

INFORME ANUAL DE RESULTADOS

DEMOSTRACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO SUBTERRÁNEO EN PARCELA DE CÍTRICOS EN EL CAMPO DE CARTAGENA

AÑO: 2021

CÓDIGO PROYECTO: **21CTP1_11**

Área:	CITRICULTURA
Ubicación:	Torre-Pacheco (Murcia)
Coordinación:	Joaquín Navarro, CIFEA Torre Pacheco
Autores:	Plácido Varó, José Méndez y Ricardo Gálvez, CIFEA Torre Pacheco
Duración:	Enero -Diciembre 2021
Financiación:	Programa de Desarrollo Rural de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia 2014-2020



“Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural: Europa invierte en las zonas rurales”

Contenido

0. RESUMEN.....	3
1. OBJETIVOS/JUSTIFICACIÓN.....	4
2. MATERIAL Y MÉTODOS.....	5
3.1. Cultivo y variedades, características generales.....	5
3.2. Ubicación del proyecto y superficie.....	6
3.3. Diseño estadístico y características de las parcelas demostración.....	7
3.4. Características del agua, suelo y clima.....	9
3.5. Riegos y abonados.....	10
3.6. Tratamientos fitosanitarios, poda y control de malas hierbas.....	10
3.8. Análisis realizados.....	12
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
4.1 Parámetros y controles realizados.....	16
4.2 Resultados: producción y control de calidad.....	19
4.2 Resultados: instalación de dispositivos de control del riego y parámetros medidos.....	20
4.3 Problemas fitosanitarios aparecidos.....	28
4. CONCLUSIONES.....	29
5. ACTUACIONES DE DIVULGACION REALIZADAS.....	30
6. REPORTAJE FOTOGRAFICO.....	31

0. RESUMEN.

Se plantó en 2015 una parcela de demostración en el CIFEA de Torre-Pacheco con las siguientes variedades de mandarina y naranja: `Oronules`, `Arrufatina`, `Clemenules`, `Clemenvilla`, `Nadoecott`, `Orri`, `Navel chirles` `Valencia midnight`, `Navelina` y `Navelina M7`. Además hay una colección de los tradicionales limón `Fino` y `Verna` y algunos pomelos de las variedades `Start ruby` y `Rio red`, todo ello en 1 ha de superficie. Estas variedades se adaptan bien a zonas con inviernos suaves y que pueden posibilitar la recolección temprana, en la que el mercado puede absorber más cantidad de este tipo de fruta a precios razonables, a la vez que posibilita una alternativa al cultivo de hortalizas. Son variedades de efectividad contrastada, pero que requieren unos tratamientos y una atención muy especializados para poder obtener un producto comercial.

En las condiciones de la parcela del CIFEA, en la que empleamos baja cantidad de abonos y prácticamente sin tratamientos fitosanitarios, se quiere incidir en otros aspectos del cultivo como es el del ahorro de agua, en consonancia con lo exigido por la Ley 3/2020 de recuperación y protección del Mar Menor.

En este sentido, se realizó durante 2020 el cambio del sistema de riego localizado por goteo a riego subterráneo, a fin de comprobar las ventajas e inconvenientes de este sistema en nuestras condiciones.

Este proyecto pretende mantener las condiciones de riego subterráneo como parcela demostrativa de 1 ha de cítricos, que permita evaluar y comprobar si es posible superar los inconvenientes que se atribuyen a este sistema de riego y si se confirma el ahorro de agua y nutrientes. El objetivo principal es dar a conocer este sistema, poco extendido aún en la zona, a los citricultores y técnicos.

Esta técnica de irrigación permite el aporte de agua y nutrientes al suelo de forma localizada y bajo la superficie, con la intención de condicionar y optimizar el crecimiento de las raíces y el patrón de desarrollo de la plantas. Según diversos autores, hace posible un uso más eficiente del agua, energía y fertilizantes, posicionándose como la alternativa que mejores resultados ofrece a nivel económico, agronómico y ecológico. Presenta las características de la posibilidad de aplicación directa de agua y nutrientes al sistema radicular, una reducida área de humedad superficial y una ausencia de componentes del sistema de riego en la superficie. Se trata de evaluar en la parcela demostrativa si se cumplen estas características y si se produce ahorro de agua, aspecto este muy importante en una comarca tan sensible por su cercanía al Mar Menor.

Como objetivo adicional se ha realizado el control de plagas de forma ecológica con la introducción de insectos auxiliares, el empleo de trampas y el uso reducido de fitosanitarios. Respecto al abonado se ha reducido drásticamente el mismo, especialmente el empleo de nitrógeno.

En cuanto al manejo de las hierbas se ha eliminado el uso de herbicidas, y se realiza laboreo a todo terreno, evitando todo tipo de competencia de las malas hierbas, que además se han reducido por no ser superficial la banda de humedad. Se ha visto como el sistema de riego subterráneo presenta una mayor facilidad de realización de las labores de cultivo al no haber mangueras.

La madera de poda se tritura al objeto de mejorar la actividad biológica del suelo y evitar la erosión así como minimizar las extracciones del cultivo, convirtiendo este residuo en un subproducto aprovechable.

En esta anualidad se ha visto la aceptable adaptación al cambio a riego subterráneo de todas las especies ensayadas, tras un periodo inicial de adaptación en el que algunas mandarinas acusaron falta de agua.

Ha sido notable el ahorro de agua de riego, con una reducción del 10,98% en un periodo de un año respecto al riego por goteo aplicado en 2019, teniendo en cuenta las diferencias de precipitación.

El efecto de las raíces de los cítricos es muy significativo en cuanto a la absorción de los nitratos aportados en la fertirrigación, provocando una disminución media de 300 mg/l en las sondas a 40 cm a 47 mg/l en las sondas a 70 cm, y haciendo que los nitratos lixiviados sean inferiores al límite de 50 mg/l establecido en la Directiva CEE de nitratos para las aguas subterráneas.

1. OBJETIVOS/JUSTIFICACIÓN.

Siendo Murcia la tercera comunidad de España en producción de cítricos, se quiere incidir en este ensayo en el ahorro de agua y reducción de tratamientos fitosanitarios y de fertilizantes, en consonancia con lo exigido por la Ley 3/2020 de protección y recuperación del Mar Menor.

La escasez de agua constituye uno de los principales problemas de la Región de Murcia, siendo la agricultura uno de los sectores con mayor índice de impacto hídrico, pues supone el 65% del consumo total. Este elevado porcentaje unido a un número cada vez mayor de zonas cuyos recursos hídricos disponibles se están viendo mermados, suscita la necesidad de establecer nuevos modelos y técnicas de riego que incrementen la eficacia en el uso del agua y más en una Comarca como el

Campo de Cartagena en la que el exceso de agua puede provocar un aumento de los lixiviados al Mar Menor.

Es por ello que un primer paso fundamental para incrementar la eficiencia en el uso del agua a nivel de parcela es reducir al mínimo hasta anular las pérdidas de agua por evaporación desde el suelo o arrastre provocado por el viento. En este sentido, cabe destacar que en riego localizado se producen valores de evaporación entre un 8 y un 30%, según refiere la bibliografía.

El objetivo que se plantea es continuar con la plantación de cítricos existente en el CIFEA, compuesta principalmente por variedades tradicionales de limón, naranja, mandarina y pomelo; pero viendo la adaptación al riego localizado subterráneo, simplemente con el objetivo de que sea una parcela demostrativa del correcto uso del riego localizado subterráneo.

Se han comprobado en esta anualidad 2021 las siguientes ventajas en términos de eficiencia en el uso del agua de los sistemas de riego subterráneo:

- Menor aporte hídrico.
- Mayor eficiencia en el uso de los fertilizantes.
- Disminución de enfermedades fúngicas.
- Reducción de las malas hierbas, ya que la superficie se mantiene seca
- Mayor facilidad en la realización de algunas labores de cultivo al no estar las tuberías en la superficie del suelo

Por todo ello, se considera de interés el establecimiento de este tipo de instalaciones, poco extendidas principalmente por desconocimiento, pero muy adaptables a cultivos como los cítricos y otros frutales permanentes.

2. MATERIAL Y MÉTODOS.

3.1. Cultivo y variedades, características generales.

Se dispone en la parcela de 1 ha de extensión de un conjunto de variedades de limón, naranja, mandarina y pomelo, que abarcan una buena representación de los cítricos de la Comarca y que son las siguientes:

Limón:
Fino´
`Verna´

Pomelo:

`Start ruby´
`Rio red´

Mandarino:

`Clementina´
`Clemenules´

Naranjas:

`Navelina´
`Valencia late´

Mandarinas más recientes:

`Clemenvilla´, tardía.
`Nadoecott´, tardía.
`Clemenules´, temprana.
`Orri´, tardía.
`Oronules´, media estación.
`Arrufatina´, temprana.
`Hernandina IVIA 12´
`Limequat 138´
`Calamondín 134´
`Kumquat 135´
`Caviar cítrico´

Naranjas más recientes:

Valencia midnight´, tardía.
`Navel chirles´, tardía.
`Navel power´, tardía.
`Navelina M7´, temprana.
`Navelina´, temprana.

El marco de plantación medio es de 6 x 5 m, lo que supone una densidad de 350 árboles por hectárea, en nuestra parcela 320 por tener bordes amplios alrededor. El marco es de 6,5 x 5 en los limoneros, 4 x 5 en los naranjos y gran parte de los mandarinos y 4 x 3,5 en otros cítricos.

3.2. Ubicación del proyecto y superficie.

Se ubica en la finca del CIFEA de Torre Pacheco.

La referencia del SIGPAC del CIFEA, es Polígono 19 parcela 9000, en la que engloba una gran cantidad de terreno, en la que está el CIFEA. En total se dispone de una superficie de 1,01 ha de cítricos con un total de 32 filas y 320 árboles.



Foto nº 1. Ortofoto de la parcela de cítricos en el CIFEA de Torre-Pacheco.

3.3. Diseño estadístico y características de las parcelas demostración.

No se realiza diseño estadístico, por la gran cantidad de variedades de la parcela y por estar las especies en distintos estadios de desarrollo, lo que invalidaría datos como la producción, por no poderse realizar comparaciones.

Se han empleado unos criterios de diseño, instalación, operación y mantenimiento muy específicos para aprovechar todas las ventajas de estos sistemas, que no son tan conocidos por los agricultores como en el caso del riego por goteo. Particularmente la instalación ha incorporado los elementos necesarios para la detección y solución de problemas de obturación de emisores en campo (colectores de drenaje, ventosas, toma manométrica, válvulas, arqueta de visualización).

Plano filas y especie de cítricos (Año 2021):

		Filas de 12 árboles por variedad											Variedades				
		PARCELA EN BLANCO JUNTO INSTITUTO															
CORTA VIENTOS PONIENTE		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	11. `Navelina´	CORTA VIENTOS LEVANTE
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10. `Navelina M7´	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	9. `Valencia Midkight´	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8. `Valencia Midkight´	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	7. `Valencia Midkight´	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	6. `Arrufatina´	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5. `Oronules´	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	4 `Nero´	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	3. `Kumquat 138´ y `Caviar cítrico´	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2. `Calamondín 134´ y `Limequat´	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1. `Hernandina IVIA 12´	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	MANDARINO	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	MANDARINO	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	MANDARINO	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	MANDARINO	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	MANDARINO	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	NARANJO	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	NARANJO	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	NARANJO	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	NARANJO	
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	NARANJO		
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	POMELO		
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	POMELO		

Transferencia Tecnológica

X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	POMELO
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	POMELO
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	POMELO
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	LIMONERO
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	LIMONERO
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	LIMONERO
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	LIMONERO
CAMINO (SUR)													

Todas las variedades llevan patrón *Citrus macrophylla*.

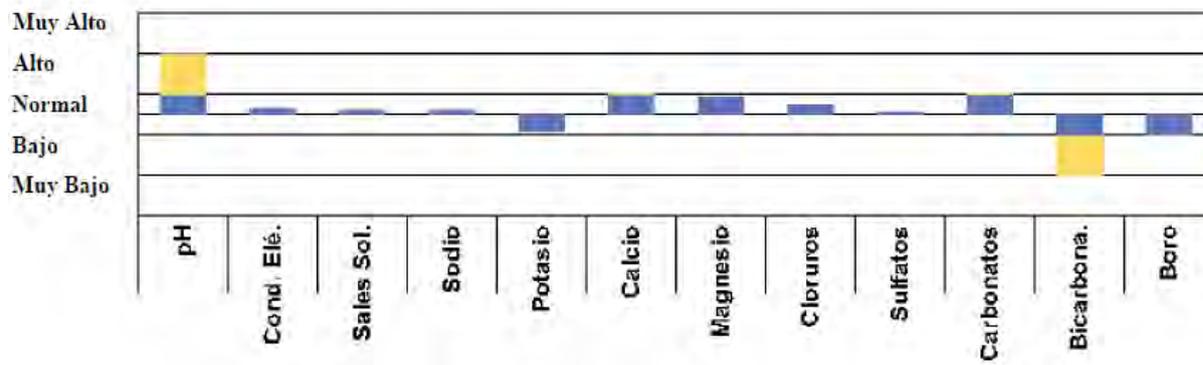
3.4. Características del agua, suelo y clima

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

El agua procede de la suministrada por la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena, que es una mezcla de aguas del trasvase Tajo Segura, más una parte de aguas desaladas.

Del análisis se han determinado las siguientes características del agua empleada:

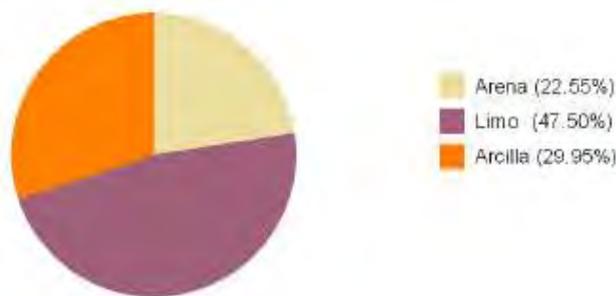
1.- NIVELES



Esta agua presenta una concentración de sales normal (0.67 gramos/litro).

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Los suelos son profundos, con una textura limosa, un contenido de materia orgánica bajo (1,63%), una CIC de 25,50 meq/100 g, una CE de 0,3 ms/cm y baja salinidad. La textura del suelo se refleja en la siguiente tabla:



Distribución de la textura del suelo.

Se trata de un suelo no salino. Los iones más tóxicos, sodio y cloruros se encuentran en una concentración normal. La saturación del sodio es normal. Respecto a la fertilidad, el nitrógeno, presenta un valor bajo, así como el valor de la materia orgánica, para este tipo de suelo, el nitrógeno nítrico, muy bajo; aunque esta fracción de nitrógeno es bastante fluctuante. Esto es a causa de haber eliminado de la fertilización los abonados nitrogenados solubles. El fósforo asimilable toma un valor normal, el potasio asimilable presenta un valor alto.

3.5. Riegos y abonados.

En la anualidad 2020 se cambió la instalación por la de riego subterráneo, quitando todas las tuberías portagotos y la malla cubresuelos.

Se mantiene el riego en los límites del llamado riego deficitario controlado, siendo las dosis de riego en 2021 en el entorno de los 3.700 m³/ha. Esto supone un ahorro de agua de riego respecto a 2019, con 3.900 m³/ha y riego por goteo tradicional, del 5,12%. Pero el año 2021 ha sido más seco que el 2019, por lo que considerando la bajada de las precipitaciones medida en la propia estación del CIFEA de los 553 mm en 2019 a los 264 mm en 2021, esto supone una reducción del riego más precipitaciones de los 4.453 m³ disponibles por el cultivo en 2019 a los 3.964 de 2021, o sea un 10,98% de ahorro de agua en un periodo de un año respecto al riego por goteo.

El abonado se ha realizado siguiendo los criterios de la producción integrada mediante programador y cabezal de riego, aplicando una mezcla de fosfato monopotásico, nitrato potásico, nitrato de magnesio, fosfato monoamónico, quelato de hierro y ácido nítrico para bajar el Ph. Se ha tenido en cuenta que el cultivo se encuentra en una Zona Vulnerable a Nitratos, y por ello los abonados en forma nítrica estos se han empleado a bajas dosis para evitar su lixiviación.

3.6. Tratamientos fitosanitarios, poda y control de malas hierbas.

Los tratamientos fitosanitarios y abonado foliar realizados durante la anualidad 2020 han sido los siguientes:

Fecha	Tratamiento/abonado	Dosis	Observaciones
	Clementgros plus (auxinas) Diclorprop-P (éster 2-etilhexil)	2,5 l	Es un fitorregulador que retarda la actividad enzimática favorecedora de la abscisión del fruto, produciendo un efecto protector sobre la caída del mismo
12 de abril de 2021	Abono NPK 6-3-8 + 1 MgO	180 litros	Abono N total 6,0% (amoniaco 2,7%, nítrico 3,3%), pentóxido de fósforo soluble 3,0%, óxido de potasio soluble 8,0% y óxido de mg soluble 1%
7 mayo 2021	Jabón potásico	1 l	Tratamiento tras recolección de naranjas restantes en el árbol y recién cuajados frutos nuevos
	Ananke foliar	250 cc	
	Bioliman	15 g	
	Vegetal protect	15 g	
14 de junio de 2021	Abono NK (CaO) 10-6 (12) con microelementos. Maca Medifer planets	150 litros	Abono N total 10,0% (amoniaco 0,9%, nítrico 9,1%), óxido de calcio 12%, óxido de potasio 6,0% y óxido de mg 1%. Hierro 0,03%, manganeso 0,01%, molibdeno 0,001% y zinc quelatado por EDTA 0,002%

En esta anualidad ha habido menos hongos, consecuencia de las menores precipitaciones. La *Ceratitis capitata* se ha combatido con la colocación de 50 mosqueros de "Cera", que provoca la emisión de unos compuestos volátiles de elevado poder atrayente para los adultos de esta plaga, especialmente para las hembras. Este producto se compone de un hidrolizado de proteínas y se aplica dentro de trampas (mosqueros provistos de agujeros) para facilitar la emisión de compuestos volátiles y la captura de la mosca.

No se han realizado tratamientos con herbicidas, sustituidos por el laboreo de las calles y bajo los árboles, gracias a la eliminación de las tuberías portagoteros.

En las siguientes fotografías se observa la situación de la parcela en noviembre de 2021, con profusión de malas hierbas.



Foto nº 2. Estado de la plantación de cítricos (30/11/2021).

3.8. Análisis realizados.

Se realiza la medición de las dosis de riego empleadas por medio de un contador general de la instalación.

Se realiza el monitoreo continuo de la presión mediante empleo de tomas manométricas en diferentes puntos de la instalación y el control de las válvulas y ventosas para evitar sobrepresiones.

Se ha controlado el estado sanitario de los árboles.

La recolección se ha realizado en invierno, pero no se ha cuantificado porque los resultados no serán concluyentes hasta que pasen al menos 4-5 años y se homogeneice la plantación en plena producción. Los cítricos se han donado a colegios e instituciones benéficas.

Los parámetros principales que se han estudiado durante 2020 para corroborar la adaptación del riego subterráneo en cítricos a nuestro clima costero son:

- Resistencia a enfermedades y capacidad para el cultivo biológico.
- Grados Brix y la consistencia de la fruta.
- Características organolépticas de la fruta.
- Análisis foliar para determinar carencias en limonero y mandarino.
- Control del riego aplicado.
- Control del abonado.

ANÁLISIS FOLIAR LIMONERO 15/05/2021

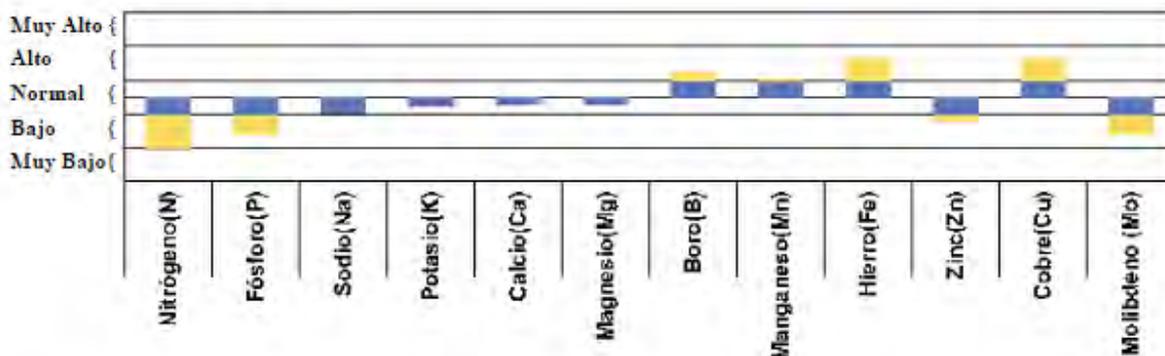
El análisis foliar realizado a hojas de limonero el 15 de mayo de 2021 permite determinar unos niveles muy bajos de nitrógeno, fósforo, molibdeno y zinc y normales de sodio, potasio y magnesio. Solo presenta niveles altos de boro, manganeso, hierro cobre.



El análisis del año anterior proporcionó unos niveles normales de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y boro y unos niveles bajos de calcio y sodio y los microelementos manganeso, hierro, zinc, cobre y molibdeno. La reducción de los niveles de N y P se relaciona directamente con la reducción del abonado.

Determinaciones (Parameters)	Método (Method)	Unidades (Units)	Resultado (mues seca) (Result) (dried sampl)	Incert. (Uncert.)	LC (LQ)
Nitrógeno (N)	QUI0014	(%)	2.09	± 0.31	0.52 (%)
*Fósforo (P)	QUI_1000_ICP_MS	(%)	0.11	± 0.02	0.025 (%)
*Potasio (K)	QUI_1000_ICP_MS	(%)	0.85	± 0.17	0.13 (%)
*Calcio (Ca)	QUI_1000_ICP_MS	(%)	3.69	± 0.74	0.13 (%)
*Magnesio (Mg)	QUI_1000_ICP_MS	(%)	0.28	± 0.06	0.13 (%)
*Sodio (Na)	QUI_1000_ICP_MS	(%)	< 0.13	--	0.13 (%)
Boro (B)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	138	± 28	3.0 (mg/kg)
Manganeso (Mn)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	65	± 13	1.0 (mg/kg)
*Hierro (Fe)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	168	± 34	2.0 (mg/kg)
Zinc (Zn)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	21.5	± 4.3	2.0 (mg/kg)
Cobre (Cu)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	20.7	± 4.1	1.0 (mg/kg)
Molibdeno (Mo)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	0.141	± 0.028	0.08 (mg/kg)

1.- NIVELES.



2.- ESTADO DE LOS MACROELEMENTOS.

Presentan desequilibrio con niveles por debajo de los óptimos en: Nitrógeno(N), Fósforo(P).

MACRONUTRIENTE	NIVELES ÓPTIMOS (% S.M.S.)	NIVEL EN HOJA
Nitrógeno (N)	2.40 - 2.60	MUY BAJO
Fósforo (P)	0.13 - 0.17	BAJO
Potasio (K)	0.71 - 1.30	NORMAL
Calcio (Ca)	3.00 - 5.50	NORMAL
Magnesio (Mg)	0.25 - 0.35	NORMAL
Sodio (Na)	< 0.16	NORMAL

3.- ESTADO DE LOS MICROELEMENTOS.

Presentan desequilibrio con niveles por encima de los óptimos en: Boro(B), Manganeseo(Mn), Hierro(Fe), Cobre(Cu).
Presentan desequilibrio con niveles por debajo de los óptimos en: Zinc(Zn), Molibdeno (Mo).

MICRONUTRIENTE	NIVELES ÓPTIMOS (ppm S.M.S.)	NIVEL EN HOJA
Boro (B)	30 - 100	ALTO
Manganeseo (Mn)	25 - 60	ALTO
Hierro (Fe)	55 - 120	ALTO
Zinc (Zn)	24 - 70	BAJO
Cobre (Cu)	4.5 - 14	ALTO
Molibdeno (Mo)	0.2 - 2	BAJO

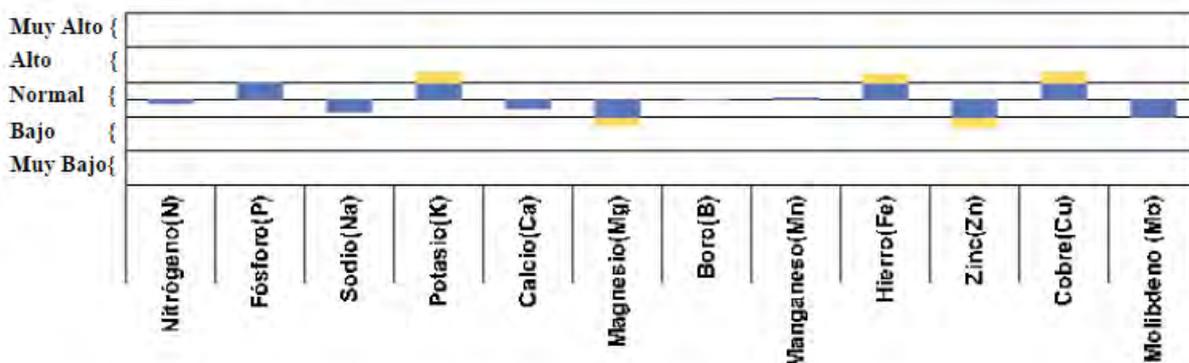
ANÁLISIS FOLIAR HOJAS MANDARINO 13/05/2021:

El análisis foliar realizado a hojas de mandarina el 13 de mayo de 2021 permite determinar unos niveles bajos de magnesio y zinc y algo alto potasio, hierro y cobre. El nivel del resto de elementos es normal, lo que indica una adecuada fertilización.

Determinaciones (Parameters)	Método (Method)	Unidades (Units)	Resultado (mues seca) (Result) (dried sampl)	Incert. (Uncert.)	LC (LQ)
Nitrógeno (N)	QUI0014	(%)	2.47	± 0.37	0.52 (%)
*Fósforo (P)	QUI_1000_ICP_MS	(%)	0.16	± 0.03	0.025 (%)
*Potasio (K)	QUI_1000_ICP_MS	(%)	1.56	± 0.31	0.13 (%)
*Calcio (Ca)	QUI_1000_ICP_MS	(%)	3.56	± 0.71	0.13 (%)
*Magnesio (Mg)	QUI_1000_ICP_MS	(%)	0.23	± 0.05	0.13 (%)
*Sodio (Na)	QUI_1000_ICP_MS	(%)	< 0.13	--	0.13 (%)
Boro (B)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	64	± 13	3.0 (mg/kg)
Manganeseo (Mn)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	44.3	± 8.9	1.0 (mg/kg)
*Hierro (Fe)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	139	± 28	2.0 (mg/kg)
Zinc (Zn)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	20.1	± 4.0	2.0 (mg/kg)
Cobre (Cu)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	17.1	± 3.4	1.0 (mg/kg)
Molibdeno (Mo)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	0.125	± 0.025	0.08 (mg/kg)

INFORME AGRONÓMICO:

1.- NIVELES.



2.- ESTADO DE LOS MACROELEMENTOS.

Presentan desequilibrio con niveles por encima de los óptimos en: Potasio(K).

Presentan desequilibrio con niveles por debajo de los óptimos en: Magnesio(Mg).

MACRONUTRIENTE	NIVELES ÓPTIMOS (% S.M.S.)	NIVEL EN HOJA
Nitrógeno (N)	2.40 - 2.60	NORMAL
Fósforo (P)	0.13 - 0.17	NORMAL
Potasio (K)	0.71 - 1.30	ALTO
Calcio (Ca)	3.00 - 5.50	NORMAL
Magnesio (Mg)	0.25 - 0.35	BAJO
Sodio (Na)	< 0.25	NORMAL

3.- ESTADO DE LOS MICROELEMENTOS.

Presentan desequilibrio con niveles por encima de los óptimos en: Hierro(Fe), Cobre(Cu).

Presentan desequilibrio con niveles por debajo de los óptimos en: Zinc(Zn).

MICRONUTRIENTE	NIVELES ÓPTIMOS (ppm S.M.S.)	NIVEL EN HOJA
Boro (B)	30 - 100	NORMAL
Manganeso (Mn)	25 - 60	NORMAL
Hierro (Fe)	55 - 120	ALTO
Zinc (Zn)	24 - 70	BAJO
Cobre (Cu)	4.5 - 14	ALTO
Molibdeno (Mo)	0.1 - 3	NORMAL

Estaba previsto realizar un análisis foliar de hojas de naranjo, pero se ha considerado que con mandarino y limonero era suficiente para caracterizar la parcela, dadas las escasas diferencias por recibir el mismo abonado y tratamientos.



3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Parámetros y controles realizados.

Se trata de contrastar con los años las ventajas que se citan para el riego localizado subterráneo:

- La mayor eficiencia de aplicación.
- El ahorro de fertilizantes.
- El menor gasto energético.
- La menor presencia de malas hierbas.
- La disminución del riesgo de plagas y enfermedades.
- La menor exposición a la radiación solar.
- El menor coste de mantenimiento.
- La mejor integración el paisaje.
- La mayor o facilidad de realización de las labores de cultivo

Y evaluar si compensa este tipo de instalaciones con los inconvenientes que cita la bibliografía:

- El incremento de los costes de instalación y mantenimiento.
- La falta de conocimientos técnicos a nivel de agricultor.
- Las dificultades para mantener y reparar los equipos.
- La obstrucción de emisores debido a la acumulación de sedimentos.
- La succión del suelo o la obstrucción radicular.

Durante esta segunda anualidad 2021 se han podido constatar las siguientes ventajas:

- Disminución de enfermedades fúngicas ya que la parte bajo el árbol se encuentra más seca.
- Reducción de las malas hierbas, ya que la superficie bajo el árbol se mantiene seca.
- Se prevé mayor vida útil de las tuberías porta-goteros al no estar expuestas a la radiación solar, lo que ha podido apreciarse en la tubería de una arqueta de visualización.
- Mayor facilidad en la realización de algunas labores de cultivo al no estar las tuberías en la superficie del suelo.

En las siguientes fotografías se aprecia la situación de las malas hierbas en la instalación anterior, en que sólo se podía labrar entre las calles y no se aplicaban herbicidas y la situación tras la instalación del riego subterráneo, con laboreo a todo terreno, sin aplicación de herbicidas.

La dificultad de mecanizar la eliminación de malas hierbas, unido a la presencia de humedad superficial en las proximidades de las líneas portagoteros, daba lugar a situaciones como la que se observa en la fotografía, en que la hierba compite claramente con el cultivo.



Foto nº 3. Hierba tras lluvia previamente a su siega en parcela con riego superficial por goteo (04/03/2020).



Foto nº 4. Hierba tras lluvia previamente a su siega en parcela con riego subterráneo (25/02/2021).

La diferencia de la situación de las malas hierbas respecto al año anterior, con condiciones de precipitación similares, es notable, ya que en la anualidad 2021 el riego es subterráneo y las malas hierbas solo perciben el agua de la lluvia y en 2020 el riego era por gotero y el desarrollo de las malas hierbas ha sido mucha mayor. Hay que tener en cuenta que en el ensayo no se aplican herbicidas y se ha forzado artificialmente dejar un tiempo sin desbrozar la hierba para evaluar el efecto sobre el arbolado y la humedad del suelo.

Desbroce de los cítricos a todo terreno, donde se aprecia cómo sin líneas portagoteros se puede acceder al mismo tronco de los árboles pese a la elevada densidad de malas hierbas.



Foto nº 5. Desbroce mecánico de la hierba en parcela con riego superficial por goteo (22/04/2021).



Foto nº 6. Situación de la hierba completamente desbrozada (22/04/2021).

Una de las ventajas respecto al uso de herbicidas es que la incorporación de estas malas hierbas incrementa la materia orgánica del suelo y su fertilidad.

4.2 Resultados: producción y control de calidad.

En noviembre de 2021 se realizó la recolección de la naranja 'Navelina' y las mandarinas 'Arrufatina' y 'Nero', por ser las que se encontraban en su momento de recolección comercial. En diciembre de 2021 se recolectó la naranja 'Navelina M7', y el pomelo 'Rio red' y en enero de 2021 la naranja 'Valencia Midkight'.

Se ha evaluado esta anualidad el peso individual de 5-10 frutos, el calibre medio (diámetro ecuatorial y cenital), los grados Brix y el contenido en zumo, así como las características de apariencia como color de la piel y la pulpa. No se ha evaluado la producción porque los datos no se han visto extrapolables a kg/ha, ya que el marco no es el más habitual en plantaciones comerciales, por tratarse de una colección de especies y variedades y además se encuentran en distinto estado de desarrollo. No obstante, la producción se considera normal para las distintas especies.

Los porcentajes de zumo aprovechable estaría en el entorno del 50% en las naranjas, un 40% en mandarinas y un 45% en el pomelo.



Foto nº 7. Recolección de naranja tardía (18/01/2021).



Foto nº 8. Control de calidad pomelo y naranja tardía (19/01/2021).

4.2 Resultados: instalación de dispositivos de control del riego y parámetros medidos.

Uno de los objetivos del proyecto era dar visibilidad a la red de riego subterráneo, para lo que se construyó una arqueta dónde se va viendo la evolución del bulbo húmedo y el desarrollo de las raíces alrededor de los goteros por haber colocado un cristal en el fondo.

La siguiente fotografía muestra el aspecto actual de la arqueta, dónde se observa la tubería portagoteros y el bulbo húmedo:



Foto nº 9. Estado de la arqueta de visualización (25/03/2021).

Se instalaron sondas de medida de humedad volumétrica en el suelo, a tres profundidades, 25, 40 y 60 cm. Un ejemplo de los datos proporcionados se representa en las gráficas siguientes.

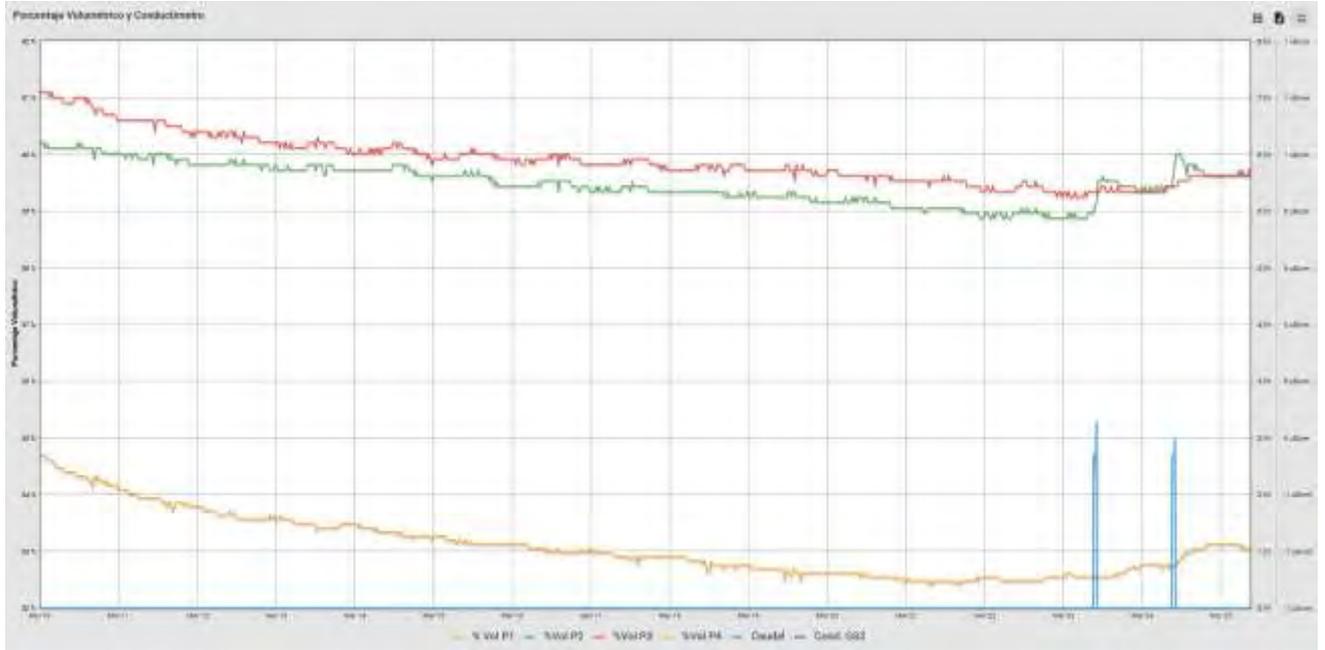


Foto nº 10. Dispositivo de control de la humedad a tres profundidades (03/12/2021).

Sensores en planta, tierra, agua y clima, similares a los colocados en la parcela de cítricos. Tomado de la D.G. del Agua.



DATOS DE LOS SENSORES SITUADOS EN FILA DE LIMONEROS EN EL PERIODO 10-24 DE MARZO DE 2021



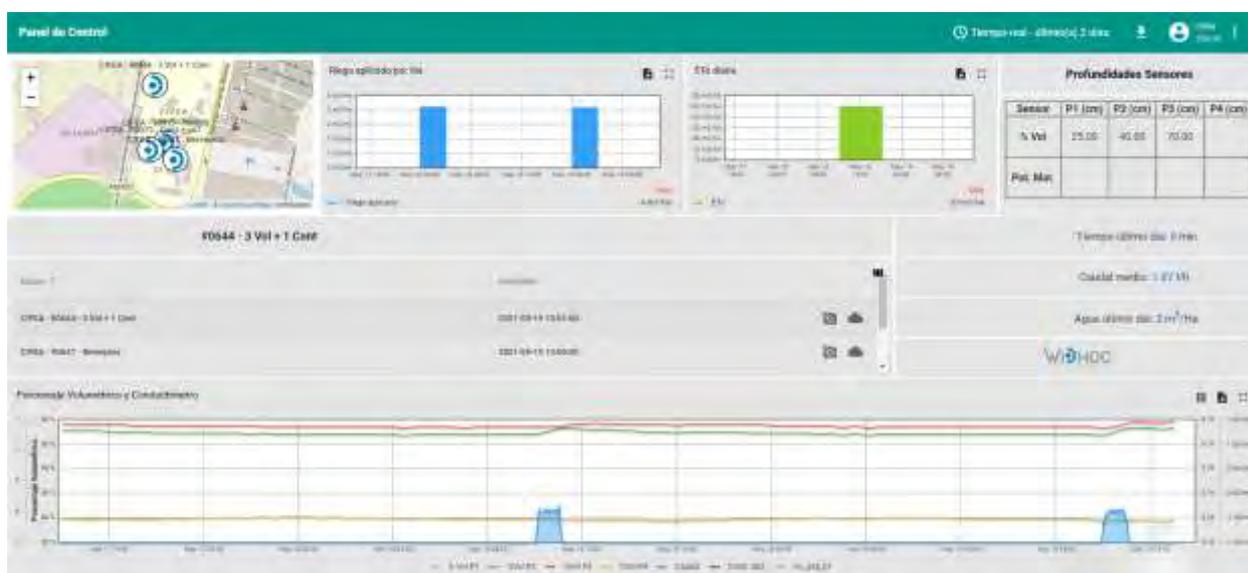
Se observan los efectos de unas lluvias de 25 mm producidas el 19 y 20 de marzo. Al estar los sensores a más profundidad por tratarse de riego subterráneo, el efecto de la lluvia llega retardado un par de días, lo que es indicativo de lo que tarda el agua en percolar hasta el sensor.

Tras un periodo sin regar se regulariza el riego subterráneo a finales de marzo, con las siguientes curvas de porcentaje volumétrico de agua, resultantes de un riego diario de unos 65 minutos:

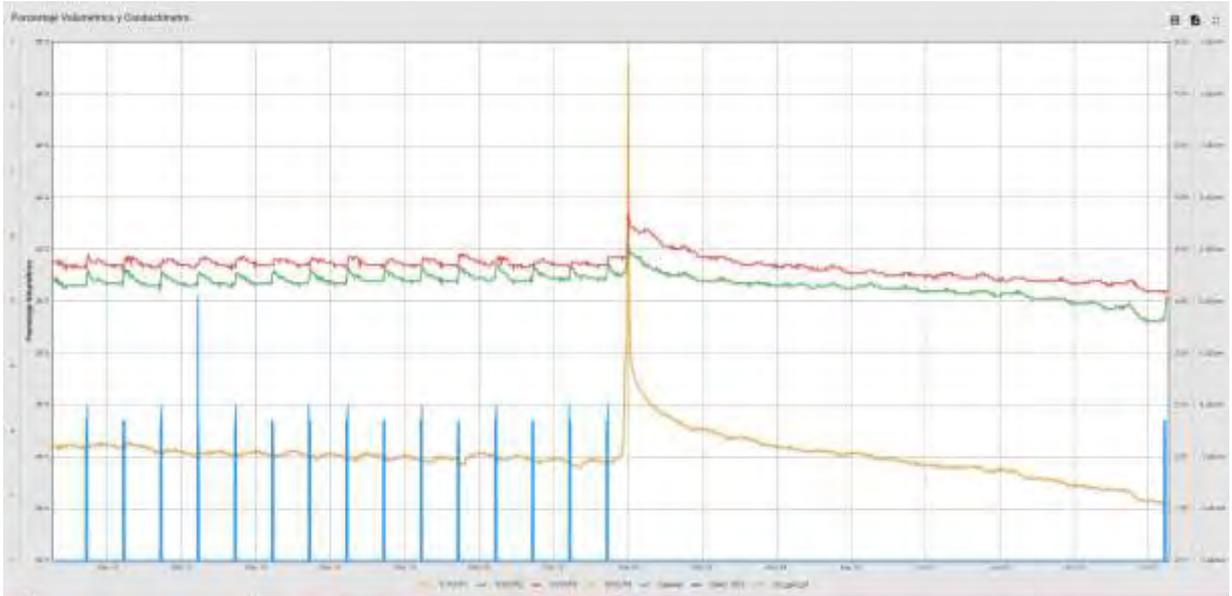


Los datos indican un porcentaje de humedad más bajo en el sensor más superficial del 32%, lo que es lógico por estar los goteros a unos 35 cm y corresponder sólo a la humedad superficial y la que asciende por capilaridad. Esto permite un mejor manejo del suelo, ya que hay poca humedad en superficie y las malas hierbas no desarrollan tanto. Los sensores P2 (a 40 cm) y P3 8 a 70 cm) mantienen un nivel de humedad en el entorno del 40-41%, compatible con un bajo nivel de drenaje y suficiente para mantener la humedad que necesitan las raíces.

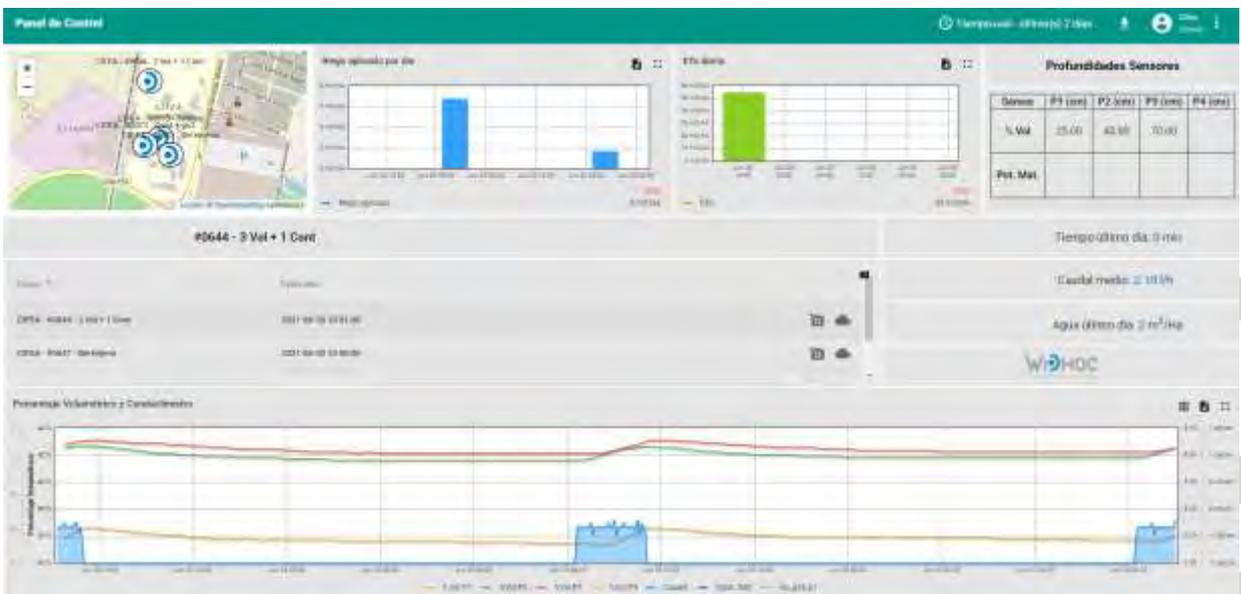
En el siguiente panel de control se aprecia la distribución diaria de los riegos, el volumen y la situación de las sondas de humedad en el periodo que va del 17 al 19 de mayo de 2021. Se está aplicando un riego diario de 2 m³/ha y día, presentando un marco medio de plantación de 5 x 4 m² (6,5 x 5 en limoneros uy pomelos, 4 x 5 en naranjos y mandarinos y 4 x 3,5 otros cítricos) y contando con 2 goteros por árbol de 2 l/hora y gotero, obtenemos para 60 minutos diarios de riego exactamente 2.000 l/ha y hora (2 m³/ha y día), lo que da el panel de control. Esto indica uniformidad en el riego y que los goteros aportan las cantidades correctas de agua.



Una lluvia intensa el 24 de mayo de 2021 hizo necesario cortar el riego, el efecto se ve en las sondas humedad, todas suben por el drenaje de la lluvia pero la superficial (25 cm) presenta una subida espectacular a las pocas horas de la precipitación para estabilizarse días después:



PANEL DE CONTROL RIEGO, ETO Y HUMEDAD EN SUELO CÍTRICOS 24 AL 30 JUNIO 2021:

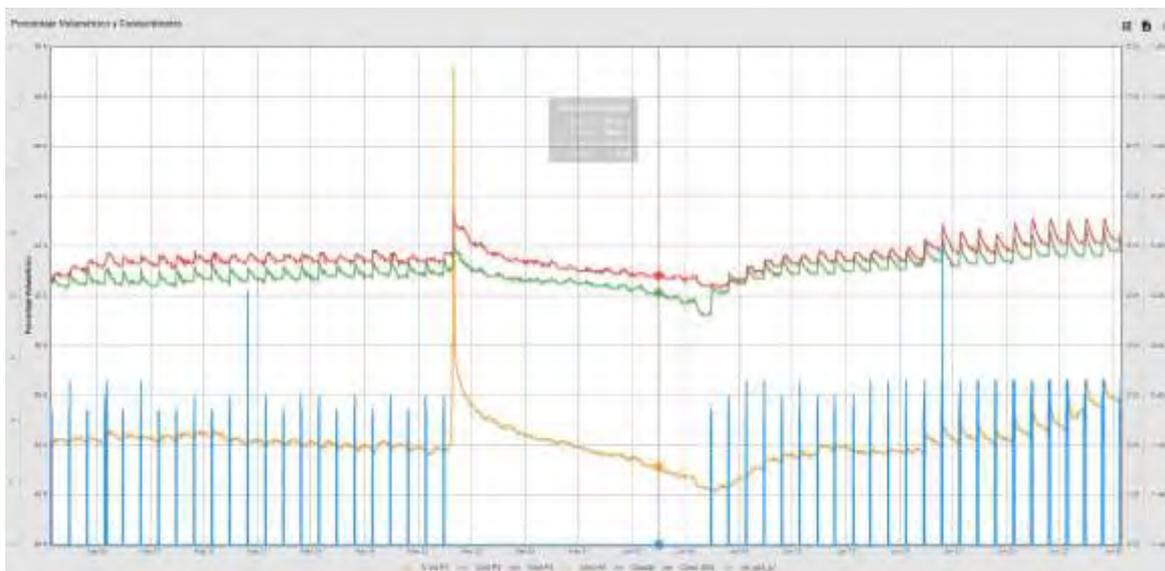


PANEL DE CONTROL RIEGO, ETO Y HUMEDAD EN SUELO CÍTRICOS 1 AL 30 JUNIO 2021:



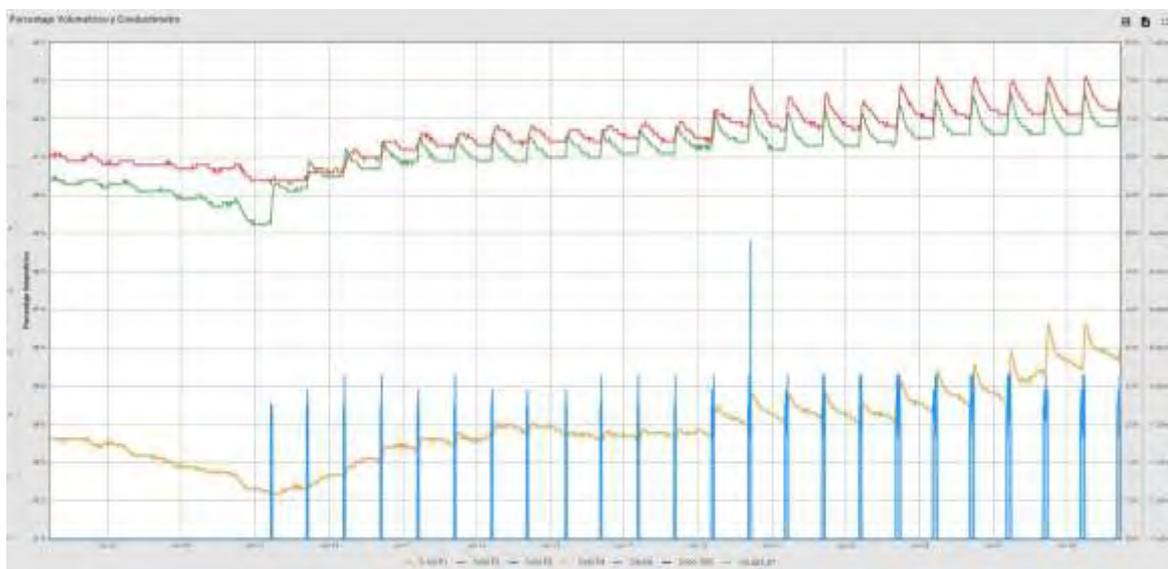
En el panel se observa como debido al aumento de 2 a 4 m³/día, se produce una subida de la humedad volumétrica en superficie del 33 al 35% y en profundidad del 40 al 43%. Esto obligó a reducir el volumen de riego, al comprobar aumento de percolación profunda.

RIEGOS Y PORCENTAJE VOLUMÉTRICO HUMEDAD EN SUELO CÍTRICOS 1 DE MAYO AL 30 JUNIO 2021:



En el panel se observa la lluvia del 23 de mayo y el efecto sobre las sondas de humedad, así como el efecto de cortar el riego unos días tras la lluvia y el efecto de la subida de finales de junio.

RIEGOS Y PORCENTAJE VOLUMÉTRICO HUMEDAD EN SUELO CÍTRICOS 1 AL 30 JUNIO 2021:



Aquí se observa el porcentaje volumétrico de humedad y la frecuencia e intensidad de los riegos en el mes de junio completo. Estos dispositivos se perfilan como muy adecuados para el control del riego, por ofrecer datos válidos y en tiempo real.

Se colocaron también dos dispositivos de control de la humedad visual (FullStok), que sirven para obtener muestras de sondas además de visualizar de una manera directa.



Foto nº 11. Dispositivo de control de la humedad visual FullStok (26/03/2021).



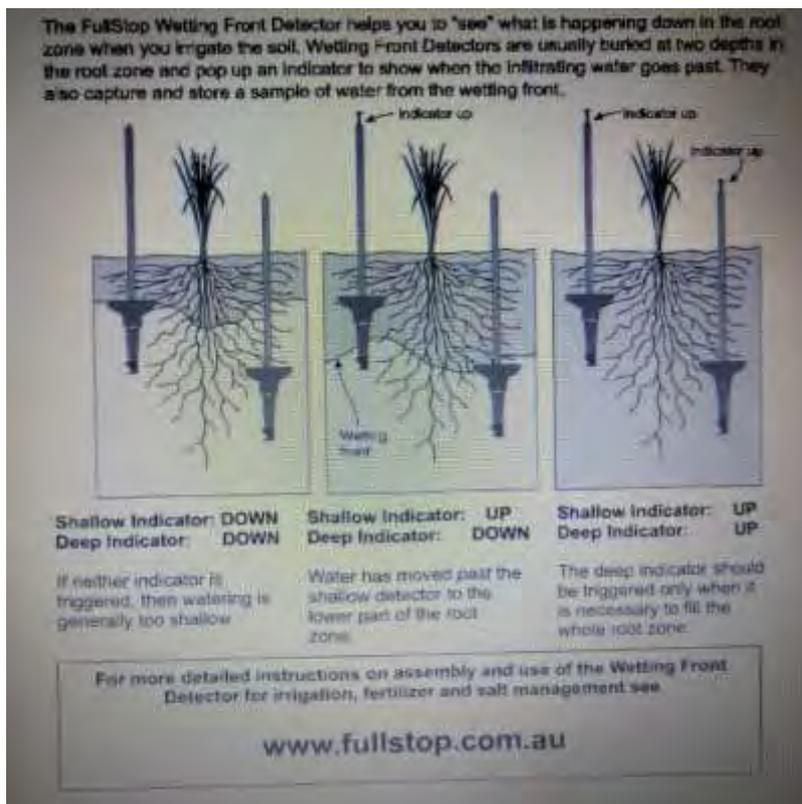


Foto nº 12. Fundamento del FullStok.

Se tomaron muestras de los FullStock, que permiten obtener lixiviado como si fueran sondas de succión; a las profundidades de 40 y 70 cm, con los siguientes resultados:

PROFUNDIDAD	Fecha	[NO ₃ -]	pH	CE (mS)
CITRI 40 cm	07/05/2021	264,84	8,58	-
CITRI 40 cm	14/05/2021	256,22	8,5	-
CITRI 40 cm	21/05/2021	364,65	-	-
CITRI 40 cm	28/05/2021	322,43	-	-
CITRI 40 cm	11/06/2021	-	-	-
CITRI 70 cm	07/05/2021	69,46	8,4	-
CITRI 70 cm	14/05/2021	42,78	8,43	-
CITRI 70 cm	21/05/2021	-	-	-
CITRI 70 cm	28/05/2021	-	-	-
CITRI 70 cm	11/06/2021	29,36	8,07	2,03

Los nitratos se midieron en un espectrofotómetro, calculando la absorbancia a 275 nanómetros y a 220 nanómetros y obteniendo por medio de la recta de calibrado la cantidad de nitratos en ppm (mg/l). Los espacios en blanco se deben a que no se pudo obtener muestra o bien no se ha podido medir por la poca cantidad.

Como era de esperar, la concentración de nitratos es muy elevada en la sonda superficial, junto a los goteros, debido a que recoge el abono aplicado en la fertilización, dando valores que oscilan entre los 256 y 364 mg/l. En el drenaje recogido a 70 cm, en cambio, estos valores de concentración de nitratos disminuyen a cantidades entre 30 y 70 mg/l. Pese a los pocos valores que se han podido obtener, se puede afirmar que el efecto de las raíces de los cítricos es muy significativo en cuanto a la absorción de los nitratos aportados en la fertirrigación, provocando una disminución media de 300 a 47 mg/l, y haciendo que los nitratos lixiviados sean inferiores al límite de 50 mg/l establecido en la Directiva CEE de nitratos para las aguas subterráneas.

En cuanto al pH, se observa que es muy básico, con valores entre 8,4 y 8,58, como consecuencia de la basicidad de la tierra y el agua de riego, a pesar de emplear abonos acidificantes en el cultivo.

4.3 Problemas fitosanitarios aparecidos.

Dado que se ha realizado un tratamiento del ensayo muy conservador en cuanto al uso de fitosanitarios y principalmente con control biológico, ha habido presencia de algunas plagas de los cítricos, algunas de las cuales han provocado daños o depreciado el producto. Es el caso de la cochinilla acanalada (*Icerya purchasi*), que ha provocado daños circunscritos a la presencia de cochinillas incluso sobre los frutos y a la presencia de masas algodonosas y negrilla sobre estos, depreciándolos comercialmente. También se han detectado daños de Serpeta (*Lepidosaphes beckii*), que es una cochinilla que clava su estilete en los frutos o las hojas para alimentarse y aparecen manchas de color verde en los puntos donde la cochinilla ha estado fijada toda su vida y que los invalida para ser comercializados.

También de cierta importancia han sido los daños provocados por el Cotonet o Melazo (*Planococcus citri*), que forman colonias formadas sobre los frutos y acaban llenando de melaza su contorno, sobre la que se desarrollará posteriormente negrilla o fumagina, devaluándolos para su comercialización.

En cuanto a enfermedades, desde que se instaló el riego subterráneo, con la superficie más seca, parece haberse reducido la aparición de enfermedades como la podredumbre del cuello o *Phytophthora*, o el aguado de los frutos, provocado también por este hongo. Tampoco han sido importantes los problemas de *Alternaria*.



Foto nº 13. Aplicación de tratamiento fitosanitario con atomizador (07/05/2021).

4. CONCLUSIONES.

Una de las más importantes limitaciones del cultivo de los cítricos en la agricultura murciana ha sido la disponibilidad de agua suficiente, tanto en términos de cantidad y calidad, siendo este el factor que más limitante en nuestro ensayo, por coincidir las máximas necesidades con la época de menos disponibilidad y recortes en el Trasvase Tajo-Segura y por la necesidad de ajustar los riegos para el cumplimiento de la Ley 3/2020 de recuperación y protección del Mar Menor. El segundo factor limitante es la reducción en la aplicación de abonos, motivado también por las limitaciones de la Ley 3/2020.

Con la técnica de irrigación subterránea se permite el aporte de agua y nutrientes al suelo de forma localizada y bajo la superficie, con la intención de condicionar y optimizar el crecimiento de las raíces y el patrón de desarrollo de la plantas. Se quiere confirmar si es posible un uso más eficiente del agua, energía y fertilizantes, posicionándose como la alternativa que mejores resultados ofrece a nivel económico, agronómico y ecológico.

El sistema presenta las características de la posibilidad de aplicación directa de agua y nutrientes al sistema radicular, una reducida área de humedad superficial y una ausencia de componentes del sistema de riego en la superficie.

Se ha podido evaluar en la parcela demostrativa durante 2021 que es más adecuado el manejo de las malas hierbas, al realizar laboreo a todo terreno, evitando todo tipo de competencia de las mismas y reduciendo los costes de su eliminación, que además se han reducido por no ser superficial la banda de humedad.

Como objetivo adicional se ha realizado el control de plagas de forma ecológica con la introducción de insectos auxiliares, el empleo de trampas y el uso reducido de fitosanitarios. Respecto al abonado se ha reducido drásticamente el mismo, especialmente el empleo de nitrógeno, lo que se ha manifestado en los análisis de hojas, pero no así en la producción.

En esta anualidad se ha visto un notable ahorro de agua de riego, con una reducción del 10,98% en un periodo de un año (2021) respecto al riego por goteo aplicado en 2019, teniendo en cuenta las diferencias de precipitación.

Se ha podido observar tomando muestras en las sondas FullStock como el efecto de las raíces de los cítricos es muy significativo en cuanto a la absorción de los nitratos aportados en la fertirrigación, provocando una disminución media de 300 mg/l en las sondas a 40 cm a 47 mg/l en las sondas a 70 cm, y haciendo que los nitratos lixiviados sean inferiores al límite de 50 mg/l establecido en la Directiva CEE de nitratos para las aguas subterráneas.

5. ACTUACIONES DE DIVULGACION REALIZADAS.

A lo largo de la anualidad 2021, se han realizado diversas actividades de divulgación, principalmente entre agricultores y técnicos y se han recibido visitas de empresas y profesionales del sector. Las siguientes fotografías son ejemplos de estas actividades.

Toda la información del proyecto se encuentra disponible en la web del Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica www.sftt.es.

6. REPORTAJE FOTOGRAFICO.



Foto nº 14. Jornada colocación dispositivos FullStock en parcela de cítricos riego subterráneo, 25 marzo 2021.



Foto nº 15. Visita de técnicos de Surinver a parcela dispositivos control de riego subterráneo, 5 de mayo de 2021.



Foto nº 16. Reportaje parcela riego subterráneo cítricos, 5 de mayo de 2021.



Foto nº 17. Visita citricultor dispositivos control del riego, 27 septiembre 2021.



Foto nº 18. Jornada colocación de sensores de humedad en parcela de cítricos riego subterráneo, 3 diciembre 2021.



Foto nº 19. Jornada colocación de sensores a seis profundidades, hasta 2m, 3 diciembre 2021.



Foto nº 20. Explicación del funcionamiento de los dispositivos de control de humedad en el suelo, 3 diciembre 2021.

