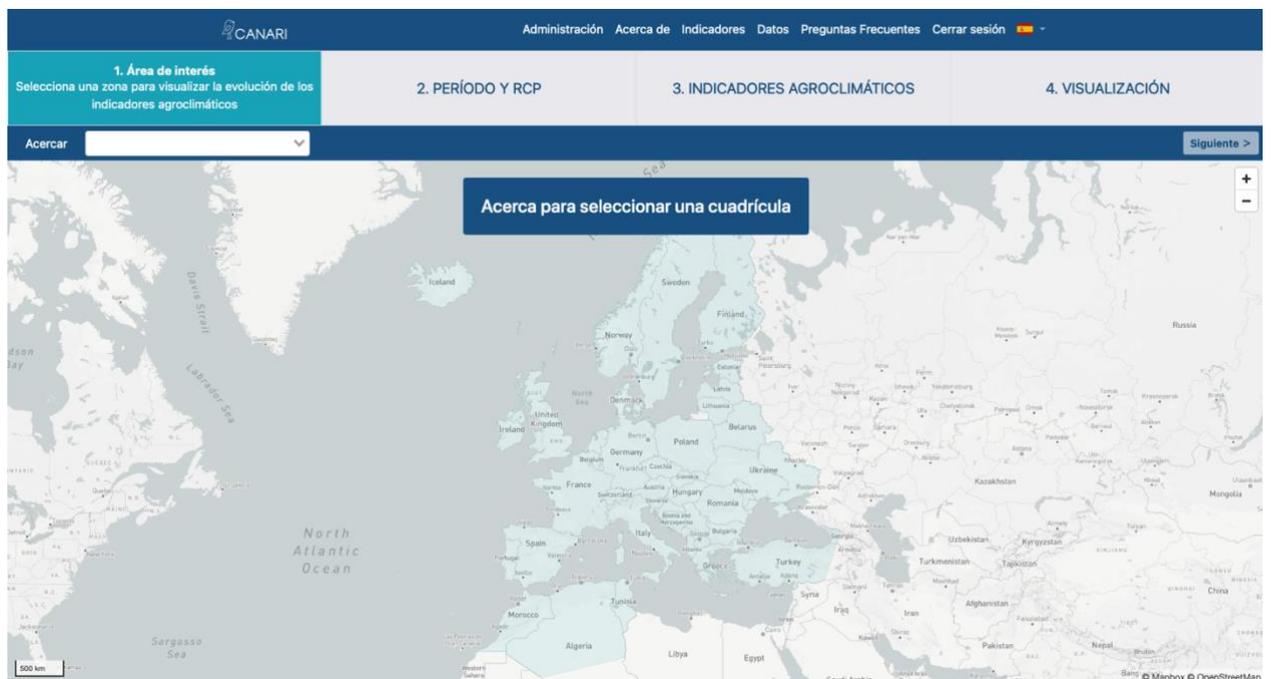




CANARI EUROPE

Manual de Usuario 2023 v1



Marzo 2023

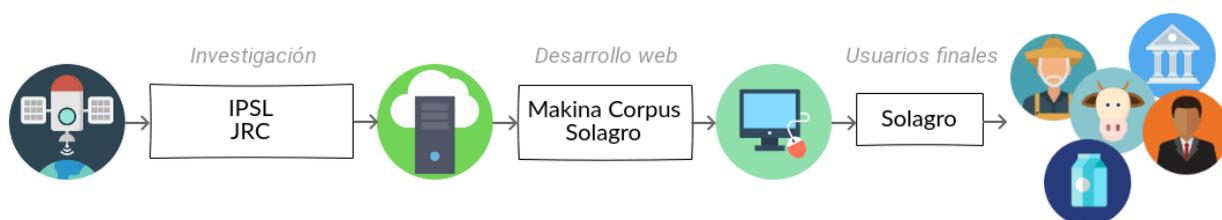


RESUMEN

1	Contexto	3
2	Descripción del portal CANARI	3
2.1	¿Cuáles son los objetivos de CANARI?	3
2.2	¿Qué innovaciones ofrece CANARI?	4
2.3	¿A quién está dirigido el portal CANARI?	4
3	Datos climáticos	5
3.1	¿Qué es la modelización climática?	5
3.2	Simulaciones climáticas disponibles en CANARI	6
3.3	Características de las simulaciones CANARI	7
3.4	Resumen de las simulaciones disponibles en CANARI	7
4	Uso de CANARI	8
4.1	Prerrequisitos TI	8
4.2	Crear una cuenta de usuario	8
4.3	Pasos a seguir para mostrar un indicador	10
5	Indicadores Agroclimáticos (IAC)	18
5.1	¿Qué es un IAC?	18
5.2	IAC disponibles en CANARI	18
5.3	Indicadores generales	19
5.4	¿Cómo añadir un nuevo indicador?	25
6	Medidas de adaptación	26
6.1	Plataforma AWA	26
6.2	Videoclips	27
7	Preguntas Frecuentes	28
7.1	Cambio Climático	28
7.2	Proyecciones climáticas	29
7.3	Impactos sobre la agricultura	30
7.4	¿Alguna pregunta sobre CANARI?	32

1 CONTEXTO

El portal CANARI es el resultado de la asociación entre Solagro, especialista en temas agrícolas y cambio climático, y Makina Corpus, diseñadora de soluciones de TI y aplicaciones web de código abierto. Se solicitó apoyo científico sobre el uso de proyecciones climáticas al laboratorio francés IPSL (Institut Pierre Simon Laplace, especialista en modelización climática) pero también a la unidad MARS del JRC (Centro Común de Investigación de la Unión Europea) involucrada en los desafíos de la adaptación a la agricultura. El consorcio puesto en marcha ha permitido asociar las competencias complementarias necesarias para el diseño de un portal agroclimático que permita aumentar el acceso a los indicadores agroclimáticos de los actores del sector agrícola.



La documentación facilitada en esta guía de usuario CANARI tiene como objetivo proporcionar la información mínima para poder utilizar la aplicación correctamente. Esta guía abarcará sucesivamente la descripción del portal, los datos climáticos disponibles en la aplicación, los pasos operativos para realizar un cálculo de indicadores, los Indicadores Agroclimáticos, los resultados de la aplicación y finalmente, algunas Preguntas Frecuentes.

2 DESCRIPCIÓN DEL PORTAL CANARI

2.1 ¿Cuáles son los objetivos de CANARI?

¿Cómo tener en cuenta el cambio climático en la toma de decisiones y el proceso productivo del sector agrario? ¿Cómo transmitir los datos necesarios a los grupos de interés del sector para que puedan adaptar sus prácticas? Este es el principal objetivo del proyecto CANARI (Climate ANalysis for Agriculture Recommendations and Impacts).

Las proyecciones climáticas son información nueva, verdaderos puntos de partida para los enfoques de adaptación del sector agrario. Sin embargo, estos datos aún son en gran parte desconocidos para los grupos de interés del sector agrario, de difícil acceso fuera de la comunidad climática (portal del clima, formato de archivos, etc.) y ofrecen variables climáticas que requieren de cálculos adicionales para demostrar su valor a grupos de interés en campo, a saber, la obtención de indicadores agroclimáticos (IAC).

El portal CANARI fue creado para aumentar el acceso de los grupos de interés del sector agrario a los IAC, respondiendo así a problemas de índole local. CANARI permite la visualización en línea rápida y directa de más de un centenar de Indicadores Agroclimáticos (IAC) que cubren las necesidades de los diferentes sectores agrarios. Cada IAC se puede calcular localmente en el conjunto de España (excepto las islas Canarias) para el período Futuro Próximo (período 2020-2050) y Futuro Lejano (2050-2100) según un enfoque multi modelo, lo que permite identificar una mayor variabilidad de la evolución del clima futuro.

2.2 ¿Qué innovaciones ofrece CANARI?

CANARI es una herramienta única que permite:

- Movilización simple y rápida de proyecciones climáticas validadas científicamente para toda Europa;
- Selección de múltiples IAC que cubran las necesidades de los diferentes sectores agrarios (cultivos herbáceos, ganadería, cultivos permanentes, etc.);
- Ofrecer cálculos instantáneos del IAC, obteniéndose el resultado en tan solo unos segundos;
- Desarrollar estos indicadores durante el período 2020-2050 (futuro cercano) para comprender mejor la variabilidad futura de los diversos parámetros climáticos, pero también durante el período 2050-2100 (futuro lejano) para comprender las consecuencias a largo plazo;
- Ofrecer un enfoque de modelos múltiples para varios escenarios climáticos (RCP 4.5 y RCP 8.5);
- Dar la posibilidad de modificar libremente los parámetros de cada IAC predefinido, ya sea del umbral o del período, para así calibrar la consulta a las problemáticas locales.

2.3 ¿A quién está dirigido el portal CANARI?

Los usuarios del portal CANARI son todos los grupos de interés o actores del sector agrario que quieren apoyar localmente a los agricultores de su territorio en el proceso de adaptación. Existen numerosos grupos de interés: empresas de consultoría y organizaciones de desarrollo, compañías de seguros, centros de formación, establecimientos educativos, organismos públicos, asociaciones de agricultores y sindicatos, cooperativas, etc.

Todos estos actores precisan, a día de hoy, cierta autonomía para calcular los IAC de modo personalizable. Para hacer un uso adecuado de los IAC que ofrece CANARI, se recomienda estar ya iniciado y sensibilizado sobre el cambio climático la agricultura y ganadería, y en particular haber adquirido las siguientes competencias:

- Comprender qué es el cambio climático y sus impactos en el sector agrario;
- Comprender qué son los modelos y escenarios climáticos y sus posibles consecuencias durante el siglo XXI en Europa y concretamente en España;
- Conocer los principales Indicadores Agroclimáticos por sector productivo o agrario así como su adaptación local en cuanto a periodos de interés y umbral de cálculo;
- Conocer los principios de un enfoque de adaptación para apoyar de forma sostenible a un agricultor que busca una mayor resiliencia de su explotación agraria.

Si desea mejorar su conocimiento sobre el cambio climático y la adaptación en la agricultura antes de usar CANARI, puede consultar la plataforma [AWA - AgriAdapt Webtool for Adaptation](#).

3 DATOS CLIMÁTICOS

3.1 ¿Qué es la modelización climática?

Los modelos climáticos numéricos se utilizan para proyectar el posible curso futuro del sistema climático, así como para comprender el propio sistema climático. Se basan en descripciones matemáticas de los procesos físicos que gobiernan el sistema climático (p. ej., cantidad de movimiento, masa y conservación de la energía, etc.).

Los modelos de circulación general (GCM por sus siglas en inglés) son modelos climáticos numéricos globales que se utilizan para estudiar el cambio climático a nivel global. Describen varios componentes del sistema de la Tierra y las interacciones y retroalimentaciones no lineales entre ellos. Para simular el clima pasado, los valores medidos de la composición atmosférica (gases de efecto invernadero, contaminantes, aerosoles antropogénicos) y la cobertura del suelo se utilizan como datos de forzamiento climático, mientras que, para las proyecciones futuras, se utilizan los valores de escenarios socioeconómicos - económicos particulares.

Debido a la gran cantidad de puntos de datos y la alta complejidad de los GCM, su integración requiere una gran cantidad de recursos computacionales. La resolución de su cuadrícula horizontal actualmente varía de 50 a 150 km y ofrecen una salida con una frecuencia temporal de 6 horas. Por lo tanto, los GCM son insuficientes en muchos aspectos a la hora de estimar el cambio climático y su variabilidad a una escala más ajustada o local.

Por lo tanto, es necesaria una reducción de escala para describir las consecuencias locales del cambio climático, lo que se puede lograr a través de modelos climáticos regionales (RCM). Las integraciones RCM normalmente se ejecutan a una resolución horizontal de 10-50 km sobre una región específica de interés (por ejemplo, sobre Europa en el caso de EURO-CORDEX). A través de una combinación de resolución explícita de procesos significativos (por ejemplo, circulaciones de montaña, contrastes tierra-océano) y esquemas de parametrización adecuados para resoluciones más altas, los RCM pueden proporcionar características climáticas más detalladas, desde regionales a locales.

3.2 Simulaciones climáticas disponibles en CANARI

Creado en 2009, el programa EURO-CORDEX es la rama europea del proyecto internacional CORDEX (Coordinated Regional Downscaling Experiment), un programa apoyado por el World Climate Research Program (WCRP) cuyo objetivo es organizar y coordinar un marco de producción internacional de proyecciones climáticas regionales para todas las regiones continentales del globo. EURO-CORDEX proporciona simulaciones climáticas basadas en ambos modelos mediante la reducción de escala estadística y dinámica, forzada por los modelos globales utilizados en el 5º informe del IPCC (CMIP5).



Figura 1 : Cordex EURO Domain (WCRP, Euro Cordex)

Las simulaciones climáticas que se ofrecen en CANARI provienen todas de EURO-CORDEX. Cada modelo climático tiene sus propios supuestos de cálculo para representar el sistema climático. Así, los especialistas recomiendan por lo general, conservar varios conjuntos de simulaciones (de 5 a 6 modelos diferentes) cuando se utilicen proyecciones climáticas para explorar la variabilidad vinculada a los diferentes modelos.

En total, se han utilizado 6 pares de simulaciones GCMxRCM para el cálculo de indicadores en CANARI (ver tabla a continuación). La elección de estos diferentes pares se basa particularmente en la disponibilidad de datos corregidos (también llamado ajuste Cordex). Así, los juegos de simulación seleccionados proceden de varios institutos franceses, alemanes, suecos, daneses, etc.

Tabla 1 : Parejas de simulaciones GCMxRCM disponibles en CANARI

Dominios	Modelos Climáticos Regionales (RCM)	Impulsando Modelos de Circulación Global		
		MPI-M-MPI-ESM-LR (Alemania)	ICHEC-EC-EARTH (Irlanda)	IPSL-IPSL-CM5A-MR (Francia)
EUR-11	CCLM4-8-17 (ETH + BTU) EU	RCP 4.5 y 8.5	RCP 4.5 y 8.5	
	RCA4 (SMHI) Suecia		RCP 4.5 y 8.5	RCP 4.5 y 8.5
	RACMO22E (KNMI) Países Bajos		RCP 4.5 y 8.5	
	HIRHAM5 (DMI) Dinamarca		RCP 4.5 y 8.5	

3.3 Características de las simulaciones CANARI

- o Resolución geográfica: todas las simulaciones propuestas corresponden a la resolución geográfica más ajustada propuesta por EURO-CORDEX (0,11 grados, EUR-11), es decir, puntos de cuadrícula de aproximadamente 12,5 km en cada lado.
- o Escenarios climáticos: están disponibles dos escenarios RCP (para la Vía de Concentración Representativa), RCP4.5 (escenario intermedio) y escenario 8.5 (escenario pesimista).
- o Variables climáticas: muchas variables climáticas están disponibles para cada pareja GCMxRCM. De forma sistemática, se dispone de las variables: precipitación, temperatura mínima, temperatura máxima, temperatura media y velocidad media del viento. Otras variables están únicamente disponibles de forma aleatoria en función del juego de simulación seleccionado: humedad específica, humedad relativa, velocidad máxima del viento, radiación, etc.
- o Periodo de tiempo disponible: para cada uno de los conjuntos de modelos, el período de tiempo disponible es entre 1985 y 2100.
- o Frecuencia temporal: los datos son diarios para cada variable climática.

3.4 Resumen de las simulaciones disponibles en CANARI

Tabla 2 : Resumen de simulaciones disponibles en CANARI

Simulación	Institución	GCM	RCM	Ensemble	Escenarios	Periodo	Variables climáticas
Simulación 1	CLMcom	MPI-M-MPI-ESM-LR	CCLM4-8-17	r1i1p1	RCP 4.5 y 8.5	1985 y 2100	12
Simulación 2	SMHI	ICHEC-EC-EARTH	RCA4	r12i1p1			14
Simulación 3	CLMcom	ICHEC-EC-EARTH	CCLM4-8-17	r12i1p1			12
Simulación 4	KNMI	ICHEC-EC-EARTH	RACMO22E	r1i1p1			13
Simulación 5	SMHI	IPSL-IPSL-CM5A-MR	RCA4	r1i1p1			14
Simulación 6	DMI	ICHEC-EC-EARTH	KIRHAM5	r3i1p1			13

CLMcom: Comunidad CLM con aportaciones de BTU (Cátedra de Meteorología Ambiental, Universidad Tecnológica de Brandenburgo (BTU) Cottbus, Alemania), DWD (Servicio Alemán de Meteorología), ETHZ (Instituto Federal de Tecnología de Suiza Zurich (ETH Zürich)), UCD (Centro de Meteorología y Clima, Departamento de Ciencias Matemáticas, University College Dublin) WEGC (Centro Wegener para el Clima y el Cambio Global, Universidad de Graz, Austria).

DMI: Instituto Danés de Meteorología

KNMI: Real Instituto Meteorológico de los Países Bajos, Ministerio de Infraestructura y Medio Ambiente

SMHI: Instituto Sueco de Meteorología e Hidrología

4 USO DE CANARI

4.1 Prerrequisitos TI

Características técnicas

Makina Corpus desarrolla todas sus aplicaciones basadas exclusivamente en software libre. Garantes de la independencia, la sostenibilidad, los beneficios económicos y la calidad técnica, las tecnologías de código abierto son la base de los logros de Makina Corpus.

En el caso de CANARI, Makina Corpus confió en su experiencia en visualización de datos para mejorar y optimizar la comprensión de los datos y los cálculos.

La aplicación está desarrollada en Python, un lenguaje versátil y libre, utilizado especialmente en la comunidad científica. Makina Corpus, gracias a su experiencia de varios años con Django, un entorno web basado en Python, recurrió naturalmente a este lenguaje para el desarrollo de la aplicación.

Por primera vez se ha utilizado la biblioteca Climate Data Operator (CDO) del Instituto Max Planck, reconocida en la comunidad científica, para la configuración de los IAC. El procesamiento de datos se realizó aguas arriba para optimizar los cálculos y minimizar el tiempo de espera de cara a obtener la visualización de los resultados.

Consejos técnicos

Se garantiza el funcionamiento correcto de la aplicación CANARI en los navegadores Chrome y Firefox.

Otras observaciones

La aplicación CANARI es un software de código abierto bajo doble licencia: GPL y CeCILL. (<https://aful.org/ressources/licences-libres>).

Los socios del proyecto CANARI cumplen con las recomendaciones del RGPD. Los datos recopilados con Cloudflare Web Analytics tienen el único propósito de mejorar la aplicación CANARI. Para más información, el usuario también puede revisar los avisos legales a través de la aplicación CANARI.

4.2 Crear una cuenta de usuario

El primer paso para el usuario será la creación de una cuenta de usuario (ver Figura 2) especificando en particular la siguiente información: apellido, nombre, correo electrónico, nombre del colegio profesional.

Es posible marcar el(los) sector(es) agrario(s) de interés. Esta selección no afectará la operación propuesta de CANARI.

Una vez especificados los datos, el usuario deberá hacer clic en el botón Registro para validar. Acto seguido se le enviará un correo electrónico que le permitirá conectarse a CANARI.

Figura 2 : Registro en la plataforma CANARI

Una vez configurada la cuenta de usuario, este podrá conectarse a través de su correo electrónico y contraseña (ver Figura 3). Si olvida la contraseña, la función "Contraseña olvidada" le permitirá recuperarla.

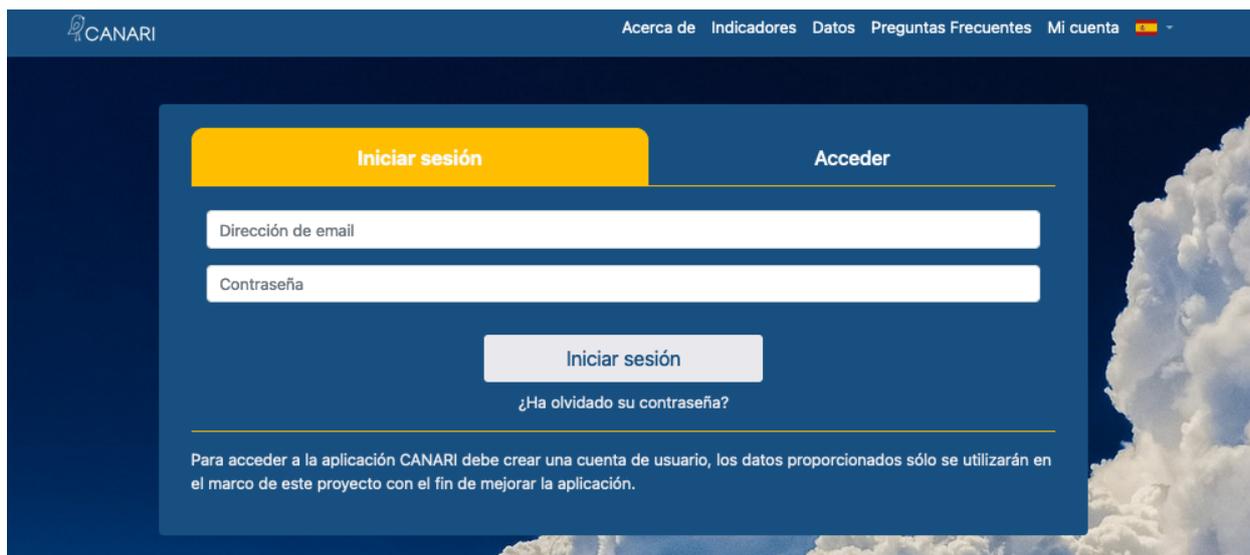


Figura 3 : Conectarse a la plataforma CANARI

4.3 Pasos a seguir para mostrar un indicador

El procedimiento para el cálculo de un indicador es accesible desde la página de inicio de la aplicación (ver Figura 4), haciendo clic en el botón amarillo "Cálculo de IAC" (*Calculation of ACI*).



Figura 4 : Página de inicio de CANARI

Se inicia así el procedimiento, que transcurre a través de cuatro fases sucesivas:

1. Selección del área geográfica de interés
2. Selección del periodo futuro (cercano o lejano) y el escenario de emisiones de GEI (intermedio o pesimista)
3. Selección y configuración de un IAC
4. Visualización del IAC

El primer paso consiste en una entrada cartográfica, con dos posibilidades adicionales que se ofrecen al usuario (ver Figura 5):

- Introducir el nombre del municipio de interés en el módulo de búsqueda en la parte superior izquierda de la pantalla. La(s) opción(es) reconocida(s) aparece(n) en el menú a medida que el usuario ingresa la información. Seleccione solo una opción en caso de haber varias posibilidades.
- Usar el zoom para ampliar (botón "+" en la parte superior derecha de la pantalla o rueda del ratón) para acercarse a la ubicación geográfica de interés.

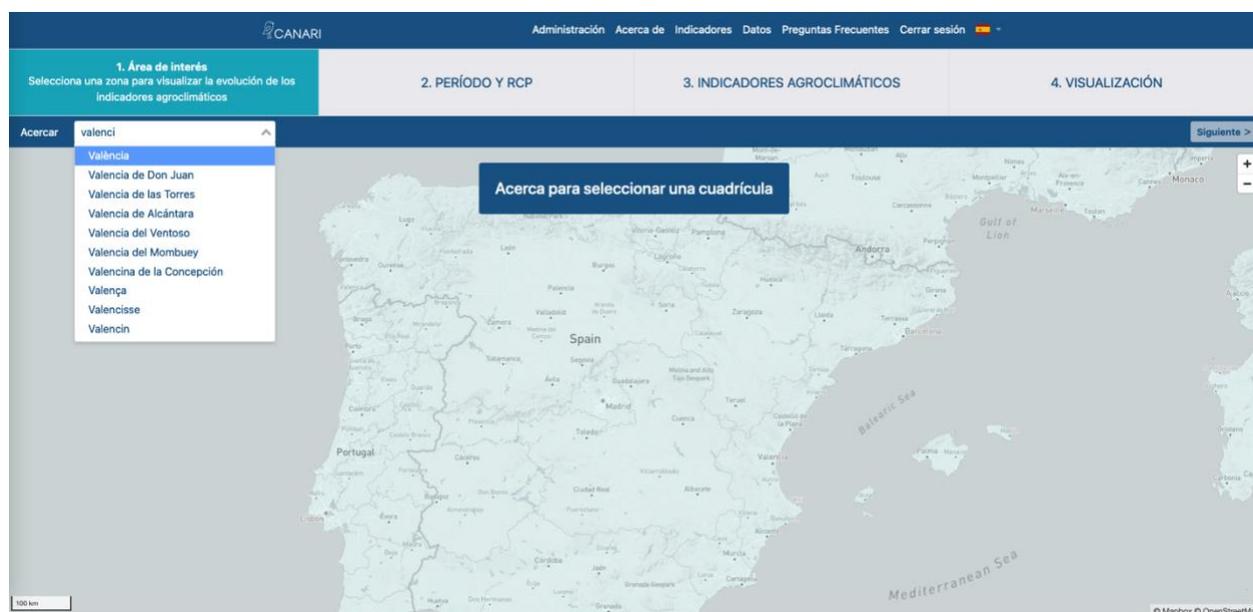


Figura 5 : Primer paso del proceso para mostrar un indicador.

Al acercarse a un lugar de interés geográfico, se muestra la capa de puntos de cuadrícula disponibles en la pantalla. Una vez mostrada, el usuario puede seleccionar la cuadrícula que le interese con un simple clic del ratón o del pad. El punto de cuadrícula seleccionado se distingue visualmente de los demás mediante un fondo azul. El usuario finalmente puede hacer clic en el botón "Siguiente" ubicado en la parte superior derecha de la pantalla.

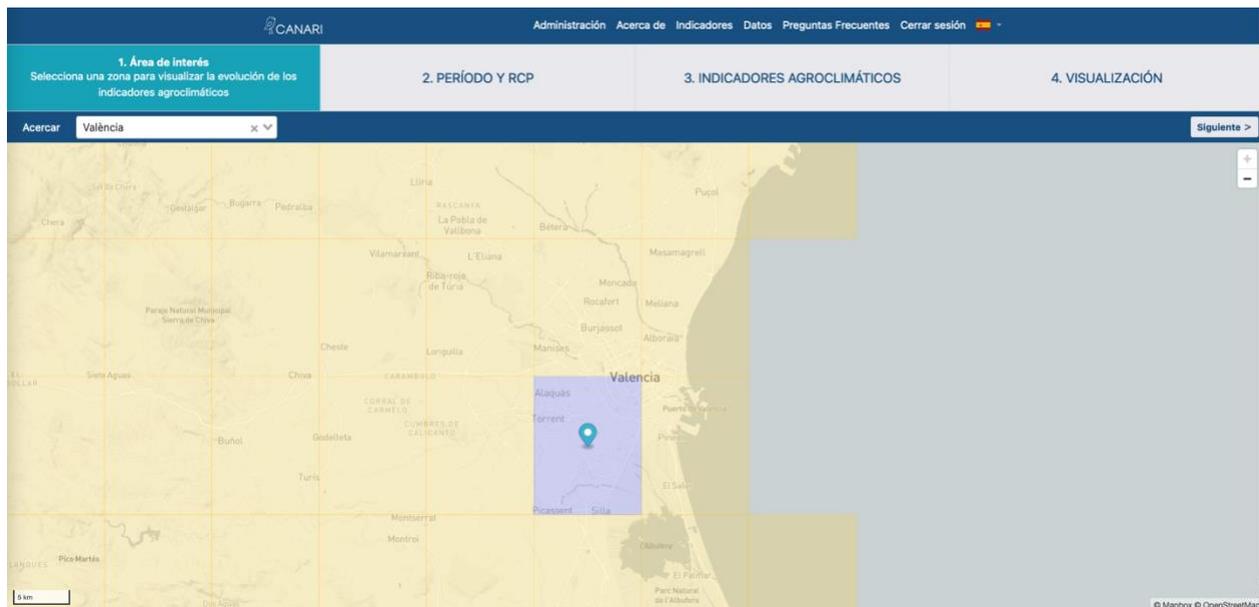


Figura 6 : Selección del punto de interés geográfico en la cuadrícula

Paso 1:

Los puntos de la cuadrícula están disponibles para toda Europa
 Cada punto de la cuadrícula corresponde aproximadamente a 12 km en cada lado
 Cada punto de la cuadrícula se asocia con un único conjunto de simulaciones climáticas

En el segundo paso, el usuario podrá (ver Figura 7):

- Seleccionar el período de tiempo futuro para el que desea ver su indicador. Hay dos opciones posibles: solo el futuro cercano (período 2020-2050) o futuro cercano y futuro lejano (2050-2100). Para ejecutar su elección, el usuario debe hacer clic en *Far Future*.
- Seleccionar el escenario de emisión de GEI: el usuario puede seleccionar el escenario intermedio (o RCP 4.5) o el escenario pesimista (o RCP 8.5). Para ejecutar su elección, el usuario deberá hacer clic en la zona inferior de la pantalla sobre "RCP 4.5" o "RCP 8.5". El período de tiempo seleccionado aparece entonces sobre un fondo azul, mientras que el otro permanece atenuado.

Para validar su elección y pasar al tercer paso, el usuario debe hacer clic en el botón "Siguiete" en la parte superior derecha.

CANARI Administración Acerca de Indicadores Datos Preguntas Frecuentes Cerrar sesión

1. Área de interés Cerca de Catarroja

2. Período y RCP
Selecciona un período para visualizar la evolución de los indicadores agroclimáticos y un RCP de referencia

3. INDICADORES AGROCLIMÁTICOS

4. VISUALIZACIÓN

Siguiente >

Selecciona los períodos a mostrar

Los cálculos generados por CANARI tienen como objetivo cuantificar la evolución local de varios parámetros climáticos (lluvia, temperatura, etc.) y agroclimáticos (riesgo de sequía, riesgo de ola de calor, etc.), comparando dos períodos de al menos 30 años:

- por un lado, un período de referencia que es el Pasado Reciente (desde 1985 a 2020),
- por otro, dos períodos que representan el Futuro Cercano (próximos 30 años, desde 2021 a 2050) y el Futuro Lejano (2051 a 2100).

1985 2020 2050 2100

Selecciona el escenario

Los escenarios RCP (Representative Concentration Pathway) se utilizan para modelizar el clima futuro. El quinto informe de evaluación del IPCC (AR5, publicado en 2014), en base a cuatro hipótesis diferentes en lo que se refiere a la cantidad de gases de efecto invernadero que se emitirán en los próximos años (período 2000-2100), establece los llamados escenarios RCP que ofrecen una variación probable del clima resultante del nivel de emisiones seleccionado. Los escenarios se denominan según el rango de forzamiento radiativo (W/m²) alcanzado en el año 2100. Cuanto mayor sea este valor, más energía gana el sistema Tierra-Atmósfera y más se calienta.

CANARI permite seleccionar dos escenarios RCP:

- el escenario RCP4.5, o escenario Intermedio
- el escenario RCP8.5, el escenario más pesimista

RCP 4.5
RCP 8.5

Figura 7 : Segundo paso del proceso para mostrar un indicador.

Paso 2:

Se recomienda comenzar a visualizar la información para el Futuro cercano (2020-2050) como primer paso, para que los actores económicos se proyecten en un proceso de adaptación

Una vez adquirida la lógica de los indicadores, se recomienda visualizar representaciones sobre el Futuro Lejano (2050-2100)

La elección del escenario RCP 4.5 u 8.5 no es muy crítica en el caso del Futuro Próximo pero se vuelve esencial para el Futuro Lejano.

El tercer paso permitirá al usuario seleccionar un indicador de las muchas opciones que se ofrecen en CANARI (ver Figura 8).



Figura 8 : Tercer paso del proceso para mostrar un indicador.

Los indicadores están organizados bajo diferentes apartados por tema: cereales de invierno, animales, etc. (ver Figura 9). La navegación es sencilla, basta con hacer clic en uno de ellos para ver aparecer los indicadores propuestos.

Dentro de un apartado, el usuario puede seleccionar uno de los indicadores propuestos con un solo clic. A continuación, aparece en azul, a la derecha de la pantalla, una descripción del indicador seleccionado y los cálculos que implica el mismo.

Si el usuario desea consultar otro apartado e ir a otro indicador, es posible volver a la pantalla principal con todos los apartados haciendo clic en el enlace activo "Lista de indicadores".

Una vez seleccionado el indicador buscado por el usuario, hacer clic en el botón "Siguiente" ubicado en la parte superior derecha de la pantalla.



Figura 9 : Seleccionar un indicador bajo un apartado

Para cada indicador seleccionado, el usuario podrá cambiar su período de cálculo, así como el umbral de cálculo para los indicadores que lo requieran (ver Figura 10).

En cuanto al período de cálculo, la fecha de inicio y finalización es totalmente ajustable por el usuario, especificando el día del mes y el mes en cuestión.

Si no existen entradas para el período, la aplicación asignará automáticamente el 1 de enero como fecha de inicio y el 31 de diciembre como fecha de finalización.

Dependiendo de las opciones seleccionadas por el usuario para el período y el umbral de cálculo, la definición del indicador se actualizará automáticamente en el área con fondo azul.

Una vez que se complete la calibración del indicador, haga clic en el botón "Iniciar el cálculo" ubicado en la parte superior derecha de la pantalla.



Figura 10 : Ajuste del indicador (período y umbral de cálculo)

Paso 3:

Los periodos y umbrales propuestos corresponden a situaciones de interés. Dependiendo de la experiencia del usuario, es posible cambiar la configuración predeterminada para acercarse a una realidad más local.

El paso cuatro y final permite al usuario visualizar los resultados de su consulta (ver Figura 11).

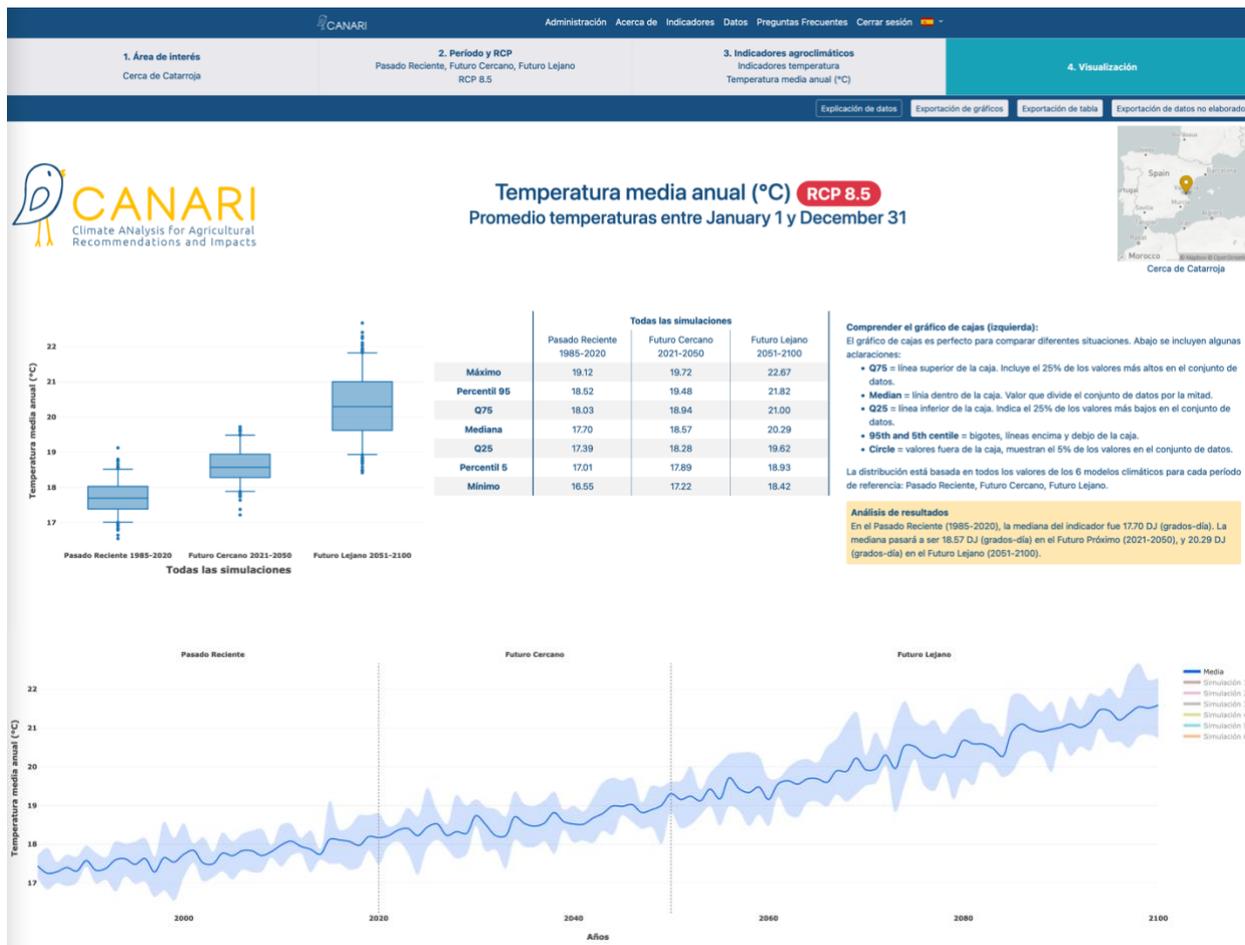


Figura 11 : Segundo paso del proceso para mostrar un indicador.

Se propone la visualización de los resultados a través de gráficos y tablas adicionales:

- A la izquierda, un diagrama de caja titulado “Todas las simulaciones”, muestra los resultados de los 6 conjuntos de simulaciones, permitiendo comparar distintos periodos de tiempo (pasado reciente, futuro cercano, futuro lejano).
- En el centro de la pantalla, una tabla resume los resultados principales de las 6 simulaciones climáticas del diagrama de caja por período de tiempo. Allí se detallan los valores mínimo, máximo y medio. A la derecha de la pantalla, se facilita una breve explicación de cómo leer un diagrama de caja, así como un breve enunciado para analizar la evolución del indicador desde el pasado reciente hasta el futuro cercano y/o lejano.
- Finalmente, un gráfico en forma de friso cronológico continuo permite visualizar la progresión de la evolución tendencial del indicador hasta el horizonte del futuro próximo (o lejano, según la configuración realizada). La línea azul oscuro corresponde al promedio de las 6 simulaciones climáticas. El área azul claro que enmarca la línea azul oscuro corresponde a la variabilidad de las 6 simulaciones climáticas. El usuario puede pulsar

sobre la leyenda situada a la derecha de la línea de tiempo para mostrar/ocultar las 6 simulaciones climáticas a su conveniencia.

En la parte superior derecha de la pantalla de visualización de resultados del paso 4 (consultar la Figura 12), están disponibles para el usuario los botones de exportación:

- Exportación de gráficos: toda la página de resultados de CANARI se exporta como un archivo de imagen (png). El usuario puede guardar este archivo a su conveniencia.
- Exportación de la tabla de resumen: los valores recopilados en el panel de simulación se exportan en forma de archivo en formato csv, lo que permite un uso adicional a través de una herramienta de procesamiento de datos (Open Office Excel, etc.).
- Exportación de datos sin procesar: el detalle de los valores anuales del indicador para cada una de las 6 simulaciones climáticas (formato csv) se exporta como archivo en formato csv, lo que permite un uso adicional a través de una herramienta de procesamiento de datos (Open Office Excel , etc.).

Finalmente, también es posible que los usuarios guarden o compartan los resultados de sus cálculos de indicadores simplemente copiando/pegando desde la barra de direcciones cuando están en el paso 4 de CANARI.

Paso 4 :

Al pasar el cursor sobre los gráficos, es posible visualizar los valores promedio, mín., máx., etc.

Si la visualización de la página de resultados resultase problemática (superposición de gráficos, ausencia de leyenda, etc.), entonces es necesario verificar que la ventana del navegador esté en pantalla completa. La página se puede actualizar pulsando sobre la barra de direcciones, luego en el botón Validar en el teclado

Una vez finalizado el transcurso de las 4 etapas de visualización de un indicador realizadas por el usuario, éste tiene la posibilidad de:

- Realizar otro cálculo para el mismo punto de la cuadrícula seleccionado, pulsando en la tira en la parte superior de la pantalla: posibilidad de regresar al paso 3 (cambio de indicador) o al paso 2 (nueva elección de período y/o escenario RCP).
- Cambiar punto de la cuadrícula: posibilidad de volver al paso 1 pulsando en la tira en la parte superior de la pantalla.
- Volver a la página de inicio de CANARI: el usuario debe pulsar en “CANARI” en la tira negra ubicada en la parte superior izquierda de la pantalla.

5 INDICADORES AGROCLIMÁTICOS (IAC)

5.1 ¿Qué es un IAC?

Con el fin de ilustrar las nuevas condiciones climáticas en las que las plantas y los animales tendrán que evolucionar localmente, se reelaboran las variables climáticas de tal manera que apunten a las limitaciones potenciales (perjudiciales para el funcionamiento fisiológico) o, por el contrario, a las nuevas oportunidades climáticas. Hablamos entonces de indicadores agroclimáticos, que revelan la evolución de la “presión climática”, comparando entre un período de referencia y un período futuro.

- Ejemplo de una limitación: las altas temperaturas, caracterizadas por un número de días en que la temperatura máxima supera los 30°C al final del ciclo de desarrollo de los cereales de paja (en particular, el trigo blando), provocan un defecto en el crecimiento del grano y, por lo tanto, limitan el rendimiento final.
- Ejemplo de una oportunidad: el aumento tendencial de la temperatura media permite explotar un mayor potencial térmico, permitiendo por ejemplo prever el éxito de un cultivo intercalado entre dos cultivos principales.

5.2 IAC disponibles en CANARI

Para simplificar el enfoque de los IAC por cultivo, se puede estimar que los siguientes cuatro eventos climáticos importantes afectarán probablemente al rendimiento de los cultivos principales (anuales, perennes): el déficit hídrico, el exceso de agua, temperaturas altas y temperaturas bajas. Asimismo, la intervención de fenómenos climáticos extremos y puntuales (granizo, heladas tardías, temporales, etc.) provocará pérdidas de rendimiento. Cada cultivo presenta sus propios períodos de interés durante los cuales el estrés puede tener un impacto. El conocimiento de la fisiología de los cultivos en cada ámbito local y los estreses climáticos asociados permitirá determinar los IAC de interés para cada cultivo o sector agrario.

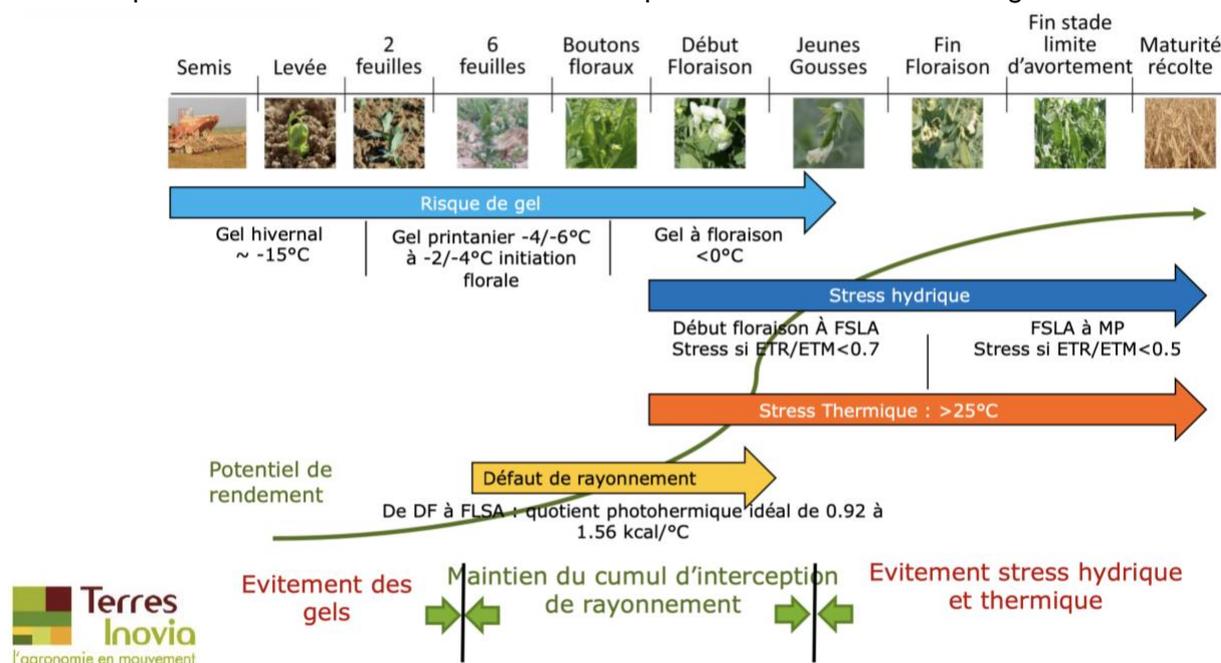


Figura 12 : Ilustración de los factores limitantes del rendimiento para cultivos altos de guisantes

Por lo tanto, es posible realizar varios cálculos de IAC en función de los enfoques de producción de cada explotación. La mayoría de las veces, los IAC buscarán ilustrar cambios similares, por ejemplo, el estrés relacionado con el aumento del número de días de calor. Sin embargo, los períodos de interés y/o los umbrales de temperatura pueden necesitar ajustarse según las producciones de interés o incluso el área geográfica considerada.

Los usuarios de CANARI con menos experiencia con los IAC que deseen explorar información adicional pueden consultar el [paquete formativo de adaptación agrícola de Agriadapt](#): esto les permitirá aprender sobre los IAC en relación con el trigo blando, el maíz en grano, la colza, los pastos, los guisantes proteicos, los viñedos y las naves para ganado.

Para ayudar a los usuarios a identificar las posibilidades computacionales para IAC, CANARI ofrece (ver Figura 14):

1. Indicadores generales no específicos de un cultivo o sector, correspondientes a las tres primeras categorías propuestas: “Temperatura”, “Precipitaciones, ETP, déficit hídrico”, “Otras variables”
2. Indicadores Agroclimáticos (IAC), indicadores específicos de un cultivo o sector: “cereales de invierno”, “maíz, girasol, remolacha”, etc.



Figura 13 : Organización de indicadores en la herramienta CANARI

5.3 Indicadores generales

Los indicadores generales están organizados en 3 apartados diferentes (ver Tabla 3):

- Temperatura: temperatura media/máxima/mínima, amplitud térmica, suma de temperaturas, número de días fríos/calientes, etc.
- Precipitación, ETP, déficit hídrico: precipitación acumulada, número de días de lluvias intensas, déficit hídrico acumulado, etc.
- Otras variables: acumulación de radiación, velocidad promedio del viento, etc.

Tabla 3 : Lista de indicadores para cada apartado de los indicadores generales

Categoría	Indicador	Unidad
Temperatura	Temperatura media anual (°C)	°C
	Temperatura máxima anual (°C)	°C
	Temperatura mínima anual (°C)	°C
	Amplitud térmica anual (°C)	°C
	Temperatura media de invierno (°C)	°C
	Temperatura media de primavera (°C)	°C
	Temperatura media de verano (°C)	°C
	Temperatura media en otoño (°C)	°C
	Suma de temperaturas (días grados)	Días grados
	Número de días cálidos (o estivales)	Días n.º
	Número de días muy calurosos	Días n.º
	Primera día caluroso	Fecha
	Último día caluroso	Fecha
	Ola de calor (días consecutivos)	Días n.º
	Número de días de heladas	Días n.º
	Número de días muy fríos	Días n.º
	Primer día de heladas	Fecha
	Último día de heladas	Fecha
	Ola de frío (días consecutivos)	Días n.º
Precipitación, ETP, déficit hídrico	Precipitación anual acumulada (mm)	mm
	Número de días lluviosos al año	Días n.º
	Número de días de lluvia intensa al año	Días n.º
	Evapotranspiración potencial anual (mm)	mm
	Evapotranspiración potencial (mm) en la primavera	mm
	Evapotranspiración potencial (mm) en el verano	mm
	Evapotranspiración potencial (mm) en el otoño	mm
	Número anual de días en los que ETP > un umbral (mm)	mm
	Ola EPT (días consecutivos)	Días n.º
	Déficit hídrico anual (mm)	mm
	Déficit hídrico en la primavera (mm)	mm
	Déficit hídrico en el verano (mm)	mm
Déficit hídrico en el otoño (mm)	mm	
Otros	Radiación total anual (kJ/m ²)	kJ/m ²
	Radiación media anual (kJ/m ²)	kJ/m ²
	Radiación (kJ/m ²) por encima de un umbral	Días n.º
	Radiación (kJ/m ²) por debajo de un umbral	Días n.º
	Radiación (kJ/m ²): número de días consecutivos > umbral	Días n.º
	Radiación (kJ/m ²): número de días consecutivos < umbral	Días n.º
	Velocidad media anual del viento (m/s)	km/h
	Número anual de días de viento > umbral (km/h)	Días n.º

	Onda de viento (días consecutivos)	Días n.º
--	------------------------------------	----------

Cada uno de los IAC propuestos en CANARI sigue siendo ajustable por el usuario, ya sea para el período o el umbral de cálculo.

5.4 Indicadores sectoriales

Cereales de invierno: indicadores específicos de los cereales de “ (trigo, cebada, triticale, etc.) dirigidos en particular a los riesgos asociados a las altas temperaturas, las heladas y el déficit hídrico.

Table 4 : Lista de indicadores para la categoría de cereales de invierno

Categoría	Indicador	Unidad
Cereales de invierno	Precipitación durante una fase del ciclo de desarrollo (mm)	mm
	Riesgo de exceso de agua posterior a la siembra (mm)	mm
	Estrés por heladas al comienzo de la subida a flor	Días n.º
	Heladas tardías durante la subida a flor	Días n.º
	Riesgo de escaldamiento temprano (número de días)	Días n.º
	Espigazón – floración por estrés por calor (número de días)	Días n.º
	Olas de calor (días consecutivos)	Días n.º
	Déficit hídrico durante la subida a flor (mm)	mm
	Déficit hídrico subida a flor – rellenado de semillas (mm)	mm
	Accesibilidad durante la cosecha (días consecutivos sin lluvia)	Días n.º

Maíz, girasol, remolacha azucarera: indicadores específicos para cultivos con ciclo estival (p. ej. maíz o girasol) dirigidos en particular a los riesgos asociados a altas temperaturas, frío, déficit hídrico y simulación de fechas de cosecha.

Tabla 5 : Lista de indicadores para la categoría de maíz, girasol, remolacha azucarera

Categoría	Indicador	Unidad
Maíz, girasol, remolacha azucarera	Precipitación durante una fase del ciclo de desarrollo (mm)	mm
	Precipitación intensa a la siembra (número de días)	Días n.º
	Bajas temperaturas en primavera (número de días)	Días n.º
	Muy bajas temperaturas en primavera (número de días)	Días n.º
	Estrés por calor de verano (número de días muy calurosos)	Días n.º
	Riesgo de escaldamiento durante la floración	Días n.º
	Ola de calor (días consecutivos)	Días n.º
	Déficit hídrico (mm) de mayo a agosto	mm
	Número de días sin lluvia	Días n.º
	Fecha de la primera helada importante en otoño	Fecha
	Vuelo del barrenador europeo del maíz: inicio de actividad	Fecha
	Vuelo del barrenador europeo del maíz: alta actividad	Fecha
Girasol temprano: simulación de fecha de cosecha	Fecha	

	Girasol medio-temprano: simulación de fecha de la cosecha	Fecha
	Maíz muy temprano (G0): simulación de la fecha de la cosecha	Fecha
	Maíz semiprecoz a semitardío (G3): simulación de la fecha de la cosecha	Fecha
	Maíz muy tardío (G6): simulación de la fecha de la cosecha	Fecha

Colza: indicadores dirigidos en particular a posibles dificultades durante la siembra (pocas precipitaciones) y condiciones climáticas otoñales (días de heladas, déficit hídrico).

Tabla 6 : Lista de indicadores para la categoría de colza

Categoría	Indicador	Unidad
Colza	Lluvia en la siembra de colza (mm)	mm
	Número de días consecutivos sin lluvia tras la implementación	Días n.º
	Déficit hídrico en otoño (mm)	mm
	Escarcha de otoño (número de días)	Días n.º
	Escaldamiento al final del ciclo (número de días)	Días n.º
	Déficit hídrico al final del ciclo (mm)	mm

Cultivo de guisantes: indicadores adaptados a las legumbres y dirigidos a los riesgos asociados a las altas temperaturas, el riesgo de heladas y el déficit hídrico.

Table 7 : Lista de indicadores para la categoría de cultivos de guisantes

Categoría	Indicador	Unidad
Cultivo de guisantes	Helada de invierno (número de días)	Días n.º
	Riesgo de escaldamiento en mayo (número de días > 25°C)	Días n.º
	Riesgo de escaldamiento en junio (número de días > 25°C)	Días n.º
	Déficit hídrico al final del ciclo (mm)	Días n.º

Forraje: indicador relativo a las áreas de forraje de los pastizales, cuyo objetivo es las fechas de recuperación (pasto, siega) y los riesgos de estrés hídrico en las diferentes estaciones.

Table 8 : Lista de indicadores para la categoría de forraje

Categoría	Indicador	Unidad
Forraje	Reinicio del crecimiento de los pastos (fecha)	Fecha
	Fecha para el 1er pastoreo	Fecha
	Fecha de siega temprana (ensilaje, envoltura)	Fecha
	Fecha de siega intermedia (heno)	Fecha
	Fecha de siega tardía (heno)	Fecha
	Precipitación en otoño (mm)	mm
	Precipitación en primavera (mm)	mm
	Déficit hídrico en primavera (mm)	mm

	Déficit hídrico en verano (mm)	mm
	Déficit hídrico en otoño (mm)	mm
	Número de días consecutivos sin lluvia en primavera	Días n.º

Ganado: indicadores que apuntan a la sensibilidad del ganado a las olas de calor, así como a las necesidades de ventilación de los edificios ganaderos cerrados (porcinos, aves de corral).

Tabla 9: Lista de indicadores para la categoría de ganado

Categoría	Indicador	Unidad
Ganado	Número de días calurosos al año	Días n.º
	Índice de temperatura-humedad (ITH)	Días n.º
	Requisitos de aire acondicionado (grados día)	Días grado

Viñedo: indicadores que apuntan a la evolución de la disponibilidad térmica (vínculo con la elección de variedades de uva), la evolución del frescor de las noches previas a la vendimia (vínculo con la calidad del vino), o los riesgos de heladas tardías y estrés hídrico en el ciclo de desarrollo.

Tabla 10 : Lista de indicadores para la categoría de viñedos

Categoría	Indicador	Unidad
Viñedos	Índice heliotérmico de Huglin (HI)	IH
	Índice de Winckler i (IW)	IW
	Riesgo de heladas tardías (número de días)	Días n.º
	Último día de heladas primaverales	Días n.º
	Índice de noches frías	IF
	Déficit hídrico a lo largo del ciclo de cultivo (mm)	mm
	Evolución de la radiación global (kJ/m ²)	kJ/m ²
	Lluvias intensas (número de días)	Días n.º
	Dificultad de las intervenciones mecánicas (número de días)	Días n.º
	Días calurosos durante la cosecha	Días n.º
	Viabilidad de los tratamientos fitosanitarios	Días n.º

Huertas: indicadores que apuntan a los riesgos relacionados con el frío o el calor y el estrés hídrico durante el ciclo de desarrollo.

Tabla 11 : Lista de indicadores para la categoría huertas

Categoría	Indicador	Unidad
Huertas	Riesgo de heladas tardías (número de días)	Días n.º
	Último día de heladas primaverales	Fecha
	Lluvias intensas (número de días)	Días n.º
	Número de días calurosos	Días n.º
	Número de días calurosos en verano	Días n.º

	Déficit hídrico a lo largo del ciclo de cultivo (mm)	mm
--	--	----

Suelo: indicador que apunta al nivel de vaciado de un recurso hídrico.

Tabla 12 : Indicador para la categoría de suelo

Categoría	Indicador	Unidad
Suelo	Recurso hídrico: drenaje (mm)	mm

Diversos: indicador que apunta a la viabilidad de un cultivo intermedio y simulación de etapas de cultivo para lentejas, así como la presión de brúquidos en lentejas.

Tabla 13 : Lista de indicadores para la categoría diversos

Categoría	Indicador	Unidad
Diversos	Cultivo de cobertura: factibilidad	Días de grado
	Lentejas: fecha de floración media	Fecha
	Lentejas: fecha de cosecha	Fecha
	Fecha de llegada del brúquido	Fecha

Verduras: indicador que se enfoca en la vulnerabilidad del frijol verde, el guisante verde y la zanahoria.

Tabla 14 : Lista de indicadores para la categoría verduras de campo

Categoría	Indicador	Unidad
Verduras de campo	Judía verde - Precipitación intensa en la siembra (> 25 mm)	Mm
	Judía verde - Déficit hídrico acumulado (mm)	Mm
	Guisante verde - Número de días consecutivos de helada	Días n.º
	Guisante verde - Número de días consecutivos muy calurosos	Días n.º
	Zanahoria - Número de días consecutivos de precipitación intensa en la siembra	Días n.º

	Zanahoria – Mosca de la zanahoria	Fecha
	Espinaca – Ola de calor (días consecutivos > 25°C)	Días n.º

5.4 ¿Cómo añadir un nuevo indicador?

En su versión actual, CANARI ofrece a los usuarios 121 indicadores, siendo todos ajustables por el usuario, ya sea para el período o el umbral de cálculo propuesto.

No es técnicamente posible que un usuario agregue directamente un indicador en CANARI. Sin embargo, los usuarios pueden enviar por correo electrónico (canari@solagro.asso.fr) cualquier propuesta adicional para un indicador que satisfaga sus necesidades.

Se ha hecho un gran esfuerzo para proporcionar a los usuarios una lista bastante exhaustiva de indicadores de propósito general a través de los 3 primeros apartados que ofrece CANARI: "Temperatura", "Precipitaciones, ETP, déficit hídrico", "Otras variables".

Existen cerca de 40 indicadores que permiten manipular libremente las distintas variables climáticas que ofrece la aplicación (precipitación, evapotranspiración, temperatura, radiación, viento, etc.). Dado que los umbrales de cálculo y los períodos de interés son totalmente configurables por los usuarios, existen muchas posibilidades de exploración para realizar análisis de proyecciones climáticas locales.

6 MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Muchas medidas de adaptación son posibles a nivel de explotación agraria (ver Figura 15). Los usuarios que deseen saber más sobre esto pueden consultar los recursos que se describen a continuación, generados como parte del proyecto Life AgriAdapt.



Figura 14 : Ilustraciones de posibles adaptaciones para una agricultura más resiliente (AgriAdapt).

6.1 Plataforma AWA

La [plataforma AWA](#) (Herramienta web AgriAdapt para Adaptación), permite al usuario ver dentro de un [módulo dedicado a las medidas de adaptación](#) (ver Figura 16), medidas de adaptación sostenibles según la zona de riesgo climático, el sistema agrario (cultivos extensivos, ganadería y cultivos permanentes) y clasificadas por componentes de vulnerabilidad de la explotación (4 componentes).

Medidas de adaptación sostenible

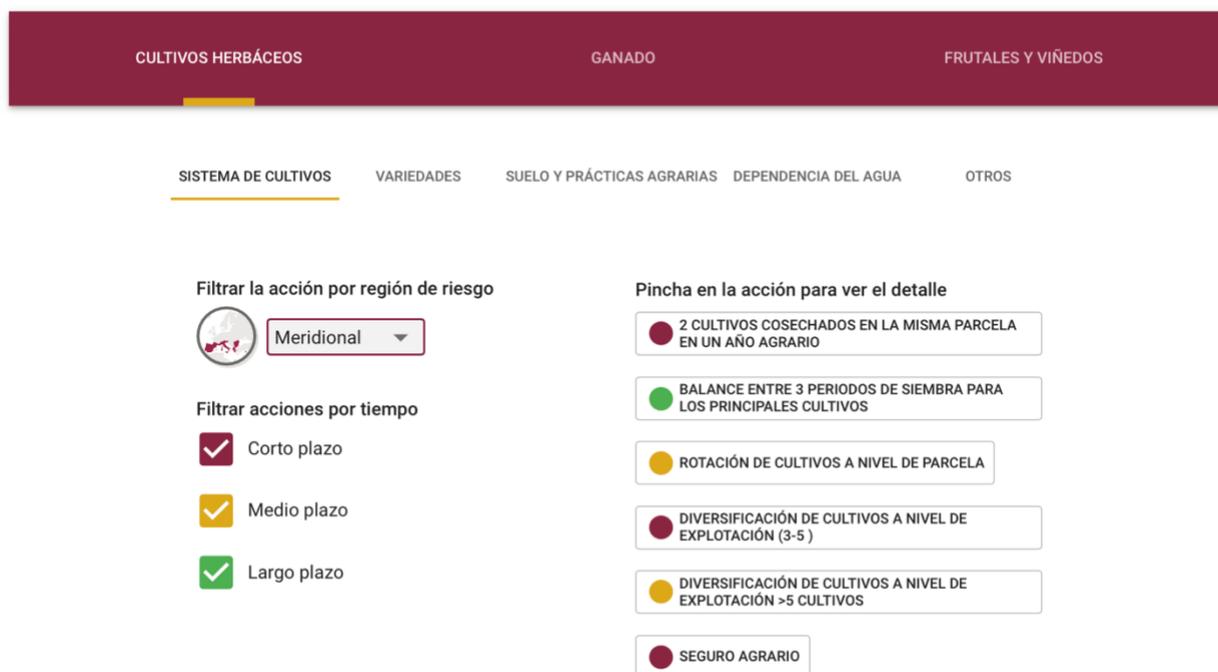


Figura 15 : Medidas de adaptación sostenible (plataforma AWA)

Un código de colores permite, en particular, distinguir entre medidas a corto, medio y largo plazo. Para cada medida es posible abrir una ficha detallada, lo que permite señalar la potencial existencia de impactos positivos, neutros o negativos sobre los diferentes componentes de la sostenibilidad, a saber, emisiones de gases de efecto invernadero, calidad del aire, suelo, agua, biodiversidad, etc. En total, en este módulo se descubrirán casi un centenar de medidas de adaptación sostenible.

6.2 Videoclips

Adaptar los cultivos herbáceos de secano al cambio climático. Vídeo explicativo de la metodología desarrollada por Fundación Global Nature en el marco del proyecto LIFE AgriAdapt, que evalúa el riesgo climático a escala de explotación agraria, utilizando datos meteorológicos y proyecciones climáticas, así como la información disponible y la facilitada por los propios productores/as sobre los rendimientos logrados. Una vez identificados los riesgos y la vulnerabilidad, se propusieron y aplicaron medidas de adaptación sostenible a escala de una explotación de cultivos herbáceos y ganadería. <https://www.youtube.com/watch?v=h3mZ-AioQNU>

Viñedos y cambio climático en la Región Mediterránea

¿Cuáles son los principales impactos climáticos que los viñedos han estado experimentando en el pasado reciente? ¿Cómo van a evolucionar en el futuro próximo? ¿Hay alguna forma en que los viñedos se puedan adaptar a estos cambios? Estas preguntas son respondidas en el video, en el marco del proyecto LIFE AgriAdapt. <https://youtu.be/1FUxlvDTBFA>

Dehesas y cambio climático: manejo holístico de pastos

En este video, dos explotaciones ganaderas piloto dentro del proyecto LIFE AgriAdapt explican los problemas derivados del cambio climático que afrontan las dehesas, así como el rol del manejo holístico de pastos abordando esta vulnerabilidad al cambio climático.

<https://youtu.be/FQ7H5stRbRs>

7 PREGUNTAS FRECUENTES

7.1 Cambio Climático

- **¿Cuál es la evolución observada del Clima en España?**

El aumento de la temperatura desde la época preindustrial se cifra en alrededor 1.7 °C en España, la mayor parte de ese incremento de temperatura (1.3 °C) se ha producido en los últimos 60 años. Además, han aumentado de los fenómenos extremos, con especial relevancia, en España, el notable incremento del número y la duración de las olas de calor en la década más reciente, así como los episodios de lluvias torrenciales (Fuente: [AEMET](#))

- **¿Cuál es la evolución observada de las precipitaciones en España?**

En el conjunto del país (1965-2018) se observa que las precipitaciones en conjunto en España son similares a las de hace unos años, tanto analizando las series anuales como las mensuales. Es decir, no existe una tendencia significativa ni de aumento ni de disminución. En términos generales, la precipitación en el siglo XXI muestra una tendencia hacia una reducción más acusada en las latitudes más bajas y en términos porcentuales una reducción más acusada en los meses estivales que en los invernales. Se observa una ligera reducción del número de días con precipitación, un aumento de la longitud máxima de los periodos secos y un aumento de la fracción de la precipitación que cae en los percentiles más altos (menos precipitaciones pero más intensas). Con respecto a la sequía meteorológica, se observa un incremento de 15 a 20 días en el máximo de número de días consecutivos sin precipitación en la España peninsular. (Fuente: [AEMET](#), [MITECO](#); [Observatorio de Sostenibilidad](#))

- **¿Hay más sequía agrícola (humedad relativa del suelo) en España?**

Estudios científicos sobre la sequía agrícola en España, en las últimas cuatro décadas revelan una clara tendencia negativa. La sequía agrícola, o la disminución del agua disponible en el suelo para los cultivos, se ha hecho cada vez más frecuente, independientemente de las características climáticas de cada zona, especialmente en los meses de abril a octubre. Esto se debe en parte, al aumento de las temperaturas y por tanto de la Evapotranspiración, provocando un aumento de la aridez y una evolución negativa del balance hídrico del suelo. (Fuente: [Almendra Martín L, et.al. 2021¹](#))

- **¿Hay más olas de calor en España?**

El número de olas de calor en España (entre 1975 y 2020) se ha duplicado en la última década. Su duración también ha aumentado considerablemente. En la última década se han registrado varios hitos en España (considerando para este análisis la península, Baleares, Ceuta y Melilla): 2017 fue el año en el que más olas de calor se reportaron, hasta cinco; 2015, el año en el que tuvo lugar la más extensa; y la que afectó a más provincias, un total de 40, ocurrió en 2012. En la década de los 80 se contabilizaron diez olas de calor cuya duración máxima no llegó a una semana. En los 90, hubo 13 olas que duraron, como máximo, ocho días. En los 2000, se registraron 12, una de ellas con una duración excepcional -16 días-, y las demás de cinco días como máximo. En la última década completa, la de 2010, fueron 21 olas de calor, muchas de ellas de más de una semana de duración y una de récord absoluto: 26 días de ola de calor en 2015. (Fuente: [AEMET](#))

¹ Almendra-Martín,L.; Martínez-Fernández, J.; González-Zamora, Á.; Benito-Verdugo, P.; Herrero-Jiménez, C.M. Agricultural Drought Trends on the Iberian Peninsula: An Analysis Using Modeled and Reanalysis Soil Moisture Products. *Atmosphere* 2021, 12, 236. <https://doi.org/10.3390/atmos12020236>

7.2 Proyecciones climáticas

- **¿Qué es una modelización climática?**

Los modelos climáticos numéricos se utilizan para proyectar el posible curso futuro del sistema climático, así como para comprender el propio sistema climático. Se basan en descripciones matemáticas de los procesos físicos que gobiernan el sistema climático (p. ej., cantidad de movimiento, masa y conservación de la energía, etc.).

- **¿Por qué los cálculos de cambio climático se realizan en periodos de 30 años?**

El clima es una representación sintética de las variables climáticas que caracterizan una determinada región. Viene definida por valores medios, generalmente a lo largo de 30 años (según la Organización Meteorológica Mundial), y la dispersión en torno a la media de magnitudes climáticas (temperatura, precipitaciones, viento, insolación, etc.) y fenómenos particulares como nieblas, tormentas y granizo. Por el contrario, la noción de "clima" se refiere a las condiciones meteorológicas de un momento dado o de un período breve (un día, una semana, etc.).

- **¿Qué periodos de tiempo están disponibles en CANARI?**

El usuario puede utilizar 3 periodos de tiempo diferentes en la aplicación: Pasado Reciente (1985 a 2020), Futuro Cercano (2021-2050) y finalmente Futuro Lejano (2051-2100). El principio sobre el que se basa CANARI es comparar la representación de un indicador entre estos diferentes periodos de tiempo para comprender cuáles son las evoluciones: Pasado reciente / Futuro cercano, o Pasado reciente / Futuro cercano / Futuro lejano. Inicialmente, es recomendable promover comparaciones de indicadores Pasado Reciente / Futuro Próximo que sean más fáciles de analizar y explicar a los agricultores. También suele ser más fácil para un actor económico limitarse a los próximos 30 años para estructurar su proceso de adaptación.

- **¿Qué escenario RCP debo elegir para mis simulaciones en CANARI?**

El usuario puede elegir dos escenarios RCP (por la Vía de Concentración Representativa) diferentes en CANARI: el escenario RCP 4.5 (o escenario objetivo de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero intermedio) y el escenario 8.5 (o escenario extremo o pesimista, ausencia de un objetivo de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero). Debido a la inercia climática, la elección de RCP 4.5 u 8.5 tendrá poco impacto en los resultados para el período Futuro Cercano (2021-2050). Por otro lado, la elección del escenario RCP 4.5 u 8.5 será determinante para el cálculo de un indicador para el período Futuro Lejano (2051-2100).

- **¿Por qué se ofrecen cálculos de indicadores CANARI para múltiples modelos climáticos?**

CANARI ofrece al usuario resultados para un conjunto de 6 parejas de simulaciones diferentes. Hay dos fuentes principales de incertidumbre en relación con las proyecciones climáticas: la incertidumbre del "modelo" vinculada a la representación de procesos físicos, y la incertidumbre asociada a los escenarios de emisión de gases de efecto invernadero cuyo efecto es significativo más allá de 2050. Se recomienda, por tanto, utilizar simulaciones de varios modelos sistemáticamente para prever la posible variabilidad de los resultados.

- **¿Corresponde el período Pasado Reciente propuesto en CANARI a observaciones climáticas?**

El portal CANARI ofrece al usuario únicamente proyecciones climáticas, por lo que no existen observaciones climáticas. Los valores propuestos para el período Pasado Reciente en CANARI corresponden por tanto a simulaciones climáticas propias de cada uno de los modelos seleccionados. Sin embargo, se han aplicado métodos de corrección del sesgo a las simulaciones teniendo en cuenta las observaciones.

7.3 Impactos sobre la agricultura

- **¿Cuáles son los impactos observados del cambio climático en la producción de trigo?**

Las últimas dos décadas han sido testigos del declive de la tendencia al alza en el rendimiento de los cereales en muchos países europeos, incluida España. El cambio climático (estrés por calor, sequía) es uno de los principales factores que explican el estancamiento de los niveles de rendimiento, siendo el reciente año 2016 uno de los que completa la lista de años donde el clima ha afectado severamente los rendimientos. Por lo tanto, las explotaciones agrícolas deben lidiar con una mayor variabilidad interanual en el rendimiento.

Con CANARI es posible, por ejemplo, cuantificar y visualizar la evolución del riesgo de estrés por calor (escaldado) o déficit hídrico en diferentes periodos del ciclo de desarrollo del trigo.

- **¿Cuáles son los impactos observados del cambio climático en la viticultura?**

Se calcula que, en las últimas dos décadas, la fecha de cosecha de la uva, el inicio de la vendimia se ha adelantado a razón de un día por año. En la mayor parte de los viñedos en España, la vendimia se ha adelantado un total de 20 días comparado con las fechas de inicio de la vendimia de hace 20 años. Este avance se debe al aumento medio de las temperaturas 1,7°C. en un periodo de 30 años. La vendimia tiene lugar durante periodos cálidos, con consecuencias sobre la calidad del vino (grado alcohólico, perfiles aromáticos, etc.). La mayor acumulación de temperaturas también se traduce en un inicio más temprano del crecimiento vegetativo en primavera, con la consiguiente exposición al riesgo de heladas. Por último, el potencial productivo de la vid se ve regularmente limitado por un déficit hídrico creciente, sobre todo en las explotaciones más meridionales de España.

Con CANARI es posible, por ejemplo, cuantificar y visualizar la evolución del riesgo de heladas tardías para la vid, la evolución del déficit hídrico a lo largo del ciclo de cultivo o incluso la evolución de la disponibilidad térmica en relación a cada variedad de uva.

- **¿Cuáles son los impactos observados del cambio climático sobre la producción de forraje?**

Como todas las plantas cultivadas, las especies forrajeras también se benefician de una mayor acumulación de días-grado con el aumento de la temperatura media en España. Es el caso, en particular, de los prados, cuyas fechas de reanudación de la vegetación, de salida de los animales a pastar o de ensilado o henificación tienden a adelantarse varios días. Lo mismo ocurre con las especies forrajeras anuales, como el maíz de ensilado, cuya fecha de cosecha se adelanta regularmente. Además, el reforzamiento del déficit hídrico durante los periodos de primavera y verano provoca reducciones en la producción de forraje para alimentar a los animales.

Con CANARI es posible, por ejemplo, cuantificar y visualizar la evolución de las fechas de recuperación de pastizales (pastos, heno, etc.), o incluso la evolución del déficit hídrico estival de pastizales o ensilajes de maíz.

- **¿Cuál es el riesgo de malestar térmico para las vacas lecheras por olas de calor más intensas y frecuentes?**

La vaca está mal adaptada al calor, ya que lo evacua con dificultad sudando poco mientras que ella misma produce mucho. Las vacas manifiestan su malestar en caso de estrés térmico mediante cambios visibles en su comportamiento: permanecen más tiempo levantadas, buscan la sombra y los puntos de agua, llegando incluso a reducir su metabolismo alimentario y, en consecuencia, su nivel de producción de leche. Así, una ola de calor moderada (5 días consecutivos a más de 30°C.) puede provocar un descenso del 20 al 30% en la producción diaria de leche. La cuestión del estrés térmico en las vacas es ahora una preocupación central para todos los ganaderos.

Con CANARI es posible, por ejemplo, cuantificar y visualizar los riesgos de estrés térmico según la época del año, o incluso determinar el nivel de malestar térmico a través de las diferentes clases de ITH (Índice de Temperatura-Humedad).

7.4 ¿Alguna pregunta sobre CANARI?

Los usuarios pueden enviar todas las consultas relacionadas con CANARI por correo electrónico a: canari@solagro.asso.fr

