

## Proyecto

### 22CTP1\_1

**Parcela demostrativa de equipos de sensorización para una agricultura sostenible 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 Alejo Rodríguez, CIFEA Torre Pacheco

**Duración:** Enero-Diciembre 2022

**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. ....	9
3. PERFIL DEL POTENCIAL BENEFICIARIO FINAL DEL PROYECTO.....	10
4. ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN.....	10
5. ACTIVIDAD DE DEMOSTRACIÓN.....	11
5.1. Cultivo, variedades y características generales.....	11
5.2. Ubicación del proyecto y superficie. ....	12
5.3. Diseño estadístico y características de las parcelas de demostración.....	13
5.4. Características del suelo, agua y clima.....	13
5.5. Medios necesarios DISPONIBLES. ....	16
5.6. Fases de la actividad de demostración. ....	16
5.7. Parámetros y controles a realizar. ....	19
6. CALENDARIO.....	19



## 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 aprobó en 2020 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 cifrada en 400 hm<sup>3</sup> 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 del proyecto es establecer una parcela demostrativa y educativa a los agricultores sobre dispositivos de control del riego que les haga conscientes sobre el uso racional del agua y la fertilización, 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:**

Durante el año 2021 la instalación de dispositivos se realizó en un invernadero multicapilla del CIFEA, en el que dispuso de un cultivo de varias especies de hortícolas.

Cuando el técnico de una explotación agrícola ajusta una solución nutritiva para un determinado cultivo lo hace porque considera que esas concentraciones iónicas que ha calculado van a llegar a la planta a través de los goteros instalados en la parcela. Sin embargo, a veces por diversos factores,

como un desajuste, una mala calibración del equipo de fertirriego, un mal funcionamiento o incluso por un mal manejo en la aplicación, las cantidades de fertilizante inicialmente programadas no son las que finalmente salen por los goteros.

Por este motivo es importante llevar a cabo unas acciones de control para verificar que esta composición a nivel de parcela coincide con la que se programó. Para ello, se deben tomar muestras del agua de riego, además de instalar dispositivos de control en el terreno que, con un mayor o menor grado tecnológico, aportarán información acerca de la gestión del agua y los nutrientes.

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 optimicen la fertirrigación.

#### Objetivo 1. Instalación de sondas y tensiómetros en parcela demostrativa.

En ensayos anteriores sobre este mismo invernadero, se ha comprobado que el uso de tensiómetros y sondas de succión es suficiente para controlar adecuadamente la fertirrigación. Estos dispositivos deben ser colocados en un sector de riego que sea representativo de toda la parcela, tanto en las condiciones climáticas como edáficas en las que crece el cultivo.

Ambos dispositivos, junto con el análisis de la disolución obtenida en gotero, medirán la calidad de la fertirrigación realizada. Los tensiómetros indican si la dinámica de riegos llevada a cabo es correcta, mientras que la muestra de solución iónica presente en el suelo, succionada por medio de la sonda, da información sobre la concentración de los nutrientes en la rizosfera, en relación con los valores aportados.

También se pretende cuantificar las pérdidas de nitratos en sondas a lo largo del ciclo del cultivo, para lo que se tomarán muestras periódicas de las sondas de succión y se analizarán en un espectrofotómetro ubicado en el CIFEA de Torre-Pacheco. Esto permitirá evaluar las prácticas agrícolas que contribuyen a la contaminación por nitratos en el cultivo.

#### Objetivo 2. Instalación de sondas de humedad en parcela demostrativa.

Durante el año 2020 y 2021 la instalación de estos dispositivos en la misma parcela se ha demostrado eficiente, fiable, fácil de utilizar y con un aporte de datos robusto. La importancia de determinar el frente de humectación se debe a que cada vez que se riega, el agua y los solutos se mueven el perfil del suelo debido a la fuerza de la gravedad y la capilaridad, siendo la humedad inicial del suelo y la duración e intensidad del riego las que condicionan la profundidad del frente de humectación. Si es demasiado intenso, el agua percola, arrastrando nitratos y otros elementos hacia capas profundas y finalmente hacia el acuífero y el Mar Menor, en lo que se denominó por Pratt en 1948 como “contaminación difusa”.

Se repetirá en 2022 con la instalación de un equipo de monitorización que mida de forma precisa el contenido volumétrico de agua a tres profundidades y con la instalación de un contador en la línea de goteros, con transmisión de datos al ordenador por datalogger.

El objetivo de la instalación de este dispositivo es enseñarlo y además que sirva para el control adecuado de la fertirrigación.

#### Objetivo 3. Instalación de dispositivo FullStop en parcela demostrativa.

Durante el año 2021 se adquirieron tres dispositivos FullStop, que se instalaron a tres profundidades, comprobando su eficiencia. Se trata de detectores del frente de humectación, de bajo coste y lectura por simple visión, que detecta la profundidad del suelo mojado y permite obtener muestras de solución para realizar medidas de la conductividad eléctrica y nitratos. Como si fuera un lisímetro de muy baja succión, los FullStop indican donde se acumulan las sales y si se produce lavado de nitratos y sales por debajo de la profundidad radicular.

El objetivo de la instalación de este dispositivo, además de enseñarlo es que sirva para el control adecuado de la fertirrigación, para lo que se tomarán muestras periódicas de la solución y se analizarán en un espectrofotómetro ubicado en el CIFEA de Torre-Pacheco.

#### Objetivo 4. Instalación de equipo de medición de nutrientes en parcela demostrativa.

Este dispositivo es nuevo y se necesita realizar su adquisición en 2022. Se trata de un equipo de medición de nutrientes que proporciona información de 7 iones/nutrientes, pH, conductividad y

dureza en tiempo real. El equipo consta de sonda multi ión de 25mm  $\varnothing$  que incorpora electrodos selectivos individuales para cada ion y windows especialmente diseñado para la gestión de datos, anotación de la descripción de la muestra, y su posterior exportación a ficheros csv o excel. Permite obtener resultados en 1 minuto por muestra, analizando hasta 10 parámetros simultáneamente: nitrato, amonio, potasio, calcio magnesio, sodio y cloruro, pH, conductividad eléctrica y dureza.

El objetivo de la instalación de este dispositivo, además de enseñarlo es comprobar que sirve para el control adecuado de la fertirrigación para los agricultores, contrastando al menos los nitratos con los datos del laboratorio.



Objetivo 5. 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 5. Elaboración de una memoria que indique las estrategias para reducir el drenaje de agua y la lixiviación de nitratos.

Esta memoria será la anual de resultados que se publica en la web del Servicio. Se establecerán recomendaciones sobre los distintos aspectos estudiados.

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).

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.

El proyecto se enmarca dentro de los siguientes objetivos prioritarios del Plan Anual de Transferencia Tecnológica del sector agroalimentario y forestal de la Región Murcia 2022, del Programa de Desarrollo Rural de la Región de Murcia 2014-2020:

**2. Producción sostenible.** Sistemas de producción sostenible, empleo eficiente de los recursos naturales, reducir el uso de agroquímicos, disminuir el consumo de materias primas y la emisión de residuos y de contaminantes. Actuaciones dentro de la agricultura ecológica y favorecer la aplicación del código de buenas prácticas agrarias.



3. **Agua y vida acuática.** Disminuir la contaminación de aguas, favorecer la reutilización, y depuración, disminuir el consumo de agua y aporte de nutrientes. Actuaciones enmarcadas dentro de la Ley 3/2020, de 27 de julio, de recuperación y protección del Mar Menor y la directiva 91/676 relativa a la protección de aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura.

## 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 dispositivos en una parcela de demostración para la aplicación de técnicas conocidas al respecto.

Se pretende que los agricultores, técnicos y alumnos del centro tengan una visión global de todos los aspectos importantes de estos dispositivos de control del riego y la fertilización. Asimismo se estudiarán todos los aspectos relacionados con la legislación vigente a aplicar, como son el Código de Buenas Prácticas Agrarias, La Ley 3/2020 y la normativa de las Zonas Vulnerables.

Básica mente se pretende el establecimiento de una parcela demostrativa “in situ” dónde se contemplen todos los dispositivos estudiados, evaluando su funcionamiento, colocando los adquiridos en años anteriores y adquirir nuevos dispositivos como la sonda de medición de nutrientes.

### 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

---

9. Otras	Si	Prácticas de alumnos ciclos formativos.
----------	----	-----------------------------------------

---

#### 5. ACTIVIDAD DE DEMOSTRACIÓN.

La actividad de demostración consistirá en el establecimiento en el CIFEA de Torre-Pacheco de las parcelas que permitan enseñar a los agricultores y técnicos los diversos dispositivos para el control de aportaciones nitrogenadas y de agua de riego y su eficiencia.

La parcela demostrativa incluirá los sistemas de control descritos en los objetivos para que los agricultores adapten los que más les convengan en su explotación.

Las características del ensayo se reflejan a continuación:

##### 5.1. Cultivo, variedades y características generales.

El cultivo en este ciclo de otoño de 2021 - primavera de 2022 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 675 m<sup>2</sup> son:

- Tomates: Cherry, canario de rama, tipo Raf marmande.
- Pimiento California rojo y Lamuyo.
- Judías verdes de enrame planas.
- Berenjena variedad Bonica.
- Plantas de hoja: Acelgas y perejil.
- Calabacín alargado verde-negro.
- Otras hortalizas: Guisantes.



## 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 675 m<sup>2</sup>, 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/m<sup>2</sup> (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 esta anualidad con los siguientes aparatos y dispositivos, cuya instalación se realizará previamente o a la vez que se inicia el cultivo:

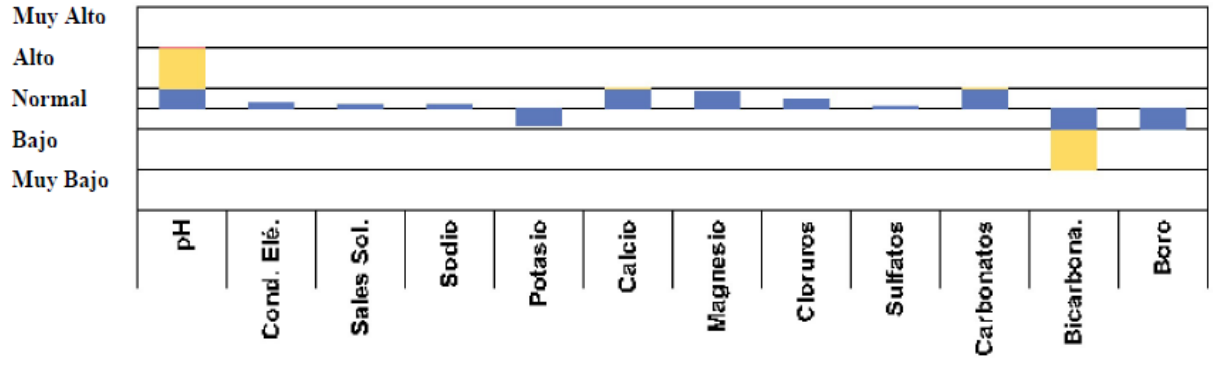
- Instalación de sistema de medida de la humedad gravimétrica por sensores HS con datalogger tipo Em, colocación en el interior del invernadero y tres sondas a tres profundidades, con su correspondiente software de transmisión de datos.
- Colocación tensiómetros y de sondas de drenaje para el control del abonado en función de la conductividad de las sondas a distintas profundidades (15, 30 y 45 cm) con conductímetro de bolsillo. Los tensiómetros se colocarán a dos profundidades 15 y 30 cm.
- Instalación de dispositivo FullStop a tres profundidades, para detectar visualmente el frente de humectación.
- Instalación de sonda y equipo de medición de nutrientes, para analizar 10 parámetros simultáneamente: nitrato, amonio, potasio, calcio magnesio, sodio y cloruro, pH, conductividad eléctrica y dureza.

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.

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. El análisis de las aguas realizado en anteriores campañas da unas características similares de un año a otro dentro de los siguientes parámetros:

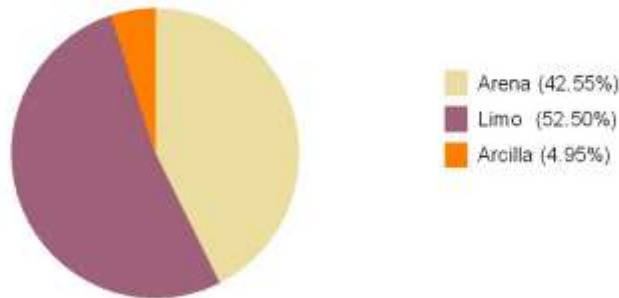
NIVELES



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.

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

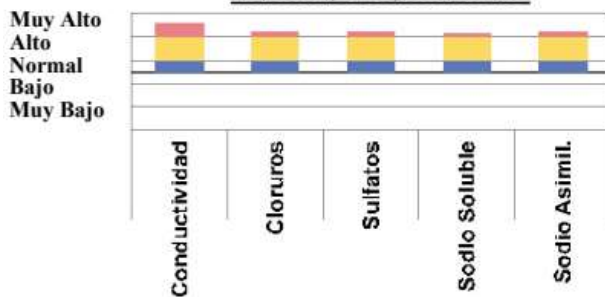


Las principales características del suelo se reflejan en las siguientes tablas:

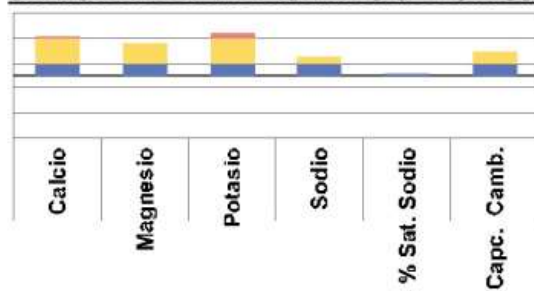
NIVELES EN EL SUELO



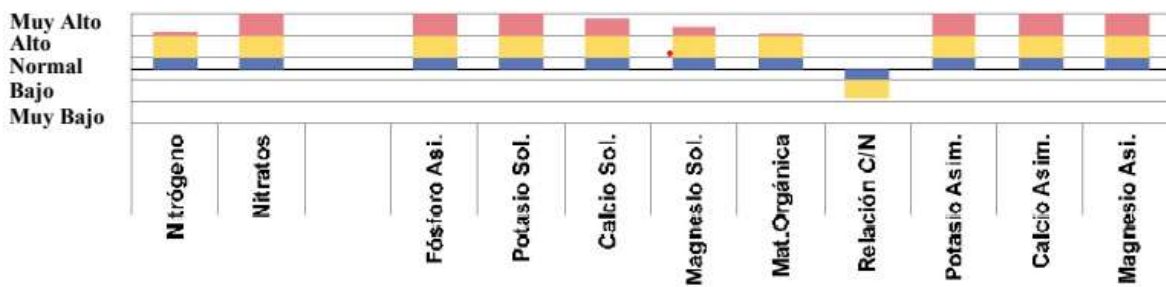
**NIVELES DE SALINIDAD**



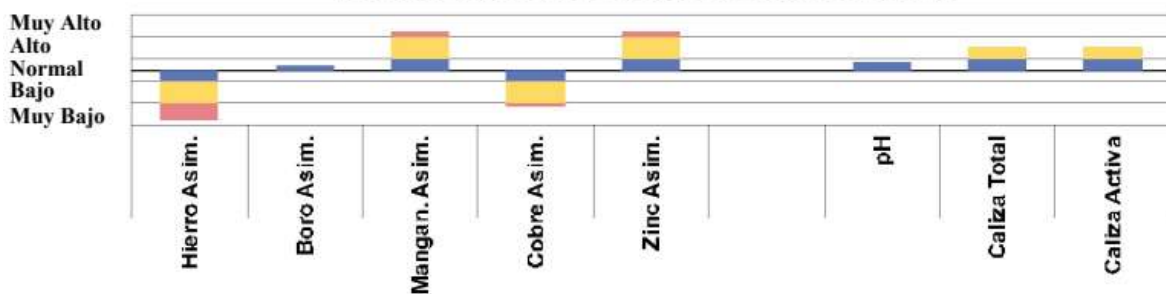
**CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO**



**NIVELES DE FERTILIDAD**



**MICROELEMENTOS Y OTRAS DETERMINACIONES**



**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 y oficinas.
- Tractores de 100 y 120 CV.
- 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 675 m<sup>2</sup> bajo invernadero.
- 3 sondas de humedad y su correspondiente datalogger.
- 6 sondas de succión para su análisis con espectrofotómetro.
- Una batería de tensiómetros a tres profundidades.
- 3 dispositivos FullStop.

### 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); pero comprobando los datos aportados por los distintos dispositivos instalados a tal efecto en el interior del invernadero, ya que los aportes de riego se basarán en el estado hídrico del suelo y no sólo en la evapotranspiración indicada por las estaciones climáticas. 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 (NO<sub>3</sub>) al 60% y KNO<sub>3</sub> al 40%, manteniendo un pH de 6 con aportaciones de HNO<sub>3</sub>.

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 (NO<sub>3</sub>) y 60% KNO<sub>3</sub>). 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 muestreos 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.

En la zona de la parcela escogida se elegirá un ramal porta-goteros y se recoge en un recipiente el contenido de una sesión de riego emitido por un gotero. De dicha muestra se mide el volumen de agua, comprobando, en función del tiempo de riego y del caudal nominal del mismo, que se ajusta con el volumen teórico que debería aportarse, que suele ser de 3 l/h. También se pueden medir *in situ* los valores de CE y pH y de este modo se obtienen algunos datos importantes de manera directa.

Posteriormente, la muestra recogida se analiza en laboratorio, obteniendo así la concentración iónica de la misma, además de los valores de CE y pH, que confirmarán si los datos obtenidos corresponderán o no con los que han sido calculados previamente. La variación entre la entrada y salida del sistema no debe ser superior al 10 %, en cuyo caso habría que realizar modificaciones.

Para conseguir un correcto desarrollo del cultivo es preciso realizar estos controles, ya que el nivel de humedad del suelo y el nivel de salinidad son fundamentales a la hora de regular el equilibrio vegetativo-generativo de las plantas.

#### 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, pero sin cuantificarla.

#### 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 22	Fb 22	Mr 22	Ab 22	My 22	Jun 22	Jul 22	Ag 22	Sp 22	Oc 21	Nv 21	Dc 21
<b>Actividad de divulgación</b>													
Informe inicial.	2022												
Informe anual de resultados.	2022												
Actividad demostración. Visita	2022												

Fase del proyecto	Año	En 22	Fb 22	Mr 22	Ab 22	My 22	Jun 22	Jul 22	Ag 22	Sp 22	Oc 21	Nv 21	Dc 21
agricultores y técnicos a parcela demostración.													
Visitas agricultores y alumnos ciclos formativos.	2022												
<b>Actividad de demostración</b>													
Preparación parcela (Estercolado, corte de tierra) y semillero	2021												
Colocación de dispositivos para ahorro de agua y abonado	2021												
Riego, abonado	2021/2022												
Seguimiento y control de plagas	2021/2022												
Plantación	2021												
Recolección	2022												
Toma de datos	2021/2022												

