PROYECTO SOMOS AGUA. ACCIONES 3 Y 4. INFORME DE LA MONITORIZACIÓN DE PARCELAS DE PRADOS DE SIEGA Y PARCELAS SEMBRADAS

SÍNTESIS DEL PROYECTO

OBJETIVO GENERAL

Este proyecto se plantea con el objeto de estudiar el efecto del riego en la concentración de principios activos en las plantas aromáticas susceptibles de aprovechamiento en la industria cosmética, buscando estrategias de adaptación al cambio climático en la Reserva de la Biosfera los Valles de Omaña y Luna (RBVOyL), además de estudiar los efectos de los cambios en la disponibilidad de agua en la conservación de la biodiversidad del territorio.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

El objetivo de este primer año ha sido la recogida de datos con el fin de analizar los efectos de los cambios en la disponibilidad de agua en las especies de plantas aromáticas objeto del estudio y del prado de siega.

TAREAS ASOCIADAS AL PROYECTO

- Determinar la necesidad hídrica de los cultivos.
- Realizar una programación de riego para aumentar la eficiencia en la utilización del agua.
- Caracterizar el aceite esencial de cada una de las especies cultivadas en el ensayo.

ESPECIES SELECCIONADAS PARA EL ESTUDIO

Las especies seleccionadas para el estudio son: salvia, romero, lavanda, hipérico, malva, trébol y caléndula.

MARCO TEMPORAL

El primer ciclo del ensayo se realiza en el periodo comprendido entre el 1 de mayo de 2021 y el 30 de abril de 2022.

MATERIALES Y MÉTODOS

PARCELAS DE CULTIVO

El trabajo de campo se realizó en la localidad de Caldas de Luna (León), ubicada en la Reserva de la Biosfera los valles de Omaña y Luna, en parcelas cedidas por la empresa Luna Bio-Thermal.

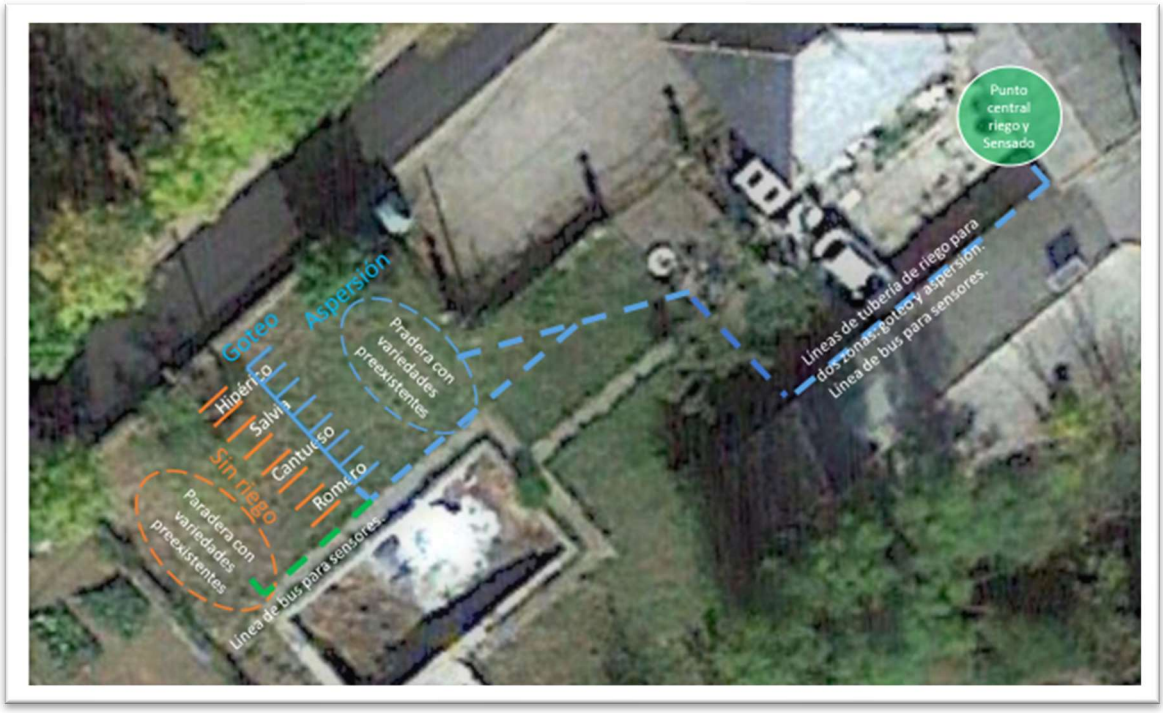


Figura 1. Esquema general de la zona de cultivo, riego y monitorización.

Para realizar el trabajo del primer año se definieron 10 zonas de cultivo y monitorización:

a) **Zonas con riego inteligente** según las indicaciones del sistema de monitorización
   a. 1 zona con especies silvestres
   b. 4 zonas con especies mediterráneas plantadas
b) **Zonas sin riego**
   a. 1 zona con especies silvestres
   b. 4 zonas con especies mediterráneas plantadas

Siendo la zona silvestre un prado de siega con diversos aprovechamientos: ganadería y recogida de especies silvestres.

SISTEMA DE RIEGO Y SISTEMA DE MONITORIZACIÓN DE LOS CULTIVOS

En el marco del proyecto, la empresa Hilo Verde ha llevado a cabo las siguientes tareas:

1.- Instalación de un sistema de riego combinado por goteo y aspersión en la finca de estudio

- Instalación
  - Tubos de goteo en las zonas de especies mediterráneas
  - Aspersores en las zonas de plantas silvestres
  - Derivación de agua y llave de paso
  - Programador de riego y electroválvulas
  - Válvulas de descarga anti heladas
- Formación en el uso del programador a los productores

Se utilizó un sistema de riego automatizado mediante un programador de riego de cuatro zonas de las que estuvieron activa dos. En una de ellas se utilizaron aspersores y, en la otra, tuberías para riego con goteo con goteros turbulentos integrados.

La zona de riego por aspersión era una zona de pradera con variedades preexistentes. En las zonas de riego por goteo se plantaron nuevas variedades para este estudio.

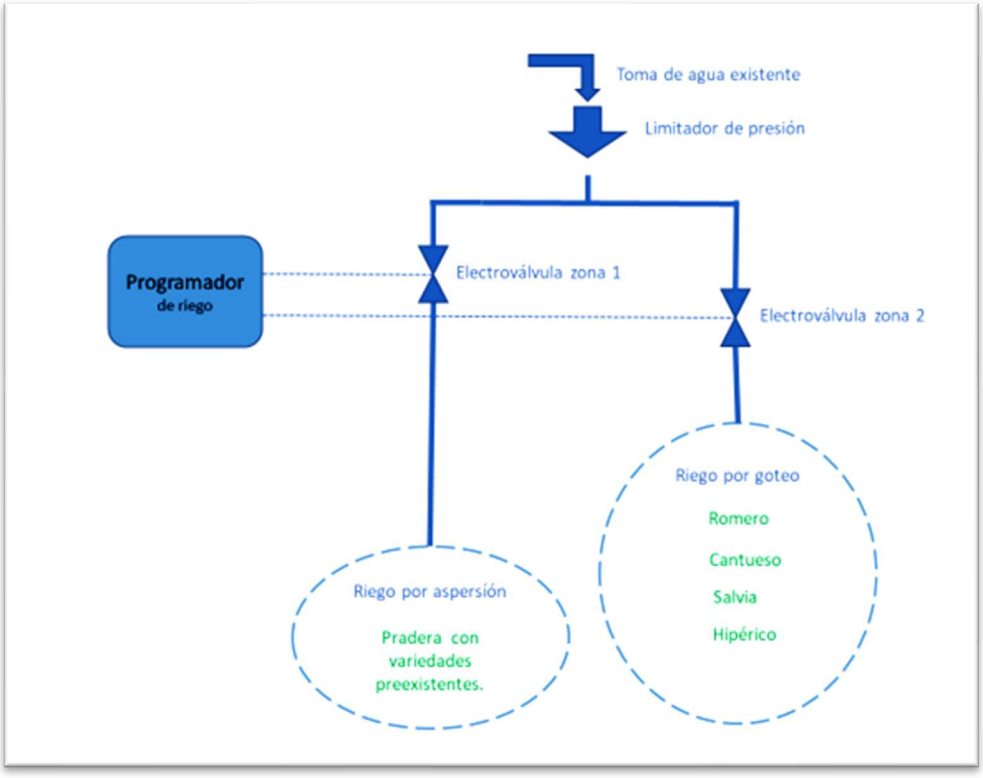


Figura 2. Esquema del sistema de riego

2.- Instalación de un sistema de recogida de información de suelo y ambiente

Basado en la loT y el big data, el sistema incorpora una red de sensores conectados a Internet que recogen de forma continua datos del terreno y del ambiente y los almacenan en la nube.

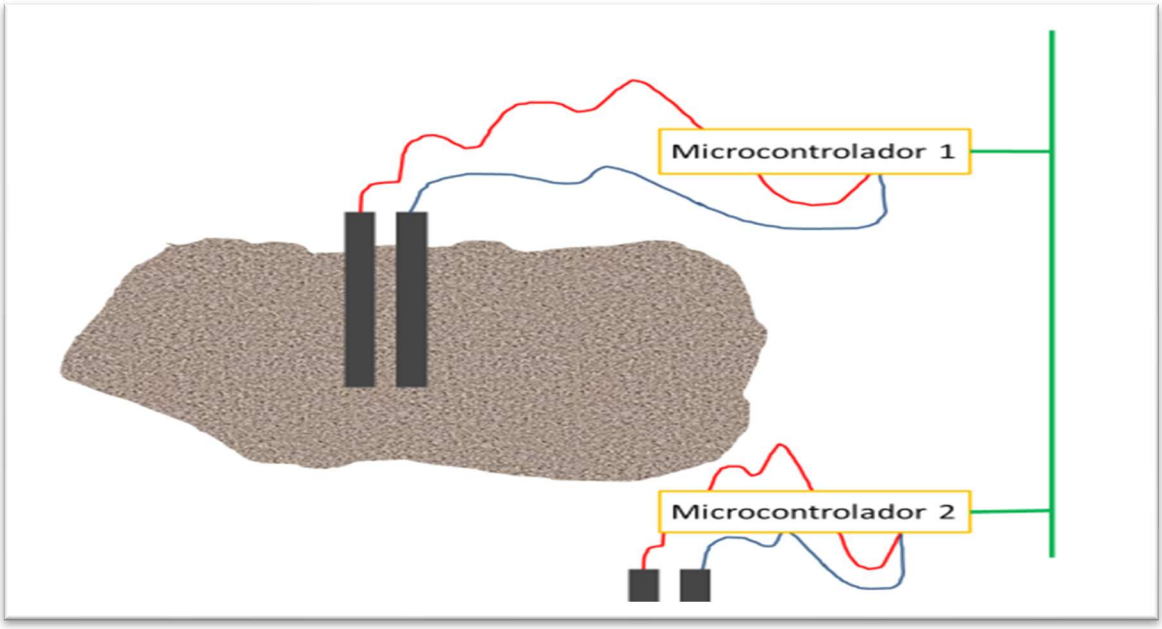
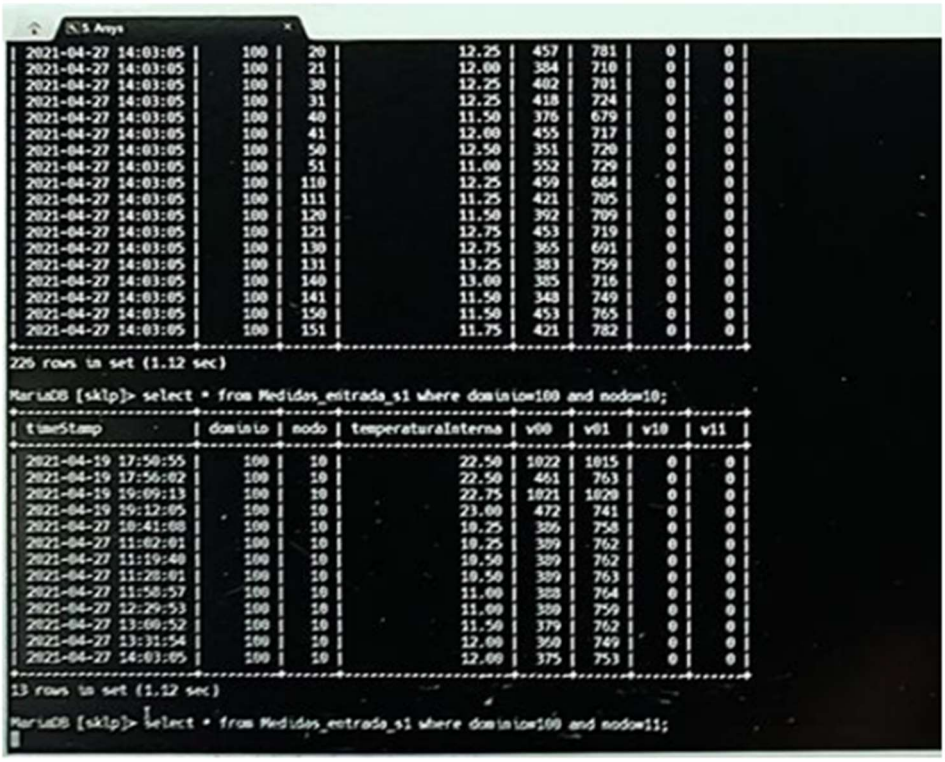


Figura 3. Sensores de humedad conductividad de suelo para la medición de humedad y salinidad.

- Instalación de sensores en 10 zonas de plantación
  - 20 sensores de suelo (2 en cada zona monitorizada)
  - 1 sensor de ambiente

- Instalación de bus de datos
- Instalación de cabecera de comunicaciones y control
- Configuración e integración tecnológica



```
| 2021-04-27 14:03:05 |    100 |   20 |          12.25 |  457 |  781 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 14:03:05 |    100 |   21 |          12.00 |  384 |  710 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 14:03:05 |    100 |   30 |          12.25 |  402 |  701 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 14:03:05 |    100 |   31 |          12.25 |  418 |  724 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 14:03:05 |    100 |   40 |          11.50 |  376 |  679 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 14:03:05 |    100 |   41 |          12.00 |  455 |  717 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 14:03:05 |    100 |   50 |          12.50 |  351 |  720 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 14:03:05 |    100 |   51 |          11.00 |  552 |  729 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 14:03:05 |    100 |  110 |          12.25 |  459 |  684 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 14:03:05 |    100 |  111 |          11.25 |  421 |  705 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 14:03:05 |    100 |  120 |          11.50 |  392 |  709 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 14:03:05 |    100 |  121 |          12.75 |  453 |  719 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 14:03:05 |    100 |  130 |          12.75 |  365 |  691 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 14:03:05 |    100 |  131 |          13.25 |  383 |  759 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 14:03:05 |    100 |  140 |          13.00 |  385 |  716 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 14:03:05 |    100 |  141 |          11.50 |  348 |  749 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 14:03:05 |    100 |  150 |          11.50 |  453 |  765 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 14:03:05 |    100 |  151 |          11.75 |  421 |  782 |    0 |    0 |
+---------------------+--------+------+----------------+------+------+------+------+
225 rows in set (1.12 sec)

MariaDB [sklp]> select * from Medidas_entrada_s1 where dominio=100 and nodo=10;
+---------------------+--------+------+-----------------+------+------+------+------+
| timeStamp           | dominio | nodo | temperaturaInterna | v00  | v01  | v10  | v11  |
+---------------------+--------+------+-----------------+------+------+------+------+
| 2021-04-19 17:50:55 |    100 |   10 |          22.50 | 1022 | 1015 |    0 |    0 |
| 2021-04-19 17:56:02 |    100 |   10 |          22.50 |  461 |  763 |    0 |    0 |
| 2021-04-19 19:09:13 |    100 |   10 |          22.75 | 1021 | 1020 |    0 |    0 |
| 2021-04-19 19:12:05 |    100 |   10 |          23.00 |  472 |  741 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 10:41:00 |    100 |   10 |          10.25 |  386 |  758 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 11:02:01 |    100 |   10 |          10.25 |  389 |  762 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 11:19:40 |    100 |   10 |          10.50 |  389 |  762 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 11:28:01 |    100 |   10 |          10.50 |  389 |  763 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 11:58:57 |    100 |   10 |          11.00 |  388 |  764 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 12:29:53 |    100 |   10 |          11.00 |  388 |  759 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 13:00:52 |    100 |   10 |          11.50 |  379 |  762 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 13:31:54 |    100 |   10 |          12.00 |  360 |  749 |    0 |    0 |
| 2021-04-27 14:03:05 |    100 |   10 |          12.00 |  375 |  753 |    0 |    0 |
+---------------------+--------+------+-----------------+------+------+------+------+
13 rows in set (1.12 sec)

MariaDB [sklp]> select * from Medidas_entrada_s1 where dominio=100 and nodo=11;
```

3.- Monitorización de 10 zonas con los cultivos objeto del estudio

Procesando los datos recogidos y su evolución en el tiempo, se transformó la información en conocimiento útil sobre el estado de hidratación de las plantas.

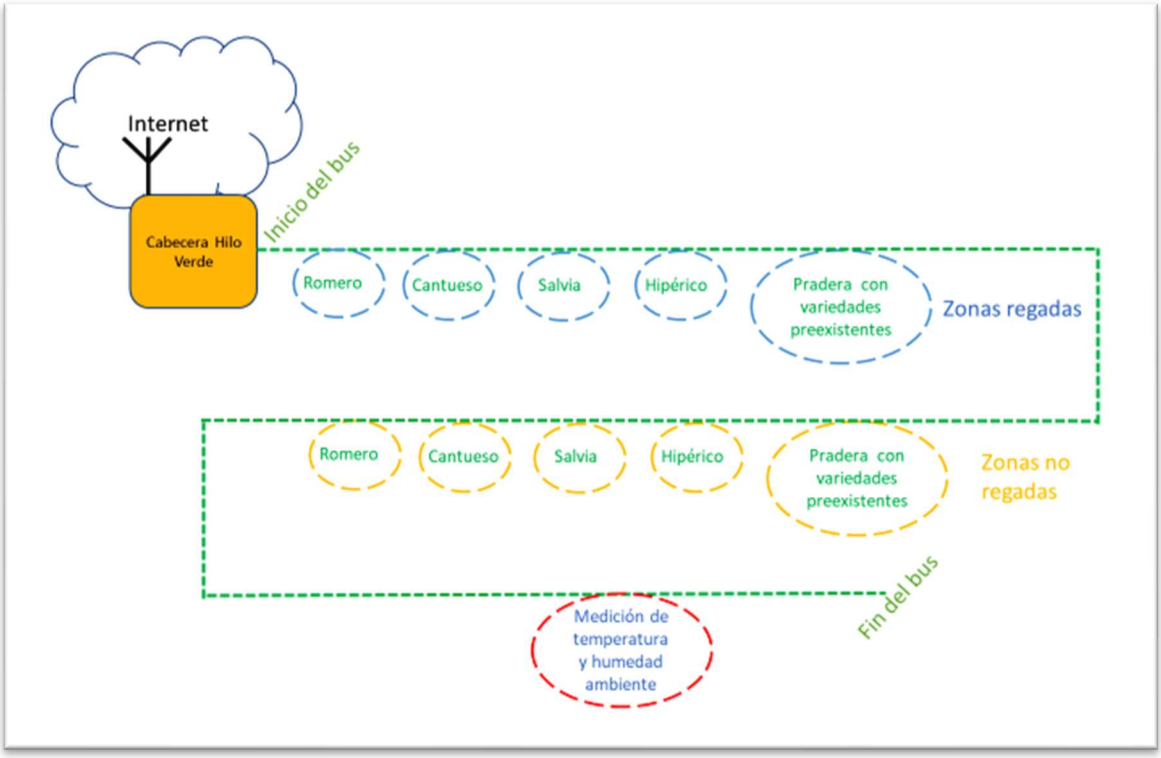


Figura 4. Esquema de zonas de sensado

Mediante una aplicación móvil, el sistema proporcionó en tiempo real la información sobre el estado de hidratación de cada especie, facilitando una gestión del riego diferenciada en cada zona.

Durante todo el periodo de cultivo se acompañó a los productores en la toma de decisiones de riego.

PLAN DE RIEGO DE LAS ESPECIES SELECCIONADAS

PLANTAS MEDITERRÁNEAS

de azul (saturación/agua fácilmente disponible) a amarillo (poca agua)

- **Salvia.**
  La salvia se puede cultivar en secano pero la aportación de agua puede mejorar el crecimiento y la producción. Es importante controlar el aporte de agua ya que el suelo de nuestra plantación no tiene una textura ligera y un exceso de riego provocaría la asfixia radicular.
  El plan consiste en regar una, dos y hasta tres veces por semana en función del clima y la estación del año para su óptimo desarrollo.
- **Romero.**
  En períodos secos se ve conveniente aportar agua mediante el riego, que deber ser ligero, siendo necesario que haya periodos de suelo seco entre riegos.
- **Lavanda o cantueso.**
  Para facilitar el arraigamiento se procura mantener un nivel alto de humedad en el suelo durante varias semanas después de su plantación.
  Aunque se puede cultivar en condiciones de secano creemos que la producción aumentará realizando riegos puntuales pero siempre evitando que el terreno se encharque, ya que la planta es muy sensible a la asfixia radicular.
- **Hipérico.**
  En verano se harán riegos frecuentes que dejen el suelo húmero durante un tiempo ya que algunos estudios indican un rendimiento superior de las parcelas regadas frente a las no regadas.

PLANTAS SILVESTRES DE PRADERA

de azul (saturación/agua fácilmente disponible) a verde (agua disponible)

- **Malva.**
  Se procurará que el riego sea frecuente, aunque soporta periodos cortos de sequía.
- **Trébol.**
  La humedad es un factor importante para el crecimiento del trébol pero es necesario cuidar los excesos de riego, que pueden ahogar la planta.
- **Caléndula.**
  En periodos de escasez hídrica se regará 2 o 3 veces por semana, permitiendo que se seque el suelo antes del siguiente aporte.

CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE PLANTACIÓN

EL CLIMA

El área de estudio se corresponde con un clima de montaña, caracterizado por un dominio de temperaturas medias relativamente bajas durante la mayor parte del año, a excepción de los meses de verano donde aumentan considerablemente, y un rango elevado de precipitaciones.

La duración del periodo frío o de heladas abarca diez meses, considerando como mes de helada o frío aquel en que la temperatura media de mínimas es menor de 7ºC. Por otra parte, el período seco o árido en la zona de estudio dura unos 2 meses, asociado a los meses estivales.

En cuanto al régimen de viento, de manera general, toda la zona de la Cordillera Cantábrica se ve influenciada por los vientos del poniente durante el invierno, primavera y otoño, que se corresponden con vientos fríos y húmedos al proceder del frente polar y unidos a las corrientes de chorro producidas en altas capas de la atmósfera, dan lugar a abundantes precipitaciones. Durante el verano predominan

los vientos de suroeste, templado-húmedos, pero que dejan relativamente escasas precipitaciones a su paso.

No se incorporan datos de la red de estaciones agrometeorológicas de la Junta de Castilla y León, ya que las estaciones agroclimáticas del ITACYL se ubican en zonas de regadío. La más cercana a la parcela de estudio es la de Bustillo del Páramo, a más de 80km y con una caracterización climática muy diferente.

Parámetros climáticos promedio de Sena de Luna en el periodo 1961-2003

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temperatura media (°C)	1.0	2.0	4.4	6.1	9.3	13.3	16.3	15.9	13.1	8.7	4.3	1.6	**8.0**
Precipitación total (mm)	134.6	110.0	97.8	93.6	101.2	55.1	33.2	30.9	69.1	129.1	151.4	140.7	**1146.6**

Figura 5. Datos climáticos de Sena de Luna

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

La parcela en la que se realiza el estudio posee suelo franco-arcilloso con alto contenido en humus. Es profundo, con pocos problemas de compactación subsuperficial y de erosión.

DATOS OBTENIDOS EN EL PERIODO DE ESTUDIO

Hay que destacar la importancia de buscar relaciones entre los distintos parámetros climáticos (temperatura, precipitación, evapotranspirción, etc.) con el desarrollo biológico de los vegetales.

El conocimiento de las características espaciales y temporales de los factores meteorológicos que afectan a la producción agrícola, permite analizar la viabilidad de programas de producción antes de iniciar su ejecución.

El periodo de recogida de datos abarca desde el 1 de mayo de 2021 hasta el 30 de abril de 2022 con el fin de obtener una información integral de aplicación práctica para la optimización de los cultivos.

DATOS REGISTRADOS POR LA ESTACIÓN METEROLÓGICA

Mostramos a continuación los datos registrados durante este año por la estación meteorológica de Barrios de Luna (AEMET), la más cercana a la finca de ensayo. Se comparan los datos registrados este año con la media de los años anteriores de Sena de Luna que mostrábamos en la figura 5.

Observamos un año más cálido de lo normal con temperaturas más altas todo el año y especialmente en invierno.

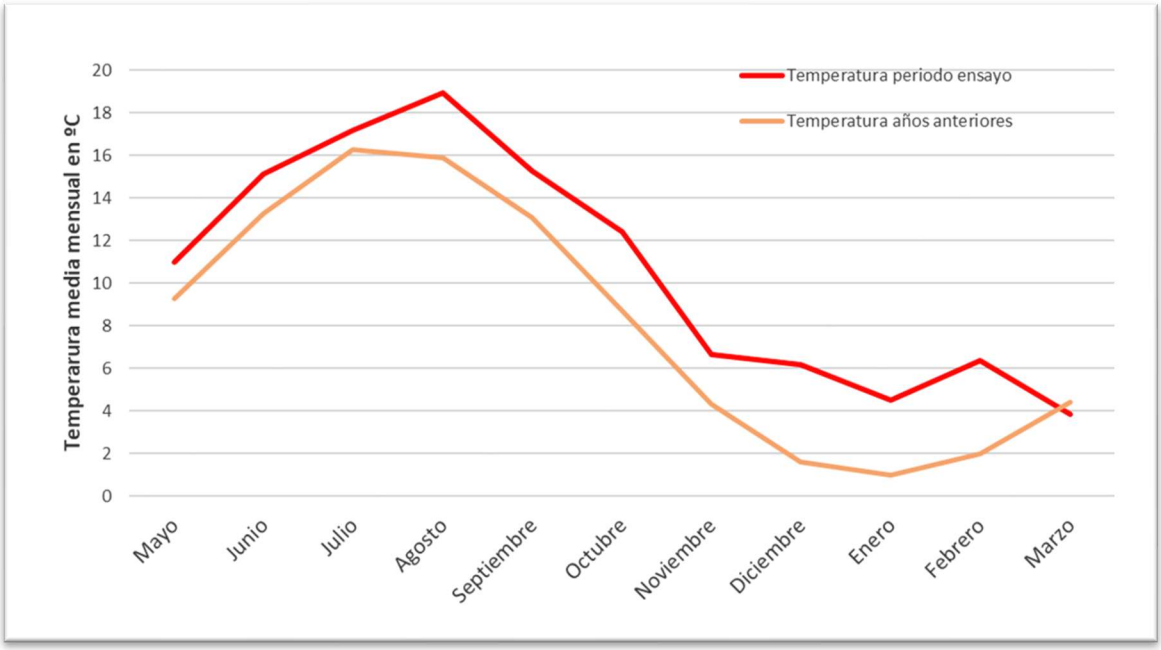


Figura 6. Temperaturas durante el periodo de ensayo comparadas con las de años anteriores

Las precipitaciones han sido significativamente más bajas de lo normal. Además de tener un verano muy seco, durante el mes de octubre se han producido menos precipitaciones de lo habitual y también ha habido un periodo de escasez de lluvias en los meses de enero y febrero que podríamos asociar con una sequía invernal. Al llegar la primavera se produce un acercamiento a los valores normales de precipitaciones.

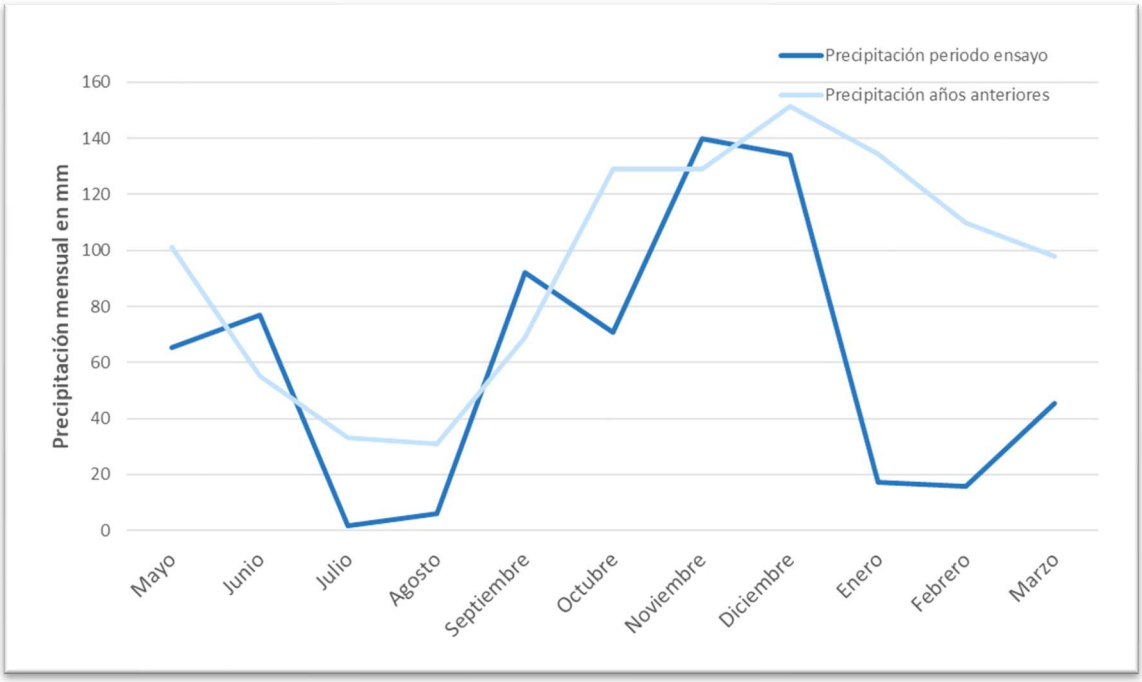


Figura 7. Precipitaciones durante el periodo de ensayo comparadas con las de años anteriores

DATOS REGISTRADOS POR NUESTROS SENSORES DE AMBIENTE

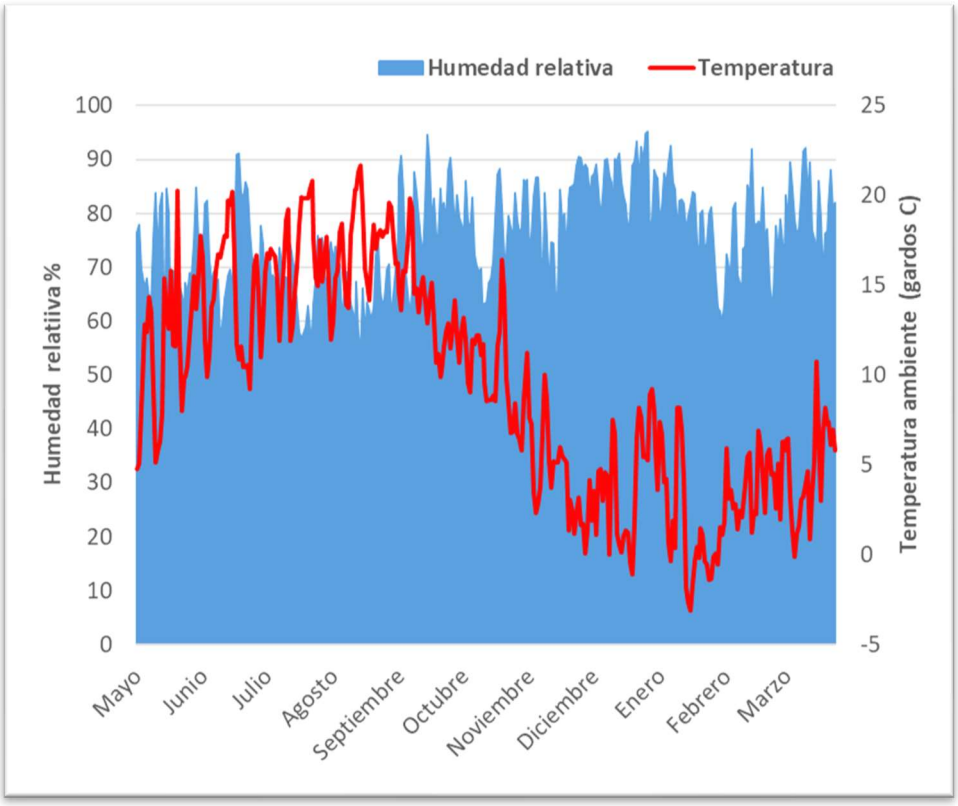


Figura 8. Temperatura del ambiente y humedad relativa registradas por nuestros sensores (media diaria)

RELACION ENTRE LAS TEMPERATURAS DEL SUELO Y DEL AMBIENTE

Presentamos los datos de temperatura del suelo y del ambiente. Observamos las grandes oscilaciones diarias de la temperatura del ambiente así como la baja oscilación de la temperatura del suelo y su tendencia a la conservación al pasar entre periodos fríos y calientes.

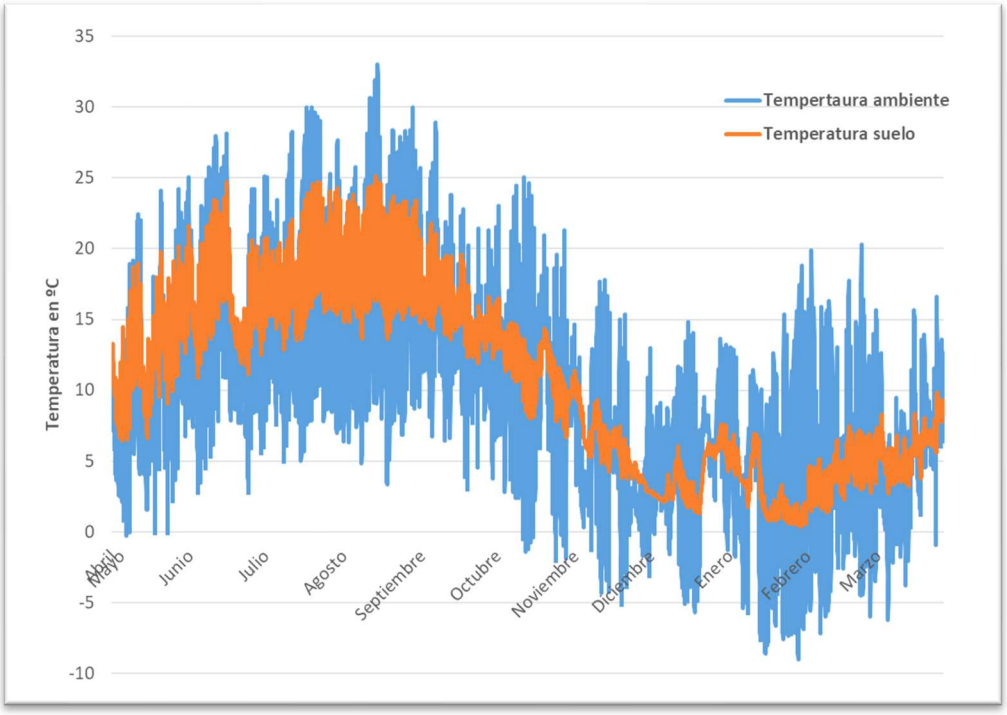


Figura 9. Temperatura del suelo y del ambiente registradas por nuestros sensores (valores hora a hora)

PRINCIPALES RESULTADOS

EFECTO DEL RIEGO SOBRE LA TEMPERATURA DEL SUELO

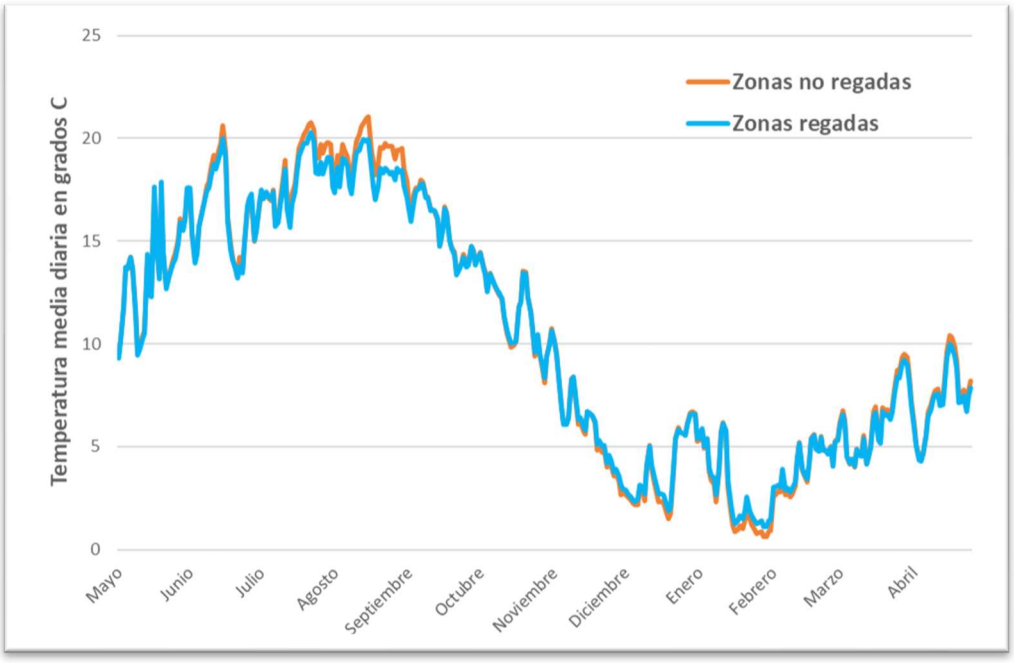


Figura 10. Temperatura del suelo en las zonas regadas y no regadas (medias diarias)

En los momentos con temperaturas extremas hemos detectado un diferencia apreciable de temperatura del suelo entre las zonas regadas y las no regadas.

Atribuimos esa diferencia al efecto de sombreo que la mayor envergadura de las plantas regadas producía en los días de verano, y en la protección que esa misma envergadura brindaba al suelo evitando la pérdidas de calor en los días más fríos del invierno.

CARGA Y RETENCIÓN DE AGUA DE LLUVIA EN EL SUELO

Para entender la dinámica de agua en el suelo vamos a tener en cuenta los datos de humedad del terreno en las zonas de nuestro ensayo que no han recibido riego. Se trata, por tanto, de zonas que han recibido el agua de lluvia como único aporte de humedad en el terreno.

La humedad del suelo la expresaremos como % de agua sobre la capacidad del campo.

Capacidad del campo (CC) es el contenido de agua que es capaz de retener el suelo después de haber sido mojado intensamente (saturado) y después dejado drenar por gravedad libremente hasta que el contenido se estabiliza.

Figura 11. Ilustración de los niveles de agua en el suelo

Mostramos a continuación la evolución de la cantidad de agua en el suelo en las zonas no regadas en comparación con las precipitaciones observadas en la estación meteorológica cercana.

La raya horizontal negra punteada corresponde al 100% de la capacidad del campo.

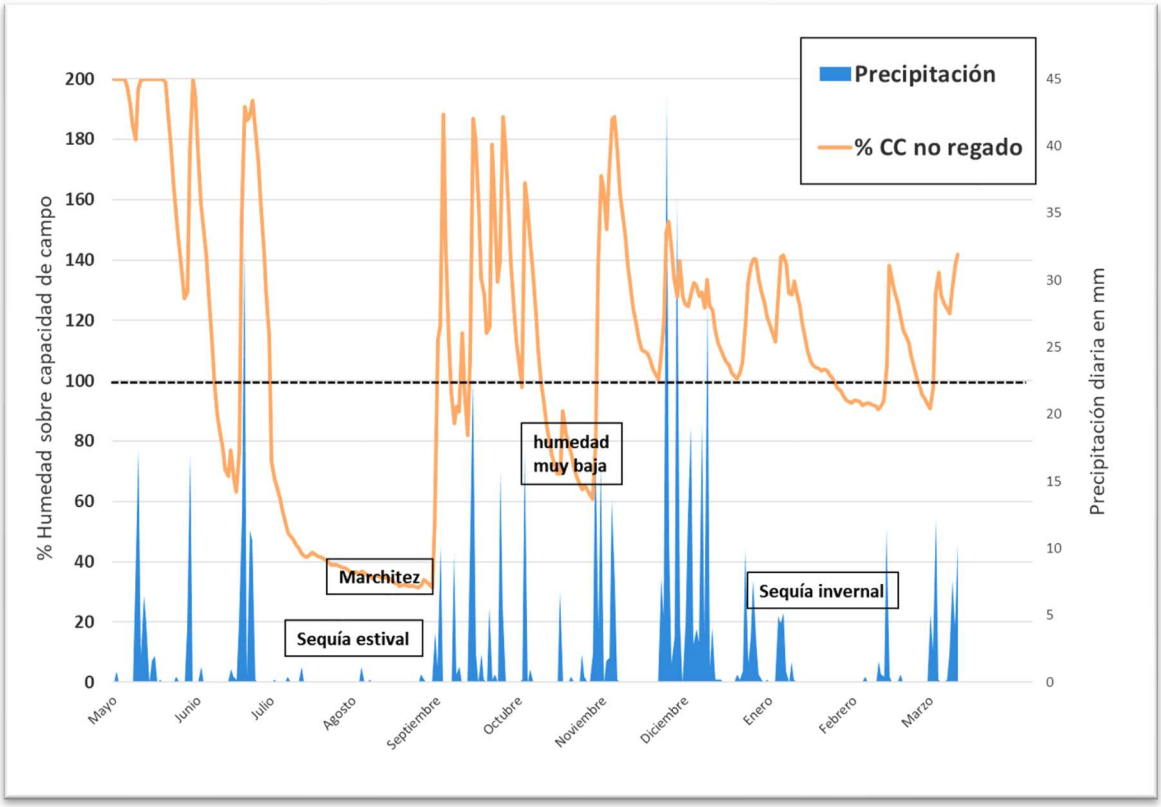


Figura 12. Precipitación diaria y humedad del suelo (media diaria)

Observamos la dinámica del agua en el suelo después de un evento de precipitación. Inicialmente el descenso de humedad se realiza fundamentalmente por drenado hasta cruzar la línea punteada del 100% de CC. A continuación, la humedad desciende por evapotranspiración.

El descenso de humedad por evapotranspiración está dirigido por las condiciones ambientales. Se pude observar que el descenso de humedad por evapotranspiración es mucho más rápido en verano que en el resto del año.

Específicamente en este año observamos varios periodos de interés.

1. El verano, muy seco, llevó a las variedades no regadas hasta la marchitez con cantidades de agua por debajo del 50%.
2. El mes de octubre fue especialmente escaso en precipitaciones. A pesar de ello, las condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa, viento y radiación) no forzaron un desecamiento excesivo del terreno, que se mantuvo lejos de la marchitez.
3. La sequía invernal fue todavía más larga que la de octubre, sin embargo, el desecamiento del terreno no fue muy apreciable, siendo meramente superficial.

EFECTO DEL PROCESO DE RIEGO INTELIGENTE

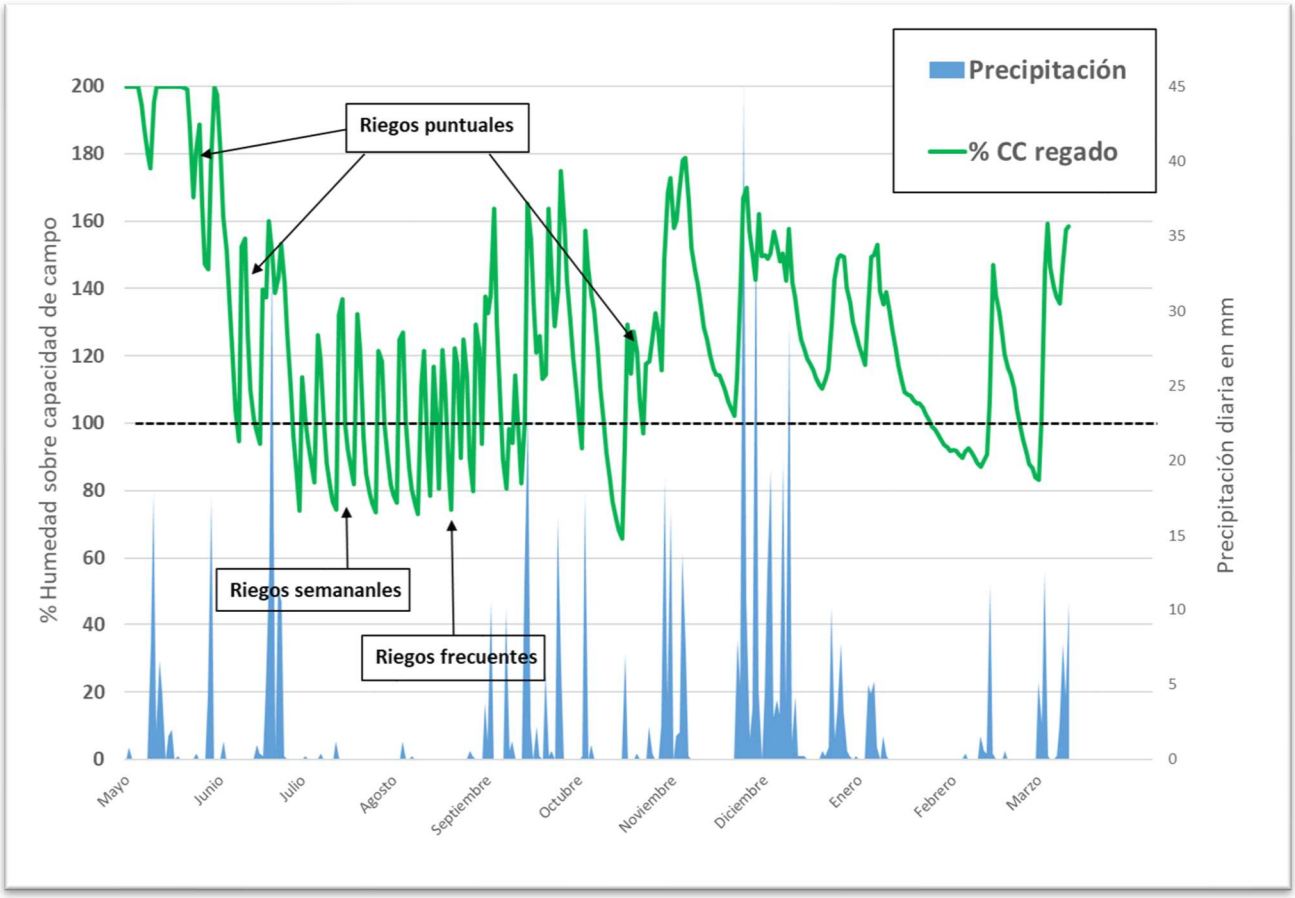


Figura 13. Precipitación diaria y humedad del suelo en zonas regadas (media diaria)

Mostramos ahora el efecto que el proceso de riego planificado, con ayuda del sistema de monitorización de la cantidad de agua en suelo, ha provocado en el mantenimiento de un adecuado grado de humedad.

Buscando mantener la humedad del suelo alrededor de la capacidad del campo, durante el ensayo hemos realizado riegos en cuatro periodos diferenciados.

1. Antes del verano se realizaron riegos puntuales ordenados en función de la cantidad de agua observada en el suelo.
2. Durante las semanas que comprenden el mes de julio y la primera semana de agosto se regó una vez a la semana. Alguno de los riegos se suspendió como consecuencia de alguno de los escasos episodios de precipitación.
3. Durante el resto del mes de agosto se regó dos veces a la semana. Del mismo modo, alguno de los riegos se suspendió por episodios de precipitación o por observar una cantidad de agua en el suelo elevada.
4. Durante el periodo seco del mes de octubre se realizaron riegos puntuales para mantener la humedad alrededor de la capacidad del campo.

DESAPARICIÓN DE LAS VARIEDADES PLANTADAS EN PRIMAVERA Y NO REGADAS

En relación al comportamiento de las especies hay que destacar la desaparición durante la sequía del verano de todas las especies plantadas en las zonas que no se regaron.

En estas zonas solamente se conservó solamente la pradera preexistente.

El haber tenido un verano más cálido y seco de lo normal ha contribuido a este hecho de manera fundamental.

Las opiniones y documentación aportadas en esta publicación son de exclusiva responsabilidad del autor o autores de los mismos, y no reflejan necesariamente los puntos de vista de las entidades que apoyan económicamente el proyectoLas opiniones y documentación aportadas en esta publicación son de exclusiva responsabilidad del autor o autores de los mismos, y no reflejan necesariamente los puntos de vista de las entidades que apoyan económicamente el proyecto.

Organiza: Con el apoyo de: