativo y una presentación de los resultados finales del proyecto, esta actividad se realizó en un centro de eventos de La Calera, se entregó cartilla de difusión para agricultores y ficha productiva para aquellos que correspondía. (En anexo 1 cartilla de difusión, registro de firmas de asistentes, y Power Point)



Figura 1 Informe de difusión: Charla técnica y demostrativa hecha en La Liga 24 de marzo de 2017



Figura 2. Informe de Difusión: Reunión de capacitación realizada en Calera con técnicos de Sat, Prodesal y agricultores junio 2017.

En el período complementario se han desarrollado diversas actividades de difusión:

a) Participación y entrega de tríptico a técnicos de Indap Curso Manejo integrado de plagas y enfermedades en Hortalizas y flores realizado en Talca el 29 de septiembre de 2017.

A pesar de ser un curso cuyo título versa en manejo de plagas y enfermedades, este fue un curso amplio de manejo de Hortalizas y Flores en invernadero, dirigido a profesionales y técnicos relacionados con INDAP. En dicho curso tuve la oportunidad de participar el viernes 29 de septiembre en 4 charlas sobre puntos críticos de la producción, el punto revisado en el módulo 4 fue la salinidad en la producción de flores donde se presentó el EST-2016-0084, (la misma presentación hecha para profesionales y técnicos en La Calera), y se les entregó los trípticos sobre uso de los medidores portátiles remanentes de las actividades anteriores. En Anexo 2 se incluye la lista de asistentes. Esta actividad contó con recursos aportados por la unidad de Cooperación Técnica de la Escuela de Agronomía de la PUCV y el único costo imputado al proyecto fue el almuerzo del día del viaje.

b) En agosto del año en curso el coordinador del estudio que se informa, participó en un programa radial editado por Radio Cosmos Calera 103.7 FM. En dicha emisora hay diariamente un programa llamado abriendo surcos que se trasmite en la tade. Puede ser revisado en www.rioaconcagua.cl/abriendo-surco bajo el título Eugenio López y Gabriela Verdugo.floricultura, donde se presenta al final de la entrevista el Estudio FIA y sus principales resultados.

c) Por otra parte el período complementario de este proyecto que abarcó desde julio al 6 de noviembre permitió participar en el 68° Congreso Agronómico de Chile con la presentación de un poster sobre el riego del clavel con agua de mar, el evento se realizó en La Serena y contó con la participación de numerosos colegas, en este evento se presentaron alrededor de 150 investigaciones, 50 % de ellas en formato presentación oral y en resto en poster Anexo 3.

Junto al poster se colocaron 50 copias de tamaño carta para ser retiradas por los interesados, a las 3 horas de abierto el recinto todas las copias habían sido retiradas, situación que permite indicar que el tema despertó interés en el público objetivo.

Ademas se ha realizado un manual de uso de conductivimetro portátil y de interpretación de los resultados obtenidos en el control de la CE (anexo 4) cuya ultima revisión por el equipo de difusión de FIA fue recibido el 15 del presente, varias de las recomendaciones han sido incorporadas y en otras se está trabajando, básicamente se solicitó incorporar 3 párrafos.

Encuestas de satisfacción de las actividades de difusión realizadas: En las dos reuniones técnicas realizads se aplicó una encuesta de satisfacción de los usuarios en base a un modelo contenido en el instructivo de difusión FIA, se presenta un cuadro resumen de los resultados.

	Reunión en la ligua Promedio 23 respuestas	Reunión en La Calera promedio 16 respuestas
Pertinencia o importancia de los contenidos	6,2	6,0
Claridad de los expositores (facilitadores)	6,5	6,5
Calidad de los materiales pedagógicos usados	6,0	5,5
Calidad de salas, servicios y café	6,5	4,0

Ambas actividades fueron catalogadas finalmente en satisfacción general como muy aceptables, solo la sala arrendada en La Calera tuvo un comentario referido a la baja aislación acústica y el mal estado de los pisos.



Definición: La conductividad eléctrica indica la cantidad de sal que hay en un suelo.

Si hay conductividad alta, el agua no estará disponible para las plantas y tampoco los fertilizantes.

El objetivo de este folleto es medir la Conductividad de manera periódica y con esa información tomar decisiones en el cultivo.

FIA - PUCV - MOLINA CONSULTORES LTDA.

Estudio: El desafío de producir flores y ornamentales en ambientes de aridez, con restricciones de superficie y el eventual uso de agua de mar. Productores de flores de la Región de Valparaíso.

www.pucv.cl
gabriela.verdugo@pucv.cl
molinaconsultoresltda@gmail.com

Impr Mayor 33 2 251631 Qta

FIA – PUCV - Molina Consultores Ltda.

Manejo de la Conductividad Eléctrica en invernaderos de flores



Fundación para la Innovación Agraria

Toma de muestras:

- ❖ Debe tomar varias muestras, en distintos sectores del terreno. Descarte el suelo de encima y tome la muestra desde 1 cm bajo el suelo y hasta 20 cm.
- ❖ De esas muestras muy homogeneizadas, debe tomar 25 g sin piedras ni residuos vegetales (tallos, raices, etc.). Idealmente la muestra debe secarse.
- ❖ Para medir la conductividad eléctrica deberá contar con agua destilada, idealmente bidestilada (para saber si el agua es adecuada, mida su CE, la que debe ser cercana o igual a 0).
- ❖ Agregue al suelo, molido y pesado, 50 cc de agua y agite fuertemente.



- ❖ Deje reposar la mezcla de suelo y agua por 2 horas, sin agitar, aunque se separe el suelo del agua.



- ❖ Introduzca el conductímetro y espere hasta que se estabilice su medición.

- ❖ Lea la CE y anótela



Cómo interpretar los resultados:

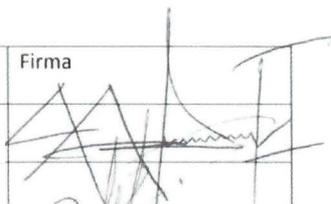
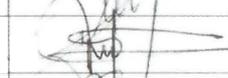
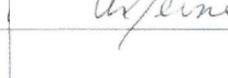
Valores de referencia de CE medida en dS/m y en mS/m para la disolución indicada.

	dS/m	mS/m
Muy bajo	< 1,8	< 200
Bajo	1,8 - 3,8	200 - 500
Moderado	3,8 - 6,5	500 - 1.000
Alto	6,5 - 8,6	1.000 - 1.300
Extremo	> 8,6	> 1.300

Qué hacer:

- ❖ Si la Conductividad Eléctrica, medida en dS, sube 1 punto de su valor inicial (por ej. de 2,8 subió a 3,8) o sube 200 puntos medida en mS (por ej. de 150 sube a 350): entonces es importante que suspenda la fertilización y le avise a su asesor.
- ❖ Por el momento no descuide los riegos y aplique solo abonos foliares.

Participantes reunión técnica El desafío de producir flores y ornamentales en ambiente de aridez, con limitaciones de superficie y eventual uso de agua de mar. EST-2016-0084. Fecha 24 de marzo de 2017

	Nombre	Empresa o institución	Run/ Rut	Correo electrónico o Dirección postal	Firma
21	Armando Amador	INDAP			
22	David Molano Cordo	SAT			
23	Luis Molena C	SAT			
24	Alejandra Pérez	SAT			
25	Yolanda Gisternas N	SAT			

Reunión de capacitación técnica FIA Est-2016-0084

"Estudio el desafío de producir flores y ornamentales en ambiente de aridez con restricciones de superficie y eventual uso de agua de mar".

	Nombre	Cargo /Institución /empresa	Teléfono /correo electrónico	Firma
1	Sergio Solís	Empresario		Sergio Solís
2	Jasna Peres	Procesal Higuera		Jasna Peres
3	Manuela Paz Aguilera	Procesal Higuera		Manuela Paz Aguilera
4	Luis Rojas Salinas	Empresario		Luis Rojas Salinas
5	Marcela Acuña	SAT - Flores		Marcela Acuña
6	Sergio Pizarro G.	Empresario		Sergio Pizarro G.
7	Juan Pablo Cruz	Empresario		Juan Pablo Cruz
8	Sauza Castillo	Empresario		Sauza Castillo
9	Roberto Toro	Empresario		Roberto Toro A
10	Arbento Vera	Empresario		Arbento Vera
11	Aurelio Snavetti	Empresario		Aurelio Snavetti
12	Sosé Luis Pizarro	Empresario		Sosé Luis Pizarro
13	Gonzalo Llanos	Empresario		Gonzalo Llanos
14	Osvaldo Godoy	Empresario		Osvaldo Godoy

Reunión de capacitación técnica FIA Est-2016-0084

"Estudio el desafío de producir flores y ornamentales en ambiente de aridez con restricciones de superficie y eventual uso de agua de mar".

15	Zunilda	EMPRESARIA		<i>[Handwritten signature]</i>
16	Leticia <i>[Handwritten name]</i>	EMPRESARIA		<i>[Handwritten signature]</i>
17	Olga Caceres	SAT-Floras		<i>[Handwritten signature]</i>
18	Marta Olazo	PRODUSAL-NOGALLES		<i>[Handwritten signature]</i>
19	Teresa Lopez	PRODUSAL-NOGALLES		<i>[Handwritten signature]</i>
20	Soledad Leiva	ESTUDIANTE		<i>[Handwritten signature]</i>
21				
22				
23				
24				
25				

Estudio el desafío de producir flores y ornamentales en ambiente de aridez con restricciones de superficie y eventual uso de agua de mar

EST-2016-0084

Objetivos Específicos (OE)

- 1 Determinar la relación entre conductividad eléctrica y la producción en cantidad y calidad de flores de clavel
- 2 Determinar el efecto de la conductividad eléctrica en un cultivo de selliera.
- 3 Establecer un manejo que permita reducir el efecto de la salinidad a base de aplicaciones altas de calcio en las dos especies
- 4 Capacitar a un grupo de asesores y pequeños agricultores sobre el uso de conductímetro portátil e interpretación de resultados
- 5 Estimar la viabilidad económica de la producción de clavel y selliera, de acuerdo a la evaluación técnica de los objetivos 1, 2 y 3
- 6 Analizar en un marco teórico la posibilidad de establecer cultivo en sustrato regados con agua de mar parcialmente desalinizada en claveles y selliera

Origen del proyecto

- Problemas climáticos
 - Falta de agua
 - Superficies reducidas
 - Ce en aumento

Especies: Clavel y Selliera

Objetivo 1

- Determinar la relación entre conductividad eléctrica y la producción en cantidad y calidad de flores de clavel
 - Evaluación en los agricultores de suelo y calidad de las flores
 - Evaluar producción de otoño invierno
 - Evaluación primavera inicio de verano

Peso del botón



Análisis de calidad de las varas, muestras por agricultor



Producción y Calidad de la Flor

Conductividad		Producción por m ²				Calidad de la flor					
CE	CE p portatil	parale lo m ²	arveja 1cm	cruc	total	durac ión flor	diam etro botón ara	apert ura	peso botón		
415	3,73	14-may	0,86	13,26	3,88	4,31	22,3	24	2,53	1,5	9,82
		05-oct	1,7	12,06	10,8	6,47	31	15,3	2,95	1	8,5
promedio agricultor			1,28	12,66	7,34	5,39	26,7	19,65	2,54	1,25	9,16
Promedio grupo			1,5891	14,412	6,805	5,85	27,5	19,04	2,5	6	8,0855

Internudos



Tallos



Calidad del follaje

Calidad del follaje

peso 10 h	largo total	nudos t	nudos c	lxinter	gxcmtallo	cm/g	puntas
9,53	103	12	7,7	8,3	0,3	3,6	1
6,09	92,7	7,4	6	9	0,11	4,3	2
7,81	97,9	9,7	6,8	8,6	0,21	4	1,5
7,53	83,4	13,7	11	6,1	0,27	4,2	1,5





Capacitar a un grupo de asesores y pequeños agricultores sobre el uso de conductivímetro portátil e interpretación de resultados

Cómo medir la conductividad



Se introduce la punta del conductivímetro en el sobrenadante, sin mover el agua ni tocar el material decantado

Como preparar una muestra para medir conductividad



Se revuelven 25 g de suelo seco y 50 cc de agua destilada hasta conseguir una mezcla uniforme



Se deja decantar por al menos 2 horas hasta quedar con un sobrenadante, según la composición del suelo

¿Cómo deben ser las muestras de suelo?



100 gramos de suelo a nivel de las raíces, con su humedad básica



Se necesita retirar todo el material orgánico y piedras



Se dejan claramente marcados para ser usados en mediciones

Como interpretar los resultados

Valores de referencia de CE medido en dS/m y en microS/m

Muy bajo	< 1,8	< 200
Bajo	1,8 a 3,8	200 a 500
Moderado	3,8 a 6,5	500 a 1.000
Alto	6,5 a 8,6	1.000 a 1.300
Extremo	> 8,6	>

¿Qué significa el número en el conductímetro?

► Esta es una medición de conductividad eléctrica, podemos usarla para analizar la cantidad de sal que hay en esta muestra de suelo.

Que hacer

- Si la Conductividad eléctrica sube 1 al medirlo en dS o 200 en micro S es importante que:
 - suspenda la fertilización y le avise a su asesor
 - Por el momento no descuide los riegos y
 - aplique solo abonos foliares.

Ensayo aplicación de calcio en claveles con CE alta predio Juan Carlos Rojas M San Alfonso / Longotoma cm de largo de tallo

- T calcio Cut Salt al suelo 55,8 A
- T Calcio al suelo y foliar 49,6 AB
- T Calcio solo foliar 49,6 AB
- T sin aplicación 40,4 B

► Aminoquelant

► Cutsalt

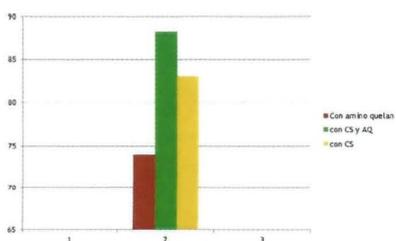
Ensayo de calcio en claveles en terreno

- Lugar: San Alfonso
- Forma de producción: cultivo de claveles anual Condiciones de suelo: Ce pH textura

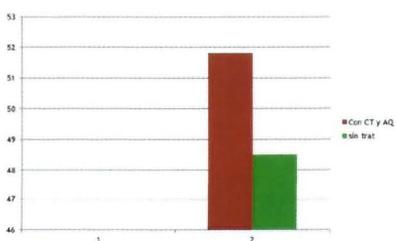
Claveles producción anual



Resultados de Inés Pérez CE 4,64



Resultados de Juan Carlos Cornejo CE 9,5



Ensayo aplicación de calcio en selliera

TRATAMIENTOS

- ▶ T 1,6 g de sal mas calcio foliar 10,760 A
- ▶ T 1,6 g de sal 3,008 B

Peso de planta

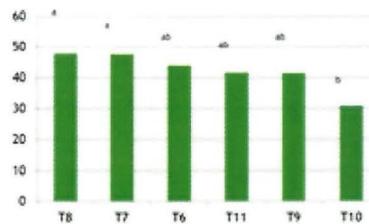
10,760 A
3,008 B

Establecer un manejo que permita reducir el efecto de la salinidad a base de aplicaciones altas de calcio en las dos especies



Analizar en un marco teórico la posibilidad de establecer cultivo en sustrato regados con agua de mar parcialmente desalinizada en claveles y selliera

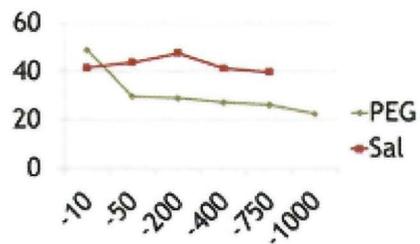
Efecto de la CE en el crecimiento de plantas de clavel



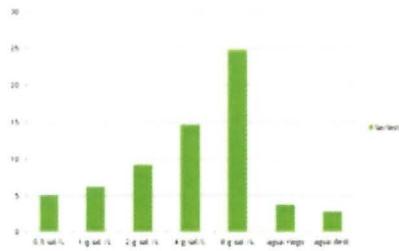
Planta 2 meses regada con agua de mar CE= 7,28



Ensayo en macetas, verano plantas de 2 a 4 meses



CE del agua de drenaje de macetas sometidas a riego con sal



Riego con una proporción de agua de mar



Anexo 2 Listado de participantes actividad realizada en Talca el 29 de septiembre de 2017

11/10/2017

Lista Asistencia 29 de septiembre. am.jpg

INDAP

CURSO MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN HORTALIZAS Y FLORES

29 DE SEPTIEMBRE, MAÑANA

Nº	RUT	NOMBRE	FIRMA
1		ACEVEDO CACERES MARIA FERNANDA	
2		AHUMADA MANSO PEDRO MAURICIO	
3		ALFARO GUTIÉRREZ OSVALDO ANTONIO	
4		ARAYA TAPIA VIVIANA ALICIA	
5		ARENAS SEPÚLVEDA CARMEN FABIOLA	
6		BARRA IBÁÑEZ ANA NATIVIDAD	
7		BRAVO BARRERA MIGUEL	
8		CANCINO ÁVILA ERNESTO ANTONIO	
9		CANTERO MOLINA CLAUDIA	
10		CARRERA SILVA JOSE LUIS	
11		CASTILLO OLIVARES FRIDA	
12		CHAMORRO DE LA PAZ MARIA	
13		CORNEJO MIÑO IVAN ALEJANDRO	
14		DE LA FUENTE ÁLVAREZ ANA MARÍA ISABEL	
15		DÍAZ CASTILLO YOLANDA	Yolanda Díaz
16		ESPINOZA YAÑEZ FERNANDO	
17		FIERRO ROMÁN ALEJANDRA YENNY	
18		GODOY JIMENEZ CHRISTIAN ABEL	
19		GUZMAN AGUIRRE PATRICIO	
20		HERNÁNDEZ SAAVEDRA PABLO ALEJANDRO	
21		ICETA HERRERA HERALDO ERNESTO	
22		LECAROS SAID NICOLE ALEJANDRA	
23		MALDONADO MALDONADO JUAN PABLO	
24		MARTÍNEZ AROS OSCAR	
25		MEDEL PEÑA FIDENCIO OCTAVIO	
26		MENA PRADENAS LORENA ALEJANDRA	
27		MENDEZ ORREGO PEDRO GASTÓN	
28		MIÑO CANCINO GABRIEL EDINEL	
29		MOLINA BAHAMONDES PABLO ANDRÉS	
30		OLIVARES HORMAZÁBAL OSVALDO ENRIQUE	
31		PINOCHET DEL RÍO MARIA DE LOS ANGELES	
32		SALGADO GONZÁLEZ MARCELO FRANCISCO	
33		SOLIS DE OVANDO CHÁVEZ BÁRBARA ANDREA	
34		SOTO MUÑOZ MARTA LUZ	
35		SUAZO FUENTES SEBASTIAN ANDRÉS	
36		SANCHEZ GOMEZ CLAUDIA ANDREA	
37		SANCHEZ QUERO CLAUDIO ENRIQUE	
38		TEJOS CHAMORRO DOMINGO HECTOR	
39		TIZNADO ZURITA GABRIEL	
40		TRONCOSO MELLA NORMA DE LOURDES	
41		VERGARA NOVOA RICARDO ALBERTO	

0



Fundación para la Innovación Agraria
EST-2016-0084



PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATOLICA
DE VALPARAISO
Escuela de Agronomía

Incorporación de agua de mar en riego del clavel

Verdugo, G. Salgado, E. Vidal, A.
gabriela.verdugo@pucv.cl

INTRODUCCIÓN

Constantemente la Región de Valparaíso experimenta extensos períodos de sequía que afectan la agricultura. En la zona norte de la Región, en los Valles de Longotoma, Huaquén y La Ligua, esta realidad impacta a pequeños agricultores productores de flores y en especial de claveles. Para mitigar en parte el problema de falta de agua se plantea el reemplazo parcial de agua dulce por agua salada (Arzori et al., 2016). Los valores de Ce que se estimaban para el cultivo, según Koluby et al (2000) son moderadamente tolerantes con valores de hasta 3 dSm⁻¹. Sin embargo Haouala y Jaziri (2009) indican que conductividades eléctricas en agua de riego superiores a 1.2 dSm⁻¹ reducen el crecimiento y la producción, lo mismo señala Al-Najar (2007). Se ha observado que las plantas que crecen en concentraciones salinas muy bajas suelen presentar bajo peso y tallos delgados. En Australia se recomienda aplicar en claveles 1 g de sal por litro de agua de riego (Department of Water, Land and Biodiversity Conservation Groundwater Group Fact Sheet <http://www.dwlbc.com.au/>). En Chile los productores de flores aplican altas cantidades de fertilizantes lo que genera alta salinidad, no obstante logran varas de claveles de calidad Select. De acuerdo a lo anterior, es válido pensar que existe un nivel óptimo de mezcla de agua dulce con agua salina tal que permita el crecimiento de claveles de buena calidad.

Objetivo

Evaluar el efecto de dosis crecientes de mezcla de agua de mar con agua destilada sobre el crecimiento y calidad de las flores de clavel.

MATERIALES Y MÉTODO

Se realizó dos ensayos donde se empleó soluciones de sal de mar en 6 concentraciones en riego de plantas de clavel cv Domingo en macetas de 1 L y se evaluó su efecto en crecimiento y algunos atributos de calidad de las varas. El primer ensayo se realizó entre diciembre y marzo con plantas de 2 meses plantadas con 10 repeticiones. El segundo se realizó en el período otoño invierno en plantas de 4 meses posadas a dos tallos por planta con 6 repeticiones. Se consideró un diseño experimental completamente al azar, con 6 tratamientos de diferentes tenores salinos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Concentración salina del agua de riego aplicada por tratamiento

Tratamientos	Sal de mar g L ⁻¹	Conductividad eléctrica dS m ⁻¹
T0	Testigo(*)	0,173
T1	0,5	1,060
T2	1,0	2,140
T3	2,0	3,800
T4	4,0	7,280
T5	8,0	15,100

(*) Agua de pozo profundo de la Estación Experimental La Palma, PUCV, Quilón

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo que la salinidad creciente provoca disminución del crecimiento acumulado pero no afecta al brote principal excepto con el mayor (Cuadro 2). Por otra parte, los valores más altos de Ce incrementan la luminosidad del follaje (Cuadro 3).

Cuadro 2. Efecto de la salinidad sobre el crecimiento de plantas de clavel

Tratamiento	Crecimiento acumulado ¹ cm	Diferencia de altura del brote principal ² cm
T0	67,0 A	31,67 A
T1	39,5 B	19,00 AB
T2	37,3 B	26,83 AB
T3	29,0 BC	17,17 AB
T4	28,2 BC	24,83 AB
T5	19,8 C	10,50 B

Letras diferentes en la columna indican diferencia según Tukey (p < 0,05).

¹ Crecimiento acumulado es la suma de crecimiento de todos los brotes de la planta

² Diferencia de altura corresponde a altura inicial menos altura final del brote principal

Cuadro 3. Efecto de la salinidad sobre el color del follaje en plantas de clavel

Tratamiento	Luminosidad	a	b
T0	27,21 B	7,56 B	86,50 A
T1	30,93 B	15,56 A	23,86 AB
T2	34,64 AB	15,63 A	19,96 AB
T3	39,63 A	18,57 A	16,98 B
T4	33,37 AB	8,29 B	19,63 AB
T5	39,24 A	20,53 A	17,88 AB

Se observó que incrementos de la salinidad provocan disminución del grosor del parénquima. Por su parte el riego con agua de pozo (Ce = 0,17 dS m⁻¹) causa el mismo efecto, probablemente por ausencia de algunos nutrientes (Cuadro 4 y Figura 1).

Cuadro 4. Efecto de la salinidad sobre el grosor del parénquima de hojas de clavel

Tratamiento	Grosor parénquima			
	Adaxial µm		Adaxial y abaxial µm	
T0	129,510	C	131,107	C
T1	239,615	A	265,935	A
T2	210,670	B	205,755	B
T3	202,660	B	185,302	B
T4	156,400	C	173,655	BC
T5	139,755	C	131,108	C

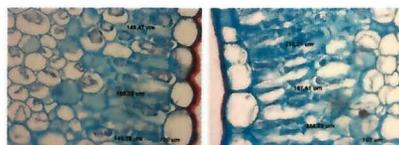


Figura 1. Cortes histológicos de hojas de clavel sometidas a concentraciones salinas extremas (Ce = 15,1 (A) y 2,14 dS m⁻¹ (B)).

CONCLUSIONES

Aun cuando se presentan efectos detrimentales por la concentración salina, es posible obtener un producto de calidad comercial hasta una Ce ≤ 7,28 dS m⁻¹

REFERENCIAS

- Al-Najar, H. 2007. Urban agriculture and Eco-sanitation: The Strategic Potential Toward Poverty Alleviation in the Gaza Strip. RICS Research paper series 7. 1-28.
- Azori, G., Nisam WN, Caporietta S, Masi E, Azzarello E, Pandolfi C, Vignolini P, Gonelli C, S. Marcucci 2016. Potential and constraints of different seawater and freshwater blends as growing media for three vegetable crops. Agricultural Water Management 176:255-262.
- Haouala F, Jaziri F. 2009. In vitro propagation of Carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) under salt stress. Pakistan Journal of Biotechnology 6(1):27-30.
- Koluby-Amichal, Z., Koenig R, Kitchin B. 2000. Salinity and plant tolerance. Utah Extension Service.



Manual de salinidad en clavel

Elementos para la
detección
medición
interpretación
corrección

Noviembre 2017

La presente publicación entrega resultados obtenidos en el estudio:

“El desafío de producir flores y ornamentales en ambientes de aridez, con restricciones de superficie y eventual uso de agua de mar” FIA EST-2016-0084, desarrollado entre los años 2016 y 2017, con el apoyo financiero de la Fundación para la Innovación Agraria.

Autores: Gabriela Verdugo, Fernando Sotomayor, Álvaro González y Alexis Vidal.

Colaboradores: Luis Molina, David Molina, Marcela Aguilera y Olga Cáceres.

Editor: Gabriela Verdugo.

Revisión y edición técnica: Gabriela Verdugo, Álvaro González y Maurice Streit.

Diseño gráfico y diagramación: Imprenta Mayor.

Fotografías: Archivo fotográfico EST-2016-0084 FIA/Escuela de Agronomía PUCV.

Impresión: Imprenta Mayor, Quillota.

N° de ejemplares: 100 unidades.

ISBN

Registro de Propiedad Intelectual N°.....

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Fundación para la Innovación Agraria.

Se autoriza la reproducción parcial o total de la información siempre que se cite la fuente.

Quillota, Chile, noviembre 2017.

Índice

Presentación ...

1. Salinidad y CE ...

1.1 Clasificación de suelos según CE ...

1.2 Suelo sódico ...

2. El estudio propuesto ...

2.1 Antecedentes ...

2.2 Participantes ...

2.3 Procedimiento ...

3. Evaluaciones en terreno ...

3.1 Instrumental ...

3.2 Calidad de agua ...

3.3 Dilución ...

3.4 Tiempos de decantación ...

3.5 Resumen preparación de la muestra y medición de la CE ...

4. Calibración y mantenimiento de instrumentos ...

5. Interpretación de resultados ...

5.1 En suelo

5.2 En agua

6. Efectos de la salinidad y CE en cultivos ...

6.1 Productividad

6.2 Evaluaciones de color

6.3 Duración de la flor después de cortada

7. Correcciones de salinidad y CE, uso de Calcio ...

7.1 En claveles

7.2 En selliera

8. Interpretación de análisis de suelo y foliar en flores y follajes.

9. Bibliografía consultada ...

Presentación

Los resultados aquí presentados corresponden al Estudio FIA EST-2016-0084: “El desafío de producir flores y ornamentales en ambientes de aridez, con restricciones de superficie y eventual uso de agua de mar”, realizado por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Agronomía, junto a la empresa SAT Molina Consultores Ltda. y con la participación del SAT Olga Cáceres de Hijuelas; actividad cofinanciada por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) del gobierno de Chile, durante los años 2016 y 2017.

El estudio fue realizado en la región de Valparaíso, e involucró a un grupo de 33 productores de claveles de Longotoma, Huaquén, La Ligua e Hijuelas. El problema abordado en este estudio responde a la frecuente presencia de períodos de sequía que impactan fuertemente a la agricultura regional y son especialmente difíciles de abordar por la Agricultura Familiar Campesina, quienes cultivan claveles y otras flores en pequeños predios de 0,2 a 1 ha.

El manejo de la fertilización en períodos de escasez hídrica requiere adecuaciones permanentes, tanto para mantener calidad como para resguardar las condiciones de los suelos, en su fertilidad natural y sanidad, y así mantener la actividad agrícola regional. El desarrollo de tecnologías sencillas de medición de salinidad, pH y otras variables de suelo con instrumentos portátiles, de fácil manipulación, es un recurso disponible tanto para profesionales y técnicos como para los mismos agricultores, con lo que pueden ser más certeros en sus decisiones de manejo. Sin embargo, el uso de estos instrumentos requiere una cierta estandarización en las mediciones e interpretaciones, por lo que, con tal propósito, en este manual se ha recopilado la información relativa a un protocolo de medición, como también a la forma de interpretar los resultados obtenidos.

Para ello se han realizado una serie de mediciones con distintos tipos de instrumentos, se ha incluido un capítulo sobre la calibración de los mismos y muy especialmente nos referimos a la interpretación “cualitativa de los resultados”, todo ello basado en una extensa revisión de artículos y situaciones vividas en el año y medio que se ha estado trabajando.

Proponemos que la mantención de registros de salinidad (a través de evaluar la conductividad eléctrica de los suelos de manera permanente) permita aplicar buenas prácticas de fertilización en los diferentes períodos del cultivo, aprovechar su plasticidad de respuesta a CE y estar preparados para incorporar otras especies u otras fuentes de agua cuando ello sea imprescindible. Con ello hemos querido aportar un grano de arena a los agricultores de la región que se dedican a la producción de flores cortadas.

Gabriela Verdugo y equipo de ejecución.

1 Salinidad y Conductividad Eléctrica en clavel

La salinidad es considerada en la mayoría de las especies agrícolas un factor limitante en la producción ya que suele afectar los rendimientos y la calidad de los productos.

En flores cortadas es habitual que las recomendaciones técnicas sugieran no regar con tenores salinos mayores a 2 g de sal por litro de agua, sin embargo, hay especies de mayor tolerancia que son capaces de adecuarse a condiciones más salinas, entre estas especies está el clavel.

Esta flor es cultivada principalmente por agricultores pequeños ligados a INDAP, para ellos representa ingresos importantes. Se estima que un invernadero de claveles de 7 x 30 m con 5.000 plantas pueda arrojar un ingreso neto anual en torno a 1,5 millones de pesos, eso hace que con 4 a 6 naves o invernaderos una familia campesina pueda alcanzar un ingreso mensual de \$ 500.000 a \$750.000.

Sin dudas esta condición de ingresos es atractiva y explica la razón por la cual este cultivo se ha extendido en ese segmento de la agricultura familiar campesina. El cultivo que tradicionalmente se ubicaba en las regiones del centro del país hoy abarca zonas muy dispares desde Arica y Parinacota a la región del BIOBIO.

La especie también presenta algunas dificultades en su cultivo entre las que se puede destacar la gran cantidad de labores manuales necesarias para un buen producto, y el problema que esto representa para la AFC que ha envejecido, sumado a migración de los jóvenes a los centros urbanos. Otro punto crítico de esta producción corresponde a las variaciones de precio de las flores, hay períodos como invierno y fechas específicas en los cuales el precio por cada vara puede llegar a \$100, en tanto en verano en época de alta oferta de flores y bajo consumo de las mismas, el precio puede caer a \$ 5 la vara. Para mantenerse en el negocio los agricultores deben tener plantaciones de alta productividad y la fertilización es uno de los factores de alta incidencia en los resultados, por ello se propuso y se ha estudiado el efecto de la salinidad en este cultivo.

La salinidad de un **suelo** hace referencia a la cantidad de sales solubles presentes en el.

Las sales son compuestos químicos que presentan iones con cargas negativas (aniones), unidos a iones con cargas positivas (cationes), como son por ejemplo los fertilizantes.

La salinidad de un suelo tiene sus causas en varios factores: material que le dio origen, clima, afluentes de agua (naturales, de riego, residuales urbanas) y prácticas de fertilización, entre las más relevantes.

A mayor nivel de sales en el suelo, aumenta la presión osmótica de éste respecto de la raíz, por lo que se dificulta el ingreso de agua, pudiendo incluso salir el agua desde la planta, ocasionando daños de distinto grado, hasta la muerte del vegetal, según la intensidad del problema y la susceptibilidad de la especie.

La salinidad se puede cuantificar indirectamente por la medición de la conductividad eléctrica (CE), expresada en dS/m (anteriormente mmhos/cm), tanto del agua de riego, del drenaje, como de la solución extraída del suelo, dada la movilidad de los iones presentes. A mayor contenido de sales, mayor es entonces la conductividad eléctrica. Como la temperatura afecta a la movilidad de los iones, se considera que la medición de CE debe hacerse a 25°C de la muestra.

Por otra parte, la CE aumenta en la medida que el suelo se va secando, por lo que es un aspecto importante, para la interpretación de los valores, tener claro el grado de humedad del suelo de la medición, ya sea suelo saturado o en distintas diluciones suelo:agua.

1.1 Clasificación de suelos según Conductividad Eléctrica:

Para efectos de evaluación de la calidad de suelo respecto del nivel de CE, según el Departamento de Agricultura de EE.UU., se considera el siguiente cuadro

Cuadro 1. Clasificación de calidad de suelo en base a la CE.

Clasificación del suelo	Conductividad Eléctrica* (CE) en el extracto de saturación (dS/m)	Efecto en el cultivo
No salino	0 - 2	No afecta a los cultivos.
Ligeramente salino	2 - 4	Puede disminuir los rendimientos de los cultivos sensibles.
Moderadamente salino	4 - 8	Disminuye el rendimiento de la mayoría de los cultivos.
Salino	8 - 16	Rendimiento satisfactorio sólo de cultivos tolerantes.
Extremadamente salino	> 16	Rendimiento satisfactorio sólo de cultivos muy tolerantes.

*Conductividad eléctrica para 90% de rendimiento relativo de los cultivos, excepto en la última categoría que es del 70%.

Fuente (En: <http://agrosal.ivia.es/evaluar.html>)

1.2 Suelo sódico:

El sodio (Na) es otro catión de importancia en la evaluación de la calidad de un suelo, en la medida que fácilmente reemplaza a otros cationes adsorbidos, como calcio y magnesio, del complejo de intercambio catiónico. La determinación de su nivel, expresado como Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI), lleva al siguiente cuadro de clasificación, según el Instituto Valenciano de Investigación Agraria, IVIA, España, citando a Massoud (1971).

Cuadro 2. Calidad de suelo en base a la PSI.

Porcentaje Sodio Intercambio (PSI) %	Evaluación del Suelo
< 7	No sódico
7 - 15	Ligeramente sódico

15 - 20	Moderadamente sódico
20 - 30	Fuertemente sódico
> 30	Extremadamente sódico

Fuente: <http://agrosal.ivia.es/evaluar.html>

La condición de suelo resulta entonces de la interacción de estas variables, que hacen más compleja su caracterización y los efectos en los cultivos. Por ejemplo, se puede señalar el siguiente cuadro que clasifica suelos según su CE, PSI y pH:

Cuadro 3. Clasificación de los suelos en base a CE; PSI y pH

Suelo	CE (dS/m)	PSI (%)	pH	Observaciones
Normal	< 4	< 15	6,5 a 7,5	Buena permeabilidad, buena aireación y buena estructura.
Salino	> 4	< 15	7 a 8,5	Presencia de costras blancas en la superficie del suelo.
Salino sódico	> 4	> 15	< 8,5	Si contiene calcio se disuelve y reemplaza al sodio intercambiable, el cual es eliminado en forma simultánea con el exceso de sales.
Sódico	< 4	>15	8,2 a 10	Mala permeabilidad, difícil de trabajar, y alta defloculación de sus partículas.

Fuente: "Salinidad del suelo (noviembre 2010). Fundación Produce Nayarit A. C. / Instituto mexicano de tecnología del agua". <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/publicaciones-nayarit/FOLLETOS%20Y%20MANUALES/FOLLETOS%20IMTA%202009/folleto%206%20salinidadelsuelo.pdf>

Para tener una idea de las condiciones de salinidad del agua, se ha incorporado el siguiente cuadro que indica las CE esperadas de agua de distintas procedencias.

Cuadro 4. Valores esperados de conductividad eléctrica (CE) del agua.

Procedencia	CE(dS/m)
Agua destilada	0 a 0,1
Agua de lluvia	0,15
Agua consumo humano	0,5
Agua de riego	0,8 - 2,5
Agua de mar	45 - 60

Adaptado de: <http://agrosal.ivia.es/evaluar.html>

2. El estudio propuesto

El clavel es la flor de mayor producción por el segmento de la AFC y muy especialmente se establece en zonas costeras de la Región de Valparaíso donde se estima en aproximadamente 3.000 las familias dedicadas a la producción de flores, de las cuales un 40 a 50 % son cultivadores de claveles (estimaciones hechas con los SAT de la Región).

Estas pequeñas explotaciones agrícolas tienen en común la imposibilidad de hacer rotaciones de cultivos y presentan también limitado acceso al recurso hídrico, todo lo cual lleva a una sobre explotación de sus recursos los cuales se van deteriorando en el tiempo si no se toman las medidas técnicas paliativas.

El desarrollo de múltiples instrumentos portátiles de evaluación de las condiciones de un suelo en un momento dado, permiten hoy por hoy, tomar decisiones con más antecedentes disponibles; además, los precios de estos instrumentos son cada vez más accesibles incluso a nivel de los agricultores, por ello se plantea la necesidad de hacer evaluaciones periódicas en los suelos de los cultivos de flores e interpretar adecuadamente los resultados.



2.1 Antecedentes:

Un estudio previo realizado por Verdugo (datos sin publicar) el año 2013/2014, indicaba un porcentaje importante de los agricultores de la región con conductividades superiores a 4, estimados como suelos moderadamente salinos, en una muestra de 30 agricultores ubicados entre Hijuelas, El Melón y Concón (Cuadro 5).

Cuadro 5. Distribución de la CE en un grupo de 30 agricultores, medida el año 2013.

Localidad	Rango de CE inicial	% de agricultores en los rangos de CE medida en pasta de saturación
Hijuelas - El Melón	< 2	57
	2 y 3	0
	3 y 4	29
	>4	14
Quillota - La Calera	< 2	13
	2 y 3	27
	3 y 4	7
	>4	53
Limache – Concón	< 2	25
	2 y 3	25
	3 y 4	12
	>4	38

Este comportamiento fue medido durante el período de intensa sequía que afectó a la zona a partir del año 2008 y llevó a suponer que puede verse intensificado en los últimos años y, sobre todo, en zonas de restricción hídrica más notoria como son La Ligua y sectores aledaños, lo cual resultó verdadero; es así como en 2016, de 33 agricultores evaluados, el 45,5 % tiene CE superiores a 4 (ver Cuadro 6).

Cuadro 6. Distribución de la CE en un grupo de 33 agricultores, medida el año 2016. Se incluye agricultores de la provincia de Petorca, comunas de La Ligua y Papudo y agricultores de la provincia de Quillota, de las comunas de Hijuelas, La Cruz y Quillota.

Rangos de CE	% de agricultores en cada rango
< 1	3%
1 a 2	18,2 %
2 a 3	12 %
3 a 4	21,2 %
4 a 5	24,3 %
5 a 6	9,1 %
6 a 7	3 %
7 a 8	3 %
>8	6,1%

Fuente: EST 2016-0084

Las mediciones de CE, textura y fertilidad de suelo se realizaron en otoño invierno y las de producción y productividad se realizaron dos veces en el año, en otoño/invierno y en primavera/verano, incluyendo evaluaciones de la cantidad, calidad y duración de la flor después de cortada.

2.2 Participantes:

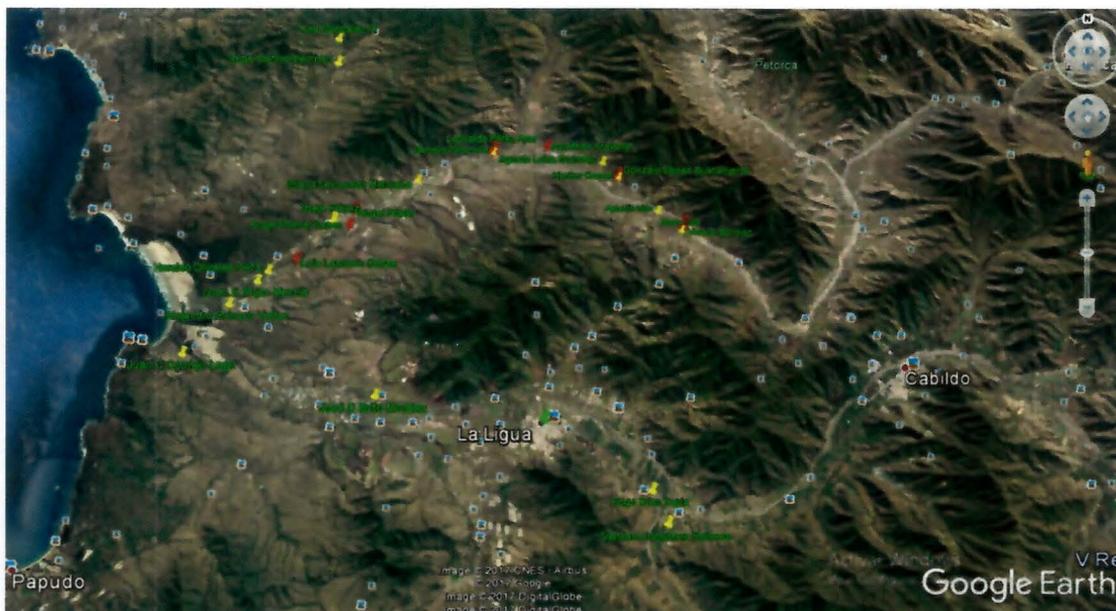


Figura 1. Mapa de las comunas de La Ligua y Papudo, donde se concentra 23 de los agricultores incorporados al estudio de salinidad en los distintos sectores.

A este grupo se suma otros 10 agricultores provenientes de Hijuelas, La Cruz y Quillota con lo cual se completa el grupo de 33.

2.3 Procedimiento:

Las muestras para medir CE, entre otras variables de suelo, se tomaron desde el predio de cada agricultor. Primero se ubicó las mesas donde hubiera cultivo del clavel Domingo, o en su defecto otro rojo de similares condiciones de mercado: Gran Sland, Magallanes, Morgan o Master (el 67 % de los predios tenía Domingo como variedad roja). En la mesa seleccionada por condiciones de producción homogénea y representativa se marcó un sector de 2 a 3 m², el marcaje se realizó con cintas adhesivas en los 4 vértices, la muestra de suelo correspondió a dos o tres puntos del sector seleccionado, entre 1 y 20 cm de profundidad. Las muestras identificadas fueron trasladadas al laboratorio de análisis de suelo y foliar de la Escuela de Agronomía de la PUCV.

Además de las muestras de suelo se registró la producción de varas florales desde tamaño arveja (botón cerrado de 1 cm de diámetro), botón estrella (al observarlo desde arriba se ve una estrella de color formada entre los sépalos, hay autores que se refieren a este estado como botón cruz), botón de 1 cm de color, botón con pétalos paralelos y flor abierta en la misma superficie y se tomó en dos oportunidades muestras de varas florales: 5 unidades de la misma mesa de cultivo desde donde se obtuvo la muestra para el análisis de suelo.

Al análisis realizado en laboratorio se sumó un análisis hecho con instrumentos portátiles.

3. Evaluaciones en terreno

3.1 Instrumental:

Para la toma de muestras de suelo se deben seguir las mismas recomendaciones que para cualquier análisis de suelo, esto es: tomar una muestra representativa del sector de producción y del tipo de suelo, descartar la capa más superficial (1 o 2 cm) que puede haber sido alterada por una aplicación de agroquímico o la entrada de un animal, entre otros factores. Luego de ello enterrar la pala buscando obtener la muestra de una profundidad acorde con la profundidad radical de la especie, en claveles: 20 cm. Para tomar las muestras se puede usar una palita de punta cuadrada o en su defecto un barreno, normalmente se saca de dos a cuatro puntos por unidad de muestreo.

Sobre el tipo de conductímetro, los resultados indican que cualquier tipo puede ser usado. En los ensayos que hemos realizado se usaron tres:

- 1 Extech L0160659/L0160608 distribuido en Chile por Veto y Cía.
- 2 ECTestr11and Salt testr 11 series. EUTECHinst.com/OAKLON de Japón
- 3 Cond meter Ct-3031KedidC Japón.

Estos instrumentos difieren en la o las escalas en que presentan los resultados y se pueden programar en qué unidades hacer las mediciones.

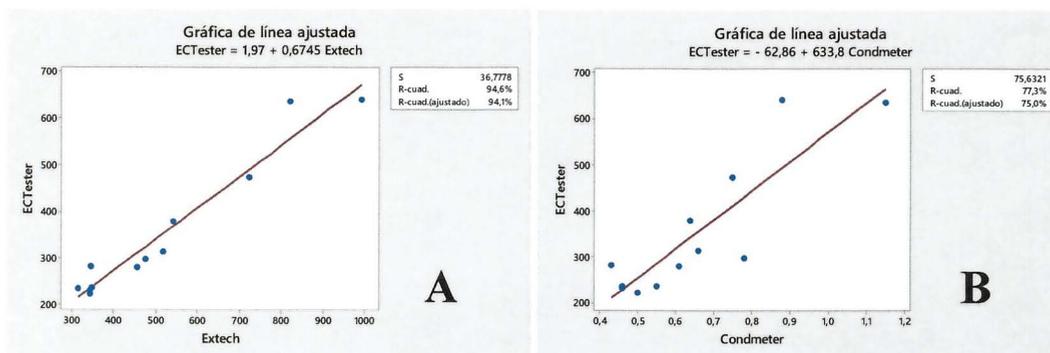


Figura 2. Análisis de regresión para un grupo de muestras de suelo medidos con diferentes instrumentos (A) y (B).

Los r^2 son del orden de 94,6% con $P=0,000$ para Extech con ECTtester (Figura 2A) a 77,3 % al comparar ECTTester con Condrometer con $P=0,000$ (Figura 2B), e indican que el resultado depende de la CE del suelo y que es independiente del medidor usado.



Figura 3. Tipos de conductímetros usados en el estudio. (Obs: La mención de las marcas no indica recomendación de parte de los investigadores).

3.2 Calidad de agua:

Otra de las condiciones necesarias para tener una buena medición de la CE es el agua a usar para las mediciones, donde tradicionalmente se indica agua destilada. En nuestra experiencia, este es un punto crucial, ya que se tuvo dificultades con aguas destiladas que se vende en estaciones de servicio para motores; otra posibilidad es el agua destilada que se expende en farmacias. En todo caso, para cerciorarse que el agua es lo suficientemente pura, es recomendable medir la CE con su mismo instrumento calibrado, y esta debe ser muy cercana al valor 0 para no interferir en el resultado.

3.3 Dilución:

Antes de detenernos a definir la dilución y tiempos de medición necesarios para asegurar un resultado confiable, debemos indicar la necesidad de una muestra de suelo “seca”.

Es importante tener presente que la conductividad eléctrica como concepto puro se mide en una pasta saturada, ello indica que al suelo inicial se ha secado y molido (al vacío y con estufas de aire forzado) y posteriormente se satura con agua destilada llegando a una relación muy cercana a 1:1. Ambas condiciones son difíciles de reproducir en campo y de ello deriva el concepto que con el conductímetro portátil tendremos una apreciación sesgada de la CE y por ello usualmente en su interpretación se trabaja con rangos de CE. A pesar de ello, estas evaluaciones, hechas de manera periódica, proporcionan antecedentes de cómo va cambiando la variable y permite tomar decisiones de fertilización y riego en el cultivo con mayores antecedentes.

La literatura disponible indica diversas diluciones para evaluar la CE con instrumentos portátiles, como son: 1:1; 1:2; 1:2,5 y 1:5 Por razones prácticas, en estos ensayos se midió 1:2,5 y 1:2 siguiendo recomendaciones de España, en una región de parecida aridez.

3.4 Tiempos de decantación:

En muestras de suelo de tres agricultores que presentaban conductividad alta, media y baja 17; 5,27 y 2,28 dS/m respectivamente, medidas en laboratorio, se hicieron mediciones en 4 sub muestras, cada 30 minutos, posterior a la dilución.

De los resultados se puede indicar que cuando la CE es baja, en 1 hora ya se había alcanzado la CE conceptual representativa de ese suelo. En el suelo de CE media fue suficiente el mismo tiempo de mantención del extracto. Sin embargo, cuando se trabajó con el suelo de la CE alta, fue necesario 2 horas para que la medición representara el concepto indicado por la medición del laboratorio de suelos control; de allí que se recomienda dejar 2 horas la muestra con el agua destilada antes de medir. Estos resultados son coincidentes con la mayoría de la literatura revisada.

3.5 Resumen preparación de la muestra y medición de la CE:

En las siguientes figuras, se ilustra el método de muestreo y medición de CE.

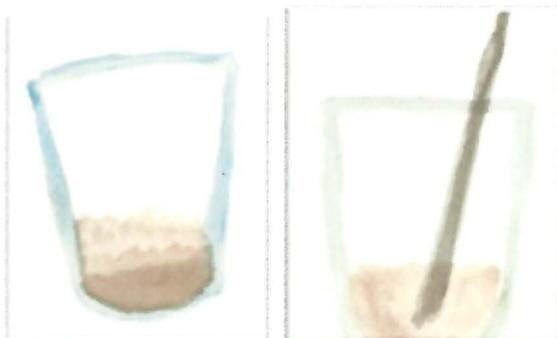


Paso 1: Tome 25 gramos de suelo a nivel de las raíces, con la humedad del momento.

Paso 2: Retire todo el material orgánico y piedras y pese 25 g



Paso 3: Disuelva los 25 g de suelo en 50 cc de agua destilada hasta conseguir una mezcla uniforme.



Paso 4: Agite enérgicamente y deje decantar por al menos 2 horas hasta quedar con un sobrenadante, según la composición del suelo

Paso 5: Introduzca la punta del conductímetro en el sobrenadante, sin mover el agua ni tocar el material decantado y lea la medición cuando se haya estabilizado (cuando la lectura se mantenga algunos segundos en el mismo valor).

4. Calibración y mantenimiento de instrumentos

La calibración de los conductímetros portátiles es uno de los principales problemas de uso, tradicionalmente lo puede calibrar el usuario o en laboratorios como servicio, para ello es necesario tener disponible el manual del equipo y contar con una solución de calibración. Puede calibrar el medidor en alguna de las tres o todas las escalas que éste presente.

Se requieren soluciones estándar de $84\mu\text{S}/\text{cm}$, $1413\mu\text{S}/\text{cm}$ o $12.88\text{mS}/\text{cm}$ ($12,880\mu\text{S}/\text{cm}$) para el procedimiento automático de reconocimiento de calibración, que toma un tiempo de 24 horas.

Se recomienda no sumergir el medidor del conductímetro sobre el nivel indicado en el instrumento, limpiar periódicamente el electrodo de acero enjuagándolo con alcohol y, cuando no está en uso, apague el conductímetro, manténgalo con la tapa puesta y con la base húmeda si tiene una esponja en el interior de la tapa. Cuando reponga las pilas cambie las cuatro de manera simultánea cuando se están agotando, eso en casi todos los modelos lo indica el mismo instrumento por un parpadeo de las lecturas o bien si ellas desaparecen.

5. Interpretación de resultados

5.1 Resultados de suelos:

Como una guía para la interpretación de los resultados de suelos en general, adecuados a los requerimientos generales para flores cortadas, se expone los valores definidos como suelos apropiados para cultivo de plantas herbáceas en zonas áridas, que presentan las siguientes características:

Cuadro 7. Tres ejemplos de suelos considerados normales en zonas áridas.

pH	CE	CIC	Ca	Mg	Na	K	Total cationes	CO ₃	HCO ₃	SO ₄	Cl	Total aniones	RAS
6,5	0,65	20,3	2,7	2,26	1,2	0,91	7,08	0	2,6	2,09	0,87	5,56	0,8
7,85	1,67	20,4	3,3	1,94	12,2	0,70	18,17	0	6,14	4,28	4,93	15,35	7,5
7,9	0,80	17,4	2,76	1,69	5,22	0,18	9,85	0	6,63	2,67	0,44	9,74	3,5

Fuente: Análisis de suelo agricultores, datos propios.

Cuadro 8. Ejemplos de suelos definidos como salinos en regiones áridas.

pH	CE	CIC	Ca	Mg	Na	K	Total cationes	CO ₃	HCO ₃	SO ₄	Cl	Total aniones	RAS
7,9	13,8	14	31,5	37,2	102	0,21	170,9	0	4,5	90	78	172,5	17,4
8,1	12,1	17	37	34	79	0,40	159,4	0	7,2	62,2	47	148,4	13,3
8,2	8,9	18	28,8	22,8	53	1,1	105,3	0	5,2	74	29	108,2	10,5

Fuente: Análisis de suelo agricultores, datos propios.

Los suelos salinos tienen contenidos de cationes sobre los 100 meq/L, mientras que suelos normales presentan menos de 20; similares concentraciones se observan en aniones. Hay variaciones importantes en la Relación de Absorción de Sodio (RAS), donde en suelos normales es menor a 10 y en suelos salinos entre 10 y 20.

Los suelos salinos no sódicos tienen 15 a 30 meq/L de sodio y los suelos salinos sódicos 60 a 150 meq/L. Otro nutriente que puede causar problema en la definición de salinidad es el Boro, en donde se considera < 0,7 como bajo y >1,5 con problemas para especies sensibles.

La comparación de los valores que arroja el conductímetro, deben hacerse estrictamente con los cuadros de referencia que a continuación se presentan para distintas diluciones. Aún así, hay que tener presente que el contenido de agua de un suelo en el momento de la toma de muestras y las mediciones es muy variable y difícil de precisar en campo.

También la textura del suelo debe ser considerada si se desea establecer una correspondencia entre la CE medida con conductímetros portátiles y aquella evaluada en extracto de suelo. Por ejemplo, para mediciones hechas en dilución 1:5, en suelos arcillosos el índice de corrección es 6; para suelos francos es 10 y para suelos arenosos es 23 (Alconado, 2010). Todo ello respalda la idea que estas evaluaciones son útiles solo en la medida que bajo un mismo procedimiento se toman de manera periódica.

Cuadro 9. Valores de referencia en pasta 1:1 en comparación con pasta saturada medida en laboratorio (dS/m).

Calificación	Extracto 1:1	Conductividad en pasta saturada
Bajo	0,01 a 0,45	0 a 2
Ligeramente salino	0,45 a 1,5	2,1 a 4
Medio	1,51 a 2,9	4,1 a 8
Altamente salino	2,91 a 8,5	8,1 a 16
Muy fuertemente salino	>8,5	>16

Fuente: El efecto de la conductividad eléctrica a las plantas <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/ec-1>

Cuadro 10. Valores de referencia de CE medido en pasta 1:2 para dos escalas de medición (dS/m y micro S/m).

Calificación	dS/m	microS/m
Muy bajo	<1,8	< 200
Bajo	1,8 a 3,8	200 a 500
Moderado	3,8 a 6,5	500 a 1000
Alto	6,5 a 8,6	1000 a 1300
Extremo	>8,6	>1300

Fuente: Adaptado de [Http://agriculture.vic.gov.au/agriculture/farm-management/soil-and-water/soils/understanding-soil-tests-pastures](http://agriculture.vic.gov.au/agriculture/farm-management/soil-and-water/soils/understanding-soil-tests-pastures).

Cuadro 11. Valores de referencia en pasta 1:2 en comparación con pasta saturada medida en laboratorio (mS/m).

Calificación	Extracto 1:2	Conductividad en pasta saturada
Muy bajo	0 a 0,15	0 a 0,74
bajo	0,15 a 0,50	0,75 a 1,49
Medio	0,51 a 1,25	1,50 a 2,24
Alto	1,26 a 1,75	2,25 a 3,49
Muy alto	1,76 a 2	>3,5
Excesivamente alto	>2	

Fuente: Kissel y Sonon (2008).

Por último, para esta interpretación de resultados, se incluye un cuadro que indica los valores de CE en pasta saturada y en dilución 1:5.

Cuadro 12. Valores de referencia para interpretar lecturas de CE en muestras de suelo en extracto saturado y en suelo diluido 1:5 en dS/m (anteriormente denominada mmhos/cm).

Conductividad de extracto de suelo saturado	Conductividad de extracto de suelo 1:5
0,00 – 0,75	0,00 - 0,12
0,75 - 2,00	0,12 - 0,35
2,00 - 3,50	0,35 - 0,65
3,50 - 5,00	0,65 - 0,90
5,00 - 6,00	0,90 - 1,10
> 6,00	> 1,10

Fuente: Salinidad en cultivos agrícolas http://www.gatfertilizadores.com/salinidad_cultivos.pdf

Como se puede observar, hay gran variabilidad en los resultados que presentan los distintos investigadores, dependiendo de las distintas diluciones usadas. De todas las mediciones realizadas en terreno, la que mayor cercanía muestra con la hecha en laboratorio, no en cifras comparables sino en rangos de interpretación, resultó ser la 1:2, que además permite con una cantidad reducida de agua destilada tener una apreciación bastante real de la condición de ese suelo en el momento que se muestreó. Hay un r^2 de 83 % entre la CE medida en laboratorio sobre extracto saturado y la evaluación hecha con 2 tipos de conductímetros portátiles usando la dilución 1:2, por lo tanto, esta dilución fue incorporada al protocolo de medición recomendado.

La medición de la CE no sólo otorga información de la salinidad de un suelo y como va cambiando en el tiempo, sino también puede ser indicativo de la condición nutricional del cultivo, es así como Alconado (2010), indica que suelos de CE baja (0 -0,25 dSm en extractos 1:2) tienen escasos nutrientes y que, para la mayoría de los cultivos, el óptimo varía entre 0,75 y 1,25 dS/m.

Otra variable interesante de medir e interpretar en suelo, corresponde a la capacidad de intercambio catiónico, que indica la capacidad de 100 g de un suelo de retener cationes. Es un indicador de la fertilidad natural de ese suelo y sus resultados dependen del tipo de arcillas, del complejo arcillo-húmico y de la cantidad de materia orgánica que contenga el suelo, si bien no es medible por instrumentos portátiles, es interesante al menos una vez en la temporada tener una cuantificación para definir los programas de fertilización.

5.2 Resultados en agua:

La conductividad eléctrica también se puede y debe medir en el agua de riego. La interpretación de los valores suele variar entre los diferentes investigadores, como se desprende del Cuadro 13.

Cuadro 13 Interpretación de resultados de salinidad en agua de riego.

Valores de la CE, según Arslan y Demir 2013	Criterio sobre la salinidad	Valores de la CE, según Lingaswamy y Saxena, 2015	Criterio sobre la calidad del agua
C1 < 250 $\mu\text{S cm}^{-1}$	Baja	< 250 $\mu\text{S cm}^{-1}$	Excelente
C2 250-750 $\mu\text{S cm}^{-1}$	Media	250-750 $\mu\text{S cm}^{-1}$	Buena
C3 750- 2.250 $\mu\text{S cm}^{-1}$	Alta	750- 2.250 $\mu\text{S cm}^{-1}$	Aceptable
C4 > 2.250 $\mu\text{S cm}^{-1}$	Muy alta	2.250-5.000 $\mu\text{S cm}^{-1}$	Dudosa
		>5.000 $\mu\text{S cm}^{-1}$	No aceptable

Fuente: Tartabull Puñales, T., & Betancourt Aguilarm, C. (2016).

6. Efectos de la salinidad y CE en cultivos

6.1 Productividad:

Respecto de las mediciones de productividad, número total de botones y flores por m^2 no hubo resultados concluyentes de efecto de la CE en la producción, ello muy probablemente se debe a que hay otros factores que interfieren en la respuesta, entre ellos: edad del cultivo, programa de fertilización y riego aplicados, conducción, tipo de suelo y localidad.

Sin embargo, de las mediciones realizadas a los agricultores, de la apreciación del estado de sus cultivos y tomando como referencia las 66 evaluaciones realizadas, se puede indicar que una producción de 27 a 30 varas por m^2 en cultivo es un promedio normal equivalente a 9 a 10 flores por planta al año. Por lo tanto, valores bajo esa cifra indican momentos de baja productividad y producciones de más de 40 varas/ m^2 indicarían que el cultivo está en un pico de producción. Ambos estados, bajo y alto en la curva de producción, deben ser índices de ajustes en los programas de riego y fertilización si se desea mantener un producto homogéneo en calidad. Le permite también al agricultor conocer su situación respecto de otros productores.

Largos de vara: esta variable era una de las cuales la literatura indica que se afecta por la CE, sin embargo tampoco en este caso tuvimos un coeficiente de regresión que indicara una relación directa entre ambas variables, pero además de ello se encontró otro punto muy interesante de analizar: el 91 % de las muestras alcanzan alturas de varas que permiten llegar a la calidad más alta de claveles, que corresponde a select con largos de tallos entre 65 y 75 cm y flores de más de 7 cm de diámetro abiertas; solo hubo tres agricultores que no alcanzan la calidad select y corresponden a altas CE, pero sumado a plantas nuevas en un caso y a cultivo anual en el otro.



Figura 4. (A): largos de vara medidos desde el botón al punto de corte y (B): tamaños de botón observados en terreno en el momento de cosecha.

Otra observación importante se realiza respecto de los internudos desarrollados, la Figura 5 muestra el detalle de los largos de internudos de una vara, se aprecia un sector bajo la flor de internudos en crecimiento, un sector central donde se ha extendido en su pleno potencial y un sector bajo de la

vara, de la porción que queda después del corte, donde hay internudos cortos, deformados y normalmente con hojas quemadas; sin embargo, en la terminación de un ramo los nudos finales van sin hojas y es así como este daño, que es el principal síntoma de la CE, no afecta comercialmente la producción de clavel.



Figura 5. (A): internudos desarrollados por varas de clavel; (B): se observa que los internudos basales suelen presentar poco desarrollo y torceduras.

Para mayor seguridad de la observación referente a la apariencia quemada de las hojas de los internudos basales, se realizó un ensayo con claveles variedad Domingo cultivados en maceta en sustrato de alta capacidad de drenaje. Los claveles fueron regados dos veces por semana con soluciones salinas entre 0,5 y 8 g de sal de mar por litro de agua. De los resultados se destaca que hay diferencia atribuible a la salinidad en el número de nudos que presentan hojas secas, lo que se refrenda con la Figura 6, correspondiente al tratamiento 8.



Figura 6. Tratamiento 8: aplicaciones de sal 4 g L de agua. Se observa aspecto necrosado de las hojas de los internudos basales, este síntoma se intensificó a mayores concentraciones salinas.

6.2 Evaluaciones de color:

Existen dos formas básicas de medir el color:

La primera es a través de fotografía infrarroja, donde los distintos colores que muestra un cultivo se relacionan con las condiciones que lo han influenciado. Hay investigaciones que correlacionan el color con la hidratación del follaje y otros con la condición nutricional; sin dudas esta es una técnica en desarrollo y con grandes potencialidades de uso en terreno.

La otra forma de medir el color y bastante más tradicional, es a través del uso del colorímetro. Los colorímetros de alta resolución tienen precios de venta altos. Sin embargo, se han desarrollado algunos tipos de colorímetros portátiles, como el que se muestra en figura siguiente, que permiten medir un máximo de 5 atributos del color; sin embargo, las variables L (luminosidad), a y b que indica la posición del color en cuatro cuadros en los cuales se divide la esfera de colores como se presenta en la figura 7 son las más usadas.

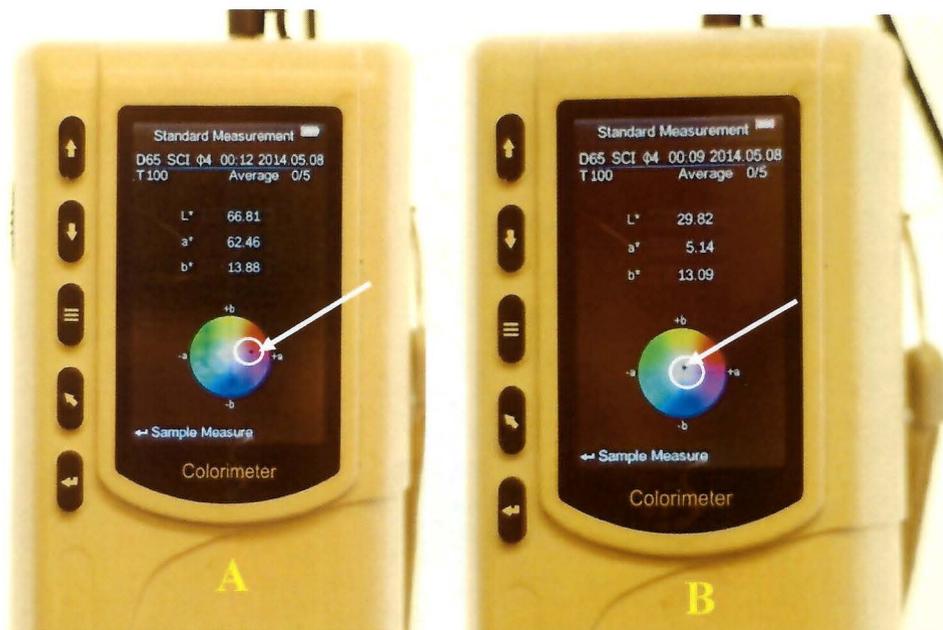


Figura 7. Medición de flor color rojo (A): y sus diferentes componentes. La figura (B): indica la medición del color del follaje (se destaca con círculo blanco el punto de medición).

El instrumento permite programar varias mediciones y obtener en pantalla un promedio. En el ensayo en macetas se obtuvo efecto de la salinidad sobre dicha variable; así cuando se aplicó agua de riego y destilada a los testigos, el color básicamente tuvo baja luminosidad.

Los valores definidos para CE bajas y medias tienen mayor luminosidad. En tanto, cuando se evaluó el color de las hojas de los tratamientos con CE altas, se llegó a valores semejantes a los controles; pudiéramos decir que pierden luminosidad semejando a los testigos.

Las mediciones de color de follaje en clavel incluyen un fuerte componente de color blanco por la presencia de las ceras epicuticulares que la planta desarrolla y que enmascaran los tonos verdes azulados del follaje.

6.3 Duración de la flor después de cortada:

La duración de la flor fue medida para cada agricultor en dos oportunidades totalizando 5 botones. Se partió con varas preferentemente cortadas como botón con pétalos paralelos, sin embargo, hubo momentos donde no fue posible cosecha en ese estado y se realizó cosechas de botón más cerrado, conocido como botón bala, mostrando una dispersión en los estados de cosecha, lo que se refleja en la Figura 8.



Figura 8. Estado de cosecha de claveles usados en la evaluación de duración de la flor.

La duración se midió como los días entre el corte y el descarte de cada flor por deshidratación de pétalos o por aspecto general, por ejemplo: que las varas dejaran de ser autosoportantes.

La figura 9 muestra la cámara de medición (A) y aspecto de una flor de descarte por deshidratación (B).

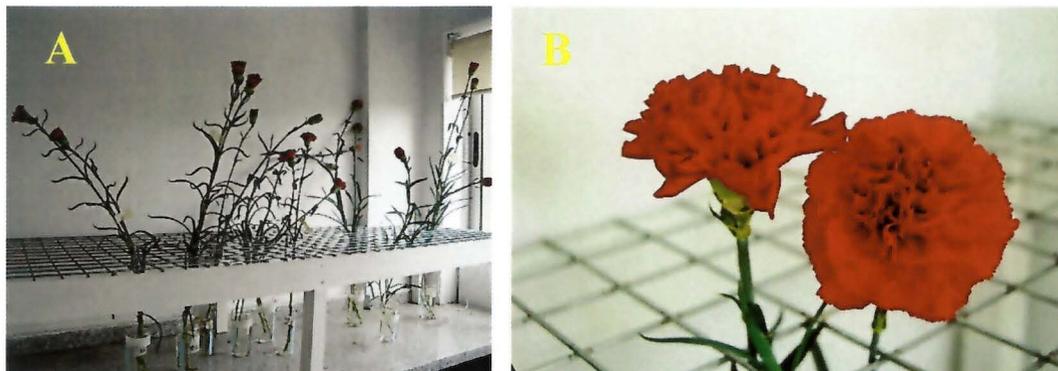


Figura 9. Cámara de medición de la duración de la flor (A) y botones de descarte (B).

Las condiciones de medición de vida útil de las varas de claveles se realizaron cumpliendo las especificaciones técnicas universales: temperatura de 20°C y cámara pintada de color blanco. La temperatura se mantuvo con un equipo de aire acondicionado.

A pesar de no tener un resultado estadístico consistente, los datos recopilados muestran una tendencia clara que a mayor CE la duración de las flores disminuye, también es importante indicar que los botones cortados con pétalos paralelos abren en mejores condiciones que las aperturas con menor desarrollo, sobre todo en la cosecha de otoño invierno.

7. Correcciones de salinidad y CE, uso de Calcio

7.1 En claveles:

Diversa información respalda el uso de calcio para contrarrestar el efecto de la salinidad (López Pérez et al 2014, Rengel 1992) por lo cual se realizaron algunos ensayos en terreno y en invernaderos de la Escuela de Agronomía de la PUCV para verificar este efecto. Se usó el producto Cutsalt de la empresa ChemieAgrícola S.A. como corrector de suelo y el producto AminoQuelant como producto foliar de BIOIBERICA S.A. España.

CutSalt (ChemieS.A.) corresponde a una mezcla de 25% de ácidos policarboxílicos, 11% de óxido de calcio y 1% de óxido de magnesio; es un corrector de suelos sódicos, salino sódicos y suelos con carencia de calcio. Actúa por desplazamientos de Na^+ y Cl^- del complejo arcillo húmico. En tanto Aminoquelant Ca (BIOIBERICA S.A. España) corresponde a un concentrado soluble de 5,75% de L alfa aminoácidos libres con 10% de Calcio y 0,25 % de Boro, todos expresados en relación peso/volumen (Fichas técnicas de ambos productos consultadas en las respectivas páginas web).

Estos tratamientos fueron aplicados en tres agricultores, todos tenían el cv Domingo y difieren en su CE y formas de cultivo.

El primer caso corresponde a un agricultor de Salinas de Pullally: tiene un suelo de alto tenor salino (CE 9,5), cultivo de 6 meses bajo plástico, con un buen manejo general de malezas y conducción.

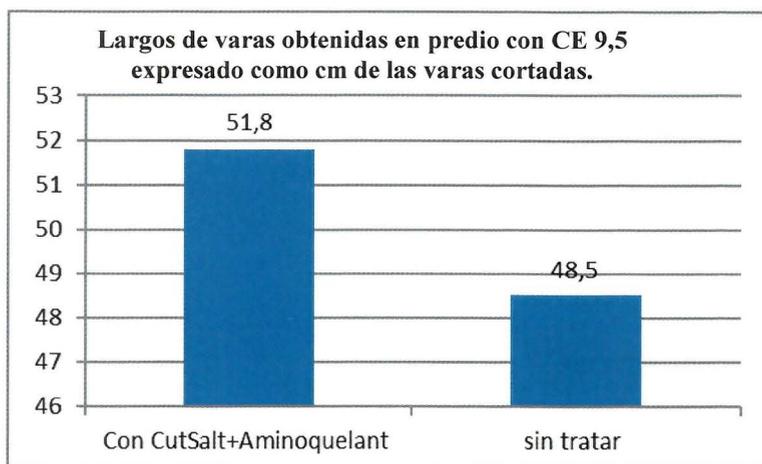


Figura 10. Incrementos de largos de varas en agricultores con altos tenores salinos y con aplicaciones de calcio al suelo y foliar, expresado en cm.

Este agricultor tradicionalmente tiene varas cortas debido a sus condiciones y la aplicación de calcio logró subir en 6,8 % la altura de varas, aplicó a todo el invernadero y ambos productos juntos. La dosis de calcio al suelo en este agricultor fue de 300 cc de producto comercial CutSalt por mesa.

Una segunda agricultora donde se aplicó calcio para contrarrestar los efectos de la salinidad, presentaba una CE media de 4,64.

En la primera evaluación de productividad realizada en este cultivo se encontró que tenía muy buenas varas, referidas a largo, grosor y sanidad de hojas; sin embargo, en la segunda evaluación, mostró una preocupante baja en sus condiciones, agravada por una intensa decoloración del color rojo (Figura 11).

Hay dos explicaciones para ese resultado: en la segunda visita estaba en un pico productivo fuerte (48,6 varas m² cuando una producción buena y estable está en 27 a 30 varas m²), además durante el verano las naves no fueron pintadas y por lo tanto presentó una intensa insolación y calor. Este segundo síntoma se controló con la colocación de una malla sobre los techos que posteriormente fue retirada. Posiblemente esta sea otra de las respuestas originadas por el cambio climático o calentamiento global y fue observado en dos agricultores.



Figura 11. Decoloración inicial de pétalos de clavel Domingo, en enero se llegó a decoloración total.

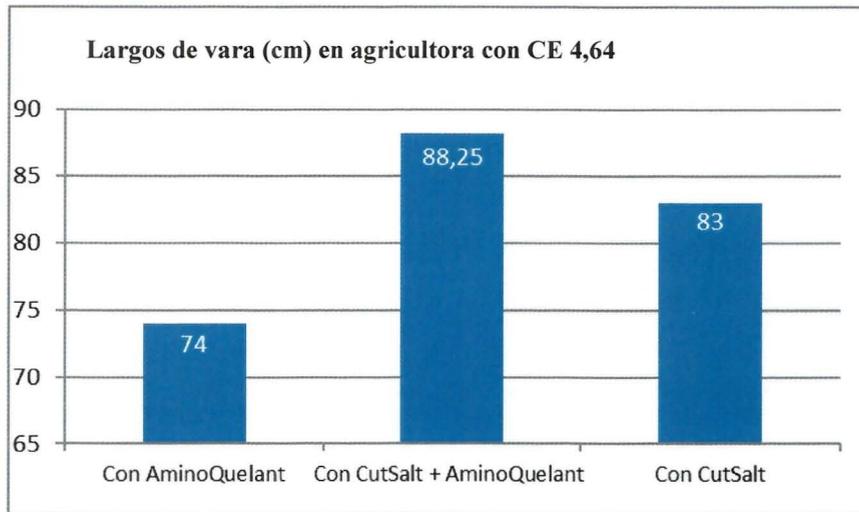


Figura 12. Largos de vara obtenidos por agricultor con un tenor salino medio con aplicaciones de calcio, expresado en cm.

Los resultados de esta agricultora y del primer caso no pudieron avalarse con un análisis estadístico debido el bajo número de muestras, sin embargo, con las aplicaciones de cutSalt 200 cc por cama de cultivo, pareciera haber obtenido mayor largo de varas cosechadas.

Por último, se presenta los resultados obtenidos por un agricultor cuya CE era de 6,77 y que realiza una interesante forma de cultivo anual de sus claveles y cuyas muestras permitieron análisis de ANDEVA y separación de medias mediante el test de Tukey.

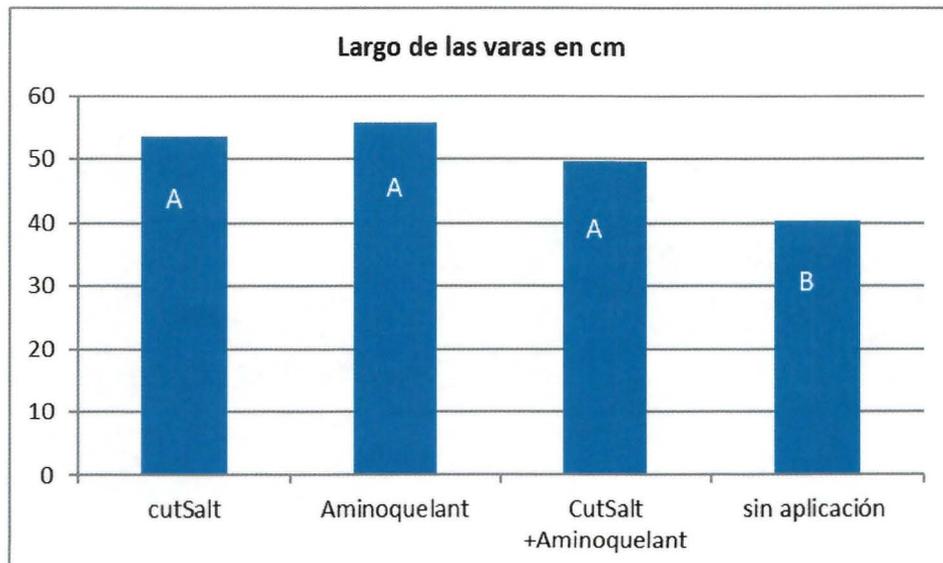


Figura 13. Efecto de los tratamientos de control de salinidad en largos de varas Agricultor Juan Carlos Rojas, CE 6,77 (Las letras diferentes indican efecto significativo P=0.002).

Al igual que en las evaluaciones de todos los agricultores del grupo, además de largo de las varas se midieron otras variables como duración de la flor cortada (Figura 14) y número de internudos desarrollados (Figura 15).

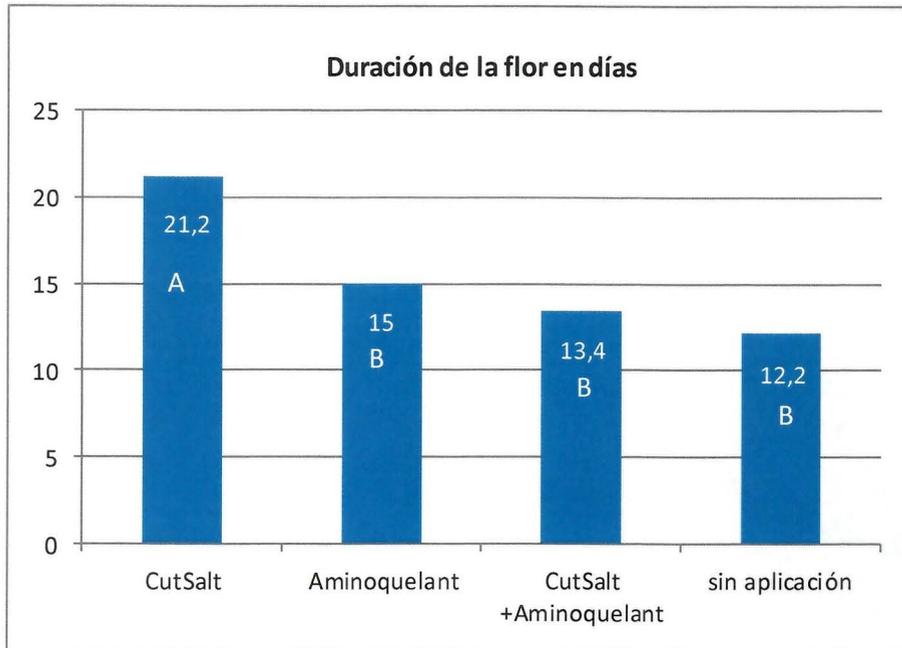


Figura 14. Efecto de los tratamientos de control de salinidad en la duración de las flores cortadas, expresados en días de vida de florero. (Las letras diferentes indican efecto significativo Tukey $P=0.001$).

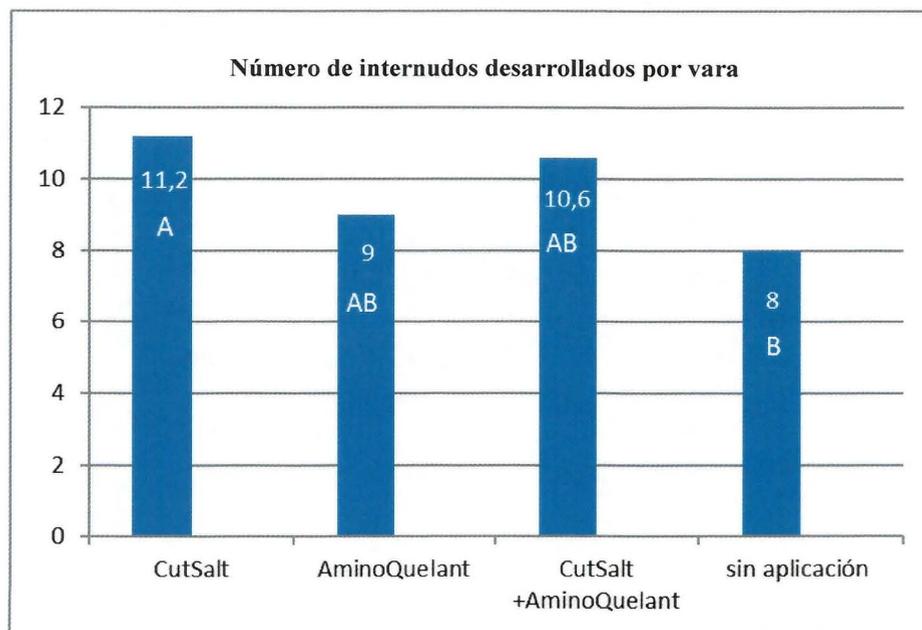


Figura 15. Efecto de los tratamientos de control de salinidad en el número de internudos desarrollados en claveles. (Las letras diferentes indican efecto significativo según Tukey P=0,029).

Además de las evaluaciones de largo, duración de la flor y número de nudos a este agricultor se le evaluó los diámetros de las varas medidos a la mitad del internudo 3 (cerca de la flor) y del internudo basal, los cuales no fueron significativos:

Diámetro en el tercer internudo bajo la flor P=0,466 NS

Diámetro en el internado basal P=0,42 NS.

A dos meses de haber aplicados los productos se volvió a medir las CE del suelo de los agricultores, los valores indican que se mantiene efecto de las aplicaciones en la CE (Cuadro14).

Cuadro 14. CE a dos meses de las aplicaciones, junio de 2017.

Agricultor	pH	CE
Juan Carlos Cornejo	8,20	3,28
Juan Carlos Rojas	8,13	2,92

Este cuadro corresponde a evaluaciones hechas en los mismos sectores donde se tomó las muestras y donde fue aplicado el tratamiento de calcio. En ambos casos se mantiene después de 3 meses de la aplicación el efecto sobre la CE.

7.2 En selliera:

Una forma de corroborar el efecto atenuante del calcio sobre la CE, fue aplicar calcio en un pasto nativo chileno que tiene una cierta tolerancia a una condición salina, de hecho se llama pastos de las marismas y, bajo la misma aplicación de sal (cloruro de sodio en dosis de 1,6 g de sal por litro de agua), se comparó el efecto de incorporar una dosis de calcio foliar (Aminoquelant dosis 250 cc /100 L).

Los resultados en peso y aspecto de las plantas son claros, los ejemplares que recibieron calcio tienen mayor peso promedio que aquellos que no lo hicieron (3,5 veces), lo que se observa en la Figura 16, donde las plantas señaladas con la letra A, con calcio, se ven más verdes y de mejor cubrimiento que aquellas plantas no tratadas del sector B.

Cuadro 15. Efecto de las aplicaciones de calcio foliar en el crecimiento de selliera (g/planta).

Tratamientos	Peso de plantas (g)
Sal (1,6 g por L) + Calcio	10,760 A
Sal (1,6 g por L)	3,008 B



Figura 16. Aspecto de las plantas de selliera: (A): con calcio y (B): aplicación sin calcio, frente a igual contenido de sales en el riego.

8. Interpretación de análisis de suelo y foliar en flores y follajes

Como se ha demostrado, el análisis de CE y pH en campo, es una herramienta útil en el manejo cotidiano de un cultivo de flores; sin embargo, es importante antes del inicio de un cultivo o durante su desarrollo evaluar que tan acertado está el plan de fertilización y riego aplicado, para ello se puede usar el análisis de suelo y foliar.

Para interpretar su resultado, se presentan los cuadros 16 y 17.

Cuadro 16. Contenidos de los diferentes nutrientes en suelo y su interpretación.

	Materia orgánica (%)	Nitrógeno (ppm)	Carbonatos (%)	Fosforo (Olsen) (ppm)	Potasio de intercambio (meq/100g)	Sodio de intercambio (meq/100g)	Calcio (meq/100g)	Magnesio (meq/100g)
Muy bajo	<0.9	20-49	0-5	0-6	0,0-0,3	0,0-0,3	0-3,5	0,0-0,6
Bajo	1,0 -1,9	50-99	5-10	6-12	0,3-0,6	0,3-0,6	3,5-10	0,6-1,5
Normal	2,0-2,5	100-150	10-20	12-18	0,6-0,9	0,6-1	10-14	1,5-2,5
Alto	2,6-3,5	150-200	20-40	18-30	0,9-1,5	1-1,5	14-20	2,5-4
Muy alto	>3,6	> 200	>40	>30	1,5-2,4	>1,5	>20	>4

Fuente: Adaptado de Antonio Pavón Chocano: Análisis de suelo:

https://previa.uclm.es/area/ing_rural/proyectos/antonio_pavón/05-Aneyoll.pdf.

Cuadro 17. Niveles de elementos definidos normales en análisis de tejidos de las principales flores de corte, en base a peso seco.

Especie y Tejido	clavel	crisantemo	rosa	lilium	follaje	general
	4° y 5° par de hojas de brote con botón menor a 0,5 cm	Hojas maduras	5° hoja bajo el botón sin abrir	Tallo y hojas	Hoja madura completa	Hoja madura completa
Nitrógeno (%)	3,2-5,2	4-6,5	3,5-4,5	2,8-3,4	2-3,5	3,5-5,5
Fosforo (%)	0,2-0,3	0,3-1	0,2-0,3	0,22-0,5	0,15-0,7	0,35-1
Potasio (%)	2,5-6	4,5-6,5	2-2,5	1,86-3,06	1-4,5	2-8,8
Calcio (%)	1 -2	1-2	1-1,5	0,65-1,33	0,5-2	0,8-3
Magnesio (%)	0,25-0,50	0,35-0,65	0,28-0,32	0,54-1	0,3-1	0,2-1,5
Manganeso (ppm)	100-300	30-350	70-120	30-92	50-300	50-200
Fierro (ppm)	50-150	60-500	80-120	38-148	50-300	60-200
Boro (ppm)	30-100	50-100	40-60	28-70	30-100	30-150
Cobre (ppm)	10-30	25-75	7-15	4-8,3	10-40	5-25
Zinc (ppm)	25-75	15-50	20-40	20-55	25-200	30-150

Fuente: Adaptado de Reed, D. 1996. Water, media and plant nutrition for greenhouse crops.

Bibliografía consultada

Alconado, M. 2010. Suelos salino sódicos. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales UNLP. Aula virtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/18682/mod_resource/content/1/tema2010 Suelos salino sódicos.pdf. Visitado el 10 de agosto de 2017.

Alvarez, S., Navarro, A., Bañon, S., Sánchez-Blanco, MJ. 2009. Regulated deficit irrigation in potted *Dianthus* plants: effects of severe and moderate water stress on growth and physiological responses. *Scientia Horticulturae* 122:579-585.

Caro M. s/f. Suelos salinos y procesos de salinización en el sureste de España. Universidad de Murcia.125 pp.
<https://digitum.um.es/jspui/bitstream/10201/4867/1/Suelos%20salinos%20y%20procesos%20de%20salinizacion%3%B3n%20en%20el%20Sureste%20espa%C3%B1ol.pdf>

Carol, E. Kruse, E. Cellone, FA. 2015. Salinización de suelos en marismas. Caso de estudio: Humedal de la Bahía Samborombón, Argentina. *Rev. FCA UNCUYO* 47(2)97-107.

Correndo, A. y García, F. 2012. Concentración de nutrientes en plantas como herramienta de diagnóstico: cultivos extensivos. *International Plant Nutrition Institute*. AA # 14.

Espinoza, L. Slaton, N. Mozaffari, M. s/f Como interpretar los resultados de los análisis de suelos. University of Arkansas. Division of Agriculture Research and Extension. FSA2118SP. <http://www.uaex.edu>.

FAO 2013. El Manejo del suelo en la producción de Hortalizas con buenas prácticas agrícolas. FAO-Nemity y MAG. Paraguay.

Grieve, C.M., Poss, J.A. and Amrhein, C. 2006. Response of *Matthiola incana* to irrigation with saline wastewaters. *HortScience* 41 (1): 119-123.

Kumar, R., Singh, R.D., and Sharma, K.D. 2005. Water resources of India. *Current science* 89(5) 794-811.

López-Pérez, C., Valdez-Aguilar, LA., Robledo-Torres, V., Mendoza- Villareal, R., Castillo Gonzáles, AM. 2014 El calcio imparte tolerancia a alta conductividad eléctrica en *Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum* Raf. Shinn). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*:5(7):1193-1204.

Moustafa, K. 2015. Toward breeding new land-sea plant hybrid species irrigable with seawater for dry regions. *Plant signaling & behavior* 10:4 e992744. Taylor & Francis Group, LLC.

Niu G., Rodríguez, D., Aguiniga, L., Mackay, W. 2007. Salinity tolerance of *Lupinus havardii* and *Lupinus texensis*. *HortScience* 42(3):526-528.

Pavón Chocano, Antonio. Anejo III. Análisis de suelo

https://previa.uclm.es/area/ing_rural/proyectos/antonio_pavon/05-anejoll.pdf leído el 17 de julio.

Rengel, Z. 1992. The role of calcium in salt toxicity. *Plant Cell Environ*15:625-632.

Rodriguez, G.2011. Promueven en BCS cultivos con agua de mar.
<http://archivo.eluniversal.com.mx/estados/80591.html>. Consultado abril de 2016.

Safi, Ml., Fardous, A., Muddaber, M., El- Zuraiqui, S., Al-Hadidi, L., Bashabsheh, I. 2006. Chemical effect of reclaimed water and soil and carnations tissue, planted in soil and tuff Media. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 12:559-569.

Shillo, R., Ding, M., Pasternak, D., Zaccai, M. 2002. Cultivation of cut flower and bulb species with saline water. *Scientia Horticulturae* 92:41-54.

Sun, Y., Masabni, J., Niu, G. 2015. Simulated seawater flooding reduces the growth of ten vegetables. *HortScience* 50 (5):694-698.

Tartabull Puñales, T., & Betancourt Aguilarm, C. 2016. La calidad del agua para el riego. Principales indicadores de medida y procesos que la impactan. *Revista Científica Agroecosistemas [seriada en línea]*, 4 (1). pp. 47-61. Recuperado de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/ras>

Universidad de las Palmas de Gran Canaria. 2009. Agronomía marina: reinventando la agricultura con agua de mar.
http://www.eldigital.Ulpgc.es/indexphp?option=com_contest&task=view&id=421&Itemid=36. Leído en mayo 2016.

Anexo 5 Artículo Análisis de la posibilidad de uso de agua de mar

1 Introducción

Hay diversos autores entre otros Moustafa (2015), Villarino y Mattson (2011) y García-Rodrigo (2008) que estiman inevitable que en algún tiempo se deba utilizar agua de mar debido a la disminución paulatina del agua fresca en el planeta.

Hay dos enfoques en los estudios actuales referentes a la disminución del agua disponible, el primero de ellos, de larga data, implica la desalinización del agua de mar, ahora también se plantea la necesidad de usar agua de mar de manera directa (Gracia Rodrigo, 2008) principalmente en áreas como campos deportivos, piscinas, limpieza de calles, ornamentación, baños y en cierta agricultura. La desalinización por otra parte, lleva aparejados algunos problemas como: consumo de energía, incremento en la huella de carbón, precio final del agua tratada e involucra varios desafíos agrícolas y según Martínez–Alvarez (2015) en última instancia crea la necesidad de desarrollar un proceso de desalinización especializado a la agricultura.

La otra corriente analizada por Moustafa (2015) y Werner-Koyro et al (2011), establece para reducir la crisis del agua trabajar con cultivos halófitos, y plantean la necesidad de estudiar esta adaptación a través del código genético de las halófitas para la generación de plantas salino-resistentes. Moustafa, (2015) en el mismo sentido propone hacer plantas híbridas que puedan ser regadas con agua de mar para alimentación animal, biocombustibles, protección de suelos, para ser usadas en zonas áridas de bajo desarrollo económico.

1Tipos de desalinización

La literatura disponible establece tres tipos básicos de desalinización:

- Osmosis inversa.
- Filtración de sales.
- Tecnología del “invernadero de agua de mar” (consiste en un circuito de agua fría (evaporador-condensador) y uno de agua caliente (calentador-evaporador) llamado por su sigla en inglés SWGH. El SWGH reduce el consumo de agua dulce en 2/3 en comparación a otros invernaderos, y muestra ser una tecnología de desalinización eficiente y efectiva

- 2 Calidad del Agua

Para García Rodrigo (2008) el agua de mar que contiene 19 % de Na y 29 % de cloruros y tiene una gran cantidad de otras sales que serían benéficas para la agricultura y que los procesos de desalinización pierden. Afirma que el 70 % del volumen de los vertebrados- o medio interno- corresponde a agua de mar isotónica, lagrimas, sudor, excreciones y secreciones y que es hora de utilizar ese recurso.

3. Uso directo del agua de mar

En los siguientes países existen centros de uso directo de agua de mar en agricultura

Países	Centros de uso de agua de mar directa
Emiratos Árabes	4
Arabia Saudita	2
Omán	2
India	1
Canadá	2
Nicaragua	1
EEUU	10
Túnez	1

Qatar	2
Líbano	1
Alemania	1
Australia	4
Colombia	1
Inglaterra	4
Pakistán	3
Kuwait	1
Egipto	2
China	15

Fuente: Grácia-Rodrigo, 2008.

4 Concentraciones evaluadas

Se han hecho innumerables ensayos de uso de agua de mar en diferentes concentraciones entre ellos Werner Koyro et al 2011, probó riegos con niveles de reemplazo de agua de mar entre 0%, 25%, 50%, 75% y 100%. En lechuga y acelga Atzori et al (2016) evaluaron niveles de salinidad del agua de riego al 5, 10 y 15%. Di Baccio et al (2003) en girasol evaluó riego con agua con salinidad del 10 y 20%. Villarino y Mattson probaron diluciones de cloruro de sodio hasta alcanzar EC de 4;7; 9,8;12,1 y 14,2 dSm²en plantas de jardín. Shillo et al 2002 evaluaron riegos con agua con Ce hasta de 11,5 dSm⁻¹en especies de flores cortadas incluyendo algunas bulbosas.

5 Efectos del agua de mar en plantas agrícolas

Azza Mazher *et al* (2007) describen una serie de efectos atribuibles a la salinidad: corchosis de hojas, fragmentación de cutículas, pobre germinación de semillas y establecimiento de plantas, inhibición del crecimiento vegetativo, variaciones en la anatomía de las hojas, disfunción metabólica en plantas no halófilas, disminución de las tasas de fotosíntesis y de la actividad enzimática, entre otras.

A pesar de la larga lista de efectos negativos del agua salina en numerosas especies se reportan efectos sólo a partir de un cierto tenor salino y hay algunos beneficios atribuidos al agua salina.

Por ejemplo, en *Aloe vera* el incorporar 42% de estrés salino por agua de mar en el riego, no causó cambios en la biomasa expresada como peso seco de hojas y tallos, sin embargo, luego de 30 días reporta disminución de la masa radical (Jiang et al 2014).

En brócoli, repollo chino, coles chinos, pepinos, berenjenas, col crespas, 2 variedades de rábanos, espinacas y tomates regadas con agua de mar simulada hasta llegar a 44,0+- 1,3 dSm⁻¹ por 24 horas, todas las especies sufrieron consecuencias negativas en su crecimiento (Sun et al, 2015). Sin embargo, la menos afectada resultó ser la espinaca. Las espinacas no perdieron hojas y sufrieron el menor daño en su crecimiento, seguidos por las berenjenas y los tomates. En este experimento la especie más afectada fue el repollo chino que sufrió la mayor pérdida de crecimiento en general.

Con respecto a flores de corte hay reportes de resistencia con agua con CE de 11,5 dSm⁻¹ en limonium y en trachelium, no se afectó rendimiento ni tamaño de las inflorescencias y sólo se reporta efectos en los pesos y largos de tallos, principalmente hay efectos negativos en producción de invierno, se observó una interesante precocidad en la iniciación floral, en *lisianthus* niveles de salinidad de 6 dsm⁻¹ incrementó el peso de los tallos y el número de flores por tallo sin afectar otros parámetros de calidad (Shillo et al 2002). Con respecto a especies de jardín Villarino y Mattson 2011, evaluaron 14 especies y proponen la siguiente clasificación de tolerancia especies más tolerantes: antirrinium y petunia, en estas especie al usar riego con 14,2 dSm⁻¹ de CE se reduce menos del 70 % del crecimiento (al comparar con riego con 4 dSm⁻¹) algo tolerantes: begonia, fuchsia, coleus, tagetes vinca, verbena y geranios con reducciones de 70 a 90 % de crecimiento en alta concentración salina, moderadamente sensibles impatien, euphorbia y salvia con reducciones mayor al 90 % de crecimiento y extremadamente sensibles zinnias y pensamientos con 100 % de mortalidad con 14,2 dSm⁻¹ de CE.

Otro interesante resultado fue que el riego con agua salada generó un aumento en la eficiencia del uso del agua general en las plantas (Atzori et al 2016) y al parecer presenta mayor o menor efecto según la especie en algunos casos la variedad, la época de aplicación, la concentración y los tiempos de tratamientos, como también se visualiza efecto según el momento fenológico en que las plantas se encuentran.

6 Efectos del agua de mar en procesos agrícolas

6.1 La germinación

En germinación en tomate y alfalfa TerZla et al. 2013 reportan disminución significativa de la germinación con el aumento de la concentración de agua de mar.

6.2 En crecimiento

En algunas especies como *Aloe vera* JIANG et al (2014) determinaron una pérdida de elongación de las hojas, reducción en la biomasa de las raíces, aumentos de P, Na y Cl, especialmente a nivel de raíz, reducción de K y Ca, no afecta Mg. Con respecto a los metabolitos secundarios reportan un aumento de aloína y disminución de polisacáridos

En cebada expuesta a 3, 8 y 13 dSm⁻¹ de salinidad, el efecto de la salinidad fue influido por las condiciones ambientales, condiciones de baja temperatura permitieron mayor crecimiento y menor depósito de sales, el uso de aguas salinas para algunos cultivos debe ser cuidadosamente analizado en climas cálidos (Al-Busaidi et al 2007).

En especies hortícolas como habas Sadak (2014) indican un significativo efecto sobre el crecimiento, observaron una reducción gradual y sostenida de pigmentos fotosintéticos, N, P, K, Ca y Mg en las hojas; reducción significativa de carbohidratos y polisacáridos y disminución de semillas, encontraron además que el uso de los aminoácidos redujo los efectos del estrés salino.

En tomate se ha descrito disminución del crecimiento post germinación con el aumento de la concentración de agua de mar. El efecto más suave fue observado en las raíces de las plantas de tomate, pero hay incremento en niveles de pigmentos (cita de tesista de JA) .

Acelga y lechuga escarola demostraron resistencia al agua salina, riego al 5% tuvo efecto mínimo en la lechuga, otras concentraciones tuvieron un importante efecto negativo.

Acelga demostró resistencia a los 3 niveles de salinidad, se atribuye a ser pariente de la remolacha de mar.

Escarola demostró una resistencia similar a la acelga, con retraso de crecimiento al 15%, pero superado en la cosecha. Atzori et al 2016.

En maravilla (*Helianthus annuus*) se reporta una disminución del crecimiento con 20% de salinidad, pero resistencia al 10%. En los rangos altos de salinidad (20 %) se aprecia un incremento en la salinidad en las hojas, hay similitudes entre el efecto del estrés salino y el efecto de falta de agua.

En varios experimentos se observa el uso de agentes antioxidantes en la respuesta de la planta al estrés salino, particularmente al 10%, en maravilla (Di Baccio, et al 2003).

Especies sensibles como la frutilla se ha descrito daño casi total de las hojas en todos los niveles de salinidad. Se presenta reducción del crecimiento de 23 a 86% en las plantas y reducción de la cosecha desde 29 a 59%, según el nivel de salinidad, además se acortó el período de crecimiento Ondrasek et al 2006

En especies frutales se ha definido el efecto en manzana, no se observó cambio significativo en el crecimiento o en las hojas, disminución no significativa de la firmeza de las frutas. Aumento de la sacarosa en las frutas, superando la concentración de fructosa, y aumento del pigmento rojo en las frutas, por acumulación de antocianina. Zheng 2013.

7 Conclusiones

Los antecedentes presentados indican que el agua de mar podría ser usada de manera directa en algunas especies, diluida en diversas concentraciones según la especie, la época, el estado de desarrollo y la condición ambiental. Que a largo plazo el mejoramiento genético podría contribuir a la existencia de plantas con ciertos niveles de resistencia al agua de mar.

8 Referencias

Al-Busaidi, A., Yamamoto, T., Inoue, M., Irshad, M., Mori, Y. and Tanaka, S. 2007. Effects of seawater salinity on salt accumulation and barley (*Hordeum vulgare* L) growth under different meteorological conditions. *Journal of food, agriculture & environment*. Vol 5(2):270-279.

Di Baccio, D., Navari-Izzo, F., Izzo, R. 2003. Seawater irrigation: antioxidant defence responses in leaves and roots of a sunflower (*Helianthus annuus* L.) ecotype

Gracia-Rodrigo, Angel, 2008. Ahorro de agua dulce con la de mar-sin desalinizar-en la agricultura, la ganadería y el medio ambiente. *Medicina naturista* vol 2(2):102-109.

Jiang CQ, Quan LT, Shi F, Yang N, Wang CH, Yin XM, Zheng QS 2014 Distribution of Mineral Nutrients and Active Ingredients in *Aloe vera* Irrigated with Diluted Seawater *Pedosphere* 24(6): 722–730, 2014

Martínez-Alvarez,V., Martín-Gorriiz B y Soto-García M. 2015 Seawater desalination for crop irrigation — A review of current experiences and revealed key issues

Ondrasek G, Romic D, Romic N Duralija B y Mustac I 2006. Strawberry Growth and Fruit Yield in a Saline Environment.

Sadak SH M, Abdelhamid M T, Schmidhalter U. Effect of foliar application of aminoacids on plant yield and physiological parameters in faba bean plants irrigated with seawater. *Acta biol. Colomb.* 2015;20 (1):141-152. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v20n1.42865>

Shillo,R., Ding, M. Pasternak, D., Zaccai,M. 2002. Cultivation of cut flower and bulb species with saline water. *Sciencia Horticulturae* 92:41-54.

Sun, Y., Masabni,J., Niu, G. 2015.Simulated seawater flooding reduces the groth of ten vegetables. *HortScience* 50(5):694-698.

Terzia, I. , Demirb, Y., Kocacaliskanc, I. 2013. Effects of Sea Water Concentrations on Germination of Tomato and Alfalfa Seeds. *Journal of Environmental Protection and Ecology* 14, No 3A, 1254–1261

Villarino, G y Mattson N S 2011 Assessing tolerance to sodium chloride and salinity of 14 floriculture species. *Hortechonology* 21 (5):539-545.

Anexo 6 Fotos



Ángel Ponce



Agustín Lillo



Alejandro Romero



Eliana Fernandez



V. Héctor Osses



Hugo Díaz



Jonathan Aravena



Juan Rojas



Leonardo Pérez



Nemesio Pérez



Luis Lazcano



Mario Lillo



Vanessa Inostroza

