



RESUMEN INFORME TÉCNICO FINAL

PROYECTO FTG-0617/06

“IDENTIFICACIÓN Y UTILIZACIÓN DE RESISTENCIA DURABLE A ENFERMEDADES DE CEBADA EN AMÉRICA LATINA”

INTRODUCCIÓN

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) es un cultivo de gran importancia económica en América Latina, especialmente como fuente de alimentación en la región andina (agricultura de pequeños productores) y como cadena de valor de la cebada malteada en la llanura atlánticas (agricultura más empresarial). Las enfermedades son la principal limitante del cultivo, afectando significativamente los rendimientos. La forma tradicional de control ha sido a través del uso de fungicidas químicos, aplicaciones económicamente inviables en las producciones familiares y que también afectan a los sistemas empresariales. Bajo este contexto, el desarrollo de variedades resistentes y durables resultaría una alternativa más eficiente, económica y respetuosa del medio ambiente. El avance en genómica y las mejoras en infraestructura de investigación en la región, aportarían el desarrollo de nuevo germoplasma mediante la acumulación de genes de resistencia. Sin embargo, tales herramientas genómicas encuentran limitaciones en América Latina dado la heterogénea distribución de los recursos tecnológicos y los recursos humanos capacitados. La propuesta fue aportar una solución a tales limitantes, y dar un salto cualitativo y cuantitativo en el desarrollo de germoplasma de cebada resistente a enfermedades mediante el uso de la genómica.

El proyecto se inició en Agosto de 2007, con el liderazgo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República (Uruguay) y la participación del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Uruguay), la Universidad Peruana Cayetano Heredia (Perú); *Oregon State University* (EE.UU), y el *International Center for Agricultural Research in the Dry Areas* (ICARDA). El **objetivo del proyecto** fue el desarrollo de germoplasma de cebada adaptado y resistente a las dos enfermedades mediante herramientas genéticas innovadoras y el establecimiento de las condiciones necesarias para el desarrollo futuro de nuevo germoplasma con características indicadas.

RESULTADOS

El proyecto utilizó herramientas avanzadas como la caracterización genómica de alta productividad, el análisis de desequilibrios de ligamientos y la selección asistida, en dos combinaciones “cultivo-enfermedad”. Las enfermedades elegidas fueron la **Roya Amarilla (RA)** causada por *Puccinia striiformis* y la **Mancha Borrosa (MB)** causada por *Cochliobolus sativus*, consideradas representativas de problemas sanitarios del cultivo.

El **primer objetivo específico** permitió la incorporación de resistencia ya cartografiada a germoplasma adaptado, a través de la selección asistida. La fuente seleccionada para MB fue la *variedad BCD47* que presenta un QTL (*quantitative trait locus*) de resistencia en el cromosoma 1H y el *material adaptado los cultivares (cvs)* INIA Ceibo e INIA Aroma. En lo que refiere a RA, la fuente de resistencia fue la línea iBison 95-2, que tiene QTLs de resistencia en los cromosomas 1H, 4H y 5H, utilizando como padres receptores a los cvs adaptados a Perú (INIA San Cristóbal, INIA Moronera y Grignon). Los dos equipos responsables (Facultad de Agronomía para MB y la Universidad Peruana Cayetano Heredia para RA) consolidaron sus capacidades para el desarrollo de esquemas de selección asistida.

El **segundo objetivo específico** fue la identificación, caracterización y determinación de la localización genómica de resistencia a RA y MB, utilizando germoplasma de diverso origen. Para ello se organizó una colección de 330 genotipos, sobre los que se también detectaron QTLs de resistencia: 13 para MB y 9 para RA, en su mayoría no reportados previamente. El desarrollo de una tercer enfermedad denominada **Roya de la Hoja (RH)** causada por *Puccinia hordei*, en los ensayos de evaluación sanitaria permitió también la detección de 8 fuentes de resistencia para esta enfermedad. Este resultado ejemplifica la potencialidad de la herramienta creada para nuevos trabajos en otras variables no previstas inicialmente.



RESUMEN INFORME TÉCNICO FINAL

PROYECTO FTG-0617/06

El **tercer objetivo específico** fue el desarrollo de germoplasma con pirámides de fuentes de resistencia incorporadas. De las cruces entre el material resistente a MB (Ambev 293) y el cultivar adaptado y susceptible (INIA Arrayán), se obtuvieron F1 que fueron cruzadas posteriormente con líneas RC2F4. Las F1 de ésta segunda cruce obtenidas fueron multiplicadas y las muestras de ADN obtenidas han sido seleccionadas por los marcadores en el cromosoma 1H. Actualmente están siendo seleccionadas por la presencia de alelos de resistencia a MB detectados en el marco de segundo objetivo específico.

El **cuarto objetivo** fue implementación de esquemas de cooperación entre los participantes, basados en la incorporación de herramientas de análisis genómico al proceso rutinario de selección y en donde la distribución de la colección con la identificación de QTL ha sido un aporte importante. Además, simultáneamente se iniciaron varias líneas de trabajo que complementan y continúan las líneas de trabajo. La participación de varios integrantes del proyecto en estos trabajos ejemplifica la cooperación establecida. En resumen, los principales objetivos del proyecto se cumplieron, y son los siguientes:

1. Se desarrolló germoplasma con incorporación de un QTL para MB detectado previamente.
2. Se detectó resistencias a MB, RA y RH, la mayoría de ellas en regiones genómicas sin reportes previos de resistencias a dichas enfermedades, lo que permite concluir que se trata de nuevas resistencias.
3. Se comenzó para MB, un proceso de construcción de pirámides de resistencia utilizando la resistencia ya conocida y alguna de las nuevas resistencias detectadas en el proyecto.
4. Se consolidó una red de colaboración y apoyo técnico entre los participantes del proyecto y otros colaboradores.
5. Se generó una herramienta (la colección caracterizada genotípicamente) con alto potencial para su uso en el estudio de variables no incluidas en el proyecto, en otros proyectos de investigación.
6. Se formaron recursos humanos de alta calificación en la temática del uso de herramientas genómicas en apoyo al mejoramiento genético. El proyecto además generó capacidades reales y probadas en la temática.
7. Se desarrollaron herramientas específicas para el análisis de la información generada, en particular el uso de un análisis conjunto en varias etapas para incluir todos los QTLs y todos los ambientes. En el caso del análisis de variables discretas se está trabajando en el desarrollo de rutinas específicas.
8. La mayoría de los problemas encontrados en la ejecución del proyecto estuvieron comprendidos dentro de las provisiones de la propuesta original y pudieron ser superados en el marco de la normativa de FONTAGRO.

CONCLUSIONES

Los resultados presentados y el proceso de su obtención muestran el avance en el logro de los principales objetivos. Sin embargo, también existieron dificultades que fueron gestionadas a lo largo de todo el proceso, derivadas de fallas logísticas y el riesgo implícito en el uso de técnicas avanzadas en desarrollo. Consideramos que, más allá del reconocimiento de las dificultades, el proyecto aportó avances concretos tanto desde el punto de vista del material avanzado adaptado como también la identificación de fuentes de resistencia, que serán la base de futuros desarrollos a nivel regional. Por otra parte la formación de recursos humanos capacitados en el uso de técnicas avanzadas es un producto relevante del presente proyecto y una base sólida para el desarrollo de la genómica aplicada a nivel regional. Los nuevos proyectos de continuación de la línea de trabajo por parte de las instituciones participantes son evidencia de esto. Para el equipo técnico la concreción del proyecto implicó desafíos, tanto desde el punto de vista administrativo como de generación de estructuras de cooperación, entre otros; y consideramos que el resultado demostró que se ha estado a la altura de los mismos. El continuo apoyo de la Secretaría Técnica ha sido fundamental para la concreción del trabajo.

Para mayor información sobre el proyecto, visitar el siguiente enlace:

<http://www.fontagro.org/proyectos/identificaci%C3%B3n-y-utilizaci%C3%B3n-de-resistencia-durable-enfermedades-de-cebada-en-am%C3%A9rica-lati>