

## INFORME ANUAL DE RESULTADOS

**Fertirrigación controlada mediante el uso de lisímetros al aire libre para una agricultura sostenible de precisión, según las directrices de la Ley 3/2020 de recuperación y protección del Mar Menor.**

**AÑO: 2022**

**CÓDIGO PROYECTO: 22CTP1\_12**

- Área:** AGRICULTURA, FERTILIZACIÓN
- Ubicación:** CDA Torre-Pacheco (Murcia)
- Coordinación:** Plácido Varó en sustitución, por baja laboral, de Joaquín Navarro.
- Autores:** Plácido Varó, Ricardo Gálvez, Pedro Antonio Martínez, Fulgencio Sánchez y José Méndez, CIFEA Torre Pacheco
- Duración:** Enero - diciembre 2022
- Financiación:** Programa de Desarrollo Rural de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia 2014-2020



UNIÓN EUROPEA  
Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural

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



## Contenido

1. RESUMEN. ....	3
2. OBJETIVOS/JUSTIFICACIÓN. ....	5
3. MATERIAL Y MÉTODOS. ....	6
3.1. Cultivo y variedades, características generales.....	6
3.2. Ubicación del proyecto y superficie. ....	7
3.3. Diseño estadístico y características de las parcelas demostración.....	8
3.4. Análisis realizados .....	9
3.6. Preparación suelo, marco y densidad de plantación. Sistema de formación y/o entutorado. .	23
3.5. Riegos y abonados.....	26
3.6. Tratamientos fitosanitarios y control de malas hierbas. ....	34
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1 Parámetros y controles realizados.....	35
4.3 Resultados: lixiviados y nitratos.....	37
4.4 Resultados: producción, calidad, rentabilidad, etc.....	42
4.5 CONCLUSIONES. ....	46
5. ACTUACIONES DE DIVULGACION REALIZADAS. ....	47
6. REPORTAJE FOTOGRAFICO.....	48



## 1. RESUMEN.

La actividad de demostración ha consistido la realización de un cultivo de melón y otro posterior de habas lisímetros en lisímetros al aire libre para determinar la cantidad de nitratos lixiviados y el drenaje en distintas condiciones de cultivo, riego y abonado.

Se construyeron 10 lisímetros en el verano de 2021 con superficies de 96 m<sup>2</sup> cada uno y de 0,6- 0,8 m de profundidad, impermeabilizados mediante lámina plástica de PE de 1,5 mm de espesor y con 10 depósitos de recogida de drenajes individuales y enterrados de 100 l cada uno, con contador individual del percolado. La infraestructura pretende evaluar el volumen lixiviado en cada tratamiento y la concentración de nitratos, que se medirá en espectrofotómetro o con sondas de medición de iones.

La plantación de melón y posteriormente la de habas ocupaban una superficie total de 960 m<sup>2</sup>, realizando labores preparatorias y nivelación previamente a la plantación, a un marco de 1,20 m entre melones en meseta x 2 m entre calles y en las habas un marco de 2 x 0,40 m.

En cumplimiento del artículo 53 de la Ley 3/2020 (limitaciones adicionales relativas al riego en la zona 1. 1), que establece que será obligatoria la instalación de sensores de humedad, tensiómetros o cualquier otro dispositivo que sirva de apoyo para una gestión eficiente del agua en todo el perfil de suelo afectado por el riego; para el control del riego se ha dispuesto de dos sondas en la parcela lisimétrica (colocadas a 20 y 60 cm de profundidad), para el control de la humedad volumétrica del suelo. Evidentemente, se ha controlado la cantidad de nitratos por el drenaje y su concentración, medida en los depósitos y el volumen de agua mediante caudalímetros, tomando muestras de lixiviados en los depósitos de drenaje cada semana.

Se ha utilizado la aplicación web desarrollada por la Consejería llamada "Calculadora de Nitratos" para realización de los cálculos del balance de nitrógeno, conforme al punto 8. "Determinación de la dosis de abonado nitrogenado. Balance de nitrógeno", de la Orden de 16 de junio de 2016, de la Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente, por las que se establecen los programas de actuación sobre las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario en la Región de Murcia.

En lo que se refiere al abonado, dada la poca fertilidad del suelo, se aplicó compost de fondo en una dosis de 800 kg para toda la parcela (8.000 kg/ha).



Se recolectó por cada lisímetro un cuadro de 4 x 1 m<sup>2</sup>. La recolección ha dado una media de 10,5 kg de melones por m<sup>2</sup>, datos muy comerciales. La producción comercial de melones ha sido de 105.000 kg/ha.

Para una concentración media aplicada en el agua de riego (fertirrigación) en melón de 215,52 mg/l, se han dado unas concentraciones de nitratos en los lixiviados profundos medias de 146,17 mg/l; es decir que un 67,82% de la concentración de nitrato mineral percolado respecto al aplicado, proveniente parte de este percolado de la mineralización de la materia orgánica aplicada.

De estas mediciones se observa cómo el hecho de que hay que ajustar más las dosis de N aplicadas al ciclo del cultivo, observándose como en el periodo inicial la lixiviación es mayor, proveniente de la mineralización de la materia orgánica así como del nitrógeno mineral aplicado, ya que las plantas aún son muy pequeñas y no tienen suficientes raíces para captarlo; motivo por el cual hay que ajustar la fertirrigación al estadio de desarrollo de la planta.

Comparando entre el análisis de suelo antes del cultivo de melón y los análisis posteriores, se aprecian en general pocas variaciones en cuanto a los elementos que aportan la fertilidad al suelo. Los nitratos pasan de 11,1 mg/kg en el inicio del cultivo (tras el cultivo de lechuga) a 18,2 a los 20 cm y 12,5 a los 60 cm, lo que se interpreta como que el abonado nitrogenado ha enriquecido el suelo en nitratos por los aportes para sacar adelante la cosecha de melón. Este “enriquecimiento” se pone de manifiesto también en la materia orgánica, que se eleva de 0,65% en el suelo inicial al 0,75%, favorecido por el aporte de compost en la plantación.

El cultivo de habas se realizó sobre el cultivo de melón y su objetivo era captar los nutrientes del cultivo anterior, siendo a la vez un cultivo comercial viable. Se han conseguido los dos objetivos, con una producción de habas aceptable y a la vez sin abonado mineral alguno.

La lectura del contador volumétrico situado al principio de una de las filas de habas da un aporte de riego para todo el ciclo de cultivo de 2.200 m<sup>3</sup>/ha, que se considera normal para un ciclo relativamente largo de cultivo.

Las habas se han cultivado sin fertilización nitrogenada, con un óptimo desarrollo vegetativo y alta producción. Aun así, hemos comprobado que se obtienen valores de nitratos por encima de 37,5 ppm. Entendemos que puede deberse a múltiples factores, como la compleja evolución del nitrógeno en sus diferentes formas (nitrato, nitrito, amonio, etc.) en el suelo, así como la fijación de nitrógeno atmosférico por las leguminosas, y posibles restos de nitrógeno del cultivo de melón anterior. Esos niveles establecidos para el acuífero son a priori muy, muy bajos, y para conseguirlos



se precisará un control extremo de la fertirrigación, integrando las medidas de sondas de humedad y futuras de nitratos con la programación automática del riego: Agricultura de Precisión.

Es significativo el hecho de que a pesar de no haberse realizado abonado alguno durante el ciclo de cultivo de las habas, se ha producido lixiviación de casi todos los iones, (Ca, Cl, K, Na,  $\text{HN}_4$ ,  $\text{NO}_3^-$ , Mg). En lo que se refiere a los nitratos, se ha lixiviado una concentración media de 103,75 mg/l durante todo el periodo (asociado al agua de riego percolada), dato significativo teniendo en cuenta la ausencia de abonado mineral. Los valores de presencia en el acuífero que marca la Directiva de Nitratos son de 50 mg/l y las medidas cautelares de Confederación Hidrográfica del Segura los marcan en 35 mg/l.

No quiere decir que una percolación en el cultivo a 1,60 m de profundidad de 103,75 mg/l esté incumpliendo la Directiva, puesto que ese percolado se disolverá con agua de lluvia y a lo largo de su camino hacia el acuífero; pero es indicativo de la dificultad de reducir el lixiviado de nitratos en los cultivos por debajo de estos valores (100 mg/l), ya que actúan factores como la mineralización de la materia orgánica, desajustes entre abonado y ciclo del cultivo, volumen de cosecha no conseguido (por todo tipo de problemas agronómicos), condiciones climáticas adversas para la absorción de los nitratos, lluvias que arrastran nitratos, plagas y enfermedades, etc.

Las pérdidas más importantes de nitratos en el cultivo de habas se han producido de septiembre a noviembre, porque es cuando se ha producido la mayor parte de drenaje de agua (por las lluvias). Las concentraciones de nitratos medidas a partir de esas fechas han sido sobre volúmenes de drenajes muy pequeños, como se ve en el siguiente apartado.

Es muy significativo el hecho de que el 84,61% del volumen de agua lixiviado ha sido debido a las lluvias, en septiembre-noviembre, periodo en el cual no se regó el cultivo. Debido a que las habas ya estaban arraigadas y crecidas, los riegos (ajustados a las necesidades) no provocaron casi drenaje. Todo esto es indicativo de la importancia de las condiciones climáticas en los procesos de drenaje y lixiviado de nitratos en los cultivos hortícolas, no pudiendo ser controladas por el agricultor.

## 2. OBJETIVOS/JUSTIFICACIÓN.

### JUSTIFICACIÓN

Los agricultores del Campo de Cartagena 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. Esta Ley exige reducir el aporte de nutrientes que



afluyen a él por diversas vías, para lo cual se ha adoptado la medida de legislar mediante la Ley 3/2020.

La agricultura conlleva una potencial afección al Mar Menor proveniente del uso de fertilizantes y productos fitosanitarios, y es la Administración Regional la que debe desenvolver sus propias competencias con el fin de exigir de los agricultores que el suelo recupere una funcionalidad que le permita la retención del agua de lluvia y disminuya el riesgo de escorrentía, erosión y lixiviación. Esta intervención autonómica se justifica en último término en la responsabilidad autonómica de control de la contaminación causada por los nutrientes de origen agrario.

### OBJETIVOS

Por todo lo antedicho se establecieron en 2021 en el CIFEA de Torre-Pacheco unas parcelas demostrativas con lisímetros al aire libre y drenaje de lixiviados hacia colectores, dónde se pudiera evaluar el percolado y los nitratos lixiviados en diferentes condiciones de cultivo y de abonado, respetando las limitaciones establecidas en la ley 3/2020 y el Código de Buenas Prácticas Agrarias.

Con esta compleja infraestructura que vierte a un foso de 10 x 3 x 2,5 m, se podrán abordar ensayos de abonado con diferentes tipos de abono o diferentes dosis, así como controles del riego para evaluar los lixiviados, cuya cantidad de nitratos habrá que analizar en el espectrofotómetro.

Se ha planteado en principio para esta segunda anualidad la realización de un mismo cultivo con el mismo tipo de abonado, evaluando su incidencia en la producción y en los lixiviados. En esta anualidad 2022 y tras un cultivo inicial de lechugas realizado en 2021, se ha cultivado melón del tipo “piel de sapo” y tras él un cultivo de habas sin ningún tipo de abono.

### **3. MATERIAL Y MÉTODOS.**

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

Los cultivos son hortícolas realizados en esta anualidad 2022 son melón y habas, que cumplen con lo estipulado en el artículo 51, punto 3 de la Ley 3/2020:

*“3. Queda prohibido realizar dos ciclos de cultivo consecutivos de especies del Grupo 1, debiendo alternarse su cultivo con otras especies del Grupo 2, con el objetivo de captar excedentes de nitrógeno de niveles más profundos del suelo y limitar el riesgo potencial de lixiviación. Se excluyen de esta prohibición las especies del Grupo 1 de ciclo inferior a 45 días, en las que además se permite realizar dos ciclos de cultivo anuales.”*





Foto nº 1. Aspecto del cultivo de melón tras el de lechugas en los lisímetros de drenaje (30/05/2022).



Foto nº 2. Cultivo de habas aprovechando los rastrojos del melón (17/10/2022).

### 3.2. Ubicación del proyecto y superficie.

El proyecto está ubicado en el CIFEA de Torre-Pacheco, en el lugar en el que estaban los lisímetros al aire libre que han quedado inservibles, dónde marca la flecha en ortofoto adjunta:





Foto nº 3. Ortofoto con la ubicación de los lisímetros de drenaje en el CDA de Torre-Pacheco.

La superficie de los lisímetros es de  $12 \times 8 = 96 \text{ m}^2$  cada uno, en total  $960 \text{ m}^2$  útiles, en una parcela de  $40 \times 24 \text{ m}$ .

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

La superficie total de la instalación es de unos  $1.500 \text{ m}^2$ , con una disposición como se observa en la ortofoto en rectángulo de  $50 \times 30$ , en la que se incluyen lisímetros y depósitos de recogida. Por el exterior quedan espacios que serían para el paso de la maquinaria y personas para la visita a la instalación. La superficie de los lisímetros es de  $960 \text{ m}^2$ , ya que se diseñan 10 unidades de  $12 \times 8 \text{ m}^2$ , ocupando cada lisímetro  $96 \text{ m}^2$ .

Se han realizado en 2022 dos cultivos con el mismo riego y abonado, por no disponer del cabezal necesario para aportar diferentes tipos de abonado en los 10 lisímetros.

El marco de plantación ha sido habitual en las hortícolas ensayadas del Campo de Cartagena.





Foto nº 4. Parcela de los lisímetros con el cultivo de melón tomada del vuelo de SIGPAC de julio de 2022, en la parte derecha se aprecia el foso de recogida de drenajes.

Se trata de una parcela con 10 unidades experimentales, por lo que además del carácter demostrativo y de apreciación inicial de comportamiento de los distintos tratamientos, se pueden realizar repeticiones para diseño estadístico.

El diseño experimental consta en 10 parcelas lisimétricas, que se pueden considerar distribuidas en cuadrado latino, donde se podrán ensayar tres tratamientos con 3 repeticiones cada uno y uno de ellos con 4 repeticiones.

### 3.4. Análisis realizados

Se realizaron 3 análisis de suelo antes y después del cultivo de melón, un análisis inicial el 11/05/2023 y otro final a 20 y 60 cm el 14/10/2022.

#### ANÁLISIS INICIAL CULTIVO MELÓN:



Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)
*Extracto acuoso	1:2 (suelo:agua)			--
pH (a 21.6°C)	8.3		(1)	5.0
*Color	10yr 7/3 Marrón muy pálido			--
SALINIDAD				
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)
Conductividad (extracto acuoso 1:2, a 25°C)	0.763	(mS/cm)	(1)	0.14 (mS/cm)
Cloruros (en el extracto acuoso)	0.301	(meq/l)	(1)	0.29 (meq/l)
Sulfatos (en el extracto acuoso)	6.62	(meq/l)	(1)	0.21 (meq/l)
*Sodio (en el extracto acuoso)	1.72	(meq/l)	(1)	0.05 (meq/l)
*Sodio asimilable	259	(mg/kg)	(1)	50 (mg/kg)
*Bicarbonatos	1.8	(meq/l)	(1)	0.1 (meq/l)
FERTILIDAD				
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)
Nitratos	11.1	(mg/kg)	(1)	2.0 (mg/kg)
Nitrógeno Nítrico	2.50	(mg/kg de N)	(1)	0.9 (mg/kg de N)
Fósforo asimilable Olsen	31.9	(mg/kg)	(1)	5.0 (mg/kg)
*Potasio (en el extracto acuoso)	0.578	(meq/l)	(1)	0.01 (meq/l)
*Calcio (en el extracto acuoso)	3.64	(meq/l)	(1)	0.1 (meq/l)
*Magnesio (en el extracto acuoso)	2.92	(meq/l)	(1)	0.05 (meq/l)
*Potasio Asimilable	876	(mg/kg)	(1)	10 (mg/kg)
*Calcio asimilable	1610	(mg/kg)	(1)	50 (mg/kg)
*Magnesio asimilable	503	(mg/kg)	(1)	50 (mg/kg)
Materia Orgánica	0.65	(%)	(1)	0.65 (%)
Carbono Orgánico Total (COT)	0.38	(%)	(1)	0.38 (%)

16/01/2025 12:51:01

Esto es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico administrativo archivado por la Comunidad Autónoma de Murcia, según artículo 27.3.c) de la Ley 39/2015. Los firmantes y las fechas de firma se muestran en los recuadros. Su autenticidad puede ser contrastada accediendo a la siguiente dirección: <https://sede.carm.es/verificardocumentos> e introduciendo el código seguro de verificación (CSV) CARM-4515a72b-4d00-acd5-b607-005059b34e7



<b>CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO</b>					
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)	Método (Method)
*Calcio de cambio	7.31	(meq/100g)		0.05 (meq/100g)	
*Magnesio de cambio	3.55	(meq/100g)		0.05 (meq/100g)	
*Potasio de cambio	2.12	(meq/100g)		0.01 (meq/100g)	
*Sodio de cambio	0.784	(meq/100g)		0.01 (meq/100g)	
*Capacidad de cambio	13.8	(meq/100g)		-	
<b>MICROELEMENTOS Y OTRAS DETERMINACIONES</b>					
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)	Método (Method)
*Hierro asimilable	2.63	(mg/kg)	(1)	0.01 (mg/kg)	QUI0011
*Boro asimilable	1.93	(mg/kg)	(1)	0.2 (mg/kg)	SUE0010
*Manganeso asimilable	1.92	(mg/kg)	(1)	0.05 (mg/kg)	QUI0011
*Cobre asimilable	0.276	(mg/kg)	(1)	0.01 (mg/kg)	QUI0011
*Zinc Asimilable	1.06	(mg/kg)	(1)	0.05 (mg/kg)	QUI0011
*Caliza total	43.1	(%)	(1)	0.5 (%)	QUI0002
*Caliza activa	14.6	(%)	(1)	0.5 (%)	SUE0004
<b>DETERMINACIONES OPCIONALES</b>					
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)	Método (Method)
Nitrógeno total	< 0.070	(%)	(1)	0.07 (%)	QUI0014
<b>ÍNDICES (Indicators)</b>					
Índice (Indicator)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Índice (Indicator)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)
*Densidad aparente	1.45	(g/cc)	*Relación de Adsorción de Sodio (SAR)	0.95	
*Relación Carbono/Nitrógeno	8.05		*Porcentaje de saturación de sodio	5.68	%
*Porcentaje de saturación		(g/kg)	*Capac.Ret. de Agua Disponible(CRAD)	0.179	mm agua / mm suelo
*Capacidad de Campo (CC)	28.80	(% suelo seco)	*Punto de Marchitez Permanente (PMP)	16.5	(% suelo seco)
*Intervalo de humedad disponible	12.30	(% suelo seco)			

**\*TEXTURA (USDA)(SUE0008) : Arcillosa**

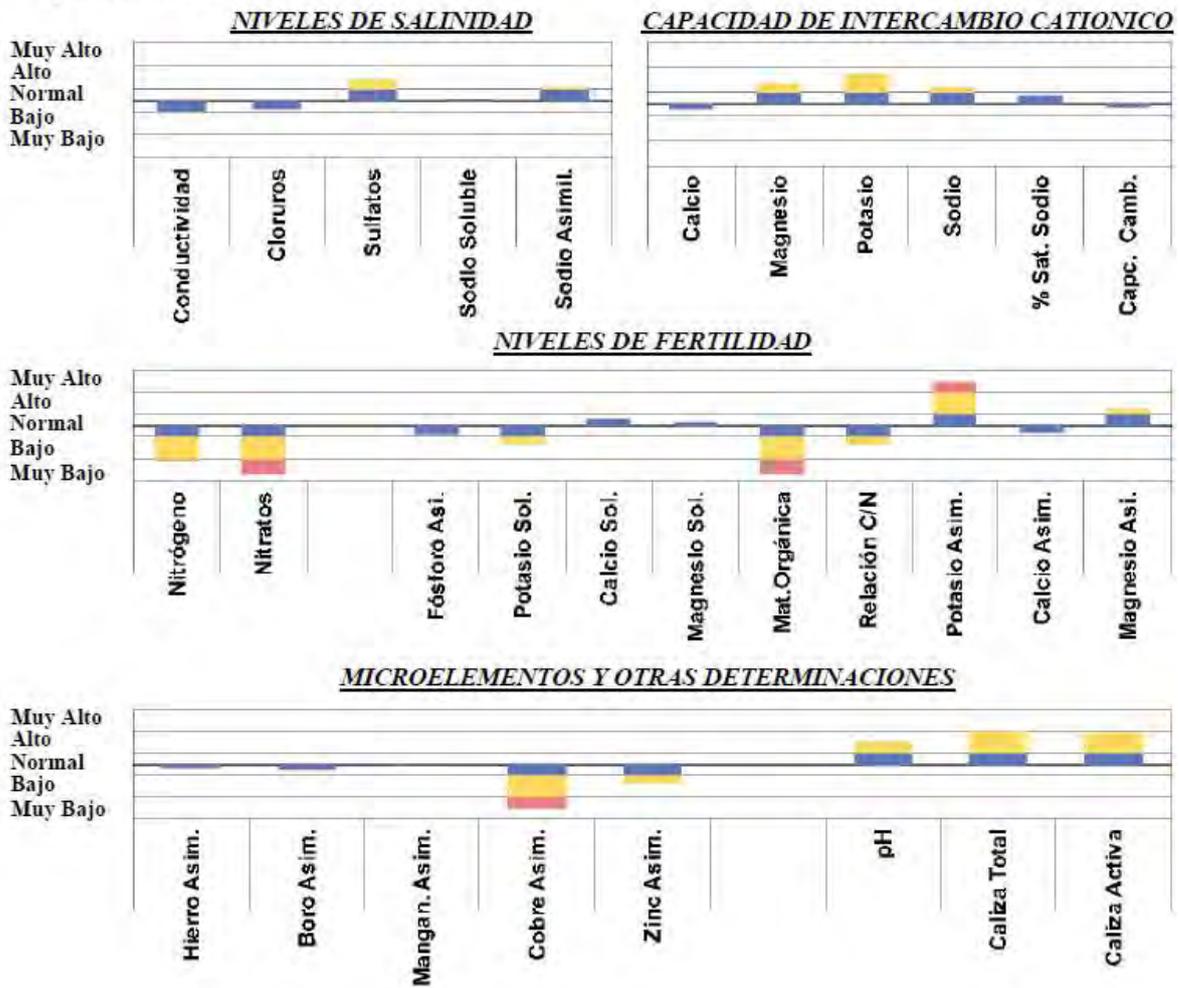


16.01/2023/12.51.01

Esto es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico administrativo archivado por la Comunidad Autónoma de Murcia, según artículo 27.3.c) de la Ley 39/2015. Los firmantes y las fechas de firma se muestran en los recuadros. Su autenticidad puede ser contrastada accediendo a la siguiente dirección: <https://sede.carm.es/verificardocumentos> e introduciendo el código seguro de verificación (CSV) CARM-4515a72b-4d00-ac65-b607-905056934e7



**1.-NIVELES.**



16/01/2025 12:51:01

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico administrativo archivado por la Comunidad Autónoma de Murcia, según artículo 27.3.c) de la Ley 39/2015. Los firmantes y las fechas de firma se muestran en los recuadros. Su autenticidad puede ser contrastada accediendo a la siguiente dirección: <https://sede.carm.es/verificadocuments> e introduciendo el código seguro de verificación (CSV) CARM-4515a72b-4d00-acd5-b607-0050569b34e7



## 2.-EXTRACTO 1:2 (SUELO:AGUA).

DETERMINACIÓN							NIVELES
pH	8.30						6.50 - 7.50
Conductividad eléctrica	0.763 (mS/cm)						0.75 - 1.50
S.A.R.	0.95						<10
Elementos en el extracto	Resultado informe		mg/l	meq/l	mmol/l	NIVELES OPTIMOS (mmol/l)	
Sulfatos	6.62 (meq/l)	2764.51 Kg/Ha	317.76	6.62	3.31	< 2	
Cloruros	0.301 (meq/l)	92.96 Kg/Ha	10.69	0.30	0.30	< 3	
Nitratos	2.50 (mg/kg de N)	10.86 Kg(N)/Ha	5.53	0.09	0.09	1.50 - 4	
Sodio	1.72 (meq/l)	344.17 Kg/Ha	39.56	1.72	1.72	< 3	
Potasio	0.578 (meq/l)	235.94 Kg(K <sub>2</sub> O)/Ha	22.60	0.58	0.58	0.75 - 2	
Calcio	3.64 (meq/l)	886.70 Kg(CaO)/Ha	72.80	3.64	1.82	1 - 2	
Magnesio	2.92 (meq/l)	512.01 Kg(MgO)/Ha	35.48	2.92	1.46	0.63 - 2	
Fósforo							

- Concentración de Sales, presenta niveles altos en Sodio y Sulfatos; y normales en Cloruros.
- Conductividad en el Extracto 1:2 (suelo:agua), 0.763 mmho/cm califican este suelo como ligeramente salino(entre 0.75 y 1.5). Hay que considerar que nutrientes como Calcio, Magnesio, Potasio y Nitratos, también contribuyen en la conductividad.
- pH (reacción del suelo). Alcanza un nivel alto.

## 3.- CAPACIDAD DE CAMBIO CATIONICO (C.I.C).

DETERMINACIÓN	meq/100 g suelo	ÓPTIMO	ppm	(%)	NIVEL	
C.I.C.(suma de cationes)	13.80	10 - 20			NORMAL	-
Calcio	7.31	6 - 10.50	1462.00	52.97	NORMAL	8921.39 Kg(CaO)/Ha
Magnesio	3.55	1.30 - 3	431.33	25.72	ALTO	3113.41 Kg(MgO)/Ha
Potasio	2.12	0.70 - 1.20	828.92	15.36	ALTO	4326.96 Kg(K <sub>2</sub> O)/Ha
Sodio	0.78	< 0.50	180.32	5.68	ALTO	784.39 Kg/Ha
Relación Calcio/Magnesio	2.06	1 - 10			NORMAL	-
Relación Potasio/Magnesio	0.60	0.20 - 0.50			ALTO	-
Saturación Sodio (%)	5.68	< 7			NORMAL	-

Es la posibilidad que tiene un suelo de retener elementos en forma catiónica en suelos alcalinos. El mayor o menor valor de esta retención dependerá del contenido de Arcilla y Materia Orgánica, con valores altos de estos dos parámetros mayor capacidad de intercambio presenta un suelo.

La C.I.C., en suelos alcalinos, coincide con la suma de los Cationes de Cambio. Los Cationes de Cambio (sodio, potasio, calcio y magnesio) se determinan como la diferencia entre los elementos asimilables y los solubles, medidos en el extracto acuoso.

Saturación de Sodio (mide el grado de sodificación del suelo), 5.68%, clasifica este suelo como normal (menor de 7).



#### 4.- ELEMENTOS ASIMILABLES y OTRAS DETERMINACIONES.

MICROELEMENTOS ASIMILABLES		ÓPTIMO		
BORO (ppm):	1.93	1.50 - 3	NORMAL	8.40 Kg/Ha
HIERRO (ppm):	2.63	2 - 4	NORMAL	11.44 Kg/Ha
MANGANESO (ppm):	1.92	1 - 3	NORMAL	8.35 Kg/Ha
COBRE (ppm):	0.28	1.20 - 2	MUY BAJO	1.20 Kg/Ha
ZINC (ppm):	1.06	1.25 - 2.50	BAJO	4.61 Kg/Ha
MOLIBDENO (ppm):				
MACROELEMENTOS ASIMILABLES		ÓPTIMO		
FÓSFORO (ppm):	31.90	30 - 50	NORMAL	317.77 Kg(P2O5)/Ha
SODIO (ppm):	259.00	< 250	ALTO	1126.65 Kg/Ha
POTASIO (ppm):	876.00	280 - 420	MUY ALTO	4572.72 Kg(K2O)/Ha
CALCIO (ppm):	1610.00	1300 - 3200	NORMAL	9804.90 Kg(CaO)/Ha
MAGNESIO (ppm):	503.00	140 - 460	ALTO	3627.79 Kg(MgO)/Ha
OTRAS DETERMINACIONES		ÓPTIMO		
CALIZA TOTAL (%):	43.10	10 - 20	MUY ALTO	1874.85 Tn/Ha
CALIZA ACTIVA (%):	14.60	6 - 9	ALTO	635.10 Tn/Ha
MATERIA ORGÁNICA (%):	0.65	3 - 4	MUY BAJO	28.28 Tn/Ha
NITRÓGENO (%):	0.05	0.10 - 0.21	MUY BAJO	2035.80 Kg(N)/Ha

Los valores de los cationes asimilables (Calcio, Magnesio, Potasio) junto con Fósforo, Materia Orgánica y Nitrógeno, informan del grado de fertilidad que presenta el suelo.

Este suelo presenta una Relación Carbono/Nitrógeno BAJA (menor que 10), lo que indicaría una excesiva liberación de Nitrógeno nítrico.

**CARBONATO CÁLCICO**, el "Total" toma valores **muy altos**; el "Activo" toma valores **altos**, lo que podría producir el bloqueo de ciertos nutrientes: Hierro (clorosis Férrica), Zinc, Cobre, Manganeseo, Fósforo, Potasio y Magnesio. Se pueden ir amortiguando estos niveles excesivos mediante la aplicación de Ácidos en el abonado, así como para contrarrestar la absorción de estos nutrientes se pueden hacer aportaciones extras de Materia Orgánica.

**La densidad aparente (Da)** es la razón de la masa de suelo seco al volumen de dicho suelo en su estado natural, es decir, considerando el volumen que ocupan las partículas sólidas y los poros.

**TEXTURA**. Se trata de un suelo "pesado", con alta capacidad de retención de agua y abonos.

**CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA DISPONIBLE (CRAD)**: Se calcula a partir de la textura, la densidad aparente (Da) y los elementos gruesos mayores de 2 mm.

En este suelo se ha obtenido CRAD=0.179 [mm agua/mm suelo]. Si el espesor del suelo es de 30 cm (300 mm) tendremos que:

$$CRAD \times 300 \text{ [mm]} = 53.7 \text{ [mm agua]} = 53.7 \text{ [l/m}^2\text{]} = 537 \text{ [m}^3\text{/Ha]}$$

**COLOR**. Es una propiedad importante en el reconocimiento y clasificación de los suelos y en la fotointerpretación. La nomenclatura está basada en la tabla Munsell (matiz, brillo e intensidad). Entre las diferentes coloraciones nos podemos encontrar: **Rojos y Amarillos** (presencia de óxidos de Hierro en sus diversos estados de hidratación), **Blancos** (presencia de Caliza, Yeso, Cuarzo, Arcillas decoloradas ó inflorescencias salinas de Cloruros y Sulfatos), **Negros** (materia Orgánica) y **Grisés** (mezcla de blancos y negros).

#### ANÁLISIS FINALES CULTIVO MELÓN:

#### SUELO A 20 CM



Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)
*Extracto acuoso	1:2 (suelo:agua)			--
pH (a 22.9°C)	8.7		(1)	5.0
*Color	10yr 6/4 Marrón amarillo claro			--
SALINIDAD				
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)
Conductividad (extracto acuoso 1:2, a 25°C)	0.468	(mS/cm)	(1)	0.14 (mS/cm)
Cloruros (en el extracto acuoso)	0.312	(meq/l)	(1)	0.29 (meq/l)
Sulfatos (en el extracto acuoso)	2.47	(meq/l)	(1)	0.21 (meq/l)
*Sodio (en el extracto acuoso)	1.35	(meq/l)	(1)	0.05 (meq/l)
*Sodio asimilable	159	(mg/kg)	(1)	50 (mg/kg)
*Bicarbonatos	1.6	(meq/l)	(1)	0.1 (meq/l)
FERTILIDAD				
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)
Nitratos	18.2	(mg/kg)	(1)	2.0 (mg/kg)
Nitrógeno Nítrico	4.12	(mg/kg de N)	(1)	0.9 (mg/kg de N)
Fósforo asimilable Olsen	24.5	(mg/kg)	(1)	5.0 (mg/kg)
*Potasio (en el extracto acuoso)	0.812	(meq/l)	(1)	0.01 (meq/l)
*Calcio (en el extracto acuoso)	1.18	(meq/l)	(1)	0.1 (meq/l)
*Magnesio (en el extracto acuoso)	1.14	(meq/l)	(1)	0.05 (meq/l)
*Potasio Asimilable	523	(mg/kg)	(1)	10 (mg/kg)
*Calcio asimilable	1130	(mg/kg)	(1)	50 (mg/kg)
*Magnesio asimilable	499	(mg/kg)	(1)	50 (mg/kg)
Materia Orgánica	0.75	(%)	(1)	0.65 (%)
Carbono Orgánico Total (COT)	0.44	(%)	(1)	0.38 (%)

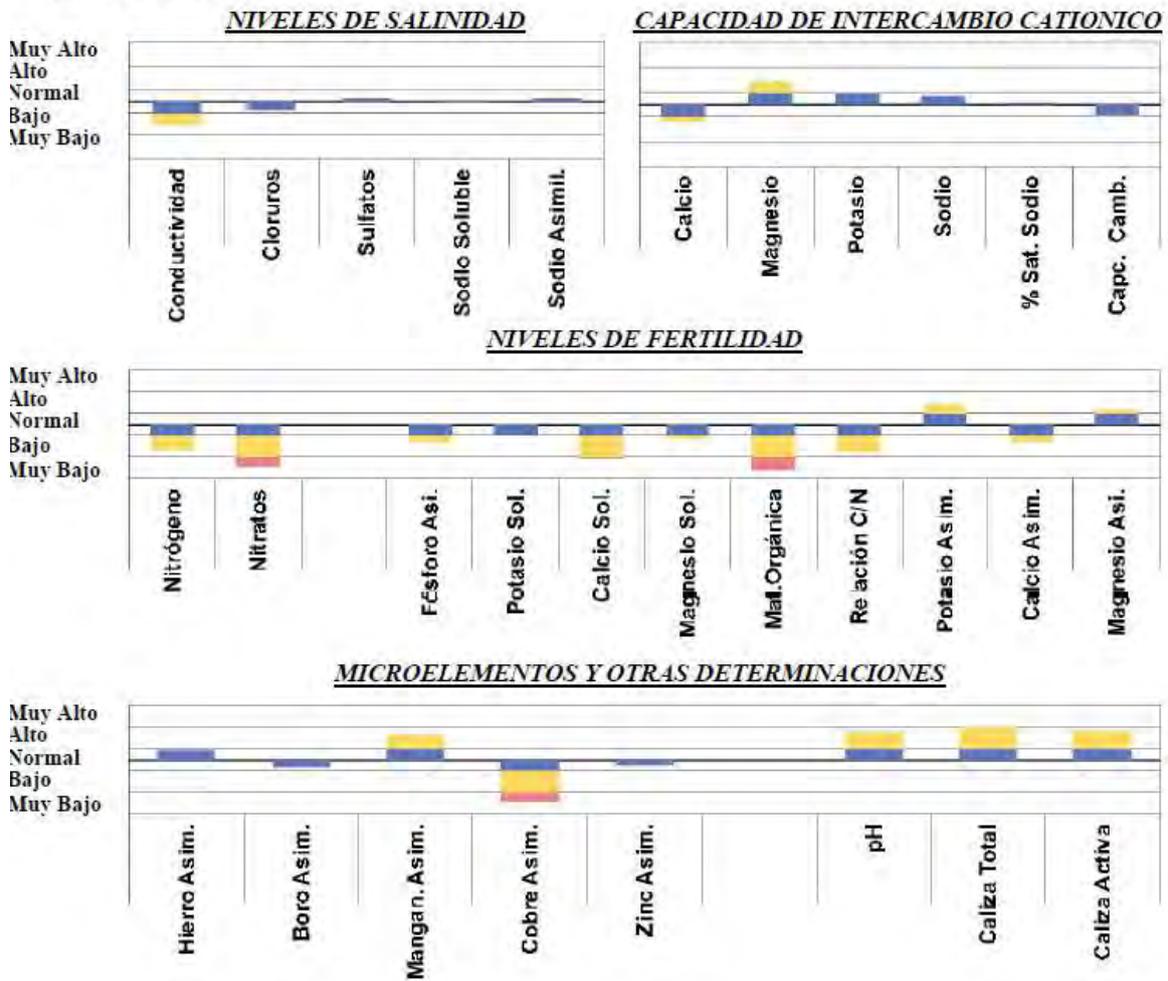
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO					
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)	Método (Method)
*Calcio de cambio	5.41	(meq/100g)		0.05 (meq/100g)	
*Magnesio de cambio	3.88	(meq/100g)		0.05 (meq/100g)	
*Potasio de cambio	1.18	(meq/100g)		0.01 (meq/100g)	
*Sodio de cambio	0.422	(meq/100g)		0.01 (meq/100g)	
*Capacidad de cambio	10.9	(meq/100g)		--	
MICROELEMENTOS Y OTRAS DETERMINACIONES					
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)	Método (Method)
*Hierro asimilable	3.86	(mg/kg)	(1)	0.01 (mg/kg)	QUI0011
*Boro asimilable	1.8	(mg/kg)	(1)	0.2 (mg/kg)	SUE0010
*Manganeso asimilable	5.64	(mg/kg)	(1)	0.05 (mg/kg)	QUI0011
*Cobre asimilable	0.328	(mg/kg)	(1)	0.01 (mg/kg)	QUI0011
*Zinc Asimilable	1.55	(mg/kg)	(1)	0.05 (mg/kg)	QUI0011
*Caliza total	41.7	(%)	(1)	0.5 (%)	QUI0002
*Caliza activa	14.4	(%)	(1)	0.5 (%)	SUE0004
DETERMINACIONES OPCIONALES					
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)	Método (Method)
Nitrógeno total	< 0.070	(%)	(1)	0.07 (%)	QUI0014
ÍNDICES (Indicators)					
Índice (Indicator)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Índice (Indicator)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)
*Densidad aparente	1.42	(g/cc)	*Relación de Adsorción de Sodio (SAR)	1.26	
*Relación Carbono/Nitrógeno	6.40		*Porcentaje de saturación de sodio	3.87	%
*Porcentaje de saturación		(g/kg)	*Capac.Ret. de Agua Disponible(CRAD)	0.186	mm agua / mm suelo
*Capacidad de Campo (CC)	30.80	(% suelo seco)	*Punto de Marchitez Permanente (PMP)	17.8	(% suelo seco)
*Intervalo de humedad disponible	13.00	(% suelo seco)			



**\*TEXTURA (USDA)(SUE0008) : Arcillosa**



**1.-NIVELES.**



16.01.2023 12:51:01

Este es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico administrativo archivado por la Comunidad Autónoma de Murcia, según artículo 27.3.c) de la Ley 39/2015. Los firmantes y las fechas de firma se muestran en los recuadros. Su autenticidad puede ser contrastada accediendo a la siguiente dirección: <https://sede.carm.es/verificadores> e introduciendo el código seguro de verificación (CSV) CARM-4515a72b-4d00-ac65-b607-005059b34e7



## 2.-EXTRACTO 1:2 (SUELO:AGUA).

DETERMINACIÓN							NIVELES
pH	8.70						6.50 - 7.50
Conductividad eléctrica	0.468 (mS/cm)						0.75 - 1.50
S.A.R.	1.26						<10
Elementos en el extracto	Resultado informe		mg/l	meq/l	mmol/l	NIVELES OPTIMOS (mmol/l)	
Sulfatos	2.47 (meq/l)	1010.13 Kg/Ha	118.56	2.47	1.24	< 2	
Cloruros	0.312 (meq/l)	94.37 Kg/Ha	11.08	0.31	0.31	< 3	
Nitratos	4.12 (mg/kg de N)	17.53 Kg(N)/Ha	9.11	0.15	0.15	1.50 - 4	
Sodio	1.35 (meq/l)	264.55 Kg/Ha	31.05	1.35	1.35	< 3	
Potasio	0.812 (meq/l)	324.60 Kg(K <sub>2</sub> O)/Ha	31.75	0.81	0.81	0.75 - 2	
Calcio	1.18 (meq/l)	281.50 Kg(CaO)/Ha	23.60	1.18	0.59	1 - 2	
Magnesio	1.14 (meq/l)	195.76 Kg(MgO)/Ha	13.85	1.14	0.57	0.63 - 2	
Fósforo							

## 3.- CAPACIDAD DE CAMBIO CATIONICO (C.I.C.).

DETERMINACIÓN	meq/100 g suelo	ÓPTIMO	ppm	(%)	NIVEL	
<i>C.I.C.(suma de cationes)</i>	10.90	10 - 20			NORMAL	-
<i>Calcio</i>	5.41	6 - 10.50	1082.00	49.63	BAJO	6465.95 Kg(CaO)/Ha
<i>Magnesio</i>	3.88	1.30 - 3	471.42	35.60	ALTO	3332.43 Kg(MgO)/Ha
<i>Potasio</i>	1.18	0.70 - 1.20	461.38	10.83	NORMAL	2358.57 Kg(K <sub>2</sub> O)/Ha
<i>Sodio</i>	0.42	< 0.50	97.06	3.87	NORMAL	413.48 Kg/Ha
<i>Relación Calcio/Magnesio</i>	1.39	1 - 10			NORMAL	-
<i>Relación Potasio/Magnesio</i>	0.30	0.20 - 0.50			NORMAL	-
<i>Saturación Sodio (%)</i>	3.87	< 7			NORMAL	-

## 4.- ELEMENTOS ASIMILABLES y OTRAS DETERMINACIONES.

MICROELEMENTOS ASIMILABLES		ÓPTIMO		
BORO (ppm):	1.80	1.50 - 3	NORMAL	7.67 Kg/Ha
HIERRO (ppm):	3.86	2 - 4	NORMAL	16.44 Kg/Ha
MANGANESO (ppm):	5.64	1 - 3	ALTO	24.03 Kg/Ha
COBRE (ppm):	0.33	1.20 - 2	MUY BAJO	1.40 Kg/Ha
ZINC (ppm):	1.55	1.25 - 2.50	NORMAL	6.60 Kg/Ha
MOLIBDENO (ppm):				
MACROELEMENTOS ASIMILABLES		ÓPTIMO		
FÓSFORO (ppm):	24.50	30 - 50	BAJO	239.01 Kg(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )/Ha
SODIO (ppm):	159.00	< 250	NORMAL	677.34 Kg/Ha
POTASIO (ppm):	523.00	280 - 420	ALTO	2673.58 Kg(K <sub>2</sub> O)/Ha
CALCIO (ppm):	1130.00	1300 - 3200	BAJO	6739.32 Kg(CaO)/Ha
MAGNESIO (ppm):	499.00	140 - 460	ALTO	3524.48 Kg(MgO)/Ha
OTRAS DETERMINACIONES		ÓPTIMO		
CALIZA TOTAL (%):	41.70	10 - 20	MUY ALTO	1776.42 Tn/Ha
CALIZA ACTIVA (%):	14.40	6 - 9	ALTO	613.44 Tn/Ha
MATERIA ORGÁNICA (%):	0.75	3 - 4	MUY BAJO	31.95 Tn/Ha
NITRÓGENO (%):	0.07	0.10 - 0.21	BAJO	2892.54 Kg(N)/Ha



## 5.- CONSIDERACIONES FINALES.

- **SALINIDAD.-** No Salino. Los iones más tóxicos, Sodio y Cloruros se encuentran en una concentración normal. La sodicidad del Suelo o Saturación de Sodio es normal.
- **FERTILIDAD.-** De los datos observados en la tabla de fertilidad, el Nitrógeno, presenta un nivel bajo, así como el valor de la Materia Orgánica es muy bajo, para este tipo de suelo; el Nitrógeno Nitrico, muy bajo, esta fracción de Nitrógeno es bastante fluctuante. Potasio asimilable, presenta nivel alto.
- **OTRAS DETERMINACIONES.-** Destacar, que es un suelo pesado (alto porcentaje de arcilla), con contenido muy alto de Caliza y con pH alto

### ANÁLISIS FINALES CULTIVO MELÓN:

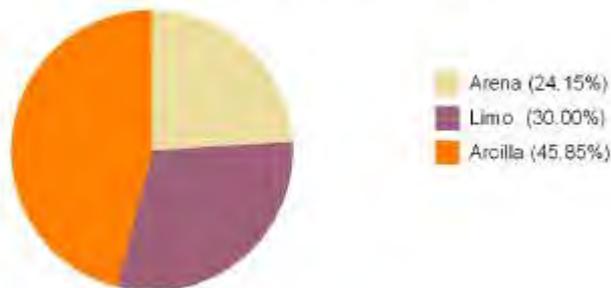
#### SUELO A 60 CM

Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)
*Extracto acuoso	1:2 (suelo:agua)			--
pH (a 22.9°C)	8.9		(1)	5.0
*Color	10yr 6/4 Marrón amarillo claro			--
SALINIDAD				
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)
Conductividad (extracto acuoso 1:2, a 25°C)	0.598	(mS/cm)	(1)	0.14 (mS/cm)
Cloruros (en el extracto acuoso)	0.633	(meq/l)	(1)	0.29 (meq/l)
Sulfatos (en el extracto acuoso)	3.55	(meq/l)	(1)	0.21 (meq/l)
*Sodio (en el extracto acuoso)	3.91	(meq/l)	(1)	0.05 (meq/l)
*Sodio asimilable	297	(mg/kg)	(1)	50 (mg/kg)
*Bicarbonatos	1.6	(meq/l)	(1)	0.1 (meq/l)
FERTILIDAD				
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)
Nitratos	12.5	(mg/kg)	(1)	2.0 (mg/kg)
Nitrógeno Nitrico	2.83	(mg/kg de N)	(1)	0.9 (mg/kg de N)
Fósforo asimilable Olsen	< 5.0	(mg/kg)	(1)	5.0 (mg/kg)
*Potasio (en el extracto acuoso)	0.201	(meq/l)	(1)	0.01 (meq/l)
*Calcio (en el extracto acuoso)	0.638	(meq/l)	(1)	0.1 (meq/l)
*Magnesio (en el extracto acuoso)	0.937	(meq/l)	(1)	0.05 (meq/l)
*Potasio Asimilable	257	(mg/kg)	(1)	10 (mg/kg)
*Calcio asimilable	804	(mg/kg)	(1)	50 (mg/kg)
*Magnesio asimilable	502	(mg/kg)	(1)	50 (mg/kg)
Materia Orgánica	< 0.65	(%)	(1)	0.65 (%)
Carbono Orgánico Total (COT)	< 0.38	(%)	(1)	0.38 (%)



<b>CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO</b>					
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)	Método (Method)
*Calcio de cambio	3.89	(meq/100g)		0.05 (meq/100g)	
*Magnesio de cambio	3.94	(meq/100g)		0.05 (meq/100g)	
*Potasio de cambio	0.617	(meq/100g)		0.01 (meq/100g)	
*Sodio de cambio	0.509	(meq/100g)		0.01 (meq/100g)	
*Capacidad de cambio	8.96	(meq/100g)		--	
<b>MICROELEMENTOS Y OTRAS DETERMINACIONES</b>					
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)	Método (Method)
*Hierro asimilable	2.96	(mg/kg)	(1)	0.01 (mg/kg)	QUI0011
*Boro asimilable	4.01	(mg/kg)	(1)	0.2 (mg/kg)	SUE0010
*Manganeso asimilable	1.04	(mg/kg)	(1)	0.05 (mg/kg)	QUI0011
*Cobre asimilable	0.19	(mg/kg)	(1)	0.01 (mg/kg)	QUI0011
*Zinc Asimilable	0.22	(mg/kg)	(1)	0.05 (mg/kg)	QUI0011
*Caliza total	39.3	(%)	(1)	0.5 (%)	QUI0002
*Caliza activa	14.1	(%)	(1)	0.5 (%)	SUE0004
<b>DETERMINACIONES OPCIONALES</b>					
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)	Método (Method)
Nitrógeno total	< 0.070	(%)	(1)	0.07 (%)	QUI0014
<b>ÍNDICES (Indicators)</b>					
Índice (Indicator)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Índice (Indicator)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)
*Densidad aparente	1.47	(g/cc)	*Relación de Adsorción de Sodio (SAR)	4.40	
*Relación Carbono/Nitrógeno	2.56		*Porcentaje de saturación de sodio	5.68	%
*Porcentaje de saturación		(g/kg)	*Capac.Ret. de Agua Disponible(CRAD)	0.188	mm agua / mm suelo
*Capacidad de Campo (CC)	30.00	(% suelo seco)	*Punto de Marchitez Permanente (PMP)	17.3	(% suelo seco)
*Intervalo de humedad disponible	12.70	(% suelo seco)			

**\*TEXTURA (USDA)(SUE0008) : Arcillosa**



## 1.-NIVELES.



## 2.-EXTRACTO 1:2 (SUELO:AGUA).

DETERMINACIÓN							NIVELES
pH	8.90						6.50 - 7.50
Conductividad eléctrica	0.598 (mS/cm)						0.75 - 1.50
S.A.R.	4.40						<10
Elementos en el extracto	Resultado informe		mg/l	meq/l	mmol/l	NIVELES OPTIMOS (mmol/l)	
Sulfatos	3.55 (meq/l)	1502.93 Kg/Ha	170.40	3.55	1.78	< 2	
Cloruros	0.633 (meq/l)	198.20 Kg/Ha	22.47	0.63	0.63	< 3	
Nitratos	2.83 (mg/kg de N)	12.47 Kg(N)/Ha	6.26	0.10	0.10	1.50 - 4	
Sodio	3.91 (meq/l)	793.18 Kg/Ha	89.93	3.91	3.91	< 3	
Potasio	0.201 (meq/l)	83.18 Kg(K2O)/Ha	7.86	0.20	0.20	0.75 - 2	
Calcio	0.638 (meq/l)	157.56 Kg(CaO)/Ha	12.76	0.64	0.32	1 - 2	
Magnesio	0.937 (meq/l)	166.57 Kg(MgO)/Ha	11.38	0.94	0.47	0.63 - 2	
Fósforo							



### 3.- CAPACIDAD DE CAMBIO CATIÓNICO (C.I.C).

DETERMINACIÓN	meq/100 g suelo	ÓPTIMO	ppm	(%)	NIVEL	
<i>C.I.C. (suma de cationes)</i>	8.96	10 - 20			BAJO	-
<i>Calcio</i>	3.89	6 - 10.50	778.00	43.42	BAJO	4812.98 Kg(CaO)/Ha
<i>Magnesio</i>	3.94	1.30 - 3	478.71	43.97	ALTO	3503.11 Kg(MgO)/Ha
<i>Potasio</i>	0.62	0.70 - 1.20	241.25	6.89	BAJO	1276.68 Kg(K <sub>2</sub> O)/Ha
<i>Sodio</i>	0.51	< 0.50	117.07	5.68	ALTO	516.28 Kg/Ha
<i>Relación Calcio/Magnesio</i>	0.99	1 - 10			BAJO	-
<i>Relación Potasio/Magnesio</i>	0.16	0.20 - 0.50			BAJO	-
<i>Saturación Sodio (%)</i>	5.68	< 7			NORMAL	-

### 4.- ELEMENTOS ASIMILABLES y OTRAS DETERMINACIONES.

MICROELEMENTOS ASIMILABLES		ÓPTIMO		
BORO (ppm):	4.01	1.50 - 3	ALTO	17.68 Kg/Ha
HIERRO (ppm):	2.96	2 - 4	NORMAL	13.05 Kg/Ha
MANGANESO (ppm):	1.04	1 - 3	NORMAL	4.59 Kg/Ha
COBRE (ppm):	0.19	1.20 - 2	MUY BAJO	0.84 Kg/Ha
ZINC (ppm):	0.22	1.25 - 2.50	MUY BAJO	0.97 Kg/Ha
MOLIBDENO (ppm):				
MACROELEMENTOS ASIMILABLES		ÓPTIMO		
FÓSFORO (ppm):	1.78	30 - 50	MUY BAJO	17.98 Kg(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )/Ha
SODIO (ppm):	297.00	< 250	ALTO	1309.77 Kg/Ha
POTASIO (ppm):	257.00	280 - 420	BAJO	1360.04 Kg(K <sub>2</sub> O)/Ha
CALCIO (ppm):	804.00	1300 - 3200	BAJO	4963.90 Kg(CaO)/Ha
MAGNESIO (ppm):	502.00	140 - 460	ALTO	3670.51 Kg(MgO)/Ha
OTRAS DETERMINACIONES		ÓPTIMO		
CALIZA TOTAL (%):	39.30	10 - 20	ALTO	1733.13 Tn/Ha
CALIZA ACTIVA (%):	14.10	6 - 9	ALTO	621.81 Tn/Ha
MATERIA ORGÁNICA (%):	0.14	3 - 4	MUY BAJO	6.17 Tn/Ha
NITRÓGENO (%):	0.03	0.10 - 0.21	MUY BAJO	1402.38 Kg(N)/Ha

### 5.- CONSIDERACIONES FINALES.

- **SALINIDAD.-** No Salino. Los iones más tóxicos, Sodio y Cloruros se encuentran en una concentración alta y normal, respectivamente. La sodicidad del Suelo o Saturación de Sodio es normal.
- **FERTILIDAD.-** De los datos observados en la tabla de fertilidad, el Nitrógeno, presenta un nivel muy bajo, así como el valor de la Materia Orgánica, para este tipo de suelo; el Nitrógeno Nitrico, muy bajo, esta fracción de Nitrógeno es bastante fluctuante. Potasio asimilable, presenta nivel bajo.
- **OTRAS DETERMINACIONES.-** Destacar, que es un suelo pesado (alto porcentaje de arcilla), con contenido alto de Caliza y con pH alto



En general se observa una muy baja fertilidad del suelo, un pH muy elevado y muy bajos niveles de nutrientes, salvo de calcio, consecuencia que la tierra aportada ha sido de niveles profundos del subsuelo, no de la capa arable, al objeto de evitar tierras salinizadas por cultivos reiterados muchos años y para que fuera lo más “estéril” posible, dentro de buscar buenas características texturales.

El sentido que tiene hacer análisis de suelos en la Ley 3/2020 de protección y recuperación del Mar Menor es básicamente para determinar la cantidad de N orgánico en el suelo al inicio del cultivo y realizar el cálculo de su mineralización en años posteriores (50% primer año, 30% segundo año y 20% tercer año). Así podemos realizar un balance de N en nuestro cultivo.

También hay que tener en cuenta para este balance el valor de los nitratos al inicio del cultivo y de fósforo, esto es lo que dice la Ley 3/2020:

*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.*

*9. 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.*

Los análisis de suelos que ofrecen los laboratorios suelen dar el dato de nitratos como mg/kg de N en el extracto acuoso y fósforo asimilable (mg/kg) y también la materia orgánica en % y el N total en %. Son los valores que pide la Ley. Entiendo que en regadíos habrá que hacer el análisis anualmente, para poder calcular el balance de N del suelo.

Comparando entre el análisis antes del cultivo y los análisis posteriores, se aprecian en general pocas variaciones en cuanto a los elementos que aportan la fertilidad al suelo. Los nitratos pasan de 11,1 mg/kg en el inicio del cultivo (tras el cultivo de lechuga) a 18,2 a los 20 cm y 12,5 a los 60 cm, lo que se interpreta como que el abonado nitrogenado ha enriquecido el suelo en nitratos por los aportes para sacar adelante la cosecha de melón. Este “enriquecimiento” se pone de manifiesto también en la materia orgánica, que se eleva de 0,65% en el suelo inicial al 0,75%, favorecido por el aporte de compost en la plantación.

Tanto el fósforo Olsen como el potasio presentan valores similares al inicio y al final del cultivo, lo que indica que se ha realizado una aportación adecuada a las necesidades del cultivo; aunque el calcio ha pasado de 3,64 mg/kg a 1,18, sin duda por las extracciones del melón. Los demás parámetros (capacidad de intercambio catiónico, CE y capacidad de campo) se mantienen en unos



valores similares en los primeros 20 cm, como era de esperar, ya que un solo cultivo no debe alterar mucho estos valores.

En lo que respecta las diferencias entre el suelo a 20 cm y el suelo a 60 cm, pese a que en el inicio (cuando se rellenaron los lisímetros) no las había, con dos cultivos sucesivos se van viendo diferencias significativas, como consecuencia de los aportes de materia orgánica, fertilizantes y restos de vegetales. Así por ejemplo, el fósforo pasa de 24,5 mg/kg en superficie a 5 en profundidad, el potasio de 0,872 mg/kg a 0,201, los nitratos de 18,2 a 12,5 mg/kg y el calcio de 1,18 a 0,638 mg/kg. La presencia de nitratos en las capas más profundas es indicativo de su carácter de elemento lixiviable, lo que se constatará con los depósitos en el fondo de los lisímetros.

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

Realizada en 2021 la infraestructura de diez lisímetros de unos 100 metros cuadrados y de 0,8 m de profundidad, impermeabilizados mediante lámina plástica de PE de 1,5 mm de espesor y con un adecuado sistema de drenaje y depósitos de recogida de drenajes individuales y enterrados de 100 l de capacidad, disponemos de la instalación suficiente para evaluar el volumen lixiviado en cada tratamiento y la concentración de nitratos, que se medirá en espectrofotómetro.

Se precisa de la instalación de un cabezal de riego completo e independiente, necesitando llevar la red de tuberías secundarias a las parcelas lisimétricas, para lo que se realizará una instalación de riego para riego por goteo, entroncando con la red de tuberías secundarias, colocación de depósitos de abonado con su correspondiente bombeo y programador y montaje de toda la red de riego. Esta infraestructura no ha podido ser realizada en 2022.

Las parcelas lisimétricas se aislaron del suelo mediante un recubrimiento de lámina plástica de polietileno de espesor suficiente para asegurar su resistencia y estanqueidad, recubierta con una lámina de geotextil para protegerla posibles roturas producidas por la capa de grava drenante. Para la recogida de lixiviados se le dio a las parcelas una pendiente del 2% en su diagonal, y se instaló una tubería rígida perforada en el fondo (9,8 m, Ø63 mm) que desague en el punto más bajo de las mismas. Los lixiviados de cada una de las parcelas fueron conducidos mediante tuberías hasta sus correspondientes depósitos de recogida, situados en el punto más bajo de la instalación, uno por cada parcela.



La plantación se realizó en las fechas en las que sea habitual para los cultivos hortícolas del Campo de Cartagena y en las condiciones limitativas que establece la Ley de recuperación y protección del Mar Menor.



Foto 5. Preparación de la tierra para el cultivo de melón en las parcelas lisimétricas (16/03/2022).



Foto 6. Aportación de compost en las líneas de goteros (08/04/2022).





Foto 7. Plantación de melón a punto de levantar el geotextil (11/05/2022).





Foto 8. Primeras habas nacidas (10/10/2022).

### 3.5. Riegos y abonados.

En cumplimiento del artículo 53 de la Ley 3/2020 (limitaciones adicionales relativas al riego en la zona 1. 1), que establece que será obligatoria la instalación de sensores de humedad, tensiómetros o cualquier otro dispositivo que sirva de apoyo para una gestión eficiente del agua en todo el perfil de suelo afectado por el riego; para el control del riego se ha dispuesto de dos sondas en la parcela lisimétrica (colocadas a 20 y 60 cm de profundidad), para el control de la humedad volumétrica del suelo. Evidentemente, se ha controlado la cantidad de nitratos por el drenaje y su concentración, medida en los depósitos y el volumen de agua mediante caudalímetros.





Foto 9. Colocación de dispositivos de control del riego, sondas de humedad y caudalímetros (13/04/2022).



Foto 10. Dispositivo de control de humedad en suelo instalado en el cultivo de melón (16/06/2022).





Foto 11. Cultivo de habas, con 4 dispositivos de control del riego (21/11/2022).

El riego se ha realizado simultáneamente en las diez parcelas, mediante bombeo impulsando un caudal aproximado de 25 m<sup>3</sup>/h a una presión de 5,5 Kg/cm<sup>2</sup>, respetando las limitaciones establecidas en el artículo 53 de la Ley 3/2020, así como las limitaciones adicionales relativas a la fertilización del artículo 52 y las limitaciones en el uso de fertilizantes minerales del artículo 40.

Los valores de nitratos (nitratos al inicio del cultivo) en el suelo son muy inferiores a 100 mg/kg suelo, por lo que no ha sido necesario aplicar un factor de agotamiento superior al 40 por 100.

**A continuación se reflejan algunos de los datos obtenidos de las sondas de humedad volumétrica del suelo y su interpretación.**

#### **Interpretación de curvas de humedad y drenajes recogidos**

Podemos ver en las siguientes gráficas diferentes ejemplos de cómo detectan las sondas de humedad distintas duraciones de riego, y los drenajes obtenidos en los prototipos de minilímetros instalados y su correlación con el drenaje profundo medido en él y lisímetro de la parcela total.

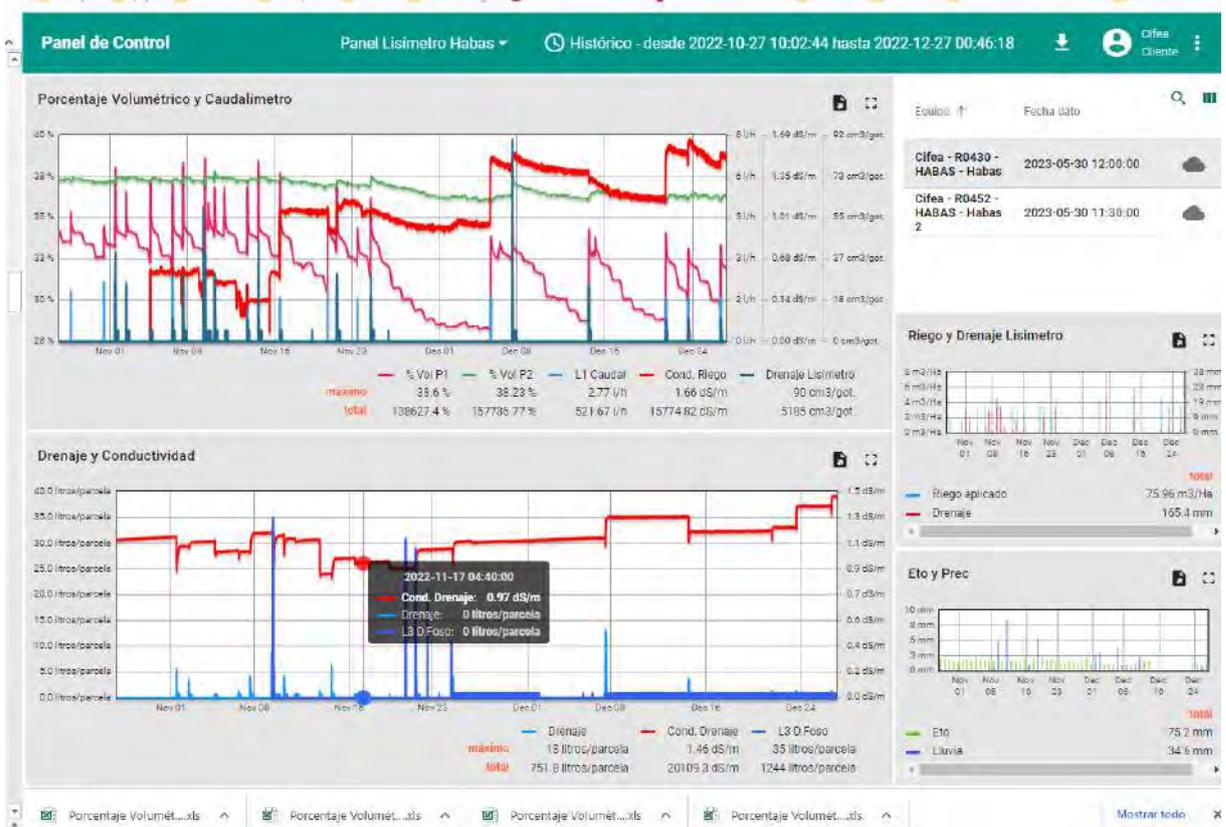
Las curvas de humedad que nos generan las sondas conectadas en tiempo real al ordenador o teléfono móvil y con alta frecuencia de datos, permiten ver con precisión la evolución del agua en el suelo.

Los riegos y las lluvias provocan subidas bruscas de humedad al avanzar el frente húmedo a capas más profundas.

La evapotranspiración del cultivo genera bajadas suaves de humedad acordes a la insolación en cada franja horaria y el desarrollo del cultivo.

Las ondulaciones recogidas en sondas profundas concuerdan con el drenaje generado en profundidad, como vamos a ver a continuación con los minilímetros y lisímetros instalados en el CIFEA.

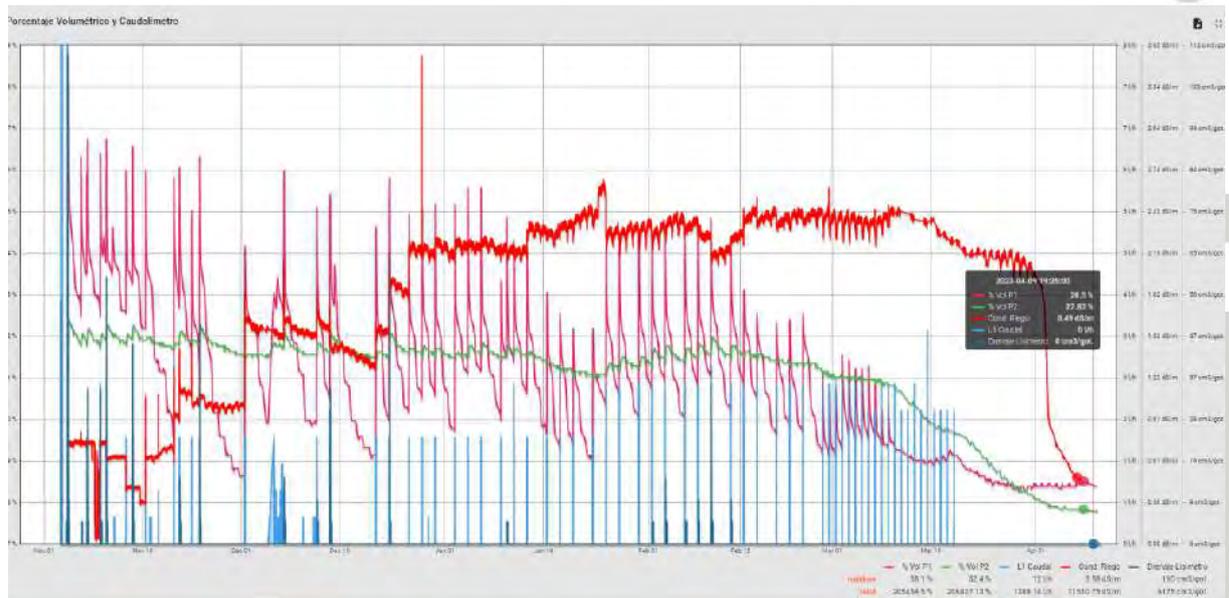




### Ciclo cultivo habas de noviembre a abril

Evolucion humedad del suelo a dos profundidades

Riego, drenaje y CE



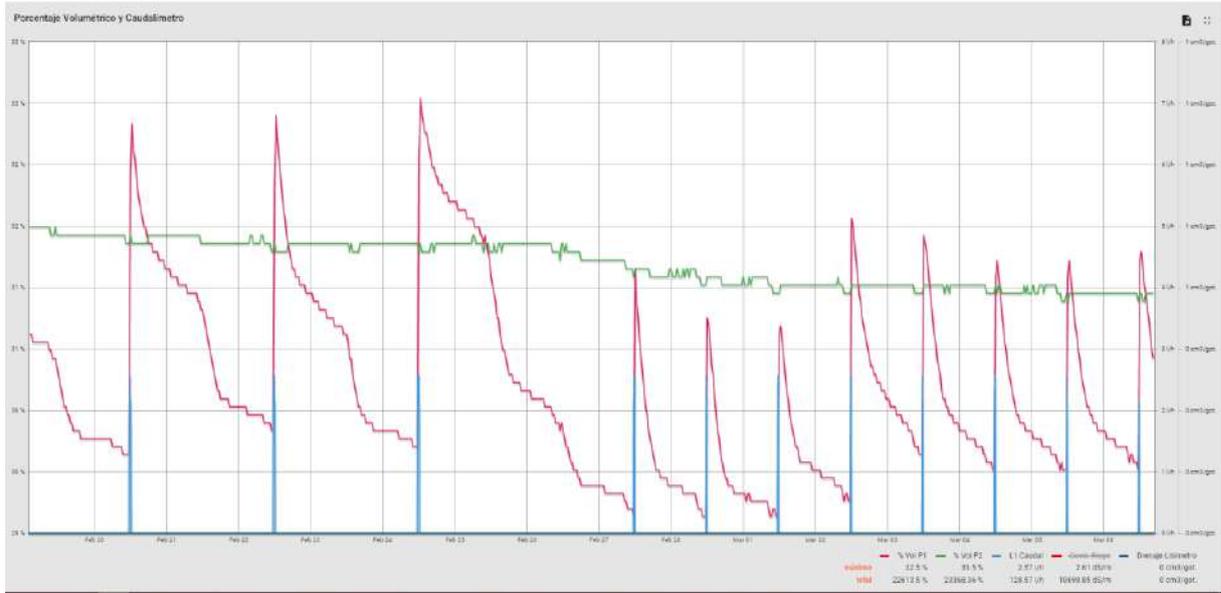
16/01/2025 12:51:01

Este es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico administrativo archivado por la Comunidad Autónoma de Murcia, según artículo 27.3.c) de la Ley 39/2015. Los firmantes y las fechas de firma se muestran en los recuadros. Su autenticidad puede ser contrastada accediendo a la siguiente dirección: <https://sede.carm.es/verificardocumentos> e introduciendo el código seguro de verificación (CSV) CARM-4515a7b-4d00-ac65-b607-005059934e7



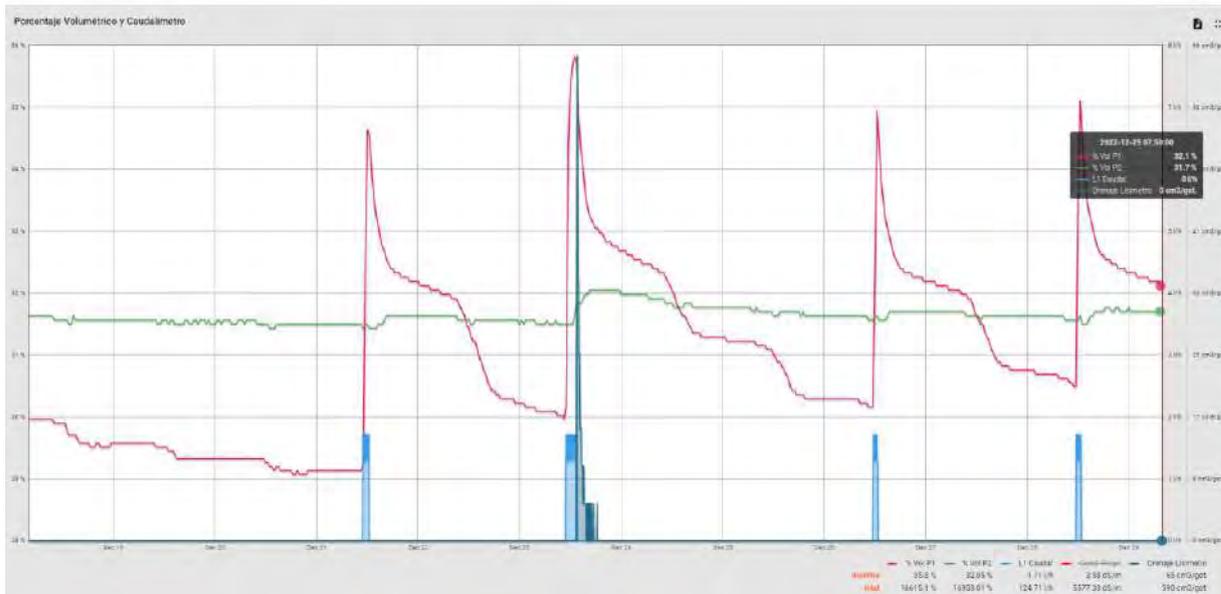
**Resultados de periodicidad del riego**

Riego cada tres, dos y un día



**Drenaje registrado en milisimetro**

Según la duración del riego 30 y 50 minutos



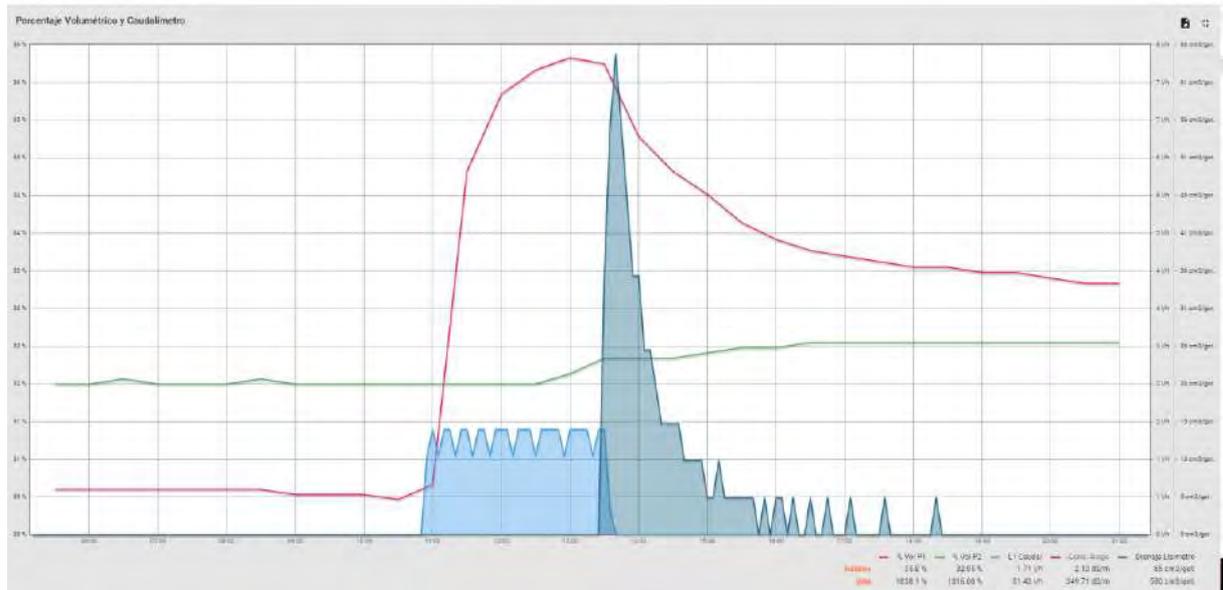
16.01.2023 12:51:01

Esto es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico administrativo archivado por la Comunidad Autónoma de Murcia, según artículo 27.3.c) de la Ley 39/2015. Los firmantes y las fechas de firma se muestran en los recuadros. Su autenticidad puede ser contrastada accediendo a la siguiente dirección: <https://sede.carm.es/verificadores> e introduciendo el código seguro de verificación (CSV) CARM-4515a72b-4d00-ac65-b607-0050569b34e7



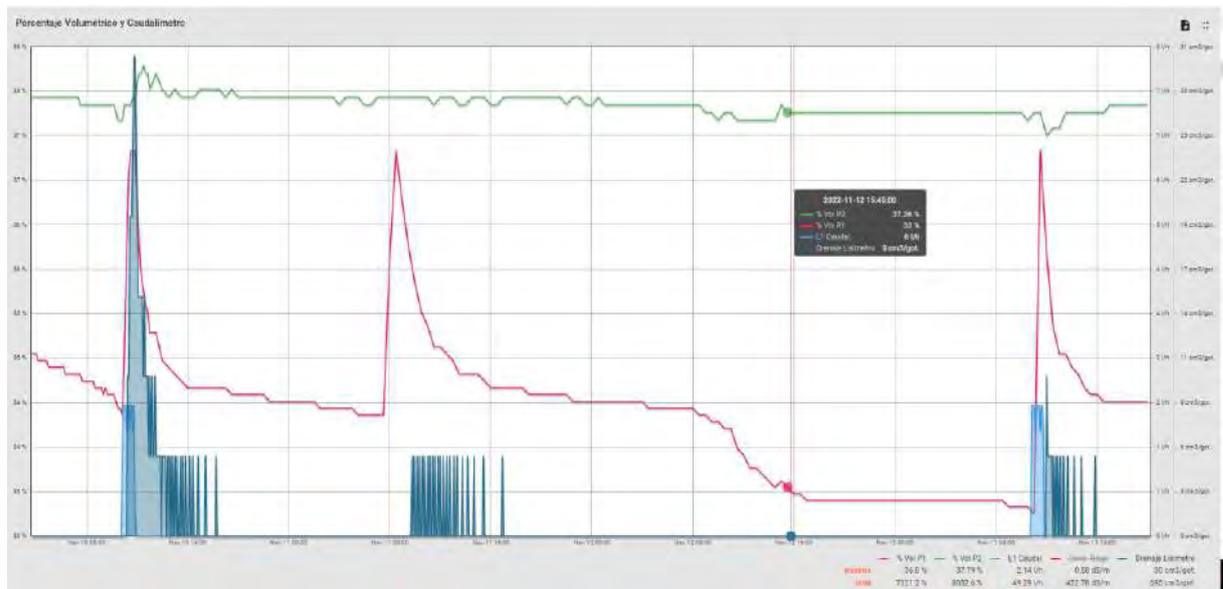
**Curva de drenaje en minilímetro**

Evolución típica sondas de humedad y drenaje



**Registro de drenaje en minilímetro con lluvia**

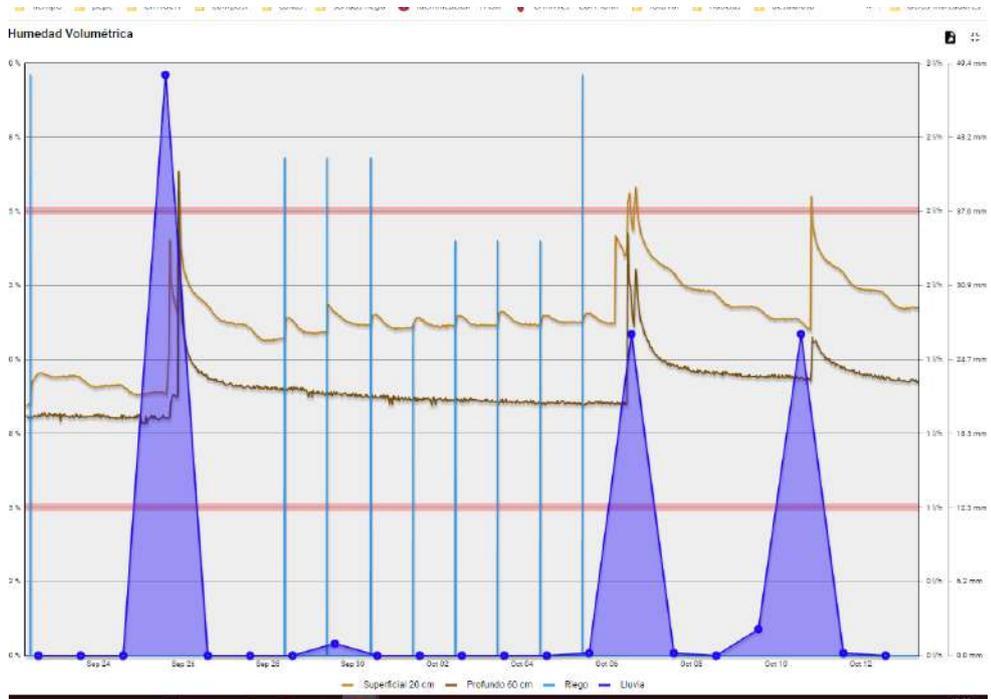
Lluvia 8 mm después de riego



16.01/2023/12:51:01  
 VABO VLEDO PLACIDO  
 Esto es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por la Comunidad Autónoma de Murcia, según artículo 27.3.c) de la Ley 39/2015. Los firmantes y las fechas de firma se muestran en los recuadros. Su autenticidad puede ser contrastada accediendo a la siguiente dirección: <https://sede.carm.es/verificadores> e introduciendo el código seguro de verificación (CSV) CARM-4515a72b-4d00-ac65-b607-005056934e7

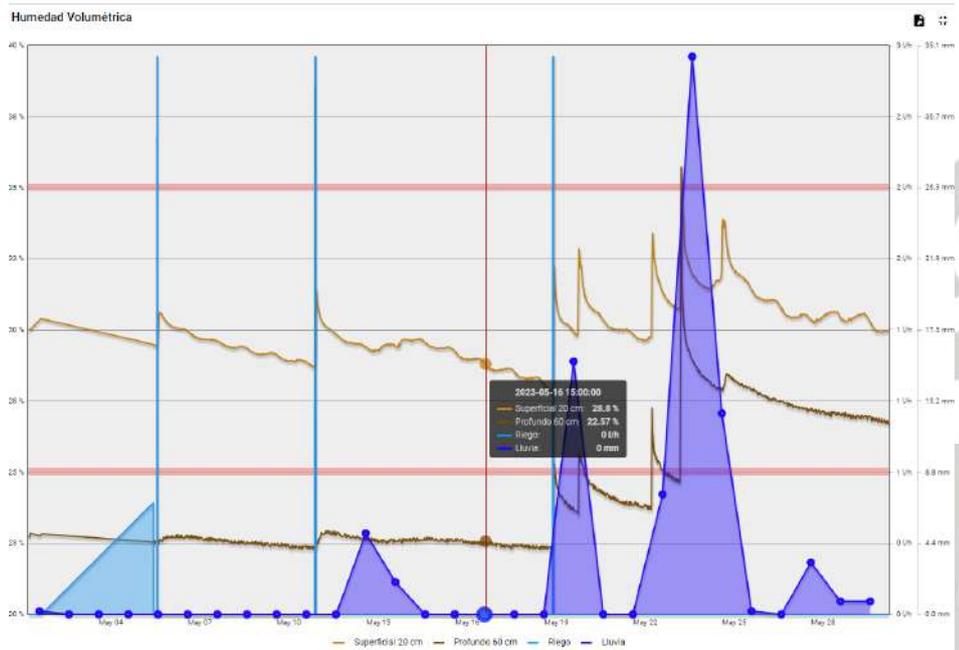


**Sondas CRCC . Set-oct 2022 habas. Drenaje por lluvia**



**Sondas CRCC**

Mes de mayo 2023 con melón



16/01/2025 12:51:01

Esto es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico administrativo archivado por la Comunidad Autónoma de Murcia, según artículo 27.3.c) de la Ley 39/2015. Los firmantes y las fechas de firma se muestran en los recuadros. Su autenticidad puede ser contrastada accediendo a la siguiente dirección: <https://sede.carm.es/verificadores> e introduciendo el código seguro de verificación (CSV) CARM-4515a72b-4d00-ac65-b607-005056934e7





Foto 12. Lisímetros drenando a los depósitos tras lluvias (21/04/2022).

Se aplicó como abonado orgánico sólo compost en las mesetas de cultivo, una vez realizadas estas, con una dosis de 800 kg para toda la parcela (8.000 kg/ha).

Se ha diseñado lo que hemos llamado “minilímetro” con el objetivo de comparar con los lisímetros de drenaje profundo la lixiviación. La intención es que sea una infraestructura que sirva para instalarla en explotaciones de agricultores, si se corroboran los datos con los de los lisímetros profundos.

El minilímetro se coloca a 60 cm de profundidad, en un agujero de unos 25 cm de diámetro abierto con barrena y bajo uno de los goteros. Lleva un sensor que permite determinar cuando llega el agua y el volumen de agua en el mismo. De esta manera estamos reproduciendo el lisímetro que tenemos a 1,50 m de profundidad con un diseño casero y sencillo que si sería factible de instalar en explotaciones agrícolas.

Los resultados preliminares indican que sí es un buen predictor de lo que drena a capas profundas, lo que ha quedado reflejado en las tablas anteriores. Este diseño sencillo puede permitir al agricultor reproducir lo que ocurriría en lisímetros de drenaje profundos, con una instalación abordable y sencilla.





Foto 13. Colocación de dispositivo de minilísimos de 20 cm en cultivo de habas (31/10/2022).

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

Sólo se han realizado tratamientos fitosanitarios contra hongos en melón y ninguno en habas y las malas hierbas se han quitado manualmente, aunque ha habido pocas gracias a que el suelo estaba poco sembrado, por proceder de un relleno de subsuelo profundo.





Foto 14. Aplicación de azufre en polvo por su efecto fungicida contra el oídio y acaricida (23/05/2022).



Foto 15. Golpes de sol en frutos y hojas afectadas por oídio en las últimas etapas del cultivo de melón (16/08/2022).

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

##### 4.1 Parámetros y controles realizados.

Durante todo el ciclo de cultivo de melón se han realizado análisis del agua y de la concentración de nitratos y otros seis iones del agua extraída en los drenajes profundos.





Foto 16. Toma de muestras de drenajes para análisis de nitratos (16/12/2022).

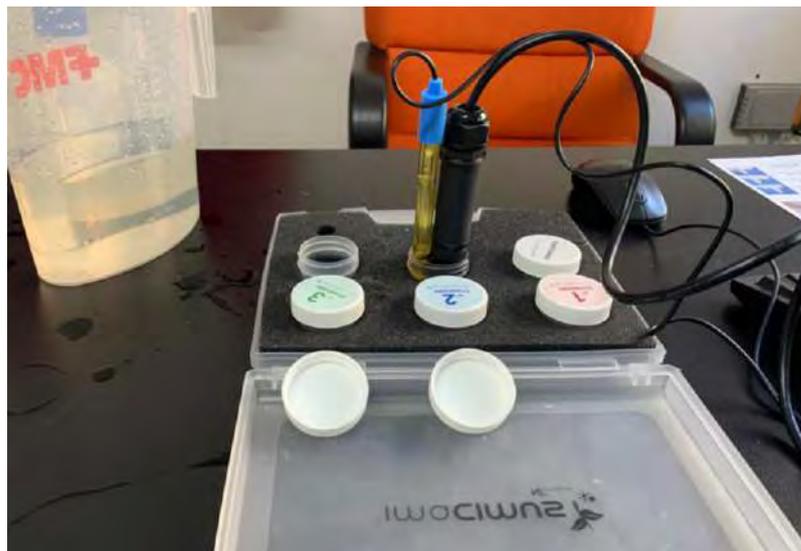


Foto 17. Análisis de 10 parámetros de los lixiviados (27/12/2022).



### 4.3 Resultados: lixiviados y nitratos.

#### Determinación de nitratos en los drenajes

La medida de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> precisa de equipos de laboratorio, no existiendo actualmente sondas fiables para los niveles exigidos (37,5 ppm) y para medidas en continuo, como las de CE o pH.

Hemos empleado para analizar inicialmente las muestras de drenajes los equipos de Imacimus expuestos en esta Jornada Técnica, con resultados aceptables, que han sido contrastados con el espectrofotómetro de que se dispone en el laboratorio del CIFEA de Torre-Pacheco.



Foto 18. Espectrofotómetro para analizar los nitratos de los lixiviados (27/12/2022).

Se realizó recogida de lixiviados en los 10 depósitos del foso de los lisímetros con una carencia casi semanal, efectuando en total 7 recogidas de lixiviados en el cultivo del melón y 11 durante el ciclo de cultivo de lechuga. Los datos medios de los iones medidos en sonda IMACIMUS de los 10 lisímetros de drenaje se ofrecen en las siguientes tablas:

#### RESULTADOS DE MEDICIÓN DE IONES EN LIXIVIADOS. CULTIVO DE MELÓN.

FECHA	Ca	Cl	K	Na	NH4	NO3	Mg	pH
06/04/2022	40,4	303,2	195,0	579,8	1,07	143,9	56,7	8,11
07/04/2022	50,1	265,4	20,1	512,6	1,1	161,0	61,5	8,20

16.01/2023 12:51:01  
 VABO VLEDO. PLACIDO  
 Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico administrativo archivado por la Comunidad Autónoma de Murcia, según artículo 27.3.c) de la Ley 39/2015. Los firmantes y las fechas de firma se muestran en los recuadros. Su autenticidad puede ser contrastada accediendo a la siguiente dirección: <https://sede.carm.es/verificardocumentos> e introduciendo el código seguro de verificación (CSV) CARM-4515a72b-4d00-ac65-b607-0050569b34e7



11/04/2022	41,43	324,5	15,45	661,7	0,94	206,4	69,8	8,26
13/05/2022	46,89	191,2	18,22	508,8	1,11	122,5	46,3	7,85
19/05/2022	36,6	216,6	19,1	479,7	1,02	138,2	45,3	8,02
26/05/2022	43,3	273,8	16,9	527,5	1,07	137,0	75,7	7,81
02/06/2022	33,5	243,7	17,7	497,7	1,1	114,2	49,9	8,43
<b>TOTAL</b>	<b>41,74</b>	<b>259,8</b>	<b>43,21</b>	<b>538,26</b>	<b>1,05</b>	<b>146,17</b>	<b>57,9</b>	<b>8,09</b>

Tabla 1. Medida de siete iones y pH en lixiviados profundos en el cultivo de melón en mg/l (media de los 10 lisímetros).

#### RESULTADOS DE MEDICIÓN DE IONES EN EL AGUA DE RIEGO. CULTIVO DE MELÓN.

FECHA	Ca	Cl	K	Na	NH4	NO3	Mg	pH
TOTAL	53,55	134,24	129,46	70,97	5,235	215,52	18,40	6,91

Tabla 2. Medida de siete iones y pH en agua de riego en el cultivo de melón en mg/l.

Para una concentración media aplicada en el agua de riego (fertirrigación) de 215,52 mg/l, se han dado unas concentraciones de nitratos en los lixiviados profundos medias de 146,17 mg/l; es decir que un 67,82% de la concentración de nitrato mineral percolado respecto al aplicado, proveniente parte de este percolado de la mineralización de la materia orgánica aplicada.

De estas mediciones se observa cómo el hecho de que hay que ajustar más las dosis de N aplicadas al ciclo del cultivo, observándose como en el periodo inicial la lixiviación es mayor, proveniente de la mineralización de la materia orgánica así como del nitrógeno mineral aplicado, ya que las plantas aún son muy pequeñas y no tienen suficientes raíces para captarlo; motivo por el cual hay que ajustar la fertirrigación al estadio de desarrollo de la planta.



**RESULTADOS DE MEDICIÓN DE IONES EN LIXIVIADOS. CULTIVO DE HABAS.**

FECHA	Ca	Cl	K	Na	NH4	NO3	Mg	pH
05/09/2022	25,6	0	15,7	164,3	4,6	178,2	26,8	7,75
21/09/2022	28,37	388,5	15,2	360,9	1,1	72,5	27,5	7,79
29/09/2022	29,7	207,8	13,2	390,0	1,03	70,7	36,7	7,79
11/10/2022	0	477,8	13,9	332,1	0,87	81,4	0	8,00
17/10/2022	23,2	341,3	16,4	441,2	1,05	113,3	40,6	7,99
22/11/2022	35,11	0	14,3	394,33	0,9	81,9	37,7	7,82
01/12/2022	32,2	0	13,3	395,3	0,78	90,8	45,6	7,90
15/12/2022	24,6	251,2	16,5	419,1	0,98	106,2	39,2	8,05
23/12/2022	26,5	344,2	68,8	196,0	2,9	82,2	27,6	7,23
10/01/2023	32,7	0	13,6	385,5	8,2	128,7	47,1	8,27
24/02/2023	33,5	0	11,94	433,2	7,0	133,4	45,0	8,34
<b>TOTAL</b>	<b>26,5</b>	<b>182,8</b>	<b>19,35</b>	<b>355,6</b>	<b>2,67</b>	<b>103,57</b>	<b>33,98</b>	<b>7,90</b>

Tabla 3. Medida de siete iones y pH en lixiviados profundos en el cultivo de habas en mg/l (media de los 10 lisímetros).

16/01/2025 12:51:01

VARO VLEDO. PLACIDO

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico administrativo archivado por la Comunidad Autónoma de Murcia, según artículo 27.3.c) de la Ley 39/2015. Los firmantes y las fechas de firma se muestran en los recuadros. Su autenticidad puede ser contrastada accediendo a la siguiente dirección: <https://sede.carm.es/verificadores> e introduciendo el código seguro de verificación (CSV) CARM-4515a72b-4d00-ac65-b607-005056934e7



El cultivo de habas se realizó sobre el cultivo de melón y su objetivo era captar los nutrientes del cultivo anterior, siendo a la vez un cultivo comercial viable. Se han conseguido los dos objetivos, con una producción de habas aceptable y a la vez sin abonado mineral alguno.

Es significativo el hecho de que a pesar de no haberse realizado abonado alguno durante el ciclo de cultivo de las habas, se ha producido lixiviación de casi todos los iones, (Ca, Cl, K, Na,  $\text{HN}_4$ ,  $\text{NO}_3^-$ , Mg). En lo que se refiere a los nitratos, se ha lixiviado una concentración media de 103,75 mg/l durante todo el periodo (asociado al agua de riego percolada), dato significativo teniendo en cuenta la ausencia de abonado mineral. Los valores de presencia en el acuífero que marca la Directiva de Nitratos son de 50 mg/l y las medidas cautelares de Confederación Hidrográfica del Segura los marcan en 35 mg/l.

No quiere decir que una percolación en el cultivo a 1,60 m de profundidad de 103,75 mg/l esté incumpliendo la Directiva, puesto que ese percolado se disolverá con agua de lluvia y a lo largo de su camino hacia el acuífero; pero es indicativo de la dificultad de reducir el lixiviado de nitratos en los cultivos por debajo de estos valores (100 mg/l), ya que actúan factores como la mineralización de la materia orgánica, desajustes entre abonado y ciclo del cultivo, volumen de cosecha no conseguido (por todo tipo de problemas agronómicos), condiciones climáticas adversas para la absorción de los nitratos, lluvias que arrastran nitratos, plagas y enfermedades, etc.

Las pérdidas más importantes de nitratos se han producido de septiembre a noviembre, porque es cuando se ha producido la mayor parte de drenaje de agua (por las lluvias). Las concentraciones de nitratos medidas a partir de esas fechas han sido sobre volúmenes de drenajes muy pequeños, como se ve en el siguiente apartado.

### Volumen de drenajes obtenido

El resumen del volumen de drenajes obtenidos con riegos y precipitaciones durante gran parte del cultivo de habas es el siguiente:

fecha	Precipitación (mm)	Riego (mm)	Drenaje (mm)
22-sep.-22			
30-sep.-22	54		20
11-oct.-22	56		37
17-oct.-22	0		12
23-nov.-22	20		8
01-dic.-22	4	55	2
16-dic.-22	13		2
10-ene.-23	0		4
03-feb.-23	5	99	0
24-feb.-23	1	37	5
17-abr.-23	3	29	0
<b>Total</b>	<b>156</b>	<b>220</b>	<b>91</b>

Tabla 4. Precipitación, riego y drenaje en el cultivo de habas.

16.01/2023.12.51.01  
 VABO.VLEDO.PLACIDO  
 Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico administrativo archivado por la Comunidad Autónoma de Murcia, según artículo 27.3.c) de la Ley 39/2015. Los firmantes y las fechas de firma se muestran en los recuadros. Su autenticidad puede ser contrastada accediendo a la siguiente dirección: <https://sede.carm.es/verificardocumentos> e introduciendo el código seguro de verificación (CSV) CARM-4515a72b-4d00-ac65-b607-005569b34e7



Es muy significativo el hecho de que el 84,61% del volumen de agua lixiviado ha sido debido a las lluvias, en septiembre-noviembre, periodo en el cual no se regó el cultivo. Debido a que las habas ya estaban arraigadas y crecidas, los riegos (ajustados a las necesidades) no provocaron casi drenaje. Todo esto es indicativo de la importancia de las condiciones climáticas en los procesos de drenaje y lixiviado de nitratos en los cultivos hortícolas, no pudiendo ser controladas por el agricultor.



Foto 19. Depósitos de drenaje llenos por lluvia intensas de primavera (foto 22/03/2022).





Foto 20. Aspecto de la parcela lisimétrica tras intensas lluvias de 90 mm en octubre (06/10/2022).

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

Se ha cuantificado la cosecha, pesando cada recolección de melón, aceptando como comerciales los frutos sin daños por enfermedades o insectos, uniformes y en su estado correcto de madurez.



Foto 21. Frutos recién cuajados (26/05/2022).





Foto 22. Melón a punto de ser recolectado (20/06/2022).



16.01/2025.12.51.01

VARO VICEDO, PLACIDO

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico administrativo archivado por la Comunidad Autónoma de Murcia, según artículo 27.3.c) de la Ley 39/2015. Los firmantes y las fechas de firma se muestran en los recuadros. Su autenticidad puede ser contrastada accediendo a la siguiente dirección: <https://sede.carm.es/verificadores> e introduciendo el código seguro de verificación (CSV) CARM-4515a72b-4d00-ac65-b607-0050569b34e7





Foto 23. Tercer corte de melón (04/07/2022).



16.01/2023.12.51.01

VARÓ VICEO. PLACIDO

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico administrativo archivado por la Comunidad Autónoma de Murcia, según artículo 27.3.c) de la Ley 39/2015. Los firmantes y las fechas de firma se muestran en los recuadros. Su autenticidad puede ser contrastada accediendo a la siguiente dirección: <https://sede.carm.es/verificadores> e introduciendo el código seguro de verificación (CSV) CARM-4515a72b-4d00-ac65-b607-0050569b34e7





Foto 24. Control de calidad en melón. Las dos primeras fotos (20/06/2022) y las dos siguientes (06/07/2022).

Se recolectó por cada lisímetro un cuadro de 4 x 1 m<sup>2</sup>. Para controlar la producción. La recolección ha dado una media de 10,5 kg de melones por m<sup>2</sup>, datos muy comerciales. La producción comercial de melones ha sido de 105.000 kg/ha.

Los datos corroboran que la producción de melones ha sido la normal en el Campo de Cartagena, lo que permite conocer lo que se lixivia en las condiciones en las que hemos desarrollado nuestro cultivo, que sería un buen cultivo de la zona. La producción de habas no ha sido cuantificada, pero se considera igualmente normal para este cultivo.



Foto 25. Melones preparados para cata (29/06/2022).



#### 4.5 CONCLUSIONES.

Se establecieron en el CIFEA de Torre-Pacheco 10 lisímetros al aire libre para determinar la cantidad de nitratos lixiviados y el drenaje en distintas condiciones de cultivo, riego y abonado y un cultivo de lechuga esta primera anualidad para determinar el funcionamiento del sistema.

Se construyeron 10 lisímetros con superficies de 96 m<sup>2</sup> cada uno y de 0,6- 0,8 m de profundidad, impermeabilizados mediante lámina plástica de PE de 1,5 mm de espesor y con 10 depósitos de recogida de drenajes individuales y enterrados de 100 l cada uno, con contador asimismo individual del percolado.

Construida la infraestructura, en esta la anualidad 2021 se ha realizado en la segunda anualidad un cultivo de melón seguido de otro de habas sin abonado alguno.

De los resultados obtenidos en estos cultivos se han podido obtener las siguientes conclusiones:

- Las sondas para el control de la humedad volumétrica del suelo son efectivas para para el control del riego. Se dispusieron dos sondas en la parcela lisimétrica (colocadas a 20 y 60 cm de profundidad), controlando en todo el ciclo que los valores de humedad estuvieran entre la capacidad de campo y el punto de marchitamiento.
- La fracción de materia orgánica debe ser controlada mediante análisis de la riqueza en N, ya que con lluvias puede suponer una parte importante del nitrato lixiviado. La calculadora de nitrógeno estima adecuadamente este parámetro.
- La mayor parte del nitrato lixiviado se ha producido en el periodo inicial del cultivo, reduciéndose bastante al final del ciclo. Ello es debido a que cuando las plantas están pequeñas, las aportaciones han sido mayores que lo que estas podían extraer, percolándose por lo tanto el nitrato sobrante. Los datos corroboran la importancia a de regular el abonado en función del ciclo de cultivo, es decir, de sincronizar bien los aportes y las extracciones.
- Se recolectó una media de 10,5 kg de melón por m<sup>2</sup>, lo que equivale a 105.000 kg de melón comercial por ha. La producción de melón y habas ha sido la normal en el Campo de Cartagena y aplicando los instrumentos que tenemos a nuestro alcance (calculadora de nitrógeno, dispositivos de control del riego) las pérdidas de nitratos no son altas; y nos han permitido conocer lo que se lixivia en las condiciones en las que hemos desarrollado nuestro cultivo, que sería un buen cultivo de la zona.



- Las curvas de humedad que nos generan las sondas conectadas en tiempo real al ordenador o teléfono móvil y con alta frecuencia de datos, permiten ver con precisión la evolución del agua en el suelo. Los riegos y las lluvias provocan subidas bruscas de humedad al avanzar el frente húmedo a capas más profundas.
- Las habas se han cultivado sin fertilización nitrogenada, con un óptimo desarrollo vegetativo y alta producción, aun así, hemos comprobado que se obtienen valores de nitratos por encima de 37,5 ppm, lo que puede deberse a múltiples factores, como la compleja evolución del nitrógeno en sus diferentes formas (nitrato, nitrito, amonio, etc) en el suelo, así como la fijación de nitrógeno atmosférico por las leguminosas, y posibles restos de nitrógeno del cultivo de melón anterior.
- Hay una estrecha relación entre los minilísimetros diseñados y construidos en el CIFEA y el drenaje de los lisímetros profundos, por lo que podría ser un buen instrumento para colocar en explotaciones comerciales que nos de datos precisos de lixiviados a capas profundas.
- Para una concentración media aplicada en el agua de riego (fertirrigación) en melón de 215,52 mg/l, se han dado unas concentraciones de nitratos en los lixiviados profundos medias de 146,17 mg/l; es decir que un 67,82% de la concentración de nitrato mineral percolado respecto al aplicado, proveniente parte de este percolado de la mineralización de la materia orgánica aplicada.
- De estas mediciones se observa cómo el hecho de que hay que ajustar más las dosis de N aplicadas al ciclo del cultivo, observándose como en el periodo inicial la lixiviación es mayor, proveniente de la mineralización de la materia orgánica así como del nitrógeno mineral aplicado, ya que las plantas aún son muy pequeñas y no tienen suficientes raíces para captarlo; motivo por el cual hay que ajustar la fertirrigación al estadio de desarrollo de la planta.

## 5. ACTUACIONES DE DIVULGACION REALIZADAS.

Se han realizado diversas actuaciones de divulgación, principalmente agricultores, técnicos e investigadores que han visitado la construcción de los dispositivos.

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).



## 6. REPORTAJE FOTOGRAFICO.



Foto 26. Reportaje técnico sobre lisímetros e instalación de dispositivos (03/02/2022).



Foto 27. Visita agricultores y profesores parcela lisímetros día de puertas abiertas del centro (01/04/2022).





Foto 28. Visita lisímetros técnicos de OCA (01/04/2022).



Foto 29. Visita ingenieros parcelas lisimétricas (06/07/2022 y 14/07/2022).





Foto 30. Visita a instalación de lisímetros titulares de explotaciones de Provenza (18/04/2022).



Foto 31. Visita parcelas lisimétricas técnicos D.G. Agua (17/06/2022).





Foto 32. Donación de melones a instituciones benéficas (06/07/2022).

16.01/2025.12.51.01

VARO VLEDO, PLACIDO

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico administrativo archivado por la Comunidad Autónoma de Murcia, según artículo 27.3.c) de la Ley 39/2015. Los firmantes y las fechas de firma se muestran en los recuadros. Su autenticidad puede ser contrastada accediendo a la siguiente dirección: <https://sede.carm.es/verificardocumentos> e introduciendo el código seguro de verificación (CSV) CARM-4515a72b-4d00-ac65-b607-0050569b34e7





Foto 33. Visita parcelas lisimétricas Instituto de la Conserva (21/09/2022).



Foto 34. Visita ingenieros parcelas lisimétricas (29/09/2022 y 27/10/2022).





Foto 35. Visita técnicos dispositivos control riego (09/11/2022).



Foto 36. Visita parcelas lisimétricas delegación Ministerio de Agricultura de Túnez (15/11/2022).



16.01/2023 12:51:01

VARO VLEDO. PLACIDO

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico administrativo archivado por la Comunidad Autónoma de Murcia, según artículo 27.3.c) de la Ley 39/2015. Los firmantes y las fechas de firma se muestran en los recuadros. Su autenticidad puede ser contrastada accediendo a la siguiente dirección: <https://sede.carm.es/verificardocumentos> e introduciendo el código seguro de verificación (CSV) CARM-4515a72b-4d00-ac65-b607-0050569b34e7





Foto 37. Jornada lisímetros de drenaje (22/11/2022).



Foto 38. Visita ingenieros parcelas lisimétricas (13/12/2022).





Foto 39. Visita parcelas lisimétricas delegación Ministerio de Agricultura de Nigeria (15/12/2022).

16.01/2025.12.51.01

VARÓ VICELO. PLACIDO

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico administrativo archivado por la Comunidad Autónoma de Murcia, según artículo 27.3.c) de la Ley 39/2015. Los firmantes y las fechas de firma se muestran en los recuadros. Su autenticidad puede ser contrastada accediendo a la siguiente dirección: <https://sede.carm.es/verificadores> e introduciendo el código seguro de verificación (CSV) CARM-4515a72b-4d00-ac65-b607-0050569b34e7

