



RED NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA

Un enfoque interinstitucional para incrementar las capacidades de investigación en mejoramiento de soja

La investigación e innovación en biotecnología resulta de suma importancia para el sector agropecuario en Uruguay. En particular en el caso de la soja, que ha crecido hasta convertirse en el principal cultivo del país, con más de un millón de hectáreas (ha), y el que utiliza prácticamente en su totalidad semillas que incluyen el uso de técnicas moleculares en el proceso de mejoramiento.

El mercado de semillas de soja en Uruguay se encuentra concentrado en algunas pocas firmas comerciales de gran porte. No obstante, es relevante para países cuya agricultura depende en gran medida de estos materiales, disponer de capacidades que le permitan formar parte del proceso, generando alianzas para me-

jorar la adaptación de los materiales genéticos a las condiciones de la región, desarrollando herramientas de evaluación e identificación, y otras que mejoren el posicionamiento del país.

En Uruguay, la productividad física (kg/ha) del cultivo de soja se sitúa, en promedio para el período 2003-2013, en el entorno de los 2000 kg/ha, esto es al menos 600 kg/ha (casi 30 %) por debajo del promedio de productividad de países como Argentina, Brasil y EEUU. A su vez, esa productividad en Uruguay presenta una alta variación interanual, asociada en gran medida a carencias en la disponibilidad de agua para el cultivo, seguido por aspectos de manejo, nutricionales y sanitarios.



Esta productividad, baja y variable, representa una amenaza para la competitividad del cultivo en un escenario probable de costos crecientes y precios estabilizándose en niveles menores a los de las últimas zafas. En el futuro cercano se espera que un mayor impacto de las enfermedades de hoja y raíz puedan afectar el rendimiento, considerando la importante área del cultivo y la frecuencia de soja en la rotación. Respecto a la disponibilidad de agua, un escenario frecuente es la ocurrencia de situaciones de estrés por falta de agua para el cultivo durante el periodo crítico, situaciones además que resultan de muy baja predictibilidad. La implementación de riego es una de las posibles soluciones, pero en cualquier caso se limitará a una proporción minoritaria del área de cultivo.

De esa forma, el mejoramiento genético mediante el desarrollo de material tolerante al tipo de sequía que se da regularmente en Uruguay, y la mejora del comportamiento frente a la presencia creciente de enfermedades del cultivo, representan una importante oportunidad para el país. En ese sentido, el aumento de las capacidades locales para comprender las variables claves de competitividad de la agricultura y de incidir en ellas con métodos eficientes, constituye un aporte relevante.

Los centros de investigación en biotecnología existentes en el país no llegan a nuclear una masa crítica de investigadores e infraestructura de alto nivel en biotecnología agrícola, con capacidad de investigar, anticiparse a nuevos desafíos e interactuar con el sector privado en la búsqueda de soluciones adaptadas a sus condiciones específicas.

La producción científica y su aplicación en las áreas privilegiadas tienen requerimientos importantes, asimilables a “costos fijos”, lo que determina tamaños mínimos elevados para poder incorporarlos. Entre estos factores se encuentran: (i) disponibilidad de recursos humanos de excelencia en las áreas requeridas; (ii) equipos e instalaciones de alto valor y especificidad; (iii) presencia y cobertura de temas que permitan relacionarse e interactuar con centros de excelencia y (iv) trayectoria en áreas que facilite la interacción con el sector privado líder, del país y del extranjero.

Por otro lado, los vertiginosos avances generados en el conocimiento biológico (capacidad para leer e interpretar genomas completos de organismos, de transferir genes en forma precisa y de medir las respuestas de las plantas o fenómica) están revolucionando las oportunidades para aprovecharlos en procesos productivos incorporando valor y desarrollando sectores intensivos en conocimiento que complementan y potencian al sector agroalimentario del país.

En este contexto, y entendiendo que el mejoramiento genético mediante el desarrollo de tolerancia a sequía y la mejora del comportamiento frente a enfermedades representan una importante oportunidad para el país, surge en febrero de 2016 la Red Nacional de Biotecnología Agrícola (RNBA). La RNBA en forma de red o consorcio de integración público-privada, permitirá interactuar de forma más igualitaria tanto con actores y centros de la región y el mundo, como también con actores privados transnacionales que tienen un papel relevante en el sector biotecnológico agrícola. El aumento de las capacidades locales para comprender las variables claves de competitividad de la agricultura, y de incidir en ellas con métodos eficientes, constituye un aporte relevante.

El objetivo general de la RNBA es contribuir al incremento de la productividad y adaptabilidad del cultivo de soja, mediante la mejora de la tolerancia a estrés abiótico (énfasis en sequía-calor) y biótico (énfasis en cancro de tallo) y a dejar instalada una capacidad local básica para aplicar herramientas biotecnológicas en forma integral a los programas de mejoramiento del cultivo.

Por otro lado, la RNBA tiene como objetivos específicos:

- i) Poner operativa una plataforma de transformación genética identificando genes asociados a tolerancia a sequía e incorporando tecnologías de edición genómica
- ii) Poner operativa una plataforma de fenotipado de precisión (estrés biótico y abiótico) que permita encontrar variables bioquímicas y fisiológicas asociadas a la respuesta a estos estreses
- iii) Generar un sistema de mejoramiento asistido por marcadores moleculares mediante el cual se identificarán marcadores moleculares asociados a caracteres de interés que permitan acelerar el proceso de mejoramiento genético
- iv) Generar una base de datos integrando datos de genotipado+fenotipado accesible a los integrantes de la red
- v) Consolidar capacidades básicas locales (equipamiento y recursos humanos) de última generación que permitan brindar servicios requeridos por programas de mejoramiento nacionales o internacionales.

La RNBA funcionará en base a cinco plataformas científico-tecnológicas y proyectos específicos de desarrollo, los que atravesarán transversalmente a las plataformas. Cada plataforma tendrá la función de coordinar y centralizar la información generada a través de las actividades relacionadas a los distintos proyectos específicos. A continuación, se realiza una breve reseña de cada plataforma.

PLATAFORMA DE GENOTIPADO Y MEJORAMIENTO MOLECULAR

Esta plataforma contará con el equipamiento y las estrategias de marcadores moleculares que apoyarán actividades de: mejoramiento asistido (selección de líneas o poblaciones de mejoramiento; retro-cruzamiento asistido por marcadores, selección recurrente asistida por marcadores), evaluación de diversidad del germoplasma, distinción varietal y registro de cultivares. Está ubicada en INIA Las Brujas.

PLATAFORMA DE TRANSFORMACIÓN GENÉTICA DE SOJA Y EDICIÓN GENÓMICA

Esta plataforma contará con las facilidades para transformar soja y realizar edición genómica, mantener y evaluar *in vitro* el germoplasma de soja apto para su transformación, así como de otras especies utilizadas para la evaluación funcional de genes candidatos. Contará con instalaciones para cultivo *in vitro*, un área de transformación por biolística y por *Agrobacterium tumefaciens*. Esta plataforma está ubicada en la Facultad de Ciencias.

PLATAFORMA DE FENOTIPADO PARA SEQUÍA

La plataforma de fenotipado permitirá la evaluación precisa y reproducible de las respuestas a estrés abiótico (sequía) de plantas de soja. La infraestructura de evaluación estará diseñada con el objetivo de evaluar un número importante de genotipos en forma simultánea. Esta plataforma permitirá controlar y manipular las variables ambientales (luz, temperatura, humedad) y al mismo tiempo podrá monitorear parámetros fisiológicos a nivel de planta de forma no destructiva. Se contará con equipamiento capaz de medir en tiempo real el crecimiento de las plantas, la actividad fotosintética y el contenido hídrico (espectroradiometría, tecnología NIR, fluorometría). Al mismo tiempo, el análisis se apoyará en técnicas de visualización en 3D de la arquitectura de la planta. Esta plataforma está ubicada en Facultad de Agronomía e INIA La Estanzuela.

PLATAFORMA DE RESPUESTA GÉNICA A ENFERMEDADES DE LA SOJA

En esta plataforma se evaluará el progreso de las enfermedades en diferentes genotipos en condiciones controladas. Se identificarán y caracterizarán los perfiles de expresión de genes relacionados con la resistencia. Se seleccionarán genes candidatos para estudios funcionales en soja y plantas modelo y se evaluará el daño celular generado y el grado de colonización de los hongos en las diferentes plantas. Esta plataforma está ubicada en el Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE) y la Facultad de Ciencias.



PLATAFORMA PARA EL DESARROLLO DE POBLACIONES DE SOJA

En esta plataforma se desarrollará germoplasma adaptado con variabilidad genética para tolerancia a estrés biótico y abiótico.

Se espera tener poblaciones con mayor tolerancia a sequía, poblaciones tolerantes a cancro y poblaciones de mapeo genético para identificación de marcadores moleculares. Esta plataforma está ubicada en INIA La Estanzuela.

Se espera que la RNBA genere impactos de largo plazo, acelerando el progreso genético en soja, por la aplicación de técnicas biotecnológicas al mejoramiento, optimizando la respuesta de los materiales a las condiciones locales, en especial al tipo de sequía frecuente en el país y en zonas asimilables de la región.

En el mediano plazo, la expectativa es que las capacidades locales se hayan fortalecido, y que el grupo de referencia sea capaz de establecer nuevos acuerdos e interactuar con instituciones científicas y empresas comerciales relevantes.

La información generada mediante las redes de ensayos instaladas, integrando información genotípica, fenotípica y ambiental accesible, además de fortalecer el proceso de mejoramiento local, podrá generar oportunidades de venta de servicios.

La integración a la RNBA de empresas relevantes del medio, así como los acuerdos que algunas de estas mantienen con firmas de peso en la generación y comercialización de material genético, y el apoyo de la Mesa Tecnológica de Oleaginosos a esta iniciativa fortalecen la orientación aplicada del trabajo. A su vez, permiten condiciones de sostenibilidad institucional y financiera, y mitigan los riesgos de mercado de los bienes y servicios a generar.

La RNBA incluye a cinco empresas (Barraca Jorge Walter Erro S.A., Cooperativa Agraria Nacional-COPAGRAN, Cooperativa Agraria Limitada de Mercedes-CALMER, FADISOL S.A. y LEBU S.R.L.), junto a la Universidad de la República (Facultad de Ciencias y Facultad de Agronomía), el Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE) y el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). La RNBA cuenta con financiamiento de la ANII, INIA y de las cinco empresas mencionadas.

