

Proyecto

21CTP1_1

PARCELAS DEMOSTRATIVAS DE PRÁCTICAS QUE PERMITEN OPTIMIZAR LA FERTIRRIGACIÓN EN EL CAMPO DE CARTAGENA EN CUMPLIMIENTO DE LA LEY 3/2020 DE RECUPERACIÓN Y PROTECCIÓN DEL MAR MENOR.

Área: FERTIRRIGACIÓN

Ubicación: Torre Pacheco

Coordinación: Joaquín Navarro, CIFEA Torre Pacheco

Técnicos José Banegas, Plácido Varó y José Méndez, 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

1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	3
2. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.	7
3. PERFIL DEL POTENCIAL BENEFICIARIO FINAL DEL PROYECTO.....	8
4. ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN.....	9
5. ACTIVIDAD DE DEMOSTRACIÓN.....	9
5.1. Cultivo, variedades y características generales.....	10
5.2. Ubicación del proyecto y superficie.	10
5.3. Diseño estadístico y características de las parcelas de demostración.....	11
5.4. Características del suelo, agua y clima.....	13
5.5. Medios necesarios DISPONIBLES.	18
5.6. Fases de la actividad de demostración.	18
5.7. Parámetros y controles a realizar.	21
6. CALENDARIO.....	21



1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El Mar Menor es una de las mayores lagunas litorales de Europa y la más grande de la Península Ibérica, con singulares valores ambientales que han determinado su incorporación a los Humedales de Importancia Internacional (RAMSAR) y Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo (ZEPIM), así como la declaración del Paisaje Protegido de los Espacios Abiertos e Islas del Mar Menor, del Parque Regional de Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar, del Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) «Mar Menor», y de la Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) «Mar Menor». El Mar Menor es además un lugar muy emblemático para la Región de Murcia en el que convergen múltiples usos y aprovechamientos, principalmente turísticos, recreativos y pesqueros, con un importante aprovechamiento agrícola de su entorno.

Recientemente, se ha puesto de manifiesto un deterioro de la calidad de sus aguas por la progresiva eutrofización de la laguna. Es un problema de complejidad técnica, ambiental y social, que exige actuar de forma combinada sobre los diferentes sectores de actividad cuya influencia pueda hacerse sentir sobre su estado ecológico.

Con todo, existe una coincidencia sustancial en la comunidad científica sobre la necesidad de adoptar con urgencia medidas para evitar las principales afecciones al Mar Menor. El Comité de Asesoramiento Científico del Mar Menor, en diversos apartados de su «Informe integral sobre el estado ecológico del Mar Menor», de 13 de febrero de 2017, considera la contaminación por nitratos, que afecta también al acuífero Cuaternario, como uno de los factores que ha contribuido al desequilibrio ambiental del Mar Menor, sin minusvalorar la contaminación por metales pesados o la procedente de aguas de escorrentías. En este sentido, cabe señalar que la Directiva 91/676/CEE, de 12 de diciembre, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos de origen agrario, traspuesta al ordenamiento jurídico español en el Real Decreto 26/1996, de 16 de febrero, impone a los estados miembros la designación de zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario, la elaboración de un código de buenas prácticas agrarias y la confección de programas de actuación. Buena parte del Campo de Cartagena ha sido declarado como Zona Vulnerable a la contaminación por nitratos y le es de aplicación el programa de actuación aprobado por la Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente.

No obstante, resulta necesario y urgente intensificar las acciones de protección, procurando una mayor sostenibilidad ambiental de las actividades que se realizan en el entorno del Mar Menor, motivo por el cual se ha aprobado reciente mente LA LEY 3/2020 DE RECUPERACIÓN Y PROTECCIÓN DEL MAR MENOR.

Dicha Ley establece la necesidad de controlar los parámetros de calidad del agua de riego, así como el uso de la misma y la gestión eficiente del riego y de la fertilización, hasta el punto que sanciona con infracción leve las explotaciones que no aplican técnicas de gestión eficiente del riego y considera infracción grave lo siguiente:

- a) Incumplimiento del Código de Buenas Prácticas Agrarias de la Región de Murcia.
- b) No cumplimentar adecuadamente el cuaderno de explotación o anotar en él datos falsos.
- c) Rebasar los límites de abonado o abonar en épocas distintas de las permitidas.
- d) Aplicar abonos orgánicos o inorgánicos de forma inadecuada.
- e) No aplicar los fertilizantes en las condiciones establecidas en el programa de actuación.

Además, la Región de Murcia muestra históricamente una escasez de recursos hídricos que está cifrado en 400 hm³ según la previsión actual del Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura 2015-2021 aprobada por el RD 1/2016 del 8 de Enero.

El fin último es establecer un proyecto demostrativo y educativo a los agricultores que les conciencie sobre el uso racional del agua para evitar pérdidas de la misma y de nitratos, entendiendo que una visión práctica les comprometerá a hacer un mejor manejo de la fertirrigación.

LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO SON LOS SIGUIENTES:

Objetivo 1. Caracterizar las técnicas de cultivo empleadas por los agricultores de la Comarca e identificar aquellas que pueden causar problemas medioambientales.

Con esta actividad se pretende caracterizar la zona de estudio, determinando la parte de la Zona Vulnerable dónde existe más densidad de cultivos, para relacionar el posible efecto de esta concentración de cultivos intensivos con la contaminación de los acuíferos subterráneos y

superficiales. Se consultarán los datos bibliográficos y los estudios de contaminación por nitratos en acuíferos profundos de la Universidad de Murcia, encargada por la Comunidad Autónoma del seguimiento de las zonas vulnerables y los datos sobre vertidos al Mar Menor en acuíferos superficiales del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (C.S.I.C.).

Se prevé contactar con agricultores para caracterizar bien estos aspectos medioambientales de las explotaciones, conteniendo las mismas los siguientes datos:

- Sistema de riego empleado, métodos de programación del riego en frecuencia y cantidad de agua aplicada.
- Programación del abonado, abonos empleados y su dosis y distribución a lo largo del ciclo de cultivo.
- Descripción de las instalaciones, del sistema de riego y del sistema de cultivo empleado.
- Caracterización de los suelos, del agua aplicada, del destino de los efluentes, en su caso.
- Medidas adoptadas para el cumplimiento de la Ley 1/2018, BPA y Zonas Vulnerables.

Objetivo 2. Dispositivos a instalar en las parcelas demostrativas.

Durante el año 2021 la instalación de dispositivos se realizará en un invernadero multicapilla del CIFEA, en el que se realizará un cultivo de varias especies de hortícolas. El elevado rendimiento de los cultivos de invernadero dentro de las orientaciones productivas presentes en la agricultura murciana está determinado por la incorporación masiva de tecnologías avanzadas, sin embargo, la tendencia actual plantea el empleo de técnicas menos agresivas para el medioambiente.

Los dispositivos a instalar pretenden comparar métodos de programación de riego y fertilización en campo provenientes de distintas fuentes (estaciones, cubeta A, lixiviado en sondas de succión, sondas de humedad), para permitir identificar los métodos más sencillos y eficaces que permitan optimizar la fertirrigación en este cultivo.

También se pretende cuantificar las pérdidas de nitratos en sondas a lo largo del ciclo de los cultivos, para lo que se dispone de sondas de succión y otro tipo de sondas con datalogger. Esto permitirá evaluar las prácticas agrícolas que contribuyen a la contaminación por nitratos en el cultivo.

Objetivo 3. Transferir a los agricultores y técnicos del sector los conocimientos obtenidos.

El cumplimiento de este objetivo requiere transferir al sector los resultados de la investigación, para lo que se necesita llevar a los agricultores y técnicos a las parcelas demostrativas y además enseñar con dispositivos concretos que los resultados sobre contaminación son coherentes.

Se pretende informar a agricultores y técnicos sobre:

- 1) Las medidas que reducen el impacto ambiental y optimizan el riego y el abonado nitrogenado en los cultivos.
- 2) Los dispositivos que permiten controlar la fertirrigación y optimizarla. Seguimiento del programa orientativo de fertirrigación del SIAM.
- 3) Los efectos medioambientales y económicos de la falta de control del riego y el abonado.
- 4) Las actuaciones a realizar para el cumplimiento del Código de Buenas Prácticas Agrarias.
- 5) Las actuaciones a realizar para el cumplimiento de las limitaciones en las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos.
- 6) Las actuaciones a realizar para el cumplimiento del Decreto-Ley del Mar Menor.

Objetivo 4. Elaboración de una memoria que indique las estrategias para reducir el drenaje de agua y la lixiviación de nitratos.

Esta memoria se referirá a cualquier cultivo en general, aunque se haya planteado esta primera anualidad la parcela demostrativa en invernadero, que se podrá extender a cultivos al aire libre en años posteriores y se adaptará a los diversos tipos de explotaciones estudiadas, que deben abarcar la mayoría de las existentes en la Comarca. Se establecerán recomendaciones sobre los distintos aspectos estudiados, por lo que es posible que el manual no se pueda completar en la primera anualidad.

El Programa de actuación en las Zonas Vulnerables, en cumplimiento de la Directiva 91/676/CEE y el Real Decreto que la desarrolla 261/1996, obliga a facilitar el ajustado cálculo de las necesidades de abono y riego, a realizar la difusión de estas prácticas, a divulgar las posibles alternativas que

reduzcan la emisión de nitratos, a realizar programas de vigilancia de la calidad de las aguas utilizadas para riego, etc. (B.O.R.M., 31-12-2003). Uno de los objetivos de este proyecto es el seguimiento de la puesta en marcha estas actuaciones.

Se establecerá en la memoria la mayor o menor facilidad de adaptarse a estas normas en los distintos aspectos estudiados, por ejemplo, si el abonado mineral nitrogenado aplicado está dentro de los límites marcados por el Código de Buenas Prácticas, la dosificación adecuada del agua de riego en función del suelo y estado fenológico del cultivo, la sustitución de fertilizantes por otro menos solubles, como llevar el libro de control de los abonos nitrogenados aplicados, coste de los inputs por kilo de producto, etc.

2. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

Dada la importancia de la agricultura en la Región de Murcia y a la necesidad de reducir el consumo de un recurso tan limitado como el agua, se hace necesaria la adopción de nuevas tecnologías de riego que permitan uso más eficiente del agua de la que disponemos para evitar el consumo innecesario de la misma.

Por todo ello se considera necesario ayudar a los agricultores en el cumplimiento de la Ley 3/2020 de recuperación y protección del Mar Menor, mediante unas parcelas de demostración tecnológica, con el objetivo de materializar los resultados de investigaciones sobre el manejo adecuado del riego y la fertilización, lo que se materializará en una instalación demostrativa para los agricultores y técnicos.

Este proyecto, por lo tanto, constituirá la materialización de los resultados previos de proyectos de investigación aplicada al ahorro de agua y fertilizantes y supone la instalación de unas parcelas de demostración para la aplicación de técnicas conocidas al respecto.

Se pretende que los agricultores y técnicos tengan una visión global de todos los aspectos importantes de los cultivos: el comportamiento y la evolución de las variedades, los nuevos automatismos, los sistemas de control del riego y abonado, datos sobre riego y lixiviados, los abonos más solubles, la solarización más adecuada, los plaguicidas que más contaminan, el efecto de diversos sistemas de cultivo sobre la producción, la fisiología de los cultivos, la posibilidad de lucha

biológica, etc. Asimismo se estudiarán todos los aspectos relacionados con la legislación vigente a aplicar, como son el Código de Buenas Prácticas Agrarias, La Ley 3/2020a normativa de las Zonas Vulnerables.

Esta visión global y el protocolo de cumplimiento de la normativa hay que darlos a conocer a los agentes del sector por el establecimiento de una parcela demostrativa “in situ” dónde se contemplen todos los aspectos estudiados.

ACTUACIONES LLEVADAS A CABO HASTA LA FECHA

En la primera anualidad (2019) la parcela demostrativa se estableció en el interior de un invernadero en el CIFEA de Torre-Pacheco, en el cuál se instalaron diversos cultivos hortícolas, como pimiento, tomate, berenjena, etc., contribuyendo los dispositivos y con los datos aportados a una gestión más eficiente de la fertirrigación. La instalación de los sensores HS para la medida de humedad gravimétrica, cubeta evaporimétrica tipo A, tensiómetros, etc. se realizó en noviembre de 2019.

Se realizaron también los análisis de suelos, aguas y bacterias y nematodos, que han puesto de manifiesto ciertas deficiencias en el suelo (exceso de humedad y zonas impermeables) que se han podido corregir con biosolarización y aporte de paja, cal y materia orgánica. Está previsto realizar un nuevo cultivo para el ciclo de otoño invierno 2020 y proceder en el mismo a la instalación de los dispositivos de medición de humedad del suelo y control del riego.

Este cultivo demostrativo se alargará hasta la primavera de 2021, motivo por el cual se solicita de nuevo el proyecto para la siguiente anualidad. Básicamente se pretende evaluar el comportamiento de los dispositivos a instalar en 2021, continuar con el resto de actuaciones previstas y adquirir nuevos dispositivos de eficacia probada como son los llamados “full stock” o dispositivos similares.

3. PERFIL DEL POTENCIAL BENEFICIARIO FINAL DEL PROYECTO.

Este proyecto va dirigido a:

- Participantes que deben desarrollar o está en disposición de iniciar su actividad en el sector agrario, alimentario y forestal, así como en la gestión de tierras y otros agentes económicos que constituyan una PYME cuyo ámbito de actuación se el medio rural.

- Aquellas personas que están en disposición de iniciar su actividad deberán acreditar su compromiso a trabajar en los sectores indicados en el párrafo anterior
- Al tipo de participante establecido en el artículo 14.2 del Reglamento 1305/2013.

4. ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN.

Actuaciones	Si/No	Observaciones
1. Publicación Consejería	No	
2. Otras publicaciones	No	
3. Jornada técnica	No	
4. Acción formativa	No	
5. Memoria inicial proyecto.	Si	Publicación en web de la Consejería
6. Informes de seguimiento. Actividad demostración.	No	
Informe anual de 7. resultados. Actividad demostración.	Si	Publicación en web de la Consejería
8. Visitas a parcela demostración. Actividad demostración.	Si	Difusión a las OCAS, los CIFEAS y agricultores para dar a conocer las medidas por medio de visitas las parcelas demostrativas

5. ACTIVIDAD DE DEMOSTRACIÓN.

La actividad de demostración consistirá en el establecimiento en el CIFEA de Torre-Pacheco de las parcelas que permitan demostrar a los agricultores y técnicos de cooperativas técnicas para el control de aportaciones nitrogenadas y de agua de riego.

La parcela demostrativa incluirá los sistemas de control conocidos para que los agricultores adapten los que más les convengan en su explotación, entre lo que se pueden encontrar: sondas para la medida de humedad en el suelo, cubeta tipo A de la FAO para la programación del riego, tensiómetros, sondas de succión, parcelas en lucha biológica, programación comprobada del abonado, empleo de abonos menos contaminantes, solarización y biofumigación, estiércol más adecuado y su aplicación, variedades adaptadas al tipo de cultivo, empleo adecuado de automatismos (ventilación, pantalla térmica), etc.

Las características del ensayo se reflejan a continuación:

5.1. Cultivo, variedades y características generales.

El cultivo en este ciclo de otoño de 2020- primavera de 2021 será de varias hortalizas bajo invernadero en un invernadero multicapilla del CIFEA.

Los cultivos que se desarrollarán en el invernadero para servir de base al ensayo, y que ocuparán una superficie de unos 600 m² son:

- Tomates: Cherry, canario de rama, tipo Bef.
- Pimiento Italiano cónico, California rojo y Lamuyo.
- Judías verdes de enrame redondas.
- Berenjena
- Plantas de hoja: Acelgas y perejil.
- Fresas.

5.2. Ubicación del proyecto y superficie.

El proyecto estará ubicado en el CIFEA de Torre-Pacheco.





Figura 1. Plano del CIFEA de Torre-Pacheco y ubicación del ensayo.

La superficie de la parcela demostrativa es de unos 600 m², que es la superficie que se va a dedicar al cultivo de las distintas hortícolas, espacio que se considera suficiente para el cultivo y para colocar todos los dispositivos a ensayar.

El marco de plantación es de 1 metro entre líneas y 20 cm entre plantas colocadas a dos caras.

La densidad es de unas 8 plantas/m² (en total unas 4.000 plantas, dejando los bordes).

5.3. Diseño estadístico y características de las parcelas de demostración.

No hay diseño estadístico porque los parámetros a controlar no son cuantitativos y no hay repeticiones.

Las parcelas demostrativas pretenden materializar los resultados de investigaciones en lo que se refiere a la optimización del riego y el abonado, por lo que contarán en la primera anualidad con los

siguientes aparatos y dispositivos, cuya instalación se realizará previamente o a la vez que se inicia el cultivo:

- Instalación de sistema de medida de la humedad gravimétrica por sensores HS con datalogger tipo Em, colocación en el interior del invernadero y seis sondas a tres profundidades, con su correspondiente software. Pretende demostrar al agricultor la presencia de excesiva humedad en capas más profundas del perfil del suelo, aun estando seca la superficie.
- Instalación de cubeta evaporimétrica tipo A dentro del invernadero, que servirá para la medida directa de la Epan y el cálculo del riego por el método de la FAO. Pretende demostrar al agricultor que los datos derivados de estaciones fuera del invernadero están sobrevalorados (actúa el efecto del viento) y por ello al considerarlos se riega en exceso.
- Instalación de sensores de humedad y temperatura tipo Datalogger (más complejo, que incluye radiación) y tipo Hobo (más sencillo), con su correspondiente software. Pretende demostrar al agricultor la posibilidad de programar el riego por radiación y la importancia de controlar los factores climáticos dentro del invernadero para tratar de reducir el efecto del frío, los golpes de sol, etc. mediante la pantalla térmica, las ventilaciones, el blanqueo del invernadero...
- Colocación de sondas de drenaje para el control del abonado en función de la conductividad de las sondas a distintas profundidades (15, 30 y 45 cm). Pretende demostrar al agricultor lo sencillo del empleo de esta técnica, ya que se puede analizar con un simple conductivímetro de bolsillo.
- Instalación adecuada de las tuberías portagoteros y goteros y de baterías de tensiómetros. Pretende demostrar al agricultor como se realiza una instalación de manera adecuada para distribuir uniformemente el riego, disponer de la frecuencia correcta y reducir las pérdidas.
- Ejemplo de utilización adecuada de la ventilación lateral y cenital, para la mejora de las condiciones ecológicas de las hortícolas y la suficiencia del adecuado empleo de estas técnicas para evitar la necesidad de calefacción.
- Cuaderno de campo dónde se contemplen todas las actuaciones realizadas respecto al cumplimiento de la normativa vigente.

Con este proyecto se pretende evidenciar que el uso de los dispositivos referenciados y de algún otro que pudiera estudiarse sobre la marcha de los ensayos, repercute directamente en un menor consumo de agua y fitosanitarios, sin ver mermadas las producciones del cultivo. Los dispositivos pretenden caracterizar y corregir los defectos de un mal empleo del riego y la fertilización.

5.4. Características del suelo, agua y clima.

Debido a la multitud de orígenes del agua de riego resulta importante conocer parámetros clave como pH, conductividad eléctrica y composición iónica. Simplificar la calidad de un agua para riego por su único valor de salinidad, medido a través de la conductividad eléctrica, no puede ser admisible en un ensayo que pretende ser demostrativo de buenas prácticas agrícolas.

A nivel general, estableceremos para una básica interpretación de informes analíticos de agua los siguientes criterios:

- 1) pH. El intervalo normal es entre 7 y 8. En nuestras condiciones será habitual encontrar valores superiores a 8. En estos casos será recomendable corregirlos con la aplicación de formulados ácidos.
- 2) Salinidad medida a través de la conductividad eléctrica (C.E.). Esta medida se referencia a una temperatura, normalmente 20 o 25°C. Si medimos la C.E. de un agua sin corrección de temperatura el dato no es adecuado para posteriores comparaciones. Se quiere dar a conocer el empleo de la tabla de clasificación del agua de riego en función de la C.E. según la FAO.
- 3) Composición iónica. Es necesario conocer la proporción y composición de iones potencialmente tóxicos como cloruros (Cl^-), sodio (Na^+), sulfatos (SO_4^{2-}) y boro (B) o los contaminantes como los nitratos (NO_3^-).
- 4) No sólo es importante conocer la cantidad de iones disueltos en el agua sino su proporción relativa. Para valores similares de iones potencialmente fitotóxicos, a mayor ratio Ca/Na y/o Mg/Na mejor será el agua para riego, por su menor impacto en la degradación del suelo y menores efectos nocivos sobre los cultivos a los que va destinada. Se limitará en el ensayo,

en la medida de lo posible, el uso de aguas de riego con C.E. superiores a 3 dS/m por los enormes riesgos potenciales de lixiviación y de pérdida de funcionalidad del suelo.

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

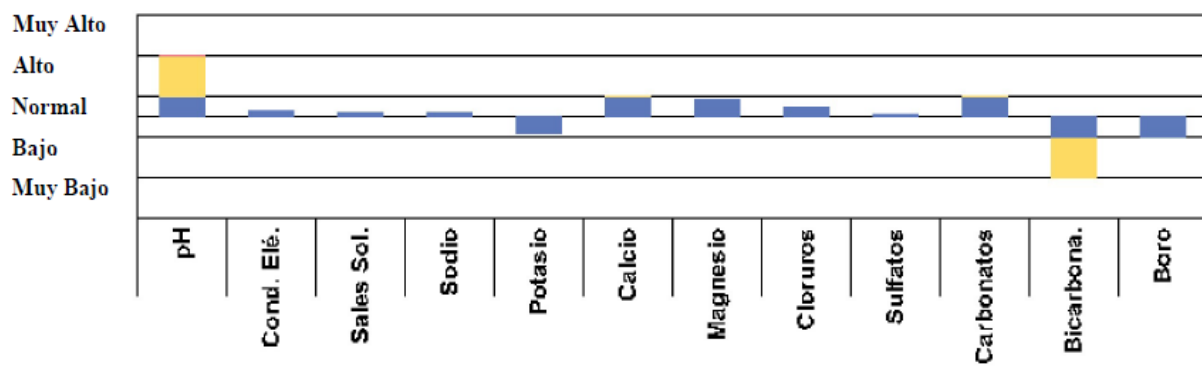
El agua procede de la suministrada por la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena, que es una mezcla de aguas del trasvase Tajo-Segura, más una pequeña parte de aguas depuradas.

Determinaciones (Parameters)	Resultado	Incertidumbre	Equivalencias (Equivalency)		LC (LQ)
	(Result) mg/l	(Uncertainty)	meq/l	mmol/l	
Sodio (Na)	122	± 12	5.30	5.30	5.0 (mg/l)
Potasio (K)	6.18	± 0.53	0.158	0.158	1.0 (mg/l)
Calcio (Ca)	52.9	± 4.5	2.65	1.32	5.0 (mg/l)
Magnesio (Mg)	28.7	± 2.4	2.36	1.18	5.0 (mg/l)
Boro (B)	0.501	± 0.044	0.0463	0.0463	0.05 (mg/l)
*Cloruros (Cl-)	193		5.44	5.44	5.0 (mg/l)
*Sulfatos (SO4)	148		3.08	1.54	5.0 (mg/l)
*Carbonatos (CO3 2-)	< 5.0		< 0.167	< 0.0833	5.0 (mg/l)
*Bicarbonatos (HCO3 -)	118		1.93	1.93	5.0 (mg/l)
*Nitratos (NO3)	6.14		0.0990	0.0990	1.0 (mg/l)
*Nitrógeno Amoniacal (NH4)	< 0.10		< 0.00556	< 0.00556	0.1 (mg/l)
Fosfatos (H2PO4)	0.548	± 0.049	0.00565	0.00565	0.31 (mg/l)
DETERMINACIONES POTENCIOMÉTRICAS					
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)	
pH (a 22.4°C)	8.1		± 0.2	N.D.	
Conductividad Eléctrica (a 25°C)	1.11	(mS/cm)	± 0.11	0.15 (mS/cm)	
OTRAS DETERMINACIONES					
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)	
*Sales Solubles Totales (TDS)	724	(mg/l)		N.D.	

Tabla nº 1. Análítica de agua del Trasvase Tajo-Segura en el año 2019.

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

1.- NIVELES



6.- NUTRIENTES DISPONIBLES CON EL AGUA

NUTRIENTE	APORTES AGUA DE RIEGO	CANTIDAD APORTADA POR 1.000 M ³ DE RIEGO	APORTES DEL SUELO	APLICACIÓN EN FERTILIZACIÓN
Nitrógeno	INSIGNIFICANTE	-	SI	SI
Fósforo	INSIGNIFICANTE	-	SI	SI
Potasio	SI	7.4 Kg. de K ₂ O	SI	SI
Calcio	SI	74.0 Kg. de CaO	SI	NORMALMENTE NO
Magnesio	SI	47.7 Kg. de MgO	SI	NORMALMENTE NO
Boro	SI	0.50 Kg. de B	SI	DEP. CULTIVO

Tabla nº 2. Principales características del agua de riego.

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

El suelo del invernadero es profundo, con una textura franco-limosa, un contenido de materia orgánica muy alto (4,30%) y muy alta salinidad. La realización de este análisis inicial del suelo, cuya muestra fue tomada en julio de 2019, ha servido para ver el elevado nivel de salinidad del suelo en todos los elementos y principalmente en nitratos. Si bien es cierto que se tomó la muestra al final del cultivo anterior y cuando se había aportado la materia orgánica para la solarización del invernadero, el análisis ha puesto de manifiesto una sobrefertilización y ha motivado una reducción drástica del abonado mineral y orgánico, para la siguiente campaña 2019-2020, siguiendo las indicaciones de la Ley 3/2020 de recuperación y protección del Mar Menor.

Asimismo, el observar una relación C/N baja ha indicado la necesidad de aportar paja para la mejora de la estructura del suelo, que daba lugar a encharcamientos, y de esa relación, lo que se ha llevado a cabo en el proceso de solarización.

Las principales características del suelo se reflejan en la siguiente tabla:

Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)
*Extracto acuoso	1:2 (suelo:agua)			
pH (a 28.6°C)	7.4		(1)	5.0
*Color	10 YR 5/3 Marrón			
SALINIDAD				
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)
Conductividad (extracto acuoso 1:2, a 25°C)	> 6.0	(mS/cm)	(1)	0.14 (mS/cm)
*Cloruros (en el extracto acuoso)	30.9	(meq/l)	(1)	0.29 (meq/l)
*Sulfatos (en el extracto acuoso)	31.9	(meq/l)	(1)	0.21 (meq/l)
*Sodio (en el extracto acuoso)	24.8	(meq/l)	(1)	N.D.
*Sodio asimilable	1350	(mg/kg)	(1)	N.D.
*Bicarbonatos	1.2	(meq/l)	(1)	0.1 (meq/l)

FERTILIDAD				
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (L.Q)
*Nitratos (en el extracto acuoso)	2910	(mg/kg de N)	(1)	0.45 (mg/kg de N)
*Fósforo Asimilable	464	(mg/kg)	(1)	1.0 (mg/kg)
*Potasio (en el extracto acuoso)	16.9	(meq/l)	(1)	0.01 (meq/l)
*Calcio (en el extracto acuoso)	82.0	(meq/l)	(1)	0.1 (meq/l)
*Magnesio (en el extracto acuoso)	45.0	(meq/l)	(1)	0.05 (meq/l)
*Potasio Asimilable	2430	(mg/kg)	(1)	N.D.
*Calcio asimilable	6530	(mg/kg)	(1)	N.D.
*Magnesio asimilable	1650	(mg/kg)	(1)	N.D.
Materia Orgánica	4.30	(%)	(1)	0.6 (%)
*Carbono Orgánico	2.49	(%)	(1)	0.35 (%)
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO				
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (L.Q)
*Calcio de cambio	16.2	(meq/100g)		(meq/100g)
*Magnesio de cambio	4.6	(meq/100g)		(meq/100g)
*Potasio de cambio	2.82	(meq/100g)		(meq/100g)
*Sodio de cambio	0.926	(meq/100g)		(meq/100g)
*Capacidad de cambio	24.5	(meq/100g)		N.D.
MICROELEMENTOS Y OTRAS DETERMINACIONES				
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (L.Q)
*Hierro asimilable	0.267	(mg/kg)	(1)	0.01 (mg/kg)
*Boro asimilable	2.62	(mg/kg)	(1)	0.2 (mg/kg)
*Manganeso asimilable	27.3	(mg/kg)	(1)	0.05 (mg/kg)
*Cobre asimilable	0.506	(mg/kg)	(1)	0.01 (mg/kg)
*Zinc Asimilable	17.4	(mg/kg)	(1)	0.05 (mg/kg)
*Caliza total	30.4	(%)	(1)	0.5 (%)
*Caliza activa	12.5	(%)	(1)	0.5 (%)
DETERMINACIONES OPCIONALES				
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (L.Q)
*Nitrógeno total	0.436	(%)	(1)	0.02 (%)
INDICES (Indicators)				
Índice (Indicator)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Índice (Indicator)	Resultado (Result)
*Densidad aparente	1.29	(g/cc)	*Relación de Adsorción de Sodio (SAR)	3.11
*Relación Carbono/Nitrógeno	5.72		*Porcentaje de saturación de sodio	3.78
*Porcentaje de saturación		(g/kg)	*Capac. Ret. de Agua Disponible (CRAD)	0.0904
*Capacidad de Campo (CC)	14.50	(% sobre seco)	*Punto de Marchitez Permanente (PMP)	7.48
*Intervalo de humedad disponible	7.02	(% sobre seco)		

Tabla nº 3. Principales características del suelo dónde se ubica el ensayo.

***TEXTURA (USDA)(SUE0008) : Franco-Limosa**

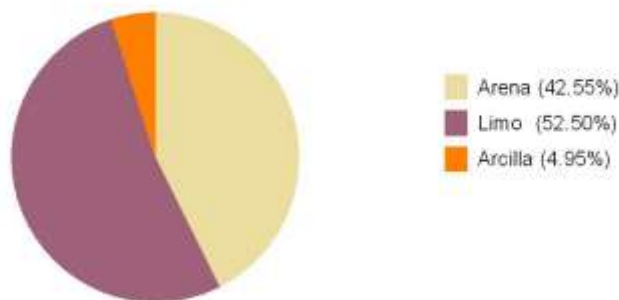
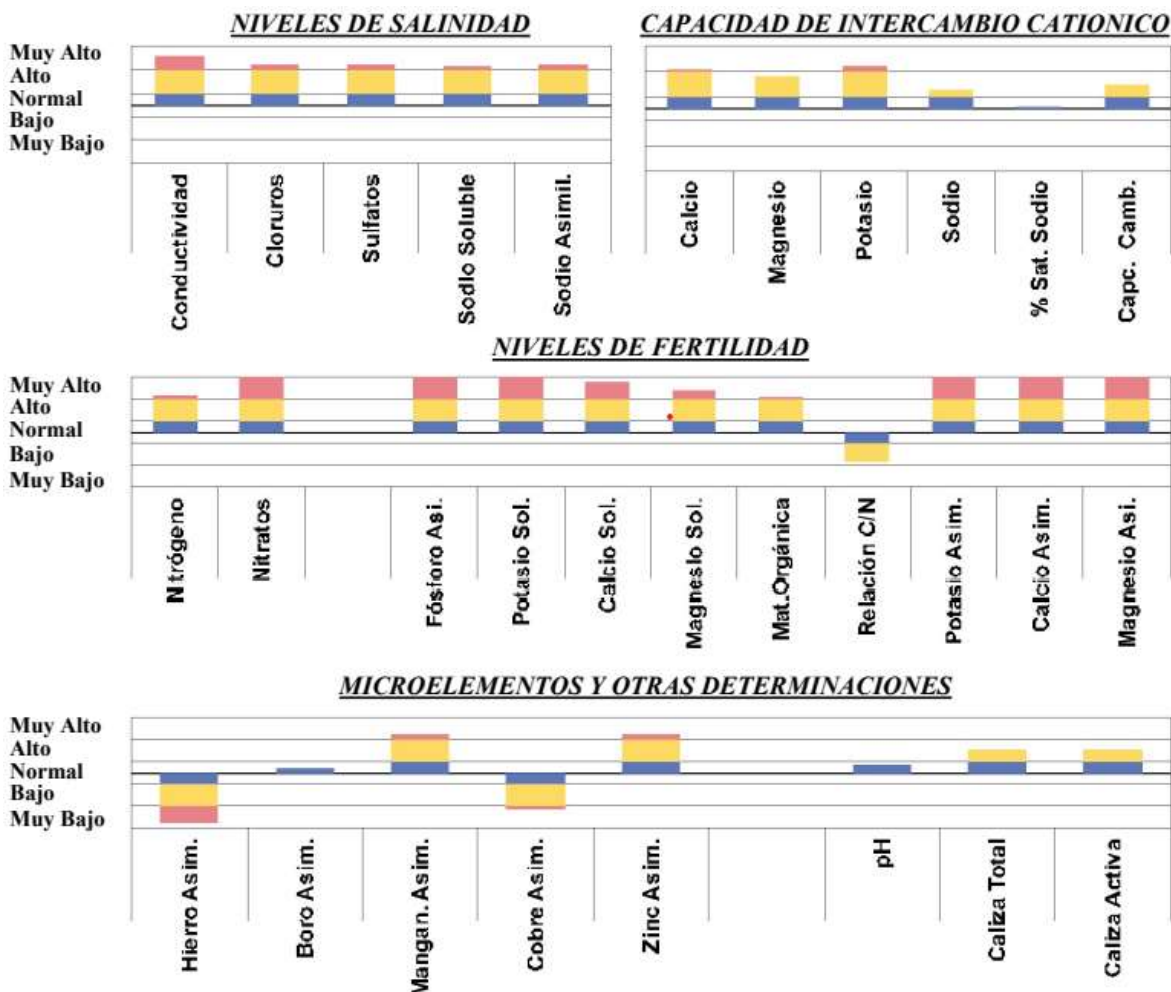


Figura nº 2. Distribución de la textura del suelo.

1.- NIVELES EN EL SUELO



CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA

Se dispone de una estación meteorológica de la red SIAM (TP52) en el centro.

Los datos medios obtenidos en el año 2016 son los siguientes:

- Tª media (°C): 18,12
- HRMED (Humedad relativa media %): 63,45
- Prec (mm): 337,80
- Horas frío (< 7°C): 173,00
- ETo (mm): 1.323,19

5.5. Medios necesarios DISPONIBLES.

5.5.1. Infraestructuras.

- Nave-almacén.
- Oficina.
- Motocultor de 25 C.V.
- Red de riego con tuberías independiente para cada sector de riego.
- Instalación de riego por goteo.
- Cabezal de riego automático.
- Estación meteorológica al aire libre.
- Electrificación general.
- Una parcela de 50 m².
- 6 sondas de humedad y su correspondiente datalogger.
- 6 sondas de succión para su análisis con espectrofotómetro.
- Dos baterías de tensiómetros a tres profundidades.

5.5.2. Suministros.

- Semilla o planta.
- Energía eléctrica.
- Agua.
- Fertilizantes.
- Fitosanitarios.
- Combustible.
- Material de riego.
- Herramientas.

5.6. Fases de la actividad de demostración.

5.6.1. Preparación del suelo, marco y densidad de plantación. Sistema de formación.



Antes de realizar el trasplante se realizarán dos labores de subsolador, otras dos de rotovator y, por último, un corte de tierra con tilde para dejar definidos los caballones. En las zonas con acolchado se realizará la labor correspondiente para su colocación.

La plantación se realizará a mano con operarios y las plantas provendrán, generalmente, de semillero realizado en el propio CIFEA.

5.6.2. Riego y abonado.

Se pretende realizar una gestión eficiente del riego y el abonado nitrogenado, que se consideran dos de los aspectos más importantes de la Ley 3/2020 de recuperación y protección del Mar Menor. Para ello hay que tener en cuenta que la lixiviación de nitratos a capas profundas o por escorrentía depende de dos variables insolubles; aporte de nitratos y agua de riego o lluvia. El excesivo aporte de agua o su deficiente distribución contribuyen al arrastre de los iones nitrato y el aumento de la contaminación. Para que esto no suceda debe establecerse una correcta ejecución y práctica del riego.

La cantidad de agua a aportar podrá deducirse de la información disponible en el Servicio de Información Agraria de Murcia (SIAM) y de la propia estación climática al aire libre de la AEMET ubicada en el CIFEA o de la instalación de los dispositivos a tal efecto en el interior del invernadero, ya que los aportes de riego se basarán en la evapotranspiración. La cantidad de agua a aplicar por unidad de superficie y la frecuencia de los riegos deberá establecerse y acomodarse a la capacidad de retención de humedad del terreno con el fin de evitar pérdidas de agua en profundidad, lejos del alcance de las raíces, con la consiguiente lixiviación de elementos nutritivos móviles. En cualquier caso y de acuerdo con las condiciones de la parcela, se utilizará la técnica de riego que garantice la máxima eficiencia en el uso de agua y los fertilizantes.

Se controlará también el adecuado mantenimiento de los sistemas de riego, ya que aplicar una agricultura de precisión requiere que todos los elementos del sistema de riego estén calibrados y en adecuado estado de mantenimiento. Resulta imprescindible disponer de registros de consumos de agua y fertilizantes aplicados y que sean de fácil acceso y ágiles. Los elementos básicos a mantener

son: bomba dosificadora de fertilizantes, presiones de trabajo de la instalación, sistemas de filtrado, etc.

Los dos primeros riegos (plantación y enjuague) se realizarán sin abono, con una duración de 4 horas el primero y 2 el segundo.

En el siguiente periodo de cultivo (desde los 15 días del trasplante hasta los 60 días) se llevará a cabo un incremento de la conductividad eléctrica de 0.5 mS/cm sobre el agua del pantano (1,41 mS/cm) con Ca (NO₃) al 60% y KNO₃ al 40%, manteniendo un pH de 6 con aportaciones de HNO₃.

En el periodo comprendido entre los 60 días del trasplante y la recolección del cultivo se mantendrá el incremento de la conductividad eléctrica, pero invirtiendo los porcentajes de los abonos (40% Ca (NO₃) y 60% KNO₃). En la fase de abonado del cultivo los riegos serán controlados mediante tensiómetros de humedad de suelo.

Los riegos pueden variar dependiendo de las condiciones meteorológicas y las necesidades del cultivo en cada momento del ciclo, lo que se irá ajustando con la información de los diversos dispositivos instalados.

5.6.3. Tratamientos fitosanitarios y control de malas hierbas.

Durante todo el ciclo de cultivo se realizarán muestreo del estado sanitario de la plantación y en función de este se darán los tratamientos fitosanitarios necesarios. Se aplicarán preferentemente productos autorizados en las normas técnicas de Producción Integrada de la Región de Murcia.

Durante todo el ciclo de cultivo se observará la presencia de malas hierbas procediendo a su eliminación ya sea de forma manual o mecánica. No se considera conveniente el empleo de herbicidas por la poca superficie del invernadero y la multitud de especies ensayadas en ese poco espacio.

5.6.4. Análisis a realizar.

Durante el ciclo de cultivo de primavera de 2019 se realizaron análisis del agua empleada, de suelo, foliar y de bacterias y nematodos.

Se medirá la concentración de nitratos del agua extraída en las sondas de succión. Se medirá también el pH y la conductividad del agua de las sondas.

5.6.5. Recolección.

Se realizará la recolección de cada subparcela en el momento óptimo. Dicha recolección se realizará manual y se determinarán los parámetros de calidad de la misma.

5.7. Parámetros y controles a realizar.

A lo largo del cultivo se realizarán las mediciones y observaciones siguientes respecto al control de calidad de las cosechas obtenidas:

- Sanidad general de la planta (presencia de enfermedades).
- Consumo de agua en el invernadero.
- Consumo de abono.
- Tratamientos fitosanitarios.
- Precocidad del cultivo.

6. CALENDARIO

Fase del proyecto	Año	En	Fb	Mr	Ab	My	Jun	Jul	Ag	Sp	Oc	Nv	Dc
		21	21	21	21	21	21	21	21	21	20	20	20
Actividad de divulgación													
Informe inicial.	2021												
Informe anual de resultados.	2021												
Actividad demostración. Visita agricultores y técnicos a parcela demostración.	2021												
Actividad de demostración													
Preparación parcela (Estercolado, corte de tierra) y semillero	2020												
Colocación de dispositivos para ahorro de agua y abonado	2020												
Riego, abonado	2020/2021												
Seguimiento y control de plagas	2020/2021												
Plantación	2020												

Fase del proyecto	Año	En	Fb	Mr	Ab	My	Jun	Jul	Ag	Sp	Oc	Nv	Dc
		21	21	21	21	21	21	21	21	21	20	20	20
Recolección	2021												
Toma de datos	2020/2021												

