

Proyecto

21CTP1_17

MANEJO SOSTENIBLE DE FERTIRRIGACIÓN EN CULTIVOS HORTÍCOLAS 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: Plácido Varó, CIFEA Torre Pacheco

Técnicos Joaquín Navarro, Ricardo Gálvez y José Méndez, CIFEA Torre Pacheco
Alejandro Pérez-Pastor Universidad Politécnica de Cartagena

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.	9
3. PERFIL DEL POTENCIAL BENEFICIARIO FINAL DEL PROYECTO.....	9
4. ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN.....	10
5. ACTIVIDAD DE DEMOSTRACIÓN.....	10
5.1. Cultivo, variedades y características generales.....	11
5.2. Ubicación del proyecto y superficie.	11
5.3. Diseño estadístico y características de las parcelas de demostración.....	12
5.4. Características del suelo, agua y clima.....	13
5.5. Medios necesarios DISPONIBLES.	17
5.6. Fases de la actividad de demostración.	17
5.7. Parámetros y controles a realizar.	20
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.

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 40 se refiere a las limitaciones en el uso de fertilizantes minerales. Para favorecer la sincronización entre la oferta de nutrientes, especialmente nitrógeno, y la demanda por parte de los cultivos, y para mejorar la eficiencia en el uso de los distintos fertilizantes y minimizar la lixiviación, se imponen las siguientes obligaciones:

1. Los fertilizantes nitrogenados se emplearán exclusivamente bajo prescripción técnica. El programa de actuación de la Zona Vulnerable a la contaminación por nitratos del Campo de Cartagena establecerá las condiciones de aplicación.
2. Se prohíbe el uso de urea y de todos aquellos fertilizantes que presenten nitrógeno en forma ureica, independientemente de que contengan o no inhibidores de la nitrificación o ureasa.
3. El fertilizante nitrato amónico (N>32%) podrá emplearse única y exclusivamente bajo supervisión técnica y siempre que el estado hídrico del suelo sea monitorizado de tal forma que se optimice el agua de riego aplicada al cultivo, y se minimice el lixiviado en profundidad. En ningún caso se permitirá su aplicación en cultivos hortícolas en el último tercio de su ciclo de cultivo.
4. Sólo queda permitida la aplicación de abonado mineral de fondo, que contenga nitrógeno, con inhibidores de la nitrificación.
5. Será obligatorio realizar el cálculo del balance de nitrógeno, de conformidad con el programa de actuación aplicable, y con el Código de Buenas Prácticas Agrarias de la Región de Murcia mientras resulte de aplicación obligatoria. En el portal web de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia existe un enlace a una aplicación electrónica (Calculadora de nitrógeno), diseñada por la Consejería

competente para el control de la contaminación por nitratos para facilitar el cumplimiento de esta obligación.

6. El coeficiente de extracción máximo de los cultivos establecidos en el programa de actuación vigente será el más restrictivo del intervalo.

7. Con el fin de mejorar la eficiencia de la absorción de los nutrientes y minimizar su pérdida por lixiviación o emisión, se aplicarán medidas que garanticen el buen estado del microbioma del suelo, como la aplicación de abonado orgánico, productos fertilizantes a base de microorganismos y abonado en verde. El registro en el cuaderno de campo será obligatorio. La aplicación de medidas diferentes a las descritas tendrá que ser validada por el órgano competente.

8. Para valores de nitratos (nitratos al inicio del cultivo) en el suelo superiores a 100 mg/kg suelo se aplicará un factor de agotamiento superior al 40 por 100.

El artículo 52 establece limitaciones adicionales relativas a la fertilización.

1. En las explotaciones agrícolas situadas en la Zona 1, se prohíbe la aplicación directa de purines, sin haber sido previamente tratados en una instalación de tratamiento autorizada.

2. La aplicación de otros estiércoles solo se permite bajo técnicas de biosolarización, y no podrá realizarse de viernes a domingo en los meses de junio a septiembre.

3. Queda prohibida la aplicación de abonado mineral de fondo a base de nitrógeno, salvo que contenga inhibidores de la nitrificación. Para evitar la acumulación de elementos nutritivos, se prohíbe la aplicación de fertilizantes minerales que contengan fósforo cuando el nivel de P Olsen en suelo sea superior a 120 mg/kg suelo. Se exceptúan los cultivos en conversión y calificados oficialmente como ecológicos.

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.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal de las parcelas demostrativas es la elaboración de estrategias de fertirriego de probada eficacia tendentes al uso y manejo sostenible del agua de riego y fertilizantes en cultivos hortícolas al aire libre, a partir del empleo de las técnicas de programación más eficientes y novedosas que se encuentran en el mercado. Se trata de dar a conocer las mejores técnicas para mejorar la eficiencia del uso del agua y nutrientes y alcanzar los estándares de calidad exigidos como vía para reducir el empleo de insumos y con ello incrementar el margen de beneficio de los agricultores y evitar, o al menos disminuir, las pérdidas de agua y nutrientes ocasionadas por un manejo inadecuado del riego y la fertilización.

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. Programar estrategias de fertirrigación sostenible en cultivos hortícolas a partir del uso de sensores en el sistema suelo-planta-atmósfera como vía para incrementar la productividad del agua, y minimizar la huella hídrica del cultivo.

Se aplicarán estrategias conocidas teniendo en cuenta los umbrales de agotamiento del suelo, la no infiltración y el mantenimiento del estado energético del suelo en unos rangos mínimos.

Se aplicarán estrategias de fertirriego sostenible al cultivo monitorizado, teniendo en cuenta la aplicación de riego deficitario utilizando como umbrales: 1) el agotamiento máximo permisible respecto a capacidad de campo en la zona de mayor actividad radicular sensorizada; 2) la no infiltración de agua en profundidades donde la raíz no absorbe agua ni nutrientes; y 3) mantener el estado energético de agua en el suelo dentro de los rangos óptimos.

La plataforma informatizada de gestión de la UPCT, monitorizará la información procedente de distintos indicadores del estado hídrico del suelo-planta-atmósfera e índices multispectrales y térmicos a escala de parcela, realizando a la vez, el procesado y la visualización de los distintos parámetros medidos.

Objetivo 2. Caracterizar la respuesta del estado hídrico y crecimiento vegetativo al régimen de fertirriego.

Se relacionará el estado hídrico del suelo y del cultivo, según diferentes indicadores de contenido de humedad y del estado energético del agua en suelo y planta e intercambio gaseoso, con la respuesta agronómica de la planta.

Se persigue ajustar los valores umbrales de intensidad de estrés o de manejo de la fertirrigación ensayada en cada período fenológico y cultivo, estableciendo así protocolos de programación del riego sostenible basados en distintos indicadores biológicos de estrés hídrico.

Objetivo 3. Evaluar la incidencia del régimen de fertirriego en la producción y calidad de la cosecha.

Es necesario evaluar la cosecha a fin de poder afirmar que los diferentes tratamientos aplicados no afectan negativamente a la producción comercial.

Durante el crecimiento del fruto se realizarán sucesivos muestreos para controlar sus parámetros físicos y químicos, de modo que se pueda ajustar el riego en cualquier momento si fuera necesario,

para adecuarlos a los estándares de calidad exigidos para la exportación. Durante la recolección se evaluará la producción y la calidad final del fruto recolectado para comprobar la efectividad de los tratamientos de fertirrigación ensayados.

Objetivo 4. Incrementar la formación de los técnicos gestores, agricultores-empresarios, propietarios de las fincas colaboradoras, estudiantes y futuros investigadores en formación en el manejo sostenible de la fertirrigación.

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 de la Ley del Mar Menor.

Se cuenta con la colaboración de la UPCT y se pedirá asimismo la de empresas del sector, en lo que se refiere a asesoramiento y seguimiento de los ensayos, lo que redundará indudablemente en mayores sinergias de las parcelas demostrativas.

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. Con unas mismas dosis de riego, se pretende ensayar tres tipos de abonado y dispositivos para el control de la fertirrigación.

Se pretende que los agricultores y técnicos tengan una visión práctica de los dispositivos y posibilidades de abonado que les permitan mejorar la eficiencia en el uso de agua y nutrientes, alcanzando los estándares de calidad y producción deseados. Las parcelas demostrativas serán de horticolas al aire libre “in situ” dónde se contemplen todos los aspectos estudiados, siendo necesaria la adquisición de nuevos dispositivos de eficacia probada.

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	Si	Si las condiciones sanitaria lo permiten
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 empresas y agricultores para dar a conocer las medidas por medio de visitas a las parcelas demostrativas

5. ACTIVIDAD DE DEMOSTRACIÓN.

La actividad de demostración consistirá en el establecimiento en el CIFE de Torre-Pacheco de las parcelas que permitan demostrar a los agricultores y técnicos, técnicas para el control de aportaciones nitrogenadas y de agua de riego en cultivos hortícolas al aire libre.

La parcela demostrativa incluirá el empleo de abonado nitrogenado con inhibidores de la nitrificación y de sistemas de control conocidos, pero a la vez punteros, 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 el ciclo de marzo de 2021- junio de 2021 será de lechuga al aire libre, estando por definir el tipo y variedad. Tras el verano se realizará otro cultivo de hortalizas de ciclo corto, que puede ser lechuga o quizá brócoli, según se vean los primeros resultados.

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 900 m², que es la superficie que se va a dedicar al cultivo de las distintas hortalizas, 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 15 cm entre plantas colocadas a dos caras. La densidad es de unas 6,6 plantas/m² (en total unas 6.000 plantas, dejando los bordes).

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

Ya que no se trata de un proyecto de investigación propiamente dicho, no se ha creído conveniente al menos esta primera anualidad realizar repeticiones para un diseño estadístico. Se implantarán tres tratamientos diferentes de fertilización, con las mismas dosis de riego y sin repeticiones, por lo que será suficiente con dividir la parcela en tres bloques.

Se plantea evaluar tres tipos de estrategias de fertilización nitrogenada, aportando en dos tratamientos las mismas unidades fertilizantes de N:

- 1) TRAD, de manera tradicional.
- 2) TDMPP, aplicando N con el inhibidor de la nitrificación, con fosfato de 3,4-dimetilpirazol (DMPP).
- 3) Aplicación de un 75% de UF de N, con DMPP.

Se utilizarán 2-3 equilibrios de nutrientes propuestos por las empresas productoras que participen en el ensayo a lo largo de cada ciclo de cultivo. Todos ellos serán regados al 100% de la ETC (Evapotranspiración máxima del cultivo) durante todo el ciclo del cultivo al objeto de evitar condiciones limitantes de agua en el suelo. La ETC se determinará a partir de la evapotranspiración de referencia (ET_o Penman-Monteith, Allen et al., 1998); en todo caso serán regados para mantener el contenido y el potencial matricial de agua en el suelo cercanos a capacidad de campo, y evitando en la medida de lo posible lixiviaciones en profundidad, por debajo del sistema radicular.

El cálculo de las unidades fertilizantes se realizará en función del ciclo de cultivo y producción esperada, de acuerdo a la Ley 3/2020 en vigor.

Cada parcela demostrativa tendrá por lo tanto una superficie aproximada de 300 m², teniendo en cuenta la pérdida de espacios en los bordes.

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.

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

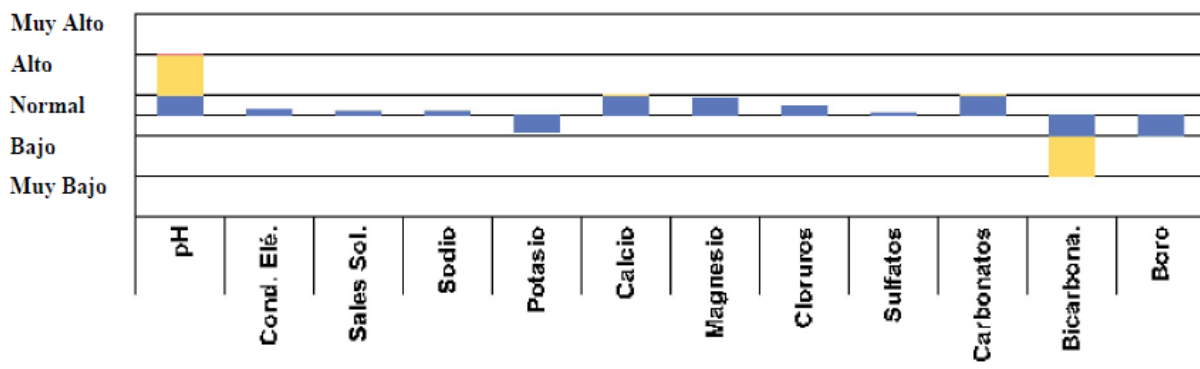
El agua procede de la suministrada por la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena, que es una mezcla de aguas del trasvase Tajo-Segura, más una pequeña parte de aguas depuradas.

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 (SO ₄)	148		3.08	1.54	5.0 (mg/l)
*Carbonatos (CO ₃ 2 ⁻)	< 5.0		< 0.167	< 0.0833	5.0 (mg/l)
*Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	118		1.93	1.93	5.0 (mg/l)
*Nitratos (NO ₃)	6.14		0.0990	0.0990	1.0 (mg/l)
*Nitrógeno Amoniacal (NH ₄)	< 0.10		< 0.00556	< 0.00556	0.1 (mg/l)
Fosfatos (H ₂ PO ₄)	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. Análisis 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

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)			N.D.
pH (a 28.6°C)	7.4		(1)	5.0
*Color	10 YR 5/3 Marrón			N.D.
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 (Parámetros)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)
*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 (Parámetros)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)
*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 (Parámetros)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)
*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 (Parámetros)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)
*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**

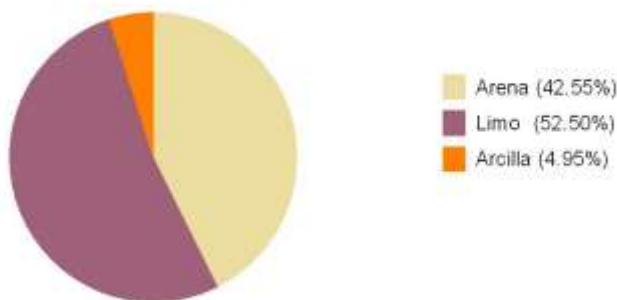
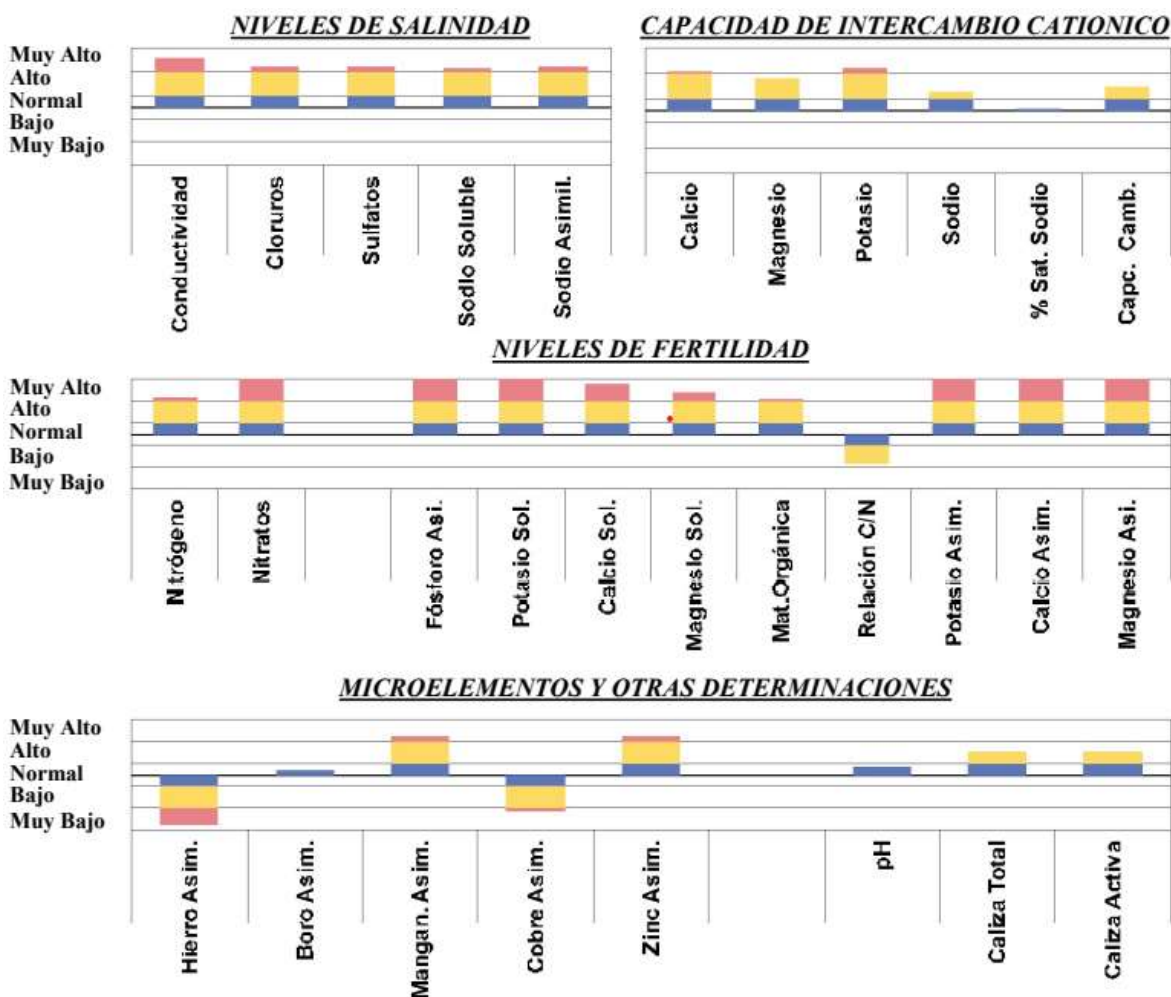


Figura nº 2. Distribución de la textura del suelo.

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 500 m².

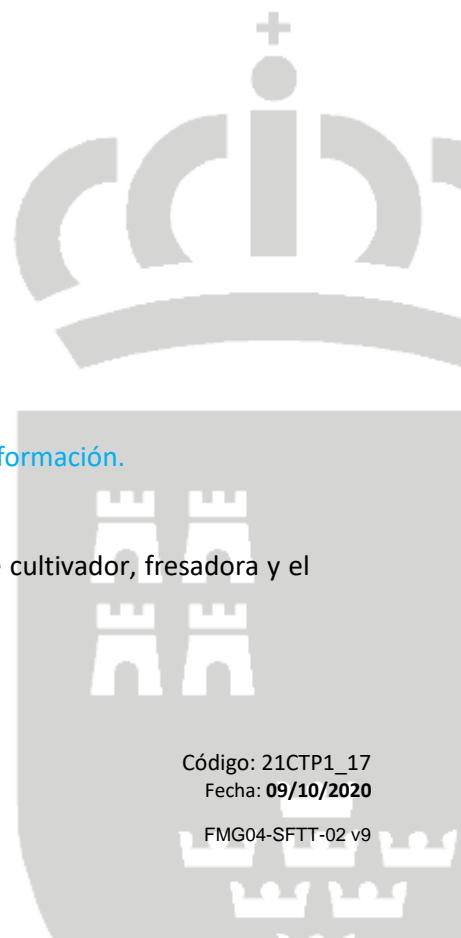
5.5.2. Suministros.

- 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 las siguientes labores: labor de cultivador, fresadora y el corte de las mesetas con la conformadora (tilder) definidos los caballones.



La plantación se realizará a mano con operarios y las plantas provendrán de semillero.

5.6.2. Riego y abonado.

El sistema de riego será con tuberías de portagoteros de 16 mm, con goteros integrados a 30 cm de distancia.

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.

El cálculo de las unidades fertilizantes se realizará en función del ciclo de cultivo y producción esperada, de acuerdo a la Ley 3/2020 de recuperación y protección del Mar Menor.

La medida del estado hídrico y nutricional del suelo y planta pretende conocer la respuesta hídrica del cultivo a las condiciones ambientales y al fertirriego sostenible, y así poder ajustar los valores umbrales de intensidad de estrés o de manejo del riego ensayados en cada período fenológico y cultivo, posibilitando el establecimiento protocolos de programación de la fertirrigación sostenible basados en distintos indicadores biológicos de estrés hídrico.

Se comparará la información obtenida a partir de los dos tratamientos de fertilización con inhibidores con la procedente de la fertilización tradicional (TTRD), manteniendo el cultivo bajo condiciones no limitantes de agua en el suelo, y evitando en la medida de lo posible lixiviaciones en profundidad, por debajo del sistema radicular.

El control del contenido y estado energético del agua en el suelo se realizará con sensores capacitivos y de matriz granular, respectivamente, instalados a distintas profundidades del suelo. Asimismo se

determinará el ritmo y las tasas de extracción de N (curvas de extracción de N), y del resto de nutrientes por el cultivo.

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.

Se aplica un herbicida autorizado en pre plantación y pre emergencia de las malas hierbas. Durante todo el ciclo de cultivo se observará la presencia de malas hierbas procediendo a su eliminación ya sea de forma manual o mecánica.

5.6.4. Análisis a realizar y dispositivos a instalar.

Para esta primera anualidad de implantación de la parcela demostrativa, se requiere análisis de suelo, agua y foliar de cada uno de los tres tratamientos, previamente a la recolección.

Para obtener indicadores del estado hídrico del suelo y del cultivo se pretende instalar los siguientes dispositivos, en cada una de las tres parcelas:

- Sensores capacitivos para medir el estado hídrico de humedad en el suelo, a tres profundidades (15-30 y 60 cm). Son del tipo TDR.
- Sensores de matriz granular para medir el estado hídrico de humedad en el suelo, a tres profundidades (15-30 y 60 cm). Son del tipo Drillandrop o similares.
- Sensores de potencial hídrico para medir el potencial hídrico en el suelo o la presión que se necesita para extraer la humedad del suelo, a una profundidad (30 cm).
- Colocación de sondas de drenaje para el control del abonado en función de la conductividad de las sondas a distintas profundidades (15, 30 y 60 cm).

5.6.5. Recolección y medida del crecimiento vegetativo.

La medida del crecimiento vegetativo pretende conocer la respuesta vegetativa del cultivo a la fertirrigación sostenible. Se determinará la biomasa fresca y seca de los diferentes órganos (raíces y hojas) de forma periódica, y en el momento de la cosecha.

Se realizará la recolección de cada subparcela en el momento óptimo. Dicha recolección se realizará manual de las piezas a controlar y se determinarán los parámetros de calidad de la misma, con el objetivo de evaluar la producción y la calidad final del fruto recolectado para comprobar la efectividad de los tratamientos ensayados.

Las medidas de crecimiento del fruto, producción y parámetros de calidad del fruto pretenden controlar los parámetros físicos y químicos del fruto, de modo que se pueda ajustar la fertirrigación en cualquier momento si fuera necesario, para adecuarlos a los estándares de calidad exigidos para la exportación.

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.
- Consumo de abono.
- Conductividad en sondas de succión.
- Tratamientos fitosanitarios.
- Precocidad del cultivo.
- Producción comercial.
- Calidad de la cosecha.



6. CALENDARIO

	Año	En	Fb	Mr	Ab	My	Jun	Jul	Ag	Sp	Oc	Nv	Dc
Fase del proyecto													
Actividad de divulgación													
Informe inicial.	2020												
Informe anual de resultados.	2021												
Actividad demostración. Visita agricultores y técnicos a parcela demostración.	2021												
Actividad de demostración													
Plantación	2020												
Colocación de dispositivos para ahorro de agua y abonado	2021												
Riego, abonado	2021												
Seguimiento y control de plagas	2021												
Recolección	2021												
Toma de datos	2021												