

Impacto del Cambio Climático sobre el Cultivo de Trigo en Andalucía



1. Introducción y Objetivo
2. Factores ambientales
3. Proyecciones climáticas futuras
4. Impactos del cambio climático
5. Adaptaciones
6. Avances que contribuirán a la adaptación
7. Conclusiones generales



Instituto Andaluz de Investigación
y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria
y de la Producción Ecológica

Consejería de Agricultura,
Pesca, Agua y Desarrollo Rural



Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

Impacto del Cambio Climático sobre el Cultivo de Trigo en Andalucía. / [Gabaldón-Leal C, Lorite IJ, Cabezas Luque JM, Porras R, Santos C, Sillero JJ]. - Córdoba. Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, Marzo 2023. 1-19 p. Formato digital (e-book).

Recursos Naturales y Forestales; Mejora Vegetal y Biotecnología

Cambio climático - Trigo - Impacto - Adaptaciones



Este documento está bajo Licencia Creative Commons.
Reconocimiento-No comercial-Sin obra derivada.
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es>

Impacto del Cambio Climático sobre el Cultivo de Trigo en Andalucía.

© Edita JUNTA DE ANDALUCÍA Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.

Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural. Córdoba, Marzo de 2023

Autoría:

Clara Gabaldón-Leal ¹

Ignacio J. Lorite Torres ¹

José Manuel Cabezas Luque ¹

Juan Rafael Porras Pérez ¹

Cristina Santos Rufo ¹

Josefina Sillero¹

Agradecimientos:

Este trabajo fue financiado por el proyecto PR.AVA2019.051 (Innova-Clima) “Impacto del cambio climático y medidas de adaptación” del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

¹ IFAPA, Centro Alameda del Obispo, Córdoba

Impacto del Cambio Climático sobre el Cultivo de Trigo en Andalucía

1.- Introducción y Objetivo

La superficie de trigo cultivada en Andalucía en 2021, según datos del Anuario de Estadística de la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural, fue de aproximadamente 308.000 hectáreas, siendo el 60% de trigo duro y el 40% trigo blando, representando el 65% y el 6% del total nacional, respectivamente. La gran mayoría (85%) de esta superficie es cultivada en secano.

En términos de producción, los datos indican que la producción de trigo duro en Andalucía alcanzó las 529 mil toneladas, lo que supuso el 75% del total nacional. Sin embargo, para el trigo blando la producción fue de 399 mil toneladas, representando únicamente el 6% del total nacional.

Debido a que las proyecciones climáticas futuras muestran un incremento en las temperaturas medias y extremas en Andalucía (mayor que en el resto de la Península) y un descenso en la disponibilidad de agua para el riego, y ya que el trigo en la región es cultivado mayoritariamente en secano, puede sufrir un descenso en el rendimiento que es necesario evaluar y disponer de diferentes medidas de adaptación para poder limitar este impacto. Desde el IFAPA se realizan ensayos para poder dar estas respuestas, como los incluidos en la Red Andaluza de Experimentación Agraria (RAEA) (Fig. 1).



Figura 1. Ensayos RAEA Trigo

Impacto del Cambio Climático sobre el Cultivo de Trigo en Andalucía

2.- Factores ambientales

2.1 Fenología:

El trigo no es igual de sensible al estrés en todas sus fases fenológicas, existiendo fases en las cuales la sensibilidad a eventos extremos de temperatura y/o estrés hídrico es mucho mayor que en otras. Así, la floración y el llenado del grano son dos de las fases más críticas en las cuales eventos extremos pueden afectar de manera decisiva sobre su producción.

2.2 Transpiración del cultivo del trigo y el estrés hídrico:

Cuando la planta no dispone de la cantidad de agua necesaria se produce un estrés hídrico que genera un cierre de los estomas, y por tanto una reducción de la transpiración. Esta menor transpiración generará un menor intercambio gaseoso y por lo tanto una menor producción (Fig. 2). Además de la cantidad total de agua transpirada por la planta, un factor importante es el nivel de estrés hídrico sufrido por el cultivo en determinados periodos fenológicos.



Figura 2. Detalle plantación trigo en secano y regadío.
Santaella, campaña 2014/15

Impacto del Cambio Climático sobre el Cultivo de Trigo en Andalucía

2.- Factores ambientales

2.3 Eventos de estrés térmico:

Eventos de temperatura elevada durante la floración y el llenado del grano suelen tener un impacto muy negativo sobre la producción, ya que ambas fases fenológicas del cultivo se ven seriamente afectadas por episodios de temperaturas extremas. Además, dado que usualmente los episodios de sequía (estrés hídrico) y de olas de calor (estrés térmico) coinciden, los efectos sobre la producción pueden ser especialmente negativos. Esto ocurre debido a que los mecanismos de la planta para evitar el estrés hídrico (cierre de estomas) son contraproducentes para evitar los daños por estrés térmico puesto que pueden generar un incremento adicional de la temperatura de la planta.

2.4 Plagas y enfermedades:

La incidencia de plagas y enfermedades tienen un impacto muy significativo sobre la producción de trigo. Así, cambios en las condiciones climáticas pueden afectar de manera importante a la evolución de plagas y enfermedades, teniendo importantes efectos sobre la producción final de los sistemas cerealistas andaluces. Este es el caso de la aparición relativamente reciente de nuevas razas de roya amarilla, que han superado la resistencia genética de muchos de los trigos que se cultivaban en Andalucía (Fig. 3). Estas razas son virulentas frente a un amplio rango de genes de resistencia y están mejor adaptadas a las elevadas temperaturas.



Figura 3. Trigo afectado por roya amarilla.

Impacto del Cambio Climático sobre el Cultivo de Trigo en Andalucía

3.- Proyecciones climáticas futuras

3.1 Incremento de temperaturas:

Todos los modelos climáticos coinciden en predecir un incremento de la temperatura en el futuro. Este incremento es bastante homogéneo entre las diferentes zonas cerealistas de Andalucía. Así, en el periodo 2021-2050, el incremento medio de temperatura oscila entre 0,8 y 1°C. Cuando se evalúa el periodo 2071-2100 los incrementos de temperatura serían mucho mayores, oscilando entre los 2,7°C para las comarcas malagueñas de Ronda y Antequera, hasta los incrementos de 3,2°C en zonas de las provincias de Jaén y Córdoba (Fig. 4).

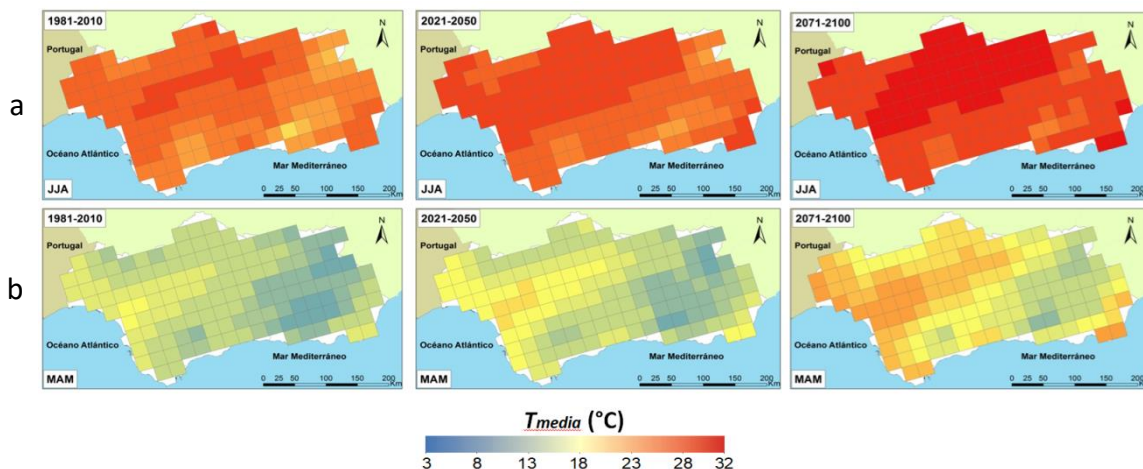


Figura 4. Temperatura media estimada por modelos climáticos. a) meses de verano (junio, julio y agosto). b) meses de primavera (marzo, abril y mayo). Izquierda: periodo control (1981-2010), centro: futuro cercano (2021-2050) y derecha: futuro lejano (2071-2100).

Impacto del Cambio Climático sobre el Cultivo de Trigo en Andalucía

3.- Proyecciones climáticas futuras.

3.2 Descenso precipitaciones:

Las estimaciones indican una reducción general de las precipitaciones en Andalucía (Fig. 5), aunque su cuantía e intensidad tienen un alto nivel de incertidumbre comparado con los pronósticos para las temperaturas. Igualmente se prevé que esta disminución no será igual en todas las zonas. En el periodo 2080-2099 las caídas de precipitaciones serían más acusadas, pudiendo llegar la reducción en algunas zonas a valores mayores del 40%. Igualmente, esta disminución de precipitaciones también traería consigo cambios en su distribución en el tiempo, con un incremento en los eventos de lluvia extrema, y en el número y severidad de los periodos de sequía.

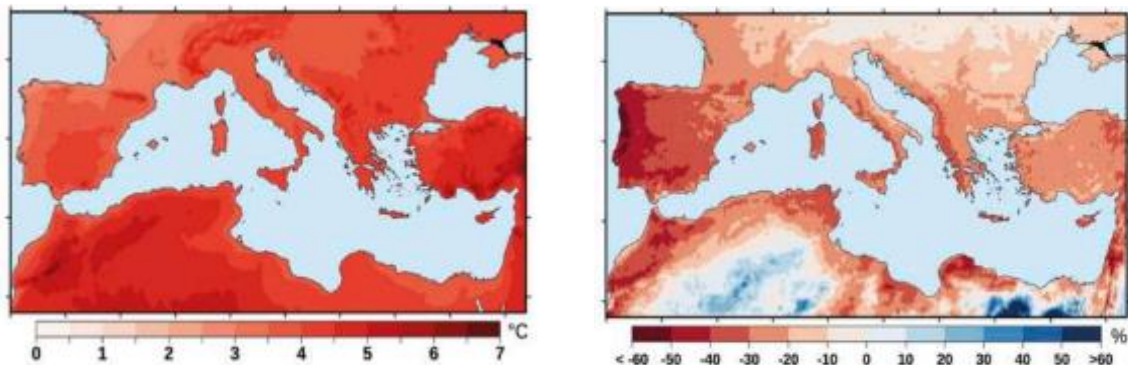


Figura 5. Variación de temperaturas en grados centígrados (izquierda) y precipitaciones en porcentaje (derecha) en los meses de verano comparando los periodos (2080-2099) vs (1980-1999). Zittis et al., 2020

Impacto del Cambio Climático sobre el Cultivo de Trigo en Andalucía

3.- Proyecciones climáticas futuras

3.3 Incremento concentración del CO₂ atmosférico:

La concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera ha ido oscilando entre las 180 y 300 partes por millón (ppm) en los últimos 400000 años. Sin embargo, desde la revolución industrial la concentración de CO₂ ha ido incrementándose, llegando en la actualidad a 420 ppm. Los pronósticos de concentración de CO₂ en el futuro vaticinan que la concentración atmosférica oscilará entre 450 y 700 ppm, dependiendo de la evolución de las emisiones de gases efecto invernadero que se realicen (Fig. 6).

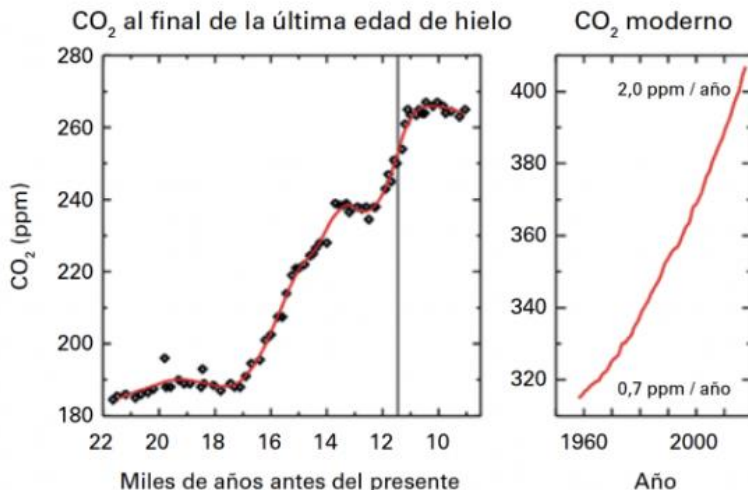


Figura 6. Concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera. CO₂ al final de la última edad de hielo (izquierda). CO₂ moderno (derecha).

Fuente: Organización Meteorológica Mundial

Impacto del Cambio Climático sobre el Cultivo de Trigo en Andalucía

4.- Impactos del cambio climático

4.1 Adelanto fechas fenológicas:

El incremento de temperaturas previsto tendrá como consecuencia un adelanto en la fenología del cultivo. Así, para las variedades sin necesidades de vernalización se esperan adelantos tanto en la fecha de espigado como en la fecha de madurez fisiológica, lo que conllevará un acortamiento en el ciclo general del cultivo, con las consiguientes consecuencias sobre la producción de trigo.

4.2 Disminución de la transpiración por sequía y acortamiento del ciclo del cultivo:

Los sistemas cerealistas de secano andaluces se verán afectados por el estrés hídrico asociado a la disminución de precipitaciones, lo cual generará una disminución en la transpiración de la planta. Igualmente, el incremento de temperatura previamente descrito generará que el ciclo de los cultivos sea más corto, reduciendo también la transpiración total del cultivo y por tanto la cosecha final.

4.3 Disminución de la calidad del trigo por el incremento de CO₂:

Trabajos recientes alertan de los efectos negativos del incremento de CO₂ atmosférico sobre la calidad del trigo. Si bien las caídas son limitadas, se estiman disminuciones en el contenido de proteína en grano de hasta un 5% cuando los niveles de CO₂ alcanzasen las 565 ppm (+29% de la concentración actual). Estas disminuciones en el contenido en proteína, aunque se podría paliar con un manejo adecuado del abono nitrogenado, deben ser consideradas al reducir los beneficios previamente indicados sobre la producción debida al incremento de CO₂ atmosférico.

Impacto del Cambio Climático sobre el Cultivo de Trigo en Andalucía

4.- Impactos del cambio climático

4.4 Incremento en la incertidumbre en la estimación de la producción de trigo en sistemas de secano:

Para el periodo 2040-2069 se estima que la producción de trigo en condiciones de secano en España se reduzca aproximadamente un 9% al considerar únicamente la disminución de precipitaciones y el incremento de temperaturas. Si se considera también el incremento de CO₂, se pronostican aumentos de producción de aproximadamente el 3% (Fig. 7). Sin embargo, el impacto de la concentración de CO₂ sobre los cultivos tiene un alto nivel de incertidumbre, mayor que el efecto negativo de otros procesos como el estrés hídrico y térmico, por lo que estos resultados deben tomarse con precaución.

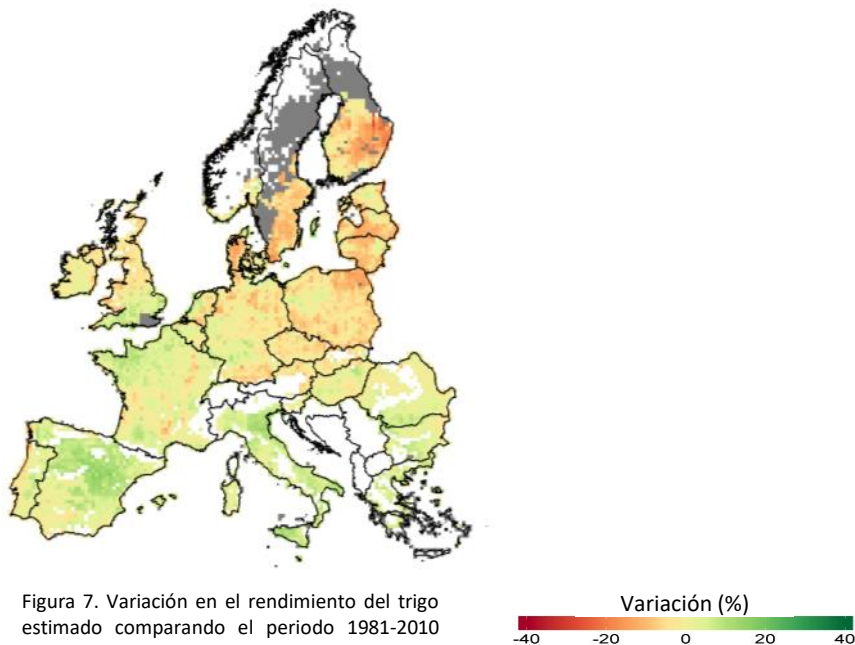


Figura 7. Variación en el rendimiento del trigo estimado comparando el periodo 1981-2010 con el futuro (2040-2069), teniendo en cuenta el aumento de CO₂

Impacto del Cambio Climático sobre el Cultivo de Trigo en Andalucía

4.- Impactos del cambio climático

4.5 Incremento de la erosión causado por los eventos extremos de lluvia:

Las proyecciones climáticas futuras alertan de una mayor frecuencia de eventos extremos de lluvia en forma de tormentas. Este hecho generará un incremento significativo de los procesos de erosión (Fig. 8.), con pérdidas de suelo importantes, y que, por tanto, afectarán de manera decisiva a los cultivos y a su producción.

4.6 Consideración de variedades sin necesidades de vernalización:

El empleo de variedades sin necesidades de vernalización (necesidades de acumulación de frío para alcanzar la floración) supone un incremento de la producción en torno al 12% para el periodo 2021-2050 (futuro cercano), ya que al aumentar la temperatura invernal no afecta al desarrollo del cultivo. Para el periodo 2071-2100 (futuro lejano) este incremento oscila entre el 21 y el 25,5%. En regadío estas diferencias son aún mayores, con incrementos para el futuro cercano de en torno al 30% y para el futuro lejano entre el 43,5 y el 52%.



Figura 8: Daños de erosión producidos en un cultivo de trigo. Foto cortesía Tomas Laburda/Josef Krása

Impacto del Cambio Climático sobre el Cultivo de Trigo en Andalucía

5.- Adaptaciones

Para garantizar la viabilidad del cultivo del trigo en Andalucía bajo el impacto del cambio climático es necesario el estudio y evaluación de diferentes medidas de adaptación que hagan frente a los daños causados por los cambios proyectados. Estas adaptaciones pueden ser tanto cambios en las prácticas agrícolas como en las herramientas de gestión.

5.1 Adelanto en la fecha de siembra:

Adelantar la fecha de siembra 15 días (de finales de octubre a mediados de octubre) supondría un incremento estimado en las producciones en torno al 8% para el periodo 2021-2050 y del 16% para el periodo 2071-2100, con diferencias muy pequeñas entre las diferentes zonas cerealistas andaluzas. En condiciones de regadío los beneficios de las siembras tempranas serían similares, con incrementos estimados para el futuro cercano de entre el 4 y el 8,5%, y de entre el 15,5 y el 17% para el periodo de futuro lejano. La causa de estos incrementos serían el adelanto de las fechas críticas del cultivo (floración y llenado del grano), reduciendo la posibilidad de que ocurran durante estas fechas episodios de estrés hídrico o térmico que conllevarían mermas en la producción final del grano.

5.2 Introducción del regadío de apoyo con dotaciones muy reducidas:

La consideración de un riego de apoyo de 40 mm durante la fase de espigado tendría beneficios significativos sobre la producción de trigo en Andalucía. Así, en el futuro este riego de apoyo generaría un incremento estimado en la producción de, aproximadamente, el 18% para el periodo 2021-2050, y entre el 22,5 y el 26,5% para el periodo 2071-2100, con respecto a los sistemas de secano.

5.- Adaptaciones

5.3 Integración de diferentes medidas de adaptación:

El adelanto de la fecha de siembra de 15 días más la incorporación de riego de apoyo (40 mm durante el espigado), supondría incrementos en la producción muy significativos. Para el periodo 2021-2050 las proyecciones estiman que los incrementos oscilarían entre el 21,5 y el 27%, y para el periodo futuro (2071-2100) los incrementos serían aún mayores, oscilando entre el 38 y el 43,5% (Fig. 9). Para ambos periodos, las comarcas en donde el efecto de las medidas de adaptación sería más favorable son las ubicadas en el norte de la provincia de Córdoba y Jaén, mientras que los incrementos más pequeños serían en las comarcas de Antequera y las provincias de Huelva y Cádiz.

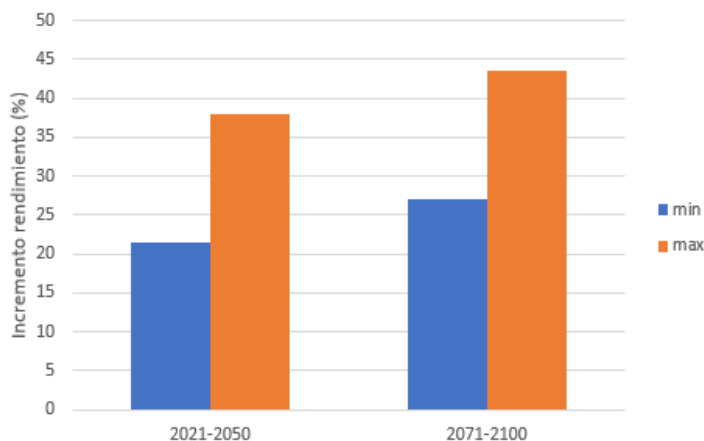


Figura 9. Incremento del rendimiento en los periodos futuros (2021-2050 y 2071-2100). Valores máximos y mínimos para Andalucía.

Impacto del Cambio Climático sobre el Cultivo de Trigo en Andalucía

5.- Adaptaciones

5.4 Mejora de la gestión y eficiencia del riego:

Para un buen aprovechamiento de los recursos hídricos se necesita una mejora en la eficiencia de los sistemas de conducción y aplicación en parcela (Fig. 10), reduciendo al máximo las pérdidas de agua por roturas en las tuberías/canales de distribución y mejorando la uniformidad en la aplicación del riego en parcela. Así como la realización de riegos de apoyo en fases fenológicas críticas, como floración, logrando incrementar significativamente la productividad del agua con respecto a la aplicación de riego deficitario u óptimo.

Todas estas mejoras deber llevar asociado un seguimiento de la gestión del riego en parcela por medio de contadores individuales, identificando prácticas de riego incorrectas e impulsando el asesoramiento específico.



Figura 10. Trigo en regadío

Impacto del Cambio Climático sobre el Cultivo de Trigo en Andalucía

5.- Adaptaciones

5.5 Mejora en la gestión del suelo empleando técnicas de agricultura de conservación:

Un correcto manejo del suelo, evitando un laboreo excesivo, permite conservar el contenido de agua en el suelo y limita la erosión causada por episodios de lluvias torrenciales. Estas prácticas contribuirán a incrementar la disponibilidad de agua para el cultivo y, por lo tanto, reducirán los impactos de la disminución de precipitaciones sobre la producción de trigo.

5.6 Empleo de cereales de invierno como alternativa a cultivos de verano:

El cultivo del trigo (Fig. 11) se presenta como una alternativa muy válida frente a los cultivos de verano. Con el cultivo del trigo se consiguen dos ventajas: si hay disponibilidad de riego se puede ahorrar agua para otros cultivos con mayor productividad; y se garantiza una producción no supeditada a la disponibilidad de agua para riego.



Figura 11. Cultivo del trigo

Impacto del Cambio Climático sobre el Cultivo de Trigo en Andalucía

6.- Avances que contribuirán a la adaptación

Se describen a continuación los avances que pueden contribuir a adaptar las zonas cerealistas andaluzas al cambio climático

6.1 Empleo de sensores:

Un avance muy significativo ha sido la aplicación de técnicas de teledetección empleando satélites como Landsat o Sentinel (Fig 12). El empleo de esta información, junto con el uso de modelos de simulación, ha permitido determinar el estado hídrico del cultivo y realizar estimaciones de cosecha con gran precisión. Igualmente, la nueva generación de sensores IoT (*Internet of Things* o *Internet de las Cosas*, referido a sensores conectados a internet capaces de recopilar datos y transmitirlos en tiempo real a otros dispositivos) y las plataformas de acceso a la información con tecnología FIWARE (Plataforma de software libre para el uso de datos abiertos, impulsada por la Unión Europea; Figura 12), están dando un gran impulso al empleo de sensores en la agricultura. Gracias a estas tecnologías, el empleo de sensores será mucho más fácil, barato y eficiente, permitiendo grandes avances en la caracterización y asesoramiento al agricultor. Así, esta mejor caracterización de los sistemas agrarios andaluces tendrá importantes ventajas, convirtiéndose en una valiosa medida de adaptación frente al cambio climático.



Figura 12. Nuevos sensores y tecnologías utilizados en la agricultura

Impacto del Cambio Climático sobre el Cultivo de Trigo en Andalucía

6.- Avances que contribuirán a la adaptación

6.2 Nuevas variedades menos sensibles al estrés hídrico y térmico:

Los programas de mejora genética de trigo permiten la obtención de nuevas variedades mejor adaptadas para soportar estreses abióticos que se prevén en el futuro. De hecho, en los actuales programas de mejora de este cereal, tanto públicos como privados, se trabaja para incorporar en las nuevas variedades caracteres relacionados con la estabilidad del rendimiento, la eficiencia en el uso del agua y la tolerancia a la sequía. Se trata en todo caso de un trabajo complejo que requiere de un esfuerzo a medio-largo plazo y que presenta dificultades que hacen que los avances sean lentos.

6.3 La biodiversidad del cultivo del trigo como herramienta para la lucha contra el cambio climático:

Así, con este incremento de la biodiversidad cultivada se aumenta la probabilidad de que en alguna de las variedades utilizadas se encuentren genes de resistencia, y por lo tanto el impacto global sea menor. Es por ello por lo que existe una constante necesidad de evaluar y caracterizar las nuevas variedades que se lanzan al mercado, para un correcto asesoramiento al sector cerealista.

Impacto del Cambio Climático sobre el Cultivo de Trigo en Andalucía

7.- Conclusiones

- El cultivo del trigo está parcialmente aclimatado a las condiciones de escasez de lluvias y temperaturas elevadas previstas en Andalucía en los próximos años. Por este motivo, el impacto del cambio climático sobre los sistemas cerealistas andaluces no tiene por qué ser especialmente severo.
- El cultivo del trigo cuenta con un número limitado, pero muy eficiente, de medidas de adaptación que permiten, en la gran mayoría de zonas de Andalucía, limitar los efectos del cambio climático.
- Las practicas agronómicas propuestas, como la selección correcta de la fecha de siembra, estrategias de riego de apoyo o manejo eficiente del suelo, son ya frecuentes en la agricultura andaluza, pero deberán potenciarse y mejorarse en el futuro.
- El desarrollo de innovadoras prácticas agrícolas basadas en los avances en teledetección, modelización y en el empleo de sensores deberán ser complementadas con eficientes sistemas de asesoramiento al agricultor, que harán de los sistemas cerealistas andaluces sistemas totalmente preparados para los nuevos retos relativos al cambio global, consiguiendo sistemas totalmente sostenibles económica, social y medioambientalmente.

Impacto del Cambio Climático sobre el Cultivo de Trigo en Andalucía

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera

Avenida de Grecia s/n
41012 Sevilla (Sevilla) España
Teléfonos: 954 994 595 Fax: 955 519 107
e-mail: webmaster.ifapa@juntadeandalucia.es
www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa



www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa



Instituto Andaluz de Investigación
y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria
y de la Producción Ecológica

Consejería de Agricultura, Ganadería,
Pesca y Desarrollo Sostenible



Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional