

LA RESPUESTA TECNOLÓGICA DEL INIA

QUÉ HACER CON LOS CULTIVOS DE CEREALES



Nueve de cada diez variedades que se han liberado en Chile corresponden a trigos harineros, principalmente destinados a la fabricación de pan.

Diversos factores resultan favorables al cultivo de cereales como trigo, maíz y arroz. A nivel mundial, la población se incrementa actualmente a un ritmo mayor que el aumento de productividad en la generación de alimentos, de manera que la demanda crece más rápido que la oferta. Asimismo el valor del petróleo parece predestinado al alza en el largo plazo, lo que mantiene abierta la posibilidad para los biocombustibles y la consiguiente subida de precios de los cultivos. A ello se agrega que Chile es el segundo país en consumo de pan en el orbe, lo que significa una cultura alimen-

ticia favorable al trigo. Cabría agregar que nuestro mayor poder adquisitivo, al igual que el de otras economías emergentes, ha significado un incremento en el consumo de carnes y leche, donde los granos son fuente para alimentación animal, y también ha abierto una ventana para productos especiales con valor agregado.

Sin embargo, la realidad nos muestra que en nuestro territorio los cultivos anuales como trigo, maíz y arroz exhiben una disminución de su superficie en favor de frutales, viñas, hortalizas, producción de semillas y especies forestales (pino, eucalipto).

¿Qué hacer con los cultivos de cereales, de tanta importancia para un gran sector de la agricultura nacional? Ésta es una pregunta que el INIA asume como un desafío permanente, pero no con afán soñador o retórico, sino para entregar respuestas desde el punto de vista tecnológico. Las siguientes líneas dan cuenta de los aportes concretos hechos por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, además de los pasos ya dados en líneas innovadoras que aportan diferenciación y valor agregado.

Iván Matus T.

Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

imatus@inia.cl

INIA Quilamapu

Múltiples factores inciden en este fenómeno, como son aquellos relacionados con las importaciones, la forma de funcionamiento del mercado o la relación entre productores e industria. Una de las variables -que entra propiamente en el ámbito de competencia del INIA- es la tecnología, la cual permite incrementar la competitividad en la medida que mejora la productividad, la calidad e incluso permite la generación de nuevos productos y aplicaciones. Los logros que se obtengan en esta área tienen un impacto económico y social evidente. Sólo en trigo, la cantidad de agricultores pequeños, medianos y grandes que lo producen suma alrededor de 45.000 explotaciones según el

Censo Agropecuario de 2007, de las cuales el 87% corresponde a superficies menores de 50 hectáreas, 12% entre 50 y 500 hectáreas, y 1% a superficies mayores.

Logros INIA: el caso del trigo

Para dar una idea de lo que ha impactado el aporte tecnológico del INIA, haremos un breve resumen de su contribución al mejoramiento genético en trigo, ya que existe consenso respecto de que la genética representa la mitad del resultado productivo final; el otro 50% está dado por las prácticas agronómicas y el ambiente.

Como heredero de progra-

mas del Ministerio de Agricultura que se remontan a 1930, en 1964 se crea el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, asumiendo trabajos de mejoramiento genético de trigo en Santiago, Chillán y Temuco. Los tres programas se mantienen hasta hoy, pero el que existía en Santiago ahora se localiza en la Región de O'Higgins.

De las aproximadamente 260 variedades de trigo que se han liberado en Chile entre 1921 y 2008, el INIA ha aportado 160. Un 90% del total corresponde a trigos harineros (principalmente destinados a fabricación de pan) y un 10% a trigos candeales (destinados a pastas).

Uno de los logros más importantes alcanzados producto en buena parte de las inversiones realizadas por el MINAGRI a través de INIA, es el aumento del rendimiento promedio nacional desde 11,8 quintales métricos por hectárea (qqm/ha) en el periodo 1921-1931 a 46 qqm/ha en 2005-2007. El gran salto se produce a partir de 1981 (figura 1), gracias al aumento en el uso de fertilizantes, rotación de cultivos, control de malezas tanto de hoja ancha como gramíneas, y a factores como transferencia de tecnología, política de precios, entre otros, que hicieron posible la expresión del componente principal: la disponibilidad de variedades mejoradas, es decir la genética.



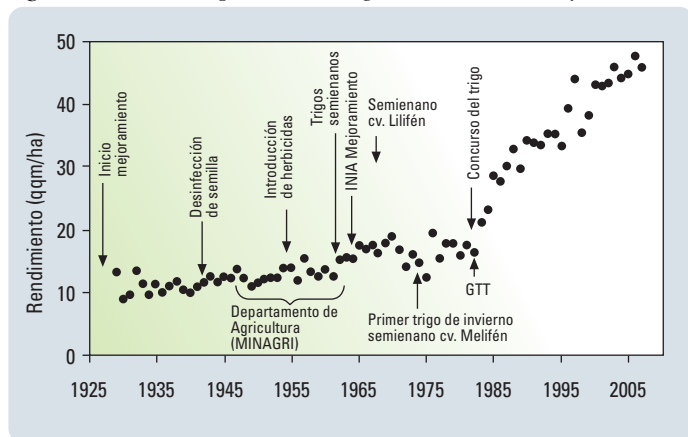
En 2004 se logró introducir el trigo candeal en la Región de Biobío. En la foto, siembra de Llaretta INIA en la precordillera de Ñuble.

Las variedades de trigo desarrolladas por INIA en muchos casos han superado los 100 qqm/ha a nivel de productor, alcanzando incluso los 180 qqm/ha a nivel experimental (Science, abril 1998). El componente genético en el control de enfermedades ha permitido que las variedades se defiendan por sí solas, y expresen su potencial con un uso racional de agroquímicos. La calidad industrial resulta fundamental y hoy, gracias a los avances en los últimos 15 años de investigación, es posible afirmar que gran parte de las variedades que se comercializan cumplen y su-



Prueba de calidad panadera de la variedad Pantera INIA. Gracias a los avances en los últimos 15 años de investigación, gran parte de las variedades que se comercializan hoy cumplen y superan los requisitos de la industria.

Figura 1. Rendimiento promedio del trigo en Chile, entre 1929 y 2005.



Fuente: ODEPA; Mellado, M. 2007; Engler et al., 2008.

peran los requisitos exigidos por la industria panadera.

El mejoramiento genético de cereales en Chile ha permitido que, en el contexto internacional, el país destaque por sus elevados rendimientos potenciales, lo cual hace que el germoplasma generado tenga un alto valor para los mejoradores del mundo.

Una de las razones de lo alcanzado es la colaboración científica y el importante intercambio de germoplasma (semillas de otros trigos) que durante todos estos años el INIA ha mantenido con países como Alemania, Francia, EE.UU., China y naciones del

como sur de América, y con organizaciones como el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) o el Centro Internacional de Agricultura para zonas Áridas (ICARDA). Las relaciones con el extranjero han permitido disponer en forma permanente de una gran diversidad genética para el desarrollo de nuevas y mejores variedades de trigo.

Alianza con el sector privado

Como parte involucrada, parece prudente que sean los lec-

tores y usuarios de la tecnología quienes valoren el aporte del sector público que hemos reseñado al mejoramiento genético en trigo. En cuanto a la participación del sector privado es importante señalar que, desde hace décadas, el INIA mantiene un modelo de gestión tecnológica estrechamente vinculado a la demanda mediante socios comerciales privados (venta de semillas certificadas), similar al de los países desarrollados.

La aplicación de este modelo implica un aporte significativo de recursos. Por ejemplo, en el año agrícola 2006/07 la venta de semillas de trigo, triticale, avena, cebada y arroz en todo el país alcanzó a los 2 millones de dólares, con un margen de US\$580 mil. Al agregar el aporte directo de la industria, que fue del orden de los US\$70 mil anuales, la suma llegó a 650 mil dólares para financiamiento de la investigación. El costo total de los programas de



INIA ya dispone de más de 200 nuevos genotipos seleccionados para evaluación por sus condiciones de resistencia a baja disponibilidad de agua.

fitomejoramiento en esos mismos rubros durante el año 2007 fue de US\$780 mil, es decir ambos flujos de origen privado aportaron más del 80 por ciento del costo de investigación y desarrollo (I + D). En temporadas de altos

precios, como el ciclo 2007/08, los márgenes obtenidos permitieron superar con holgura el 100% del financiamiento de tales programas (Informativo Agropecuario Bioleche-INIA Quilamapu N°1, 2010).

Un ejemplo destacable es el "Convenio de cooperación en las actividades destinadas al apoyo y fomento de la investigación en trigo candeal", entre Lucchetti Chile S.A. e INIA, que data de hace más de 20 años. Producto del convenio se han liberado ocho variedades y se logró introducir en el año 2004 el trigo candeal en la Región de BíoBío, una nueva área de producción.

CULTIVOS HÍBRIDOS VERSUS CULTIVOS DE AUTOFECONDACIÓN: MÁS O MENOS RECURSOS PARA LA INVESTIGACIÓN

Mucha gente se pregunta por qué existe tanta competencia de mercado en semillas de maíz y no así en trigo. La respuesta muestra las interesantes relaciones que puede existir entre la biología de las plantas, las decisiones normativas y el negocio agrícola.

Según datos del Censo Agropecuario 2007, en Chile se sembraron 42.400 hectáreas de semilleros, de las cuales el 52% corresponde a maíz. ¿Por qué es tan importante su participación en el total? Por ser un cultivo de polinización abierta, los productores están obligados a comprar semilla todos los años. Ello no ocurre en las especies de autopolinización, como es el caso del trigo, en que la semilla puede ser reutilizada al año siguiente de la cosecha. Por lo tanto, las empresas generadoras de híbri-

dos, como el maíz, ven un mayor y más rápido retorno de la inversión que en el caso de cultivos de autofecundación.

La necesidad de comprar semilla anualmente se traduce en muy buena rentabilidad y por tanto ha atraído a la inversión privada. Ésta es una de las razones por las cuales la transgenia ha avanzado en forma tan rápida en cultivos como el maíz, pero no la única. No todos los países aceptan los cultivos transgénicos, sobre todo si van a usarse para producir alimentos de consumo directo de las personas, como ocurre con el trigo. En maíz, por ejemplo, prácticamente todo el material transgénico va a alimentación animal. En el caso de la soya transgénica, el grano se procesa antes de ser consumido, y los subproductos van a consumo animal. El algo-

dón transgénico tampoco es utilizado para alimento humano.

Sólo para tener una referencia de cuáles son los recursos que se destinan a investigación en trigo y maíz, hay cifras que indican que en 2008 a nivel mundial se invirtieron menos de US\$350 millones en trigo, y en maíz más de 1.500 millones.

Un elemento que ayudará a fortalecer la inversión en trigo y en otras especies similares es la dictación de normas destinadas a la protección de la propiedad intelectual y a evitar la piratería de semillas. El INIA mantiene una postura institucional de larga data en apoyo a estas iniciativas, que incentivarán el desarrollo tecnológico de manera equivalente a las patentes de invención en el régimen de propiedad industrial (ver Tierra Adentro N°89).

Investigación de avanzada

Otro ejemplo reciente de la relación público-privada es el trigo de pan Pantera INIA Clearfield®, resultado de un convenio de investigación entre BASF Chile e INIA. Posee dos genes de resistencia a la familia de herbicidas imidazolinonas (IMI), al cual pertenece el producto comercial Eurolightning, que controla un amplio espectro de malezas. Pantera INIA Clearfield® es la única variedad con esos dos genes disponible en Chile, y una de las pocas existentes en el mundo. En este trabajo se utilizó biotecnología en los laboratorios de INIA, en un claro ejemplo de selección asistida por marcadores moleculares. El proceso tomó apenas cin-



Vivero donde se trabaja, entre otros proyectos, en la generación de una nueva clase de trigo que dé origen a alimentos funcionales.

co años desde su inicio hasta poner la variedad al alcance de los agricultores, algo totalmente inédito en Chile, pues normalmente el tiempo requerido va de 10 a 12 años.

INIA en las fronteras de la tecnología

Como hemos señalado, un factor determinante de la competitividad de los cereales es la capacidad de innovación y de agregación de valor. A continuación se reseñan algunas de las líneas en que el INIA ya ha logrado resultados importantes.

De acuerdo con las predicciones, la sequía es una situación que deberemos aceptar como fenómeno recurrente. No sólo veremos primaveras secas y falta de lluvias, sino también una competencia del agua que se utiliza en agricultura con el agua como bebida para la población.

Investigadores del INIA iniciaron trabajos en esta área hace más de un lustro, incluyendo también otros cultivos además de cereales. Las investigaciones, que se llevan a cabo en conjunto con instituciones nacionales e



Actividad de transferencia tecnológica.

internacionales, incorporan la biotecnología como una herramienta fundamental. Dentro de ella se explora el potencial de los transgénicos, aun cuando todavía muchos países, incluyendo a Chile, no permiten o ponen restricciones a su siembra comercial.

El proyecto de trigo de INIA dispone hoy de más de 200 nuevos genotipos de trigo en etapas preliminares de evaluación, que han sido seleccionados para condiciones de resistencia a baja disponibilidad de agua.

En nuestro país, un nutriente muy importante para la producción de los cereales es el fósforo.

En una gran área de la zona triguera del sur, el cultivo se establece en suelos derivados de cenizas volcánicas altamente fijadores de fósforo. Una parte del nutriente queda retenida en el suelo, por lo cual los productores deben aplicar casi el doble de lo que el cultivo realmente necesita. Una investigación en ejecución apunta a obtener trigos muy eficientes en el uso del fósforo que está capturado en el suelo, vía transgenia.

Otra línea de trabajo busca contribuir al mejoramiento de la competitividad mediante el aporte de una nueva clase de trigo, denominado trigo blanco duro,

apta para la producción de harinas de alto valor nutricional que dan origen a productos con características diferenciadoras. La riqueza química natural del grano es aprovechada para generar alimentos funcionales sustentados en el alto contenido de sustancias tales como fibras dietéticas y antioxidantes, y en la vinculación de su ingesta con la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles, por ejemplo ciertos tipos de cáncer y problemas cardiovasculares.

Así, contaremos con variedades que permitan aprovechar íntegramente sus cualidades funcionales, y también con procesos de fabricación de harinas especiales orientadas a productos de gran demanda potencial entre los consumidores. INIA ya está inscribiendo dos nuevas variedades de trigo blancos vítreos con atributos exclusivos de calidad y productividad.

En el Centro de Genómica Nutricional Agroacuícola, se están evaluando variedades de trigo para la obtención de almidones que presenten mejores características nutricionales y para una mejor peletización del alimento destinado a los salmones. Se han desarrollado poblaciones de mapeo en las cuales será posible identificar y seleccionar genes específicos que apuntan a dichos objetivos.

El empleo de partes de la planta de trigo, o de fracciones obtenidas por la separación física o química de sus componentes, hace posible la fabricación de piezas de bioplástico por moldeo, extrusión o deposición. Se utiliza básicamente el almidón, el gluten y la paja, para formar películas comestibles o empaques destinados a fruta de exportación, y en general diversos tipos de piezas desechables que requieran alta biodegradabilidad. Se dispone de un año de datos, producto de un trabajo ejecutado en conjunto con empresas privadas. **Ta**