

Triticale *

Enrique SÁNCHEZ-MONGE

Profesor Emérito, Universidad Politécnica de Madrid

Estos días, en los que conmemoramos el 50 aniversario de la Estación Experimental de Aula Dei, son también días para recordar y, entre estos recuerdos figuran los de los compañeros de los primeros días de Aula Dei, que ya no están con nosotros y a los que tanto echamos en falta en estos días, me refiero a Antonio Lorenzo, Luis María Villena, Mariano Cambra, Armando Abadía, Cruz Rodríguez Muñoz y, cómo no, a Don Ramón como llamábamos todos a Don Ramón Esteruelas, que siguió siendo Don Ramón aunque nos tuteáramos con él y que fue el creador de esta Estación y el iniciador de un movimiento de renovación de la Investigación Agraria y de las Enseñanzas Agrícolas.

Bajo la dirección y orientaciones de Don Ramón emprendimos, algunos de nosotros, nuestros trabajos en Mejora Genética Vegetal para aumentar las producciones y la calidad de las plantas.

Técnicas que tienen que luchar, hoy día, con los planes de políticos y economistas de las naciones ricas, que tratan de reducir la producción de algunas cosechas, llenos de un santo horror a los excedentes, pretendiendo evitar así que no bajen los precios, ni haya problemas de almacenamiento. Mientras, hablan de solidaridad con los países hambrientos, que tendrían que ser los destinatarios de tales excedentes.

En esta ojeada retrospectiva sobre lo que en la Mejora Genética Vegetal ha sido y es el triticale, voy a tratar tan solo de la contribución española y especialmente la de Aula Dei al desarrollo de esta nueva planta agrícola que, como sabéis, es un anfiploide artificial obtenido por la duplicación cromosómica de híbridos estériles entre especies de trigo, (género *Triticum*) y el centeno (género *Secale*).

El interés de Aula Dei en el triticale arranca de mi estancia como becario, en 1.946, en el

laboratorio del Dr. Albert Levan en la Sveriges Utsädesförening de Svalöv, Suecia, donde me envió D. Ramón, y especialmente a través de contactos con el Profesor Arne Müntzing del Instituto de Genética de la Universidad de Lund, el cual trabajaba entonces con triticales octoploides que obtenía a partir de cruzamientos entre trigos panaderos (<*Triticum aestivum* (L.) Thell.> y centeno común (*Secale cereale* L.).

En la Estación de Aula Dei, en el edificio que actualmente es residencia, se montó el primer laboratorio y, después de mi regreso a España en 1.947, Don Ramón me encargó de los programas de mejora de cereales. Al poco tiempo se incorporó al equipo el Dr. Joe Hin Tjio, un citogenético de gran talento y habilidad, que había sido mi compañero de bancada en el laboratorio del Dr. Levan en Svalöv.

Unos de los primeros pasos que dimos fue el de la formación de una gran colección de genotipos de cereales. Los trigos hexaploides (panaderos) y los trigos tetraploides (semoleros) de la Península Ibérica constituían el grueso de aquella colección sobrepasando las 4.000 variedades. También se incluyeron en la colección varios genotipos de los triticales octoploides del Profesor Müntzing.

En aquellos momentos pensábamos que el triticale octoploide podría ser un cereal de interés para su cultivo en los secanos españoles, ya que podía combinar, al menos teóricamente, en una sola especie, la calidad panadera del trigo con la rusticidad del centeno.

Tanto los triticales octoploides como las variedades de trigo procedentes del Norte de Europa resultaron ser demasiado tardíos para nuestras condiciones ambientales y, quizás por ello, demasiado susceptibles a la roya negra.

Después de nuestros fallos en los ensayos con triticales octoploides importados, planeamos obtener nuestros propios triticales con variedades españolas y portuguesas de trigos panaderos polinizadas con centenos también ibéricos. Pero durante la discusión de estos planes tuvo lugar la visita a Aula Dei del Profesor

* Conferencia leída en la Reunión Internacional para conmemorar el 50 Aniversario de la Estación Experimental de Aula Dei, Octubre 1994, Zaragoza



Carl A. Jorgensen de la Universidad de Copenhague, con el que comentamos dichos planes. Después de observar la gran variabilidad de genotipos entre los trigos tetraploides ibéricos, el Profesor Jorgensen nos sugirió la idea de utilizar este material como genitor femenino para la obtención de triticales hexaploides.

El Doctor Tjio y yo coincidíamos con el Profesor Jorgensen y también con el Doctor Levan, en la idea de la posible existencia de un nivel óptimo de ploidía para un máximo de vigor y productividad dentro de cada grupo taxonómico vegetal, tal como lo habían observado el Profesor Jorgensen en *Solanum* y el Doctor Levan en *Phleum*. El óptimo nivel ploídico para el trigo es la hexaploidía y podría serlo también para el triticales.

Otra hipótesis con la que jugábamos era la de que el genotipo de una especie alógama, como es el centeno, podría inducir una falta de vigor y de fertilidad floral como consecuencia de la endogamia en el triticales, dado que, este último, resulta ser un cereal autógamo, con algunas excepciones para genotipos derivados de la subespecie *dicoccoides* del trigo tetraploide.

En otro programa de Aula Dei estábamos trabajando en la obtención de líneas consanguíneas de centeno con elevada autofertilidad y, tras varias generaciones de selección en autofecundación, habíamos obtenido algunas líneas relativamente autofértiles, por lo que decidimos utilizarlas como polinizadoras para la obtención de nuestros triticales.

Los experimentos se realizaron entre 1.950 y 1.955. Se hicieron los cruzamientos en pleno campo, ya que entonces no se disponía de invernaderos ni de cámaras climáticas y se utilizaron 64 genotipos de trigo como genitores femeninos y 82 líneas de centeno como masculinos en un total de 305 combinaciones. El número de flores polinizadas fue de 26.126.

Por no disponer todavía de las técnicas de cultivo de embriones, los rendimientos fueron relativamente bajos y solamente 54 de los cruzamientos dieron origen al menos a una planta de 21 cromosomas, de los que 14 eran del trigo y 7 del centeno.

El tratamiento con colchicina para la duplicación cromosómica se realizó mediante encapuchamiento de hijuelos decapitados y se pudieron obtener 9 genotipos de triticales hexaploides de 42 cromosomas.

El Doctor Tjio y yo presentamos una corta comunicación sobre estos nuevos triticales de 42 cromosomas en el IX Congreso Internacional de Genética, que se celebró en el Lago Como en Italia en 1.953, pero la comunicación no pareció llamar demasiado la atención.

El interés de la investigación cerealista mundial en el triticales hexaploide comenzó, sin duda, durante la celebración del I Simposium Internacional de Genética del Trigo que tuvo lugar en Winnipeg, Canadá, en 1.958. Para este Simposio fuí invitado a presentar una ponencia sobre el triticales hexaploide y, después de la lectura de la misma y durante la discusión, se me preguntó la opinión acerca del futuro de este cereal como nueva planta agrícola y mi respuesta fue una afirmación rotunda de mi creencia en el éxito de su cultivo.

Además, durante el Simposio, los participantes teníamos la oportunidad de visitar un "herbario viviente" con más de 800 variedades de trigo procedentes de 40 países, que estaban sembradas en pequeñas parcelas en el mismo Campus de la Universidad de Manitoba en donde tenía lugar el Simposio. Entre estas parcelas había tres sembradas con nuestros triticales y su vigor, sanidad y tamaño de espiga despertaron un enorme interés. Fue a partir de entonces cuando importantes programas de obtención y mejora de triticales hexaploides se iniciaron en Canadá, Estados Unidos, Rusia, Hungría y, poco más tarde, en el CIMMYT en Méjico.

Después del Simposio de Winnipeg me trasladé al INIA a Madrid para hacerme cargo de la dirección el Centro de Mejora del Maíz, donde no era posible, al menos oficialmente, el dedicar tiempo, dinero o campos experimentales al triticales, pero mediante una ayuda de la Fundación Juan March puede continuar trabajando en pequeña escala y semiclandestamente. El principal objetivo del momento era la mejora de la rugosidad del grano.

Ya para entonces los mejoradores dedicados al triticales nos habíamos llevado nuestra pequeña lección de humildad, ya que el cereal que "creamos" estaba destinado en principio a sustituir al trigo del que heredaría las cualidades panaderas, teniendo al mismo tiempo la rusticidad del centeno, pero lo que realmente obtuvimos fue un cereal más apropiado para la fabricación de piensos y sólo en forma de tortas o chapati para la alimentación humana.

Otro experimento español, realizado en el INIA, fue acerca de la utilización del triticales,

cromosomas y que formaban 21 bivalentes en la meiosis. Después del quinto retrocruzamiento prácticamente todas las plantas eran de estas características citológicas.

Las líneas de triticale sobre citoplasma centeno mostraron diferentes grados de fertilidad floral, aunque siendo mucho más frecuente la fertilidad total que la androesterilidad, que sólo se encontró en dos líneas.

La plena fertilidad floral de dos de las líneas obtenidas nos indujo a realizar un estudio comparativo con sus isogénicas de citoplasma trigo y se pudo observar que, de los componentes de la productividad, el de “número de espigas por planta” y el de “número de espiguillas por espiga” fueron constantemente superiores sobre citoplasma trigo, mientras que el “peso de mil granos” fue superior para el citoplasma centeno. La fertilidad floral fue en una de las líneas superior para el citoplasma trigo y en la otra para el citoplasma centeno. En producción de grano y en proteína por Ha fueron superiores las líneas sobre citoplasma trigo. Los resultados, dado el escaso número de genotipos ensayados, no pueden generalizarse y demandan nuevas investigaciones.

La obtención de semilla híbrida de triticale nos pareció incluso más factible que la de trigo híbrido, dado el buen tamaño de las anteras de triticale y su buena producción de polen.

El método de obtención de semilla híbrida pudiera ser el de “androesterilidad aloplásmica/restauración”, para lo que se necesita disponer de una línea androestéril aloplásmica, su conservadora isogénica de citoplasma normal y una línea restauradora de la fertilidad del polen que dé, con la primera, un buen nivel de heterosis en los cruzamientos.

Para la obtención de líneas androestériles se utilizó el método de Kihara de cruzamientos de sustitución nuclear, utilizando como genitores femeninos donantes de citoplasma a trigos aloplásmicos con citoplasmas de *Aegilops ovata*, *A. caudata* y *Triticum timopheevi*. Como polinizadores en los cruzamientos y retrocruzamientos utilizamos nuestras líneas y también material procedente del CIMMYT.

En las transferencias al citoplasma ovata se alcanzó el séptimo retrocruzamiento y todas las líneas obtenidas fueron androestériles sin que apareciera ningún genotipo restaurador. Los efectos del citoplasma ovata sobre la morfología de los triticales aloplásmicos fueron menos drásticos que para el trigo, ya que sólo hubo una

ligera reducción de la talla y pequeñas diferencias en la precocidad.

Con el citoplasma caudata sólo se pudo obtener semilla viable con una de nuestras líneas de triticale y sólo se pudo llegar al tercer retrocruzamiento.

El citoplasma *timopheevi* originó también únicamente descendencias androestériles y se completó la sustitución nuclear tras los quintos retrocruzamientos.

Por lo tanto, la obtención de androestériles aloplásmicos es factible, pero haría falta investigar muchos más genotipos con el fin de encontrar restauradores.

Merecería también la pena ensayar otra técnica para la obtención de semilla híbrida, que parece prometedora en el trigo. Me refiero a la utilización de gametocidas selectivos.

Hasta aquí la enumeración de algunas de las investigaciones españolas sobre el triticale, incluido el pionero arranque de Aula Dei para los triticales hexaploides. Muchas de las líneas de investigación mencionadas se han interrumpido y, a pesar del ambiente poco favorable en la financiación oficial para programas de larga duración, como son los de Mejora Genética Vegetal, sería de gran interés reiniciar estas investigaciones y promocionar el cultivo del triticale en España y su utilización en las fábricas de piensos. En nuestro país no llegamos a las 90.000 Ha, frente a las 750.000 de Polonia, las 600.000 de China, las 300.000 de Francia, las 250.000 de Rusia y las más de 200.000 de Alemania o de Estados Unidos.

Las líneas de investigación que, a mi juicio, debían emprenderse serían, en el campo teórico, tratar de encontrar las respuestas a las preguntas siguientes:

¿Por qué después de la duplicación cromosómica del híbrido estéril entre trigo y centeno, que teóricamente da origen a un homocigoto total, hay segregación durante hasta tres generaciones, incluso para la fertilidad floral que suele ser creciente?.

¿Cuál es la mejor combinación “cromosoma/citoplasma” para el triticale?.

¿Es posible aprovechar el tamaño de las anteras y la buena producción de polen para la obtención de semilla híbrida mediante el sistema de “androesterilidad/restauración” o mediante la utilización de gametocidas selectivos?.

