

## **CONEXIÓN TRIGO: LA RED NACIONAL DE COLABORACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA PARA LA INVESTIGACIÓN EN TRIGO**

***Rosa Morcuende Morcuende***

*Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca, IRNASA-CSIC*

***Jade Rivera Rossi***

*Vicepresidencia Adjunta de Áreas Científico-Técnicas del CSIC. VAACT-CSIC*

***Francisco Barro Losada***

*Instituto de Agricultura Sostenible, IAS-CSIC*

*PARTICIPANTES CONEXIÓN TRIGO*

### **RESUMEN**

La Conexión Trigo es una red de colaboración científica que comienza su andadura en el año 2024 a raíz de la concesión de una ayuda de la convocatoria 'Conexiones' lanzada por la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). La creación de esta red, coordinada por investigadores del CSIC, pretende impulsar la investigación científica y técnica sobre el trigo en España para afrontar con éxito los desafíos de la mejora de la productividad y la calidad de este cultivo para el sector agroalimentario en el actual contexto de cambio climático y crecimiento demográfico por su repercusión en la seguridad alimentaria.

En la actualidad, la Conexión cuenta con la participación de setenta y ocho investigadores y técnicos adscritos a diferentes institutos del CSIC, Universidades y otros Organismos Públicos de Investigación distribuidos a lo largo de la geografía española. La integración de personal investigador de diferentes ámbitos del conocimiento, con experiencia contrastada en este cultivo agroalimentario, es esencial para garantizar el enfoque multidisciplinar necesario para el abordaje de aspectos relevantes del nuevo marco europeo para la producción de alimentos, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

### **1. INTRODUCCIÓN**

En los diferentes informes realizados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, más conocido como el *IPCC* por sus siglas en inglés, se muestran evidencias científicas de que las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera están aumentando considerablemente como consecuencia de la actividad humana, contribuyendo al calentamiento del planeta. Esta alteración en el clima a menudo se acompaña de fenómenos meteorológicos extremos, como olas de calor, sequías más frecuentes y duraderas y precipitaciones intensas, que afectan al bienestar humano de forma directa o indirecta por su impacto en los ecosistemas naturales y los sistemas socioeconómicos (IPCC, 2023). Por ello, se considera que el cambio climático es uno de los mayores desafíos que enfrenta la humanidad en el siglo XXI.

Uno de los sectores económicos más vulnerables al impacto del cambio climático es el sector agrario. Dado que el rendimiento de los cultivos depende de las condiciones ambientales, cualquier

variación de la temperatura, las precipitaciones, humedad del suelo u otros parámetros climáticos afectará a la productividad agrícola. Así, al desafío de alimentar a una población mundial en continuo crecimiento, se suma la amenaza del calentamiento global para mantener la producción de los cultivos, además de la creciente inestabilidad geopolítica internacional que puede afectar a la cadena de suministro y provocar un aumento de los precios de los alimentos, comprometiendo aún más la seguridad alimentaria.

### **1.1. Importancia del trigo en la seguridad alimentaria**

Los cereales constituyen el pilar esencial de la alimentación humana y desempeñan un papel crucial en la seguridad alimentaria mundial. Entre los principales cereales, el trigo destaca por ser un cultivo estratégico a escala global en términos de área cultivada y cantidad destinada a alimentación humana. Es el alimento básico de un tercio de la población mundial y proporciona en torno al 20% de las proteínas y calorías de la dieta, además de aportar vitaminas, lípidos, minerales, fibra y fitoquímicos. Las principales especies de trigo cultivadas son el trigo blando (*Triticum aestivum L.*) utilizado para la fabricación de pan, bollería y otros productos alimentarios, y el trigo duro (*Triticum durum subsp. durum L.*) que se utiliza para la producción de pasta, cuscús, bulgur, entre otros usos. A nivel global, el trigo es el cereal con mayor superficie cultivada, aunque en producción ocupa la segunda posición por detrás del maíz según datos de FAOSTAT. Las regiones y países productores de trigo más importantes son la Unión Europea, China, Rusia, India y Estados Unidos. En España, al igual que en otros países, el trigo es también el cereal más cultivado en su mayoría en secano y, del total de hectáreas cultivadas en la campaña 2023/2024, el 86% correspondieron a trigo blando frente al 95% a nivel mundial según MAPA y FAO, respectivamente. Estos datos reflejan la relevancia del trigo blando como cultivo agrícola y su valiosa contribución a la producción de alimentos a nivel nacional y mundial.

Este cultivo agroalimentario no sólo desempeña un papel clave en la dieta, sino que también se considera fundamental para la seguridad alimentaria. De hecho, el consumo de trigo continúa aumentando, principalmente en los países de economías emergentes, y se estima que la demanda global de producción de trigo deberá de aumentar un 60% en 2050 para satisfacer los requerimientos de una población en crecimiento que podrá llegar a alcanzar los 9.600 millones de personas según informe de las Naciones Unidas. Sin embargo, la evaluación de la producción en algunas zonas productoras de trigo muestra que las mejoras en el rendimiento se han ralentizado e incluso estancado en torno al 1% en los últimos años (Katamadze *et al.*, 2023), lo cual es insuficiente para alcanzar el 2,4% requerido para satisfacer la futura demanda de alimentos en 2050 estimada por Ray *et al.* (2013).

A su vez, las proyecciones alertan de que el calentamiento global tendrá un impacto negativo en la productividad del trigo y se calcula que por cada grado Celsius que se eleve la temperatura media de la superficie terrestre disminuirá el rendimiento un 6% (Zhao *et al.*, 2017). En línea con estas observaciones, el Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias, *IFPRI* por sus siglas en inglés, augura pérdidas en los rendimientos del trigo superiores al 25% para 2050 en varios de los principales países productores, en especial aquellos de la cuenca Mediterránea más vulnerables a la influencia del cambio climático. Estas zonas tendrán que hacer frente a eventos meteorológicos adversos más continuos e irregulares con precipitaciones intensas, sequías más frecuentes y prolongadas y oleadas de calor, que, a su vez, favorecerán la propagación de plagas y enfermedades que comprometerán el crecimiento y la productividad de los cultivos agroalimentarios. De este modo, el avance en el conocimiento en este ámbito advierte a la comunidad científica sobre los riesgos actuales y futuros para la producción agrícola, y los esfuerzos que se precisan para la transformación hacia sistemas agroalimentarios más eficientes, resilientes y sostenibles para minimizar impactos en la seguridad alimentaria y, por ende, el bienestar humano.

España, por su localización geográfica y sus características socioeconómicas, es uno de los países con mayor grado de vulnerabilidad a los efectos del cambio climático. De hecho, la evaluación de la evolución de la superficie cultivada y la producción de trigo en los últimos años muestra una alta variabilidad interanual de los rendimientos, lo cual refleja la influencia de fenómenos climáticos en la

productividad como la sequía. Estas observaciones no dejan de ser preocupantes, dada la necesidad de tener que recurrir a las importaciones para responder a las demandas actuales de trigo y suplir los déficits de producción. Por ello, la adaptación del trigo a las condiciones climáticas presentes y futuras en nuestro país es una prioridad y la apuesta por la mejora genética para la sostenibilidad agrícola y garantizar la producción de alimentos seguros y de alta calidad será crucial para el fortalecimiento de la cadena de valor.

En definitiva, para abordar con éxito los desafíos de la mejora de la productividad y calidad del trigo en el siglo XXI es esencial aunar esfuerzos de la comunidad investigadora mediante un enfoque multidisciplinar e innovador que promueva la investigación científico-técnica en torno a este cultivo estratégico a nivel nacional. El establecimiento de una iniciativa de estas características tendría el objetivo de garantizar la producción de alimentos en un ambiente fluctuante, la sostenibilidad agrícola y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, e impulsar sistemas de producción alternativos con una menor huella de carbono en respuesta al cumplimiento de los retos establecidos en el marco del Pacto Verde Europeo y la Estrategia europea de la '*granja a la mesa*'. Al mismo tiempo, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible '*ODS*' establecidos por la Asamblea General de las Naciones Unidas.

## **1.2. Iniciativas para promover la investigación en torno al trigo**

En los últimos años, la preocupación por la seguridad alimentaria y la necesidad de desarrollar un sistema de producción agrícola sostenible ha llevado a que varios países de nuestro entorno geográfico hayan promovido iniciativas para coordinar la investigación científica en trigo. De hecho, se han puesto en marcha varios programas, entre los que se incluyen '*Breedwheat*' en Francia, '*Design Wheat for the Future*' en Reino Unido y '*Proweizen Alliance for Wheat Research and Breeding*' en Alemania. Además de la '*Wheat Initiative*' respaldada por los ministros de Agricultura del G20 para contribuir a mejorar la seguridad alimentaria mundial. En estos programas colaboran los mejores grupos de investigación y empresas relacionadas con el sector para explorar la diversidad genética del trigo, desarrollar variedades mejor adaptadas a los retos del cambio climático y satisfacer las demandas del mercado y de los consumidores.

Sin embargo, en España no se había contemplado una estrategia de similares características, aun cuando es uno de los países europeos con una mayor riqueza en recursos genéticos del trigo y cuenta con grupos de investigación en diferentes institutos del CSIC, Universidades y otros Organismos Públicos de Investigación que son líderes de referencia internacional en sus respectivos campos de investigación en trigo. Es por ello que la '*Conexión Trigo*' fue una de las propuestas financiadas en el marco de la primera convocatoria de '*Conexiones*' ofertada en el año 2023 por la Agencia Estatal CSIC.

El lanzamiento de esta iniciativa tuvo lugar la pasada anualidad y pretende incorporar la innovación al sector agroalimentario, abordando aspectos relevantes del nuevo marco europeo para la producción de alimentos en línea con los ODS. A su vez, persigue posicionar al CSIC como líder en un cultivo estratégico como el trigo, para proporcionar estabilidad a toda la cadena de valor, reducir la dependencia del suministro exterior y disminuir los costes de producción, suministrar alimentos con valor añadido y fomentar la colaboración entre grupos de investigación nacionales mediante la participación en programas, cursos y actividades conjuntas. Además de fomentar la internacionalización y especialización de sus miembros. La '*Conexión Trigo*' está coordinada por el CSIC (IAS e IRNASA) y cuenta con la participación de personal técnico e investigador (78 personas) adscrito a 32 centros de investigación nacionales distribuidos en 14 comunidades autónomas, de los cuales 19 son institutos del CSIC [Figura 1]. En este último caso, participan investigadores que desempeñan su actividad en institutos de Ciencias Agrarias, Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Biología y Biomedicina, Recursos Naturales y Humanidades y Ciencias Sociales, relacionados con las áreas globales Vida y Sociedad del CSIC.

*Figura 1. Participantes en la Conexión Trigo.  
Distribución por Centros CSIC y no CSIC y Comunidades Autónomas.*



## **2. FINALIDAD Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA CONEXIÓN TRIGO**

Para cumplir con los objetivos de la convocatoria de 'Conexiones-CSIC', las actividades propuestas por la red de colaboración científica se han articulado en torno a las líneas de actividad priorizadas, referidas a 1) Colaboración, prospectiva y posicionamiento; 2) Atracción de talento; 3) Formación, divulgación y comunicación; 4) Internacionalización; 5) Movilidad e intercambios y 6) Preparación de proyectos.

En línea con estas indicaciones, la finalidad de la 'Conexión Trigo' es impulsar la investigación científica y técnica sobre el rendimiento y la calidad del trigo frente a los retos actuales y futuros para garantizar la seguridad alimentaria en condiciones ambientales fluctuantes.

De esta manera, el fomento de la colaboración científica a nivel nacional permitirá I) la transferencia de conocimiento, germoplasma y tecnologías, así como II) la movilidad de investigadores entre los grupos participantes; III) el aprovechamiento de la variabilidad genética del trigo ante las condiciones ambientales actuales y el escenario climático futuro; IV) la identificación y caracterización de variedades mejoradas con valor añadido, incluyendo un mayor contenido de carotenoides, vitaminas, minerales y menores propiedades inmunogénicas o alergénicas; V) la implementación de una red de ensayos en diferentes condiciones agroclimáticas; VI) la aplicación de tecnologías ómicas, edición genética y manipulación cromosómica para identificar e incorporar caracteres deseables en los programas de mejora; VII) el uso de la tecnología de dobles haploides para acelerar el desarrollo de nuevas variedades con valor añadido; VIII) el aprovechamiento del microbioma vegetal y del suelo para aumentar la producción. Además de conocer IX) la percepción social de los alimentos a base de trigo; X) la gestión de herramientas para el desarrollo de modelos predictivos del rendimiento y la calidad del grano en diferentes agroecosistemas; XI) la transferencia a la cadena de valor y, por consiguiente, el fortalecimiento del sector agroalimentario; XII) la participación en la solicitud de proyectos y difusión de resultados a la comunidad científica internacional, agricultores, responsables políticos y la sociedad; XIII) la atracción de talento joven a través del Programa JAE-Intro del CSIC para impulsar las vocaciones científicas en la investigación del trigo, ofreciendo un programa de formación en tecnologías científico-técnicas que garanticen una alta cualificación, y XIV) la formación de los miembros de la Conexión mediante la impartición o asistencia a cursos sobre la evaluación de la respuesta del trigo a estreses bióticos y abióticos, genómica, técnicas de mejora vegetal, fenotipado y otras tecnologías innovadoras para el análisis de datos.

Si bien, para lograr el objetivo general, los objetivos específicos de la 'Conexión Trigo' se concretan en:

- i) Crear una base de conocimiento científico para incrementar el rendimiento del trigo en condiciones ambientales presentes y futuras.

- ii) Proponer enfoques adecuados para mejorar la calidad y el valor añadido de los productos alimenticios derivados del trigo demandados por el consumidor.
- iii) Promover una red de ensayos en campo y tecnologías para caracterizar la respuesta al ambiente y desarrollar estrategias de gestión eficaces para mejorar la producción sostenible en ambientes fluctuantes.
- iv) Atracción de talento joven a través del programa JAE-Intro del CSIC para impulsar vocaciones científicas ofreciendo un programa de formación multidisciplinar en la investigación del trigo.
- v) Promover iniciativas de investigación conjuntas para abordar retos científicos y sociales complejos que requieran el despliegue de grandes infraestructuras.
- vi) Contribuir a generar conciencia sobre la importancia de la inversión continua en la investigación en trigo para mejorar la seguridad alimentaria.

### 3. LÍNEAS DE TRABAJO O GRUPOS DE TRABAJO DE LA CONEXIÓN TRIGO

La actividad de la 'Conexión Trigo' se ha organizado en varias líneas de trabajo o Grupos de Trabajo 'GT' como muestra la Figura 2.

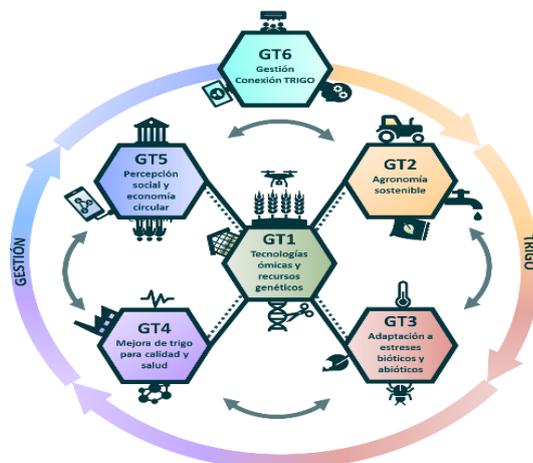
El primer grupo de trabajo, GT1. '*Mejora Genética de Trigo: Tecnologías Ómicas y Recursos Genéticos*' pretende promover y optimizar el uso de las tecnologías ómicas, las técnicas de mejora genética, las infraestructuras científicas y los recursos fitogenéticos que se van a utilizar en los demás grupos de trabajo. La mayoría de los investigadores que participan en la Conexión generan una gran cantidad de datos ómicos y, por ello, se considera que la integración de la genómica con otras tecnologías ómicas, como la fenómica, metabómica etc, será primordial para profundizar en el conocimiento de los mecanismos de adaptación del trigo al ambiente, lo cual facilitará la identificación de biomarcadores para la mejora del rendimiento y calidad del trigo. Asimismo, se pretende poner en valor las infraestructuras existentes para el cultivo del trigo en exterior (fincas experimentales) e interior (invernaderos y cámaras de crecimiento) para la realización de ensayos en diferentes condiciones agroclimáticas o en condiciones controladas que simulen la variabilidad climática actual o esperada según previsiones de cambio climático para finales de siglo. Otro aspecto importante que se contempla en este grupo de trabajo es la preservación de los recursos genéticos, además de potenciar su uso para la adaptación del trigo a los desafíos climáticos y la identificación de nuevos genes que puedan incorporarse en programas de mejora.

El segundo grupo de trabajo, GT2. '*Agronomía Sostenible*' se enfoca en la integración de tecnologías y prácticas agronómicas para atenuar el impacto ambiental y promover la sostenibilidad agrícola. En concreto, se persigue la aplicación de estrategias de gestión de cultivos más respetuosas con el medio ambiente, entre las que se incluyen la rotación de cultivos, la agricultura orgánica, regenerativa, precisión y conservación, para la mejora de la eficiencia en el uso del agua y de nutrientes, así como el control de la maleza, las plagas y enfermedades, en las condiciones agroclimáticas propias de nuestro país. En consonancia con las propuestas del Pacto Verde Europeo y la Estrategia de la '*granja a la mesa*' previamente indicadas, las cuales respaldan que una agricultura ambientalmente sostenible es esencial para la producción de alimentos y la calidad de vida y, por tanto, para garantizar la seguridad alimentaria.

Por su parte, el tercer grupo de trabajo, GT3. '*Adaptación a Estrés Bióticos y Abióticos*' afronta los desafíos relacionados con los factores ambientales asociados al calentamiento global y la propagación de plagas y enfermedades. Sin duda, el trigo cultivado en la cuenca mediterránea está cada vez más expuesto a condiciones ambientales adversas que afectan al desarrollo del cultivo e inducen cambios en la fisiología y el metabolismo de la planta que repercuten en el rendimiento y la calidad. Por ello, se promueve una investigación multidisciplinar para la caracterización de la respuesta del trigo a

nivel fisiológico, bioquímico y molecular para la identificación de biomarcadores asociados a la resistencia a estreses bióticos y abióticos. Además de proporcionar la base de conocimiento para el desarrollo de variedades de trigo más resilientes.

Figura 2. Grupos de trabajo de la Conexión Trigo



El cuarto grupo de trabajo, GT4. '*Mejora de Trigo para Calidad y Salud*' plantea la integración de estrategias para mejorar la calidad de uso final del trigo, en particular las relacionadas con las proteínas del gluten que confieren las características viscoelásticas a la masa que condicionan el uso para la fabricación de pan u otros productos alimenticios. Aborda también estrategias de biofortificación innovadoras para aumentar el contenido de carotenoides con propiedades antioxidantes y otros nutrientes con valor añadido y efectos beneficiosos para la salud (minerales, fibra, compuestos fenólicos, entre otros). Además de fomentar el uso de tecnologías para i) reducir los agentes desencadenantes de las alergias e intolerancias al trigo; ii) identificar variedades con un bajo potencial inmunogénico que puedan introducirse en programas de mejora, y iii) reducir la exposición a contaminantes de procesos químicos, tales como la acrilamida.

El quinto grupo de trabajo, GT5. '*Percepción Social y Economía Circular*' contempla el cultivo del trigo desde una perspectiva social, considerando aspectos relacionados con la salud, así como la economía circular por sus implicaciones en la sostenibilidad agrícola. En este contexto, se pretende evaluar los patrones de consumo y la preocupación por la seguridad de los productos derivados del trigo, dado que un porcentaje elevado de la población adopta una dieta libre de gluten aun sin haber sido diagnosticado con la enfermedad celíaca, alergia al trigo o sensibilidad al gluten no celíaca. Se aborda también la revalorización de los residuos, como los componentes lignocelulósicos, para la fabricación de biofuel y reducir la dependencia de los combustibles fósiles.

Finalmente, el sexto grupo de trabajo, GT6. '*Gestión de la Conexión Trigo*' engloba la actividad desarrollada por el Comité Ejecutivo, integrado por los coordinadores de la Conexión junto a personal investigador y técnico especializado en las diferentes líneas de investigación de la Conexión. Su actividad se centra en velar por la correcta coordinación y organización de las actividades planteadas, la evaluación de las solicitudes de incorporación a la Conexión, la valoración de los candidatos a las convocatorias de movilidad, el intercambio de información y el cumplimiento del plan de trabajo establecido en el marco de esta iniciativa, entre otras decisiones.

#### 4. ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL MARCO DE LA CONEXIÓN TRIGO

El lanzamiento de la 'Conexión Trigo' a nivel institucional tuvo lugar en un acto celebrado en Córdoba el 14 de diciembre de 2023, cuya inauguración corrió a cargo de la Vicepresidenta Adjunta de Áreas Científico Técnico del CSIC, quien dio paso al Vicepresidente de Investigación Científica y Técnica para la presentación institucional de las 'Conexiones-CSIC'. A continuación, los coordinadores

expusieron la estrategia y las líneas de trabajo de la 'Conexión Trigo'. Mientras que el acto de clausura contó con la intervención de la Presidenta del CSIC. Por otra parte, la primera reunión de los miembros de la Conexión tuvo lugar en Madrid el 12 de marzo de 2024 y congregó a más de cuarenta personas. En ella se estableció la hoja de ruta a seguir por los diferentes grupos de trabajo para el cumplimiento de las actividades programadas en la Conexión (<https://mailchi.mp/8cb5d35c0235/conexin-trigo-csic-newsletter-1>).

Durante este periodo, se ha trabajado en la recogida de información entre los grupos de investigación participantes para la catalogación de los recursos genéticos disponibles, el equipamiento de fenotipado aéreo y de suelo, las tecnologías ómicas y las metodologías para los análisis de calidad del trigo, así como las infraestructuras para el cultivo del trigo, fincas experimentales, cámaras de crecimiento de ambiente controlado e invernaderos, que ha permitido la creación de mapas interactivos que proporcionan la información general sobre ellas (<https://conexion-trigo.csic.es/>).

Se ha apostado también por la captación de talento joven a través del programa de Becas de Introducción a la Investigación (JAE-Intro) de la Conexión, ofreciendo seis programas formativos en las diferentes líneas de trabajo para promover la colaboración y la búsqueda de sinergias entre grupos de investigación. En la actualidad, se ha ofertado un nuevo plan de formación para satisfacer las demandas de los miembros de la Conexión adscritos al CSIC (<https://conexion-trigo.csic.es/formacion/>).

Se han promovido actividades de difusión para dar a conocer la actividad de la Conexión a la sociedad mediante la participación en diferentes eventos como el Paseo de la Ciencia de Córdoba, el III Mercado de las Flores en Salamanca o la Semana de la Ciencia en el Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición. Así como al sector agroalimentario en la IX Jornadas Genvce celebrada en Valladolid y el XI Congreso 'El Futuro del Cereal' organizado por Interempresas y Agropal Grupo Alimentario en Magaz de Pisuerga. Siendo también destacable la presentación de esta iniciativa en diferentes congresos y reuniones científicas nacionales e internacionales, como el XVII Congreso Internacional de Cereales celebrado en Francia, el III Congreso Internacional del Trigo que tuvo lugar en Australia, el VI Simposio Español de Fisiología y Mejora de Cereales organizado en Salamanca, el IX Congreso Nacional de la SEEC celebrado en Bilbao y la V Reunión Anual de AHEAD celebrada on-line (véase redes sociales @TrigoHubCSIC y página web <https://conexion-trigo.csic.es/category/noticias/>).

*Figura 3. Participantes de la Conexión Trigo asistentes a la primera reunión celebrada en Madrid.*



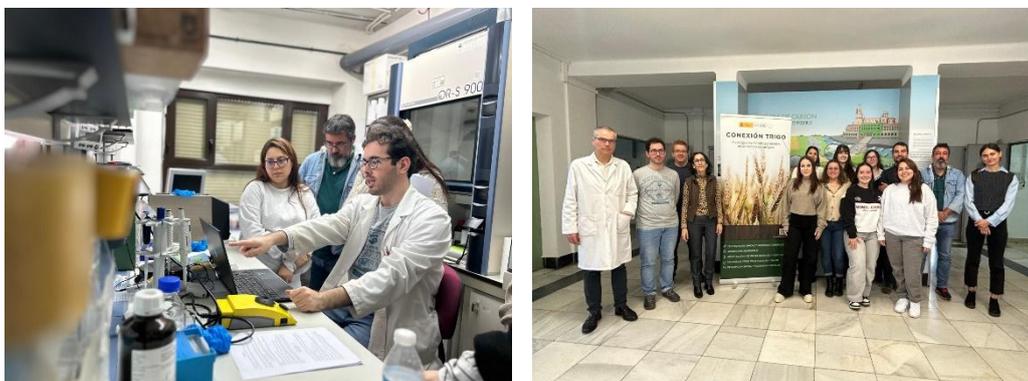
Otro aspecto importante de la actividad de la Conexión ha sido la organización de varios cursos de formación tanto en modalidad presencial como on-line. En el primero de los casos, cabe destacar los cursos sobre 'Evaluación de Resistencia mediante Microscopía en Trigo' y 'Medidas Fisiológicas para el Estudio del Estrés Abiótico en el Trigo' celebrados en Córdoba y Salamanca, respectivamente.

Figura 4. Participantes en el curso presencial realizado en Córdoba sobre 'Evaluación de Resistencia mediante Microscopía en Trigo'.



Ambos cursos contaron con la participación de un nutrido grupo de investigadores de la Conexión, en particular los becarios JAE-Intro y personal en formación adscrito a diferentes grupos de investigación participantes en la Conexión. En la modalidad on-line, se han celebrado recientemente los cursos '*Tecnologías Ómicas en Trigo: GWAs y RNASeq*' y '*Técnicas de Mejora Genética Vegetal*', con clases teóricas y prácticas, que han contado con la participación de cuarenta y cinco personas. Se han planificado otros cursos, tanto en modalidad presencial como on-line, cuyos programas y fechas de realización aún están en proceso de definición (<https://conexion-trigo.csic.es/category/cursos/>).

Figura 5. Participantes en el curso presencial realizado en Salamanca sobre 'Medidas Fisiológicas para el Estudio del Estrés Abiótico en el Trigo'.



Cabe también destacar la apuesta de la Conexión por promover la colaboración internacional con grupos de investigación involucrados en las iniciativas pioneras establecidas en torno al trigo en otros países, tal es el caso del Reino Unido '*Design Wheat for the Future*', como se ha mencionado previamente. En este contexto, participantes de la 'Conexión Trigo', vinculados a la Universidad de Lleida, IAS-CSIC e IRNASA-CSIC, organizaron junto con investigadores del John Innes Centre y Rothamsted Research un workshop sobre '*La Seguridad Alimentaria Basada en Trigo en un Clima Impredecible y Cambiante*', cuya celebración tuvo lugar en Lleida y Córdoba del 10 al 12 de diciembre de 2024. El programa científico se dividió en dos sesiones, cada una de ellas a celebrar en las diferentes ciudades. La primera tuvo lugar en Lleida e incluyó la inauguración institucional con la participación del Coordinador de Ciencias y Tecnologías Agrarias del CSIC. A continuación, tras una introducción sobre las líneas de trabajo de la 'Conexión Trigo', prosiguió la sesión sobre el '*Desarrollo del cultivo, caracteres del rendimiento y estreses abióticos*', con presentaciones de jóvenes investigadores de España

y el Reino Unido. La segunda sesión se celebró en Córdoba y se centró en '*Estreses bióticos, desarrollo y calidad del grano, y otros cereales*'. En ambas sesiones se fomentó el intercambio de ideas y la colaboración mediante grupos de trabajo interdisciplinar. Además de las sesiones científicas, se organizaron breves visitas culturales y una cata de panes elaborados con harinas de diferentes especies de trigo, lo que aportó un espacio distendido para el diálogo y la interacción entre los participantes.

*Figura 6. Participantes en el workshop 'La Seguridad Alimentaria Basada en Trigo en un Clima Impredecible y Cambiante' organizado por investigadores del Reino Unido (John Innes Centre y Rothamsted Research) y la Conexión Trigo, correspondiente a la sesión de Lleida. Participantes en la cata de panes elaborados por la empresa Tres Hileras durante la sesión de Córdoba.*



Finalmente, estas son algunas de las actividades organizadas por la 'Conexión Trigo' hasta el momento, las cuales han constituido el germen de otras muchas en fase de realización, las cuales, sin lugar a dudas, contribuirán a la consecución de los objetivos perseguidos y a la consolidación de esta iniciativa (para más información se aconseja visitar la página web [conexión-trigo.csic.es](http://conexión-trigo.csic.es) y redes sociales @TrigoHubCSIC).

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/publications/>.  
FAOSTAT, <https://www.fao.org/faostat/es/>.  
IFPRI, The International Food Policy Research Institute, <https://www.ifpri.org/>.  
IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023. Mediterranean region, in: Pörtner H.O., Roberts D.C., Tignor M., Poloczanska E.S., Mintenbeck K., Alegría A., Craig M., Langsdorf S., Lösschke S., Möller V., Okem A., Rama B. (Eds.), *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 2233–2272. doi:10.1017/9781009325844.021.  
MAPA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://www.mapa.gob.es/en/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/>.  
Katamazde A., Vergara-Díaz O., Uberegui E., Yoldi-Achalandaba A., Araus J.L., Vicente R. (2023) Evolution of wheat architecture, physiology, and metabolism during domestication and further cultivation: Lessons for crop improvement. *The Crop Journal* 11(4), 1080-1096. doi:10.1016/j.cj.2023.06.006.  
Ray DK., Mueller N.D., West P.C., Foley J.A. (2013) Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS One* 8(6), e66428. doi: 10.1371/journal.pone.0066428.  
Zhao C., Liu B., Piao S., Wang X., Lobell D.B., Huang Y., et al., Asseng S. (2017) Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(35), 9326-9331. doi: 10.1073/pnas.1701762114.