

## Crisis varietales en los 100 años de Mejoramiento Genético de Trigo

D Luizzi<sup>1</sup>, S Germán<sup>2</sup>, S Pereyra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ex Centro de Investigaciones  
Agrícolas Alberto Boerger (CIAAB)  
La Estanzuela, <sup>2</sup>Instituto Nacional  
de Investigación Agropecuaria (INIA)  
La Estanzuela – Ruta 50 km 11,  
Colonia, 70000, Uruguay



El productor uruguayo, a similitud de los productores de todas las regiones del mundo, trata de conseguir y sembrar el cultivar que en ese momento sea el de mayor destaque en las características de producción. Por otra parte, la industria y el destinatario de la producción (el consumidor) exige una determinada uniformidad en los productos. Estos aspectos llevan a que la mayor parte de las áreas de siembra sean cubiertas por un número reducido de cultivares. Dicha uniformidad, favorecida aún más por la estandarización de prácticas culturales, incrementa en forma alarmante el riesgo de que la ocurrencia de un fenómeno adverso (condición climática, plagas, epifitias, etc.) afecte y tenga consecuencias en toda el área de producción. De esta forma, puede conducir a importantes pérdidas de los cultivos a nivel del productor como a nivel nacional, cuando los mismos son “vulnerados genéticamente” por uno o más de los factores mencionados.

En el caso del trigo, la base genética de la especie se ha estrechado debido a la erosión producida en las poblaciones usadas por los primitivos agricultores, sobre todo en los centros de origen, al ser desplazados por los nuevos cultivares altamente uniformes. Aunque hoy se es consciente de lo que esto significa, ya no se puede recuperar la variabilidad perdida, siendo fundamentales las medidas tendientes a evitar este proceso. También el uso masivo de algún tipo de germoplasma puede ser peligroso, como es el caso del material de origen mexicano, que se incorporó en gran parte en los programas de mejoramiento debido a su potencialidad de rendimiento. A nivel nacional, la vulnerabilidad del cultivo de trigo quedó en evidencia frente a las epifitias provocadas por las royas.

## *Crisis de 1929 y 1930*

La roya estriada del trigo fue observada por primera vez en Argentina y Uruguay durante 1929, causando ya ese año epidemias extensas y muy severas en Chile, Argentina, Uruguay y Brasil (Río Grande do Sur), que se repitieron durante 1930. Durante estas epidemias el cultivar Artigas fue particularmente afectado, aunque todos los materiales comerciales y más avanzados manejados por el PMGT, derivados de cruza entre las líneas seleccionadas de los cultivares criollos, fueron susceptibles (Boerger 1934). El cultivar argentino 38 M.A. fue identificado como resistente a roya estriada y utilizado intensamente en cruzamientos como fuente de resistencia.



## Crisis del 1944

En el período 1935–1944, las variedades más difundidas en el país fueron las del grupo Litoral (Litoral, Litoral 1, Litoral 2 y Litoral Precoz), todas originadas del mismo cruzamiento lo que quizás fue el factor desencadenante de la “crisis varietal de 1944” en la que estos cultivares fueron vulnerados por las royas de la hoja y del tallo. Para superar la situación, en 1945 se formó una Comisión integrada por el Dr. Boerger, Urtubey (Ing. Agr., La Plata – Director del Servicio Oficial de Distribución de Semillas) y Julián Murguía (Ing. Agr., M. Sc. de NZ, Depto de Producción de Semillas). Establecieron que poco se podía esperar de los Litorales (Precoz, 1 y 2), recurriéndose a la introducción de cultivares de Brasil, como Río Negro y Frontana (Estación Experimental Fitotécnica de Bagé, RS), que el gobierno brasileño no autorizó ese año por tener muy poca disponibilidad de semilla. En el año 1946 la Comisión integrada por Spangenberg, Ribeiro y Nuñez, pudo concretar la importación de esos materiales con un volumen de semilla para cubrir el 10% del área sembrada en 1947, solucionando una de las crisis más importantes. Dichas Comisiones se formaban, a término, cuando había necesidad de tomar decisiones a los efectos de superar crisis varietales.

## Comisión Permanente

A partir de 1960 se formó, dentro del marco de la reestructura institucional del Centro de Investigaciones Alberto Boerger (CIAAB), el Comité de Certificación de Semillas que se reunía con una frecuencia anual y estaba integrado en su comienzo por técnicos de diferentes disciplinas de esta institución. En el largo período que va desde la crisis de 1944 hasta la década de los 70, se produjo un recambio de cultivares recurriendo tanto a materiales de La Estanzuela como argentinos, con mejor comportamiento sanitario, especialmente a royas y mancha de la hoja [Cuadro 4.1].

Cuadro 4.1: Cultivares registrados en el esquema de certificación nacional en el período 1958-1974, año de liberación, origen, año y causa de eliminación.

Cultivar	Liberado	Origen	Año y causa de eliminación
Multiplicación 11	1958	IFSN-La Estanzuela	
Multiplicación 14	1958	IFSN-La Estanzuela	Eliminada en 1977 por alta susceptibilidad a roya de tallo (RT)
Klein Impacto	1962	Klein	En 1966 presentó susc. a roya de la hoja (RH), eliminada en 1969
Klein Colón	1962	Klein	Eliminada en 1971 por RH y RT
Olaeta Artillero	1962		Eliminada en 1971 por RH y problemas de trilla
Pergamino Gaboto	1962	MAG-Argentina	Eliminada en 1975 por bajo rendimiento y susc. a RT
Rafaela MAG	1962	MAG-Argentina	Eliminada en 1976 por bajos rendimiento
Estanzuela Zorzal	1966	CIAAB-La Estanzuela	Eliminada en 1975 por susc. a RH.
Estanzuela Sabiá	1966	CIAAB-La Estanzuela	Eliminada en 1981 por susc. a RH
Estanzuela Dakurú	1968	CIAAB-La Estanzuela	Eliminada en 1981 por susc. a RH y mancha de la hoja
Buck Manantial	1970	Buck	Eliminada en 1974 por susc. a RT
Estanzuela Dolores	1974	CIAAB-La Estanzuela	Eliminada en 1977 por susc. a RT
Estanzuela Young	1974	CIAAB-La Estanzuela	Eliminada en 1980 por bajo rendimientos y susc. a vuelco
Estanzuela Tarariras	1974	CIAAB-La Estanzuela	Eliminada en 1989 por susc. a RH y RT

El Comité de Certificación tenía como objetivo determinar las variedades locales e introducidas que entraban al esquema de certificación en base a sus méritos agronómicos, como el grado relativo de importancia que los materiales deberían tener a nivel de país, partiendo de una estructura de siembra bien definida a nivel de semilla básica. Este esquema de trabajo permitió ir superando los problemas que fueron creándose con la pérdida de resistencia a enfermedades de las diferentes variedades a medida que avanzaban sus años de siembra. Se llegaban a acuerdos técnicos con el sector productor, definiéndose la tecnología de manejo de los cultivares en función de su comportamiento sanitario. También se definían los lugares de siembra de acuerdo a sus características productivas, para superar debilidades como vuelco, potenciar las características en calidad panadera, determinar aislaciones específicas para minimizar re-infecciones en aquellas variedades susceptibles a los carbones. Al final de la discusión técnica, se eliminaban variedades, se aceptaban variedades introducidas que en la evaluación de años anteriores aportaban al cultivo, y se aceptaban líneas promisorias de PMGT para ingresar al esquema de producción de semilla. A partir de 1979, se brindaba a la asesoría técnica del MGAP, la lista de variedades comerciales extranjeras autorizadas para eventuales importaciones sólo en caso de baja disponibilidad de semilla certificada, como forma de protección de la producción nacional de semilla certificada.

Uno de los mecanismos para minimizar riesgos, especialmente para la problemática de royas, fue a través de la diversificación de cultivares y épocas de siembra. Sin embargo, a pesar de la existencia de créditos dirigidos a la siembra de semilla certificada con las recomendaciones pertinentes del Comité en este sentido, el mismo no resultó eficiente en promover y/o incentivar al productor a no concentrar la siembra en unos pocos cultivares. Esto se ve reflejado en la información suministrada por el BROU para la distribución del área de distintos cultivares de trigo en 1980 y 1981 (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2: Porcentaje de área total de cultivares de trigo registrada por el BROU.

Cultivares	1980	1981
Marcos Juarez INTA	36	43
Estanzuela Tarariras	22	24
Estanzuela Sabiá	11	3
Estanzuela Dakurú	10	4
Buck Namuncurá	8	4
Diamante INTA	7	9
Buck Pangaré	-	7

A pesar de que se recomendó la reducción del área de producción de semilla certificada de E. Tarariras planteada por la Comisión Asesora de Certificación del año 1978, debido al explosivo aumento de una nueva raza de roya de tallo frente a la cual era susceptible, esto no se reflejó en una disminución de su área de siembra a nivel comercial.

## La fusariosis de la espiga

Durante el año 1977, caracterizado por exceso de precipitaciones durante la primavera, ocurrió la primer gran epidemia documentada de fusariosis de la espiga, frente a la que los cultivares difundidos eran en general susceptibles. Esta enfermedad impuso otro gran desafío para la liberación de los cultivares en el país por su impacto en toda la cadena de producción (reduce rendimiento, calidad e inocuidad por la contaminación con toxinas). Esta situación se repitió en los años agrícolas 2001/02 y 2002/03 (Figura 4.1).

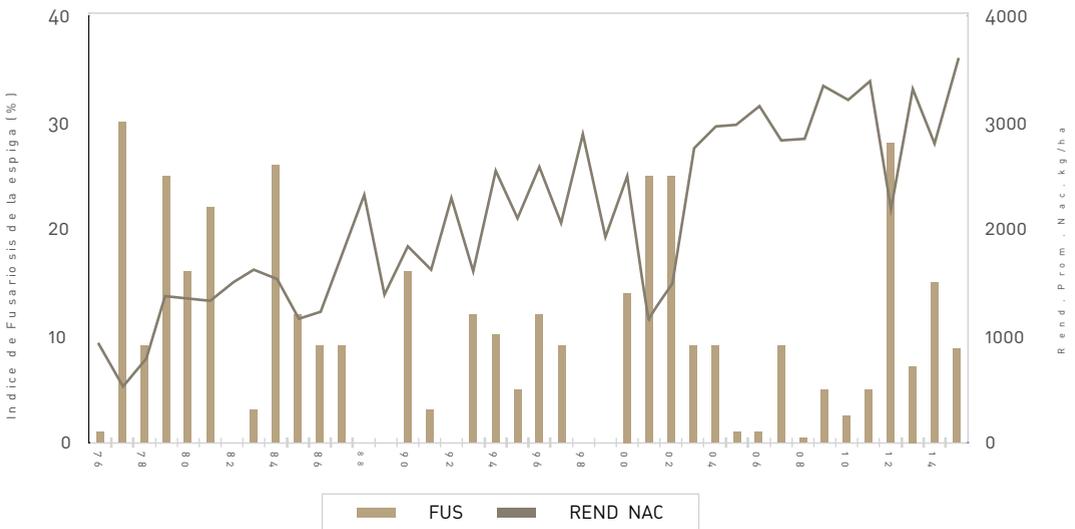


Figura 4.1: Fusariosis de la espiga promedio registrada en los cultivares en evaluación en distintas localidades y rendimientos nacionales promedio de trigo en el período 1976-2014.

En base al análisis de la información climática histórica hasta ese año, se manejaba un bajo riesgo de ocurrencia de condiciones favorables en torno a espigazón-floración (1 en 16 años). En la actualidad, la frecuencia de ocurrencia de la enfermedad es de 1 cada 4 años, ante la mayor carga de inóculo en los sistemas y condiciones favorables.

Para sobrellevar la crisis provocada por la fusariosis de la espiga en 1977, el primer elemento considerado fue cómo sobreponerse al efecto de la fusariosis en la germinación e implantación de los cultivares en la siguiente zafra. Para esto se aconsejó utilizar mayor caudal de viento durante la cosecha para eliminar granos chuzos y, sólo para esta cosecha, el empleo de curasemillas mercuriales no-volátiles por su buena eficiencia de control y bajo costo. En el marco de la Comisión Asesora de Certificación de Semillas de 1978, ya integrada por las entidades semilleras y el Servicio de Granos del MGAP (SEGRA) además del CIAAB, los miembros externos al CIAAB manifestaron su resistencia al uso de los mismos por su toxicidad y la necesidad de destruir la semilla curada no vendida.

El año 1977 representó un punto de inflexión en la producción de trigo en el país, tanto desde el punto de vista técnico como productivo. Hasta ese momento, la superación de las crisis, principalmente dadas por enfermedades foliares, fueron a través de la liberación de nuevos cultivares con mejor comportamiento sanitario. En el caso de la fusariosis de la espiga, para la que la mayoría de los cultivares tenían comportamiento inadecuado, fue necesario implementar acciones que minimizaran los riesgos para hacer sustentable el cultivo de trigo. Esto implicó incorporar otras herramientas de manejo que incluyeron el conocimiento relacionado a la fenología de la floración para determinar los momentos críticos de susceptibilidad y así ajustar la eficiencia en el control químico, sistemas de predicción del contenido de toxina DON en función de condiciones climáticas y fenología del cultivo (ejemplo: modelo DONCAST disponible desde 2004).

Se comenzó a investigar en control químico para esta enfermedad en 1978. El objetivo fue determinar el momento óptimo de aplicación y la eficiencia de distintos productos. En los comienzos sólo se probaron fungicidas de la familia de los benzimidazoles. Un número muy grande de experimentos permitieron determinar una ventana de aplicación desde inicio de floración hasta plena floración con productos de alta eficiencia (triazoles) unido a ajustes en la tecnología de la aplicación.

## Última crisis, 1985

La Comisión Asesora de Certificación de Semillas del año 1984 resolvió incorporar a la lista de materiales certificados al cultivar argentino La Paz INTA resaltando su buen potencial de rendimiento, buen comportamiento a mancha de la hoja, roya de la hoja, a pesar de su susceptibilidad a roya de tallo, para lo que se recomendó evitar siembras tardías. En 1985, un año después de su recomendación, ocurrió una epifitía de roya de la hoja inusualmente temprana y severa sobre este cultivar, considerado resistente a la enfermedad de acuerdo a su comportamiento anterior (Germán et al. 1986). El efecto de la enfermedad sobre rendimiento superó al 50% en siembras tardías, cuando la enfermedad fue más severa (Figura 4.2).

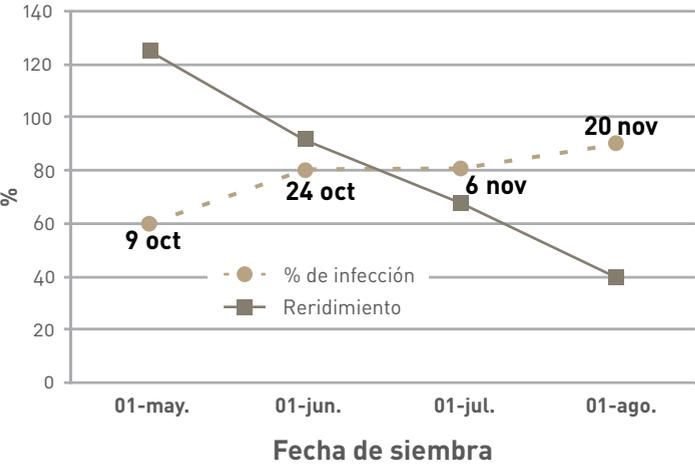


Figura 4.2: Rendimiento del cultivar La Paz INTA con respecto al promedio de ensayos y área foliar afectada por roya de la hoja al estado de grano acuoso expresados en porcentaje.

Fuente: Germán et al. 1986

Este problema se vio probablemente agravado por la concentración del cultivar en algunas zonas donde ocupó hasta 40% del área de trigo, cuando el área promedio a nivel nacional fue de 24% y la recomendación para ese año fue sensiblemente menor (10% del área). Esta situación condujo a la eliminación de La Paz INTA de las listas de cultivares aptos para certificación y de cultivares autorizados para su comercialización para el año 1986 (Germán et al. 1986) por parte de la Comisión Asesora de Certificación de Semillas que sesionó ese año.

A diferencia de La Paz INTA, el cultivar Estanzuela Cardenal, liberado inmediatamente antes de la siembra 1985, mantuvo altos rendimientos a pesar de su susceptibilidad roya de la hoja, considerándose la posibilidad de que este cultivar fuera tolerante a la enfermedad. La liberación de un cultivar susceptible a roya de la hoja fue un hito que representó un cambio en la concepción de las restricciones para la autorización de la inclusión de cultivares en los Registros de Comercialización de Cultivares (MGAP). A priori parecería una gran contradicción mantener un cultivar con susceptibilidad a roya de la hoja luego de la epifitía de La Paz INTA en 1985. Sin embargo, estudios posteriores de la base de resistencia a roya de la hoja en E. Cardenal determinaron la presencia de niveles parciales de resistencia de planta adulta (desarrollo lento de la enfermedad) que proporcionó base técnica para explicar su productividad en presencia de infecciones importantes de la enfermedad.

El uso de E. Cardenal por un período muy largo fue posible debido al uso de fungicidas que comenzó a generalizarse a nivel de producción a partir de la implementación del Plan Piloto de Trigo por parte del MGAP en 1986. Surgieron fungicidas sistémicos con efecto más prolongado sobre los hongos (grupo de los triazoles). A partir de entonces se intensificó la investigación para un uso racional de esta tecnología. Las características favorables de los nuevos productos contribuyeron a que el control químico fuera adoptado como un insumo más dentro de los costos de producción.

## *La nueva agricultura*

Hasta principios de los años 90, la agricultura nacional estaba integrada a sistemas agrícola-ganaderos con laboreo convencional que determinaba un efectivo control de los patógenos necrotróficos, tanto por efecto del enterrado del rastrojo infectado como por la rotación de cultivos. Las transformaciones ocurridas en la agricultura en el país en los últimos años hacia una creciente intensificación, han estado acompañadas de la utilización generalizada de la siembra directa, una menor diversificación en la secuencias de los cultivos y cultivares sembrados y un incremento en el uso de agroquímicos. Estos factores han inducido cambios en la dinámica de las poblaciones de patógenos (en especial a los necrotróficos) y las problemáticas asociadas a éstos.

Los sistemas agrícolas en siembra directa determinan que la base del éxito en cuanto a la conservación de suelos está centralizada en la cantidad y calidad de materia seca que queda en superficie. Pero también el rastrojo en superficie es sustrato y garantía de sobrevivencia para los hongos que dependen casi exclusivamente de su presencia, como los agentes causales de la mancha amarilla y la fusariosis de la espiga. El rastrojo en superficie no sólo funciona como reservorio de esporas, sino además induce a hongos como *Drechslera tritici-repentis* y *Fusarium graminearum* a reproducirse sexualmente produciendo pseudotecios/peritecios en los que se originan ascosporas, inóculo primario de las enfermedades respectivas. La intensidad de las mancha amarilla y de fusariosis de la espiga son afectadas directamente por la cantidad de rastrojo en superficie.

Las medidas más sustentables para lograr disminuir el riesgo de infección en un sistema de agricultura intensiva en donde más del 80% de los cultivos se siembran bajo la modalidad de cero laboreo son la rotación de cultivos y el uso de variedades resistentes. La lista reducida de especies vegetales manejadas en el presente en los sistemas agrícolas compromete el beneficio de una rotación de al menos dos años sin cultivos susceptibles como es la recomendación en base a resultados obtenidos en los últimos 15 años. A su vez, el menú de variedades de trigo disponibles actualmente no asegura resistencia a todas las enfermedades asociadas al rastrojo.

Lo anterior implica que debe continuarse el esfuerzo por obtener variedades con niveles aceptables de resistencia, adherirse al esquema de al menos un año sin rastrojo de trigo y a explorar otras medidas que se integren al uso de fungicidas como la utilización de microorganismos benéficos como por ejemplo hongos del género *Trichoderma*. Trabajos realizados por INIA y actualmente por la Facultad de Agronomía (UDELAR) indican potencialidad en su uso.

## *Consideraciones finales*

La experiencia de esta larga historia nos deja como enseñanza la necesidad de mantener y fomentar estructuras interinstitucionales a los efectos de analizar la información generada de los años agrícolas, de forma de tener capacidad de predicción y no de reacción que permita menores riesgos en pérdidas económicas a nivel del productor y del país.