Agri Adapt

Cambio climático en los cultivos cerealistas de invierno de la cooperativa de Artajona

GUÍA PARA ENTENDER EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU IMPACTO EN EXPLOTACIONES CEREALISTAS

Con el apoyo de:

GOBIERNO DE ESPAÑA
VICEPRESIDENCIA TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Fundación Biodiversidad

PIMA adapta

oecc
Oficina Española de Cambio Climático

Organiza:

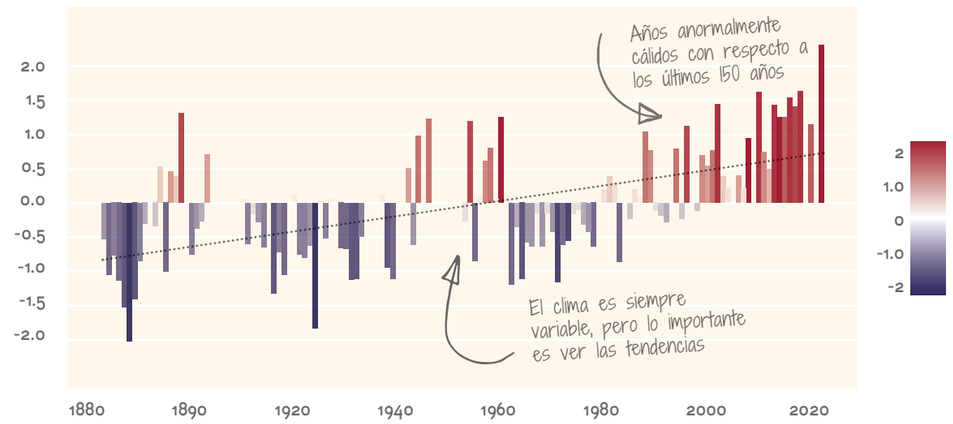
Fundación Global Nature

¿Realmente ha cambiado el clima en las últimas décadas?

La respuesta es claramente "Sí". Tenemos pruebas contundentes de que el clima en nuestra región ha cambiado en los últimos 40 años y que cada vez esos cambios son más evidentes.

Desde hace 20 años, prácticamente en todos los años se han registrado anomalías positivas de temperatura. Es decir, la temperatura media ha sido más alta de lo que era habitual en las décadas anteriores.

Mucha gente se pregunta si esta información es fiable. Lo cierto es que en Navarra hay registros meteorológicos de calidad desde hace muchos años, gracias a la gran red de estaciones meteorológicas repartidas por el territorio. Los datos observados son innegables. Para calcular cómo se va a comportar el clima en el futuro, expertos de diversos ámbitos unen sus esfuerzos para crear modelos climáticos. Los modelos creados hace décadas apenas se han equivocado en la predicción del clima actual. Además, aunque pueda haber ligeras variaciones entre lo que predice el modelo y la realidad, las tendencias que estos modelos indican son inequívocas. En resumen, ya nadie debería dudar de que...



Cambio de temperatura en Pamplona: Promedio Relativo de 1960-2010 (ºC)

> "El clima...
> está cambiando y seguirá haciéndolo en una dirección que ya conocemos bien."

¿Cómo afectará esto a los cereales de invierno?

La agricultura es uno de los sectores más vulnerables a las condiciones ambientales, y un cambio en el clima tiene consecuencias inevitables sobre los cultivos.

Los cereales, hasta ahora, son cultivos que se han desarrollado predominantemente en secano, por su capacidad natural para adaptarse a periodos de sequía moderada y altas temperaturas. Sin embargo, los cambios que están teniendo lugar desde el punto de vista climatológico, están poniendo a prueba esta capacidad, afectando a la estabilidad de los rendimientos, incluso a su viabilidad en años extremos.

La sensibilidad del rendimiento a la variación e intensificación de ciertas variables climáticas como la temperatura, régimen de precipitaciones y radiación solar, entre otras, varía según el momento de desarrollo del cultivo. Aunque los cereales puedan sufrir estrés en prácticamente todas sus fases fenológicas, el **espigado, la floración y el llenado de grano** son las etapas más sensibles en las cuales los eventos extremos pueden afectar de manera más decisiva a la producción y calidad del grano.

El rango de temperatura óptima de crecimiento de los cereales oscila entre los 10 y 24ºC, de tal manera que, cuando la temperatura supera los 25ºC, el cultivo comienza a sufrir estrés térmico, el cual se agrava notablemente a partir de los 31ºC. Cuanto más tiempo permanezca el cultivo por encima de estas temperaturas, mayores serán los daños, que pueden llegar a ser irreversibles.

La falta de agua es otro factor climático limitante de la productividad de los cereales. El estrés hídrico se debe a la falta de precipitaciones, y se potencia aún más con las altas temperaturas, los fuertes vientos y una elevada intensidad lumínica. Aunque la demanda hídrica varía según la fase del cultivo, las necesidades hídricas generales de los cereales oscilan entre los 450-650 mm anuales.

En el contexto del cambio climático, los episodios de sequía y las olas de calor más extremas ocurren simultáneamente con las fases fenológicas críticas de los cereales, lo que puede provocar efectos especialmente negativos sobre la producción.

Los modelos climáticos, cada vez más precisos, nos ayudan a anticipar cómo las futuras variaciones en el clima afectarán el cultivo de cereales en los municipios de Artajona, Larraga y Miranda de Arga en las próximas décadas:

AUMENTO DEL ESTRÉS TÉRMICO GENERAL DEL CULTIVO

- La temperatura media, mínima y máxima anual aumentarán casi 1ºC en el futuro cercano (2021-2050) y cerca de 3ºC en el futuro lejano (2051-2100).
- La temperatura media de máximas alcanzará, incluso superará, los 25ºC, durante las fases de espigado, floración y llenado de grano.
- Se prevé un aumento del 40% en los días en que la Tª máxima durante la floración supere los 25ºC, junto con una mayor duración de estos periodos cálidos, pasando de 3 a 6 días consecutivos.

AUMENTO DEL RIESGO DE ASURADO DEL GRANO

En la fase de grano lechoso a pastoso, se espera que los días con Tª máximas superiores a 31ºC aumenten más de un 40% en el futuro próximo, y, más a largo plazo, incluso se dupliquen. Además, la duración de estos periodos de temperaturas extremas también aumentará considerablemente, lo que agravará el daño.

INVIERNOS MÁS SUAVES

El número de días con temperaturas mínimas inferiores a 0ºC disminuirá un 22% en las próximas décadas y casi un 60% en 2100.

(CASI) MISMA LLUVIA, PERO MÁS CONCENTRADA, Y MÁS ESTRÉS HÍDRICO

La cantidad total de precipitaciones anuales apenas experimentará cambios, sin embargo:

- Habrá de un 3 a un 10% menos de días de lluvia al año, lo que indica que estas serán algo más impredecibles e intensas.
- Se espera que el déficit hídrico anual aumente cerca del 6% de aquí a 2050, y alrededor del 20% en el futuro lejano debido al incremento de las temperaturas, siendo ligeramente mayor en las zonas de producción más al norte de la cooperativa. Además, desde mediados de primavera, las precipitaciones disminuirán entre un 10% y un 20%, a medio y largo plazo, lo que agravará aún más el déficit hídrico durante las fases de espigado, floración y llenado de grano.

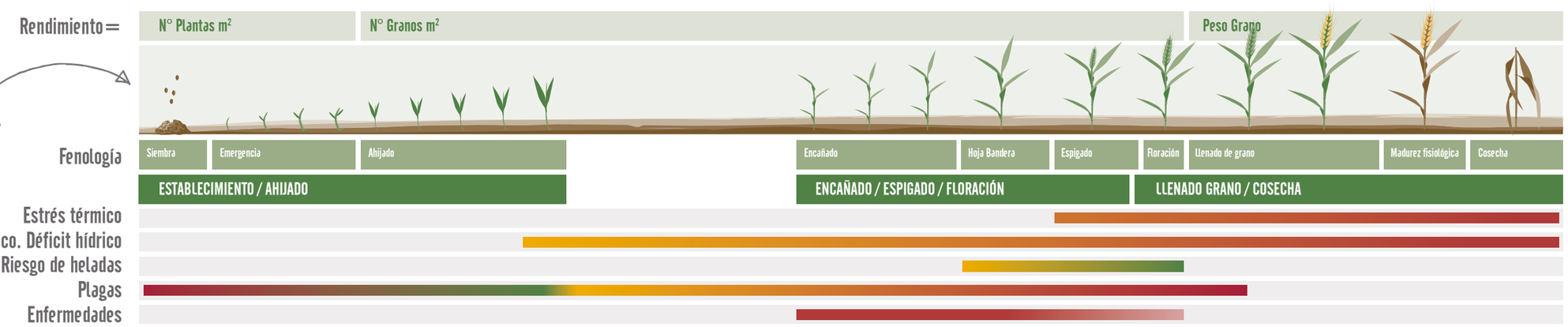
AUMENTO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

- El aumento de temperatura extiende el periodo reproductor de las plagas, incrementa su número de generaciones y reduce su mortalidad invernal. Además, se descompensan los ciclos de depredadores y presas.
- Otoños suaves y húmedos permiten eclosiones tempranas y desarrollo ininterrumpido de larvas de **zabro**, aumentando el daño al cultivo.
- Inviernos más suaves y primaveras más cálidas anticiparán epidemias de **roya** aumentando su frecuencia y gravedad, mientras que fenómenos extremos, dispersarán sus esporas a mayor distancia.
- Los síntomas de **septoria** también se intensificarán en condiciones de elevadas temperaturas.

Las condiciones climáticas variarán de forma similar en las diversas zonas productoras de la cooperativa, con ciertas diferencias entre la zona norte y sur en cuanto a precipitaciones y déficit hídrico, pero el impacto no será el mismo en todas las explotaciones.

La razón es muy sencilla: existen otras variables que determinan la vulnerabilidad del cultivo de cereales, como el tipo de suelo, la variedad cultivada, la fecha de siembra, la exposición de la parcela, la disponibilidad de riego y las prácticas agronómicas empleadas, entre otras.

Aunque algunos otoños puedan ser críticos debido a la falta de precipitaciones, los impactos que más crecen en magnitud se concentrarán en primavera, coincidiendo con los estados más sensibles a la escasez de agua y altas temperaturas. Los eventos extremos (lluvias torrenciales y granizos) no pueden predecirse con exactitud, pero las elevadas temperaturas acentuarán su impacto.



¿Cómo afectará esto a los cereales de invierno?

Los cereales son muy sensibles al estrés térmico. Se estima que la producción mundial de trigo disminuye un 6% por cada 1ºC de aumento adicional de la Tª media

Hace años que expertos en clima y agricultura de todo el mundo colaboran para entender cómo se trasladan los cambios en el clima a los cultivos de cereales. Su investigación se centra en analizar de qué manera las variaciones en temperatura, precipitaciones y eventos extremos influyen en su desarrollo, y, en particular, en el rendimiento y la calidad del grano.

De nuevo, cada explotación puede tener un comportamiento diferente en función de sus peculiaridades, pero este gráfico resume los **efectos potenciales que podrían experimentar los cultivos de cereal en esta zona de Navarra, con un clima futuro** que podemos describir como **"más cálido y con primaveras y veranos más secos."**

La etapa de **floración** y **llenado** de grano son las fases más sensibles a los eventos extremos de temperatura

MÁS ESTRÉS TÉRMICO

Consecuencias en el cultivo

En el crecimiento y desarrollo

Se adelanta la fenología.

Se acortan las distintas fases de desarrollo. Significa que las plantas tienen menos tiempo para desarrollarse, por lo que acumulan menos biomasa y, en consecuencia, los rendimientos bajan. Si se acorta la **etapa de llenado** se acelera la tasa de crecimiento y no todos los asimilados pueden incorporarse al grano y se reduce su peso y calidad. Por eso, las altas temperaturas son más graves durante la floración y el llenado del grano.

Disminuye el ahijado y el desarrollo foliar.

Enrollamiento y senescencia de las hojas. Las hojas al enrollarse están menos expuestas a la luz solar por lo que se limita la capacidad fotosintética, acaban envejeciendo y perdiendo su funcionalidad.

Se acumulan menos horas-frío. Afecta negativamente a las **variedades que requieren vernalización**, retrasando o impidiendo el desarrollo adecuado de las espigas.

En la fisiología

Alteraciones en la fotosíntesis, apertura-cierre de estomas y concentración de CO_2 en el interior de las células.

Deshidratación y pérdida de turgencia de los tejidos vegetales. Afecta a la capacidad para mantener la rigidez celular, lo que dificulta la absorción de agua.

Aumenta la transpiración y disminuye el potencial hídrico del cultivo. Se reduce la cantidad de agua disponible en las hojas. Como respuesta, la planta puede cerrar estomas para conservar el agua, lo que da lugar a un incremento adicional de la temperatura de la planta, lo que agrava el daño.

Deterioro de la clorofila. Disminuye la capacidad para realizar la fotosíntesis de manera eficiente.

MÁS ESTRÉS TÉRMICO

Consecuencias en el cultivo

En la bioquímica

Aumenta la producción de ROS (Especies reactivas de oxígeno). Aunque son útiles en pequeñas cantidades, en niveles elevados pueden dañar células y tejidos y afectar a la salud general de la planta.

Se reduce la eficiencia fotoquímica. La capacidad de la planta para convertir la luz solar en energía durante la fotosíntesis se ve afectada, lo que reduce la energía disponible para sus funciones vitales.

En el rendimiento y calidad del grano

Se inhibe la germinación de las semillas y la emergencia de las plántulas, lo que da lugar a un establecimiento deficiente del cultivo. Las altas temperaturas pueden afectar negativamente la capacidad de las semillas para germinar y de las plántulas para emerger del suelo no alcanzando una densidad óptima en el campo.

Se reduce la viabilidad del polen y el número de granos por espiga.

Asurado del grano - Granos arrugados y con bajo peso. Se detiene la acumulación de sustancias de reserva en el grano, como el almidón, que representa más del 65% del peso seco, lo que reduce significativamente el rendimiento y calidad del grano.

Cambios en la composición proteica del grano.

Las etapas más sensibles al estrés por falta de agua son el **espigado** y la **floración**, aunque el **encañado** también es crítico.

MÁS ESTRÉS HÍDRICO

Consecuencias en el cultivo

Se acortan las distintas fases de desarrollo.

Reducción del potencial hídrico y pérdida de turgencia.

Disminución de la actividad fotosintética y perturbación de las actividades metabólicas generales.

Disminución crecimiento.

MÁS ESTRÉS HÍDRICO

Consecuencias en el cultivo

Cierre de estomas (para prevenir deshidratación) **y reducción de la transpiración, que resulta en incremento adicional de la Tª de la planta y aumento del riesgo estrés térmico.**

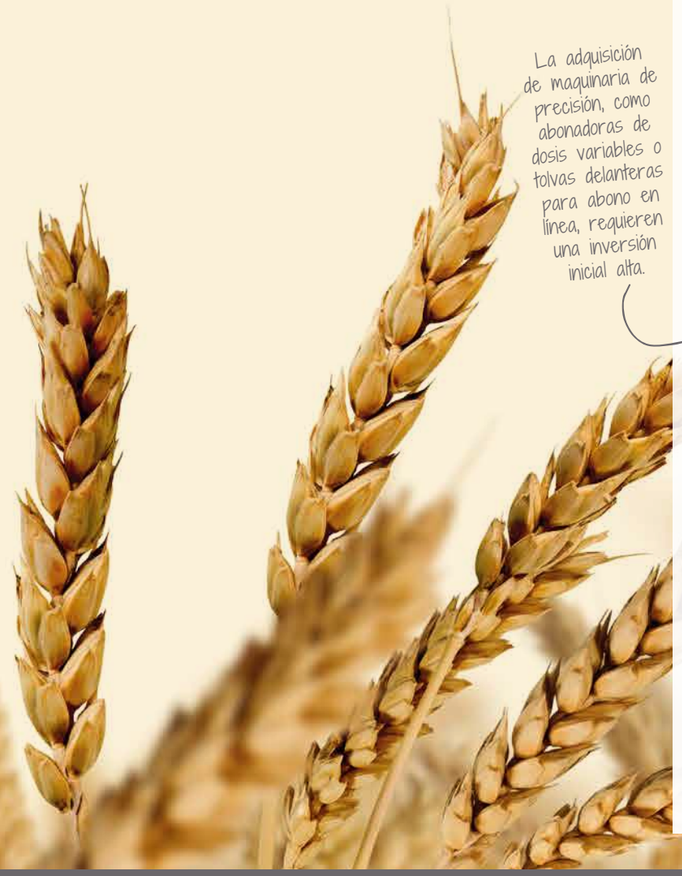
Disminuye la fecundación y fijación de los granos, por lo que se reduce el número de granos por espiga.

Disminuye la capacidad de translocar los asimilados al grano por lo que se reduce su peso.

¿Cómo adaptarse a los cambios que vienen?

Ni existe una receta "mágica", ni una única solución. Para afrontar todos estos efectos, cada explotación requerirá adaptaciones específicas.

Ciertas medidas de adaptación requieren tiempo para ser efectivas, mientras que otras permiten obtener resultados a corto plazo; algunas, sencillamente, pueden no ser adecuadas para determinadas explotaciones. Sin embargo, todas las medidas que se presentan a continuación han demostrado su eficacia en diversos contextos geográficos y pueden servirnos de inspiración.



Medidas sencillas encaminadas a reducir el estrés térmico e hídrico en el cereal, con beneficios inmediatos.

CUANTO ANTES

ADAPTAR EL CALENDARIO DE SIEMBRA

Adelantar la fecha de siembra a mediados de octubre, siempre que las lluvias lo permitan y encaje en la rotación, reduce la posibilidad de que la floración y el llenado ocurran en los meses más críticos.

SIEMBRA DE VARIEDADES MÁS RESISTENTES Y ADAPTADAS AL CLIMA, O APUESTA POR VARIEDADES LOCALES MÁS RÚSTICAS

Si además se aumenta el número de variedades sembradas, se diversifica la respuesta y se diluyen los riesgos e impactos del clima, plagas y enfermedades.

APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES

El uso de protectores que contengan compuestos **antioxidantes**, como los polifenoles, y **osmoprotectores**, como la glicina betaína, la prolina o el manitol, pueden ayudar a reducir los efectos del estrés térmico e hídrico.

La adquisición de maquinaria de precisión, como abonadoras de dosis variables o tolvas delanteras para abono en línea, requieren una inversión inicial alta.

HERRAMIENTAS PARA OPTIMIZAR LA FERTILIZACIÓN

El estado nutricional mineral de las plantas afecta en gran medida a su capacidad para adaptarse a condiciones ambientales adversas. Una planta nutrida de forma equilibrada tolera mejor el estrés térmico y usa el agua de forma más eficiente. La realización de **análisis de suelo, la teledetección, la dosificación variable de abonos, los fertilizantes con inhibidores o de liberación controlada, o la localización del fertilizante en la línea de siembra**, son algunas herramientas que nos ayudan a aplicar solo los nutrientes necesarios en el momento y lugar adecuados, lo cual reduce costes, minimiza la contaminación y mejora la resiliencia del cultivo frente a distintos tipos de estrés.

EN REGADÍO, HERRAMIENTAS PARA OPTIMIZAR EL RIEGO

Lograr un alto rendimiento en regadío con el mínimo aporte de agua es clave ante el desafío de la escasez de recursos hídricos y el coste creciente de la energía. La incorporación de nuevas tecnologías, como la **teledetección, sensores de humedad de suelo, servicios de asesoramiento al regante (SAR)**, o el uso de materiales de riego más eficientes, como los **aspersores a baja presión**, pueden ayudar a lograr este objetivo.

Medidas que exigen más requerimientos técnicos y cambios de gestión más profundos. El objetivo es aumentar la capacidad de retención de agua en el suelo y amortiguar su temperatura, mejorando su estructura, porosidad (infiltración) y contenido de materia orgánica.. Además, se favorece la biodiversidad y se potencia la fertilidad natural del suelo, al tiempo que se reduce la erosión.

PARA LA PRÓXIMA CAMPAÑA

FOMENTAR EL USO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS

"Cuanta más materia orgánica en el suelo, mejor".

Cada 1% de aumento en la materia orgánica (MO) de nuestro suelo permite almacenar 168.000 litros de agua/Ha, por lo tanto, priorizar la fertilización orgánica, siempre que sea posible, frente a la química, será beneficioso para almacenar agua en el suelo y mejorar sus propiedades.

Tiene un efecto mitigador, pero a la vez juega un papel clave en la adaptación para abordar los riesgos climáticos.

Excepto la compra de una sembradora de SD, el resto son prácticas de bajo coste. Con la SD se reduce hasta un 40% el gasto en gasoil y las horas de trabajo por ha, lo que supone un ahorro a largo plazo.

ADOPTAR PRÁCTICAS DE AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN

· SIEMBRA DIRECTA (SD) ·

El no laboreo mejora las propiedades físicas del suelo y aumenta los niveles de MO, favoreciendo el balance de agua y reduciendo el estrés hídrico en los cultivos.

· CUBIERTAS INERTES O "MULCHING" ·

Mantener el suelo cubierto con el rastrojo del cultivo anterior o con un "mulch" generado a partir de un cultivo de cobertura.

La presencia de residuos vegetales en superficie aumenta la infiltración de agua y reduce la evaporación y escorrentía de lluvia. La radiación solar no impacta directamente en el suelo, lo que a su vez ayuda a reducir la temperatura de este y sus fluctuaciones. Los niveles de MO también se ven incrementados.

· ROTACIÓN Y DIVERSIFICACIÓN DE CULTIVOS ·

Incentivadas por la PAC, Ecorregímenes:
*Rotaciones (P3)
*Siembra Directa (P4)
*Espacios de Biodiversidad en tierras de cultivo (P5)

EN LOS PRÓXIMOS AÑOS

Idea para el futuro...

COSECHA DE AGUA: LABOREO EN LÍNEA CLAVE O *KEYLINE*

Diseño hidrológico del terreno que ayuda a gestionar el agua de manera más efectiva. A partir de ese diseño, realizar un laboreo vertical en el suelo utilizando un arado "Yeomans" y sembrar el cereal en dirección paralela a esta línea. El agua de lluvia se distribuye mejor desde las zonas bajas hacia las altas, lo que evita el encharcamiento y mejora la infiltración. Un terreno preparado en línea clave no implica no poder seguir con prácticas de siembra directa, o laboreo reducido, en las sucesivas campañas.

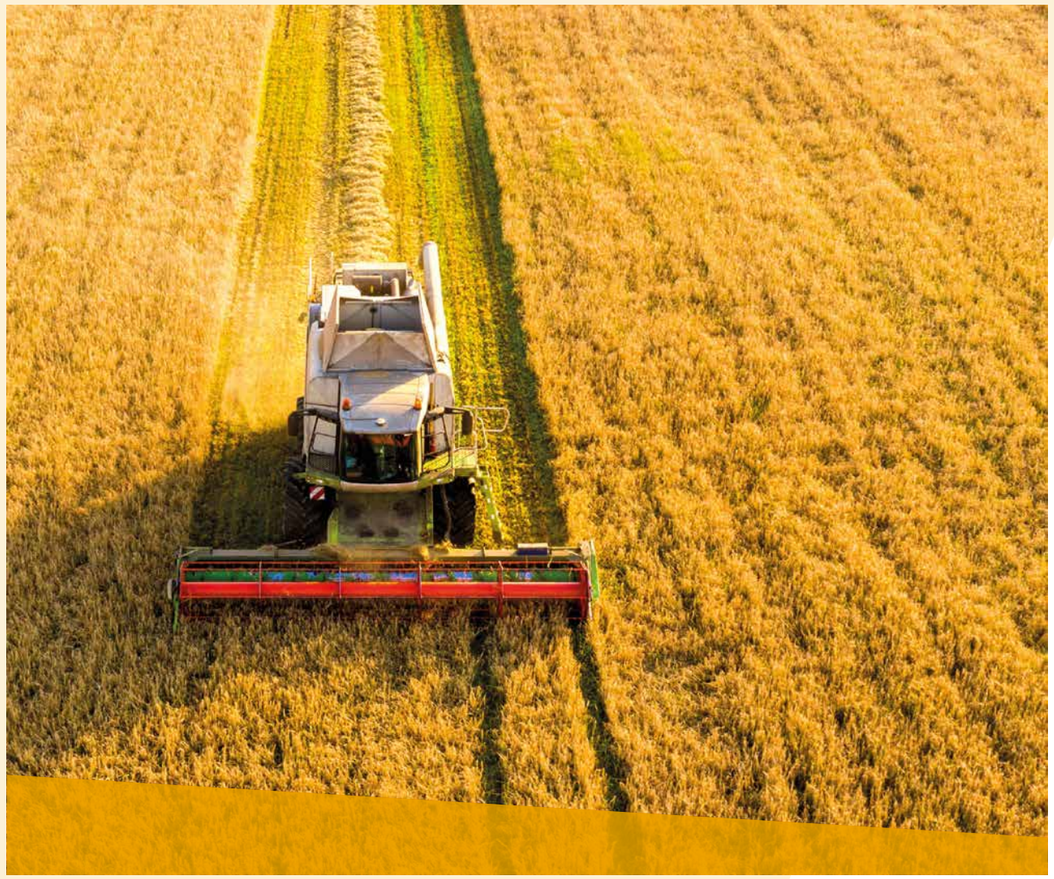
CREACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS VERDES (SETOS, BOSQUETES) EN LAS INMEDIACIONES DE LAS PARCELAS DE CEREAL (LINDES, RIBAZOS)

Protegen al cereal de la acción del viento y la insolación excesiva, amortiguando la temperatura del aire y del suelo, y reduciendo las pérdidas de agua. Se disminuye el encamado y se fomenta la biodiversidad del entorno, incrementándose las poblaciones de enemigos naturales que controlan las plagas.

Adaptarse al cambio climático es una necesidad para nuestra sociedad, y especialmente para quienes se dedican a la agricultura. Aunque el clima es muy variable y seguiremos enfrentándonos a años 'buenos' y 'malos', los datos muestran una tendencia hacia un clima cada vez más adverso.

Negar la evidencia no parece la solución más inteligente, y tampoco es útil preocuparnos solo por lo que dicen las predicciones. Pensemos que la producción de cereales, a lo largo de la historia, ha tenido que adaptarse a múltiples desafíos, tanto en términos productivos, como frente a las constantes fluctuaciones y demandas cambiantes de los mercados. Además, no todas las regiones de cultivo son igualmente vulnerables. Si adoptamos una perspectiva positiva, prácticas como el manejo adecuado del suelo, la selección de variedades resistentes o adaptadas localmente, y una planificación estratégica del cultivo —que incluya adelantar la fecha de siembra, la rotación y diversificación de cultivos, así como una fertilización y riego eficientes— no solo maximizan la producción, sino que también fortalecen la capacidad del cultivo para enfrentar los efectos del cambio climático.

Adaptarse requiere un esfuerzo tanto individual como colectivo. Combinar medidas a corto y largo plazo, requiere probar y equivocarse, abrir la mente a nuevas ideas y, a veces, recuperar prácticas que ya se utilizaban anteriormente. Lo que está claro es que habrá que moverse para seguir estando en el mismo lugar.



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.

AgriAdapt_Canari cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a través de la Convocatoria de subvenciones para la realización de proyectos que contribuyan a implementar el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (2021-2030).

Agri Adapt

Con el apoyo de:

GOBIERNO DE ESPAÑA
VICEPRESIDENCIA TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
Fundación Biodiversidad
PIMA adapta
oficina española de cambio climático

Organiza:

Fundación Global Nature

Colabora:

CRA COOPERATIVA AGRÍCOLA DE ARTAJONA