



ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR AGRARIO

RESULTADOS DEL PROYECTO InfoADAPTA-AGRI II

Con el apoyo de:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad



PIMA
adapta



oecc
Oficina Española de Cambio Climático

Colabora:



Adaptación al cambio climático en el sector agrario.

Resultados del Proyecto InfoAdapta-Agri II

Con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica.

Edita: Unión de Pequeños Agricultores y Ganaderos (UPA)

Textos: Gabinete Técnico de UPA

Fotografías: Joaquín Terán y archivo UPA

Diseño y maquetación: QAR Comunicación

Impresión: Gráficas Jomagar

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 proyecto.

ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR AGRARIO

RESULTADOS DEL PROYECTO INFOADAPTA-AGRI II

Índice

1. Introducción	5
2. Datos generales de la encuesta	7
3. Consideraciones generales sobre cambio climático obtenidas de la encuesta ...	9
4. Medidas concretas de adaptación	12
4.1. Gestión de suelos	12
4.2. Agricultura de precisión. Digitalización	18
4.3. Monitoreo de plagas. Gestión integrada	24
4.4. Mejora del abonado	31
4.5. Mejora de la biodiversidad. Servicios de polinización	36
4.6. Economía circular. Relación ganadero-agricultor	40
4.7. Gestión del agua en regadíos	45
4.8. Sistemas de asesoramiento	53



1. Introducción

Tras la experiencia obtenida durante la realización del proyecto InfoAdapta-Agri entre el año 2017 y la primera mitad de 2018, UPA ha realizado un análisis de la información obtenida durante este tiempo para realizar una selección de ocho medidas concretas.

En la primera fase se detectaron más de 60 medidas que se repartieron en función de la orientación productiva a la que podían estar relacionadas.

Partiendo de esta base, UPA ha realizado un análisis más exhaustivo de cada una de ellas, para seleccionar aquellas cuya implantación y potencial de aplicación en el sector agrario nos ofrecían un valor diferenciado, y merecía la pena profundizar en ellas.

Para alcanzar la selección final se han tenido en cuenta los tres criterios que sirvieron para categorizar las medidas, que son:

- Plazo de implementación.
- Potencial.
- Ratio beneficio/coste.

Además, y con el objetivo de optimizar los recursos disponibles, se ha analizado la posibilidad de agrupar varias de las medidas que se identificaron de manera individual inicialmente, ya que podían considerarse en grupo, porque sus objetivos y procesos de toma de decisiones estaban totalmente relacionados.

Como consecuencia de este trabajo de análisis y evaluación se alcanzó la siguiente selección de medidas:

1. Gestión de suelos.
2. Agricultura de precisión y la digitalización.
3. Monitoreo y control de plagas y enfermedades.
4. Mejora del abonado.
5. Mejora de la biodiversidad, servicios de polinización.
6. Mejora de la ganadería extensiva. Economía circular.
7. Gestión del agua.
8. Creación de sistemas de asesoramiento.

Son ocho medidas muy ambiciosas, que pueden suponer la base de la adaptación al cambio climático en la gestión de explotaciones agrícolas y ganaderas.

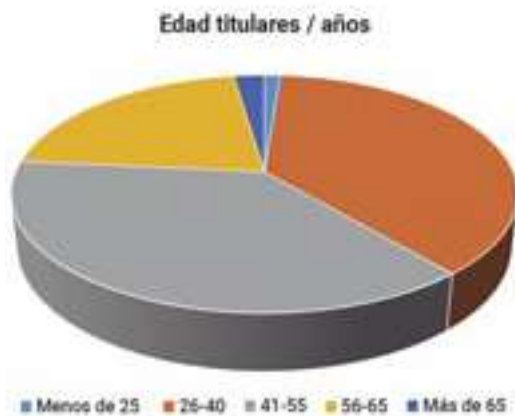
Además, esta información se complementa con la obtenida de la encuesta realizada entre agricultores y ganaderos sobre aspectos relacionados con el cambio climático y medidas de adaptación en explotaciones agrarias.



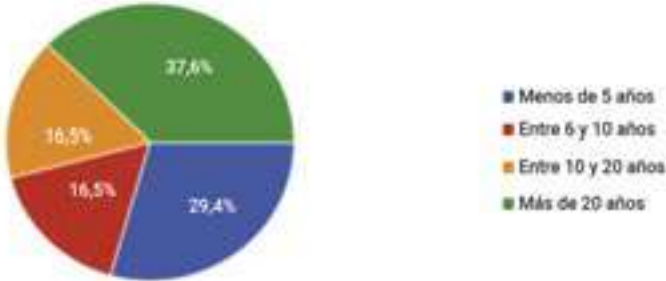
2. Datos generales de la encuesta

La encuesta se ha llevado a cabo en 22 provincias repartidas de manera homogénea por el país, con el objetivo de que los resultados reflejen la realidad de todas las producciones y modelos de explotación, mediante la selección de explotaciones tipo.

El reparto de titulares de explotación por edad es el siguiente:

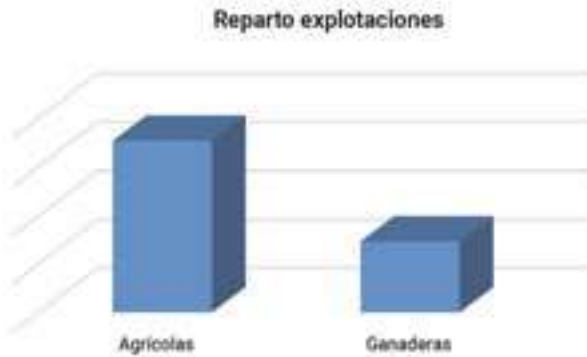


El tiempo de gestión como titulares de explotaciones es bastante importante, con más de un 37% que lleva más de 20 años en la actividad agraria.



Reparto entre explotaciones agrícolas y ganaderas

El 29% de las explotaciones tiene una orientación ganadera, mientras que el 71% es agrícola.



Reparto entre seco y regadío

	Porcentaje
Regadío	48
Secano	52



3. Consideraciones generales sobre cambio climático de la encuesta

La percepción general de los titulares de explotaciones sobre cuestiones generales relacionadas con el cambio climático nos ofrece las siguientes conclusiones:

- El 93% de los encuestados considera que el clima está cambiando.
- El 92% entiende que el reparto de precipitaciones se ha modificado.
- El 88% considera que se ha producido un incremento de las temperaturas.
- En cuanto a la cantidad total de precipitaciones, el 87% entiende que ha disminuido.
- El 82% responde que las olas de calor son más frecuentes y más intensas.
- Alrededor del 60% considera que esta situación ha provocado un adelanto de floraciones y maduraciones de cultivos.

Según los encuestados, los aspectos que van a suponer un mayor riesgo para sus explotaciones son los siguientes:

- Incremento de las necesidades hídricas de los cultivos por la disminución de las lluvias.
- Mayor incidencia de episodios de golpes de calor.
- Incremento del riesgo de plagas (malas hierbas, parásitos...) y enfermedades.
- Incremento de la escasez de agua para riego.

Por el contrario, los asuntos que preocupan menos son:

- Disminución de la producción del ganado.
- Bajada de los índices de conversión de los animales.
- Pérdida de biodiversidad.
- Aumento de la erosión.

Teniendo en cuenta esta información, resulta interesante comprobar que:

- El 90% considera que el cambio climático debería ser una prioridad tanto para las Administraciones como para los agricultores y ganaderos.
- El 64,7% ha llevado a cabo cambios en la gestión de su explotación.
- Prácticamente el 50% de los agricultores y los ganaderos no ha recibido ningún tipo de formación al respecto.
- De manera general, las organizaciones profesionales agrarias son el instrumento preferido para recibir esta información con una respuesta positiva superior al 96,5%, seguido de las Administraciones con el 95%, las cooperativas con el 81% y, más lejos, las empresas del sector con un 53%.

La siguiente tabla refleja una lista de 24 medidas de adaptación al cambio climático según la percepción de los agricultores y los ganaderos.

	% de agricultores que valoran esta medida
Mejorar el aprovechamiento de recursos disponibles	96,5
Extracción y uso racional de agua	96,5
Tecnologías aplicadas al riego	94,1
Mejora y modernización de los sistemas de riego en parcela	92,9
Creación de servicios de asesoramiento	91,8
Introducción de variedades y especies resistentes a la sequía	
y a plagas y enfermedades emergentes	90,6
Monitoreo de plagas y sistema de alerta temprana	90,6
Aplicar medidas de conservación del suelo	89,4
Mantener una cobertura de restos vegetales	89,4
Racionalización de fertilización	83,5
Establecer condiciones para mejorar los servicios de polinización	81,2
Diversificación y/o rotación de cultivos	78,8
Elección de variedades de cultivos leñosos	70,6
Adaptación fecha de siembra de cultivos anuales	68,2
Mejorar la sanidad y el bienestar animal	68,2
Contratación de seguros agrarios	68,2
Empleo de razas autóctonas	65,9
Diseño de instalaciones ganaderas	64,7
Ganadería/agricultura ecológica	63,5
Mejora y selección de pastos	60,0

El 67,1% de los encuestados estaría dispuesto a poner en marcha alguna de las medidas indicadas anteriormente, aunque el 78% considera que tiene limitaciones económicas importantes para llevarlas a cabo.

El 86% considera que estas medidas deberían incluirse en la normativa agraria, aunque solo un 25% con carácter obligatorio y el 75% de manera voluntaria. Casi la totalidad (96%) entiende que es necesario que se pongan en marcha medidas económicas incentivadoras para los agricultores y los ganaderos que participen en las mismas.



4. Medidas concretas de adaptación

4.1. Gestión de suelos

Radiografía de los suelos

Los suelos agrícolas son la base para la producción de los alimentos de una población mundial en continuo crecimiento. Según las previsiones, en el año 2050 la población mundial alcanzará los 9.000 millones de habitantes. Como es posible observar, el reto de la producción de alimentos es muy grande, y para ello necesitamos no solo aumentar esa capacidad de producción, además debemos hacerlo de una manera sostenible. Es por ello por lo que la gestión de suelos está en la agenda política de todos los acuerdos internacionales, siendo necesario realizar un esfuerzo para mejorar este aspecto en nuestro país.

La radiografía actual de los suelos españoles aporta información preocupante acerca de nuestro potencial a medio y largo plazo. Los efectos en el suelo solo se pueden analizar a largo plazo, y en muchos casos el gestor de los mismos no es consciente del proceso en el que se encuentran. Además, los efectos del cambio climático en el régimen de temperaturas y de precipitaciones todavía nos expone a unas condiciones peores.

Esta situación de partida nos obliga a plantear un cambio filosófico del modelo de gestión

de suelos, con el objetivo principal de mejorar la estructura y contenido de materia orgánica de los mismos.

Además, la diversidad de nuestro país, en cuando a tipo de suelos, precipitaciones, temperaturas, orografía, etc., nos obliga a realizar un mayor esfuerzo para aportar resultados que se puedan extrapolar a la mayor parte del territorio español.

Las mejores prácticas agrícolas deben, por tanto, tender a un mejor aprovechamiento de las condiciones del suelo, pero sin dejar de lado el aspecto medioambiental, de tal forma que estas prácticas no supongan una alteración de las condiciones de estabilidad ambiental de los suelos y cultivos agrícolas, ni un aumento de los posibles impactos ambientales sino, al contrario, puedan colaborar en el desempeño medioambiental del producto final.

El suelo es un recurso natural fundamental en estos ambientes, ya que la vida tal y como la conocemos depende de él. Es un recurso no renovable que realiza muchas funciones esenciales para el ecosistema y la economía, como son la producción de alimentos y fibras, el almacenamiento, filtrado y transformación de muchas sustancias como el agua, carbono, nitrógeno, entre otras. De acuerdo con la Comisión Europea (CE), estas funciones son dignas de protección por su importancia socioeconómica y ambiental (COM (2006) 231 final). Aunque los ciudadanos perciben el suelo como un recurso abundante, en realidad su degradación es generalmente invisible, ya que es un proceso lento en el que los efectos negativos inmediatos rara vez ocurren. La erosión, la pérdida de materia orgánica, la compactación, la salinización, los deslizamientos de tierra, la contaminación, el sellado, son problemas que afectan seriamente a sus funciones.

A nivel global, el suelo contiene dos veces más carbono (C) que la atmósfera y casi cuatro veces más que lo almacenado en la vegetación terrestre (IPCC, 2013). El manejo del suelo en zonas agrícolas de zonas áridas y semiáridas, como las del Mediterráneo, está promoviendo una disminución del carbono orgánico del suelo (COS), por mineralización de la materia orgánica y/o erosión. Hay estudios que cifran esas pérdidas en un 30% en un plazo de 10 años.

Este hecho influye muy negativamente en la fertilidad del suelo y en propiedades físicas como la estabilidad estructural, lo que a su vez aumenta los riesgos de degradación y de erosión, y en consecuencia mayor pérdida de suelo. A pesar de lo anterior, los suelos agrí-

colas de estas zonas tienen un elevado potencial para modificar los flujos de carbono y conseguir que aumente su contenido en los mismos, ya que están muy alejados de su potencial de saturación. La estrategia del 4 por mil se fundamenta en esta posibilidad, abogando por la adopción de buenas prácticas agrarias que incrementen de manera anual el contenido de C en el suelo un 0,4%, compensando así las emisiones de CO₂.

Rodríguez Martín *et al.* (2009), en un estudio realizado para el INIA, determinaron el porcentaje medio de materia orgánica en cada provincia, a través del análisis de más de 4.000 muestras de suelo repartidas por toda la geografía nacional. El resultado fue concluyente respecto al mal estado de los suelos a nivel nacional. Así pues, los suelos de 16 provincias tenían un porcentaje de COS por debajo del 1%, y 28 provincias entre el 1% y el 2%, dibujando un panorama en el que 44 provincias, un 88%, están en riesgo de pérdidas importantes en la calidad de sus suelos.

En lo relativo a la erosión, sus efectos se observan a largo plazo, como consecuencia de la acción que lleva a cabo tanto el agua de la lluvia como el viento. El tipo de suelo y la presencia o no de cubierta vegetal son los elementos más destacados para definir el nivel de riesgo de erosión. En las últimas décadas se están produciendo ciclos más continuos de condiciones climatológicas más favorables para la aparición de episodios fuertes de erosión.

La gestión de suelos debe enfrentarse con una visión integral, cuyos objetivos deben ser la mejora de la materia orgánica de los suelos, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la mejora de la estructura y productividad a medio plazo y la reducción de las pérdidas por erosión, alineándose con las políticas de conservación de suelos europeas y españolas y la estrategia 4 por mil frente al cambio climático.

Aumento del contenido de carbono en el suelo

De esta manera, las prácticas ejecutadas por los agricultores estarán encaminadas hacia la consecución de los objetivos de la estrategia internacional del 4 por mil a la que España ha mostrado su apoyo. Además, este aspecto es clave para mejorar el resultado de los puntos que analizan posteriormente.

Es fundamental tener en cuenta en el incremento neto del COS la cantidad aportada y su composición, especialmente su relación C/N. También los factores indirectos asociados con el cultivo y la comarca agrícola, como la precipitación (cantidad y distribución) y en menor grado el tipo de suelo (pH, textura, etc.), afectan a la efectividad de las medidas.

Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero

Es necesario plantear estrategias que promuevan la mitigación de emisiones de N₂O si se quiere mantener el efecto positivo del secuestro de C en el cómputo global de GEI (el denominado GWP).

Reducción de la erosión

La reducción de la erosión del suelo es un reto urgente para nuestra agricultura, y muy especialmente en los sistemas extensivos. La erosión del suelo supone una pérdida de C y nutrientes, y por tanto contrarresta los efectos beneficiosos del secuestro de C.

Mejora de las propiedades del suelo

Una correcta gestión del suelo será imprescindible para mantener el nivel de producción de alimentos, necesario para cumplir con la labor fundamental de los suelos. La capacidad de retención de agua se ve favorecida por el incremento en el contenido en materia orgánica en el suelo.

En función de las condiciones climatológicas, del tipo de suelo, etc., será necesario adaptarse para alcanzar dichos requisitos.

En general, las prácticas que deben ser tenidas en cuenta son las siguientes:

- Mínimo laboreo.
- Siembra directa.
- Cobertura de restos vegetales.

- Cobertura del suelo con mulching y acolchados de plástico.
- Acortar el tiempo en el que el suelo permanece desnudo.

Mínimo laboreo

Con esta técnica se consigue que el suelo reciba la menor manipulación necesaria para el cultivo. El suelo se apelmaza menos, por lo que tarda más en aparecer la suela de labor, es decir, se evita la compactación del suelo. Los residuos se dejan en el suelo, por lo que se amortigua el peso de la maquinaria. Ayuda a reducir emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Se reducen las pérdidas por erosión por la presencia de restos vegetales.

Es necesario que el agricultor reciba la formación necesaria para su puesta en marcha y ser capaz de afrontar los inconvenientes que pueden surgir, como la gestión de malas hierbas o de los residuos de la cosecha anterior.

Siembra directa

Como elementos más destacados encontramos la mejora de la retención de agua por el suelo, y la reducción de las pérdidas por escorrentía. Mejora el contenido de materia orgánica del suelo, y reduce la erosión. Nos encontramos ante una medida de mitigación y de adaptación al cambio climático.

Como en el caso anterior, es fundamental hacer hincapié en la formación del agricultor para contrarrestar algunos inconvenientes, como la gestión de las malas hierbas, o las dificultades asociadas a suelos con estructura no muy buena o excesivamente compactados.

Cobertura de restos vegetales

Esta medida presenta importantes beneficios agronómicos, medioambientales y económicos, reduciendo además los costes de producción, ganando tiempo y ahorrando mano de obra. Tiene una labor fundamental en la reducción de la erosión hídrica, protegiendo al suelo del impacto de las gotas de la lluvia, y eólica sobre el terreno. Se produce una mejora

del contenido de materia orgánica, favoreciendo la retención de CO₂, y mejorando la biodiversidad.

El agricultor debe aprender a manejar las cubiertas vegetales, principalmente en zonas de climas más áridos.

Cobertura del suelo con mulching y acolchados de plástico

Esta medida tiene el objetivo de retener la humedad del suelo, controlar las malas hierbas y aumentar la cantidad de materia orgánica del suelo, entre otros beneficios. Para hacer la cobertura del suelo pueden utilizarse hojas trituradas, residuos de cultivo, paja, plásticos, etc. En épocas de temperaturas muy altas, estas coberturas protegen el suelo del excesivo calor, por lo que estabiliza su temperatura y lo refrescan. A la vez que protegen el cultivo de las posibles heladas tardías.

Es necesario tener en cuenta la aparición de posibles plagas y enfermedades, así como la dificultad para mecanizar el cultivo.

Acortar el tiempo en el que el suelo permanece desnudo

El impacto de las gotas de lluvia sobre los suelos desnudos provoca erosión, dando lugar a la formación de cárcavas. Esta medida tiene especial interés en suelos con cierta pendiente, pues cuanto mayor sea la inclinación de un terreno, mayor susceptibilidad tiene a los efectos de la erosión hídrica. Cabe destacar que cuanto mayor sea la densidad de las cubiertas vegetales (barbechos con cubiertas), el suelo estará más protegido, y en consecuencia habrá menos erosión. Es fundamental que los agricultores puedan disponer de productos de control de las malas hierbas.

¿QUÉ OPINAN LOS AGRICULTORES SOBRE LA GESTIÓN DE SUELOS?

Solo el 6% no considera importante luchar contra la erosión como medida de adaptación al cambio climático, aunque solo el 30% considera que la erosión es un problema en su explotación.

El 84,2% conoce la siembra directa o mínimo laboreo, pero solo el 42% lleva a cabo una o ambas de estas técnicas. Además, el 65% considera que es una buena medida para combatir el cambio climático.

Entre las razones que se dan para su puesta en marcha destacan:

- ✓ Reducción de costes.
- ✓ Mejora del suelo.
- ✓ Menores precipitaciones.

Al contrario, aquellos que no la llevan a cabo lo hacen por:

- ✓ Inversiones necesarias en maquinaria.
- ✓ Control de las malas hierbas.

Entre las medidas destacadas por los agricultores contra la erosión, además de la siembra directa o el mínimo laboreo, encontramos:

- ✓ Incorporación de restos de poda.
- ✓ Mantenimiento de cubiertas vegetales.
- ✓ No labrar a favor de la pendiente.

El principal efecto según los agricultores que tiene la materia orgánica es sobre la fertilidad del suelo, aunque también consideran que puede suponer una reducción de la fertilización y de la erosión.

Casi el 99% considera fundamental disponer de información para mejorar la gestión de los suelos y su influencia con el cambio climático.

4.2. Agricultura de precisión. Digitalización

El sistema alimentario se enfrenta a grandes retos globales de sostenibilidad en un contexto de crecimiento de la población mundial y escasez de recursos naturales. En la segunda mitad del siglo ~~xx~~ tuvo lugar la llamada “revolución verde” que marcó un cambio del modelo de producción agraria con la introducción de productos fitosanitarios, fertilizantes, sistemas de riego, selección genética, etc., lo que ha permitido aumentar la productividad de los cultivos y alimentar a una población mundial en continuo crecimiento.

La FAO prevé que la población mundial supere los 9.000 millones de personas en 2050, lo que implica la necesidad a medio plazo de producir más alimento, de calidad y de forma más sostenible, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos por las Naciones Unidas. En las próximas décadas la agricultura tiene la responsabilidad de hacer frente al reto de garantizar la seguridad alimentaria para una población mundial creciente, con una menor disponibilidad de recursos y en un entorno marcado por los efectos del cambio climático.

Por otro lado, los avances en la electrónica, en las tecnologías de las comunicaciones, de los sensores remotos, en la inteligencia artificial, en los análisis de datos, entre otros, han permitido el desarrollo de equipos y sistemas con una enorme capacidad para la adquisición, procesado y análisis de la información.

El sector agroalimentario no es ajeno a estos avances tecnológicos y al proceso global de digitalización y, en este contexto, los sistemas tradicionales de producción y transformación del sector ya han empezado a trabajar con las tecnologías digitales, en una nueva “revolución verde” con el objetivo de hacer frente a estos grandes retos.

La agricultura de precisión se define como la aplicación de tecnologías y principios para el manejo de la variabilidad espacial y temporal asociada a todos los aspectos de la producción agrícola con el propósito de mejorar la productividad del cultivo y la calidad ambiental (Pierce y Nowak, 1999). En este marco, el acceso y manejo de la información de todo tipo es fundamental para la gestión integral y la competitividad de las explotaciones agrícolas.

La agricultura de precisión es una estrategia de manejo de las explotaciones que se basa en la utilización de un conjunto de tecnologías: el Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS), sensores e imagen tanto **satelital** como aerotransportada, junto con Sistemas de Información Geográfica (SIG) para estimar, evaluar y entender la variabilidad de los sistemas de producción. La información recolectada puede ser empleada para evaluar con mayor precisión la densidad óptima de siembra, estimar la cantidad adecuada de fertilizantes o de otros insumos necesarios, y predecir con más exactitud el rendimiento y la producción de los cultivos.

La agricultura de precisión tiene como objeto optimizar la gestión de una parcela en tres ámbitos principales:

- **Agronómico:** ajustando las prácticas de cultivo a las necesidades de la planta (por ejemplo, satisfacción de las necesidades de nitrógeno).
- **Medioambiental:** reducción del impacto vinculado a la actividad agrícola (por ejemplo, pérdidas de nitrógeno), dando respuesta a la creciente presión de la sociedad sobre los productores agrarios a los que demandan una mayor sostenibilidad en su actividad y una disminución de su impacto medioambiental.
- **Económico:** aumento de la competitividad a través de una mayor eficacia de las prácticas culturales y gestión de los insumos.

Además, la agricultura de precisión pone a disposición del agricultor numerosa información con la que puede construir su memoria real de campo, que le ayudará a tomar decisiones futuras y mejorar la calidad de sus productos o adaptarlos a las demandas del mercado.

Existe una serie de herramientas tecnológicas que han experimentado un importante avance en los últimos años y que se han traducido en el interés por la implementación de la agricultura de precisión, cuyo proceso de aplicación se fundamenta en varios pasos:

1. **Geolocalización de la información:** permite definir la posición del usuario, parcela, elemento..., sobre la superficie terrestre.
La geolocalización de la parcela nos va a permitir superponer sobre esta última la información disponible: análisis del suelo, rendimientos, etc. La geolocalización se puede realizar en la propia parcela con ayuda de un GPS o bien mediante imagen aérea o de satélite.
2. **Caracterización de la heterogeneidad:** las causas de la variabilidad en una parcela son múltiples: el clima, las características del suelo (físicas, químicas y biológicas), las prácticas de cultivo, vegetación adventicia, presencia de plagas y enfermedades.

Se dispone de indicadores permanentes (suelo) y otros variables o puntuales sobre el desarrollo del cultivo (enfermedades, estrés hídrico...) cuyos datos nos proporcionan las estaciones meteorológicas y distintos tipos de sensores.

3. Sistema de Información Geográfica (SIG): software que permite el almacenamiento y proceso de datos que tenemos ya georreferenciados y que nos van a permitir desarrollar mapas con la variabilidad de la parcela e integrar la información que nos proporcione tanto la teledetección aérea o satelital como los distintos sensores de que dispongamos.
4. Toma de decisiones: a partir de los mapas de variabilidad (mapas de prescripción) se tomarán las decisiones del manejo de la parcela y aplicación de los insumos. La información se irá actualizando con las mediciones que vayamos desarrollando cada campaña. De esta forma también podremos ir elaborando nuestro propio histórico.
5. Implementación de prácticas para compensar estas variabilidades: mediante la maquinaria y la tecnología adecuadas podemos actuar sobre las variabilidades detectadas en función de nuestros objetivos: siembra con densidad variable, aplicación de nitrógeno variable, ajuste de la aplicación de productos fitosanitarios en función de las distintas necesidades de la parcela...

Ventajas del uso de la agricultura de precisión en comparación con la agricultura tradicional:

- ✓ Posibilidad de utilizar los insumos de forma más racional con dosis acordes a las necesidades reales del cultivo.
- ✓ Aplicación de insumos solo en las zonas donde sea necesario y donde la intervención resulte más eficaz agronómica y económicamente.
- ✓ Mejora de la sostenibilidad ambiental de la producción al evitarse la aplicación de in-

sumos (fertilizantes, fitosanitarios...) en áreas donde no son necesarias o al aplicar cantidades inferiores a las que se aplicarían con la agricultura tradicional.

- ✓ Reducción del impacto sobre el medio ambiente debido a la utilización más racional y precisa de los recursos energéticos.
- ✓ Aumento de los rendimientos al permitir una mejor corrección de las deficiencias e ineficiencias en la aplicación de insumos.
- ✓ Aumento de la seguridad alimentaria al incrementar la producción con la optimización del uso de insumos. Hacer más con menos.
- ✓ Uso más eficiente del agua.
- ✓ Incremento de la producción sin necesidad de expandir las superficies dedicadas al cultivo a expensas de las masas forestales, contribuyendo al mantenimiento de la biodiversidad y conservación del medio ambiente.
- ✓ Reducción en el uso de fertilizantes debido a su aplicación más personalizada y con ello menor emisión de gases de efecto invernadero y menor riesgo de contaminación de suelos y aguas por la escorrentía.
- ✓ Ahorro en el agua por la mayor eficiencia en su uso. Aspecto importante dado que todas las previsiones sobre los efectos del cambio climático en nuestro país apuntan a un incremento de las temperaturas y una reducción de la disponibilidad de agua.
- ✓ Mejor control, más preciso y rápido de las plagas y enfermedades gracias a la mejora en la calidad y frecuencia de la monitorización de los cultivos.
- ✓ Mejorar las condiciones de trabajo en el sector agrícola. Necesario si queremos revertir la tendencia actual de migración de la población del campo (y por tanto de los trabajadores dedicados a las actividades agrarias y ganaderas) a las ciudades.

- ✓ Incentivar el relevo generacional en el sector agrícola, tan necesario en el contexto, al menos en Europa y España, de envejecimiento de los productores y falta de incorporación suficiente de jóvenes a la actividad agrícola.

Inconvenientes del uso de la agricultura de precisión en comparación con la agricultura tradicional:

- ✗ Coste de los equipos y maquinaria asociada, si bien se está avanzando en la reducción de estos costes.
- ✗ Competencias necesarias para el uso y mantenimiento de los equipos y maquinaria asociada.
- ✗ La interpretación de la información puede ser una tarea compleja que requiera la contratación de servicios de asesoría/consultoría.

El sector agrario español puede beneficiarse de las ventajas de la agricultura de precisión. El sector agrícola y ganadero todavía tiene importancia en la economía española, si bien en las últimas décadas ha tenido que ceder parte al sector industrial y servicios. Además, los modelos de previsión de impacto del cambio climático en nuestro país muestran que se orientan hacia el desarrollo de un clima más seco en relación al resto de Europa y con menor disponibilidad hídrica. Por último no debemos olvidar la riqueza y diversidad de cultivos que caracterizan nuestro sector agrario. En todos estos puntos la implementación de la agricultura de precisión puede ser de gran ayuda para hacer frente a la menor disponibilidad de recursos, a optimizar el uso del agua como bien cada vez más escaso, a personalizar el tratamiento de nuestra diversidad para no perder competitividad en los mercados globales, hacer frente al mantenimiento de la seguridad alimentaria y a la sostenibilidad de los modelos de producción.

La aplicación de las nuevas tecnologías al sector agrícola y ganadero debe permitir una mayor optimización de nuestra actividad, siendo más eficientes en el uso de unos recursos cada vez más escasos y manteniendo la sostenibilidad.

Las nuevas tecnologías nos van a permitir una mayor optimización de los inputs al permitir la aplicación variable de fertilizantes, agua, dosis de semilla apoyados en los mapas de rendimiento y de suelos, todo ello teniendo en cuenta las necesidades reales de los cultivos que podemos conocer gracias a los distintos sistemas de monitorización de los mismos.

¿QUÉ OPINAN LOS AGRICULTORES SOBRE LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN?

El 63,5% de los agricultores y ganaderos conoce la agricultura de precisión, aunque el 67,1% considera que en la actualidad cualquier explotación, independientemente del tamaño, no puede poner en práctica la agricultura de precisión.

El 63,5% cree que la agricultura de precisión puede contribuir a reducir el impacto del cambio climático, aunque presenta barreras para su implementación. Por orden de importancia, las barreras se colocan de la siguiente manera:

1. Económicas.
2. De conocimiento.
3. Tecnológicas.
4. Edad de los titulares de explotaciones.
5. Estructura de las explotaciones.

4.3. Monitoreo de plagas. Gestión integrada

La Directiva 2009/128/CE tiene como objetivo reducir los riesgos y efectos del uso de plaguicidas en la salud humana y el medio ambiente, y el fomento de la gestión integrada de plagas y de planteamientos o técnicas alternativas, como las alternativas no químicas a los plaguicidas.

El Real Decreto 1311/2012 supone la aplicación de la Directiva 2009/128/CE a la normativa española y recoge la gestión integrada de plagas como el primero de los siete capítulos técnicos para la consecución del uso sostenible de los productos fitosanitarios.

El RD 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios, define la **gestión integrada de plagas** como “*el examen cuidadoso de todos los métodos de protección vegetal disponibles y posterior integración de medidas adecuadas para evitar el desarrollo de poblaciones de organismos nocivos y*

mantener el uso de productos fitosanitarios y otras formas de intervención en niveles que estén económica y ecológicamente justificados y que reduzcan o minimicen los riesgos para la salud humana y el medio ambiente. La gestión integrada de plagas pone énfasis en conseguir el desarrollo de cultivos sanos con la mínima alteración posible de los agroecosistemas y en la promoción de los mecanismos naturales de control de plagas”.

De acuerdo con el anexo I del Real Decreto 1311/2012, los principios generales para la gestión integrada de plagas serán:

- a) La prevención o la disminución de poblaciones de organismos nocivos hasta niveles no perjudiciales debe lograrse o propiciarse, entre otras posibilidades, especialmente por:
- Rotación de los cultivos.
 - Utilización de técnicas de cultivo adecuadas (por ejemplo, en cultivos herbáceos: técnica de la falsa siembra, fechas, densidad y profundidad de siembra, sistema adecuado de laboreo, ya sea convencional, mínimo laboreo o siembra directa, y en cultivos arbóreos: sistemas de plantación, fertilización, poda y aclareo adecuados).
 - Utilización de material de siembra o plantación certificado libre de agentes nocivos.
 - Utilización, cuando proceda, de variedades resistentes o tolerantes a los biotipos de los agentes nocivos predominantes, así como de semillas y material de multiplicación normalizados.
 - Utilización de prácticas de fertilización, enmienda de suelos y riego y drenaje equilibradas.
 - Prevención de la propagación de organismos nocivos mediante medidas profilácticas (por ejemplo, limpiando periódicamente la maquinaria y los equipos, desinfectando herramientas o cuidando el tránsito de aperos, maquinaria y vehículos entre zonas afectadas y no afectadas).
 - Protección y mejora de los organismos beneficiosos importantes, por ejemplo con

medidas fitosanitarias adecuadas o utilizando infraestructuras ecológicas dentro y fuera de los lugares de producción.

- Sueltas o liberaciones de dichos organismos beneficiosos en caso necesario.
- b) Los organismos nocivos deben ser objeto de análisis preventivo y seguimiento durante el cultivo mediante métodos e instrumentos adecuados, cuando se disponga de ellos. Estos instrumentos adecuados deben incluir la realización de observaciones sobre el terreno y sistemas de alerta, previsión y diagnóstico precoz, apoyados sobre bases científicas sólidas, así como las recomendaciones de asesores profesionalmente cualificados.
- c) La evaluación del riesgo de cada plaga, enfermedad o mala hierba podrá realizarse mediante evaluaciones de los niveles poblacionales, su estado de desarrollo y presencia de fauna útil, fenología del cultivo, condiciones climáticas u otros parámetros de interés, llevadas a cabo en las parcelas sobre las que se ha de decidir una actuación.
- d) Se debe procurar conocer el historial de campo en lo referente a los cultivos anteriores, las plagas, enfermedades y malas hierbas habituales y el nivel de control obtenido con los métodos empleados. Cuando sea posible, antes de efectuar las medidas de control deberán tenerse en cuenta los niveles umbral de los organismos nocivos establecidos para la región, las zonas específicas, los cultivos y las condiciones climáticas particulares.
- e) Los métodos biológicos, físicos y otros no químicos deberán preferirse a los métodos químicos. En todo caso se emplearán de forma integrada con los productos fitosanitarios cuando no permitan un control satisfactorio de las plagas. Estos métodos se utilizarán en el marco de estrategias que incluyan todos los aspectos de la explotación y del sistema de cultivo que favorezcan su control.
- f) La aplicación de medidas directas de control de plagas y malas hierbas solo se efectuará cuando los niveles poblacionales superen los umbrales de intervención, en el caso de que estos se encuentren fijados. Salvo en los casos de intervenciones preventivas, las cuales deberán ser justificadas en cualquier caso.
- g) Los productos fitosanitarios aplicados deberán ser tan específicos para el objetivo como sea posible, y deberán tener los menores efectos secundarios para la fauna auxiliar, la

salud humana, los organismos a los que no se destine y el medio ambiente. Las aplicaciones se realizarán con el equipo necesario y las condiciones climáticas adecuadas y evitando días lluviosos para minimizar riesgo de derivas de los productos fuera de las zonas a tratar. En todo caso, solo podrán utilizarse en cada momento productos autorizados para el uso pretendido inscritos en el Registro de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, y aprobados expresamente para el cultivo en que se apliquen.

- h) Los usuarios profesionales deberán limitar la utilización de productos fitosanitarios y otras formas de intervención a los niveles que sean necesarios, por ejemplo mediante la optimización de las dosis, la reducción de la frecuencia de aplicación o mediante aplicaciones fraccionadas, teniendo en cuenta que el nivel de riesgo que representan para la vegetación debe ser aceptable, que no incrementan el riesgo de desarrollo de resistencias en las poblaciones de organismos nocivos y que los niveles de intervención establecidos no suponen ninguna merma sobre la eficacia de la intervención realizada. Para este objetivo son muy útiles las herramientas informáticas de ayuda a la decisión cuando se dispongan de ellas.
- i) Cuando el riesgo de resistencia a una materia activa fitosanitaria sea conocido y cuando el nivel de organismos nocivos requiera repetir la aplicación de productos fitosanitarios en los cultivos, deberán aplicarse las estrategias disponibles contra la resistencia, con el fin de mantener la eficacia de los productos. Esto deberá incluir la utilización de materias activas o mezclas con distintos mecanismos de resistencia y modos de acción de forma alterna.
- j) Los usuarios profesionales deberán comprobar la eficacia de las medidas fitosanitarias aplicadas sobre la base de los datos registrados sobre la utilización de productos fitosanitarios y del seguimiento de los organismos nocivos.
- k) Con objeto de reducir la contaminación de los cursos de agua, se recomienda establecer y mantener márgenes con cubierta vegetal a lo largo de los cursos de agua/canales.
- l) Con objeto de favorecer la biodiversidad de los ecosistemas agrícolas (reservorios de fauna auxiliar), se recomienda establecer áreas no cultivadas en las proximidades a las parcelas de cultivo.

m) Prácticas prohibidas:

- Utilización de calendarios de tratamientos al margen de las intervenciones preventivas debidamente justificadas.
- Abandonar el control fitosanitario antes de la finalización del ciclo vegetativo del cultivo.
- El vertido, en el agua y en zonas muy próximas a ella, de líquidos procedentes de la limpieza de la maquinaria de tratamiento.
- Aplicar productos fitosanitarios en condiciones meteorológicas desfavorables.

El **monitoreo** es la labor destinada a estimar la abundancia y distribución de las plagas y sus enemigos naturales en el cultivo a través de muestreos periódicos. En definitiva, podemos decir que *consiste en revisar periódicamente un cultivo para medir la densidad y estimar la distribución de plagas y/o enfermedades.*

El objetivo principal del monitoreo de plagas es obtener umbrales de intervención, es decir, determinar el momento de realizar medidas de control, ya sea aplicación de productos fitosanitarios, liberación de enemigos naturales u otras. A través de este manejo se intenta minimizar el daño de las plagas en la cosecha, por lo tanto es relevante asociar la densidad del insecto y/o ácaro plaga con el daño producido. El monitoreo de la presencia de plagas y enemigos naturales permitirá tomar decisiones acertadas sobre cuándo aplicar un plaguicida y qué principio activo utilizar.

El monitoreo nos va a permitir:

- Conocer el estado sanitario del cultivo.
- Detectar la evolución de la población de plagas.
- Controlar la efectividad de las medidas adoptadas en el caso de efectuarse después la aplicación de una medida de control.

- Detectar problemas en el proceso de aplicación o la baja efectividad de un principio activo, y corregirlos a tiempo.

Los momentos del monitoreo dependen mucho del ciclo del cultivo, del ciclo biológico de la plaga y del tiempo necesario para alcanzar niveles de daño económico.

El umbral de intervención define la densidad a la cual se deben iniciar las medidas de control, evitando llegar al nivel de daño económico; por su parte, el umbral de daño económico es la densidad de población de una plaga o enfermedad que causa una reducción significativa en el valor del cultivo, ya sea en rendimiento o calidad, que significa un mayor costo en comparación al del tratamiento empleado para su control. El nivel de daño económico varía con el tiempo y el lugar durante la misma temporada, ya que se ve influido por las condiciones ambientales, las prácticas agronómicas, el coste de los insumos y el precio del producto en el mercado.

El monitoreo se puede realizar de varias formas:

- Monitoreo en estaciones o grupos de plantas: se toma un grupo de plantas distribuidas homogéneamente en el terreno y se marcan, permitiendo realizar un seguimiento de las plagas y/o enfermedades a través del tiempo y detectar la respuesta a un determinado manejo, enemigos naturales, evento climático y/o fenología de la planta.
- Monitoreo al azar: se realiza para detectar con la mayor precocidad posible la presencia de un nuevo foco. En caso de localizar un foco de plaga y/o enfermedad, se debe monitorear por separado y analizar los datos en forma independiente. Después de llevar a cabo algún tratamiento, es necesario continuar con el monitoreo en el punto de infección.
- Trampas amarillas y azules: se colocan en lugares estratégicos con el fin de obtener una muestra representativa de la zona y posteriormente contabilizar los individuos atrapados. El principio básico de esta trampa consiste en atraer a los insectos para que se queden pegados.
- Trampas con feromonas: son contenedores que se colocan en el área a monitorear, los cuales tienen sustancias adherentes y feromonas que atraen a los insectos para que se

queden pegados. Estas trampas son específicas de cada especie. Una de las ventajas de las trampas es que simultáneamente al monitoreo se contribuye al control de las poblaciones, evitando mayor dispersión y reproducción.

Entre los efectos del cambio climático figura la inducción de cambios en el **comportamiento de plagas y enfermedades**. Su control natural por las heladas y bajas temperaturas del invierno, en determinadas zonas, puede disminuir, necesitando una adaptación de los cultivos. También la modificación de las temperaturas puede producir el desplazamiento de otras enfermedades a latitudes más altas, en lugares en los que hasta ahora las condiciones climáticas impedían su implantación.

Ante estos cambios se hace más necesario si cabe la monitorización y seguimiento para analizar los nuevos patrones de comportamiento, biología, desarrollo de las plagas y su interacción con el cultivo y los efectos del cambio.

Como efecto de los cambios en el clima, se prevé un mayor riesgo de afección de plagas y enfermedades, por lo que es conveniente trabajar y profundizar en medidas de lucha biológica para paliar estas plagas. El control biológico es un método de control de plagas y enfermedades que consiste en utilizar organismos vivos con objeto de controlar las poblaciones de otro organismo plaga.

Esta línea de trabajo tendría como objetivo reducir el uso de fitosanitarios en la línea de conseguir una agricultura sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

Los enemigos naturales atacan a tipos específicos de insectos, al contrario de los insecticidas que son más generalistas. Además trabajan durante toda la vida del cultivo y el coste/beneficio es muy favorable.

Por último, con la lucha biológica se evitan problemas de resistencia a plagas y también se evitan plagas secundarias.

¿QUÉ OPINAN LOS AGRICULTORES SOBRE EL MONITOREO Y CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS?

El 78,4% ha notado la aparición de nuevas plagas y enfermedades o una mayor incidencia de las actuales en los últimos años.

En cuanto a los métodos más utilizados para la lucha contra las plagas y enfermedades, tenemos los siguientes datos:

- ✓ El 83,5% utiliza productos fitosanitarios.
- ✓ La lucha biológica se lleva a cabo por el 20,8%.
- ✓ La rotación de cultivos es un método utilizado en el 66,2%.

El 74% de los encuestados entiende que hay margen de mejora en el uso sostenible de productos fitosanitarios, mediante asesoramiento, utilización de nuevas tecnologías o reduciendo dosis.

Por otro lado, el 54,9% está notando problemas por la falta de productos fitosanitarios disponibles, principalmente por la retirada de productos eficaces que no tienen alternativas viables. Los principales problemas detectados en estos años están relacionados con malas hierbas como el bromo u hongos, como la cercospora o el oídio.

Por último, el 84,5% ha pasado la inspección técnica de los equipos, mientras que el 76% responde que tiene suficiente información sobre la gestión de los efluentes de los equipos de tratamiento.

4.4. Mejora del abonado

En primer lugar es necesario destacar que, de manera general en España, las precipitaciones son escasas y se reparten irregularmente a lo largo del año. Se puede decir que España está caracterizada por una gran variabilidad del régimen de precipitaciones, tanto en la cuantía total como en el reparto por estaciones, con amplias sequías principalmente al final de la primavera y en los meses de verano, y episodios frecuentes de lluvias torrenciales, que pueden ser en verano o en los meses de invierno.

Si bien es cierto que la media anual se sitúa sobre los 650 mm anuales, alrededor del 32% del territorio solo recibe una precipitación anual situada entre 300 y 500 mm, mientras que en la zona del sureste español la cifra se sitúa por debajo de los 300 mm.

Pero, además, una característica muy importante de estos ambientes es la variabilidad

interanual y anual de la pluviometría. Es esta variabilidad y no la baja pluviometría la que representa el mayor reto para la productividad de estos sistemas agrícolas, que afecta a los rendimientos de los cultivos anualmente y genera un modelo gráfico de diente de sierra, típico de estos ambientes. De ello se deduce que, en estos agrosistemas, existe una baja eficiencia de los fertilizantes químicos, por lo que muchos años no son utilizados por los cultivos, con el consiguiente perjuicio en el balance económico y un daño ambiental como contaminante.

El coste de la fertilización supone un factor muy importante del coste total de producción, principalmente en la agricultura de secano.

Optimizar la fertilización, especialmente nitrogenada, teniendo en cuenta estos aportes es un reto fundamental para la sostenibilidad de los sistemas, ya que un exceso de nitrógeno (*N surplus*) supone un riesgo ambiental al facilitarse las pérdidas a los cuerpos de agua y atmósfera.

En el caso de estrategias basadas en inputs internos (siembra directa, CC, etc.), y al igual que ocurre con los sistemas convencionales, se requiere un aporte de fertilizantes nitrogenados (minerales u orgánicos) que hagan sostenible el cultivo, manteniendo rendimientos apropiados. Plantear estrategias que promuevan la mitigación de emisiones de N₂O es por ello necesario si se quiere mantener el efecto positivo del secuestro de C en el cómputo global de gases de efecto invernadero. En este sentido, las estrategias deben combinar buena dosificación de N, elección de fuentes nitrogenadas con menor potencial de emisiones, como ocurre en cultivos de la zona mediterránea cuando se aporta nitrato amónico en vez de urea, o también promover el uso de sustancias inhibidoras de la nitrificación, que pueden llegar a reducir hasta un 72% las emisiones de N₂O por cada kg de N aplicado (Cayuela *et al.*, 2017). Igualmente puede resultar interesante tener en cuenta el impacto de la introducción de fertilizaciones alternativas que promuevan una mejora de la microbiología del suelo, y por tanto de su estructura.

Otro aspecto positivo que influye en la fertilidad es la liberación de nutrientes que se produce por mineralización lenta de las fuentes orgánicas. Esto supone un aporte gradual de nutrientes, que suele reducir pérdidas, ahorra fertilizantes y en algunos casos, como ocurre con el P o con los micronutrientes, se aumenta el periodo de disponibilidad y por tanto de eficiencia.

- Realizar análisis de suelo. Mapas de suelo.
- Fraccionar aplicaciones del abonado sólido y fertirrigación.
- Utilizar el Big Data para las aplicaciones variables del abonado.
- Fertilización orgánica.

Realizar análisis de suelo. Mapas de suelo

La base de una correcta fertilización parte del conocimiento de la propia explotación, del tipo de suelo y las necesidades que presenta cada campaña. Los análisis de suelos son fundamentales para ajustar la fertilización a la necesidad del cultivo y a la fertilidad del suelo.

Es una medida óptima para utilizar en cada aplicación el tipo de abono más idóneo al momento y condiciones de aplicación.

Siempre ha sido importante tener analizada la fertilidad del suelo, pero en un escenario de cambio climático con posible reducción de los rendimientos, con mayores pérdidas de fertilización por arrastre, se hace fundamental ajustar las aplicaciones de fertilizantes a las necesidades reales de los cultivos en función de la fertilidad del suelo.

Particularmente es interesante, como sustento de tecnologías de aplicación variable de fertilizantes, agua y dosis de semilla, poder contar con un mapeo de suelo que aporte información sobre la textura y los principales macronutrientes del suelo.

Fraccionar aplicaciones del abonado sólido y fertirrigación

Se propone esta medida para intentar ajustar el abonado y las prácticas de abonado a la nueva realidad derivada de la incertidumbre en los rendimientos. Esto se consigue mediante el establecimiento de al menos tres aplicaciones de fertilizantes. Con ello podemos adecuar las dosis y aplicación a las necesidades de la planta y a las expectativas reales de cosecha.

En un contexto de cambio climático, la incertidumbre en la evolución de la cosecha aumenta; por tanto, cuantas más aplicaciones y cuanto más se extienda en el tiempo la ca-

pacidad de aplicar fertilizantes, mejor se podrá ajustar la dosis final a las expectativas reales del cultivo. En el caso de que los sistemas de riego lo permitan, la inyección de fertilizantes con el agua de riego permite una distribución y aprovechamiento mucho mejor de los nutrientes.

Además, al incrementar el número de aplicaciones y el aporte con el agua de riego se reducen las pérdidas de nitrógeno por evaporación o arrastre, por tanto se podrán reducir las unidades finales aportadas para un mismo rendimiento.

Utilizar el Big Data para las aplicaciones variables del abonado

Se propone utilizar equipos de aplicación variable de abonado tanto sólido como líquido, apoyados en mapas de rendimientos y mapas de suelos. Una variante la tenemos si además se tienen en cuenta las necesidades reales de los cultivos a partir de diferentes sistemas de monitorización de los mismos.

Consiste en aplicar una dosis diferente de fertilizante en cada zona de una misma parcela, siguiendo un criterio determinado. Para ello se pueden dividir las parcelas según los rendimientos de cada zona determinada y aplicar dosis diferentes en ellas.

La dosis variable podrá ser en función del tipo de suelo o de las necesidades reales de las plantas.

Esta medida permitiría ahorrar en fertilizantes (uno de los mayores costes de cultivo).

Además, la fertilización variable es una técnica óptima para contaminar menos, y practicar una agricultura más sostenible y rentable.

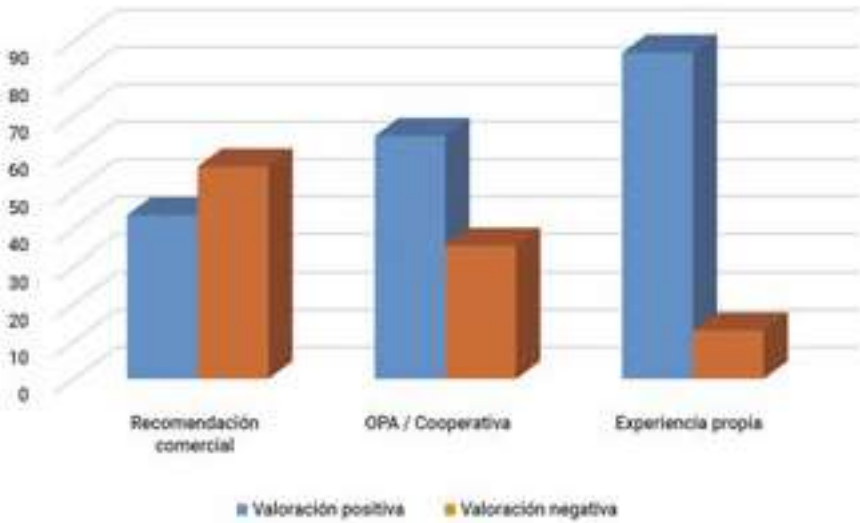
Fertilización orgánica

Se propone esta medida dentro del paquete de economía circular, aprovechamiento de subproductos, deyecciones ganaderas, fracción orgánica de residuos urbanos, lodos de depuradora...

Este tipo de fertilización mantiene y fomenta la fertilidad de los suelos, y aumenta la materia orgánica de los mismos.

Se propone una fertilización reduciendo especialmente las cantidades a aplicar de nitrógeno mineral.

Además previene la erosión del suelo y mejora su estructura, maximizando el uso eficiente del agua evitando escorrentías.



¿QUÉ OPINAN LOS AGRICULTORES SOBRE LA MEJORA DEL ABONADO?

Un 41% de los encuestados no sabe que la fertilización nitrogenada supone una importante fuente de gases de efecto invernadero.

Existen diferentes opciones de obtener una recomendación de abonado. Según los agricultores encuestados, las preferencias son las siguientes:

El 61% ha modificado su plan de abonado en los últimos años, y las causas más repetidas son las siguientes.

- ✓ Menor nivel de precipitaciones.
- ✓ Adaptación a rendimientos esperados.
- ✓ Utilización de abonos orgánicos.

El 45,9% de los encuestados realiza análisis de suelos, aunque la periodicidad es muy variable y solo el 16,% realiza análisis foliares.

De aquellos que realizan análisis de suelo, únicamente el 12% lo hace anualmente, mientras que un 9% lo hace cada dos años y otro 9% cada tres. Esto implica que hay un gran desconocimiento del nivel de materia orgánica de los suelos. Solo el 16% conoce este dato.

Alrededor del 66% reconoce que sabe cómo aumentar este nivel de materia orgánica.

Un 73% de los encuestados hace una o dos aplicaciones de fertilizantes. Solo el 6% hace cuatro o más aplicaciones.

El 80% considera que puede mejorar su gestión del abonado. Para ello se destacan las siguientes cuestiones:

- ✓ Aumentar los análisis de suelos.
- ✓ Uso de las nuevas tecnologías.
- ✓ Fraccionar más las aplicaciones.
- ✓ Mayor asesoramiento.
- ✓ Abonos orgánicos.

4.5. Mejora de la biodiversidad. Servicios de polinización

El cambio climático está provocando cambios significativos en la composición, la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas españoles.

En las últimas décadas se han observado diversos impactos asociados al cambio climático que afectan a los bosques y la **biodiversidad terrestre de España**. Estos impactos, ya sean alteraciones fisiológicas, fenológicas o demográficas, están modificando tanto la compo-

sición de las comunidades como el funcionamiento de los ecosistemas, afectando a servicios claves de los que proveen los ecosistemas.

En los ecosistemas terrestres se han constatado en relación a las especies vegetales cambios en los calendarios de foliación, fructificación o caída de las hojas. En la fauna se manifiestan cambios en el calendario reproductivo, en las migraciones y en la distribución de numerosas especies animales, que tienden a desplazarse hacia latitudes más altas.

Además, los cambios en el clima afectan a las interacciones bióticas, alterándolas o estableciendo nuevas interacciones inexistentes, que a su vez provocan impactos en las poblaciones y comunidades. Por un lado, las especies invasoras pueden verse favorecidas debido a su rápida respuesta a los cambios ambientales. Por su parte, los cambios en la fenología pueden desacoplar interacciones del tipo depredador-presa y planta-polinizador que pueden afectar negativamente a organismos y ecosistemas.

La **polinización** es uno de los procesos más importantes de la naturaleza que contribuyen a la biodiversidad y al mantenimiento de los ecosistemas agrícolas y forestales. Ayuda a la reproducción de una gran variedad de plantas, muchas de las cuales son cultivos alimentarios.

Aproximadamente el 80% de todas las especies de plantas con flores están especializadas para ser polinizadas por animales, principalmente insectos. La FAO estima que de los 100 cultivos que proporcionan el 90% de la alimentación mundial, 71 de ellos dependen de la polinización de abejas. La producción de ciertas frutas, semillas y frutos secos puede disminuir en más del 90% sin la presencia de estos insectos polinizadores.

La Comisión Europea estima que las abejas contribuyen anualmente con 22.000 millones de euros a la agricultura europea. España, con el 15,7%, es el país con más colmenas de Europa y su actividad apícola, incluyendo la producción de miel, polen y de cera, representa el 0,44% de la producción final ganadera y el 0,17% de la producción final agraria. Dentro de España, la región mediterránea es una de las regiones apícolas más importantes, pero también una de las regiones españolas más vulnerables al cambio climático, que muy probablemente implicará sequías más prolongadas y recurrentes e incrementos de temperatura.

Las abejas y otros insectos polinizadores incrementan la cantidad de alimentos y mejoran su calidad (las plantas destinan más recursos a los frutos polinizados), ayudando a mantener la seguridad alimentaria en el mundo.

La polinización es por lo tanto fundamental para los ecosistemas y para la producción de cultivos, y debemos tomar conciencia de la importancia del servicio esencial que brindan las abejas y demás polinizadores a los ecosistemas y a la seguridad alimentaria.

A pesar de que las abejas son los polinizadores más importantes, existe una gran biodiversidad de insectos que actúan como potenciales polinizadores de nuestros cultivos. Entre ellos se encuentran los coleópteros (escarabajos), dípteros (moscas) y lepidópteros (mariposas), aunque los polinizadores por excelencia son los himenópteros (abejas y abejorros).

Los polinizadores y los importantes servicios que aportan a los ecosistemas, la agricultura y la seguridad alimentaria se enfrentan a una serie de amenazas.

Por un lado, el cambio climático en España, y especialmente en la zona mediterránea, va a suponer una serie de potenciales impactos para las abejas y los polinizadores silvestres:

1. Divergencia entre la fenología de los polinizadores y de las especies que polinizan.
2. Desajustes espaciales entre polinizadores y polinizados.
3. Cambios en la distribución de especies patógenas y en la virulencia de las mismas.
4. Incremento de mortalidad local de polinizadores por aumento en la frecuencia de eventos climáticos extremos.
5. Afectación del grado de supervivencia de especies invasoras.
6. Reducción del periodo e intensidad de floración.

Por otro lado, la dependencia de la floración para su alimentación convierte a las abejas, así como a los demás polinizadores, en animales muy sensibles a la pérdida y fragmentación de hábitats, y su consiguiente homogeneización y pérdida de biodiversidad, manifestándose en una menor disponibilidad, tanto cuantitativa como cualitativa, de polen y néctar para las abejas.

El aumento en el uso de plaguicidas y la reducción de la variabilidad en la disponibilidad floral son problemas a los que también deben enfrentarse las poblaciones de polinizadores.

Para hacer frente a estas amenazas se hace necesario promover la conservación e implantación de márgenes o corredores en paisajes dominados por monocultivos que los polinizadores y enemigos naturales puedan utilizar como refugio y fuente de alimento.

Los agricultores se convierten en agentes protagonistas en la creación de hábitats adecuados para las abejas y otros polinizadores a través del mantenimiento de algunas zonas conservando su hábitat natural, creación de setos, respetando los lugares de nidificación, plantando cultivos atractivos alrededor de las parcelas, etc.

Los **márgenes multifuncionales** son franjas de vegetación que se conservan o se implantan (sembraremos una mezcla de semillas de flores que atraigan a los polinizadores) en las explotaciones agrarias que cumplen varias funciones medioambientales importantes:

- Mejoran la infiltración del agua superficial, reduciendo la escorrentía y, por lo tanto, la erosión de los suelos y la contaminación de los cauces de agua por los sedimentos de la erosión.
- Mejoran la biodiversidad de las especies vegetales.
- Proporcionan hábitats adecuados para insectos, pequeños mamíferos, contribuyendo a la biodiversidad de la fauna.
- Se convierten en refugio de polinizadores.
- Son refugio de especies auxiliares depredadoras y endoparásitos de las plagas del cultivo, con lo que reducimos el uso de fitosanitarios.
- Si los márgenes están en el borde de cauces de agua, evitarían la entrada de residuos de productos fitosanitarios a dichos cauces.

Estas prácticas no solo se benefician de los servicios de polinización en sus ecosistemas, sino que contribuyen a la diversidad de cultivos (biodiversidad), la salud del suelo y la reducción del uso de productos fitosanitarios, y con ello a la sostenibilidad de los sistemas agrarios.

¿QUÉ OPINAN LOS AGRICULTORES SOBRE LA MEJORA DE LA BIODIVERSIDAD?

El 92,2% considera que el aumento de la biodiversidad es una buena medida frente al cambio climático, mientras que el 88% considera que es un buen indicador de sus efectos.

Los agricultores y los ganaderos establecen el siguiente orden de prioridad en cuanto a medidas que favorecen la biodiversidad:

- ✓ Rotación de cultivos.
- ✓ Zonas de refugio de aves.
- ✓ Mantenimiento de charcas.
- ✓ Establecimiento de márgenes multifuncionales.

Además, un 58,8% ya lleva a cabo alguna de estas medidas u otras en sus explotaciones.

La mayoría de los agricultores no conoce los servicios de polinización, el 62,4%, pero aproximadamente el 66% estaría dispuesto a poner en marcha una medida de este tipo.

4.6. Economía circular. Relación ganadero-agricultor

En las próximas décadas se espera un importante crecimiento de la población mundial, lo que unido a la creciente industrialización de los países en vías de desarrollo va a suponer un aumento en las necesidades de alimentos, de energía y en la demanda de agua. Además, se espera que el cambio climático cause sequías severas, inundaciones y escasez de agua en varias regiones del mundo.

Hasta ahora nuestro modelo económico y productivo se basa en un modelo lineal (extraer-consumir-tirar) que se comporta como si los recursos de nuestro planeta fueran ilimitados, cuando claramente no lo son.

Ante esta situación, la economía circular se plantea como una de las alternativas más adecuadas a seguir. Con ella se podría contribuir a la lucha contra el cambio climático, sin renunciar a la obtención de beneficios económicos ni a la sostenibilidad.

La **economía circular** se define como una *economía basada en el mantenimiento del valor añadido de los productos el mayor tiempo posible*, de manera que se mantengan los recursos en la cadena productiva incluso cuando un producto ha llegado al final de su vida. Se trata de un concepto estrechamente ligado a la **sostenibilidad** que persigue que el valor de los productos, los materiales y los recursos se optimice reduciendo al mínimo la generación de residuos. Este nuevo modelo económico circular (no lineal) está basado en el principio de *cerrar el ciclo de vida* de materias primas, productos, residuos y energía; así, las tres erres (reducción, reutilización y reciclado) se sitúan en el centro del crecimiento económico, con el fin de que los residuos pasen a ser recursos.

Por su parte, la **bioeconomía** ha de formar parte de la economía circular. El término bioeconomía significa una economía derivada de la producción de recursos biológicos renovables y la conversión de estos recursos y los flujos de residuos en productos con valor añadido, como piensos, bioproductos o bioenergía.

La bioeconomía se ha convertido en un concepto clave para marcar las prioridades de un desarrollo sostenible, y surge como respuesta a los diferentes retos a los que la sociedad actual debe hacer frente, como son la garantía de suministro y reparto justo de los alimentos, la mitigación de los efectos del cambio climático y la reducción de la utilización de combustibles fósiles.

La Comisión Europea publicó en febrero de 2012 una estrategia en materia de bioeconomía dirigida a orientar el desarrollo económico europeo hacia un uso mayor y más sostenible de los recursos renovables. El objetivo es orientarnos hacia una economía más innovadora y con bajas emisiones, que concilie las demandas de gestión sostenible de la agricultura, la ganadería y la pesca, la seguridad alimentaria y la utilización sostenible de los recursos biológicos renovables para fines industriales, garantizando al mismo tiempo la biodiversidad y la protección del medio ambiente. Todo ello contribuirá a la consecución de los Objetivos del Desarrollo Sostenible.

Además, la estrategia Europa 2020 propone la bioeconomía como elemento clave para el crecimiento inteligente y ecológico en Europa.

En este contexto, la agricultura y la ganadería se enfrentan al gran reto de alimentar a una población creciente utilizando unas tierras cada vez más expuestas a los efectos del cambio climático y a partir de recursos cada vez más escasos. Para los productores agrícolas y ganaderos es prioritario evitar el desperdicio de recursos y para lograrlo va tomando fuerza la posibilidad de aplicar la economía circular a los sistemas agroalimentarios, de manera que llegue a conseguir más alimentos utilizando menos recursos.

Pero no debemos olvidar que el sector agrario ha aplicado el principio de la economía circular y las tres erres desde su origen. Quizás sea el sector que de forma intrínseca tenga mejor interiorizada esta forma de entender la economía y sus vínculos con el medio ambiente. En su naturaleza productiva siempre ha estado **aprovechar al máximo los recursos y producciones**, por lo que, entre otros objetivos, ha buscado mediante la mejora vegetal la obtención de plantas más aprovechables, ha reutilizado todo aquello que se obtiene de la explotación, como residuos vegetales para pienso, deyecciones de animales como fertilizante, etc. El compostaje de residuos en la misma explotación es el ejemplo más común de reciclaje. Otros ejemplos son la producción de biogás a partir de las deyecciones líquidas de los animales o el ensilado de material vegetal segado para utilizarlo como abono o acolchado.

Las producciones agrícolas y ganaderas se fundamentan en ciclos naturales en los que el agua, los nutrientes, el suelo, el viento y la energía solar son factores claves para la producción.

Sin embargo, en los últimos tiempos la producción agrícola ha tendido a la especialización, separando las producciones agrícolas de las ganaderas, si bien de nuevo se está comenzando a prestar una mayor atención al hecho de cerrar los ciclos naturales. Se hace imprescindible para el sector agrario recurrir a sinergias para cerrar los ciclos mediante el fomento de los sistemas agrícolas integrados que permitan una reducción del uso de insumos externos como los fertilizantes, la energía y los productos fitosanitarios.

El consumo de agua por parte de la agricultura supone en torno al 70% del consumo total mundial. La escasez de agua se ha acentuado en algunas partes de la UE en las últimas décadas y ha tenido efectos perjudiciales sobre nuestro medio ambiente y nuestra economía. En esta línea debe seguir promoviéndose el uso responsable del agua y **es urgente mejorar la eficiencia en la gestión de los recursos hídricos, reciclaje incluido**. El modelo lineal del

uso del agua tampoco es sostenible ni económica ni ambientalmente y se hace necesario desplazarnos hacia un modelo circular.

La reutilización de las aguas residuales tratadas en condiciones seguras y rentables es un medio valioso todavía no lo suficientemente explorado de aumentar el suministro de agua y reducir la presión sobre unos recursos hídricos, ya sobreexplotados, en la UE. Por ejemplo, la reutilización del agua en la agricultura contribuye al reciclado de nutrientes por sustitución de fertilizantes sólidos.

La economía circular también puede desempeñar un papel importante en la reducción del uso de materias primas fósiles a través de la producción de bioenergía. En consonancia con esta orientación, los agricultores y los ganaderos se han iniciado en la producción y utilización de fuentes de energía alternativas, en particular biogás, energía eólica y energía solar.

El recurso a sinergias más allá de la explotación, gracias a la colaboración entre agricultores y ganaderos para optimizar la utilización de fertilizantes orgánicos o diversificar significativamente la producción, contribuye a reducir los impactos medioambientales, en paralelo a una reducción de los costes de producción.

En definitiva, la economía circular busca dar solución a los retos que se plantean a la sociedad en su conjunto, garantizando una explotación sostenible de los recursos, mitigando los efectos negativos sobre el clima, evitando la pérdida de biodiversidad y fomentando el uso de energías renovables con reducción de la dependencia de combustibles fósiles y la obtención de nuevos productos con valor añadido, bien destinados a la alimentación o a otros usos, reduciendo al mismo tiempo el impacto ambiental y aprendiendo a convertir en nuevos recursos lo que antes eran desperdicios.

Al mismo tiempo ahorrará energía y contribuirá a evitar los daños irreversibles causados en lo relativo al clima y la biodiversidad, y a la contaminación del aire, el suelo y el agua, a causa de la utilización de los recursos a un ritmo que supera la capacidad de la tierra para renovarlos.

Es posible dar con nuevos modelos empresariales gracias a la optimización del uso y de la reutilización de los recursos. La utilización de los residuos procedentes de las operaciones

iniciales de la cosecha, así como los coproductos de la transformación, en tanto que materias primas para otras actividades empresariales, es una perspectiva prometedora que debería promoverse. La economía circular representa una verdadera oportunidad para desarrollar y gestionar eficientemente productos y procesos alternativos; también para acceder a nuevos mercados. El enfoque de la economía circular debe atraer a más pequeñas y medianas empresas, con el fin de aprovechar al máximo su potencial de innovación y hallar salidas para los coproductos y subproductos; lo que les permitiría, a su vez, ser más competitivos, mantener el empleo y crear puestos de trabajo a favor del crecimiento de las zonas rurales.

Desde Infoadapta Agri se considera necesario desarrollar medidas para fomentar la economía circular dentro de las explotaciones, tales como llevar a cabo en la misma explotación la producción del alimento para el ganado y utilización de deyecciones ganaderas en la explotación, siguiendo los principios de la economía circular. Con ello se consigue reducir la dependencia de alimento de fuera de la explotación y, además, se consiguen sinergias entre el aprovechamiento agrícola y el ganadero, a la vez que se favorece el aprovechamiento de subproductos.

Por otro lado, también es necesario favorecer relaciones entre las explotaciones agrícolas y ganaderas mediante la búsqueda de sinergias, contratos, relaciones comerciales estables y duraderas en el tiempo entre explotaciones agrícolas y ganaderas, se consigue por una parte mejorar la estructura y materia orgánica del suelo con el aporte de estiércoles, por otro lado se favorece la diversificación de cultivos al introducir producciones con destino a la ganadería (se favorece la producción de forrajes). Por su parte, las explotaciones ganaderas se aseguran la distribución de purines y estiércoles y el aprovisionamiento de determinadas materias primas.

¿QUÉ OPINAN LOS AGRICULTORES SOBRE LA ECONOMÍA CIRCULAR?

El 94,7% considera importante el establecimiento de relaciones entre agricultores y ganaderos para mejorar la eficiencia de los recursos. Pero solo el 17% utiliza recursos generados en explotaciones cercanas.

El abonado con estiércoles de ganaderías cercanas es considerado como una buena práctica de adaptación al cambio climático por el 91,9%, mientras que la utilización de subproductos para alimentación del ganado obtiene una valoración positiva del 80% de los encuestados. El 62,5% ya ha puesto en marcha alguna de estas medidas en su explotación, aunque cada vez es más complicado llevarlas a cabo, principalmente por la desaparición de explotaciones ganaderas en muchas zonas y falta de concienciación de la necesidad de colaborar.

4.7. Gestión del agua en regadíos

Los recursos hídricos intervienen en un amplio rango de sectores socioeconómicos y ambientales, incluyendo la salud, la agricultura, la biodiversidad, la seguridad pública, la industria, etc. Es previsible que a lo largo del siglo XXI se produzca un incremento progresivo de la demanda de agua, especialmente la de abastecimiento urbano, así como la de necesidades ambientales de mantenimiento de caudales ecológicos en los ríos y de abastecimiento de zonas húmedas. En el sector del regadío será limitado el aumento de demanda debido a transformaciones de nuevas zonas y se prevé un mantenimiento de las dotaciones de riego en los regadíos actuales e incluso cierta disminución en algunos casos de regadíos con sistemas de riego modernizados. Por ello son necesarias una serie de estrategias para adaptarse y reaccionar al aumento de las necesidades de agua, actuando en la gestión de los recursos hídricos y en la demanda de agua.

A nivel global se prevé que los principales efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos sean el aumento de la temperatura, el cambio en el régimen de precipitaciones y la cubierta de nieve, el aumento de la frecuencia de las inundaciones y las sequías, y la posible elevación del nivel del mar.

El cambio climático puede afectar al estado cuantitativo y cualitativo de los recursos hídricos, alterando el ciclo hidrológico y los sistemas hidrológicos, lo cual afecta a su vez a sus

parámetros, entre ellos: la intensidad y la frecuencia de las sequías y las inundaciones, la disponibilidad y la demanda de agua y la calidad del agua (incluyendo su temperatura y el contenido de nutrientes).

En España se estima que el cambio climático se reflejará en el aumento de la temperatura y en una disminución en general de la precipitación, lo que causará una reducción de las aportaciones hídricas y una modificación de la demanda de agua en los sistemas de regadío.

Los recursos hídricos en España son un factor clave para el desarrollo socioeconómico de muchos sectores y territorios, y el buen estado de muchos sistemas ecológicos y el cambio climático va a tener un impacto muy fuerte sobre ellos, haciendo que se reduzcan de forma importante (en especial en las zonas áridas o semiáridas, donde las reducciones de los recursos hídricos podrían llegar hasta el 30% a finales del siglo XXI).

Por lo tanto, la planificación hidrológica y el uso del agua deben adaptarse a unos recursos que serán progresivamente más escasos y cuyo ciclo anual está cambiando.

El regadío ha sido y sigue siendo uno de los pilares del desarrollo rural y de la seguridad alimentaria para nuestro país y un elemento básico de nuestro sistema agroalimentario.

La superficie regada en España supone un 14% de la superficie agraria útil. Pese a ser un porcentaje pequeño de la SAU, contribuye en algo más del 50% a la producción final vegetal, en un 2,4% al producto interior bruto del país y emplea a un 4% de su población ocupada.

El potencial productivo que supone nuestra superficie regada tiene como contrapartida el uso de un volumen importante de agua en un país con territorios donde esta es escasa. Como usuarios del 68% del volumen total, el regadío se ve inmerso en la competencia con usuarios de otros sectores por un recurso escaso.

La gestión sostenible de nuestros regadíos debe conjugar la creación, si es necesario, de

nuevas superficies con el mantenimiento y mejora de las estructuras existentes y el uso eficiente de los recursos empleados, todo ello en un marco sostenible con el objetivo de avanzar en varios aspectos:

- Uso eficiente del agua: racionalizando el consumo de agua de riego mediante el uso de las tecnologías más adecuadas.

- Mejora ambiental de las zonas de regadío:
 - Evitando las filtraciones y escorrentías que produce el riego y que pueden ser fuente de contaminación de las aguas subterráneas y de los cauces superficiales.
 - Evitando la sobreexplotación de los acuíferos y procediendo a su recarga forzada si es necesario.
 - Manteniendo la fertilidad de los suelos de regadío y evitar su degradación.
 - Mantener y, en su caso, recuperar acuíferos y humedales.
 - Actuando contra la desertificación de ciertas zonas del país.
 - Preservando la biodiversidad de la flora y la fauna y del paisaje propios de los ecosistemas de regadío.
 - Cumpliendo con la normativa de protección medioambiental prevista en la legislación española y de la Unión Europea.

- Mejoras sociales:
 - Mejora del nivel de vida de algunas zonas rurales deprimidas mediante la transformación de ciertas pequeñas áreas que permitan su puesta en regadío.
 - Fijación de la población rural por el efecto sobre la creación de empleo directo e inducido del regadío.
 - Formación y capacitación de los agricultores en técnicas de riego para un mejor aprovechamiento del agua y de las nuevas tecnologías del regadío.

- Mejora ergonómica del trabajo en el regadío, introduciendo ahorro de trabajo y mejora de su calidad en la aplicación del riego mediante la automatización y la telegestión.
- Contribución al equilibrio territorial mediante un uso adecuado de las infraestructuras.

■ Mejora de la productividad agraria:

- Aumento de la producción agrícola.
- Diversificación de la producción agrícola.

Para desarrollar un uso más eficiente del agua podemos actuar mediante medidas como:

1. Ajuste de la dosis de riego a las necesidades del cultivo: mediante sensores de humedad del suelo, aforadores de caudal en parcela, etc., con objeto de reducir las pérdidas por escurrimiento limitando las de percolación a las necesidades de lavado para el control de la salinidad.
2. En períodos de escasez de agua de riego, aplicación de riego deficitario controlado, estos riegos se basan en reducir los aportes hídricos en los periodos fenológicos del cultivo en los que no afecte sensiblemente a la producción.
3. Aprovechar las ventajas de las buenas prácticas agrícolas:
 - Adaptación de las rotaciones de cultivos a las dotaciones de agua disponibles.
 - Empleo de variedades de cultivos más resistentes al estrés hídrico.
 - Adaptación del ciclo de cultivo considerando la mayor disponibilidad de agua en el suelo.
 - Practicar la agricultura de conservación (no laboreo o laboreo mínimo) de manera que parte de la superficie del suelo quede cubierta por restos vegetales del cultivo

anterior para así reducir las pérdidas por evaporación, manteniendo mayor contenido de humedad en el suelo y reduciéndose así la cantidad de agua requerida para riego.

- Aporte de materiales orgánicos también para reducir las pérdidas por evaporación y mejorar la capacidad de retención del agua en el suelo.

En vista del escenario que nos plantea el cambio climático, es imprescindible que los regadíos sean muy eficientes en el uso del agua. Para ello hay que modernizar los que aún no lo están y revisar los que ya han pasado por algún proceso de modernización, de tal manera que se incorporen las últimas tecnologías en el uso eficiente del agua.

Es necesario introducir en los procesos de mejora de los sistemas de riego tecnologías y sistemas que permitan la aplicación variable de dosis de agua en una parcela (sensores en suelos y plantas...). Estas inversiones no deberán dejar de lado la eficiencia energética y la viabilidad económica.

Se pueden introducir algunas técnicas que buscan el uso eficiente del agua de riego, para ello se deberán conocer datos del cultivo para detectar la capacidad del mismo frente al estrés hídrico, con el objetivo de llegar a utilizar riegos de precisión y riegos deficitarios controlados (tecnologías que permitan decidir el momento más idóneo para aportar agua a la planta con imágenes satelitales y utilización de drones o sensores tanto foliares como terrestres).

La programación del riego para los cultivos se basa en la determinación de sus necesidades hídricas conociendo el estado hídrico del cultivo y la cantidad de agua disponible en el suelo (y su facilidad-dificultad de extracción).

El riego de precisión consiste en determinar el momento adecuado para efectuar los riegos y la cantidad adecuada a aplicar en función del estado de humedad del suelo y de la planta. Para poder realizar el riego de precisión necesitamos realizar la monitorización del sistema suelo-planta-atmósfera. Las posibilidades de monitorización que hoy en día nos permite la tecnología y las herramientas disponibles para la gestión de esa información son unos magníficos aliados para la mejora de la eficiencia en el uso del agua y la optimización de los recursos hídricos por parte del sector productor agrario. Para ello disponemos de:

1. Sensores de clima (temperatura, humedad, radiación, velocidad y dirección del viento, etc.): nos suministran información de las condiciones ambientales en las que se está desarrollando el cultivo.
2. Sondas de suelo: nos permite conocer el volumen y distribución del agua en el suelo, variaciones del contenido de agua en el suelo, su evolución a lo largo del tiempo y respuesta a los eventos de riego, variaciones climáticas o fases de desarrollo y producción del cultivo. Además de datos de contenido de humedad, también podemos obtener datos de temperatura, conductividad eléctrica, etc.
3. Biosensores (variación del diámetro del tronco, medidores de flujo de savia, etc.): nos permiten conocer el estado hídrico de la planta en cada momento.

Por otro lado, también es importante señalar las posibilidades que para la implantación del riego de precisión nos ofrece la aplicación de nuevas tecnologías como **la interpretación de las imágenes vía satélite o la teledetección**. La teledetección es la capacidad de obtener información mediante el análisis de la radiación electromagnética que refleja o emite un objeto de la superficie terrestre, captada mediante un conjunto de sensores y la transformación de los datos obtenidos mediante técnicas de interpretación y reconocimiento de superficies. Existen dos usos principales de la teledetección en relación a la gestión del agua en la agricultura:

1. Método de control y seguimiento del correcto uso del suelo y del agua y del desarrollo de los cultivos.
2. Mejorar la gestión del riego (se puede determinar la K_c en tiempo real y por tanto definir la dosis óptima de riego), y en general para agilizar la toma de decisiones, optimizar la eficiencia en la utilización de insumos (control de malas hierbas), reducción de los impactos ambientales y mejorar en la conservación de los recursos naturales, la determinación de balances hídricos y programaciones de riego, etc.

La introducción de la teledetección en la gestión y manejo del regadío está permitiendo hoy en día mejorar el diagnóstico de las necesidades hídricas del cultivo a lo largo del ciclo

del cultivo, optimizar la eficiencia en la utilización de insumos, mejorar la gestión del riego, agilizar la toma de decisiones, reducir los impactos ambientales, mejorar la conservación de los recursos naturales, proporcionando información territorial sobre distintos rasgos y parámetros de interés relacionados con el agua, el suelo y el cultivo.

El método se basa en el procedimiento clásico que consiste en asignar unas necesidades hídricas para riego a cada cultivo en función de la precipitación, demanda atmosférica y sistema de riego a lo largo de su ciclo de crecimiento. Además se pueden aplicar directamente los coeficientes de cultivo derivados de las imágenes de satélite, lo que junto a la información agrometeorológica conduce a la estimación de las necesidades de agua del cultivo.

Hasta hace poco, la recogida, interpretación y análisis de los datos recogidos por las distintas herramientas tecnológicas eran una tarea laboriosa que dificultaba dar el salto al aprovechamiento de toda esta información en la toma de decisiones en el campo de forma ágil y resolutive. Actualmente ha mejorado enormemente nuestra capacidad de transmisión de datos y su gestión mediante softwares específicos que presentan de forma rápida y adecuada los datos y facilitando el análisis e interpretación de la información.

¿QUÉ OPINAN LOS AGRICULTORES SOBRE LA GESTIÓN DEL AGUA EN REGADÍOS?

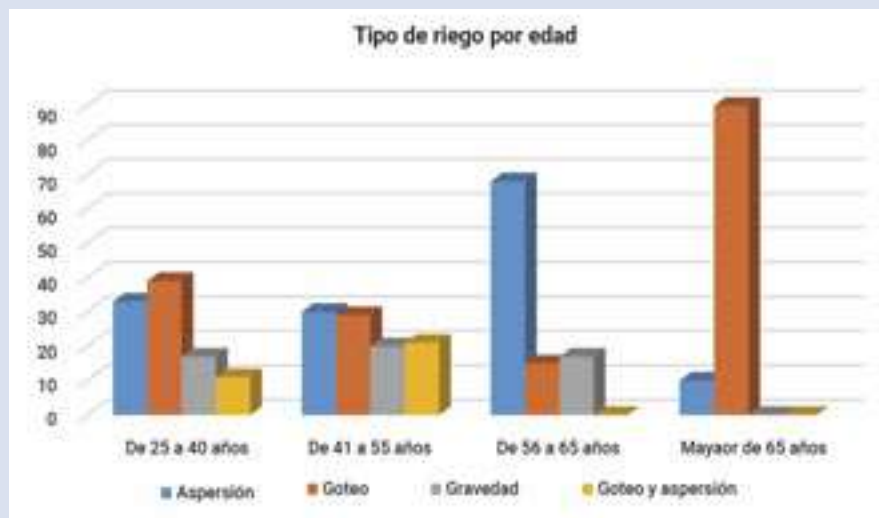
El 48% de las encuestas realizadas ha sido a titulares de explotaciones de regadío. El reparto de las mismas en función del tipo de riego es el siguiente:

	Porcentaje
Aspersión	41,5
Goteo	31,7
Gravedad	12,2
Mixto	14,6

En cuanto a los sistemas mixtos de riego, el predominante es el que combina aspersión y goteo. De manera que el riego por gravedad, ya sea de manera exclusiva o en un sistema mixto, supone el 17% de los casos.

.../...

.../



El 84,5% de los encuestados cree que hace una buena gestión del agua, a pesar que alrededor del 60% no sabe el consumo exacto que tiene en su explotación por hectárea y cultivo, y el 57,4% no sabe el coste exacto por metro cúbico de agua.

Destacar que el 46,4% ya ha tenido problemas con la dotación de agua en al menos una campaña de los últimos años, y un 80% de los encuestados considera que en el futuro tendrá menor disponibilidad de agua.

Entre las medidas que ya están en marcha en las explotaciones para controlar el consumo de agua, los agricultores enumeran las siguientes:

Contadores, asesoramiento (principalmente de comunidades de regantes) o sondas de humedad.

Por otro lado, consideran que en el futuro medidas que ayudarían a mejorar la eficiencia en el uso del agua serían:

- ✓ Modernización del sistema de riego.
- ✓ Uso de tecnología, como la teledetección.
- ✓ Utilización de variedades menos exigentes.

4.8. Sistemas de asesoramiento

El cambio climático constituye un fenómeno global, tanto por sus causas como por sus efectos, y representa uno de los mayores retos ambientales a nivel mundial. En ese contexto global, España es un país especialmente vulnerable a los efectos del cambio climático, tanto por su situación geográfica como por sus características socioeconómicas.

Las regiones mediterráneas serán las más afectadas por altas temperaturas y por la disminución de precipitaciones, aumentando además la frecuencia de los fenómenos de lluvias torrenciales que incrementarán la erosión de los suelos y, por tanto, contribuirán a la reducción de la superficie cultivable. El incremento de las temperaturas afectará negativamente a la productividad al provocar estrés térmico a los cultivos y aumentará además el riesgo para el sector agrario por incremento en la frecuencia de incendios.

En **España**, los modelos de simulación climáticos predicen un incremento de la temperatura, una disminución de la disponibilidad de agua y una ocurrencia de precipitaciones más concentradas e intensas. Los efectos producidos por estas variaciones serán diferentes según la región española considerada.

Así, en las zonas más septentrionales las temperaturas más suaves en invierno permitirán un mayor crecimiento de los cultivos, si la disponibilidad de agua es adecuada, y una mayor productividad en determinadas zonas. Si el cereal es de invierno y necesita temperaturas bajas para completar su ciclo, descenderán los rendimientos, siendo necesario entonces cambiar a otras variedades o especies más adaptadas a las altas temperaturas.

El incremento de la frecuencia de años extremos puede complicar el manejo de cultivos y requiere un mayor análisis del impacto sobre la sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

En resumen, los principales impactos que el cambio climático tendrá sobre el sector agrario español se pueden clasificar en tres grupos:

1. Climatológicos: incremento de los eventos meteorológicos extremos (heladas, sequías,

precipitaciones intensas), reducción de las precipitaciones medias, modificación de la duración de las estaciones.

2. Biológicos: atraso/adelanto en la floración de diferentes especies agrícolas, pérdida de biodiversidad, reducción de rendimientos en determinadas producciones, alteración de la calidad de los productos cosechados, alteraciones fisiológicas en los cultivos, falta de “horas de frío” para la inducción de la floración en determinadas variedades de frutales, reducción de la polinización y de la población de abejas en colmenas en apicultura, reducción de la producción de pastos verdes en el sector vacuno, ovino y caprino, aparición de especies invasoras (flora y fauna).
3. Económicos: pérdidas por reducción de la producción, pérdidas por baja calidad de los productos cosechados, pérdida de rentabilidad en las explotaciones agrarias, aumento desmesurado del precio de paja seca y del forraje.

Según un informe del MAPA y la OECC, los impactos del cambio climático en la producción agrícola en España son los que se enumeran a continuación:

- Daños y/o pérdidas de cosechas por el incremento en la demanda de agua y la disminución de la disponibilidad del recurso en determinados sectores.
- Importantes perturbaciones de la producción, especialmente durante las fases críticas del desarrollo vegetativo por fenómenos meteorológicos extremos como olas de calor y períodos de sequía.
- Disminución del rendimiento de los cultivos de secano por aumento de la demanda evapotranspirativa y estrés hídrico debido al aumento de la temperatura.
- Pérdidas y/o daños de cultivos y cosechas por un aumento de las lluvias torrenciales más frecuentes y violentas.
- Mayor variabilidad de la producción de la agricultura y menor estabilidad del sector debido a la oscilación en las condiciones del clima. Aumento de la variabilidad interanual de las cosechas.

- Cambios en el comportamiento de plagas y enfermedades. Su control natural por las heladas y bajas temperaturas del invierno, en determinadas zonas como las mesetas, puede disminuir, necesitando una adaptación de los cultivos. También la modificación de las temperaturas puede producir el desplazamiento de otras enfermedades a latitudes más altas.
- Erosión de la tierra y degradación del suelo por mayor torrencialidad de las precipitaciones y por aumento de los episodios de precipitaciones intensas.
- Aumento de la vulnerabilidad de los suelos agrarios y los sistemas de la agricultura de regadío a la salinización.
- Aumento de los costes de producción relacionados con la mayor demanda hídrica en sistemas de regadío (energía, mano de obra, etc.).
- Reducción del área cultivable por la subida del nivel medio del mar en determinadas zonas.
- Desplazamiento hacia el norte de las zonas adecuadas para determinados cultivos (maíz, trigo, cebada y los hortícolas).
- Mayor competitividad de algunas zonas de agricultura en detrimento de otras debido a la existencia de zonas nuevas potencialmente aptas para unos cultivos, y decadencia de otras áreas por nuevos procesos climáticos.
- Niveles aceptables de contratación de los seguros agrarios.
- Aumento de la superficie apta cultivable por desaparición de heladas o aumento del periodo libre de heladas.
- Aumento de las tasas fotosintéticas de algunos cultivos por el incremento de la concentración de CO_2 . Este efecto positivo no se dará en los cultivos en los que se produzcan otros factores limitantes, tales como las altas temperaturas o las menores precipitaciones (disponibilidad de agua).

- Acortamiento de los ciclos vegetativos de los cultivos y cambios en las fechas de las distintas fases de dichos ciclos (germinación, maduración, floración, etc.).

Por su parte, los impactos del cambio climático en la producción ganadera en España son más complejos de evaluar debido a la diversidad de sistemas de producción presentes en nuestro país. No obstante, algunos de los impactos se enumeran a continuación:

- Afeción del ganado por estrés térmico debido al incremento de las temperaturas máximas y al aumento del periodo en el que las máximas superan los umbrales de confort térmico de las distintas cabañas ganaderas.
- Mortalidad animal por incremento de situaciones de estrés térmico.
- Merma de la producción ganadera por malestar animal y desajuste de las dietas que reducen la ingesta del ganado.
- Reducción de la mortalidad neonatal de corderos, cabritos y terneros debido al incremento de la temperatura, que reduce las épocas de frío en las que la mortalidad neonatal es más importante.
- Reducción de la disponibilidad de pastos por endurecimiento del régimen de sequías.
- Reducción de la disponibilidad de pastos debido al aumento de la frecuencia e intensidad de las lluvias torrenciales que incrementan el poder erosivo pluvial.
- Reducción de la capacidad de carga de los pastizales como consecuencia de la menor productividad de pastos.
- Afeción al sector del seguro ganadero debido al aumento del número de cabezas ganaderas afectadas por estrés calórico.
- Aumento de los costes de producción con objeto de mantener en condiciones adecuadas de hidratación, ventilación y temperatura al ganado en explotaciones intensivas.

- Reducción de la diversidad de especies ganaderas con dificultades para adaptarse de manera natural al cambio climático. A la larga esto puede desembocar en su extinción.
- Cambio en los patrones de las plagas (trasmisoras de enfermedades) y las enfermedades debido a los cambios en el régimen de temperaturas y precipitación.
- Cambios en aspectos relacionados con la reproducción, el metabolismo y la sanidad en los procesos productivos ganaderos debidos a las variaciones en la temperatura y el régimen de precipitaciones asociadas al cambio climático.
- Variaciones en la distribución, abundancia poblacional e intensidad de las enfermedades parasitarias, con variaciones según las distintas regiones del país. Los inviernos más suaves y húmedos provocan un marcado incremento de la supervivencia de los parásitos y también un adelanto en el momento del año en que comienzan su actividad.

Ante este panorama, **el agricultor tendrá que adaptar su sistema productivo a los nuevos escenarios**, para tratar de ser competitivo aprovechando las nuevas oportunidades que se den. Además, las estrategias se han de orientar hacia técnicas que sean capaces de mitigar los efectos negativos y capaces de responder a las demandas que la sociedad requiera en materia de protección medioambiental y seguridad alimentaria. Es importante tener en cuenta que las alteraciones climáticas no son uniformes en todas las regiones y que, por tanto, el cambio climático tiene distintas implicaciones en cada una de ellas.

A través de la historia, la agricultura ha demostrado su capacidad de adaptación a cambios en tecnología, disponibilidad de recursos y cambios en la demanda de productos agrarios. Ante este nuevo escenario, los agricultores y los ganaderos van a tener que definir una nueva estrategia productiva para afrontar los grandes retos del futuro (competencia internacional, migración de la población de las zonas rurales a las ciudades, garantizar la seguridad alimentaria de una población mundial creciente), entre los que se encuentra la mitigación y adaptación al cambio climático.

No podemos pretender que este proceso de adaptación lo realice por sí mismo cada agricultor y ganadero. Son necesarias medidas de adaptación específicas para cada sector de actividad o recurso ambiental y dichas medidas deben contemplar las peculiaridades sociales y ambientales de cada zona. Además, en el diseño de estas medidas conviene siempre

tener en cuenta los costes que conlleva la implementación de cada una de ellas. Muchas de las medidas que se proponen para la adaptación al cambio climático presentan una fuerte base tecnológica, biotecnológica, gestión de los datos, digitalización, monitorización, cambios en las formas tradicionales de hacer las cosas.... En definitiva, nuevas herramientas y conocimiento que deben ser transferidas de forma adecuada a los usuarios que deben implementarlas para adaptar sus actividades a los efectos del cambio climático.

Ante esta nueva situación, que genera incertidumbre en los productores, es imprescindible el desarrollo de programas de asesoramiento y acompañamiento para poderles transmitir todos estos retos a los que no enfrentamos y las posibles acciones que a nivel particular de la gestión de sus explotaciones pueden aplicar para seguir manteniendo su producción y rentabilidad en los nuevos escenarios que se puedan plantear. El agricultor debe mejorar su capacidad de adaptación y de rapidez en la respuesta a los cambios que previsiblemente se van a producir derivados del cambio climático.

Incentivar que los agentes del sector, y sus representantes, estén convenientemente formados e involucrados en la transferencia del conocimiento al sector.

Es, por tanto, necesario trabajar en la creación de servicios de asesoramiento a los productores para formar e informar al agricultor con el objetivo de que aprenda a ser resiliente para adaptar su explotación de la mejor manera posible a los escenarios climáticos desconocidos para él hasta el momento. Con ello pretendemos mejorar la capacidad de adaptación del agricultor en su explotación, su viabilidad y rentabilidad, contando con futuros inciertos en cuanto a los patrones del clima.

¿QUÉ OPINAN LOS AGRICULTORES SOBRE LOS SISTEMAS DE ASESORAMIENTO?

El 92,9% de los encuestados cree que la puesta en marcha de un servicio de asesoramiento puede ser una buena medida de adaptación al cambio climático, aunque un 22% considera que no está interesado en tenerlo.

El 96,4% de los agricultores y los ganaderos prefiere que el servicio sea ofrecido por una organización profesional agraria, seguido por las cooperativas con una valoración positiva del 76,4%.

Solo el 17,6% considera que está suficientemente asesorado en cambio climático.

El 55,3% de los encuestados estaría dispuesto a pagar por el asesoramiento, y en orden de prioridad los agricultores y los ganaderos consideran que el asesoramiento debe estar compuesto por las siguientes materias:

1. Cuestiones medioambientales.
2. Política Agraria Común.
3. Trámites administrativos.
4. Abonado.
5. Tratamientos fitosanitarios.
6. Elección de variedades.
7. Fechas de siembra.

El cambio climático ya está aquí. Muchos expertos creen incluso que el término “crisis climática” es más adecuado para reflejar la gravedad de la situación actual. La agricultura y la ganadería son las actividades que más están sufriendo –y sufrirán– los efectos del calentamiento global. Sin embargo, hay estrategias y medidas que los productores de alimentos pueden adoptar para seguir trabajando en un entorno de cambio y de escasez de recursos.

Tras el éxito de InfoAdapta-Agri I, UPA lanza la segunda parte de este proyecto que resume, en ocho medidas prácticas, las técnicas al alcance la mano de agricultores y ganaderos para mitigar los efectos del cambio del clima. Frente a la resignación o la desesperación, estas medidas apuestan por la adaptación para aprovechar los recursos a nuestro alcance y producir de forma sostenible.

Con el apoyo de:



Colabora:

