



**GOBIERNO
DE ARAGON**



“PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CEREAL DE INVIERNO EN ARAGÓN”



Vicente González García
(Unidad de Protección Vegetal-Micología)
(CITA)

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA
AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN**



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural

ENFERMEDADES COMUNES DE LOS CEREALES DE INVIERNO







UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural



**GOBIERNO
DE ARAGON**
Departamento de Innovación,
Investigación y Universidad

ENFERMEDADES DE LA BASE DEL TALLO



ENFERMEDADES DE LA BASE DEL TALLO

FUSARIOSIS: (*Fusarium* spp.)

Afecta: Todos los cereales. Destaca la sensibilidad de trigos duros.

Síntomas: origina necrosis pardas en el cuello de la raíz, corona, primeros nudos y entrenudos. Las lesiones impiden el flujo de savia hacia la espiga, que puede acabar secándose totalmente, lo que genera la aparición de espigas blancas y sin grano. También puede infectar a las espigas en formación, abortando granos o parte de la espiga.

Período crítico: cualquier momento del ciclo.

Medidas de prevención y culturales: rotación de cultivos, no usar dosis de semillas elevadas, enterrar restos de cultivo, utilizar semilla tratada, evitar riegos por aspersión en época de floración.



ENFERMEDADES DE LA BASE DEL TALLO

PIE NEGRO: (*Gaeumannomyces graminis*)

Afecta: Todos los cereales. Destaca la sensibilidad de trigos duros.

Síntomas: suelen presentarse después de la emisión de las espigas. Aparece pudrición en la base del tallo y las raíces, pudiendo observarse el micelio oscuro del hongo. La falta de savia origina que las espigas se queden blancas estériles o con granos asurados. Las plantas enfermas se arrancan con facilidad debido a un desarrollo radicular escaso.

Período crítico: primaveras e inviernos lluviosos con encharcamientos.

Medidas de prevención y culturales: rotación de cultivo, laboreos que favorezcan la aireación y el drenaje, evitar siembras precoces, eliminar ricios y evitar dosis de siembras



ENFERMEDADES DE LA BASE DEL TALLO

MANCHA OVAL o MANCHA OCULAR: (*Pseudocercospora herpotrichoides*)

Afecta: Generalmente a trigos de invierno.

Síntomas: Este hongo produce, a partir del ahijado, manchas ovales color café, en el entrenudo de la base del tallo, muy cerca del nudo de ahijamiento. El límite de la mancha es difuso con el centro de color claro que se va oscureciendo con el tiempo. Al quitar las vainas se aprecia en la caña placas de color negro que corresponden al estroma del hongo donde se produce la esporulación. Las plantas afectadas presentan espigas blancas erectas con granos asurados o vacíos. En fases avanzadas puede producir el encamado de la planta.

Período crítico: de final de ahijado hasta 2 nudos.

Medidas de prevención y culturales: rotación de cultivos, sembrar variedades resistentes y realizar una fertilización nitrogenada adecuada.



ENFERMEDADES DE LA BASE DEL TALLO

RIZOCTONIA: (*Rhizoctonia spp.*)

Afecta: Todos los cereales. Destaca la sensibilidad de trigos duros.

Síntomas: En los primeros nudos este hongo produce manchas blanquecinas delimitadas por un halo oscuro, en general bien definido. Los síntomas se pueden confundir con la “mancha oval”. Los daños suelen aparecer en rodales.

Período crítico: desde ahijamiento hasta maduración del grano.

Medidas de prevención y culturales: rotación de cultivos, evitar variedades sensibles, laboreos profundos con volteos, evitar siembras precoces.



ENFERMEDADES EN TALLO Y HOJAS



SEPTORIOSIS

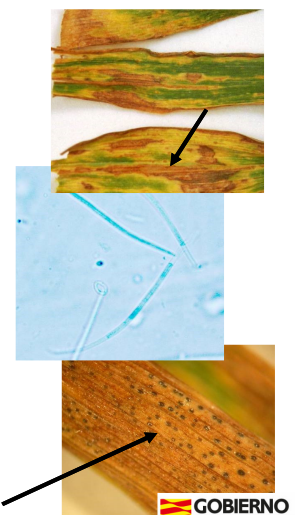
-Causada por varias especies de *Septoria* (Ascomycetes), principalmente *S. tritici* y *S. nodorum*

-Afecta principalmente a Trigo y en menor medida otros cereales. Favorecido por temperaturas entre 15-25°C y condiciones altas de humedad (encharcamiento de suelos)

-Infecta las primeras hojas de plántula y avanza con el desarrollo, subiendo y pudiendo alcanzar hojas superiores e incluso las espigas

-Aparición de manchas cloróticas ovales o irregulares con desarrollo longitudinal que finalmente toman un color pardo con halo amarillento (en donde el tejido se necrosa) apreciándose a veces pequeños puntos castaños o negruzcos según la especie (picnidios)

-Tratamiento preventivo de semillas, variedades resistentes o fungicidas (Azoxystrobina / Ciproconazol)



RINCOSPORIOSIS

-Causada por *Rhynchosporium secalis* (Ascomycetes)

-Afecta predominantemente a Cebada, aunque en menor medida a otros cereales. Favorecido por la existencia de periodos lluviosos y temperaturas frescas

-Infecta y seca todo tipo de órganos, con preferencia por las hojas y glumas, alcanzando a veces las espigas

-Aparición de lesiones o manchas ovales o alargadas de tonos gris-verdoso con un reborde marrón en la superficie de la hoja

-Tratamiento preventivo de semillas o fungicidas similares a septoriosis (Estrobilurinas, Triazoles)



HELMINTOSPORIOSIS

-Varias especies de *Helminthosporium* según cultivo al que afecten: *H. teres* (Cebada), *H. tritici-repentis* y *H. sativum* (Trigo, Triticale)

-En nuestras latitudes afecta comúnmente a Cebada, aunque en determinados años otros cereales. Favorecido por la existencia humedad ambiental (rocío) y temperaturas altas (>20°C)

-Infecta sobre todo hojas, que acaban secándose

-Síntomatologías muy variables: manchas de color castaño de forma y distribución diversa, manchas ovales grandes, manchas rectangulares, en forma reticulada, de aspecto alargado o lineal en la dirección de los nervios foliares, o pequeñas manchas de aspecto puntiforme

-Tratamiento preventivo de semillas o fungicidas similares a anteriores (Estrobilurinas, Triazoles)



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural



MANCHA FOLIAR / HOJA ENROLLADA (*Dilophospora alopecuri*)

Se ha constatado la presencia de ataques de este hongo, que tiene una posible asociación protectora frente a los nematodos del género *Anguina*. Hasta el año 2016 solo tenía presencia anecdótica en Aragón, en 2017 se han detectado en varias parcelas de la Comunidad Autónoma.

Afecta: cereales y pastos

Síntomas: causa perturbaciones características, reducción del desarrollo de la planta y infecciones localizadas en forma de manchas foliares.



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural



ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR SEMILLA



CARBÓN DESNUDO (CARBÓN VOLADOR)

-Causado por varias especies de *Ustilago*: *U. nuda* (Cebada), *Ustilago tritici* (Trigo), *U. avenae* (Avena) (Ustilaginales, Basidiomicetes)

-Transmisión exclusiva a través de semillas infectadas

-Se pone de manifiesto tras la fase de floración, destruyendo los granos y reduciendo la espiga a un raquis invadido por una masa pulverulenta negruzca de esporas

-Desinfección y control exhaustivo de los lotes de semillas como único tratamiento eficaz

-Más habitual en Cebada que en Trigo o Avena



TIZÓN DEL TRIGO, CRIES

- Causado por *Tilletia caries* (= *Tilletia tritici*) (Ustilaginales, Basidiomicetes)
- Afecta a Trigo, y es difícil de detectar hasta la completa formación de la espiga
- Transmisión por semillas infectadas que en el campo transmiten la enfermedad a otras; en ocasiones se dan casos de transmisión a través del suelo
- No suele infectar la totalidad de la espiga; los granos infectados se reducen a una masa pulverulenta con un olor fétido característico
- Desinfección y certificación de semillas como método válido de control



OÍDIO

-Causada por la especie *Blumeria graminis* (*Erysiphe graminis*) (Erysiphaceae, Ascomycetes)

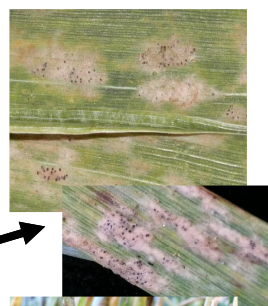
-Causa pérdidas notables sobre todo en Trigo y en menor medida en Cebada

-Aparición de manchas blancas polvorientas en el haz de las hojas que con el tiempo toman color gris-amarillento. En ocasiones presencia de puntos negros (fructificaciones sexuales)

-Infecciones ligadas a episodios de humedad ambiental elevada y temperaturas entre 15-20°C

-Pérdidas variables cuando la infección alcanza la hoja bandera y la espiga

-Control con variedades resistentes y combinaciones de estrobilurinas/triazoles



OTRAS PATOLOGÍAS NO CAUSADAS POR HONGOS



OTRAS PATOLOGÍAS-VIRUS

VIRUS DEL ENANISMO AMARILLO DE LA CEBADA

BYDV (Barley yellow dwarf virus)

Afecta: a todos los cereales.

Síntomas Produce una reducción del crecimiento de la planta y clorosis en las hojas. Los síntomas están relacionados con el momento de la infección.

Período crítico: Se transmite por pulgones de forma persistente, por lo que está asociado a la presencia de pulgones en el cultivo.

Medidas de prevención y culturales: control de la presencia del pulgón.



OTRAS PATOLOGÍAS-NEMATODOS

NEMATODO DEL QUISTE: (*Heterodera avenae*)

Afecta: a todos los cereales.

Síntomas: En los campos afectados, se forman rodales de plantas más pequeñas y débiles, las hojas tienen una coloración amarillenta o rojiza. El síntoma más característico se localiza en raíces, ya que se desarrollan numerosas ramificaciones en las raíces secundarias, donde es posible observar pequeños cuerpos esféricos gris-claro adheridos a las raíces (hembras del nematodo).

Período crítico: final de ahijado a la maduración de fruto.

Medidas de prevención y culturales: evitar variedades sensibles, evitar siembras precoces, eliminar ricios en el período de intercultivo, enterrar los restos, evitar fertilización con exceso de nitrógeno.



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural



OTRAS PATOLOGÍAS-NEMATODOS

NEMATODO DE LA ESPIGA DE LOS CEREALES: (*Anguina spp*)

Afecta: principalmente a cebadas.

Síntomas: se detecta por la presencia de espigas erectas y vacías. En lugar del grano, presenta una agalla con miles de nematodos en su interior, que no son visibles a simple vista. Estas agallas evolucionan del color verde al pardo oscuro y al negro, a medida que madura la espiga. Las agallas que caen al suelo durante la cosecha son fuente de inoculo para años posteriores.

Período crítico: todo el cultivo.

Medidas de prevención y culturales: uso de semilla certificada, estrategia de erradicación en parcelas donde se ha detectado, limpiar máquinas y aperos utilizados para evitar diseminación



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural



PROFUNDIDAD DE SIEMBRA**OTRAS PATOLOGÍAS**

La profundidad de siembra adecuada es aquella que coloca la semilla a un nivel donde pueda absorber agua para la germinación y no se seque posteriormente.

Una siembra demasiado profunda retrasa el crecimiento de la plántula y en último caso, debido a un menor desarrollo radicular provoca la muerte de la misma.



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural

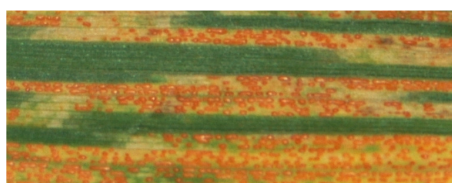
**ROYAS**

UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural



ROYAS

- Causadas por varias especies de *Puccinia* (*Uredinales*, *Basidiomicetes*)
- Afecta todo tipo de órganos y partes de la planta (hojas, vainas, tallos y espigas)
- Fructificación más visible y común del cultivo en forma de pústulas rugosas de diferente color y textura
- Al tacto presencia en los dedos de restos de un característico polvo anaranjado o pardo



ROYA NEGRA (ROYA DEL TALLO)

- Causada por la especie *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*
- Afecta a Trigo, Cebada, Triticale o Centeno. Existencia de razas muy virulentas no o escasamente presentes aún en Europa (Ug22)
- Infecta principalmente tallos verdaderos pero a veces también partes aéreas
- Fructificaciones en forma de pústulas alargadas u ovaladas con aspecto de ampolla, de color rojo-anaranjado o pardo-rojizo oscuro
- Puede romper las capas exteriores del tejido vegetal (rajado de los tallos)
- Tratamiento según estadio y extensión de las lesiones
- Más de un 20% de tallos con manchas (2 nudos-zurrón)
- Más de 50% de tallo afectados (tras espigado)



<https://www.ars.usda.gov>



ROYA PARDA (ROYA DE LA HOJA)



- Causada por la especie *Puccinia triticina* (=P. *recondita*)
- Afecta principalmente a Trigo, Cebada y en menor medida a Triticale
- Produce necrosis y clorosis en partes aéreas que al final llegan a secarse. En infecciones avanzadas (aparición tardía) alcanza el grano
- Fructificaciones en forma de pústulas circulares (más pequeñas que las de la roya del tallo), no fusionadas, de color naranja vivo o amarillento y no repartidas linealmente
- Tratamiento aconsejado según estadio y extensión de las lesiones. Observación en 25-30 plantas
- Más de un 20% 3 últimas hojas con manchas (hasta zurrón)
- Más de 50% de 3 últimas hojas o espiga afectados (tras espigado)



ROYA AMARILLA (ROYA LINEAL)

- Causada por la especie *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*
- Afecta principalmente a Trigo. Tipo de roya más abundante en Aragón
- Las lesiones avanzan a través de los nervios de la hoja hacia la punta de ésta
- Fructificaciones en forma de pústulas alargadas en forma de estrías longitudinales, de color amarillo o amarillo-anaranjado vivo
- Típicamente formando rodales de plantas amarillentas



- Puede afectar al grano
- Pérdidas en rendimiento de hasta 40%
- Tratamiento aconsejado a partir de la aparición de los primeros rodales





Roya amarilla. Epidemiología





UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural



GOBIERNO
DE ARAGON
Departamento de Innovación,
Investigación y Universidad

ROYA AMARILA. EPIDEMIOLOGÍA. PATÓGENO

-*Puccinia* (Uredinales, Basidiomicetes): género perteneciente al extenso grupo de las denominadas royas; aprox. **3000 especies** con gran diversidad en función del rango de huésped y tipos esporales en su ciclo vital.

-*Puccinia striiformis* como un extenso complejo de formas con alto grado de diversidad y especialización en diversos géneros de gramíneas. Hasta **320 especies** pertenecientes a **50 géneros** susceptibles de ser infectadas por *P. striiformis*.

-Reconocimiento de numerosas variantes infraespecíficos (linajes, grupos, formas especiales e incluso especies segregadas). ***Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*** como responsable de las infecciones en trigo.



ROYA AMARILLA. EPIDEMIOLOGÍA. ORÍGENES

-Transcáucaso o Himalaya como posibles zonas de origen del patógeno desde donde se irradió a nivel global

-Existencia de epidemias debidas a *Pst* documentadas desde antiguo. Conocidas llegadas y colonización de la enfermedad desde Europa a zonas previamente libres del patógeno y viceversa:

- *EEUU (1915)
- *Sudamérica (1975)
- *Este de Australia (1979)
- *Nueva Zelanda (1980)
- *Sudáfrica (1996)
- *Europa (2000)



ROYA AMARILLA. EPIDEMIOLOGÍA. DISPERSIÓN E INFECCIÓN

Conceptos claves en la dispersión y extensión de la roya amarilla

Capacidad de dispersión y colonización de propágulos

Capacidad de extensión de la enfermedad en un área nueva

↓
Uredósporas

Función de:

↓
Adaptabilidad

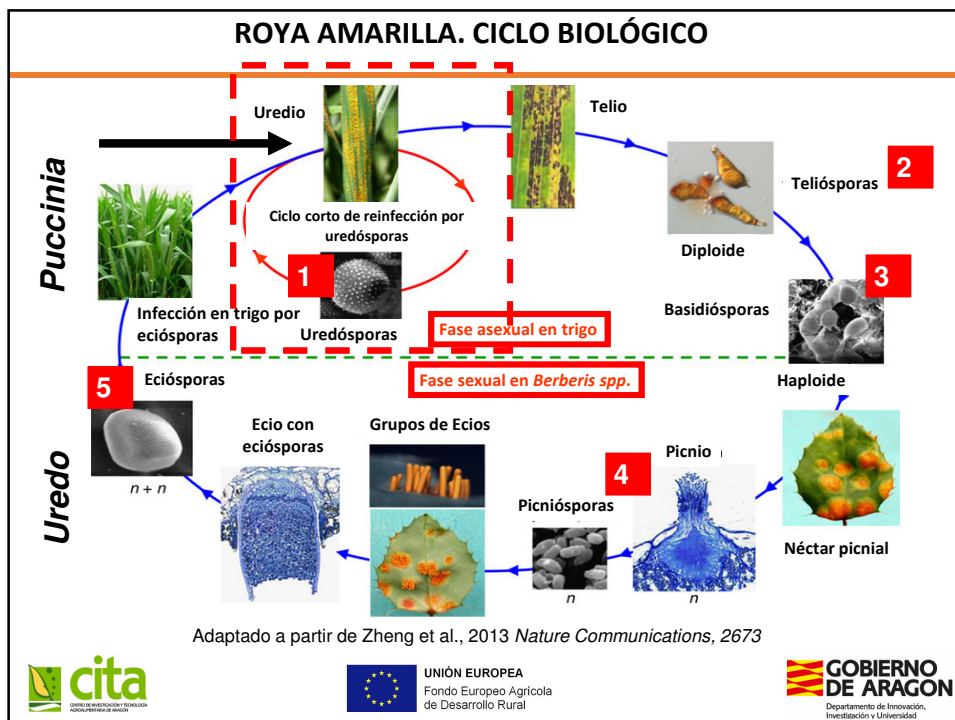
-Altísima capacidad de dispersión a larga distancia (región, país, continente)

-Globalización del movimiento de personas y productos vegetales

-Existencia de variedades sensibles

-Agresividad del patógeno como resultado de procesos variabilidad genética.





ROYA AMARILLA. CICLO BIOLÓGICO

Particularidades (España)

- Fase asexual predominante durante todo el año
- Poca evidencia de infección del **huésped alternativo** (*Berberis/Agracejo*) para pasar invierno como fase sexual
- Todo el ciclo asexual adaptado a las diferentes fases del **ciclo anual del trigo**



AGRACEJO (*Berberis vulgaris* L.)





ROYAS. EPIDEMIOLOGÍA. CONDICIONES FAVORABLES AL DESARROLLO

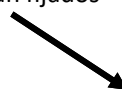
Royas: Desarrollo de la enfermedad dependiente de interacción de los 3 tipos de factores clásicos en patología vegetal (**Triángulo de la enfermedad**)



Caso particular de **Pst**: desarrollo y progreso de la patología fuertemente dependiente de parámetros bioclimáticos (T^a y humedad), cuando los otros 2 vértices están fijados



Existencia de cultivar sensible



Presencia efectiva de uredósporas

En líneas generales, **Pst** como la roya del cereal de aparición más temprana en nuestras latitudes. Episodios cada vez más frecuentes en **primavera temprana** (humedad +15º-20ºC)



ROYAS. EPIDEMIOLOGÍA. FACTORES BIOCLIMÁTICOS

Consideración previa autoecológica: *Pst* especie históricamente asociada y adaptada a zonas frescas. Desde década de los **2000** extendida a zonas más cálidas del planeta debido probablemente al desarrollo de tolerancia (no vista anteriormente) a **temperaturas más altas**

Implicaciones epidemiológicas (tolerancia alta T^a)

- Invasión e incursiones epidémicas frecuentes en zonas previamente ausentes del patógeno
- Aumento en frecuencia de episodios epidémicos (e.g. España). Mayor precocidad en la aparición y mayor extensión de áreas afectadas
- Aumento de la virulencia y agresividad del patógeno (genes de virulencia)



ROYAS. EPIDEMIOLOGÍA. FACTORES BIOCLIMÁTICOS

HUMEDAD: En general, afecta a germinación esporal, infección y supervivencia de propágulos infectivos (*Uredósporas*)

- ↑ Humedad: favorece **germinación**
- ↑ Humedad: favorece **dispersión mecánica** (riego y lluvia)
- ↑ Humedad: disminuye capacidad de **supervivencia** de propágulos
- ↓ Humedad: uredósporas permanecen más **viables** en condiciones de baja humedad. Final de verano e inicios de otoño secos, así como semillas conservadas en estas condiciones aseguran infección del cultivo al año siguiente
- ↑ Humedad: favorece **agregación** de uredósporas y aumenta **adhesión** de las mismas a la superficie del huésped



ROYAS. EPIDEMIOLOGÍA. FACTORES BIOCLIMÁTICOS

TEMPERATURA: En general, afecta a germinación esporal, infección (colonización), latencia (ciclos reactivos), esporulación (producción esporas) y supervivencia en el huésped

↑ Tª: favorece % **germinación** esporal y acorta periodo de latencia (tiempo de generación de nuevas uredósporas infectivas)

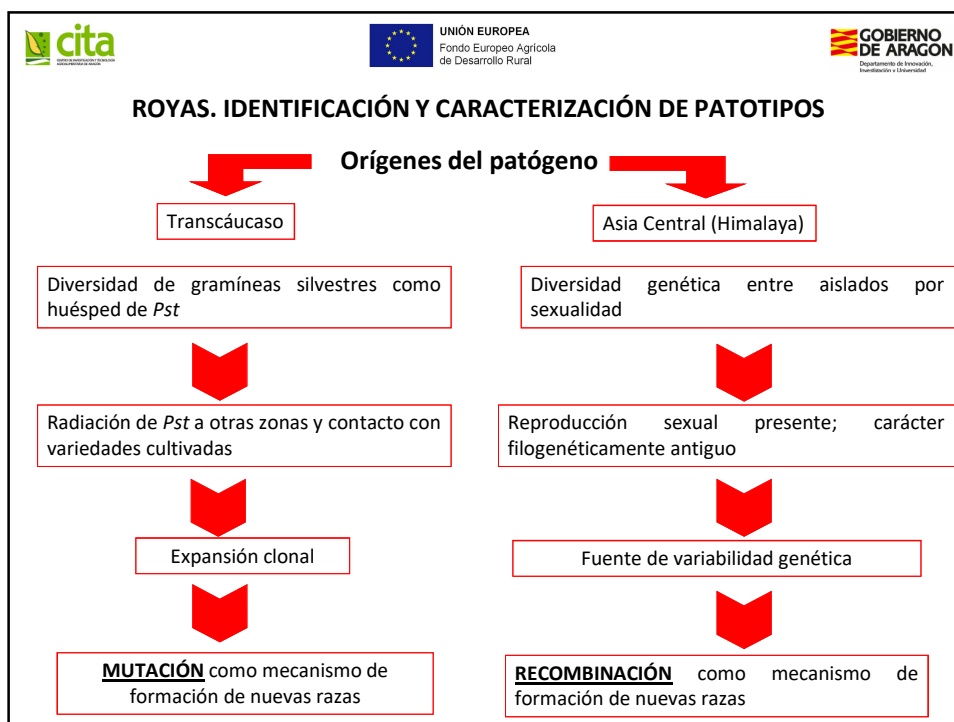
↕ Tª: noche/día: papel crucial en el progreso de la enfermedad. **Condiciones nocturnas** más favorables para la infección

↓ Tª: **valores bajos** de temperatura condicionan la supervivencia invernal de los propágulos (uredósporas). Por debajo de **-5°C** la viabilidad de las esporas disminuye dramáticamente. España: mayor parte de zonas cerealistas habitualmente por debajo de esas temperaturas en invierno



Avances en el conocimiento actual del patógeno.
Identificación y caracterización de patotipos.
Aparición de nuevas razas y superación de resistencias varietales





ROYAS. Aparición de nuevas razas y superación de resistencias varietales

*** ESPAÑA:** Hasta finales de la década del 2000, mayoría de variedades resistentes de trigo incorporaban algunos genes de resistencia efectivos contra la mayoría de razas de *Pst* circulantes por el continente



Trigos comerciales incorporando resistencias “multigénicas” frente a genes *Yr* de virulencia más comunes

Rotura de la resistencia: incursión de razas procedentes de otras zonas cerealistas Europeas (donde habían llegado en episodios epidémicos recientes procedentes de zonas extracontinentales)



Nuevas razas con **múltiples genes de virulencia** más nuevos genes/factores previamente desconocidos (e.g. *Yr17* en “*Warrior/Ambition*”). Rápida extensión (adaptación alta *T^a*) y selección frente a razas habituales (¿desplazamiento?)



Muchas gracias por su atención

