

## INFORME ANUAL DE RESULTADOS

### Reconducción de drenajes de cultivos hidropónicos hacia cultivos más resistentes a la salinidad y que capturen N, según las directrices de la Ley 3/2020 de recuperación y protección del Mar Menor.

AÑO: 2022

CÓDIGO PROYECTO: 22CTP1\_13

|               |                                                                                        |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Área:         | AGRICULTURA                                                                            |
| Ubicación:    | CIFEA Torre-Pacheco (Murcia)                                                           |
| Coordinación: | José Méndez, CIFEA Torre Pacheco                                                       |
| Autores:      | Plácido Varó, Pedro Antonio Martínez y Joaquín Navarro, 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. RESUMEN. ....                                                                               | 3  |
| 2. OBJETIVOS/JUSTIFICACIÓN. ....                                                               | 4  |
| 3. MATERIAL Y MÉTODOS. ....                                                                    | 6  |
| 3.1. Cultivo y variedades, características generales.....                                      | 6  |
| 3.2. Ubicación del proyecto y superficie. ....                                                 | 8  |
| 3.3. Diseño estadístico y características de las parcelas demostración.....                    | 9  |
| 3.4. Características del agua.....                                                             | 10 |
| 3.5. Inversiones realizadas. ....                                                              | 11 |
| 3.6. Preparación suelo, marco y densidad de plantación. Sistema de formación y/o entutorado. . | 13 |
| 3.7. Riegos y abonados.....                                                                    | 14 |
| 3.8. Tratamientos fitosanitarios y control de malas hierbas. ....                              | 16 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....                                                                 | 16 |
| 4.1 Parámetros y controles realizados.....                                                     | 16 |
| 4.2 Resultados: producción, calidad, rentabilidad, etc. ....                                   | 17 |
| 5. CONCLUSIONES. ....                                                                          | 19 |
| 6. ACTUACIONES DE DIVULGACION REALIZADAS. ....                                                 | 19 |
| 7. REPORTAJE FOTOGRAFICO.....                                                                  | 20 |



## 1. RESUMEN.

La actividad durante 2022 ha consistido en el establecimiento en el CIFE de Torre-Pacheco de parcelas demostrativas en dos invernaderos existentes y que se rehabilitaron para tal fin, con sistemas de riego hidropónico y recogida de drenajes para su empleo en sucesivos cultivos menos exigentes.

En el invernadero nº 1 se realizó un cultivo hidropónico en fibra de coco (berenjena y pimiento), con recogida de drenajes en una arqueta y recirculación de los mismos hacia el invernadero nº 2, donde se mezclaba con agua de riego para su empleo en cultivos más resistentes a la salinidad. En este invernadero nº 2 realizó una instalación de riego y abonado y la rehabilitación de bancadas, recubriéndolas con plástico impermeable para evitar pérdidas de drenaje y facilitar su recogida.

Durante la anualidad 2022 se ha realizado un cultivo de berenjena y pimiento en hidropónico, en una superficie de 400 m<sup>2</sup> y el drenaje resultante se ha aplicado en unas bancadas de unos 100 m<sup>2</sup> de superficie de agua, donde se ha producido la planta acuática lenteja de agua (*Lemna minor*) y germinados de cebada (*Hordeum vulgare*) por la alta resistencia de este cultivo a la salinidad. A su vez, los drenajes de esta planta acuática se han aplicado a un cultivo de higueras (*Ficus carica*), en maceta y también bajo invernadero.

Según las lecturas de los caudalímetros colocados en las líneas portagotos, se ha aplicado para todo el ciclo del cultivo (de unos 180 días) una dosis de 4.300 m<sup>3</sup>/ha en el cultivo hidropónico de berenjena y pimiento. Estas dosis de riego aplicado incluyen el proceso de arraigo, riego del cultivo y lavado de sales y se pueden considerar moderadas para este tipo de cultivos. El volumen lixiviado se contabiliza en unos 1.200 m<sup>3</sup>, el 28% del aportado, lo que es normal para este tipo de cultivos e indica la necesidad de reaprovechar esos efluentes.

Los resultados de concentración de nitratos medida en arqueta de salida de drenajes en cultivo hidropónico de berenjena/pimiento dan 554 mg/l, lo que se puede considerar muy elevados, y los resultados medios en el agua de las bancadas de higueras (regadas con los drenajes del cultivo hidropónico) dan 1.003 mg/l. Esto supone una subida de la concentración de 449 mg/l, un 55% más y se debe a la concentración de salinidad con el cultivo de higueras, teniendo en cuenta que existe también evaporación en las bancadas de cultivo, lo que no permite bajar los nitratos; pero si el volumen total de lixiviados, que se reduce en un 80%.



No se ha evaluado la producción de lenteja de agua este año, por ya tenerla evaluada perfectamente en 2021 y dedicar el esfuerzo a la implantación del sistema de germinación de cebada. Los resultados indican que el cultivo de Lemna minor es capaz de retener cantidades considerables de nutrientes, así como también son ricas en microelementos como el cobre, aluminio, hierro, manganeso o estroncio.

Los germinados de cebada se han realizado en bandejas de cultivo, de dimensiones 50 m x 39 x 10 cm. De este cultivo de cebada solo se ha realizado una prueba a pequeña escala (10 bandejas de cultivo), para comprobar la tasa de germinación de la misma con estas aguas de mala calidad, y la posibilidad de incrementar la superficie de cultivo en campañas sucesivas, con la introducción de mesas de cultivo y un armario de germinación, que se han adquirido a final del año 2022, para que estén en pleno rendimiento en el año 2023.

La prueba realizada con cebada en las 10 bandejas de cultivo ha sido muy satisfactoria, alcanzando un porcentaje de germinación superior al 90% y altura de planta de 20 cm; acorde al objetivo perseguido de suministro de alimentación a la ganadería.

Respecto a las higueras, el desarrollo ha sido el esperado para este cultivo, utilizando las aguas de drenaje del invernadero de berenjena y pimiento. Hemos de resaltar la necesidad de ajustar el ciclo vegetativo de las higueras para que en los meses de junio y julio se pueda realizar poda severa en las mismas y evitar tener que sacarlas del invernadero para que no sufran el estrés propio de las altas temperaturas estivales en invernadero y llegar a conseguir dos periodos productivos anuales. Esta experiencia será aprovechada para la gestión del cultivo el próximo año.

## 2. OBJETIVOS/JUSTIFICACIÓN.

Los agricultores del Campo de Cartagena, cuyo centro es Torre-Pacheco, están sometidos a la aplicación de la Ley 3/2020 de recuperación y protección del Mar Menor (B.O.R.M. 01/08/2020), por el impacto que ha tenido la actividad agrícola en el deterioro del Mar Menor.

Uno de los objetivos de la Ley 3/2020 es reducir los volúmenes de agua, productos fertilizantes y fitosanitarios empleados, para lo que establecen una serie de limitaciones relacionadas con los ciclos de cultivo, el uso de fertilizantes minerales, la implantación de barreras de vegetación....

El artículo 48 se refiere a la aplicación obligatoria del programa de actuación sobre las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario.



1. De acuerdo con la normativa reguladora de la lucha frente a la contaminación por nitratos de origen agrario, la Zona Vulnerable a la contaminación por nitratos del Campo de Cartagena contará con un programa de actuación específico, que será de aplicación obligatoria.

2. El programa de actuación de la Zona Vulnerable a la contaminación por nitratos del Campo de Cartagena incluirá con carácter obligatorio, al menos, las medidas que se indican en el anejo 2 del Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias, así como las medidas que proceda incorporar del Código de Buenas Prácticas Agrarias de la Región de Murcia.

Dentro de las medidas establecidas en el programa de actuación, éste identificará las que se consideren especialmente relevantes en la lucha contra la contaminación por nitratos.

Y por último, el artículo 50 establece los tipos de cultivo admisibles en la Zona 1.

1. En la Zona 1, solo se permite la actividad agrícola que implique cultivos de secano, agricultura ecológica de regadío, sistemas de cultivo en superficie confinada con recirculación de nutrientes o agricultura sostenible de precisión. Se entiende por agricultura sostenible de precisión la agricultura de regadío que emplea el mínimo de nutrientes y es capaz de sincronizar su disponibilidad con la absorción por los cultivos. La agricultura sostenible de precisión mejora el microbioma del suelo y minimiza los riesgos de lixiviación de nutrientes y emisión de gases de efecto invernadero.

Todas estas limitaciones serán tenidas en cuenta en nuestro proyecto, que implica el empleo de sistemas de cultivo en superficie confinada con recirculación de nutrientes.

Se ha diseñado una parcela demostrativa en la que se emplea la gestión de los drenajes de cultivos hidropónicos en un invernadero con bancadas con agua recirculante; aplicando ese drenaje a sucesivos cultivos cada vez más resistentes a la salinidad, acabando en un cultivo halófito y no generando aguas de drenaje, puesto que se recircula todo el agua.

A final del año 2022 se han adquirido tres mesas de cultivo y un armario germinador, para la germinación y cría de cebada, que junto con la lenteja de agua y las higueras se consumirán el agua de los lixiviados de berenjena y pimiento del cultivo hidropónico de invernadero. Las mesas de cultivo y el armario para germinación de cebada se han montado e instalado en el invernadero nº 2 durante el mes de diciembre de 2022, quedando preparadas para su utilización en la campaña de 2023.

Aunque no se puede recircular indefinidamente el drenaje en el mismo cultivo por el aumento de la salinidad y porque los elementos tóxicos se van concentrando y hay que tirar una fracción importante, se ha diseñado un sistema de cultivos escalonados que permita con el drenaje de un primer cultivo regar un segundo, con las aportaciones de agua y fertilizantes necesarias y con ese, si es posible, se regará un tercero.

Este año 2022 se ha incluido la cebada como cultivo altamente tolerante a aguas salinas, aunque se ha realizado una prueba de germinación a pequeña escala, con resultado totalmente satisfactorio,



dando pie al incremento de superficie en sucesivas campañas. El objetivo final es aprovechar todo el drenaje del cultivo hidropónico.

En esta anualidad 2022 se ha realizado un cultivo hidropónico de berenjena y pimiento en el primer invernadero y recirculación primero a dos bancadas con la planta acuática lenteja de agua y germinados de cebada en 10 bandejas de cultivo. El drenaje de estos, que va a un depósito, luego se aplica diluido a un cultivo de higueras en maceta y bajo el invernadero. Finalmente el recirculado se recoge en un depósito, disponiendo además el invernadero de dos aljibes que también pueden utilizarse para acumular el drenaje y regar los siguientes cultivos.

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS.

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

Esta anualidad 2022 se ha realizado un cultivo en sustrato de fibra de coco de berenjena y pimientos, con plantación en diciembre 2021 y recogida de drenajes a lo largo de todo 2022. El marco de plantación es el habitual en estos cultivos en sustrato hidropónico de fibra de coco.



Foto nº 1. Aspecto del cultivo hidropónico de pimiento y berenjena a principios del ciclo (03/02/2022).

El drenaje de las hortícolas en sustrato (estimado en un 20%) se reconduce hacia las bancadas de *Lemna minor* y las bandejas con germinado de cebada. El drenaje de estos a su vez hacia un depósito para el riego de higueras en maceta, mezclando con agua de riego y abonando desde un cabezal instalado a tal efecto. El cultivo de higueras en intensivo se realiza en dos bancadas y a su vez el drenaje de estas higueras va a un depósito, previendo en un futuro su empleo en plantas salobres o algún biorreactor que filtre estos drenajes tan concentrados.



El ensayo pretende conocer cuánto drenaje procedente de los cultivos hidropónicos se puede aprovechar en el cultivo de lenteja de agua, germinados de cebada e higueras para evitar drenajes perdidos, en consonancia con la Ley 3/2020 de protección y recuperación del Mar Menor.



Foto nº 2. Bancadas con higueras en desarrollo y de lenteja de agua (6 junio de 2022).

La lenteja de agua común o lenteja de agua menor (*Lemna minor*) es una planta acuática pequeña, de la familia de las aráceas, siendo esta es la más conocida de las especies de lenteja de agua. Sus hojas flotantes son oblongas, con 3 nervios destacados y se sumerge para florecer. Es una especie casi cosmopolita, que crece con gran rapidez y eficiencia, aprovechando los fertilizantes residuales de las plantaciones colindantes para su crecimiento de forma incontrolada, motivo por el cual se ha empleado en el ensayo.

En cuanto a la cebada (*Hordeum vulgare*), se trata de un cereal de los conocidos como cereal de invierno, y cuya recolección en ciclo natural, se realiza en los meses de junio y julio. Se trata de un cereal ampliamente utilizado en la alimentación animal y en la industria cervecera. Ha sido seleccionado para este proyecto por su alta tolerancia a la salinidad (8 ds/m) para el aprovechamiento de las aguas procedentes del drenaje del riego de cultivo hidropónico, por el interés que puede suscitar en la alimentación animal los germinados de cebada. Siendo este cultivo de gran interés para la idea general que se persigue con este proyecto.





Foto nº 3: Adquisición de semillas de cebada para los germinados.

### 3.2. Ubicación del proyecto y superficie.

El proyecto está ubicado en el CIFE de Torre-Pacheco, según ortofoto adjunta.

Los dos invernaderos que se van a emplear cuentan con las instalaciones necesarias para este ensayo, con excepción de las mesas de cultivo y el armario de germinación para los germinados de cebada, y que finalmente se han adquirido he instalado a final de año, no habiendo intervenido en el cultivo de cebada del año 2022. La cebada se ha germinado en este primer año en bandejas de cultivo. Los invernaderos que intervienen en el proyecto se aprecian en la siguiente ortofoto, formando un L y con una dimensiones de 430 m2 el invernadero que sería destinado a hortalizas (el de la izquierda, en adelante invernadero 1) y 340 m2 el que tendría el cultivo de higueras y el reciclado para plantas salobres (el de la derecha, en adelante invernadero 2).

En total una superficie de 770 m2 de cultivos en invernadero.





Foto nº 4. Ortofoto con ubicación del invernadero 1 (hidropónico) a la izquierda y el invernadero 2 (recirculación) a la derecha.

### 3.3. Diseño estadístico y características de las parcelas demostración.

En el invernadero nº 1 se ha puesto una instalación completa de cultivo hidropónico en fibra de coco. Se recoge el drenaje de este invernadero de las hortalizas en hidropónico (berenjena/pimiento) a través de una poceta en la parte posterior del mismo construida a tal efecto. Este invernadero está automatizado y en funcionamiento. Desde allí se impulsa por medio de una bomba a las bancadas dedicadas al cultivo de *Lemna minor*, *germinados de cebada* y aljibes de recogida de drenajes y en el que se ha realizado la instalación de riego completa.

En un depósito de 1.000 l se mezclan los drenajes con agua de riego para su dilución y será reaprovechado en otros cultivos.





Foto nº 5. Foso de recogida de drenajes del invernadero hidropónico y depósito de mezclas para riego de higueras (04/02/2022).

### 3.4. 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. A una muestra de esta agua se le realizó un ensayo en laboratorio, donde los resultados fueron los siguientes:

| Determinaciones<br>(Parameters)         | Resultado<br>(Result) | Incertidumbre<br>(Uncertainty) | Equivalencias (Equivalency)    |           | LC<br>(LQ)      |
|-----------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------|-----------------|
|                                         | mg/l                  | (mg/l)                         | 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)      |
| *Nitrogeno 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)     |
| <b>DETERMINACIONES POTENCIOMETRICAS</b> |                       |                                |                                |           |                 |
| Determinaciones<br>(Parameters)         | Resultado<br>(Result) | (Unidades)<br>(Units)          | Incertidumbre<br>(Uncertainty) |           | LC<br>(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<br>(mS/cm) |
| <b>OTRAS DETERMINACIONES</b>            |                       |                                |                                |           |                 |
| Determinaciones<br>(Parameters)         | Resultado<br>(Result) | (Unidades)<br>(Units)          | Incertidumbre<br>(Uncertainty) |           | LC<br>(LQ)      |
| *Sales Solubles Totales (TDS)           | 724                   | (mg/l)                         |                                |           | N.D.            |



| ÍNDICES (Indicators)                  |                       |                       |                                  |                       |                       |
|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Índice<br>(Indicator)                 | Resultado<br>(Result) | (Unidades)<br>(Units) | Índice<br>(Indicator)            | Resultado<br>(Result) | (Unidades)<br>(Units) |
| *Sales Solubles                       | 0.67                  | (g/l)                 | *SAR Ajustado                    | 4.92                  |                       |
| *Presión Osmótica                     | 0.40                  | (atmósferas)          | *Índice de Scott                 | 10.59                 |                       |
| *Punto de congelación                 | -0.03                 | (°C)                  | *Índ. de Saturación de Langelier | 0.18                  |                       |
| *Dureza                               | 25.06                 | (° Franceses)         | *Alcalinidad a eliminar          | 2.89                  | (meq/l)               |
| *pH Corregido (pHc)                   | 7.93                  |                       | *Alcalinidad P                   | 96.72                 | (ppm CaCO3)           |
| *Carbonato Sódico Residual (C.S.R.)   | -3.08                 | (meq/l)               | *Alcalinidad M                   | < 4.17                | (ppm CaCO3)           |
| *Relación de Adsorción de Sodio (SAR) | 3.35                  |                       | *Índice de Ryzner                | 7.75                  |                       |

Para utilizarla como agua de riego, se ha tenido en cuenta el análisis del agua para realizar un plan de abonado, a la vez que se utilizan los datos de análisis de suelo, así como las necesidades del cultivo a fertilizar.

Basándose en la generalidad de los suelos de la zona y para un cultivo sin determinar, se presenta el siguiente cuadro resumen, que puede ser útil para obtener una fertilización controlada.

| NUTRIENTE | APORTES AGUA DE RIEGO | CANTIDAD APORTADA POR 1.000 M <sup>3</sup> DE RIEGO | APORTES DEL SUELO | APLICACIÓN EN FERTILIZACIÓN |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Nitrógeno | INSIGNIFICANTE        | -                                                   | SI                | SI                          |
| Fósforo   | INSIGNIFICANTE        | -                                                   | SI                | SI                          |
| Potasio   | SI                    | 7.4 Kg. de K <sub>2</sub> 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                |

### 3.5. Inversiones realizadas.

Las conexiones de tuberías entre los dos invernaderos implicados en el proyecto, los depósitos y arquetas de lixiviados, las instalaciones necesarias en el invernadero de cultivo hidropónico de berenjena y pimiento, la plantación de las 50 higueras, la preparación e impermeabilización de bancadas, automatización de riegos, control de humedad ambiental aireación de bancadas y tanque de riego de higueras, ya fueron objeto de inversiones anteriores al presente año. **Siendo las inversiones realizadas para este proyecto en el año 2022 las siguientes:**



Foto nº 6: Adquisición e instalación de mesas de cultivo (150 cm x 400 cm) para los germinados de cebada (*Hordeum vulgare*).





Foto nº 7: Adquisición e instalación de armario de germinación para semillas de cebada.



Foto nº 8: Vista interior del armario de germinación, dotado de lejas.





Foto nº 9: Adquisición de bandejas de cultivo (50x39 cm) con semillas de cebada previo a la germinación.

### 3.6. Preparación suelo, marco y densidad de plantación. Sistema de formación y/o entutorado.

La plantación se realizó en otoño de 2021 y consistió en un cultivo de pimiento y berenjena en hidropónico, otro de higueras, *Lemna minor* y germinados de *Hordeum vulgare*, dónde se emplean los drenajes.



Foto nº 10. Sistema de plantación de higueras (01/03/2022).



Se han mantenido las 2 bancadas de higueras de 25 plantas cada una, de las variedades 'Dalmatie', de higos blancos y otra de la variedad de higos negros 'Browm turkey', ambas adecuadas para el cultivo intensivo en invernadero y de producción temprana.

Como repelentes de plagas se han mantenido las aromáticas siguientes: *Ononis natrix* y *Ditrichia viscosa*.



Foto nº 11. Higueras podadas en el periodo otoñal (diciembre de 2022).

### 3.7. Riegos y abonados.

Los riegos han variado dependiendo de las condiciones meteorológicas y las necesidades de los cultivos en cada momento del ciclo, lo que se ha ido ajustando con la información de los diversos dispositivos instalados.

Se dotó a los invernaderos de sistemas de medidas de la humedad gravimétrica por sensores HS con datalogger tipo Em, caudalímetro y dos sondas en saco de fibra de coco en el interior del invernadero de berenjena y pimiento hidropónico, con su correspondiente software de transmisión de datos y placa solar de alimentación. También se colocaron caudalímetros para el control del riego aplicado.





Foto nº 12. Sonda de medida de humedad volumétrica en saco de fibra de coco (18/02/2022).

Se ha contabilizado un porcentaje de drenaje promedio de 31% respecto al agua aplicada, siendo el porcentaje adecuado a este tipo de cultivos del 27%, según la bibliografía. Ello se debe a que se obtenían drenajes del 20% a primeras horas de la mañana, pero había que llegar hasta 40 o 50% en las horas centrales del día del periodo de desarrollo, manteniendo este rango de porcentaje por medio de la frecuencia y tiempo de riego para reducir el riesgo de acumulación de iones, que en exceso pueden resultar tóxicos para las plantas.

En los dos primeros meses hay un 50% de drenaje medio en el cultivo de pimiento, aportando 3 riegos de 3 minutos al día (9 minutos al día); pero no se puede regar menos porque entonces la planta no recibe el abono que necesita, aun estando pequeñas.

Cuando el drenaje baja al 30% se va aumentando el número de riegos de 3 minutos hasta llegar a un máximo de 15 minutos al día. La conductividad eléctrica de entrada se mantiene entre 2,5 y 3 microsiemens/cm y cuando la de salida llega a 6 se riega para bajar esta conductividad al entorno de 3. Cada 20 días hay que hacer un lavado de sales con un riego más intenso y eso ha influido en el porcentaje algo elevado de drenaje medio de todo el cultivo.



Foto nº 13. Foso de recogida de agua de drenaje de las bancadas de *Lemna minor* y vertido de drenaje de higueras al final de la bancada de cultivo (01/03/2022).





Foto 14. Vertido de drenaje de los cultivos hidropónicos a las bancadas de lenteja de agua (09/05/2022).

### 3.8. Tratamientos fitosanitarios y control de malas hierbas.

Los tratamientos fitosanitarios han sido los habituales en este tipo de cultivos, sobre todo para el control de la mosca blanca y enfermedades fúngicas, siendo lo más notable el empleo de plantas aromáticas repelentes de estas plagas y la suelta de auxiliares como el *Ambliseius swiky*.

Las malas hierbas se quitaron a mano.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1 Parámetros y controles realizados.

Se tomaron muestras el 27/12/2023 del foso de recogida de drenajes del cultivo de berenjena y pimiento y simultáneamente de la bancada dónde drenaban las higueras y del aljibe de recogida de pluviales para comparar, con los siguientes resultados en mg/l:



| Drenaje     | Ca | Cl  | K   | Na  | NH4 | NO3  | Mg  | pH   | CE   |
|-------------|----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|------|
| Hidropónico | 21 | 549 | 236 | 116 | 9   | 554  | 16  | 7,69 | 2,69 |
| Higueras    | 11 | 911 | 441 | 219 | 16  | 1003 | 16  | 7,96 | 4,10 |
| Pluviales   | 22 | 30  | 10  | 4   | 0,6 | 55   | 7,4 | 7,69 | 0,69 |

Tabla 1. Cantidad de iones en la solución de agua recirculada de cultivo hidropónico, drenaje de higueras y comparativa con aguas pluviales.

La concentración de todos los iones se midió en laboratorio con la sonda IMACIMUS. Los resultados de concentración de nitratos medida en arqueta de salida de drenajes en cultivo hidropónico de berenjena y pimiento dan 554 mg/l y los resultados medios en el agua de drenaje de las higueras (que se han cultivado con el agua de drenaje del cultivo hidropónico) dan 1.003 mg/l. Esto supone una subida de la concentración de 449 mg/l, un 55% más y se debe exclusivamente a la concentración de salinidad con el cultivo de higueras, teniendo en cuenta que existe también evaporación en las bancadas de cultivo, lo que no permite bajar los nitratos. Con los demás elementos ocurre lo mismo, una subida sustancial de la concentración.

En lo que respecta a la conductividad, el ascenso es notable, pasando de 2,69 mS/cm en el drenaje hidropónico a 4,10 en el drenaje de higueras, lo que supone un aumento del 65% de conductividad, que hace inviable cualquier empleo agrícola. Esta es el agua que se quiere emplear en la germinación de la cebada para forraje, quizá mezclando con aguas pluviales.

#### 4.2 Resultados: producción, calidad, rentabilidad, etc.

Al ser el primer año de trasplante, se recolectaron muy pocos higos y además algunos se cayeron por las elevadas temperaturas del invernadero en el periodo estival. En la siguiente anualidad se acometerá una mejora de la climatización del mismo.



Foto nº 15. Detalle de las bancadas de higueras. Diciembre 2022.

Respecto a la recolección de la berenjena hidropónica, se realizaron varios cortes, siendo la calidad de la misma aceptable para el mercado y no cuantificada por la irregularidad y frecuencia de las recolecciones.



Foto nº 16. Recolección de berenjena hidropónica.

En cuanto a la cebada para forraje, se han realizado los primeros ensayos muy satisfactorios para aprovechar el agua de los drenajes de los cultivos hidropónicos, comenzándose la cuantificación de las cosechas para el año 2024, una vez definidas las mejores condiciones para la germinación.



Foto nº 17: Bandejas de cultivo con cebada germinada (24 octubre 2022).



## 5. CONCLUSIONES.

El volumen lixiviado de un cultivo de berenjena y pimiento en hidropónico se contabiliza en 2022 en unos 1.200 m<sup>3</sup>/ha, el 28% del aportado, lo que normal para este tipo de cultivos e indica la necesidad de reaprovechar esos efluentes, con elevada concentración salina y sobre todo de nitratos, en cumplimiento de la ley 23/2020 de recuperación y protección del Mar Menor.

Los resultados de concentración de nitratos medida en arqueta de salida de drenajes en cultivo hidropónico de berenjena/pimiento dan 554 mg/l, lo que se puede considerar muy elevados, y los resultados medios en el agua de las bancadas de higueras (regadas con los drenajes del cultivo hidropónico) dan 1.003 mg/l. Esto supone una subida de la concentración de 449 mg/l, un 55% más y se debe a la concentración de salinidad con el cultivo de higueras, teniendo en cuenta que existe también evaporación en las bancadas de cultivo, lo que no permite bajar los nitratos; pero si el volumen total de lixiviados, que se reduce en un 80%.

La prueba realizada con cebada en las 10 bandejas de cultivo ha sido muy satisfactoria, alcanzando un porcentaje de germinación superior al 90% y altura de planta de 20 cm; acorde al objetivo perseguido de suministro de alimentación a la ganadería.

Respecto a las higueras, el desarrollo ha sido el esperado para este cultivo, utilizando las aguas de drenaje del invernadero de berenjena y pimiento.

## 6. ACTUACIONES DE DIVULGACION REALIZADAS.

A lo largo de la anualidad, se han realizado diversas actividades de divulgación, se han recibido varias visitas de agricultores, ingenieros agrónomos, técnicos de la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca en el contexto de medidas para el cumplimiento de la sostenibilidad ambiental del Mar Menor.

Toda la información del proyecto se encuentra disponible en la web del Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica [www.sftt.es](http://www.sftt.es).



## 7. REPORTAJE FOTOGRAFICO.



Foto nº 18. Reportaje técnico para revista sobre parcelas de recirculación (20/01/2022).



Foto nº 19. Reportaje técnico para revista sobre parcelas de cultivo hidropónico (20/01/2022).





Foto nº 20. Visita técnicos invernadero hidropónico (11/03/2022).



Foto nº 21. Visita técnicos y agricultores de COAG a parcelas de recirculación de drenajes (30/03/2022).





Foto nº 22. Visita ingeniero agrónomo plantación higueras con riego de drenajes (05/05/2022).



Foto nº 23. Visita técnicos Unidad Agroambiental Ley Mar Menor a las parcelas de recirculación (17/06/2022).





Foto nº 24. Visita ingenieros parcelas de recirculación de drenajes (27/10/2022).



Foto nº 25. Visita ingenieros parcelas de recirculación de drenajes (14/12/2022).

