

EXPERIMENTACIÓN

Resultados del proyecto RUSTWATCH sobre royas en el trigo

Jesús Zúñiga Urrutia, Amaia Caballero Iturri, Marta Goñi Labat, Juan Antonio Lezáun San Martín, Isabel Gárriz Ezpeleta, Nerea Arias Fariñas, Jesús Goñi Rípodas. INTIA

La roya del trigo es un problema creciente en Navarra y también en Europa.

El proyecto europeo RustWatch ha puesto en marcha un sistema de alerta temprana, considerado muy necesario, implicando a todos los grupos de interés para mejorar la preparación y la resistencia a las nuevas razas de la roya en trigo, un cultivo de gran importancia económica en Europa. Las poblaciones de roya amarilla han sido reemplazadas por razas invasoras de origen no europeo. Esto lo venimos soportando en Navarra desde 2011. En 2017 se observaron en varios continentes epidemias inusuales y severas de roya amarilla y en varios de los casos se trataba de razas genéticamente idénticas.

El proyecto se ha centrado en los tres hongos de roya que

afectan al trigo: *Puccinia striiformis* que causa roya amarilla, *Puccinia graminis tritici* que causa roya negra (o roya del tallo) y *Puccinia triticina* que causa roya parda (o roya de la hoja).

Se ha estudiado a fondo el funcionamiento de las nuevas razas de roya tratando de buscar soluciones, especialmente a través de la mejora de la resistencia de las variedades de trigo, y evaluando diferentes estrategias de control químico o buscando métodos alternativos, en el marco de la Gestión Integrada de Plagas (GIP), contribuyendo así a la reducción del uso de fitosanitarios.

INTIA ha tenido un importante protagonismo en diferentes trabajos desarrollados en el proyecto. En este artículo se presentan los resultados obtenidos en cada uno de ellos.

El proyecto europeo Rustwatch se ha desarrollado en diferentes paquetes de trabajo (WP). A continuación, se hace referencia a cada uno de los nueve paquetes en los que ha trabajado la sociedad pública INTIA.

BIOLOGÍA DEL PATÓGENO

En este paquete de trabajo (WP1) se ha tratado de comprender la biología de las royas, por ejemplo, a través del estudio de su desarrollo en otros huéspedes como el *Berberis vulgaris* (agracejo). Para ello se han trabajado dos acciones:

1. Vigilar la aparición de nuevas razas y genotipos de roya en Europa

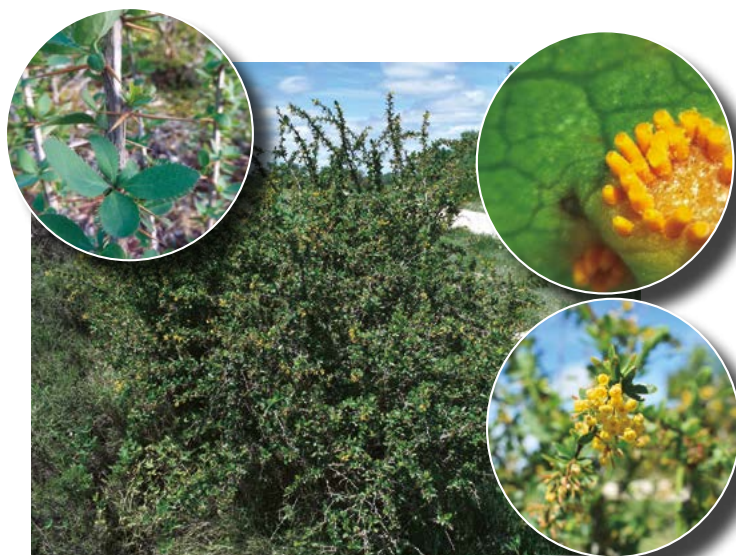
Aquí se ha tratado de hacer un muestreo de trigos infestados con roya, por todo el territorio europeo. España no cuenta con un programa de vigilancia para tipificar las razas de roya que afectan al trigo, por lo que INTIA asumió la función de coordinar el muestreo y enviar las muestras al laboratorio de referencia en la Universidad de Aarhus (Dinamarca), a la vez que instaló un ensayo para cultivar las variedades “diferenciales” de trigo que se tienen como referencia en esa tipificación. En el muestreo colaboraron entidades de otras CCAA: NEIKER (País Vasco), IRTA (Cataluña), ITACyL (Castilla y León), IMIDRA (Madrid) e IFAPA (Andalucía), enviándose un total de 70 muestras, en las que se identificaba la variedad y el punto de recogida, así como el grado de infestación de la enfermedad.

Los resultados analíticos se muestran en la web <https://agro.au.dk/forskning/internationale-plattform/wheatrust/yellow-rust-tools-maps-and-charts>

También se instaló un ensayo con variedades de trigo “diferenciales” que contribuyen a identificar las razas de roya. Para poder disponer de un sistema de alerta precoz, es necesario conocer las diferentes razas de roya presentes en el territorio para establecer medidas de prevención, como cultivar variedades menos sensibles.

2. Investigar la posibilidad de que la roya pueda generar diversidad en Europa mediante reproducción sexual utilizando un huésped alternativo al trigo

Recientemente se ha constatado en laboratorio que la roya amarilla del trigo puede reproducirse sexualmente en especies autóctonas de agracejo (*Berberis vulgaris* L.), que se convierte en huésped alternativo, lo que podría dar como resultado nuevas combinaciones más virulentas para el trigo. Para tratar de conocer si la roya amarilla del trigo puede encontrarse de manera natural, se han tomado muestras de hojas de agracejo infectadas de roya en Huesca, Navarra, Álava, Burgos y Palencia de las especies *Berberis vulgaris subsp. seroi* y *B. vulgaris subsp. vulgaris* y de plantas de otras especies próximas en el caso de encontrarse afectadas por roya. Fueron un total de 27 muestras de agracejo, 4 de majuelo y 2 de rosál silvestre en 2018 y 23 muestras de agracejo y una de majuelo en 2019 que se enviaron a la Universidad de Aarhus para su analítica. **No se ha detectado la presencia de roya amarilla del trigo en las muestras analizadas.**



Planta de agracejo y detalle flores (Caparroso); Detalle hojas y espinas (Dobro); Detalle aecios en el envés de la hoja vistos a la lupa.

PREVENCIÓN DE LA ENFERMEDAD MEDIANTE LA RESISTENCIA DEL HUÉSPED

Esta actividad (WP2) tiene como objetivo la detección temprana de la vulnerabilidad de las variedades de trigo a las razas de roya invasoras, así como la evaluación del impacto de las nuevas razas en la susceptibilidad del huésped.

Para ello, se ha trabajado en ampliar el conocimiento sobre las especificidades de resistencia en el germoplasma de trigo europeo a los tres hongos de la roya del trigo, mediante la integración de ensayos epidemiológicos (en vivo) y genotipado SNP para 96 genes R de la roya. Por otro lado, se han desarrollado nuevos enfoques para la evaluación de la resistencia del huésped a las razas de roya recién surgidas, mediante nuevas técnicas de microscopía y de inoculación de laboratorio. Finalmente, se ha analizado el impacto de la diversificación de genes de resistencia en la prevención de epidemias de roya, mediante el uso de genes R con una base genética más amplia en el mejoramiento de trigo para aumentar la capacidad de prevención.

ENSAYOS GIP (GESTION INTEGRADA DE PLAGAS)

El objeto de los ensayos de este paquete de trabajo (WP 3.1) es comparar diferentes estrategias para el control de la roya amarilla (*Puccinia striiformis*) en el cultivo de trigo. Para diseñar los ensayos se han tenido en cuenta dos factores, por un lado, el empleo de diferentes estrategias en la aplicación de tratamientos fungicidas, y por otro, la distinta resistencia de las variedades a la enfermedad.

Metodología

El diseño de las experiencias sigue un protocolo común para los 13 ensayos realizados en 11 países europeos. Las experiencias en Navarra se realizan durante dos campañas, 2019-20 y 2020-21, en dos localizaciones de secano fresco. Las estrategias puestas en ensayo se definen para cada factor en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Estrategias en ensayo: 4 variantes de factor varietal y 5 estrategias de factor tratamiento fungicida

		Variantes				
Factor	Año	Sensible (S)	Medianamente resistente (MR)	Resistente (R)	Mezcla de las tres variedades (Mix)	
Varietal	2020	Camargo	Filón	Nudel	Camargo+Filón +Nudel	
	2021	Camargo	Marcopolo	Mufasa	Camargo+Marcopolo+Mufasa	
		Estrategias				
Factor		Sin tratamiento (U)	Altos inputs (H)	Bajos inputs (L)	Aplicación de Fungicidas alternativos (A)	Según umbral (D)
Tratamiento fungicida	-	-	Doble dosis fungicida distribuida en 4 aplicaciones	Una dosis fungicida repartida en 3 aplicaciones	4 tratamientos	Aplicación en función del umbral alcanzado en cada variedad

La combinación de los factores de variedad y tratamiento dan como resultado un diseño de ensayo con 20 tesis en bloques al azar con 4 repeticiones, con parcelas elementales de 20 m².

Los momentos y fechas de aplicación de cada tesis se pueden ver en la **Figura 1** para la campaña 2020 y en la **Figura 2** para el año 2021.

Figura 1. Fecha y momentos de aplicación campaña 2020

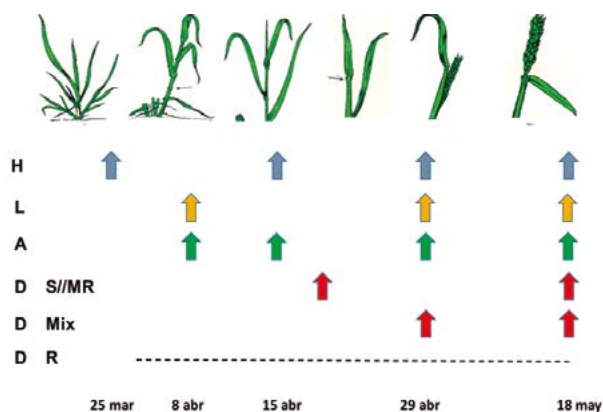
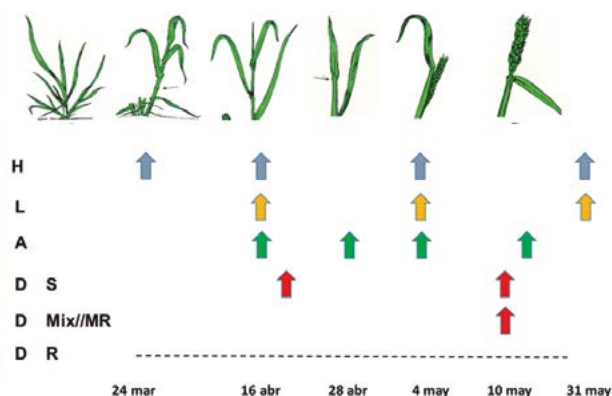


Figura 2. Fechas y momentos de aplicación campaña 2021



Resultados

Para valorar el comportamiento frente a roya amarilla de las diferentes estrategias empleadas, se hace valoración de la incidencia de la enfermedad según su frecuencia (% de hojas afectadas por roya) y severidad (% de superficie foliar ocupada por los síntomas de roya). Se valoran las dos últimas hojas del cultivo en estado de grano lechoso, representando el valor de frecuencia y severidad como la media del valor de las dos hojas.

Año 2020

En la campaña 2020 la **incidencia de roya (Gráfico 1)** sobre el testigo sin ningún tipo de aplicación es alta sobre la variedad S y MR, mostrando diferencias entre ambas en cuanto a severidad, puesto que en S la severidad ronda el 70 % mientras en MR llega al 35 %. La presencia de roya sobre la variedad R es muy baja, con una severidad que apenas alcanza el 1 %. Sobre Mix se dan valores intermedios, del 30 % de severidad.

La eficacia en el control de roya es muy buena con las estrategias H y L, dejando por debajo del 2 % la severidad de la enfermedad sea cual sea la variedad.

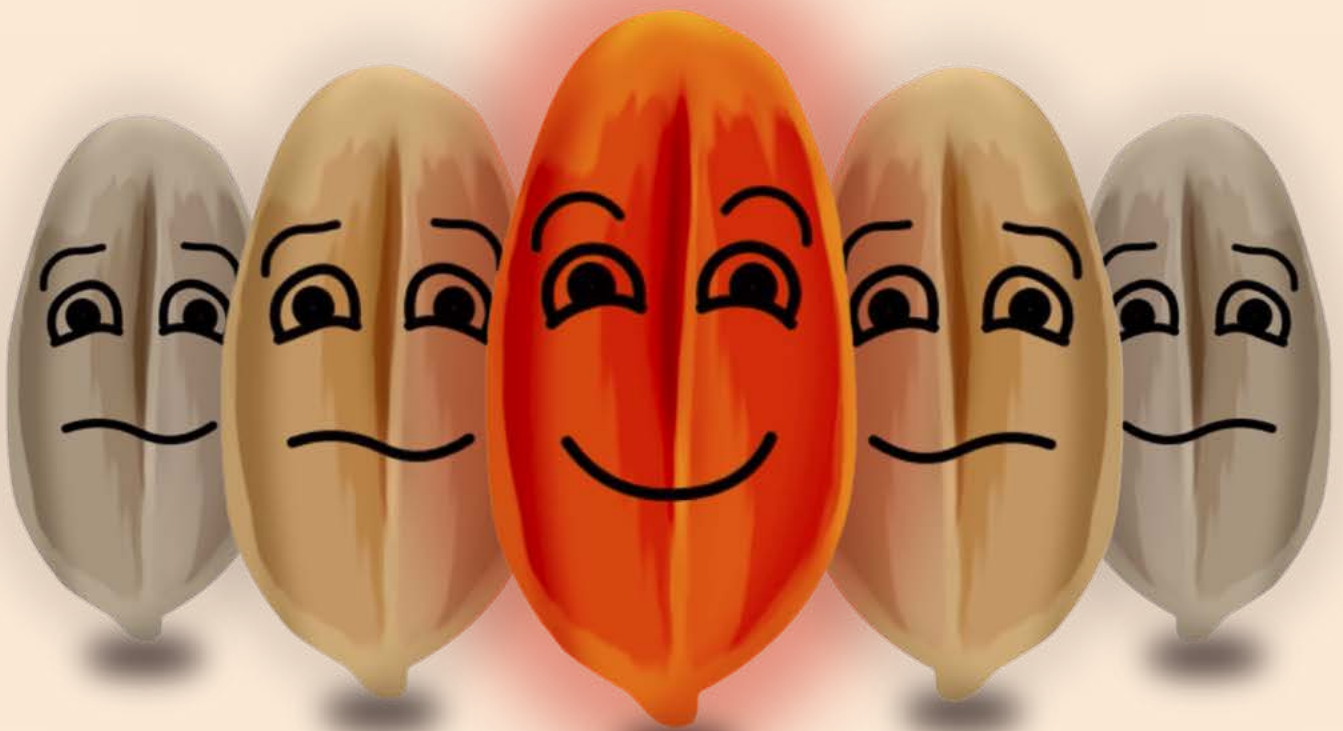
En la estrategia según umbral (D), en variedades S, MR y Mix, el control de roya amarilla es satisfactorio, manteniendo la severidad de la enfermedad por debajo del 5 %. En R no se alcanza en ningún momento la presencia umbral y por tanto no se realiza aplicación de fungicida.

La estrategia A, no muestra eficacia en el control de roya, mostrando severidades similares en todas las variedades al testigo. Sí se observa un cierto control de septoria (*Zymoseptoria tritici*).

Respecto al **comportamiento productivo (Gráfico 2)**, la variedad S es la que mayor respuesta tiene a la protección fungicida, las estrategias H y L obtienen incrementos de 3.100 kg/ha frente al testigo, la estrategia de umbrales D logra un incremento de 2.200 kg/ha frente al testigo que obtiene un rendimiento de 5.600 kg/ha, similar a la tesis A.

Sobre la variedad MR también hay una respuesta importante de las aplicaciones fungicidas, las estrategias H, L y D logran

**El mal de pie SOLO
tiene solución al principio**



Certis Belchim
GROWING TOGETHER

**LATITUDE® cuida tu
semilla y tu futuro**

un incremento del rendimiento de 2.500 kg/ha sobre el testigo, que obtiene 6.630 kg/ha, al igual que la estrategia de fungicidas alternativos A.

En la variedad R se aprecia un mayor rendimiento en las tesis con tratamiento fungicida pese a no haber incidencia de roya. Se observa que la variedad R resulta con una alta sensibilidad a septoria, así las estrategias H y L incrementan el rendimiento unos 2.100 kg/ha. La estrategia A incrementa en 750 kg/ha al testigo que rinde 6.444 kg/ha al igual que D, sin tratamiento.

En las tesis de mezcla varietal (Mix), se produce un incremento de 2.500 kg/ha con H y L, 2.000 kg/ha con D frente al testigo que logra un rendimiento de 6.330 kg/ha, la estrategia de alternativos A incrementa el rendimiento en 200 kg/ha.

Año 2021

En 2021 la **incidencia de roya (Gráfico 3)** sobre el testigo sin ningún tipo de aplicación es alta sobre la variedad S, con una severidad del 80 %. En las variantes MR y Mix se dan unos valores de 25 % y 16 % de severidad, mostrando diferencias entre ambas en cuanto a frecuencia, puesto que en MR llega al 90 y Mix apenas supera el 50. La presencia de roya sobre R es muy baja, no alcanzando el 1 % de severidad.

La eficacia en el control de roya es muy buena con las estra-

tegias H y L, dejando por debajo del 1 % la severidad de la enfermedad en cualquier variedad.

Con la estrategia D, en la variedad S se realizan dos aplicaciones, en las variedades MR y Mix se realiza un único tratamiento, siendo el control de roya amarilla excelente, manteniendo la severidad de la enfermedad por debajo del 2 %.

En la variedad R no se alcanza en ningún momento el umbral para tratar y por tanto no se realiza aplicación de fungicida. La estrategia A, muestra una eficacia muy baja, aunque en todas las variedades con presencia de enfermedad S, MR y Mix, baja ligeramente la severidad.

Respecto al comportamiento productivo (**Gráfico 4**), la variedad S es la que mayor respuesta tiene a la protección fungicida. Las estrategias H y L obtienen incrementos de 2.500 kg/ha frente al testigo. La estrategia D logra un incremento de 2.350 kg/ha frente al testigo que obtiene un rendimiento de 7.845 kg/ha. La tesis de A apenas obtiene un rendimiento superior al testigo.

Sobre las variedades MR, Mix y R la respuesta a nivel productivo es bastante menor, entre 500 y 800 kg/ha de incremento de rendimiento de las estrategias H, L y D. La estrategia de fungicidas alternativos (A) logra unos rendimientos similares al testigo (9.000 kg/ha).

Año 2020

Gráfico 1. Incidencia roya amarilla 2 últimas hojas a 27/05/2020 BBCH72

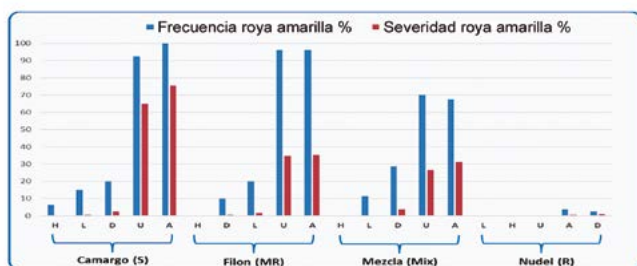
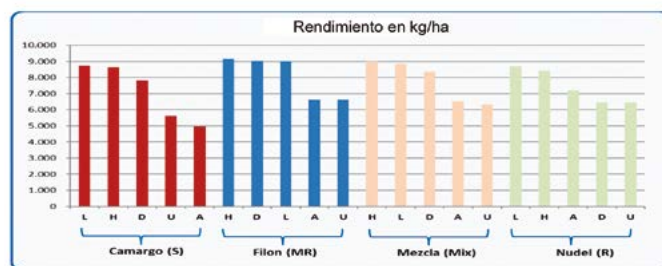


Gráfico 2. Rendimiento productivo variedades/ estrategias en kg/ha Campaña 2020



Año 2021

Gráfico 3. Incidencia roya amarilla 2 últimas hojas a 08/06/2021 BBCH75

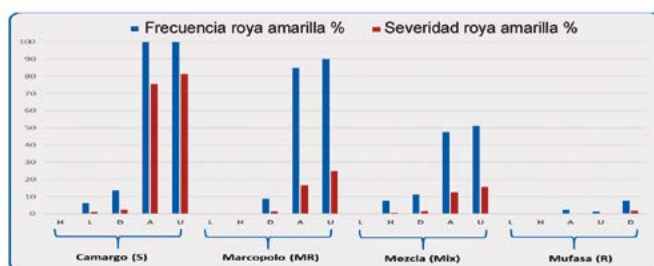
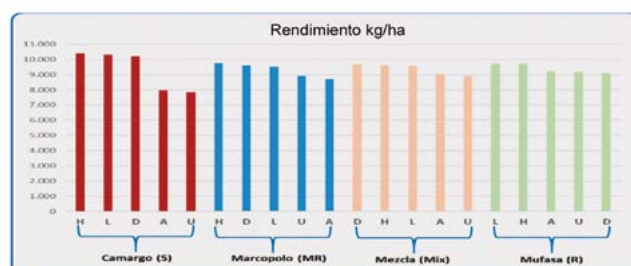


Gráfico 4. Rendimiento productivo variedades/ estrategias en kg/ha Campaña 2021



Variedades: S: Sensible; MR: Medianamente resistente; R: Resistente; Mix: Mezcla de las tres variedades
 Tratamiento fungicida: U: Sin tratamiento; H: Altos inputs; L: Bajos inputs; A: aplicación de fungicidas alternativos; D: según umbral.



CONCLUSIONES

- La resistencia varietal frente a roya amarilla sigue siendo un método de lucha eficaz. Las diferencias en incidencia de la enfermedad son muy importantes entre las variedades ensayadas.
- Las estrategias de aplicación de fungicidas obtienen una alta eficacia en el control de roya amarilla, tanto en aplicaciones de altos inputs, como si se trata con criterios de bajos inputs, así como los tratamientos fungicidas basados en umbrales de incidencia.
- Las estrategias basadas en la aplicación de fungicidas alternativos no consiguen un control satisfactorio de roya amarilla. Con las materias empleadas en la primera campaña no hay ningún tipo de control de la enfermedad. Con el tratamiento de la segunda campaña se obtiene un cierto control que resulta insuficiente cuando la severidad de ataque es alta.
- La mezcla de cultivares muestra una tendencia a presentar menor incidencia de roya amarilla, aunque las diferencias son muy pequeñas. Se podría valorar el empleo de otras variedades en mezcla.
- La incidencia de roya amarilla y la eficacia de las estrategias fungicidas empleadas para su control se reflejan en los rendimientos del cultivo, las diferencias de rendimiento son más amplias en el caso de las variedades con menor resistencia genética a roya.
- El “efecto campaña” se aprecia con claridad, si bien los datos de frecuencia y severidad finales de roya amarilla son bastante similares entre los dos años de ensayo, la respuesta productiva del cultivo a las estrategias de control de roya ha sido más amplia para la campaña 2020 que para el año 2021.

DIFERENCIALES Y ENVÍO DE MUESTRAS A LOS ENSAYOS DE INOCULACIÓN

Siembra de variedades concretas de trigo para evaluar las razas de roya que les afectan

El objetivo de esta tarea (WP3.2.) es aumentar la experiencia y la eficiencia en el seguimiento de la roya y la evaluación de la resistencia a la enfermedad dentro del Valor de Cultivo y Uso (VCU) en los cereales. El estudio de los huéspedes diferenciales de la roya amarilla y de los cultivares comerciales resistentes que muestran una susceptibilidad inusual a la roya amarilla, roya parda y roya negra en los ensayos VCU en Europa nos ha permitido detectar la diversidad de genotipos y razas de forma más eficiente, sobre todo en las nuevas combinaciones de virulencias y las nuevas razas. Además, ha mejorado la interpretación de las puntuaciones de resistencia de los cultivares registrados en las listas nacionales. Por último, las puntuaciones visuales en cultivares locales susceptibles para roya amarilla, roya parda y roya negra han contribuido a una herramienta de mapeo europea que indica la presión de la enfermedad.

Se han utilizado diferentes líneas diferenciales (VCU) de roya amarilla para trigo, con susceptibilidad a diferentes razas. Estas variedades han sido sembradas en diferentes países y han sido evaluadas por la entidad responsable, y los

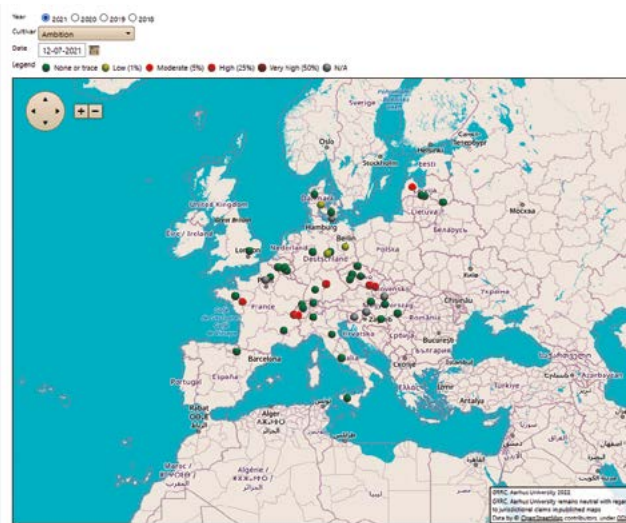
datos de afección de roya de cada variedad han sido subidos a la herramienta informática del proyecto. De esta manera se podía observar qué variedades y qué zonas estaban siendo afectadas por la roya. Las muestras se enviaban al laboratorio de la Universidad de Aarhus y allí eran analizadas para determinar con qué raza o cepa de roya amarilla estaba afectada.

Los dos primeros años se sembraron las siguientes variedades: Ambition, Rendez-vous, Compair, Spalding, Prolific, Moro y Mariboss, distribuidas en 40 lugares en 2018 y en 59 en 2019. En la campaña 2020, se añadió Nemo para ayudar a distinguir entre algunas variantes en el grupo genético Pst10 y los puntos en los que se probaron aumentaron a 60 en un total de 17 países. En 2021 fueron 52 llegando a un total de 211 ensayos en 17 países diferentes durante la duración del proyecto.

Además de las líneas de trigo mencionadas, también se enviaron a analizar muestras de otras variedades cultivadas por agricultores como Camargo o Nudel. La roya parda y la roya negra también fueron evaluadas y analizadas.

A continuación, se observa en la **Figura 3** los puntos en donde se han hecho evaluaciones de incidencia de la roya amarilla en las líneas diferenciales. La coloración marca el nivel de incidencia (el ejemplo de la imagen corresponde a la variedad Nemo).

Figura 3. Análisis de las muestras enviadas en 2021



Fuente: <https://agro.au.dk/forskning/projekter/rustwatch/vcu-network-rust-on-differentials/disease-severity-map>

Resultados generales

A nivel europeo, los resultados mostraron que la raza PstS10 fue la más común, con una ocurrencia del 84,2 %, un aumento del 17,5 % en comparación con 2019. PstS7 (Warrior 1) y PstS13 (raza Triticale) están disminuyendo respectivamente, 6 % y 4 %, en 2020 en comparación con 2019. Ver **Tabla 2**.

Tabla 2. Porcentaje de ocurrencia

Razas	PstS10	PstS13	PstS15	PstS7	PstS8
2019	66,7 %	11,1 %	5,6 %	14,8 %	1,9 %
2020	84,2 %	7,0 %	0,0 %	8,8 %	0,0 %

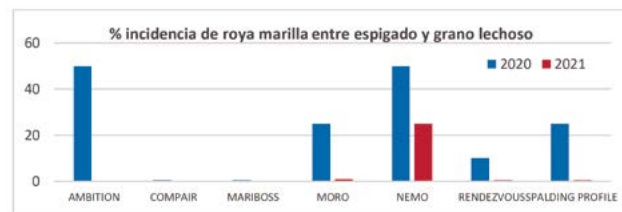
En 2020, la raza Amboise parece predominante en algunos países (Francia, Bélgica, Alemania).

Actualmente estas variedades están sembradas en Navarra por 3^{er} año consecutivo.

Hasta el momento, los resultados de los diferenciales parecen consistentes con los resultados de otros tipos de ensayos con predominio de PstS10 (74,9 %) y la disminución de PstS7 (5,6 %). Algún grupo genético emergente como PstS15 se detectó por primera vez en los ensayos de diferenciales.

Los resultados concretos en Navarra se encuentran a continuación en el **Gráfico 5**. Se observa que las variedades más afectadas son las sensibles a los grupos genéticos PstS7 y PstS10 y dentro de esta a las razas Kalmar y Benchmark, aspecto coincidente con lo obtenido en el resto de Europa.

Gráfico 5. Afección de roya amarilla en los diferenciales (campañas 2020-2021). % superficie foliar afectada

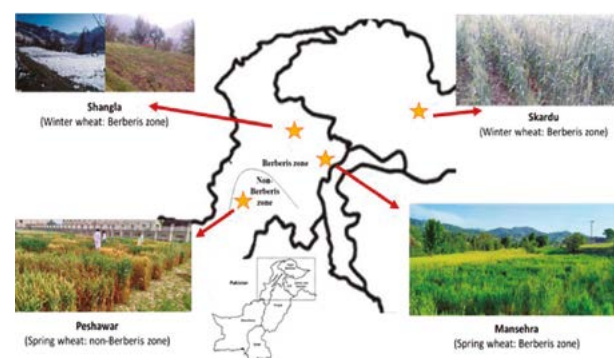


SUSCEPTIBILIDAD A ROYA DE VARIEDADES HOSPEDADORAS. CENTRO DE DIVERSIDAD (PAKISTÁN)

Debido a una gran diversidad y reproducción sexual en el centro de diversidad Pst, la región del Himalaya representa una posible fuente de invasiones de patógenos en Europa y en todo el mundo. Como medida preventiva, durante el proyecto se han expuesto las líneas de trigo europeas en tres lugares contrastados de la región del Himalaya en Pakistán. Esta actividad está orientada a ayudar a conseguir variedades que tengan una resistencia a la roya amarilla más duradera.

En este paquete de trabajo (WP3.3.) se han probado un conjunto de 200 líneas de trigo seleccionadas de todos los colaboradores de la UE por año. Se ha evaluado la severidad de la roya y la respuesta del huésped. Desde INTIA se enviaron las variedades RGT Montecarlo, Mufasa y Macareno. Ver **Figura 4**.

Figura 4. Zonas pakistaníes donde se hacen las pruebas



SUSCEPTIBILIDAD A ROYA DE VARIEDADES DE TRIGO EXPUESTAS A NUEVAS RAZAS EN CONDICIONES DE CAMPO

Además del envío de semillas a Pakistán, se han enviado variedades comerciales a países en donde se detectaron razas inusuales con el objetivo de evaluar la afección de roya amarilla, parda y negra (paquete de trabajo WP3.4.). Se ha llevado a cabo mediante viveros de campo inoculados que han estado ubicados en Dina-

marca, Reino Unido, Italia, Francia y Alemania. En el transcurso de los tres años del proyecto, se han analizado más de 200 variedades de trigo.

Desde INTIA se enviaron variedades conocidas, como Filón, Carmargo, Botticelli, Chambo, Marcopolo, Nudel o RGT Montecarlo.

El resultado global de esta evaluación puede consultarse en la siguiente web: Field nurseries (au.dk). En ella se ve reflejado cómo la mayoría de variedades no son excesivamente sensibles a la roya amarilla (yellow rust), lo son moderadamente a la roya parda (leaf rust) y muy sensibles a la roya negra (stem rust).

EVALUACIÓN DE LAS ESTACIONES DE AVISOS DE LOS CASOS DE ESTUDIO

En esta parte (WP3.5.), INTIA ha liderado un trabajo que se centró en recopilar información sobre cómo se lleva a cabo y se organiza la vigilancia de la enfermedad en diferentes países europeos como España, Reino Unido, Suiza, Italia y Dinamarca. Por ejemplo, en España, cada una de las Comunidades Autónomas tiene la competencia de realizar las tareas de vigilancia sanitaria y cada una de ellas ha desarrollado su propio sistema para llevar a cabo esta función. Sin embargo, también hay países como Dinamarca que tienen servicios centralizados para todo el país. Del estudio realizado por INTIA, se desprende que, en todos los países, la vigilancia la lleva a cabo personal técnico y asesor, y en algunos países estos datos se completan con la información facilitada por los propios agricultores o por asesores independientes.

Además, el muestreo tiene como finalidad establecer un sistema de alerta y de aviso precoz, y al final de la temporada de cultivo, los socios de todas las regiones estudiadas tienen reuniones con los agricultores, socios o empresas para compartir e informar sobre el desarrollo de la temporada de cultivo y dar recomendaciones y soluciones técnicas para el año siguiente.



Estación de avisos de INTIA

CASOS DE ESTUDIO

El sistema de alerta temprana se ha implementado en 6 regiones de estudio europeas (Figura 5) para poder desarrollarlo y validarlo, en colaboración con todos los actores del sector a nivel local, siendo Navarra una de las regiones de estudio a través INTIA.

Figura 5. Regiones de casos de estudio



En este paquete de estudio (WP3.6.) cada región de caso de estudio ha realizado al menos un ensayo de GIP (Gestión Integrada de Plagas) y organizado talleres regionales para involucrar a los actores del sector, entre los que se incluyen asesores agrícolas, empresas de semillas y fitosanitarios, y agricultores.

Los ensayos GIP han permitido investigar las amenazas de las razas de roya invasoras a escala regional y sugerir opciones de prevención y control ajustadas a las prácticas agronómicas y a las condiciones ambientales pertinentes en la región considerada.

En esos talleres se ha obtenido información valiosa sobre las barreras potenciales para la adopción de recomendaciones específicas y, además, a través de las experiencias de los participantes, se han aportado mejoras y ajustes en el sistema de alerta temprana propuesto. Durante este periodo de tiempo INTIA ha organizado 4 talleres regionales sobre el caso de estudio en Navarra, en los que ha participado un grupo de trabajo de organizaciones no asociadas al proyecto (profesionales de la agricultura, empresas de semillas y agroquímicos, empresas comercializadoras de trigo, equipo de asesoramiento de INTIA y Gobierno de Navarra), reflejando un verdadero enfoque multiactor que garantice la aplicación de nuevas soluciones para la prevención y el control de las enfermedades de la roya.



Más información sobre el caso de estudio en Navarra.



Diferentes talleres celebrados en Navarra



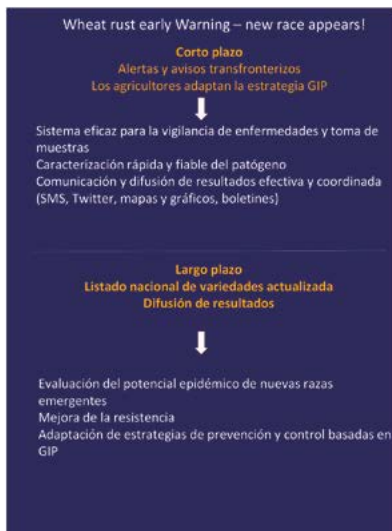
INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y GESTIÓN DE DATOS. DESARROLLO DE HERRAMIENTAS WEB

En este paquete de trabajo (WP4.) se manejan los resultados de otras actividades del propio proyecto a través de herramientas creadas para la gestión y visualización de datos. A continuación, se citan algunas de las herramientas disponibles.

- **Wheat Rust Toolbox (WRT)** es un sistema de gestión, análisis y visualización de datos sobre la roya del trigo a nivel mundial compartido por varios proyectos e iniciativas. En el marco de RustWatch, se han desarrollado nuevas herramientas para la carga, el control de calidad y la visualización de los datos de: raza y genotipo de los 3 tipos de roya (roya amarilla, roya parda y roya negra). Dentro de este nuevo enfoque de gestión de datos, cada laboratorio tiene su propio espacio en una “caja de herramientas” y los socios de cada laboratorio cargan y gestionan sus propios

datos. Una vez que los datos cargados han sido aprobados por un panel de expertos pertenecientes al Centro de Referencia Mundial de la Roya, GRRC, los datos se trasladan al dominio público. En la **Figura 7** se muestra un ejemplo de la información que se puede obtener a través de esta herramienta.

- **Herramienta para sistema europeo de alerta temprana - Rust Survey.** El objetivo de esta herramienta (**Figura 8**) fue desarrollar un sistema común de vigilancia de las royas del trigo en la UE para poder evaluar la situación, centrándose además en qué cultivares están afectados y cuáles no. En este sistema creado, se debe identificar el momento en el que la enfermedad aparece en una región y lugar determinados. Para ello, es necesario compartir las observaciones realizadas en todas las regiones y países europeos mediante plataformas/sitios web o transferencias de archivos donde se compartan unos datos mínimos que incluyan: presencia o ausencia de la enfermedad, fecha, coordenadas GPS,



Herramientas para la vigilancia de la roya

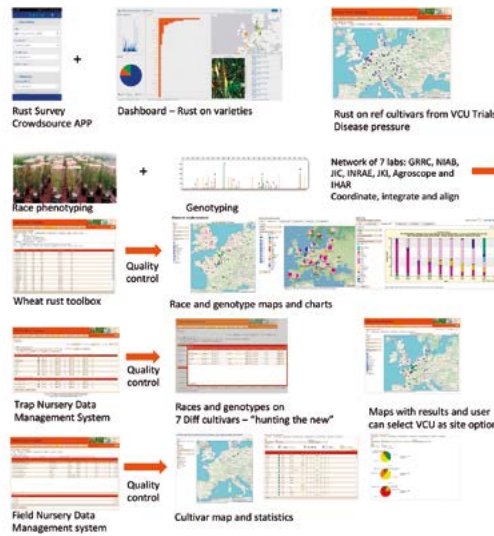
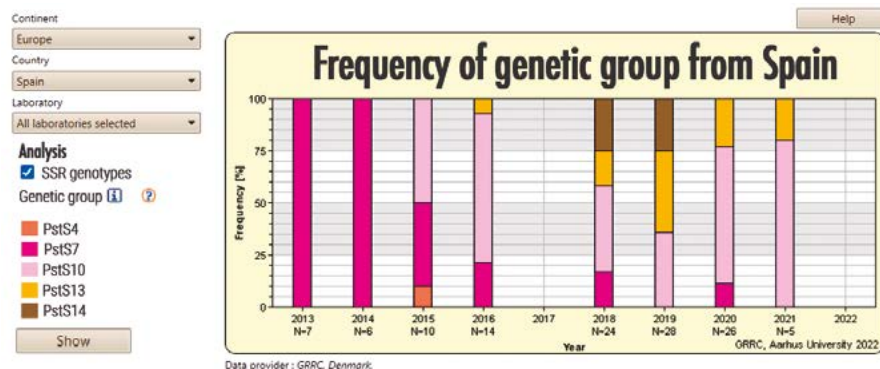


Figura 7. Wheat Rust Toolbox -Distribución de los grupos genéticos desde 2013 para España

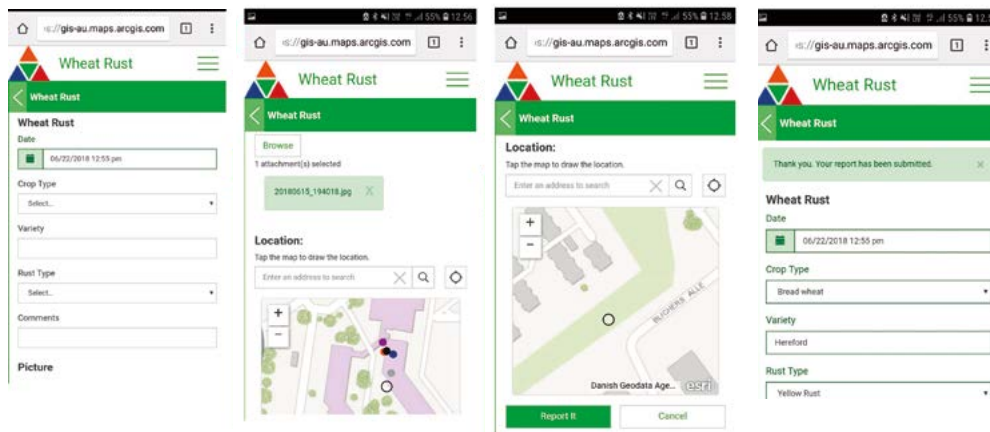


especie huésped y variedad afectada. Una vez cargadas las observaciones, un mapa europeo mostrará los puntos donde se ha detectado la enfermedad en diferentes fechas.

La principal ventaja de utilizar un sistema internacional de vigilancia es que los datos pueden analizarse en un contexto

global. El principal reto ha estado en que los distintos países venían utilizando diferentes estrategias de vigilancia de enfermedades y plataformas, por lo que es necesario desarrollar un entendimiento común de las metodologías para la evaluación de enfermedades y el muestreo de roya.

Figura 8. Herramienta de alerta temprana



PROYECTO RUSTWATCH



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 773311



Proyecto RustWatch: “Sistema europeo de alerta temprana para las enfermedades de la roya del trigo”.

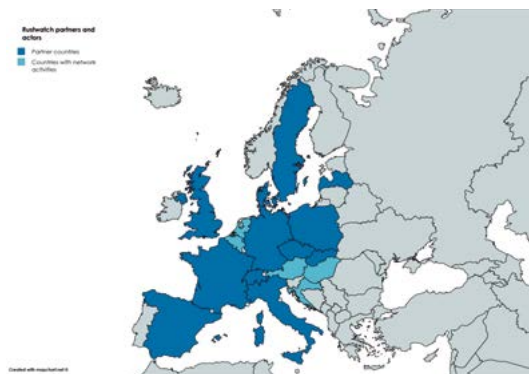
Financiación: es un proyecto, financiado por el programa europeo Horizonte 2020. Estos proyectos de investigación en los que participa INTIA se desarrollan en el marco del Convenio entre el Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente e INTIA, S.A. para el fomento de la I+D+i en el ámbito agrario.

Periodo de ejecución: 4 años, de mayo de 2018 a septiembre de 2022.

Participantes: Está coordinado por Mogens S. Hovmøller, de la Universidad de Aarhus (Dinamarca), quien además es líder del centro de referencia global de la roya (Global Rust Reference Center (GRRC) que a su vez está formado por investigadores de universidades y centros de investigación de todo el mundo). Cuenta con la participación de 24 entidades de 13 países europeos diferentes. La diversidad de dichas entidades es amplia, incluyéndose 12 universidades e institutos de investigación, 5 servicios de asesoramiento agrícola y 7 pymes (industrias de mejora vegetal o fitosanitarios). Entre estas entidades participantes, Navarra a través de INTIA ha tenido un especial protagonismo, en diferentes trabajos realizados.

Uso de nuevas tecnologías e instalaciones compartidas

Se introduce el concepto de “instalaciones compartidas”, con accesos coordinados a instalaciones en distintos países europeos, o en el Himalaya (fuente de la diversidad de razas actua-



Países participantes en el proyecto

les), estableciendo nuevas herramientas y tecnologías TIC que van a permitir una gestión y un flujo de datos, fácilmente accesibles a todos los grupos de interés, tanto científicos, como técnicos y productores. Este sistema de alerta temprana está siendo adoptado y validado en 6 regiones de estudio.

La Universidad de Aarhus aloja las bases de datos y las herramientas web a través de la plataforma de Wheat Rust Toolbox, que se alimenta de sitios web asociados como RustTracker (<http://rusttracker.cimmyt.org/>), EuroWheat desarrollado en la red ENDURE (www.endure-network.eu/) y el sitio web de GRRC (www.wheatrust.org).

Más información del proyecto: www.agro.au.dk/forskning/projekter/rustwatch/