



Agri
Adapt



Adaptación de Sistemas Agrarios

ADAPTACIÓN SOSTENIBLE DE SISTEMAS
AGRARIOS EUROPEOS AL CAMBIO CLIMÁTICO





00 Índice

01. Introducción	4
02. Un enfoque para evaluar el riesgo climático a nivel de explotación agraria	9
03. Evaluación de riesgo climático a nivel de explotación agraria	13
3.1. OBSERVACIONES CLIMÁTICAS	14
3.1.1. Eventos climáticos a nivel de explotación agraria	14
3.1.2. Indicadores Agroclimáticos (IACs)	16
3.2. PROYECCIONES CLIMÁTICAS	17
3.3. ANÁLISIS FODA DE LAS EXPLOTACIONES PILOTO	20
04. Casos de estudio y Medidas Sostenibles de Adaptación	23
4.1. CULTIVOS HERBÁCEOS · CEREALES, LEGUMBRES, CULTIVOS FORRAJEROS, OLEAGINOSAS, VERDURAS, HORTALIZAS Y TUBÉRCULOS	23
4.1.1. Diversificación de cultivos y mejora en el manejo del suelo en Melque de Cercos · ESPAÑA	24
4.1.2. Siembra temprana y mayor diversificación de cultivos para aumentar resiliencia y estabilidad · SUR DE FRANCIA	26
4.1.3. No laboreo, cultivos intermedios y rotaciones diversas para la adaptación en cultivos herbáceos · NORTE DE FRANCIA	29
4.1.4. Mejorando la estructura del suelo en el montañoso Kraichgau · ALEMANIA	31
4.1.5. Tecnología agrícola y una cuidadosa selección de cultivos en Haage · ESTONIA	34
4.2. CULTIVOS PERMANENTES · VIÑEDOS	39
4.2.1. Vinos de calidad y cuidado del suelo, la mejor apuesta para la adaptación al cambio climático en Terres dels Alforins · ESPAÑA	40
4.2.2. Acolchado, compost y herramientas de apoyo a la decisión en la Península Hõri · ALEMANIA	44
4.3. EXPLOTACIONES GANADERAS · LECHERAS Y CÁRNICAS	47
4.3.1. Mejorando la sostenibilidad de las explotaciones lecheras mientras se aumenta su resiliencia · ESPAÑA	48
4.3.2. Plan de manejo del pastoreo y diseño en línea clave en El Baldío · ESPAÑA	51
4.3.3. Sorgo para forraje, morcajo y apuesta por el ganado bovino lechero para una mejor adaptación · FRANCIA	53
4.3.4. Mayor confort y una producción de forraje más sostenible, Bodenseekreis · ALEMANIA	55
4.3.5. Un establo renovado y mayor densidad de ganado en la región de Valgamaa · ESTONIA	57
05. Conclusiones y Guía a través de las Medidas Sostenibles de Adaptación (MSA)	61
06. Datos de Contacto	64
07. Agradecimientos	65

01 Introducción

Estamos a finales de primavera de 2016 en Europa y los cultivos herbáceos han tenido un crecimiento magnífico hasta la fecha. Las espigas del trigo se encuentran bien erguidas y los polinizadores se regocijan en las flores de la colza. Sin embargo, se está nublando... el viento sopla con fuerza y empieza a llover. Y aunque la lluvia es normalmente bienvenida, no es así en esta época del año, y sobretodo no de esta manera. Estas **intensas precipitaciones** golpean los cultivos con fuerza, dañándolos, causando el encamado de los cereales y afectando a la polinización. ¡Los rendimientos no van a ser de los mejores esta temporada! De hecho, cuando llegó el momento de cosechar, algunas zonas de la Región Continental europea habían perdido hasta un 50% de su producción.

Los viñedos y frutales en Francia escaparon afortunadamente del impacto de estos eventos de fuertes precipitaciones en el año 2016... No sucedió lo mismo en 2017, cuando hubo temperaturas muy bajas durante cinco días consecutivos en el mes de abril. En la Región Atlántica, los viñedos brotan y los árboles frutales se encuentran en período de floración en este mes, o incluso puede que ya cuenten con pequeños frutos colgando de sus ramas. Las temperaturas suelen ser cálidas, el riesgo de heladas y, sobre todo, la cantidad de días en los que éstas se producen debería ser baja. Sin embargo, no fue así en 2017, cuando las hojas más jóvenes, las flores y los diminutos frutos no fueron capaces de hacer frente a 5 días de heladas consecutivos. De hecho, después de que el frío amainara, gran parte de las hojas y las flores se encontraban dañadas y la mayoría de los pequeños frutos yacían arrugados en el suelo. Los rendimientos para ese año no serían tampoco de los mejores.

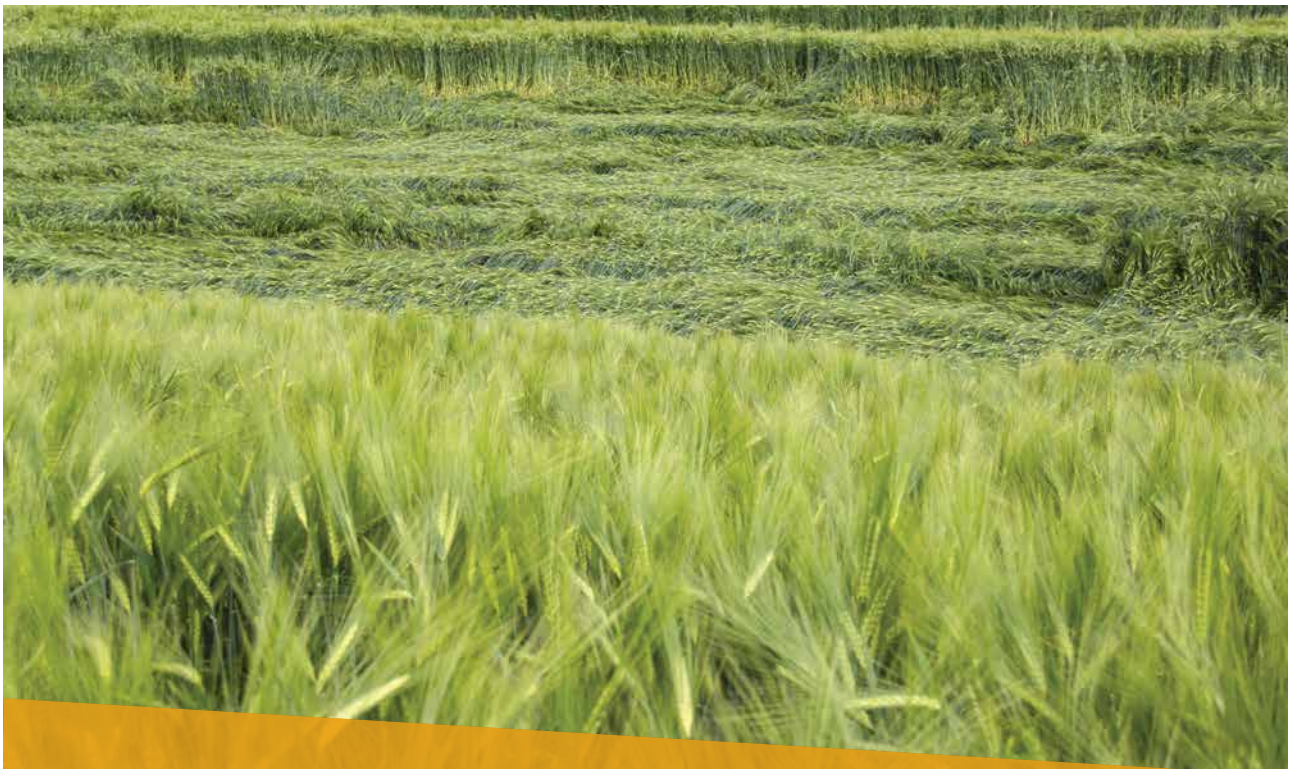


IMAGEN 01. Encamado del cereal debido a las fuertes precipitaciones. Fuente: Foto Max Pixel, Trabajo Propio, CCO Dominio Público.

Hemos hablado de fuertes precipitaciones y heladas tardías, pero también en 2017 se registró una sequía excepcional en el sur de Europa con terribles consecuencias para todos los sistemas agrícolas, sequía que se repitió en 2018 en la mitad norte y que trajo consigo una vez más grandes pérdidas de producción.

¿Va a parar esto alguna vez?

La realidad es que los eventos climáticos desfavorables siempre han estado presentes. Sin embargo, con el efecto del cambio climático, estos eventos van a ser cada vez más frecuentes en el futuro cercano y, lo peor de todo, más extremos. Como se puede ver en la *Imagen 3*, la escasez de agua y las sequías fueron muy recurrentes en Europa durante la última década, afectando a todas las regiones y mostrando que, lamentablemente, ningún lugar en Europa parece poder escapar de ellas.

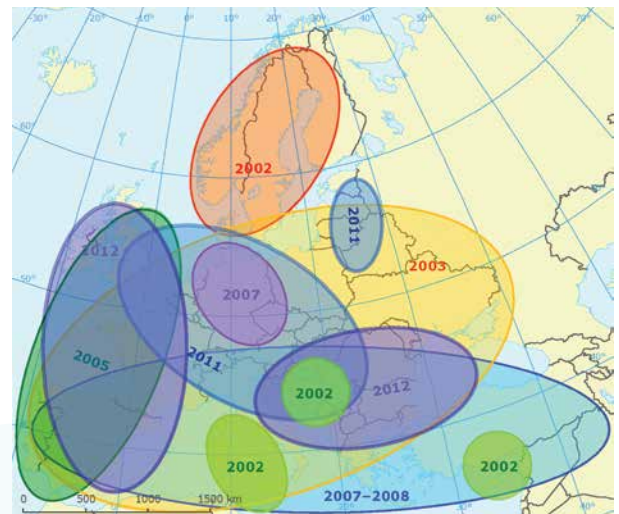


IMAGEN 03. Escasez de agua y eventos de sequía durante la última década en Europa. Fuente: EEA, 2012.



IMAGEN 02. Daños por sequía en maíz. Fuente: Foto CraneStation, Trabajo Propio, CC BY 2.0.

IMAGEN 04. Las cuatro regiones de riesgo climático en Europa y los riesgos que representa el cambio climático en cada una de ellas. Fuente: EEA, 2016

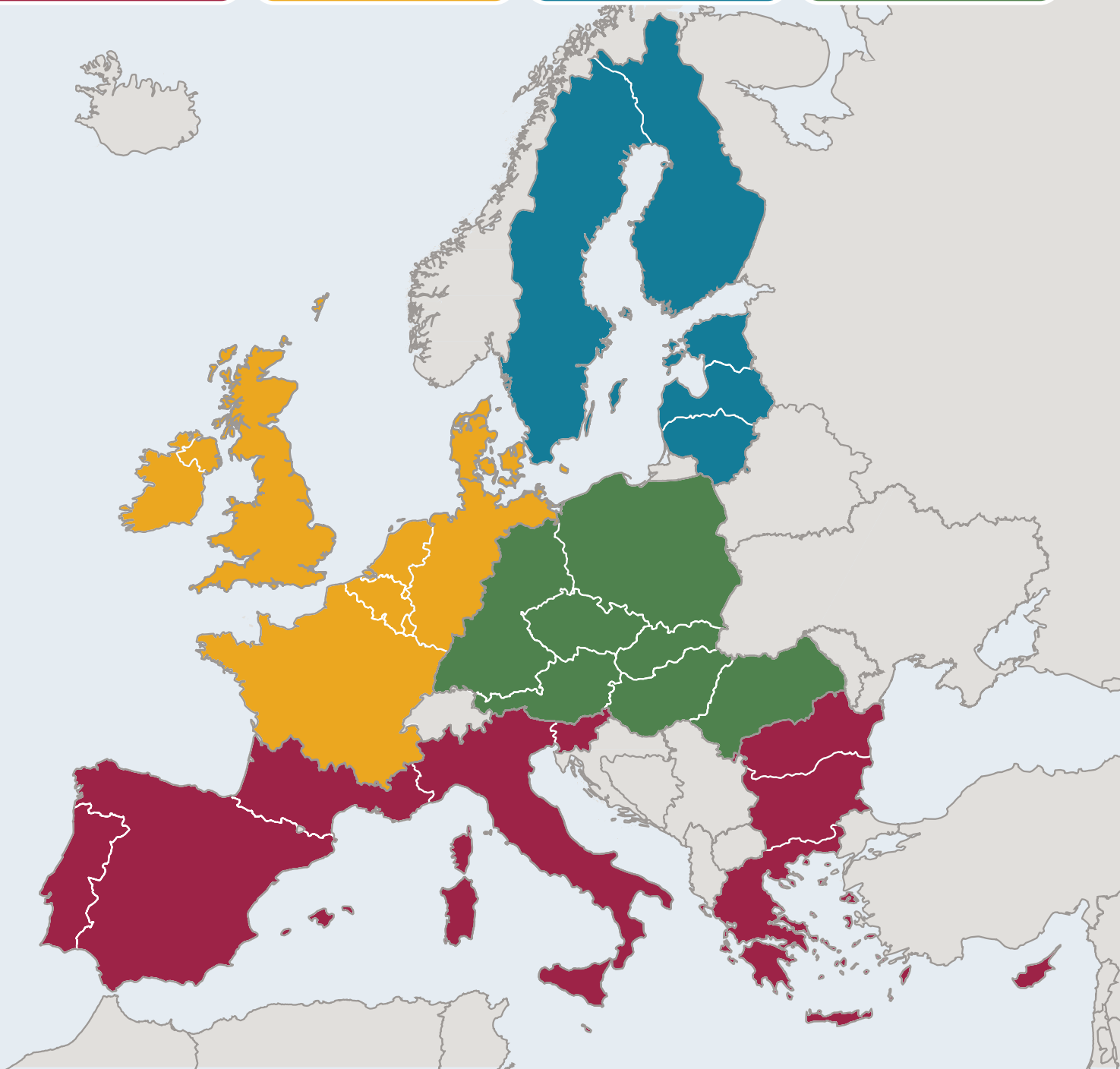
- Rojo, la Región climática Meridional
- Amarillo, la Región climática Atlántica
- Verde, la Región climática Continental
- Azul, la Región climática Septentrional.

- ↘ Disponibilidad de agua
- ↗ Riesgo de sequía, olas de calor
- ↗ Riesgo de erosión del suelo
- ↘ Periodo vegetativo, rendimiento de cultivos
- ↘ Zonas óptimas para el cultivo

- ↗ Riesgo de inundaciones
- ↗ Veranos más calurosos y secos
- ↗ Nivel del mar
- ↗ Riesgo de plagas y enfermedades
- ↘ Sanidad y bienestar animal

- ↘ Precipitaciones estivales
- ↗ Tormentas invernales e inundaciones
- ↗ Duración del ciclo del cultivo, rendimientos
- ↗ Potencial agronómico
- ↗ Riesgo de plagas y enfermedades

- ↗ Precipitaciones invernales, inundaciones
- ↘ Precipitaciones estivales
- ↗ Riesgo de sequías, estrés hídrico
- ↗ Riesgo de erosión del suelo
- ↗ Rendimientos, diversificación de cultivos



Aunque los fenómenos meteorológicos extremos pueden ser difíciles de predecir, hoy en día y gracias a una rigurosa investigación científica, se dispone de información sobre las proyecciones futuras bajo diferentes modelos y RCPs (Trayectorias de Concentración Representativas). De hecho, se pueden prever con bastante precisión las principales tendencias de diferentes variables climáticas como la temperatura, la precipitación o la evapotranspiración. Al conocer estas tendencias, **los agricultores pueden decidir qué medidas de adaptación sostenible se adaptan mejor a sus sistemas agrarios, con el fin de reducir los impactos del cambio climático y aumentar la resiliencia de sus explotaciones.**

El cambio climático es uno de los mayores retos a los que el mundo se enfrenta actualmente y, aunque algunos eventos climáticos pueden tener un impacto positivo en la agricultura europea, la mayoría de ellos tendrán un impacto negativo y afectarán a regiones que ya están sufriendo una importante degradación medioambiental.

Este es el caso de la **Región Meridional europea**. La disponibilidad de agua disminuirá en un futuro próximo, junto con el período de crecimiento, los rendimientos y las áreas óptimas para el cultivo. Además, el riesgo de olas de calor aumentará, así como el riesgo de erosión del suelo (AEMA, 2016. Ver *Imagen 4*).

Pero no sólo la región meridional está seriamente amenazada. La **Región Atlántica** también sufrirá un mayor riesgo de inundaciones, una mayor incidencia de plagas y enfermedades, y veranos más cálidos y secos. Además, la **Región Continental** contará con menos lluvias durante el verano (con un mayor riesgo de sequías y estrés hídrico) y más lluvias e inundaciones durante el invierno. Al menos, en esta región se prevé un aumento de los rendimientos y la posibilidad de introducir nuevos cultivos (AEMA, 2016. Ver *Imagen 4*). El período vegetativo más largo permite el cultivo de variedades de maduración más tardía (por ejemplo, el maíz o la vid) y de nuevos cultivos que se adaptan mejor a las crecientes sequías estivales, como la **Camelina sativa**, la soja, el sorgo, la hierba sudanesa y las batatas. Esto puede ofrecer nuevas oportunidades de mercado y, especialmente en viticultura, nuevas variedades originarias del sur de Europa podrán ser cultivadas en esta Región Continental (por ejemplo, Cabernet Sauvignon). Sin embargo, no está claro si en términos globales, estos efectos positivos se verán contrarrestados por los negativos.

La región europea que sin duda se va a beneficiar más del cambio climático será la **Región Septentrional**, donde aumentarán los rendimientos y el período de crecimiento de los cultivos, así como el potencial agronómico de la zona. Sin embargo, las lluvias durante el verano disminuirán, las lluvias torrenciales y las inundaciones durante el invierno aumentarán y el impacto de las plagas y enfermedades sobre los cultivos será mayor (AEMA, 2016. Ver *Imagen 4*). Por lo tanto, incluso en el mejor de los casos, la adaptación al cambio climático va a ser necesaria.

Para ayudar a superar los efectos negativos del cambio climático, los socios del proyecto LIFE AgriAdapt han desarrollado una **metodología para evaluar el riesgo climático** en las explotaciones agrarias utilizando datos meteorológicos del pasado reciente y proyecciones climáticas para el futuro cercano. Una vez identificados los riesgos, **se proponen y aplican medidas sostenibles de adaptación a nivel de explotación, con el fin de aumentar la resiliencia de la misma y contribuir a mitigar los efectos del cambio climático** en el ganado, los cultivos herbáceos o los cultivos permanentes. Además, este proyecto explora cómo la implementación de medidas de adaptación puede tener otros efectos positivos sobre los recursos naturales y el agroecosistema, lo que representa un valor añadido para las explotaciones.

Las medidas de adaptación deberán ser sostenibles e ir más allá de meros ajustes en las prácticas agrarias actuales. Además, estas medidas pueden suponer simultáneamente una mayor eficacia, menores costes, nuevas oportunidades de mercado y una mejor preparación para los futuros requisitos legales... y por tanto, **¡merecerá la pena una adaptación sostenible al cambio climático de la agricultura y la ganadería!**

Con AgriAdapt, los socios se han propuesto obtener **resultados prácticos y transferibles** y comunicarlos a agricultores y técnicos. Con este objetivo, se han elaborado, en colaboración con expertos, diferentes materiales de información y formación agraria, que se han distribuido entre diferentes instituciones de formación, así como a diferentes entidades de asesoramiento.

En este manual, los socios del proyecto LIFE AgriAdapt presentan la metodología y las herramientas del proyecto, así como una descripción de las explotaciones piloto y su potencial de adaptación junto con las proyecciones climáticas, y finalmente exponen las medidas de adaptación sostenible junto con diferentes casos de estudio.



02 Un enfoque

para evaluar el riesgo climático a nivel de explotación agraria

"Supongamos que ...

... hasta hace solo un par de años no sabíamos lo que implicaba el cambio climático."

"Supongamos que ...

... hemos heredado la explotación familiar recientemente y no somos conscientes de los principales eventos climáticos que afectaron a los rendimientos en el pasado."

"Supongamos que ...

... todavía tenemos la percepción de que ciertos cambios en los patrones climáticos no son nuevos y siempre han sucedido, o que incluso sospechando de las anomalías que ocurren, todavía necesitamos asegurarnos de que lo que estamos interpretando es real."

¿Qué pasaría entonces si una metodología apoyada por una herramienta de evaluación fuera capaz de analizar el pasado reciente de nuestra explotación, relacionar los episodios de bajo rendimiento con ciertos factores climáticos e identificar los principales Indicadores Agroclimáticos que afectan a nuestros cultivos? ¿Qué pasaría si esa misma herramienta fuera capaz de mirar hacia el futuro cercano y, utilizando proyecciones climáticas, identificar cuáles de esos Indicadores Agroclimáticos que afectan a nuestros rendimientos van a seguir ocurriendo o incluso aumentando su frecuencia? En el marco del proyecto AgriAdapt, se han desarrollado herramientas capaces de hacerlo y, gracias a estas herramientas, se pueden proponer medidas de adaptación sostenible para superar los efectos del cambio climático en nuestra finca.

Pero empezamos desde el principio. Lo que se ha descrito anteriormente es una **evaluación de riesgo climático** llevada a cabo a nivel de explotación agraria. Este análisis se ha hecho para cada una de las cuatro principales regiones de riesgo climático de Europa y ha cubierto los sistemas agrarios europeos más importantes, es decir, los cultivos herbáceos, las explotaciones ganaderas y los cultivos permanentes.

En términos técnicos, esta evaluación de riesgo climático combina la probabilidad de la frecuencia de ocurrencia del estrés climático (exposición) con la severidad de las consecuencias (impacto), como la reducción del rendimiento. La matriz, desarrollada para cuantificar el nivel de riesgo de la explotación, puede verse en la *Imagen 5*, en la que se cruza la exposición con la pérdida de rendimiento para cuantificar el riesgo.

La evaluación del riesgo climático realizada consiste en cuatro pasos: **el primero es analizar el riesgo climático actual de la finca**, considerando los datos climáticos de los últimos 30 años, los rendimientos históricos y la información específica recopilada en entrevistas con el agricultor. **El segundo paso consiste en analizar el riesgo climático de la finca para los próximos 30 años**. A continuación, en un **tercer paso se presentan todas las opciones de adaptación** disponibles a nivel de explotación y, por último, en un **cuarto paso se elabora un plan de acción para la adaptación** al cambio climático en la explotación evaluada.

Frecuencia	Puntuación de exposición							
>50%	6	6	12	18	24	30	36	
41-50%	5	5	10	15	20	25	30	
31-40%	4	4	8	12	16	20	24	
21-30%	3	3	6	9	12	15	18	
11-20%	2	2	4	6	8	10	12	
<10%	1	1	2	3	4	5	6	
		1	2	3	4	5	6	Puntuación de impacto
		0-10%	10-20%	20-30%	30-40%	40-50%	50%	% Reducción de rendimiento

IMAGEN 05. Matriz de Riesgo Climático AgriAdapt. Fuente: AgriAdapt

Para este análisis se utilizan datos de rendimientos anuales de los últimos 15 años, que o bien son proporcionados por la explotación o bien consultados en anuarios provinciales de estadísticas agrarias de las regiones correspondientes. Estos datos de rendimientos se comparan con los registros climáticos, datos reales de los últimos 15 años, para que puedan establecerse correlaciones entre eventos climáticos extremos y años con bajos rendimientos. De esta manera se detectan los principales Indicadores Agroclimáticos que son el parámetro climático (o combinación de parámetros) capaces de explicar el bajo rendimiento. Los Indicadores Agroclimáticos pueden encontrarse

en la literatura científica en algunos casos, o serán descubiertos durante el proceso de evaluación, pero en cualquier caso deben de ser calibrados para cada explotación y área estudiada.

La herramienta que hace posible esto es la llamada **herramienta ACZ (AgroClimaticZone Tool)**. Este instrumento cruza datos de rendimientos y registros climáticos en una cuadrícula de 25x25 km y puede representar **más de 65 Indicadores Agroclimáticos** para el pasado reciente y el futuro cercano (por ejemplo, precipitaciones en julio/agosto o número de días con temperaturas superiores a 25°C en mayo/junio. Ver *Imagen 6*).

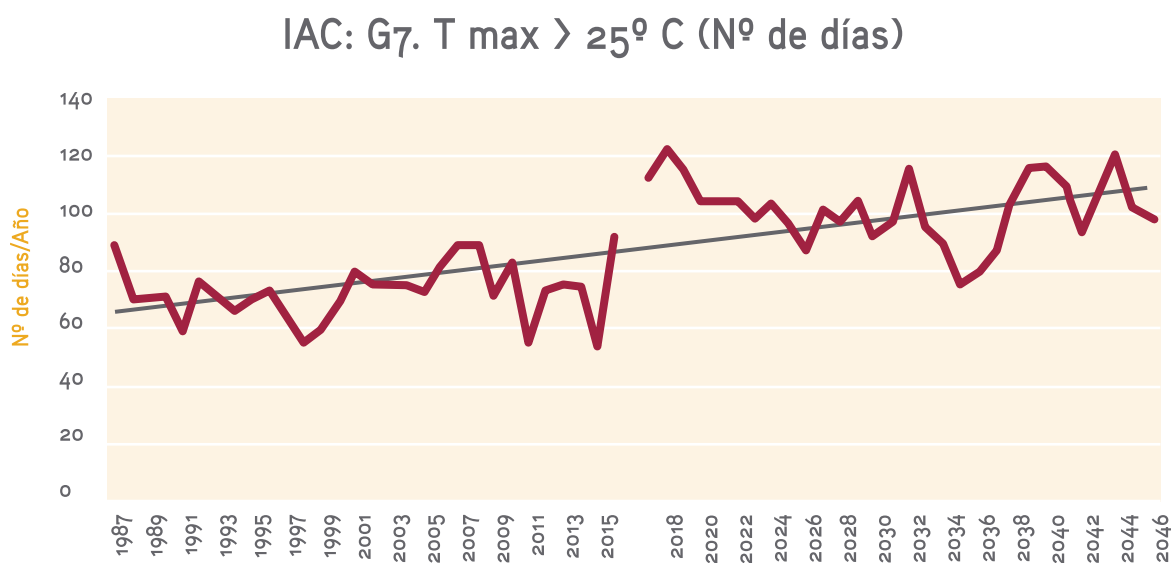


IMAGEN 06. Ejemplo de proyección de IAC calculado en una cuadrícula de 25x25 km a través de la herramienta AZC. Fuente: AgriAdapt.

Los datos meteorológicos utilizados en la evaluación del riesgo climático provienen del portal de datos Agri4Cast de la Comisión Europea (JRC). Se trata de una plataforma que dispone de datos meteorológicos homogéneos para toda Europa. Los datos del pasado reciente están disponibles desde 1975 hasta el último año del calendario con un total de 12 variables climáticas (frecuencia diaria), incluyendo la variable de evapotranspiración, que es imprescindible para evaluar cuestiones agrícolas. Sin embargo, estas 12 variables diarias pueden combinarse para obtener otras nuevas (por ejemplo, el estrés hídrico, la recarga invernal, las olas de calor... que son al final una combinación de varias variables). Los datos climáticos del futuro cercano (próximos 30 años) están disponibles para las proyecciones climáticas en el escenario A1B del SRES y en tres modelos científicos, en la misma modalidad se pueden descargar los datos modelizados del pasado reciente (últimos 30 años). Para cada uno de estos modelos climáticos hay disponibles un total de nueve variables climáticas.

Pero este primer enfoque sólo incluye la evaluación a escala de zona agroclimática. El siguiente paso es dar sentido a estos resultados a nivel de explotaciones agrarias. Para ello, a través de una entrevista con el agricultor, se recopilan otros datos como: la superficie agrícola utilizada (SAU), tipos de cultivos, las prácticas de rotación y manejo, la gestión del ganado, los principales fenómenos meteorológicos que han afectado a la explotación, etc. Con esta información y la que resulta de la herramienta ACZ, a través de otro instrumento de análisis llamado FVT (Farm Vulnerability Tool, Herramienta de Vulnerabilidad

Agrícola) se detecta la puntuación del riesgo climático presente. Esto se calcula con el impacto y la exposición de los principales cultivos o actividades ganaderas de la herramienta ACZ y, lo que es más importante, se puede actualizar esta puntuación en un futuro próximo para mostrar lo que está por venir en términos de riesgo climático a nivel de la explotación. Este paso ayuda a diferenciar dos explotaciones con el mismo cultivo y en la misma cuadrícula de 25x25 km, así como a comprender mejor cómo los diferentes manejos pueden aumentar o disminuir el riesgo detectado.

La segunda herramienta también proporciona un conjunto de medidas de adaptación sostenible que pueden aplicarse en las explotaciones. Estas medidas ayudarán a reducir el riesgo y a mejorar la resiliencia de la explotación. Ambos instrumentos combinados forman lo que llamamos Herramienta Común de Decisión (Imagen 7).

Estas herramientas también se han integrado en una versión online simplificada (AWA Webtool) que ayudará a los agricultores a conocer mejor sus posibilidades de adaptación, aunque los resultados no serán tan precisos como en la evaluación convencional antes mencionada.

Lo más destacado de estas herramientas y de la metodología para evaluar el riesgo climático, es que el proceso permite atender las especificidades de una sola explotación en cualquier lugar de Europa, lo que proporciona un enfoque muy práctico de los problemas a los que se enfrentan los agricultores en un lugar muy específico. La especificidad de la evaluación permite proponer las medidas de adaptación que mejor se adapten a la explotación en sí.





03 Evaluación de riesgo climático a nivel de explotación agraria

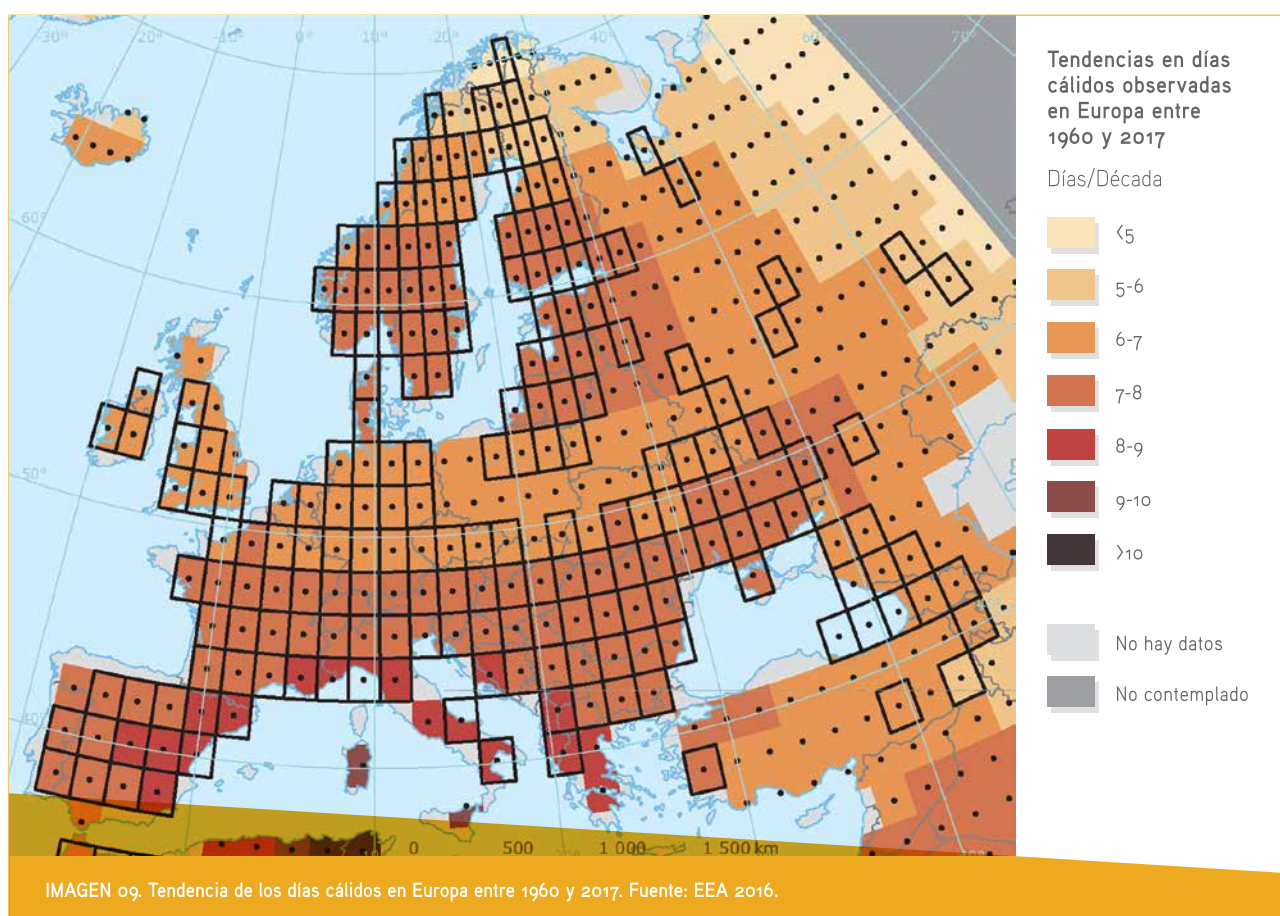
Con el fin de probar a pie de campo la metodología desarrollada, AgriAdapt ha colaborado con 126 agricultores y ganaderos de toda Europa. Durante tres años se ha comprobado esta metodología y se ha prestado apoyo a los agricultores en la aplicación de soluciones de adaptación a nivel de las explotaciones que, a ser posible, fueran también coherentes con la mitigación del cambio climático. Toda la información se incluye en planes de acción individuales, que suponen una hoja de ruta con medidas a corto, medio y largo plazo para abordar con éxito el cambio climático. Durante un periodo de tres años, el progreso se evalúa individualmente utilizando las herramientas para analizar la mejora de la resiliencia de las explotaciones.

Las 126 explotaciones piloto se distribuyen en las cuatro principales regiones europeas de riesgo

climático, en España (Región Meridional), Francia (Región Atlántica), Alemania (Región Continental) y Estonia (Región Septentrional), y abarcan 8 sistemas agrarios diferentes. La mayoría de las explotaciones piloto, un total de 57, son cultivos herbáceos. Aparte, 30 de las explotaciones piloto son granjas lecheras, 10 se corresponden con viñedos, 8 con plantaciones de frutales, 8 con explotaciones de ganado vacuno para carne, 6 con explotaciones de tomates para industria, 4 con explotaciones de engorde de cerdos y 3 con explotaciones de ganado ovino. En total, hay 97 explotaciones piloto convencionales y 29 ecológicas, constituyendo el número de explotaciones ecológicas alrededor del 30% en cada país.

Existe una gran variabilidad en el tamaño de las explotaciones piloto, así como en las prácticas agrícolas realizadas, ya que la selección de las mismas se realizó atendiendo a la heterogeneidad y variabilidad intrínseca de cada zona de riesgos climático.





3.1. OBSERVACIONES CLIMÁTICAS

Según el informe del IPCC de 2014, en las últimas décadas, los efectos del cambio climático han sido bastante notables en Europa. Aún así, sin un análisis sistemático es difícil saber qué variables climáticas cambiaron o afectaron a un producto específico. No obstante, en la mayoría de los casos, los agricultores y ganaderos son conscientes de diferentes impactos climáticos que han afectado a su producción. Por ejemplo, la temperatura media anual de la superficie terrestre europea en la década 2006 - 2015 se situó en torno a **1,5º C por encima del nivel preindustrial**. Esto la convierte en **la década más cálida de la historia**. Además, 2014 y 2015 fueron los años más cálidos en Europa desde que comenzaron los registros instrumentales (EEA, 2016).

Los extremos de altas temperaturas (días calurosos, días tropicales y olas de calor) se han hecho más frecuentes desde 1950, mientras que **los extremos de bajas temperaturas** (olas de frío, días de heladas) se han vuelto menos frecuentes (IPCC, 2014). Además, **la duración media de las olas de calor estivales** en Europa Occidental se ha duplicado y **la frecuencia de los días calurosos casi se ha triplicado** desde 1880. En el caso del número de días cálidos (los que superan el umbral del 90% del período de referencia 1971-2000), **casi se han duplicado** desde 1960 en toda la superficie terrestre europea (EEE, 2016).

Desde 1950, **las precipitaciones anuales han aumentado en el norte de Europa** (hasta 70 mm por década) **y han disminuido en partes del sur de Europa** (hasta 70 mm). Las tendencias estacionales de las precipitaciones muestran también un **aumento de las precipitaciones invernales en el norte de Europa** y una **disminución en el sur de Europa**, aunque con grandes variaciones interanuales (AEMA, 2012).

3.1.1. Eventos climáticos a nivel de explotación agraria

Al cruzar los rendimientos del pasado reciente con los datos climáticos y los fenómenos meteorológicos del mismo período, se ha observado que los fenómenos climáticos más importantes que afectan a los rendimientos en todas las zonas climáticas son: el granizo, las altas temperaturas y la sequía. El granizo es principalmente problemático para los cultivos permanentes. Las altas temperaturas y la sequía son un problema para todas las explotaciones piloto, especialmente en la Región Meridional y Atlántica, pero cada vez más frecuentes en la Región Continental y Septentrional. Estonia es, de hecho, el país con la menor frecuencia de sequía (27%). Estos fenómenos climáticos, su regularidad e impactos pueden consultarse en la *Tabla 1*.

EVENTO CLIMÁTICO	MERIDIONAL	ATLÁNTICA	CONTINENTAL	SEPTENTRIONAL
GRANIZO 	<ul style="list-style-type: none"> REGULAR: en el 75% de cultivos herbáceos IMPACTO: 5-50% de reducción en los rendimientos 	<ul style="list-style-type: none"> AFECTADAS: 80% de las explotaciones REGULAR: en el 25% de las explotaciones IMPACTO: 5-100% de reducción en los rendimientos 	<ul style="list-style-type: none"> AFECTADAS: 60% de las explotaciones FRECUENCIA: 10% IMPACTO: 10-80% de reducción en rendimientos 	<ul style="list-style-type: none"> FRECUENCIA: Baja – media IMPACTO: 2-60% de reducción en rendimientos
HELADA INTENSA/TARDÍA 	<ul style="list-style-type: none"> REGULAR: en el 75% de las explotaciones IMPACTO: 30%-70% de reducción en los rendimientos 	<ul style="list-style-type: none"> AFECTADAS: 93% de las explotaciones FRECUENCIA: Baja IMPACTO: Significativo 	<ul style="list-style-type: none"> AFECTADAS: 23 % de las explotaciones FRECUENCIA: Baja IMPACTO: Alto en cultivos permanentes 	<ul style="list-style-type: none"> FRECUENCIA: Baja IMPACTO: 5-100% de reducción en rendimientos
SEQUÍA 	<ul style="list-style-type: none"> FRECUENCIA: Aumentando IMPACTO: 20-100% de reducción en los rendimientos (el factor más limitante en cultivos permanentes y pastos) 	<ul style="list-style-type: none"> AFECTADAS: 60% de las explotaciones FRECUENCIA: Aumentando IMPACTO: Potencialmente significativo 	<ul style="list-style-type: none"> AFECTADAS: 50% de las explotaciones FRECUENCIA: Media 	<ul style="list-style-type: none"> FRECUENCIA: Baja IMPACTO: 5-35% de reducción en rendimientos
ALTAS TEMPERATURAS 	<ul style="list-style-type: none"> FRECUENCIA: Alta IMPACTO: Significativo para ganadería, cultivos permanentes y tomate 	<ul style="list-style-type: none"> AFECTADAS: 78% de las explotaciones FRECUENCIA: Aumentando IMPACTO: Puntual 	<ul style="list-style-type: none"> AFECTADAS: 100 % de las explotaciones FRECUENCIA: Media 	<ul style="list-style-type: none"> FRECUENCIA: Baja IMPACTO: 10-30% de reducción en rendimientos
TORMENTA Y LLUVIA INTENSA 	<ul style="list-style-type: none"> IMPACTO: 5-30% de reducción en los rendimientos en cultivos herbáceos 	<ul style="list-style-type: none"> IMPACTO: En el norte de Francia, 50% de reducción en rendimientos en 2016. En el sur de Francia, el viento incrementa el impacto de la sequía 	<ul style="list-style-type: none"> AFECTADAS: Especialmente explotaciones de maíz y cereal 	<ul style="list-style-type: none"> FRECUENCIA: Baja IMPACTO: Baja

Tabla 01: Frecuencia e impacto de los eventos climáticos seleccionados en las explotaciones piloto de las regiones climáticas Meridional, Atlántica, Continental y Septentrional.

3.1.2. Indicadores Agroclimáticos (IACs)

Se han identificado los principales **Indicadores Agroclimáticos** medibles y específicos para cada cultivo y región, en función de los diferentes fenómenos climáticos que afectan a la producción agraria mencionados anteriormente. Estos indicadores son los factores que explican en parte los bajos rendimientos de los últimos 15 años y, lo que es más importante, serán el factor detrás de los bajos rendimientos en el futuro cercano. Más de 65 Indicadores Agroclimáticos han sido identificados y comprobados recientemente dentro del marco de este proyecto. A continuación, se puede ver un ejemplo práctico de cómo estos indicadores podrían afectar a nuestros cultivos:

"Es otoño ...

... y acabamos de sembrar nuestro cereal. ¡Todo ha ido "viento en popa"! Suelo bien labrado, abonado de fondo a base de estiércol, semillas certificadas de primera calidad... todo parece indicar que éste va a ser un buen año. Sin embargo, el otoño ha sido especialmente lluvioso y, después de un mes de espera, la emergencia de las semillas no es tan buena como esperábamos. ¿Cuál ha sido el problema? Resulta que el primer Indicador Agroclimático acaba de golpearnos, y es que **más de 100 mm de agua por mes justo después de la siembra afecta a la emergencia de las semillas de cereal.**

En fin, las pequeñas plantas siguen creciendo y la tasa de emergencia afortunadamente no ha sido tan mala después de todo. Sin embargo, algo va mal con la elongación del tallo y el espigado de nuestro cereal... ¡la talla es bastante corta y las espigas, pequeñas! Desafortunado pero cierto, esta es la segunda vez que nos hemos encontrado con el impacto de un Indicador Agroclimático. En este caso, **el balance hídrico (P-ETP) de marzo a junio ha sido inferior a -300 mm, lo que afecta al crecimiento y espigado del cereal.**

Por suerte, las espigas ya están formadas y en la fase de llenado del grano las necesidades de agua no son especialmente altas. El grano está finalmente madurando y hemos cogido un par de espigas para regocijarnos en la buena calidad de nuestra producción, pero... ¿Qué sucede ahora? Algunos de los granos parecen arrugados y su tamaño no es el más deseable. ¿Podría ser que, por tercera vez en esta temporada, un Indicador Agroclimático haya afectado a nuestra cosecha? Exacto, **la primavera ha sido cálida y la temperatura máxima superior a 25° C (30° C en el caso del sur de Europa) durante varios días entre mayo y junio. Esto trae como consecuencia el fenómeno del asurado del grano."**

Estos son sólo tres ejemplos de factores que intervienen en la cantidad y calidad de nuestra cosecha y cómo pueden afectar a nuestros rendimientos. En el capítulo 4, "Casos de estudio y Medidas de Adaptación Sostenible", se hablará de más Indicadores Agroclimáticos (IACs), aplicables a otros cultivos y condiciones. Lo más interesante es que estos IACs pueden ajustarse no sólo al cultivo, sino también a las variedades utilizadas y a la zona geográfica. Los indicadores pueden ser comunes, por ejemplo, a todos los trigos, pero su calibrado cambiará de una explotación a otra (por ejemplo, el umbral de déficit de agua, o el periodo en el que puede afectar al cultivo en estudio).



IMAGEN 10. Déficit hídrico en trigo, espigas muy pequeñas. Fuente: FGN.

3.2. PROYECCIONES CLIMÁTICAS

Una vez que se han recogido las observaciones climáticas de los últimos 30 años e identificado con éxito más de 65 Indicadores Agroclimáticos (IACs) que han afectado a nuestros cultivos en el pasado reciente (PR), es hora de ver cómo van a evolucionar esos indicadores en el futuro cercano (FC), es decir, en los próximos 30 años.

Para ilustrar los efectos del cambio climático en la agricultura en las diferentes zonas climáticas, hemos seleccionado puntos representativos en toda Europa que cubren las diferentes regiones climáticas. Los datos para las observaciones climáticas (1987-2016) y las proyecciones se han tomado de la plataforma Agri4Cast, utilizando el escenario A1B del SRES, que es el mismo que utilizamos para la evaluación de riesgos climáticos en las explotaciones piloto.

Para la evaluación, sólo se ha utilizado un modelo climático para mostrar a los agricultores de las explotaciones piloto los impactos del cambio climático de una manera simplificada. Está claro que esto es sólo una representación de las proyecciones futuras y que el uso de un solo modelo climático tiene sus limitaciones. Sin embargo, aunque el modelo utilizado es el más cálido y seco de los modelos disponibles en Agri4Cast, representa un cambio climático muy moderado en comparación con los escenarios RCP.

En este capítulo presentamos algunos **Indicadores Agroclimáticos** relevantes que hemos seleccionado para mostrar su evolución desde el pasado reciente (PR, 1987 - 2016) hasta el futuro cercano (FC, 2017 - 2046).



IMAGEN 11. Transecto desde el sur al norte de Europa (puntos rojos) para ilustrar las observaciones y las proyecciones climáticas en las cuatro zonas climáticas. Fuente: AgriAdapt

IAC: C1. Estrés térmico, cereales (Nº de Días Tx.>25º C. 15/04 a 15/07)

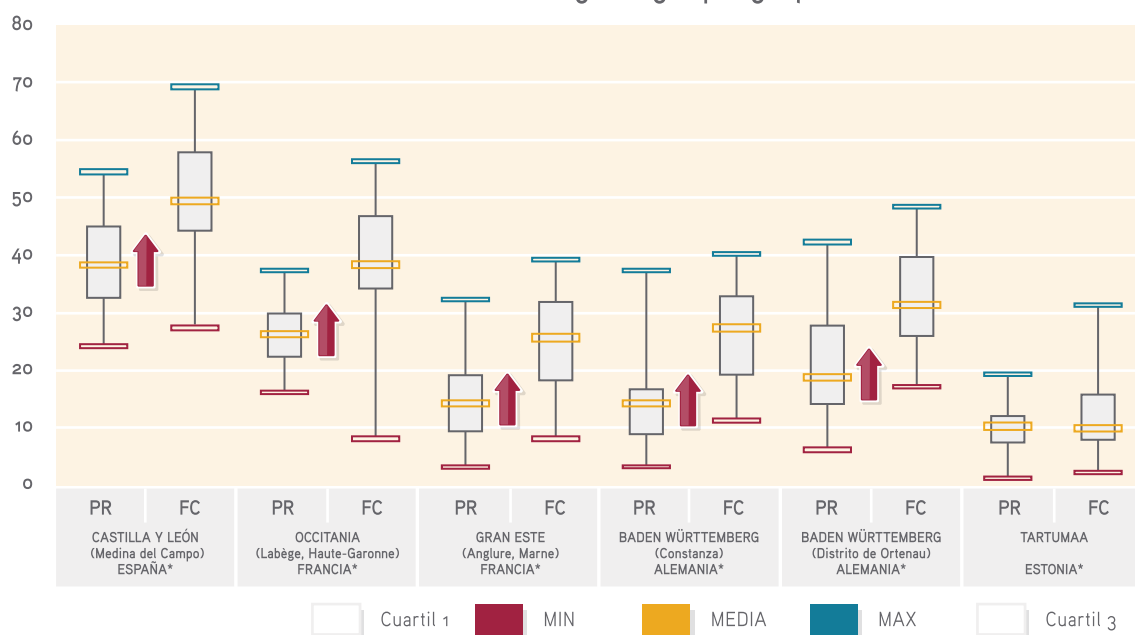


IMAGEN 12. Evolución de los días > 25º C en el periodo 15.04 – 15.07 del pasado reciente (PR) al futuro cercano (FC). Indicador relevante en el cultivo de cereales. Fuente: Agri4Cast.

Balance hídrico anual (mayo a agosto) (mm)

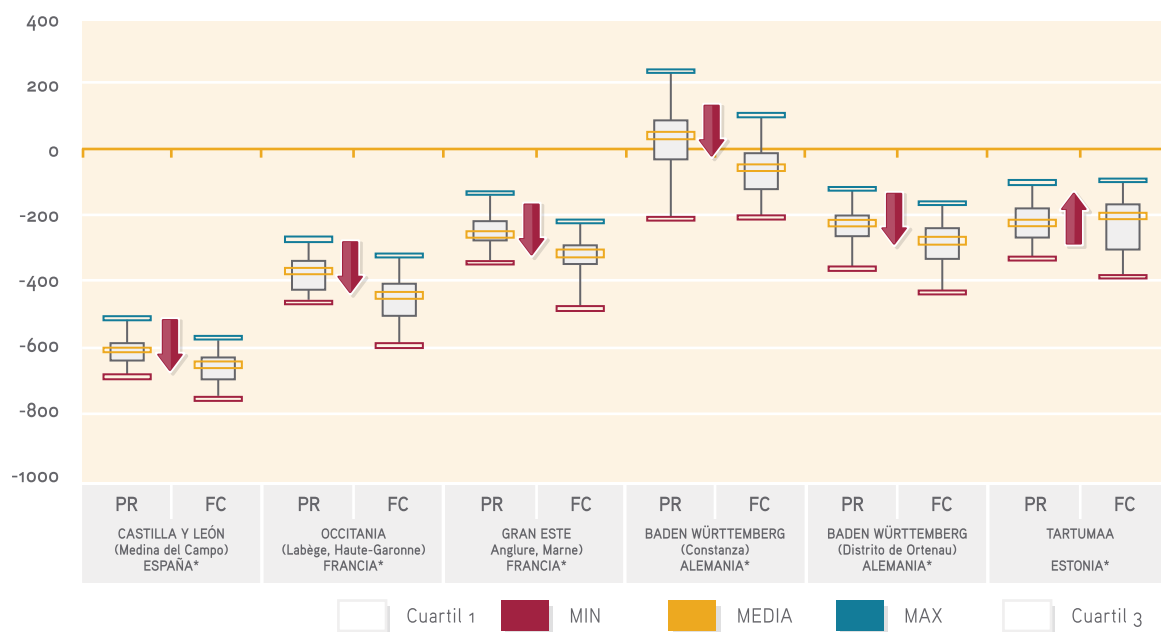


IMAGEN 13. Evolución del balance hídrico medio anual de mayo a agosto desde el pasado reciente (PR) al futuro cercano (FC). Indicador relevante para el cultivo de cereal. Fuente: Agri4Cast.

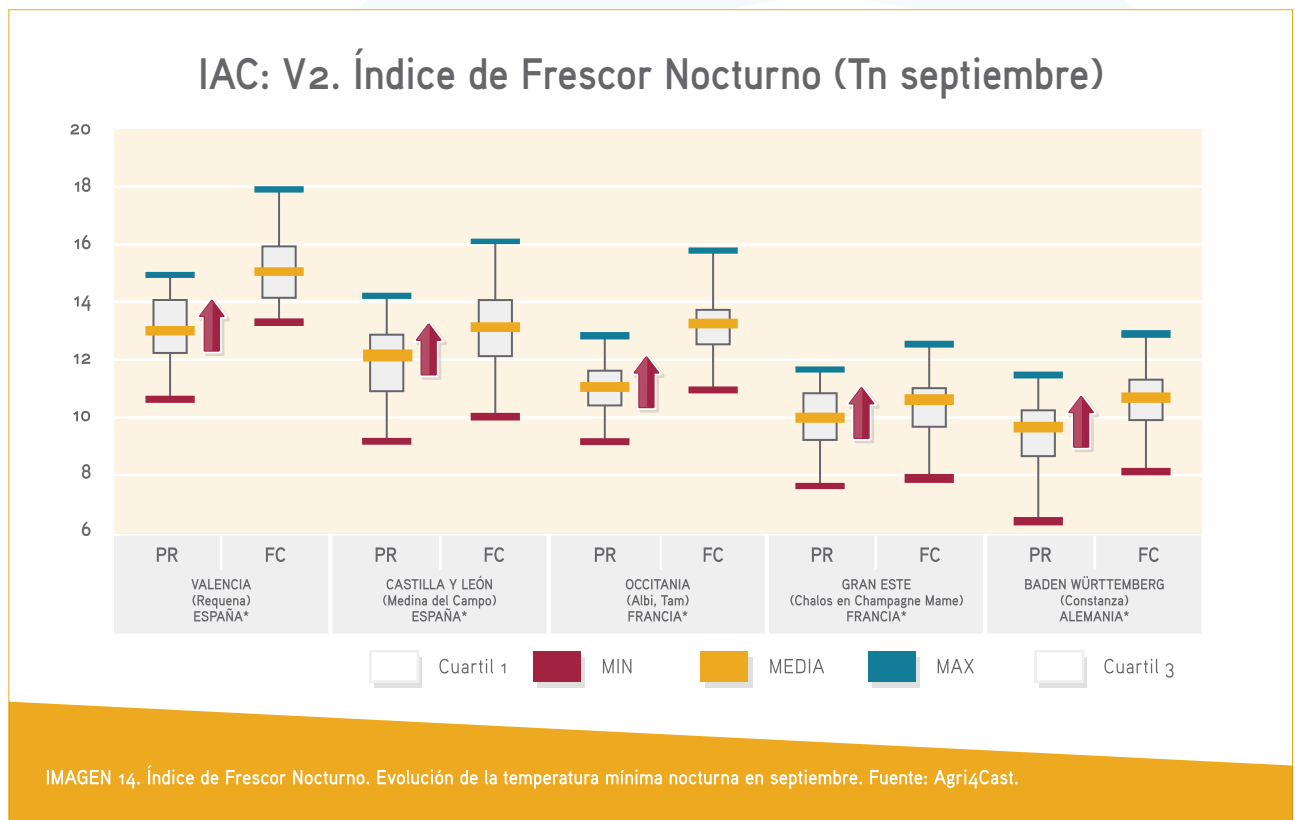
El primer indicador afecta a las cosechas de cereal y se mide como el **número de días con temperaturas superiores a 25º C entre el 15 de abril y el 15 de julio**. Con un aumento de los días por encima de los 25º C, aumenta la vulnerabilidad de los cultivos de cereal en las regiones septentrionales y templadas (en las regiones meridionales, este valor se sitúa en los 30º C). Las temperaturas superiores a 25º C durante las fases de floración o de llenado del grano de los cultivos de cereal pueden dar lugar a rendimientos más bajos, en parte debido a un fenómeno conocido como "asurado del grano". Según el modelo utilizado, esta cifra aumentará en unos 10 días en todas las regiones en el futuro cercano, excepto en la región de Tartumaa (Estonia). (Ver *Imagen 12*).

En cuanto a las cuestiones hídricas relacionadas con el cultivo del cereal (como se muestra en la *Imagen 13*), el balance hídrico medio anual en el período comprendido entre mayo y agosto disminuirá significativamente en todas las regiones (excepto en la región de Tartumaa), lo que también dará lugar a menores rendimientos.

En el caso de los cultivos permanentes, especialmente los viñedos, el Índice de Frescor Nocturno es un factor importante para la maduración de las uvas.

Para obtener un vino de buena calidad, es necesario alcanzar determinadas temperaturas mínimas durante la noche. En la *Imagen 14*, que muestra la evolución de la temperatura mínima nocturna en septiembre, se observa un aumento de la temperatura nocturna en todas las regiones, especialmente en el sur de España y Francia (Comunidad Valenciana y Occitania). Esto puede desembocar en el cultivo de variedades diferentes más adaptadas a las nuevas condiciones, de modo que no se vea comprometida la calidad del vino.

En las explotaciones ganaderas, un indicador relevante para el ganado vacuno (tanto de leche como de carne) es el Índice de Temperatura - Humedad (ITH), que evalúa el riesgo de estrés térmico al que están sometidos los animales. Para nuestras explotaciones piloto, se ha calculado la cantidad de días con un factor de estrés de 73 - 80 (estrés moderado a severo). La *Imagen 15* muestra el desarrollo de los diferentes umbrales de estrés. Este indicador aumentará en todas las regiones, pero sobre todo en España y el sur de Francia, lo que supone un problema ya que con un estrés moderado a severo aumenta la respiración y el ritmo cardíaco de las vacas, provoca una pequeña reducción en la producción de leche y la fertilidad y disminuye su consumo de forraje.



Días/Año con estrés ITH

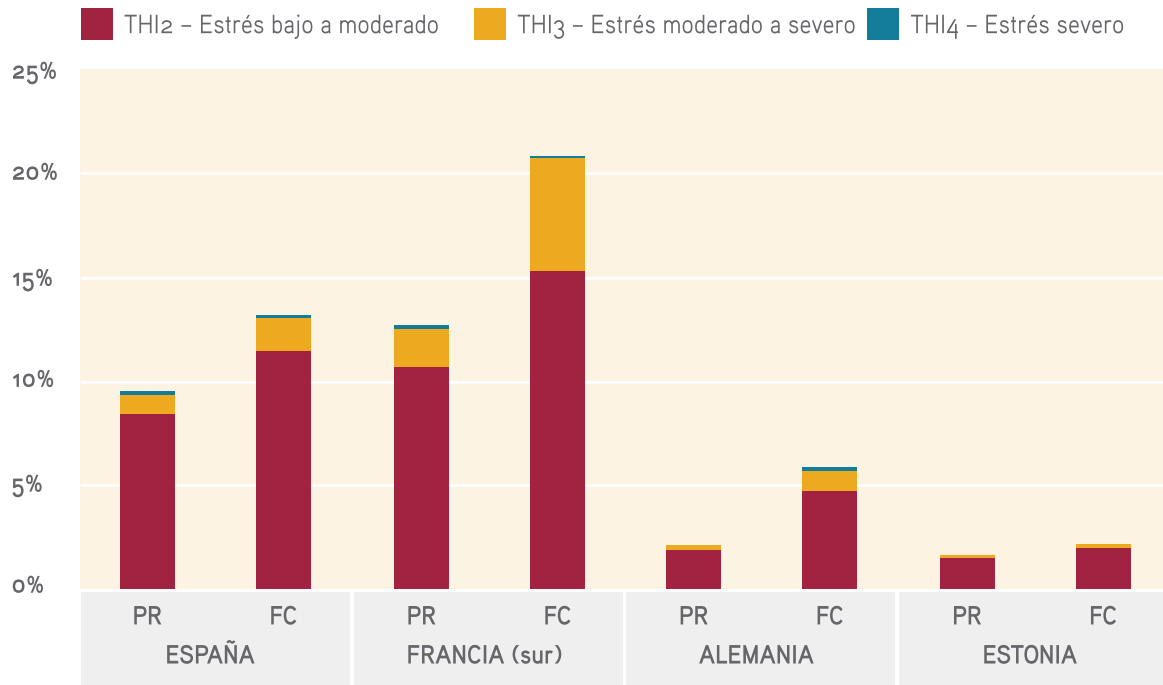


IMAGEN 15. Porcentaje de días con diferentes umbrales de estrés para el ganado vacuno. Estrés medio a moderado (68-73), estrés moderado a severo (73-80) y estrés severo (80-89). Fuente: Agri4Cast.

3.3. ANÁLISIS FODA DE LAS EXPLOTACIONES PILOTO

Habiendo visto las proyecciones climáticas, podemos pensar que la situación en nuestra región no tiene buena pinta en el futuro cercano, o quizás tiene mejor pinta de la que realmente pensábamos que tendría. Sin embargo, esto depende de muchos factores y son diferentes dependiendo de la región en la que

nos encontremos. Para ayudarnos, se ha realizado un análisis FODA para cada una de las regiones. Es un análisis en el que queremos identificar cuáles son nuestras fortalezas, para saber utilizarlas; dónde residen nuestras oportunidades, para poder aprovecharlas; ser conscientes de nuestras debilidades, para empezar a trabajarlas; e identificar nuestras amenazas, para intentar amortiguarlas. En la Tabla 2, podemos ver los resultados para cada una de las cuatro regiones.

REGIÓN	FORTALEZAS	DEBILIDADES
MERIDIONAL	<ul style="list-style-type: none"> • Seguro agrícola • Variedades bien adaptadas • Sistemas agrícolas con cultivos diversos, sistemas agroforestales extensivos 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la dependencia de los monocultivos • Insuficiente manejo de los pastos • ¿Disponibilidad de agua a largo plazo?
ATLÁNTICA	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de cultivo diversificados • Buena gestión del forraje • Riego 	<ul style="list-style-type: none"> • Cultivos inadecuados y/o escasa diversidad genética • Restricciones de riego • Insuficiente confort térmico para los animales
CONTINENTAL	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de cultivos intermedios antes de los cultivos de primavera • Ingresos procedentes de diversos pilares • Alta autonomía forrajera de las explotaciones ganaderas 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevada proporción de un cultivo específico • Uso inadecuado del laboreo (profundo) como manejo principal del suelo • Sólo 3 cultivos en rotación (especialmente en explotaciones lecheras)
SEPTENTRIONAL	<ul style="list-style-type: none"> • Gran diversidad de cultivos y suelos adecuados para los cultivos permanentes • Amplia gama de variedades cultivadas • Alta autonomía forrajera 	<ul style="list-style-type: none"> • No se utiliza riego en cultivos permanentes • Baja disponibilidad de campos de barbecho adecuados para las explotaciones agrícolas • Mal drenaje del suelo en las explotaciones ganaderas
REGIÓN	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
MERIDIONAL	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor productividad en áreas de temperatura limitada si se asegura el agua • Aumento de la producción de pastos en otoño/invierno debido al aumento de la temperatura • Posibilidad de nuevas cosechas gracias a inviernos más cálidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de las olas de calor en primavera y verano: aumento de las variaciones del rendimiento y del estrés térmico de los animales • Menos lluvia en invierno-primavera • Aumento del déficit hídrico en primavera y verano
ATLÁNTICA	<ul style="list-style-type: none"> • Mejores condiciones climáticas en otoño • Disminución significativa del número de días de helada al año • Posibilidad de nuevos cultivos gracias al aumento de la suma térmica 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de las variaciones de rendimiento debido al estrés climático en mayo/junio • Aumento del déficit hídrico en primavera y verano • Aumento del estrés térmico de los animales
CONTINENTAL	<ul style="list-style-type: none"> • Oportunidad para nuevos cultivos o variedades • Período vegetativo más largo, positivo para pastos y tubérculos • Reducción de los patógenos que proliferan con la humedad 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor variabilidad en los rendimientos • Aumento del estrés térmico en las vacas lecheras • Aumento de plagas/enfermedades/malas hierbas y aparición de algunas nuevas debido a las temperaturas más altas y a un período vegetativo más largo
SEPTENTRIONAL	<ul style="list-style-type: none"> • Período vegetativo más largo, aumento potencial de los rendimientos y de la calidad • Aumento de la diversidad de cultivos y variedades • Se reduce la necesidad de energía para calentar las infraestructuras ganaderas 	<ul style="list-style-type: none"> • Se esperan más extremos climáticos, mayor riesgo para los cultivos permanentes • Aumento del riesgo de nuevas plagas y enfermedades con nuevos cultivares • Menor rendimiento del ganado debido al estrés térmico, especialmente al aire libre

Tabla 02. Análisis FODA para las cuatro principales regiones europeas de riesgo climático.



04 Casos de estudio

y Medidas Sostenibles de Adaptación

Hasta ahora, se ha dado una visión general del proyecto, sus objetivos, métodos y análisis de datos climáticos. Para hacer más tangible toda esta teoría, vamos a viajar a las explotaciones piloto en España, Francia, Alemania y Estonia a través de varios casos de estudio. Allí entenderemos los problemas climáticos a los que se enfrentan

las explotaciones europeas y conoceremos de primera mano las medidas sostenibles de adaptación que se están aplicando para hacer frente a estos retos. Este viaje nos llevará a algunas de las explotaciones piloto más representativas de los sistemas agrarios evaluados dentro del proyecto.



MEDIDAS SOSTENIBLES DE ADAPTACIÓN (MSA)

A lo largo del manual, los textos con el icono de Medidas Sostenibles de Adaptación (MSA) mostrarán cómo los agricultores europeos están poniendo en práctica las diferentes estrategias de adaptación.

4.1. CULTIVOS HERBÁCEOS · CEREALES, LEGUMBRES, CULTIVOS FORRAJEROS, OLEAGINOSAS, VERDURAS, HORTALIZAS Y TUBÉRCULOS

Comencemos nuestro viaje visitando diferentes cultivos herbáceos en toda Europa. A diferencia de otros sistemas agrarios, los cultivos herbáceos son muy dinámicos y su propia naturaleza nos permite enriquecer el paisaje con un mosaico de diferentes cultivos. En cultivos herbáceos hay espacio para los cereales, las legumbres, los cultivos forrajeros y las semillas oleaginosas, pero también para las hortalizas y tubérculos como los tomates, la remolacha azucarera o las patatas.

4.1.1. Diversificación de cultivos y mejora en el manejo del suelo en Melque de Cercos · ESPAÑA

CULTIVOS EVALUADOS: cebada de seis carreras, trigo duro, centeno, veza forrajera, girasol.



Nos encontramos en España central, un poco al noroeste de Madrid, y acabamos de llegar a Melque de Cercos, un pueblo situado en una provincia llamada Segovia. Nos hemos reunido con los propietarios de una explotación ecológica de secano con unas 110 ha de superficie agrícola útil (SAU). Sus principales cultivos son la cebada de invierno de seis carreras, la veza forrajera (*Vicia monantha*), el centeno, el girasol y el trigo duro; además, el 5% de la SAU queda en barbecho cada año. La finca tiene suelo franco-arenoso ligero y no tiene áreas inundables, con baja tasa de erosión ya que se trabaja con chisel. Las parcelas cultivadas son pequeñas y algunas en contacto con vegetación semiárida.

Los principales desafíos relacionados con el cambio climático que afectan a esta finca son las sequías, la desertificación, la degradación del suelo, las temperaturas extremas (olas de calor), los ataques más frecuentes de plagas y enfermedades y la pérdida de biodiversidad debido a las condiciones cada vez más extremas.



IMAGEN 16. Campo de cebada en Melque de Cercos. Fuente: FGN.

Según estas proyecciones, es evidente que se necesitan medidas sostenibles de adaptación al cambio climático. De hecho, como resultado de la evaluación de riesgos climáticos realizada para esta finca en el marco del proyecto, se propusieron un conjunto de medidas de adaptación, algunas de las cuales ya se están implementando.

Principales Indicadores Agroclimáticos (IACs) y proyecciones para el Futuro Cercano (FC)

Nº	IACs	CALENDARIO												FC	
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		
01.	DÉFICIT HÍDRICO (P-ETP) < -300mm														↑ 9%
02.	PERIODOS DE SEQUÍA > 15 días consecutivos sin lluvia														↑ 100%
03.	PERIODOS DE SEQUÍA > 15 días consecutivos sin lluvia														↑ 33%
04.	T MAX > 30°C (Nº días)														↑ 150%
05.	ESTRÉS TÉRMICO T MAX > 32°C (Nº días)														↑ 92%

IMPACTO SOBRE LOS CULTIVOS:



IACs 1 y 4: asurado del grano. Bajos rendimientos.
IAC 2: afecta al espigado, desarrollo y llenado del grano. Bajos rendimientos.



IACs 1 y 4: ralentiza el crecimiento.
IAC 2: afecta la tasa de crecimiento. Bajos rendimientos.



IAC 2: afecta la tasa de crecimiento. Bajos rendimientos.
IACs 3 y 5: impacto negativo en el engorde de las pipas. Bajos rendimientos.



Una de las primeras medidas adoptadas fue la **mejora de las rotaciones**. En la actualidad, el agricultor ya realiza rotaciones con cinco cultivos diferentes (trigo duro, veza, cebada/avena y girasol). La leguminosa en rotación (veza) asegura una mayor resistencia al cambio climático, mejorando el contenido de nutrientes del suelo y su estructura.

Otra de las medidas de adaptación ha sido la **asociación de leguminosas y cereales** como cultivo forrajero en la misma superficie para mejorar los rendimientos, ya que estas especies tienen diferentes requerimientos nutricionales y las leguminosas pueden crecer mejor apoyadas en los tallos del cereal para buscar la luz del sol. Asimismo, las leguminosas son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico mediante su asociación con bacterias formando nódulos en las raíces, nitrógeno que posteriormente también estará disponible para el cereal. Algunos ejemplos de esta medida son la asociación de la cebada con la veza y de la avena con la alfalfa.

Se ha implementado también la **siembra temprana** de los cultivos de primavera para reducir el estrés hídrico y térmico al final del ciclo de crecimiento, así como la utilización de **variedades tradicionales** bien adaptadas al clima local y la siembra de un **cultivo de ciclo más corto** (como la avena) en enero-febrero, si el otoño ha sido demasiado seco y la emergencia de la primera siembra se ha visto comprometida.

También se adoptaron en su día nuevas medidas para el manejo del suelo. En este caso, **evitar el suelo desnudo dejando el rastrojo, aplicar abono orgánico al menos cada dos años y alimentar al ganado (80 ovejas, raza autóctona) en los barbechos** para fertilizar aún más el terreno, son medidas que se están utilizando para aumentar la resiliencia y la calidad de los suelos. Asimismo, se implementaron **márgenes de cultivo multifuncionales** para reducir la erosión del suelo y mejorar la biodiversidad (polinizadores y artrópodos beneficiosos para la lucha biológica, entre otros). *"Durante los dos primeros años hubo algunos problemas con las malas hierbas y los márgenes multifuncionales, pero cesaron una vez que la vegetación estuvo bien establecida y la mezcla evolucionó hacia especies menos propensas a invadir superficies aradas"*, nos cuenta el agricultor.



IMAGEN 17. Asociación de veza y cebada cosechadas juntas. Fuente: FGN.

4.1.2. Siembra temprana y mayor diversificación de cultivos para aumentar resiliencia y estabilidad · SUR DE FRANCIA

CULTIVOS EVALUADOS: maíz para grano en regadío, soja, cebada de invierno y trigo blando de invierno.



Desde España nos trasladamos al suroeste de Francia, donde visitamos al Sr. De Vulpinière y su explotación familiar de 80 hectáreas (EARL des Canongesses) situada a 40 km al sur de Toulouse. En el pasado, esta finca se dedicaba a la ganadería lechera con una actividad vitivinícola complementaria. Sin embargo, las viñas fueron arrancadas en 1976, acción fomentada por algunas subvenciones de la PAC, y se puso en marcha un sistema de riego mediante “pivot” que cubría toda la SAU (unos 170.000 m³ de agua al año). La finca se especializó en cultivos herbáceos, dejando de lado incluso la actividad ganadera en 1982, la cual requería más mano de obra.

Dentro de su especialidad en cultivos herbáceos, en esta explotación se cultiva maíz (40 ha), soja (22 ha), cebada de invierno (22 ha) y trigo blando de invierno (12 ha) bajo prácticas convencionales. La mayoría de los suelos de la finca son sensibles a la sequía y muestran un bajo nivel de fertilidad. Desde hace 10 años, se ha venido implementando un sistema de no laboreo. Los agricultores también comparten algunas tierras con sus vecinos, donde se cultivan espárragos verdes (3 ha) y 5 variedades de fresas (0,5 ha), con el objetivo de comercializarlas en circuitos cortos.

Principales Indicadores Agroclimáticos (IACs) y proyecciones para el Futuro Cercano (FC)

Nº	IACs	CALENDARIO												FC		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12			
01.	DÉFICIT HÍDRICO (P-ETP)															↑ 22%
02.	PERIODOS DE SEQUÍA >10 días consecutivos sin lluvia															↑ 13%
03.	T MAX > 25°C (Nº días)															↑ 55%
04.	T MAX > 32°C (Nº días)															↑ 240%
05.	Nº DÍAS DE HELADA															↓ 50%
06.	SUMA TÉRMICA (Base 0° C)															↑ 9%

IMPACTO SOBRE LOS CULTIVOS:



IACs 1, 2 y 3: menos biomasa producida, maduración más temprana, grano más pequeño y menos rendimientos.
IAC 5: menor riesgo de daños al cultivo, aunque aún existe.



IACs 1, 2 y 4: las fases de floración, desarrollo y llenado del grano pueden verse comprometidas. Incremento de las necesidades de riego.
IAC 5 y 6: la siembra temprana puede realizarse con menos riesgos y ayuda a que el cultivo complete su ciclo antes (evitando el estrés térmico estival).



IACs 1, 2 y 4: la floración, el desarrollo y la fase de llenado del grano pueden verse comprometidas. Aumento de las necesidades de riego.
IAC 5 y 6: la siembra temprana se puede realizar con menos riesgos, el éxito de la cosecha es mayor (posibilidad de sembrar soja después de una cosecha temprana de cebada de invierno).

Thibault (hijo del Sr. De Vulpinière) está en proceso de hacerse cargo de la explotación y, según él, esta evaluación de riesgo climático será muy útil para empezar con buen pie!

Lo que nos dicen las proyecciones climáticas locales para el horizonte temporal 2035 (futuro cercano) es que las precipitaciones anuales van a disminuir alrededor de un 8% de media, especialmente durante el verano cuando lo harán un 18%. Sin embargo, éstas aumentarán en el período comprendido entre octubre y diciembre un 13%. La temperatura media anual aumentará alrededor de 0,3°C por década, el número de olas de calor se duplicará (4 secuencias por año de media) y el déficit hídrico aumentará de forma muy significativa en torno a un 25%, especialmente durante la primavera y el verano. Al menos, el número de días de helada disminuirá, con una media de sólo 11 días al año. En la tabla, se muestran los principales Indicadores Agroclimáticos que afectan a los rendimientos de los cultivos (como por ejemplo la sequía o las temperaturas extremas), y se consideran aquellos factores que se deben trabajar en las medidas de adaptación para minimizar los impactos.



IMAGEN 18. Cosechando fresa. Fuente: Solagro.



Dado el tamaño de la explotación, con una SAU de 80 ha y un 50% ocupado por el cultivo de maíz en regadío, una de las principales medidas de adaptación recomendadas es diversificar o **aumentar el número de cultivos principales** en la explotación (1 ó 2 cultivos adicionales). Además, se recomienda considerar la posibilidad de **aumentar el número de variedades cultivadas para los dos cultivos principales** (teniendo en cuenta los principales riesgos climáticos, que son el calor y el estrés hídrico). **Una mayor diversidad supondrá una mayor resiliencia y estabilidad.**



IMAGEN 19. Variedad precoz de maíz de maduración precoz. Fuente: Solagro.

Además, se está llevando a cabo la **siembra temprana de maíz y soja, durante los 10 primeros días de marzo**, gracias al menor riesgo de heladas tardías. Esta medida permite que los cultivos inicien antes su ciclo de crecimiento, evitando así algunos de los problemas climáticos de los últimos meses de verano: mayor déficit hídrico, altas temperaturas y sequías. Como complemento a esta medida de adaptación, el agricultor cultiva **variedades de maíz caracterizadas por una cierta precocidad**, de forma que se minimiza la exposición a las condiciones climáticas adversas durante el verano.

El ahorro de agua ayuda a reducir los costes directos y, en un futuro próximo, ayudará a superar la escasez de agua. Las herramientas de apoyo a la toma de decisiones, como los **tensiómetros**, están ayudando al Sr. De Vulpinière a lograr una mejor gestión del agua, ya que el riego se lleva a cabo sólo cuando los cultivos realmente lo necesitan. El siguiente paso, será sustituir parte de la superficie de maíz en regadío por otro cultivo con menor exigencia hídrica (por ejemplo, el garbanzo) para reducir las necesidades hídricas de la explotación.

Por último, pero no por ello menos importante, el agricultor está desarrollando un proyecto de **plantación de setos** en la zona más ventosa para que los cultivos estén mejor protegidos del frío, el calor, la evapotranspiración y los fuertes vientos. Además, el sistema de setos será un nicho para la biodiversidad, lo que significa que albergará enemigos naturales de plagas para el control biológico y polinizadores, mejorando indirectamente los rendimientos y la salud de los cultivos.

4.1.3. No laboreo, cultivos intermedios y rotaciones diversas para la adaptación en cultivos herbáceos · NORTE DE FRANCIA

CULTIVOS EVALUADOS: trigo blando de invierno, cebada de primavera, cebada de invierno, remolacha azucarera, cáñamo para la industria textil, amapola, lentejas y alfalfa.



En el noreste de Francia, el Sr. Chambrillon tiene una explotación de 97,5 hectáreas (EARL Arc en Ciel) en la región de Champagne, que posee uno de los mejores suelos de Francia. En la misma, el número de cultivos diferentes a nivel de explotación es impresionante. Iniciaron su actividad en 1996 y trabajan con 6 cultivos: trigo blando de invierno (33 ha), remolacha azucarera (15 ha), cáñamo textil (10 ha), amapola (9 ha), cebada de primavera (9 ha), lentejas (8 ha), alfalfa para forraje (7 ha) y cebada de invierno (6 ha). Se implementan rotaciones complejas, maximizando así los beneficios de un amplio mosaico de cultivos. Para evitar la disminución de la materia orgánica del suelo y la pérdida de nutrientes, utilizan una mezcla de mostaza, veza, rábano, facelia y avena como cultivos

intermedios, evitando el suelo desnudo la mayor parte del año. También se ha implementado un sistema de no laboreo desde 2010 para mejorar la estructura del suelo y reducir los costes de mano de obra.

En el norte de Francia, el clima es más suave que en el sur. Sin embargo, la granja del Sr. Chambrillon tampoco se escapa del cambio climático. Tras realizar la evaluación de riesgo climático, las proyecciones climáticas muestran que las temperaturas medias anuales subirán 0,4°C por década, el déficit hídrico aumentará un 39% y el número de días calurosos será un 66% más alto (horizonte temporal 2035). Afortunadamente, el número de días de heladas al año se reducirá un 66%, y esto permitirá que se alargue el ciclo de crecimiento de algunos cultivos.

Principales Indicadores Agroclimáticos (IACs) y proyecciones para el Futuro Cercano (FC)

Nº	IACs	CALENDARIO												FC		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12			
01.	DÉFICIT HÍDRICO (P-ETP)															↑ 20%
02.	T MAX > 25°C (Nº días)															↑ 92%
03.	T MAX > 32°C (Nº días tropicales)															↑ 300%
04.	TEMPERATURA MEDIA															↑ 11%
05.	Nº DÍAS DE HELADA															↓ 50%

IMPACTO SOBRE LOS CULTIVOS:

- IACs 1 y 2: maduración más temprana, semillas más pequeñas y rendimientos más bajos.
IAC 4: mayor riesgo de malas hierbas, plagas y enfermedades debido a las condiciones más cálidas.
IAC 5: menor riesgo de daños al cultivo.
- IACs 1 y 3: menor tasa de crecimiento, menor producción de biomasa y bajos rendimientos.
IAC 4: mayor riesgo de malas hierbas, plagas y enfermedades debido a las condiciones más cálidas.
- IACs 1, 2 y 3: menor tasa de crecimiento, menor producción de biomasa y bajos rendimientos.
IAC 4: mayor riesgo de malas hierbas, plagas y enfermedades debido a las condiciones más cálidas.
- IACs 1 y 2: reducción en el número de flores y semillas.
IAC 4: mayor riesgo de malas hierbas, plagas y enfermedades debido a las condiciones más cálidas.
- IACs 1 y 2: menos flores, menor fertilidad y reducción de los rendimientos.
IAC 4: mayor riesgo de malas hierbas, plagas y enfermedades debido a las condiciones más cálidas.
- IACs 1 y 2: menor producción de biomasa, menos rendimientos.
IAC 4: mayor riesgo de malas hierbas, plagas y enfermedades debido a las condiciones más cálidas.



La implementación de un **sistema de no laboreo** desde 2010 ha sido una gran ventaja para esta finca. En esta región y bajo estas condiciones climáticas, un suelo no alterado desarrolla una mejor estructura, una actividad biológica más compleja y el agricultor puede beneficiarse de una importante reducción de costes. Para poder llevar a cabo la **siembra directa** ha sido necesaria la adquisición de nueva maquinaria. Sin embargo, esta maquinaria se está amortizando rápidamente teniendo en cuenta los menores costes de mano de obra y la mejora de los suelos.

Un **mosaico tan amplio de diferentes cultivos y variedades** creciendo en una misma explotación agrícola implica adaptación en sí misma. Cada cultivo y cada variedad se verán afectados de diferente forma por los diferentes impactos climáticos, lo que reduce el riesgo de sufrir caídas importantes en los rendimientos que podrían comprometer la rentabilidad de la explotación.

Además, **una rotación cuidadosamente planificada de estas variedades** para que no crezcan en la misma parcela año tras año, rompe los ciclos de malas hierbas, plagas y enfermedades y permite al Sr. Chambrillon ahorrar en pesticidas y herbicidas. Con estas rotaciones tan diversas, la fertilidad del suelo también aumenta, ahorrando consecuentemente en fertilizantes.

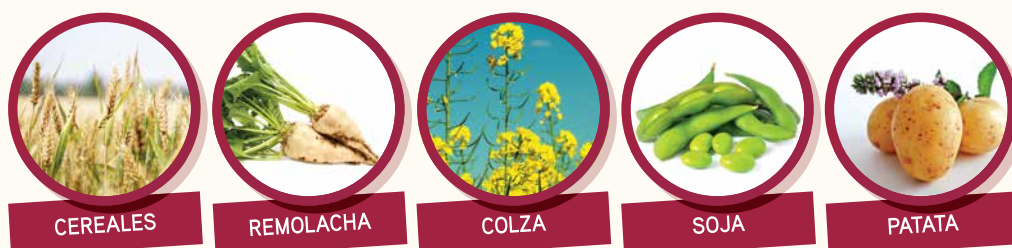
Durante los próximos años, el mayor reto al que se enfrentará este agricultor será, por un lado, conservar un número tan elevado de cultivos a nivel de explotación y, por otro, mejorar la complementariedad de las diferentes variedades cultivadas para los principales cultivos, así como desarrollar diferentes prácticas de cultivos intermedios para mejorar la resiliencia de la explotación al cambio climático.



IMAGEN 20. Amapola casi a punto para la cosecha. Fuente: Solagro

4.1.4. Mejorando la estructura del suelo en el montañoso Kraichgau · ALEMANIA

CULTIVOS EVALUADOS: trigo blando de invierno, remolacha azucarera, colza, soja, patata.



Más al norte llegamos a Alemania, concretamente al distrito de Heilbronn, a 50 km de Stuttgart. En esta ocasión, nos hemos reunido en la región montañosa de Kraichgau con el propietario de otra explotación de cultivos herbáceos. Esta finca se encuentra entre 120 y 250 m sobre el nivel del mar. El 80% de los suelos son arcillo-limosos, con una gran capacidad de almacenamiento de agua. La finca se dedica a la producción de patata en regadío y remolacha azucarera. Sin embargo, de las 240 ha de la superficie agrícola útil (SAU), 90 ha se cultivan en la llanura del Rin, donde la temperatura media es 1º C superior. Esto permite al agricultor centrarse, en esta llanura, en variedades de patata temprana y en el cultivo de soja. La temperatura media anual en la zona de producción principal es de unos 10º C, con una precipitación anual de unos 720mm. La rotación de cultivos que se lleva a cabo es: remolacha azucarera, trigo blando de invierno, colza, trigo blando de invierno, patata y trigo blando de invierno. En el caso de la llanura del Rin, la rotación contempla la siguiente secuencia: soja, trigo blando



IMAGEN 21. Mezcla diversa de cultivos intermedios.
Fuente: Fundación del Lago Constanza

de invierno, colza y trigo blando de invierno. Otros pilares de la renta de la explotación son la comercialización directa, la energía fotovoltaica y el cultivo de árboles de Navidad.

Principales Indicadores Agroclimáticos (IACs) y proyecciones para el Futuro Cercano (FC)

Nº	IACs	CALENDARIO												FC		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12			
01.	DÉFICIT HÍDRICO (P-ETP)															42%
02.	T MAX > 25ºC (Nº días)															80-100%
03.	T MAX > 30ºC (Nº días tropicales)															27%
04.	TEMPERATURA MEDIA															-
05.	HELADAS TARDÍAS T min < -4º C (Nº días)															-

IMPACTO SOBRE LOS CULTIVOS:



IACs 1 y 2: maduración más temprana, semillas más pequeñas y rendimientos más bajos.
IAC 4: mayor riesgo de malas hierbas, plagas y enfermedades.



IACs 1 y 2: menor tasa de crecimiento, bajos rendimientos.
IAC 4: mayor riesgo de malas hierbas, plagas y enfermedades.



IACs 1 y 3: parada de crecimiento de los tubérculos, mayor dependencia de riego, menor calidad. Durante la cosecha, los terrones resultantes del terreno seco pueden dañar la cáscara de la patata.
IAC 4: mayor riesgo de malas hierbas, plagas y enfermedades.
IAC 5: muerte de las hojas en su fase juvenil, lo que implica un retraso en el desarrollo.



IACs 1 y 3: reducción del contenido de aceite de las semillas y maduración más temprana. Menores rendimientos.
IAC 4: mayor riesgo de malas hierbas, plagas y enfermedades.



Debido a todos los cambios mencionados, la finca se está centrando en mejorar la estructura del suelo como estrategia para afrontar los desafíos del cambio climático. Es muy importante tener una buena estructura del suelo con una alta y diversa actividad biológica, ya que puede absorber mayor cantidad de agua en episodios de fuertes precipitaciones y almacenarla durante un período más largo. Además, una buena estructura del suelo evita la pérdida de nutrientes y minimiza la erosión (entre otros beneficios). Para alcanzar este objetivo, en la explotación se están utilizando **cuatro mezclas de cultivos intermedios diferentes y muy versátiles, que evitan el suelo desnudo. Se utilizan en estos cultivos intermedios más de 15 especies diferentes en total** (por ejemplo, rábano, trébol, facelia, guisante, *Avena strigosa*, veza o mostaza). Todas estas especies tienen diferentes características en cuanto al desarrollo radicular, exudados radiculares, resistencia a plagas y enfermedades y requerimientos nutricionales.

El riesgo de erosión del suelo en primavera (cuando se siembran las patatas) es especialmente alto, por esta razón, además de las prácticas de mejora de la estructura del suelo, el agricultor ha desarrollado **una técnica especial que consiste en apilar la tierra entre las hileras de patatas** para minimizar la erosión. Otra medida bastante común que se está implementando en la finca para reducir la erosión del suelo es la de no realizar laboreo en las localizaciones con pendiente más pronunciada en la dirección de la pendiente. En el resto de la finca, solo se lleva a cabo **un laboreo reducido** (excepto en el caso de las patatas). Además, se está **sembrando trigo entre las filas de patatas después de la siembra** para evitar el arrastre de la tierra durante episodios de fuertes precipitaciones. Por otro lado, para evitar la compactación del suelo provocada por el paso de la maquinaria pesada, se ha adaptado la **presión de los neumáticos** para el trabajo en el campo, de este modo se mantiene una buena estructura del suelo.

Aparte de la mejora en la gestión del suelo, se están aplicando otras medidas como la inclusión de **nuevas variedades mejor adaptadas al cambio climático**. Como se ha dicho anteriormente, la temperatura media en la llanura del Rin es alrededor de 1°C más alta y las condiciones también son algo más secas. Como consecuencia, **la explotación reemplazó el trébol por la alfalfa**, ya que la alfalfa tiene un sistema radicular más profundo y, por lo tanto, es más tolerante a la sequía que el trébol. En esta zona también se cultiva un **trigo blando de invierno de maduración más temprana, la variedad**



IMAGEN 22. Cultivo de alfalfa. Fuente: Solagro.



IMAGEN 23. Cultivo de soja. Fuente: Pixabay.

"**Rubisco**", para evitar el calor de mediados de verano. Esta variedad también tiene un alto potencial de rendimientos incluso en condiciones secas. Asimismo, las largas aristas de la espiga protegen a la planta del estrés térmico. Y como colofón, cada año se cultivan en una parcela experimental, alrededor de seis variedades de trigo blando de invierno con el fin de encontrar la variedad más adecuada para la explotación.

Debido a las condiciones más cálidas de los últimos años, la explotación también se ha lanzado a la **producción de soja**, que prospera en este contexto. Está funcionando muy bien, por lo que la producción se ampliará en los próximos años.

Las fechas de siembra también se están adaptando al aumento de la temperatura en otoño y primavera. Con una fecha de siembra más tardía, las plantas no crecen demasiado antes del invierno, reduciendo su sensibilidad a plagas como el pulgón, que podría ser vector de patógenos. Asimismo, un adelanto de la fecha de siembra en primavera dará lugar a una cosecha más temprana, pudiendo evitar el estrés térmico y la sequía estival.

Esta explotación tiene la gran ventaja de disponer de equipos para riego, que se utilizan normalmente para regar las patatas. El agua proviene de la propia finca, en concreto de un arroyo cercano y de una balsa de fabricación propia (con capacidad para unos 2.000 m³). Este hecho reduce el riesgo de pérdidas muy elevadas en el rendimiento de la patata debido a la sequía y a las altas temperaturas. En veranos calurosos como el de 2018, cuando en julio y agosto se registraron días con temperaturas superiores a 30°C, la finca tuvo la posibilidad de enfriar las crestas para evitar el sobrecalentamiento de los tubérculos.

Por último, estar al día en las nuevas tecnologías y productos que se ofrecen para fines agrícolas también puede ser una ventaja. Este es el caso de los **productos a base de algas** para un mejor enraizamiento utilizados en esta finca, que se están implementando en los principales cultivos y que aumentan la resiliencia de la explotación, especialmente en años secos.

4.1.5. Tecnología agrícola y una cuidadosa selección de cultivos en Haag · ESTONIA

CULTIVOS EVALUADOS: trigo blando de invierno, cebada de primavera, colza, haba y judía.



Al final de nuestro viaje por los cultivos herbáceos en Europa hemos llegado a la zona más nórdica dentro del marco de este proyecto, el Condado de Tartumaa (Estonia). Estamos en Haage, en una explotación intensiva de cereales, oleaginosas y proteaginosas de secano de 1.510 ha de superficie agrícola utilizada (SAU). La empresa fue fundada en 1993 como una explotación de producción mixta (cría de animales y producción agrícola). Sin embargo, a mediados de 2015, el agricultor decidió poner fin a la actividad ganadera. Sus principales cultivos son: el trigo blando de invierno, la cebada de primavera, la colza y las habas; alrededor del 10% de la SAU está ocupada por pastos permanentes y otro 10% por

pastos temporales. La mayoría de los campos tienen un suelo franco-arenoso ligero (867 ha), con algunos suelos arcillo-arenosos (390 ha) y turba (140 ha). En el 26% de la finca se observan problemas de excesiva acumulación de agua, aunque sólo el 2% de esta superficie carece de sistema de drenaje. El riesgo de erosión es bajo, excepto en el caso de la erosión eólica que se produce en los otoños secos (20% de los años) y, en menor medida, la erosión hídrica provocada por las fuertes lluvias.

Principales Indicadores Agroclimáticos (IACs) y proyecciones para el Futuro Cercano (FC)

Nº	IACs	CALENDARIO												FC	
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		
01.	PRECIPITACIONES														10%
02.	TEMPERATURA MEDIA														33%
03.	HELADAS TARDÍAS														10 days later
04.	T MAX > 30°C (Nº días)														10%
05.	DÉFICIT HÍDRICO (P-ETP)														6%
06.	FUERTES LLUVIAS (posibilidad de granizo)														24%
07.	FUERTES LLUVIAS (posibilidad de granizo)														88%

IMPACTO SOBRE LOS CULTIVOS:

- IACs 1, 6 y 7: pérdidas significativas de calidad, encamado, bajos rendimientos y dificultades para la cosecha y la siembra.
- IAC 2: ausencia de capa de nieve y exposición de las plantas a fuertes heladas. Daños durante la fase de segunda y tercera hoja y ahijamiento.
- IAC 3: daño por heladas en cereales de primavera.
- IACs 4 y 5: afectan negativamente a fase de espigado y llenado del grano en cereales de invierno y a la fase de ahijamiento en cereales de primavera.
- IAC 1: pérdida significativa de calidad, bajos rendimientos y dificultades para realizar la cosecha y la siembra.
- IAC 2: ausencia de capa de nieve y exposición de las plantas a las heladas, provocando daños.
- IACs 6 y 7: daños por granizo y fuertes lluvias, desgranado de las vainas y caída de los rendimientos.
- IACs 1, 6 y 7: pérdida significativa de calidad, bajos rendimientos y dificultades durante la cosecha.
- IACs 4 y 5: menor cuajado de las flores. Pérdidas en rendimiento y calidad.
- IAC 2: ausencia de capa de nieve y exposición de las plantas a las heladas, provocando daños.
- IACs 6 y 7: dificultades en la siembra.

Las condiciones climáticas de la zona son extremadamente variables, lo que dificulta la toma de decisiones. Los inviernos sin nieve, que protege a los cultivos de fuertes heladas invernales o ciclos de congelación-descongelación, pueden amenazar la viabilidad de los cultivos, así como su rendimiento y rentabilidad. Además, existen otras vulnerabilidades regionales como la sequía y las fuertes precipitaciones. Por ejemplo, el cultivo de la judía ha fracasado en varios años consecutivos: en 2017 debido a las continuas precipitaciones, que se situaron un 172% por encima de la media; y en 2018 debido a la sequía estival, (precipitación - 62% más baja de lo normal). Aunque el aumento de las temperaturas y la prolongación del período vegetativo pueden traer consigo algunos avances en la cantidad o calidad de la producción, los riesgos son mayores debido a la creciente variabilidad e imprevisibilidad del clima. En cuanto a las posibles variaciones de rendimiento con respecto a la media actual, la variabilidad es muy alta: +/- 68% para la cebada de primavera, +/- 65% para el trigo blando de invierno, +/- 41% para el haba, +/- 200% para la colza de invierno y +/- 47% para la colza de primavera... ¡Así de incierto es el escenario en la Región Septentrional!

Pero las situaciones difíciles deben acompañarse de soluciones creativas, como las que está implementando este agricultor.



IMAGEN 24. Cosecha del cereal. Fuente: Enn Lauringson.



En primer lugar, se está prestando especial atención a la **optimización de la estructura de los cultivos** para evitar un exceso de superficie ocupada por cultivos de invierno, que puede provocar retrasos en la siembra y, en consecuencia, la falta de madurez de las plantas durante el invierno o los solapamientos de las cosechas. En este sentido, se ha introducido una **variedad de cebada de primavera de maduración tardía** para utilizar la ventana de cosecha después del trigo de primavera.

Respecto a la cosecha, en esta finca ha sido muy importante la selección de **variedades caracterizadas por su resistencia al encamado**, así como las **variedades con mayor resistencia a la germinación del grano dentro de la espiga antes de la cosecha**. Otras medidas sostenibles de adaptación acometidas han sido: la **mejora de la tecnología** mediante el uso de nuevas cosechadoras mejor adaptadas a los terrenos húmedos (reduciendo su compactación), o la optimización del proceso de secado del grano para permitir la utilización de periodos cortos entre lluvias de larga duración.

Como ya se ha visto en otros casos de estudio, este agricultor también está implementando la **siembra tardía** para los cultivos de invierno y la **siembra temprana** para los cultivos de primavera, evitando el crecimiento excesivo de las plantas antes del invierno o el acortamiento del período de crecimiento y el estrés térmico en los cultivos de primavera. Por ello, se debe conservar una proporción óptima de cultivos de invierno y primavera, manteniendo así una superficie manejable de acuerdo a las capacidades técnicas.

Otra medida de adaptación implementada en esta finca es la **diversificación de cultivos y la selección de nuevos cultivos y/o variedades mejor adaptados al cambio climático**. Por ejemplo, el centeno es más adecuado para suelos más ligeros por su sistema radicular más fuerte. Asimismo, los nuevos híbridos han demostrado una buena productividad y se pueden utilizar en sustitución del trigo siempre y cuando el precio y las condiciones para la comercialización sean adecuados. Además, se está llevando a cabo la selección de diferentes variedades de habas más tempranas con el fin de diversificar los riesgos. En las regiones vulnerables a la sequía, la colza de invierno también puede ser sustituida por el nabo, que es menos productiva pero se desarrolla más rápidamente, escapando así a la sequía estival.

Por otro lado, en momentos de estrés térmico (con temperaturas por encima de los 25° C), se presta especial atención a **reducir la exposición de los cultivos a factores adicionales de estrés abiótico**, como la aplicación de reguladores del crecimiento y otros productos agroquímicos (por ejemplo, los plaguicidas). Si el producto debe de ser aplicado de todas formas, el proceso se lleva a cabo durante la noche.

Mejorar y ajustar la tecnología para la siembra es otra de las medidas que también está dando sus beneficios. En el caso de las habas, una siembra más profunda en suelos ligeros (7-8 cm de profundidad) ayuda a aumentar la disponibilidad de agua para la planta y a que ésta desarrolle un sistema radicular más vigoroso. Además, se aplican nuevas tecnologías en las fases pre-invernales en el cultivo de colza (por ejemplo, maquinaria de Horsch Focus) que proporcionan al surco de siembra una forma óptima para reforzar su conservación durante el invierno y conseguir plantas más fuertes.



IMAGEN 25. Cultivo de habas. Un cultivo excelente para a fijación de nitrógeno en el suelo.
Fuente: Enn Lauringson

La optimización en el uso de fertilizantes, reguladores de crecimiento y bioestimulantes es una más de las consideraciones para conseguir plantas sanas y suelos fértiles con mayor capacidad de amortiguación ante condiciones climáticas adversas. Por ejemplo, en el caso de los bioestimulantes vegetales, se está reduciendo su aplicación en cereales, ya que prolongan su fase de crecimiento y pueden poner en peligro las plantas durante los periodos de sequía. En el caso de los reguladores de crecimiento y selladores de vainas, estos se están aplicando en la colza de invierno para reducir el daño invernal derivado de enfermedades fúngicas y aumentar la resistencia de las plantas.

Por último, se está incrementando la eficiencia global mediante el **equipamiento de la maquinaria con complementos de agricultura de precisión** (mapas de rendimiento, pulverizadores GPS, o fertilización por requerimientos de nutrientes indicados en mapas digitales de suelos, entre otros). Los pulverizadores son especialmente beneficiosos para evitar derrames y dosis excesivas y sus consiguientes daños en los cultivos (por ejemplo, el encamado del cereal).



4.2. CULTIVOS PERMANENTES · VIÑEDOS

Los cultivos permanentes son una apuesta de futuro. Una vez que el cultivo principal está establecido, tarda normalmente varios años antes de que sea productivo, y algunos años más hasta que la producción alcance su máximo. A priori, puede parecer que las medidas de adaptación no serán tan dinámicas como en los cultivos herbáceos debido a la falta de diversidad de cultivos dentro de la explotación. Sin embargo, existen muchas posibilidades para el manejo sostenible del suelo, las plagas, los nutrientes y el agua. Además, se pueden establecer incluso cultivos secundarios entre las filas de los cultivos principales, actuando como cubiertas verdes, cultivos intermedios o abonos verdes, además de proporcionar nuevas fuentes de ingreso como la producción de forraje.



4.2.1. Vinos de calidad y cuidado del suelo, la mejor apuesta para la adaptación al cambio climático en Terres dels Alforins · ESPAÑA

CULTIVOS EVALUADOS: viñedo.



Volvemos a España para comenzar la evaluación de los cultivos permanentes y saludamos a los agricultores de Los Frailes, una empresa familiar que cuenta con 130 ha de viñedos ecológicos y una bodega en Terres dels Alforins (Valencia). En esta finca se producen 400 toneladas de uva al año a unos 700 m de altitud, con sólo 450 mm/año y sin regar una sola hectárea. La finca se compone principalmente de pequeñas y medianas parcelas con las siguientes variedades: Monastrell: 60 ha, Cabernet Sauvigon: 25 ha, Garnacha tintorera: 15 ha, Marselan: 20 ha, Sauvigon Blanc: 3 ha, Viognier: 1 ha, Moscatel: 2 ha y Verdil: 1 ha. Esta ubicación geográfica sigue ofreciendo buenas condiciones para la viña (inviernos fríos, veranos moderados), pero está muy cerca de otras zonas que se están volviendo críticas para la producción de vino. La nueva generación de agricultores a cargo de la finca está

muy preocupada por la evolución de los suelos y el clima y están muy concienciados de la necesidad de hacer frente al cambio climático.

En este área, las variaciones de precipitación son muy altas y las lluvias durante el periodo de reposo (otoño, invierno y principios de primavera) son esenciales para asegurar buenos rendimientos. Los veranos también son cada vez más cálidos, con más días con temperaturas máximas superiores a 35°C, lo que también es crítico para la cantidad y calidad de la cosecha.

Principales Indicadores Agroclimáticos (IACs) y proyecciones para el Futuro Cercano (FC)

Nº	IACs	CALENDARIO												FC
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
01.	ÍNDICE HELIOTÉRMICO (IH)													6%
02.	ÍNDICE DE FRESCOR NOCTURNO													7%
03.	DÉFICIT HÍDRICO (P-ETP)													20%
04.	OLAS DE CALOR (Nº días con T max > 35 °C)													6%
05.	HELADAS TARDÍAS (Nº días con T min < 0 °C)													-

IMPACTO SOBRE LOS CULTIVOS:



IAC 1: sobremaduración de la uva, maduración temprana. Puede conllevar cambios en el tipo de viticultura y variedades adecuadas para la zona.

IAC 2: puede afectar negativamente al color y aroma de las uvas.

IAC 3: la calidad y el potencial de maduración puede verse comprometido.

IAC 4: desacople de la maduración tecnológica (azúcar) y la polifenólica (aromas) de la uva.

IAC 5: afecta a la calidad y a la producción.

En esta zona, como en muchas zonas vitivinícolas del mundo, hay dos tipos de enfoque: uno es la producción de grandes cantidades de uva para vender a las bodegas, y el otro es la producción para el procesamiento propio. En el primer caso, la prioridad está puesta en obtener rendimientos muy altos para tener los mayores ingresos posibles. En el segundo caso, el objetivo es producir material de alta calidad con el que trabajar y por tanto el volumen producido no es tan crítico. Los Frailes decidió tomar la segunda ruta y llevan más de una década apostando por la producción orgánica y biodinámica. La buena noticia es que esta decisión no sólo fue la más sabia para diferenciarse en el mercado, sino también en términos de adaptación al cambio climático. Cuando el viñedo no está obligado a tener altos rendimientos, la vulnerabilidad del sistema disminuye y los ingresos provenientes del vino de alta calidad son capaces de acompañar al nuevo sistema de gestión.



IMAGEN 26. Viñedo Los Frailes. Fuente: FGN.



En primer lugar, en más del 50% de sus viñedos se cultivan variedades autóctonas (por ejemplo, Monastrell, Garnacha tintorera o Verdil) que han demostrado en los registros de rendimiento de la última década que se comportan como corredores de larga distancia: no son superproductivos, pero su producción es mucho más estable, incluso en los peores años. Curiosamente, Los Frailes también cuenta con 20 ha de Marselan, un cruce natural entre Cabernet Sauvignon y Garnacha procedente de zonas mediterráneas del sur de Francia, el cual se ha adaptado perfectamente a su clima. Esto demuestra que tanto las variedades locales como otras procedentes de zonas similares pueden ser buenas opciones para el agricultor.

El manejo de la vid también es de gran importancia, y es por ello que realizan podas en verde durante la fase de crecimiento para equilibrar la tasa de hoja y fruto. Además, también se lleva a cabo el aclareo de racimos para controlar la producción y ajustarla a las posibilidades fisiológicas de las plantas, que varían de un año a otro. El manejo de la copa también tiene otra función, que no es otra que la de controlar la cantidad de radiación que llega a las uvas, así como su temperatura. Esto significa que algunas variedades conservan su forma tradicional de cultivo en vaso o se ajusta su forma de crecimiento en las espalderas, no utilizando por ejemplo el último alambre para dejar colgar la copa y sombrear las uvas. En otras explotaciones, la aplicación de caolinita para reducir el impacto de las altas temperaturas y paliar los daños causados por el mosquito verde también han tenido éxito. Cabe recalcar que todas estas opciones traen consigo mayores costes de producción debido a la mayor demanda de mano de obra. Sin embargo, estos costes se ven compensados con producciones de alta calidad.

El manejo de suelos es la principal preocupación de Los Frailes y por ello, se realizó un estudio sobre los suelos de la finca para conocer mejor sus características y desafíos. Desde entonces, el aumento de la materia orgánica y la revitalización biológica han sido una prioridad. En la región mediterránea y en el caso de los viñedos de secano, el balance de materia orgánica puede ser fácilmente negativo debido a diferentes factores como: escasos aportes de materia orgánica, baja humedad, posibilidades limitadas de instalación de cubiertas vegetales debido a la competencia hídrica, etc. Por ello, Miguel y María José utilizan estrategias diferentes, todas ellas orientadas a equilibrar las ganancias y pérdidas de materia orgánica: **pastoreo con ovejas** dentro del viñedo en invierno, aplicación de **compost de cama de oveja y restos del proceso de vinificación**, otros ensayos de **compostaje con residuos del cultivo** (cañas de vid) y otros recursos locales, mantenimiento de **cubierta vegetal invernamental espontánea** y pruebas para **cubiertas vegetales sembradas**. Desde el punto de vista climático, los suelos con este manejo son mucho más resistentes a los cambios de temperatura, tienen mayor capacidad de retención de agua, están mejor preparados para hacer frente a las enfermedades derivadas de las condiciones de estrés de las plantas y, por supuesto, ofrecen una mejor nutrición a las mismas. Asimismo, están participando en un estudio para detener los procesos de macro y micro erosión, que pueden ocasionar que el suelo pierda en un solo día de lluvias torrenciales toda la fertilidad ganada en años.



IMAGEN 27. Cubierta vegetal de invierno en viñedo. Fuente: FGN.

Según Los Frailes y otras bodegas de Terres dels Alforins, el **proceso de elaboración del vino** también ofrece algunas posibilidades de adaptación. En realidad, existe una delgada línea entre los procesos de vinificación estándar que han evolucionado para producir mejores vinos (por ejemplo, una maceración más fría que aumenta el perfil aromático) y los más avanzados (por ejemplo, la corrección del pH utilizando resinas de intercambio catiónico o el uso de otras cepas de levadura) que permiten adaptar el perfil del vino y reducir los efectos de los factores climáticos. Hasta dónde llega cada bodega en esta dirección es una elección personal. Los bodegueros de calidad, como se ha visto en este caso de estudio, tienen más posibilidades de llegar a la bodega con un mosto de buena calidad y no temen ofrecer a los consumidores vinos que cambian naturalmente de año en año. Por último, los enólogos son conscientes de que las preferencias de los consumidores también cambian a lo largo del tiempo. En este sentido, los **cambios en el tipo de vino** pueden ofrecer cierta flexibilidad. Por ejemplo, en un escenario donde el contenido de alcohol de los vinos tintos puede aumentar debido a las nuevas condiciones climáticas, una cosecha temprana aumenta la acidez y hace que el vino sea mucho más bebible.



IMAGEN 28. Compost con cama de oveja y restos de producción de la bodega. Fuente: FGN.



IMAGEN 29. Detalle del compost. Fuente: FGN.

4.2.2. Acolchado, compost y herramientas de apoyo a la decisión en la península HÖri · ALEMANIA

CULTIVOS EVALUADOS: viñedo.



De nuevo, otro viticultor europeo abre las puertas de su explotación y nos permite entrar. Nos encontramos en un viñedo convencional de 5,5 ha en el distrito de Constanza/Baden-Württemberg, en la península de HÖri, donde el agricultor produce su propio vino. La finca se encuentra a una altitud de 450 m sobre el nivel del mar y tiene una precipitación media anual de unos 912 mm.

La finca ya está sufriendo un descenso de las precipitaciones, sequías severas y un aumento de las temperaturas. Especialmente problemáticas son las 1,3 ha de superficie cuyo subsuelo es de grava y que por tanto posee muy baja capacidad de retención de agua. En esta parcela, se aplican riegos de apoyo a las vides

utilizando un depósito de agua conectado a un sistema de mangueras. En 2018, debido a una severa sequía, esta explotación perdió cerca de cinco toneladas de uva en tan sólo tres semanas. El agricultor estaba muy sorprendido por la velocidad y el alcance de la pérdida, lo que nos da una idea de las consecuencias que el cambio climático pueden traer a esta región.

Con estos escenarios de cambio climático, ¿Qué estrategia se está siguiendo? Pues bien, para afrontar un clima más cálido con menos precipitaciones, es necesario disponer de: un suelo con alta capacidad de retención de agua, así como un sistema de riego mucho más eficiente, el cual debería incluir herramientas de apoyo a la decisión.

Principales Indicadores Agroclimáticos (IACs) y proyecciones para el Futuro Cercano (FC)

Nº	IACs	CALENDARIO												FC
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
01.	ÍNDICE HELIOTÉRMICO (IH)													29%
02.	TEMPERATURA MEDIA													25%
03.	PRECIPITACIONES													9%
04.	HELADAS TARDÍAS (Nº días con T min < 0 °C)													6%

IMPACTO SOBRE LOS CULTIVOS:



IAC 1: problemas de sobremaduración, fechas de maduración más tempranas. Puede conllevar cambios en el tipo de viticultura y las variedades adecuadas para la región.

IAC 2: se incrementa la afección por malas hierbas, plagas y enfermedades.

IAC 3: la calidad y el potencial de maduración pueden verse comprometidos.

IAC 4: afecta a la calidad y la producción.



Para mejorar la capacidad de retención de agua del suelo, se aplica cada año **compost** para aumentar su contenido en materia orgánica. Asimismo, un **acolchado entre líneas**, obtenido de labores de desbroce en la propia finca, también está ayudando a reducir las tasas de evaporación de agua.

Para evitar que se repitan episodios como el de 2018, se están utilizando **tensiómetros** para medir la humedad del suelo, de modo que se pueda reaccionar a tiempo durante los períodos de sequía y proporcionar a las plantas suficiente agua.

La explotación está considerando también la posibilidad de cultivar **nuevas variedades de uva** de brotación tardía (por ejemplo, Sauvignon Gris) para evitar el impacto de las heladas, así como **variedades tardías** (por ejemplo, Cabernet Sauvignon y Cabernet Franc) con el fin de reducir el impacto del estrés térmico durante el verano, o **variedades mejor adaptadas a climas cálidos**.



IMAGEN 30. Cabernet sauvignon. Fuente: Pixabay.

Asimismo, **retrasar la poda** para atrasar la maduración de la uva y prevenir los impactos del estrés térmico durante el verano es otra de las prácticas que han comenzado a implementarse. Para hacernos una idea, un retraso de una semana en la fecha de poda realizada después del desborre de yemas hace que la uva madure una semana más tarde.

Para reducir los riesgos de heladas tardías se han empleado diferentes tipos de medidas de protección, como las **velas** o las **turbinas de gas móviles**.



4.3. EXPLOTACIONES GANADERAS · LECHERAS Y CÁRNICAS

En las explotaciones ganaderas existen diferentes enfoques para la adaptación sostenible al cambio climático. Por un lado, la mejora directa de la salud y el bienestar de los animales puede traducirse en una mayor producción de leche y carne: una ventilación adecuada, una mejor higiene o un forraje de mejor calidad, entre otros muchos factores, son elementos que tienen un impacto directo sobre el ganado. Por otra parte, la mayoría de los agricultores también dependen de la producción de su propio forraje, y es en este segundo enfoque donde se pueden aplicar medidas de adaptación sostenible, más relacionadas con la producción de cultivos herbáceos que con la ganadería, lo que también tendrá una enorme influencia en la resiliencia de la explotación.



4.3.1. Mejorando la sostenibilidad de las explotaciones lecheras mientras se aumenta su resiliencia · ESPAÑA

SISTEMAS EVALUADOS: ganado bovino lechero.



Los ganaderos europeos han visto grandes cambios en los últimos años. Para las generaciones más jóvenes, este negocio no tiene nada que ver con el que sus padres manejaron y probablemente será muy diferente en unos pocos años. Las proyecciones sobre el cambio climático son una dificultad añadida para este sector. La Fundación Global Nature colabora con una de las empresas lácteas más importantes de España: Calidad Pascual. Esta empresa obtiene leche de 330 pequeños y medianos productores, en la mayoría de los casos empresas familiares con una larga relación construida a lo largo de los últimos 30 años. El número medio de animales por explotación es de 120 (variando de 27 a 851), y la producción oscila entre 6.000 y 14.000 kg/año/vaca. Hace unos años, Calidad Pascual decidió lanzar una serie de programas para extender el concepto de calidad

más allá de la propia leche. Estos programas abarcan aspectos como un transporte más eficiente, la eficiencia en el uso de proteínas, el bienestar animal... siendo el último paso un ambicioso protocolo de aprovisionamiento para mitigar los impactos a nivel de explotación, abarcando aspectos como la autosuficiencia alimentaria, la agricultura sostenible, la biodiversidad, la gestión del agua, la energía y el cambio climático. En el momento de redactar el presente documento, el protocolo ya está establecido en el 100% de las fincas. Curiosamente, lo que inicialmente se había previsto como una oportunidad para promover la sostenibilidad, resultó ser también una vía interesante para explorar las diferentes opciones de adaptación climática.

Principales Indicadores Agroclimáticos (IACs) y proyecciones para el Futuro Cercano (FC)

Nº	IACs	CALENDARIO												FC
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
01.	AUTOSUFICIENCIA EN PRODUCCIÓN DE FORRAJE													
02.	AUTOSUFICIENCIA EN PRODUCCIÓN DE GRANO													
03.	CONFORT TÉRMICO DE LOS ANIMALES													

IMPACTO SOBRE EL SISTEMA (EXCLUYENDO IACS ESPECÍFICOS DE CEREALES Y FORRAJE)::



IAC 1: explica la autonomía económica de una de las producciones agrícolas más vulnerables en las condiciones mediterráneas. Puede conllevar gastos adicionales significativos en años adversos.

IAC 2: igual que el anterior, aunque menos crítico debido a la facilidad de acceso a los mercados incluso en años adversos.

IAC 3: impacto directo en la producción de leche, también puede tener un impacto en la calidad.

En términos de cambio climático, los productores de leche tienen que enfrentarse a dos tipos de retos. Por un lado, son productores agrícolas (grano y forraje), por lo que tienen que enfrentarse a las mismas incertidumbres que otros agricultores. Por otro lado, tienen que considerar otros desafíos específicos relacionados con la producción de piensos y las condiciones de estrés de los animales. En este proyecto, se analizaron seis fincas en diferentes escenarios climáticos (desde el Mediterráneo seco hasta el Atlántico). Para todos ellos, se han evaluado la producción agrícola, las condiciones de alojamiento de los animales y un registro completo de 10 años de producción láctea diaria.

En lo que respecta a los desafíos agrícolas, la resiliencia del sistema forrajero es crítica, especialmente para las granjas que se encuentran en climas más secos. La producción de forraje requiere, en la mayoría de los casos, disponer de tierras de regadío que no siempre son accesibles. Asimismo, las condiciones climáticas adversas (aumento de la temperatura, disminución de las precipitaciones) también harán que los cultivos demanden más agua en escenarios en los que puede no estar disponible. Sin embargo, estas explotaciones mediterráneas tienen altos niveles de autosuficiencia en términos de producción de concentrados. Desafortunadamente, esto no es una gran ventaja, ya que incluso en años adversos la compra de grano sigue siendo asequible para los ganaderos, mientras que el forraje es aún más caro cuando la temporada no ha sido buena y también es más caro de transportar.

En cuanto al bienestar animal, todos los ganaderos están de acuerdo en que las olas de calor hacen disminuir la producción de leche. Por esta razón, todas las explotaciones evaluadas disponían de ventilación activa (ventiladores), que en algunos casos suponen un coste energético significativo en los meses de verano. Sin embargo, medir el impacto real de las olas de calor en la producción de leche es difícil, ya que los animales ordeñados en las granjas cambian de semana en semana, así como otros condicionantes que pueden afectar a la producción (por ejemplo, la composición de las raciones). El desafío ha sido encontrar patrones para correlacionar la calidad de la leche con los niveles del ITH. Para ello, se seleccionaron las fincas con condiciones más críticas (establos con un diseño menos favorable), así como los períodos en los que el ITH fue mayor y hubo picos de temperaturas máximas (períodos de 7 años con datos diarios). Considerando estos períodos, la producción de leche (litros) y los parámetros de calidad (contenido de grasa y proteína, contenido de materia seca, recuento de células somáticas, contenido de sólidos no grasos), se testaron las diferentes correlaciones. Aunque los agricultores afirman que los períodos de estrés térmico dan como resultado una menor producción de leche, no se encontró ninguna correlación (debido a los aspectos antes mencionados). En términos de calidad, se encontraron correlaciones leves (pero no exhaustivamente exploradas) en algunos casos con el contenido de grasa y el contenido de sólidos no grasos.

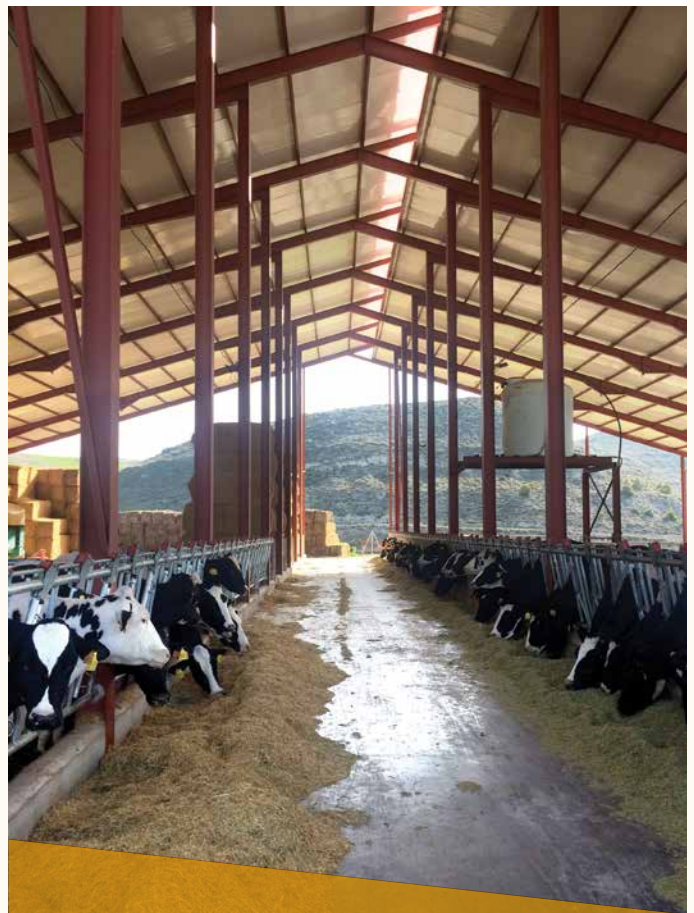


IMAGEN 31. Ejemplo de granja abierta. Fuente: FGN.



En cuanto a las opciones de adaptación, medidas para afrontar el estrés térmico son curiosamente sencillas en términos técnicos, pero con algunas limitaciones en cuanto a su implementación. Las nuevas generaciones que están tomando el relevo, han invertido en nuevas instalaciones para los animales. Los establos ya no están cerrados, sino que están diseñados como estructuras altas (8 metros) completamente abiertas en las cuatro direcciones. En estos casos, se utilizan balas de paja y otras barreras desmontables para evitar los vientos fríos en invierno. Asimismo, han constatado que garantizar la **ventilación pasiva** es una necesidad y que las olas de calor son una prioridad a la que hay que hacer frente en este clima por encima de los vientos fríos. Según tres de los ganaderos



IMAGEN 32. Ejemplo de ventilación pasiva. Fuente: Calidad Pascual

que invirtieron en establos nuevos, este tipo de instalaciones reducen significativamente el estrés térmico, pero implican una alta inversión que no siempre es factible. Las **estructuras flexibles**, que pueden abrirse o cerrarse según las necesidades, también son una buena opción si no es posible una renovación completa. El **aislamiento de los techos y el sombreado de algunas áreas del establo** también han demostrado ser medidas efectivas. La ventilación activa es una solución implementada en la mayoría de las granjas, pero el consumo de energía puede aumentar considerablemente y afecta por tanto a la competitividad de las granjas (los ventiladores funcionando 24 horas al día los siete días de la semana entre mayo y septiembre, hicieron aumentar la factura de una de las granjas en 220 € al mes). La **densidad de animales en los establos** es también un aspecto clave que contribuye a reducir el estrés. Los **pulverizadores de agua** se han utilizado en regiones de climas cálidos para aumentar la comodidad de los animales, aunque no es el caso de estas explotaciones piloto. Con un poco de experiencia, un buen indicador para evaluar el bienestar animal es el olor a orina en el establo. En días cálidos, un exceso de olor a amoníaco indica mala ventilación y/o alta densidad de animales. Mejorar el acceso **a los puntos de agua** es otra medida importante de adaptación. Esto significa no sólo tener suficiente agua, sino distribuirla sabiamente para permitir que los animales no dominantes beban. Durante las olas de calor, el consumo de agua aumenta el confort y, como el consumo de agua está correlacionado con la producción de leche, un buen acceso al agua puede compensar las pérdidas en producción que tienen lugar durante el verano debido al estrés térmico. La **mejora genética** es también una opción a largo plazo, y varios estudios con la raza Frisona (la más utilizada) muestran diferencias significativas en la sensibilidad al estrés térmico.



IMAGEN 33. Cebada para forraje. Fuente: FGN.

En cuanto a la vulnerabilidad en la fabricación y/o obtención de piensos, el debate con los ganaderos ha girado principalmente en torno a una **mayor autonomía en la producción de forraje**, que ellos consideraban mucho más crítica que la producción de cereales. En muchos lugares, la producción de forraje está vinculada al riego. Sin embargo, la producción de forraje en seco y unas **rotaciones más ricas** en estas condiciones suscitaban un gran interés. Los **cultivos de cereales con doble uso** fueron, al menos en una de las explotaciones evaluadas, una buena solución. La cebada puede ser cosechada para ensilaje si la producción de forraje está en riesgo, o puede ser almacenada para grano si el agricultor tiene suficiente. En las zonas más atlánticas, con condiciones más adecuadas para la

producción de forraje, el reto consiste en **diversificar la producción**, dominada claramente por el maíz para ensilaje que produce grandes cantidades, pero que en algunos casos entraña el riesgo de constituir la única fuente de forraje. Se encontraron algunos buenos ejemplos en los que el cultivo de maíz para ensilaje se combinaba con hierba y guisantes, o incluso se cultivaba alfalfa en condiciones de secano (con rendimientos inferiores a los de regadío pero que permite una excelente fuente de forraje fresco o la posibilidad de utilizarlo para ensilaje). Casi todas las granjas piloto contaban con **buenas técnicas e instalaciones de ensilado** y por supuesto este punto es crítico para mejorar la autonomía. El **ajuste de las raciones** también es otro punto a tener en cuenta. Los nutricionistas de Calidad Pascual desarrollan un ambicioso programa de mejora de la eficiencia proteica y prevén el potencial de reducción del estrés térmico mediante el cambio en la composición de las raciones y el equilibrio del contenido en fibra, grasa y proteínas para reducir el exceso de temperatura de la digestión durante las olas de calor.

Por último, el sector demanda **mejores modelos de seguros** para cubrir los impactos climáticos que empiezan a tener lugar cada vez de manera más frecuente. Un sistema de evaluación objetiva, umbrales para los fenómenos climáticos críticos e impactos medibles permitiría a los ganaderos cubrir los fenómenos climáticos excepcionales que afectan a su producción agrícola y al bienestar de los animales.

4.3.2. Plan de manejo del pastoreo y diseño en línea clave en El Baldío · ESPAÑA

DEHESA: ganado extensivo en un sistema agrosilvopastoral con pastos naturales.



Aún en España, es hora de evaluar los retos relacionados con el cambio climático que afrontan los sistemas extensivos. En este caso viajamos a Talaván, un pueblo situado en Extremadura. En este municipio, Fundación Global Nature gestiona una dehesa de 232 ha con ganadería extensiva de razas bovinas y ovinas locales. La finca es una dehesa de encinas muy sana pero con suelos muy pobres y con un alto porcentaje de suelo desnudo, lo que implica un alto riesgo de erosión y una baja capacidad de retención de agua.

Los principales desafíos que afectan a esta finca son las sequías, el menor número de días con precipitaciones, la desertización, la degradación del suelo, las temperaturas extremas y olas de calor, los ataques más frecuentes de plagas y enfermedades y la pérdida de biodiversidad debido a las condiciones cada vez más extremas.



IMAGEN 34. Ejemplares de Blanca Cacereña · El Baldío. Fuente: FGN.

Según estas proyecciones, es evidente que se necesitan medidas sostenibles de adaptación al cambio climático. Como resultado de la evaluación de riesgos climáticos realizada para esta finca en el marco del proyecto, se propuso un conjunto de medidas de adaptación, algunas de las cuales ya se están implementando.

Principales Indicadores Agroclimáticos (IACs) y proyecciones para el Futuro Cercano (FC)

Nº	IACs	CALENDARIO												FC	
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		
01.	PRECIPITACIONES < 159mm														↑ 5%
02.	PRECIPITACIONES < 97mm				☀️	☀️	☀️								↑ 18%
03.	PRECIPITACIONES < 25mm			☀️											↑ 21%
04.	PERIODOS DE SEQUÍA (nº de secuencias de 12 días sin precipitaciones)				☀️	☀️									↑ 30%
05.	TEMPERATURA MEDIA < 8°C	☀️													↓ 12%

IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE PASTOS:



IAC 1: afecta al cultivo de pastos otoñales, que supone el 25% de la producción anual.

IACs 2 y 3: afecta a los pastizales de primavera, que representan el 75% de la producción anual. La temporada de crecimiento de los pastizales se va a reducir debido a la combinación de menores precipitaciones y temperaturas más altas.



IAC 4: afecta a la calidad de los pastizales. Las leguminosas necesitan lluvias periódicas para su correcto crecimiento debido a que sus raíces son muy superficiales y la parte superior del suelo debe estar húmeda.

IAC 5: afecta a la producción de pastizales aumentando la cantidad pero disminuyendo la calidad debido a la vernalización de leguminosas.

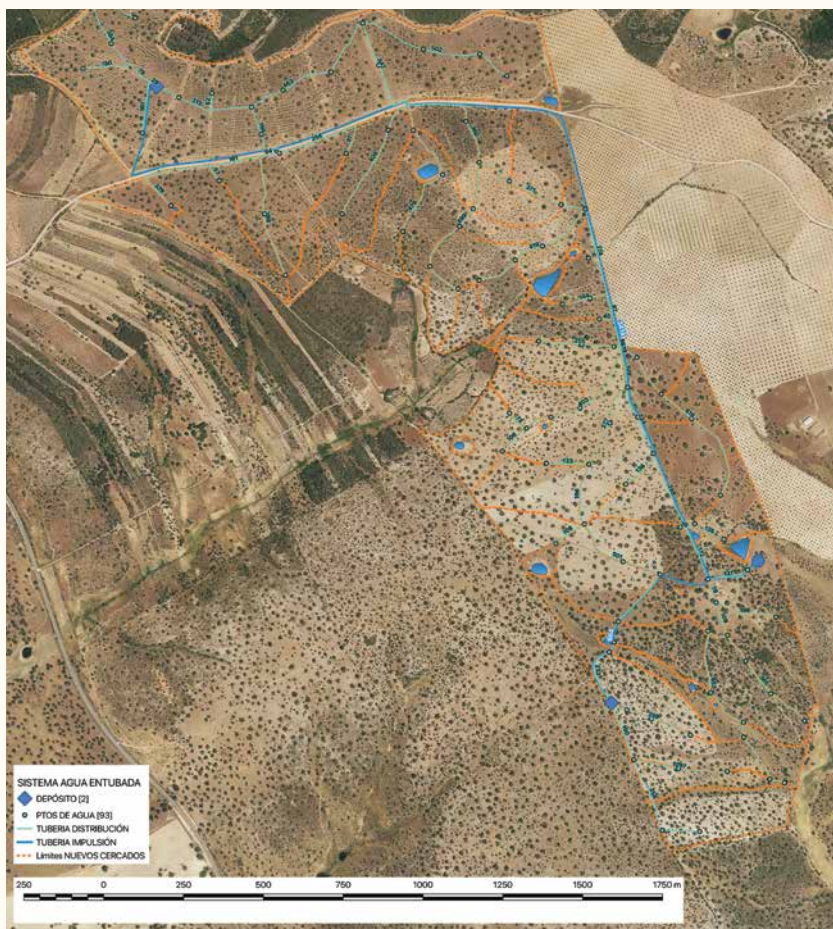


IMAGEN 35. Sistema de redileo y diseño de puntos de agua para El Baldío. Fuente: FGN.

Una de las primeras medidas que se adoptaron fue el diseño en línea clave (Keyline) de la explotación para mejorar la estructura y capacidad de almacenamiento de agua en el suelo y por tanto asegurar un mejor rendimiento.

El diseño en línea clave es una técnica paisajística que busca maximizar el uso de los recursos hídricos a nivel de explotación. La idea central es capturar el agua en las cotas más elevadas y distribuirla hacia las partes más secas utilizando la fuerza de la gravedad. El objetivo es maximizar el tiempo que el agua permanece en la finca distribuyéndola uniformemente y evitando que se pierda rápidamente por escorrentías. El diseño se basa en un exhaustivo análisis topográfico y su implementación a partir de líneas de arado precisas realizadas con equipos específicos como el arado de Yeoman, un subsolador con vástagos rectos y estrechos.

En segundo lugar, también se ha adoptado un **plan mejorado de gestión del pastoreo** enfocado a reducir el tamaño de las parcelas donde los animales se alimentan y descansan y el tiempo que permanecen allí, aumentando el número de divisiones del terreno a tal efecto. Estos períodos de pastoreo más cortos en una superficie más pequeña aseguran un impacto muy alto sobre los pastos durante un período de tiempo corto, lo que trae consigo: mejoras de los pastos, menos problemas de enfermedades (los parásitos suelen necesitar siete días para completar su ciclo de vida) e impactos positivos sobre el suelo. Además, se asegura suficiente tiempo de recuperación del pasto en cada parcela después del impacto.

4.3.3. Sorgo para forraje, morcajo y apuesta por el ganado bovino lechero para una mejor adaptación · FRANCIA

SISTEMAS EVALUADOS: ganado ovino lechero, ganado ovino para carne, producción de grano y forraje.



Viajamos de nuevo hacia el norte y llegamos al suroeste de Francia, donde el Sr. Assemat y su hijo gestionan una explotación ganadera de 360 ha de superficie agrícola útil (SAU). Actualmente, crían 240 vacas lecheras (que producen 2,3 millones de litros de leche al año) y 80 vacas para carne. Además de sus 145 ha de pastos permanentes, realizan rotaciones de cultivos en el resto de la explotación con maíz para ensilaje en regadío (80 ha), morcajo (60 ha), trigo blando (60 ha) y pastos temporales (35 ha). Actualmente, utilizan 2.000 m³/ha/año de agua para el riego del maíz, lo que supone un total de 170.000 m³. Son 100 % autosuficientes en cuanto a la producción de forraje y operan bajo un sistema de cultivo convencional. Recientemente, también se ha implementado una planta de biogás para diversificar los ingresos de la granja y dar un valor extra al estiércol del ganado por la energía que genera.



IMAGEN 36. Planta de biogás. Fuente: Solagro.

Una vez más, como resultado del cambio climático, las proyecciones climáticas (horizonte temporal 2035) utilizadas para la evaluación de riesgos climáticos muestran que la finca

va a recibir un 6 % menos de precipitaciones anuales y unos 66 mm de agua menos durante el verano. Las temperaturas anuales subirán 0,3°C por década, el déficit hídrico aumentará un 24% y las olas de calor serán más frecuentes, duplicándose los días con máximas por encima de los 25° C.

Principales Indicadores Agroclimáticos (IACs) y proyecciones para el Futuro Cercano (FC)

Nº	IACs	CALENDARIO												FC	
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		
01.	BALANCE HÍDRICO (P-ETP)														↑ 22%
02.	T MAX > 25°C (Nº días)														↑ 67%
03.	T MAX > 32° C (Nº días)														↑ 167%
04.	PRECIPITACIONES														↓ 15%
05.	ITH ESTRÉS MODERADO (nº de días)														↑ 68%



IMPACTOS SOBRE LOS CULTIVOS Y EL GANADO:

IACs 1, 2 y 4: maduración más temprana, menos biomasa, semillas más pequeñas y rendimientos más bajos.



IACs 1, 3 y 4: las fases de floración, desarrollo del grano y llenado del grano pueden verse comprometidas.



IACs 1 y 4: la producción de pasto puede disminuir hasta un 10%.
IACs 2 y 3: el crecimiento durante el verano se verá limitado.



IAC 5: el ITH corresponde al estrés térmico inducido por las altas temperaturas, lo que implica una menor producción de leche y una posible degradación de la calidad de la leche.



La cantidad de forraje producido anualmente a partir de pastos permanentes y temporales va a disminuir en el futuro próximo, debido principalmente al estrés climático durante el período de primavera-verano. Por ello, una de las principales medidas de adaptación que se están considerando es la de **dejar de criar ganado para carne** y, con la reducción en el número de animales, poder alimentar mejor y en mayor proporción a las vacas lecheras a partir de los pastos de la propia explotación. Con la creciente variabilidad de la calidad del forraje debido a las perturbaciones climáticas, si éste no es lo suficientemente bueno para alimentar al ganado, se podrá utilizar para la producción de energía en la planta de biogas. Además, se están desarrollando estrategias en la finca para evitar el suelo desnudo mediante la implementación de cubiertas vegetales, que pueden también destinarse a la planta de biogas, que protegen el suelo de la erosión y mejoran su fertilidad.

Teniendo en cuenta también los problemas derivados de las elevadas necesidades hídricas del maíz, el agricultor está pensando en **introducir sorgo** para ensilaje y sustituir gradualmente el maíz por este cultivo menos exigente. Además, una menor superficie de maíz asegurará que la explotación tenga suficiente agua para riego en el futuro, satisfaciendo mejor las necesidades de los cultivos de cereal y siendo menos dependiente de la compra externa de piensos.

Respecto a la nutrición animal y por tanto a la producción de leche y carne de vacuno, la proteína es un factor clave. En este sentido, la **sustitución del trigo blando por morcajo** (una mezcla de trigo y centeno con un mayor contenido protéico) garantizará una mejor nutrición con menos cantidad de alimentos.

En cuanto a la tendencia a la disminución del confort térmico de los animales (ITH, Índice de Temperatura-Humedad) debido al aumento de la frecuencia de las olas de calor, se prevé mejorar la ventilación del edificio a través de **ventiladores** e incluso **sistemas de pulverización** para reducir los impactos sobre el ganado (pérdida de leche o problemas de fertilidad, entre otros), especialmente porque el precio de la leche es más alto en verano. Del mismo modo, los ganaderos prestarán más atención a la gestión del rebaño durante estos períodos críticos, adaptando el contenido energético de la dieta y alimentando a los animales durante la noche.



IMAGEN 37. Vaca lechera. Fuente: Solagro.

4.3.4. Mayor confort y una producción de forraje más sostenible en Bodenseekreis · ALEMANIA

SISTEMAS EVALUADOS: ganado bovino lechero con producción de forraje y cría.



VACAS



CEREALES



MAÍZ



PASTOS

Nos dirigimos a Alemania por última vez en este viaje, a un lugar situado en el distrito de Bodenseekreis a unos 460 m sobre el nivel del mar. Esta granja se centra en el ganado bovino lechero y en su cría en una superficie de 100 ha. En total tienen unas 115 vacas lecheras (raza Fleckvieh) y la producción media de leche es de unos 8.600 litros de leche por vaca y año. Toda la superficie agrícola útil se utiliza para la producción de forraje y el suelo está cubierto casi todo el año. La rotación de cultivos que se realiza es la de maíz para ensilaje, trigo de invierno y cebada de invierno (por este orden), utilizando una única variedad por cultivo de cereal y varias variedades en el caso del maíz. La finca tiene bajo riesgo de erosión, una buena capacidad de almacenamiento de agua y un contenido de materia orgánica medio-alto. El 40% de la superficie se labra antes de la siembra del maíz; el resto se gestiona mediante técnicas de laboreo reducido utilizando cultivador y grada de discos. El 25% de la finca incluye pastos en terrenos pantanosos, siendo el resto de la superficie arenosa/limosa o simplemente arenosa.



IMAGEN 38. Ternero alimentándose. Fuente: Fundación del Lago Constanza.

Principales Indicadores Agroclimáticos (IACs) y proyecciones para el Futuro Cercano (FC)

Nº	IACs	CALENDARIO												FC	
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		
01.	DÉFICIT HÍDRICO (P-ETP)														132-160%
02.	T MAX > 25°C (Nº días)														70%
03.	T MAX > 28°C (Nº días)														122%
04.	TEMPERATURA MEDIA														17%
05.	PRECIPITACIONES														8-15%
06.	ITH DE ESTRÉS MEDIO (Nº días)														325% 9 days



IMPACTO SOBRE LOS CULTIVOS Y EL GANADO:

IACs 1 y 2: maduración temprana, grano más pequeño y menores rendimientos.

IAC 4: extensión del periodo vegetativo, pero también más plagas, enfermedades e incidencia de hierbas adventicias.



IACs 1, 3 y 5: las fases de floración, desarrollo y llenado del grano pueden verse comprometidas.

IAC 4: extensión del periodo vegetativo, pero también más plagas, enfermedades e incidencia de hierbas adventicias.



IACs 1, 3 y 5: puede afectar negativamente al crecimiento y causar menor número de cortes al año.

IAC 4: extensión del periodo vegetativo, pero también más plagas, enfermedades e incidencia de hierbas adventicias.



IAC 6: mayor estrés debido a las altas temperaturas, lo que se traduce en menos producción de leche.

Desde 2017, la granja ha añadido un pilar de ingresos extra a través de la comercialización directa en una máquina de autoservicio, en la que ofrecen diferentes productos como leche, embutidos, carne, miel o huevos. Los principales retos climáticos a los que se enfrenta esta explotación son el aumento de la temperatura media anual, el aumento de los días con temperaturas por encima de los 25° C y la disminución del balance hídrico (P-ETP).



Para hacer frente a estos impactos, el agricultor está pensando en introducir el **trébol** para ampliar la rotación de cultivos, lo que tendrá un efecto positivo en el suelo, mejorando su fertilidad y su contenido de materia orgánica. El pasto de trébol también está mejor adaptado a los efectos del cambio climático en la región, lo que podría mejorar la resiliencia de la finca.

Extender la práctica de mínimo laboreo a una mayor superficie también podría ayudar a proteger la estructura del suelo, aumentar la microbiota y mejorar su capacidad de retención de agua. Asimismo, algunas de las áreas de pasto más secas han sido ya sembradas con **herbáceas tolerantes a la sequía**.

Otra medida de adaptación implementada a nivel de explotación ha sido el uso de **variedades de cereales tolerantes a la sequía y de maduración temprana**, para evitar el estrés térmico en julio y agosto. Esta medida ha ido acompañada de la siembra temprana de maíz en primavera y el uso de variedades de maduración tardía para ayudar a este cultivo a hacer frente al estrés térmico e hídrico durante el verano, evitando los impactos en las etapas más vulnerables.



IMAGEN 39. Mayor número de ventiladores. Fuente: AgriAdapt.

En cuanto al confort de los animales, la instalación de más **ventiladores** para las vacas lecheras y el ganado más joven, y de **aspersores** en el establo y fuera de la sala de ordeño reducirá el estrés térmico en el ganado. Asimismo, se proporcionarán **más áreas al aire libre y pastos**, así como **alimentos minerales adicionales** (alrededor de un 20% extra) y **sal** para el ganado durante los períodos de calor.

4.3.5. Un establo renovado y mayor densidad de ganado en la región de Valgamaa · ESTONIA

SISTEMAS EVALUADOS: ganado bovino para carne.



Finalmente, hemos llegado al último destino dentro de este recorrido. De nuevo en Estonia, vamos a visitar una explotación ecológica, donde se ha estado criando ganado para carne durante los últimos veinte años.

Situada en el sur de Estonia (cerca de la frontera con Letonia), esta granja de 1.200 hectáreas incluye 600 ha de prados seminaturales (100 ha dentro de la Red Natura 2000) y 57 ha de bosque, 160 vacas Hereford (una raza con cuernos considerables) y 7 caballos utilizados como animales de tiro. La mayor parte de las tierras se encuentran en el Área de Protección del Paisaje de Koiva-Mustjõe, que está cubierta por los ríos, praderas fluviales y bosques. Las praderas del área protegida son el resultado de siglos de siega y pastoreo, hasta el punto de que, según afirma el ganadero, "la protección de los espacios naturales es nuestra principal actividad y objetivo final, siendo la producción de carne de vacuno secundaria".



IMAGEN 40. Gran cantidad de árboles y arbustos, el típico paisaje para el pastoreo de ganado bovino en Estonia. Fuente: Universidad de Ciencias Naturales de Estonia.

Una vez realizada la evaluación de riesgos climáticos, se ha identificado que los principales retos relacionados con el cambio climático para esta finca van a ser el aumento de la temperatura media anual y el aumento del número de días con temperaturas por encima de los 25° C. Asimismo, durante las inundaciones y fuertes lluvias de primavera, las praderas de las riberas de los ríos se encharcan demasiado y estas fuertes lluvias no van a hacer sino aumentar su frecuencia en el futuro cercano. Los Indicadores Agroclimáticos específicos que afectan a esta explotación pueden verse en la siguiente tabla.

Main Agro-Climatic Indicators (IACs), projections in the near future (NF) and impact

Nº	IACs	CALENDARIO												FC	
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		
01.	TEMPERATURA MEDIA														↑ 14%
02.	Tmax > 25° C (Nº días)														↑ 11%
03.	FECHA DEL PRIMER PASTOREO														↓ 5 days earlier
04.	FUERTES PRECIPITACIONES														↑ 11%
05.	ITH														↑ Peaks



IMPACTO SOBRE LOS PASTOS Y EL GANADO:

IACs 1 y 2: afecta positivamente al crecimiento, extendiendo el ciclo e incrementando la producción.

IAC 3: los pastos pueden empezar a pastorearse antes, ahorrando en forraje y piensos.



IAC 4: las áreas inundadas causan caídas importantes en los rendimientos, interrumpiendo el pastoreo y la cosecha.

IACs 1, 2 y 5: los valores de ITH se mantienen estables, pero habrá picos considerables que afectarán al confort de las vacas y por ello a la producción de leche.



Debido a las condiciones más favorables en cuanto a la producción de pastos y al adelanto de la fecha del primer pastoreo, se está considerando la **incorporación de más vacas**. El uso de una mayor densidad de pastoreo en una superficie más pequeña durante un período de tiempo más corto, seguido de un período de recuperación más largo, aumenta la cantidad de hierba producida en los pastos y, por lo tanto, la calidad y productividad del mismo. Una **mejor recuperación de los pastos** también mejora la profundidad y calidad de las raíces, siendo el sistema adecuado para la conservación del hábitat y para asegurar la rentabilidad de la granja.

La finca ha aumentado su **capacidad de almacenamiento de forraje** para ser utilizado durante largos períodos de sequía en verano. Unas buenas reservas de forraje también se antojan cada vez más necesarias en primavera y otoño, cuando las praderas a orillas del río se ven afectadas por fuertes lluvias o inundaciones y quedan inutilizadas.

Como hemos visto, las temperaturas van a aumentar en el futuro cercano, por lo que disponer de un **establo adecuado** ayudará a mantener a todos los animales en el interior durante el invierno o en condiciones climáticas extremas, aumentando el peso diario durante este periodo y, en consecuencia, la rentabilidad de la granja. Un mejor diseño del establo también reducirá la lixiviación de nutrientes y las pérdidas durante el invierno.

Por último, **la fecha de parto se está planificando para principios de la primavera**, cuando no hay tantos tábanos y otros ectoparásitos.



IMAGEN 41. Aumento de la capacidad de almacenamiento de forraje. Fuente: Universidad de Ciencias Naturales de Estonia.





05 Conclusiones

y Guía a través de las Medidas Sostenibles de Adaptación (MSA)

Existen muchos más ejemplos de estrategias de adaptación, pero la idea ya está bien fundada: **la adaptación sostenible al cambio climático en Europa va a ser necesaria de cualquier forma (independientemente de la región), y el sector agrario tiene el deber de estar preparado para ello.** En primer lugar, para asegurar la estabilidad de los rendimientos; en segundo lugar, para contribuir a la seguridad alimentaria; y, por último, para proteger el medio ambiente del que dependen los seres humanos y otras muchas criaturas. El sector agrario desempeñará sin duda un papel clave a la hora de hacer frente a los retos económicos, sociales y medioambientales que plantea el cambio climático.

Aunque existen diferencias en la forma en que el cambio climático va a afectar a cada región de riesgo en Europa, **las medidas de adaptación sostenible tienden a ser muy similares, con pequeños ajustes en función de la región, la explotación o el sistema de explotación agraria del que se trate.** Esto permite proponer un gran número de medidas de adaptación sostenible que pueden aplicarse en toda Europa, facilitando el proceso de adaptación y concentrando los esfuerzos.

Básicamente, las **medidas de adaptación sostenible abordan siete componentes cruciales para la adaptación:** gestión del suelo, gestión de nutrientes, gestión del agua, gestión de plagas y enfermedades, rendimiento y beneficios, riesgos y confort animal. La importancia de cada uno de estos elementos se explica a continuación:

- **MANEJO DEL SUELO:** el suelo tiene un papel clave en la nutrición de las plantas, el almacenamiento de agua y la salud de nuestros cultivos y pastos. Por lo tanto, su estructura, contenido de materia orgánica y biota (hongos beneficiosos, bacterias o artrópodos, entre otros) deben estar bien conservados. Los suelos vivos con gran cantidad de materia orgánica pueden absorber y almacenar el agua de forma más eficaz y son capaces de afrontar ciertas limitaciones climáticas.
- **MANEJO DE NUTRIENTES:** los nutrientes son esenciales para el desarrollo de las plantas. Sin embargo, la fertilidad del suelo no debe entenderse como un factor aislado que

se aborda mediante el uso de fertilizantes químicos, sino como un elemento integrado en el que las necesidades nutricionales, la materia orgánica (cubiertas vegetales, residuos de cultivos anteriores o enmiendas orgánicas, entre otros), la biota del suelo y su estructura trabajan de forma conjunta en la nutrición de las plantas.

- **MANEJO DEL AGUA:** el agua es un recurso fundamental, escaso y vulnerable. Debido al cambio climático y a la creciente demanda de agua para el consumo humano y la industria, la mejora de los sistemas agrarios para que sean menos dependientes del agua será de gran importancia. La gestión del agua no se limita al riego. Deberán aplicarse técnicas para reducir las necesidades de agua, mejorar la retención y el almacenamiento de la misma en el suelo y mejorar la eficiencia en su uso.

- **MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES:** a raíz de la "revolución verde", se confió en que los productos fitosanitarios químicos eran la mejor arma para obtener mejores rendimientos y maximizar los beneficios. Sin embargo, el uso de productos químicos ha incrementado ciertos riesgos como el desarrollo de resistencias de plagas y enfermedades (con brotes críticos en sus poblaciones), así como una importante disminución de la fauna beneficiosa (artrópodos depredadores y parasitoides, hongos beneficiosos o aves, entre otros) destinada a actuar como control biológico de plagas, evitando que éstas se conviertan en dominantes y afecten peligrosamente la producción. El objetivo debería ser aumentar la resistencia de plantas y sistemas de cultivo contra las plagas y enfermedades a través de una Gestión Integrada de Plagas (GIP).

- **RENDIMIENTOS Y BENEFICIOS:** debido a las condiciones climáticas extremas, especialmente durante las fases críticas del cultivo, el agricultor o ganadero deberá incurrir en costes de producción adicionales para mantener o mejorar sus rendimientos. Aunque casi todas las medidas de adaptación se traducirán finalmente en mejores rendimientos o beneficios (por ejemplo, mediante el ahorro de: agua, fertilizantes o trabajo humano, entre otros), las medidas destinadas específicamente a ello contribuirán en gran medida.

- **RIESGOS:** las condiciones climáticas extremas, especialmente durante las etapas críticas de crecimiento de los cultivos, pueden acarrear enormes pérdidas de producción. En este sentido, las medidas de adaptación al cambio climático también deben ser capaces de reducir estos riesgos y, en caso de que no puedan reducirse lo suficiente mediante prácticas de adaptación en la agricultura, los seguros agrarios siempre son una solución para garantizar la protección económica.

- **CONFORT DEL GANADO:** el estrés térmico en el ganado también reduce la producción de leche o de carne y tiene un impacto negativo en la salud de los animales. El ITH, es el factor que mide el estrés del animal teniendo en cuenta la temperatura y la humedad. Todas las medidas destinadas a reducir este estrés y aumentar el confort de los animales, ayudarán a la adaptación.

Además, existe un octavo componente abordado por estas Medidas de Adaptación Sostenible: la biodiversidad. La biodiversidad puede ser considerada como el número y la diversidad de organismos que comparten un ecosistema (plantas, aves, mamíferos o reptiles; pero también pequeños artrópodos, hongos, bacterias o incluso los mismos cultivos que estamos cultivando), y está presente en todos y cada uno de los otros siete componentes: mejores suelos aseguran una mayor biota asociada a nuestros cultivos, una cubierta vegetal garantiza una mayor diversidad de organismos, la diversificación de cultivos introduce más especies en el ecosistema y una mayor eficiencia en el riego evita que los ecosistemas acuáticos se sequen. Es por ello que este octavo elemento no ha sido considerado como un factor aislado, sino como un elemento de gran importancia integrado en el resto.

Los casos de estudio presentados en el último capítulo incluyen diferentes Medidas Sostenibles de Adaptación. Muchas más pueden encontrarse en la página web del proyecto LIFE AgriAdapt (www.agriadapt.eu), catalogadas por regiones y sistemas agrarios, y pueden consultarse fácilmente e incluso descargarse en forma de sencillas fichas técnicas. Las medidas se ilustran de forma muy práctica junto con sus beneficios, la región de riesgo climático para su aplicación, el evento climático al que se adapta la explotación, el tiempo de implementación (largo, medio o corto plazo), e información sobre cómo estas medidas pueden afectar a varios componentes de la sostenibilidad (emisiones de gases de efecto invernadero, suelo, calidad del aire, agua, biodiversidad, bienestar animal, viabilidad económica, viabilidad social y viabilidad técnica).

A continuación, se expone una visión general con información de las medidas de adaptación más comunes o más implementadas en las explotaciones piloto. En la tabla se incluye información sobre los componentes de adaptación que aborda cada medida y los sistemas agrarios en los que se pueden implementar. Como puede observarse, la mayoría de las medidas abordan varios componentes y pueden aplicarse en más de un sistema agrario.



IMAGEN 42. Explotación ganadera "El Baldío" (España). Un pasto mejorado con mayor diversidad de especies reduce la erosión, permite que más agua se infiltre en el suelo, asegura una mejor nutrición animal y fomenta la fauna beneficiosa (polinizadores, aves, reptiles, artrópodos beneficiosos, hongos o bacterias, entre otros). Además, estas grandes encinas proporcionan sombra que puede ser utilizada por los animales para disminuir su estrés térmico, así como por algunas especies herbáceas para seguir creciendo durante el verano a pesar de las altas temperaturas. ¡La biodiversidad es la clave! Fuente: FGN

Los sistemas agrarios en esta tabla están representados por los siguientes colores:

- Rojo para cultivos herbáceos
- Amarillo para cultivos permanentes
- Azul para ganadería



MEDIDAS	MANEJO DEL SUELO	MANEJO DE NUTRIENTES	MANEJO DEL AGUA	MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	RENDIMIENTOS/BENEFICIOS	RIESGOS	CONFORT DEL GANADO	SISTEMAS AGRARIOS
Rotaciones de cultivo más diversas	●	●	●	●	●	●		● ●
Incremento en la diversificación de cultivos	●	●	●	●		●	●	● ● ●
Márgenes multifuncionales con vegetación autóctona, setos, cortavientos y árboles solitarios	●		●	●		●	●	● ● ●
Nuevos cultivos y variedades de zonas climáticas similares					●			● ● ●
Uso de variedades locales y tradicionales mejor adaptadas					●	●		● ● ●
Enfoque en calidad en vez de en cantidad	●	●	●	●	●	●	●	● ● ●
Adaptación de las fechas de siembra, poda y cosecha			●	●		●		● ● ●
Poda en verde para equilibrar el ratio fruto/hoja		●	●	●		●		●
Aclareo de frutos o racimos		●	●	●		●		●
Uso de cultivos intermedios y cubiertas vegetales para evitar el suelo desnudo	●	●	●	●	●	●		● ● ●
Mínimo laboreo	●		●	●				● ● ●
Incremento en la aplicación de materia orgánica	●	●	●	●	●	●		● ● ●
Diseño en línea clave	●		●	●		●		● ● ●
Sistemas de riego más eficientes			●	●	●	●		● ● ●
Sustitución de cultivos que requieren riego			●	●	●	●		● ●
Uso de herramientas de apoyo a la decisión	●	●	●	●	●	●	●	● ● ●
Protección contra heladas y granizo (cortavientos, velas)								● ● ●
Innovaciones tecnológicas	●	●	●	●	●	●	●	● ● ●
Densidad adecuada de animales en establos			●	●		●	●	●
Métodos de refrigeración mejorados (establos abiertos, ventiladores, sombreado de establos, cobijo para animales en el exterior)				●		●	●	●
Incremento en la capacidad de almacenamiento de forraje						●	●	●
Incremento en la autonomía de forraje						●	●	●
Mejora del acceso a puntos de agua			●	●		●	●	●
Mejora del manejo del pastoreo para incrementar la calidad y cantidad de pastos					●	●	●	●
Mejora genética (cruzamientos, injertos)					●			● ● ●

06 Datos de Contacto



Bodensee-Stiftung,
Fundación del Lago Constanza (Alemania)
PATRICK TRÖTSCHLER
Fritz-Reichle-Ring 4
78315 Radolfzell am Bodensee, ALEMANIA
+49 (0) 7732 9995 40 · +49 (0) 7732 9995 49
p.troetschler@bodensee-stiftung.org
www.bodensee-stiftung.org



Eesti Maaülikool,
Universidad de Ciencias Naturales de Estonia
(Estonia)
RAGNAR LEMING
Kreutswaldi 1,
Tartu 51006, ESTONIA
+372 731 3001
ragnar.leming@emu.ee
www.emu.ee



Fundación Global Nature (España)
VANESSA SÁNCHEZ ORTEGA
C/Tajo, 2
28231, Las Rozas de Madrid, SPAIN
+34 91 710 44 55
vsanchez@fundacionglobalnature.org
www.fundacionglobalnature.org



Solagro (Francia)
NICOLAS MÉTAYER
75 Voie du TOEC
cs 27608 - 31076 Toulouse Cedex 3, FRANCIA
+33 5 67 69 69 69
nicolas-metayer@solagro.asso.org
www.solagro.org

07 Agradecimientos

Los socios del proyecto **AgriAdapt** quieren expresar su más sincero agradecimiento por el apoyo técnico y financiero recibido, así como por la participación de los agricultores y empresas que se han unido voluntariamente a la red de más de 120 explotaciones piloto en Alemania, Francia, Estonia y España. Durante estos 3 años, su compromiso ha sido esencial para llevar a cabo el análisis en regiones y sistemas de cultivo muy diversos. Su comprensión e interés por el problema ha favorecido un constructivo intercambio de ideas que ha dado lugar a la aplicación de numerosas medidas de adaptación sostenible al cambio climático a escala de explotación, cuyos beneficios se han visto confirmados. Estas experiencias permiten ampliar conocimientos que serán útiles para todos los agricultores y empresas que deseen adaptar sus explotaciones y negocios al cambio climático.

Redacción:

Socios del proyecto LIFE AgriAdapt

Diseño Gráfico/Ilustración:

Natalia Martín Lago

Noviembre 2019

© Agriadapt

Cofinanciadores en Francia:



Cofinanciadores en Alemania:



LANDRATSAMT
BODENSEEKREIS



Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM
UND VERBRAUCHERSCHUTZ

info@agriadapt.eu
www.agriadapt.eu



LIFE15 CCA/DE/000072