



EL MEJORAMIENTO GENÉTICO Y LA BIOTECNOLOGÍA COMO HERRAMIENTAS PARA LA ADAPTACIÓN DE LA AGRICULTURA AL CAMBIO CLIMÁTICO

El efecto del cambio climático en la agricultura podría impactar seriamente la actividad agrícola tradicional, particularmente a la pequeña y mediana agricultura, reduciendo los rendimientos con diferencias importantes entre las regiones. De esta manera, el calentamiento global en latitudes medias y altas, permitiría extender la estación de crecimiento. Con ello se podría adelantar la época de plantación, obtener cosechas más tempranas y aumentar el número de ciclos en una temporada. Contrariamente, el calentamiento global en latitudes más bajas, puede ser un factor negativo para los rendimientos. Cuando las temperaturas exceden los rangos óptimos para los procesos biológicos, y las plantas sufren por estrés a altas temperaturas, los cultivos responden negativamente, colapsan y bajan sus rendimientos. Estos cambios climáticos podrían ser muy desfavorables en áreas en las cuales los cultivos crecen bajo condiciones límites de temperatura o de disponibilidad de agua.

María Teresa Pino Quezada
Ingeniera Agrónoma. Ph.D.
mtpino@inia.cl
INIA – La Platina

Luis Inostroza Fuentealba
Ingeniero Agrónomo. Dr. Cs.
INIA – Quilamapu

Julio Kalazich Barassi
Ingeniero Agrónomo. Ph.D.
INIA – Remehue

Como la agricultura depende de la disponibilidad de agua, la sequía y cualquier cambio en el régimen de precipitaciones, definitivamente afectaría a gran parte de los cultivos y frutales. Particularmente, los sistemas productivos de secano serían los más afectados.

En el caso de países más avanzados, éstos ya desarrollan investigación para adaptarse a los efectos del cambio climático en aspectos como uso más eficiente del agua, variaciones en la época de siembra, mejoramiento genético y la búsqueda de genes para dar tolerancia a los distintos tipos de estrés que enfrentarán las plantas. Desde el punto de vista del mejoramiento genético y la biotecnología, existen varias herramientas disponibles en el ámbito de la genética que permitirían mejorar la búsqueda de variedades. Ello de modo que logren buenos rendimientos frente al cambio climático; como uso de recursos genéticos, mejoramiento genético convencional, uso de herramientas moleculares como marcadores moleculares, transgenia y cisgenia, entre otros.

Para abordar la problemática, el Ministerio de Agricultura de Chile (MINAGRI), ha priorizado el “Proyecto Integrado sobre Riesgo Climático y su Prevención en el Sector Silvoagropecuario”, el que considera dentro de sus líneas de trabajo desarrollar herramientas tecnológicas para adaptar los sistemas productivos a los nuevos escenarios climáticos, basadas en el mejoramiento genético. En principio, el proyecto abordará tres grupos de cultivos de importancia para la seguridad alimentaria y economía nacional: Cereales (Trigo y Cebada), Solanáceas (Papa y Tomate) y Forrajeras (Loterías y Trébol blanco).

Los objetivos de esta iniciativa se pueden resumir en los siguientes:

1. Determinar el efecto de alzas en las temperaturas y sequía en las actuales variedades que se cultivan en Chile.
2. Identificar material genético (germoplasma y genes) para ser incorporados a los programas de mejoramiento genético tendientes a desarrollar nuevas variedades adaptadas al cambio climático.
3. Implementar una Plataforma de mejoramiento genético para el cambio climático en términos de capacidades humanas, científicas y de infraestructura.

En búsqueda de la adaptación genética de Solanáceas al cambio climático.

En actualidad el consumo de papa a nivel mundial y nacional crece aceleradamente por la gran importancia que ha cobrado como producto agroindustrial para procesamiento y como producto demandado en importantes mercados en sus diversas opciones. En Chile, el cultivo de la papa está presente en todas las regiones. Sin embargo, las mayores superficies se concentran entre la Región de Coquimbo y la Región de los Lagos, siendo la Región de la Araucanía la que presenta la mayor superficie, con 13.406 ha. Esta es seguida por la Región de los Lagos, con 11.229 ha, y la del Bío Bío, con 8.441 ha (ODEPA, 2010).

A pesar de ser un cultivo ampliamente distribuido, la papa cultivada es sensible a condiciones extremas de temperatura y sequía. Su rendimiento se ve seriamente afectado por restricciones hídricas y temperaturas extremas como heladas; disminuye el número de tubérculos así como el tamaño del tubérculo. Todo esto conduce a pérdidas económicas importantes entre los agricultores y consecuentemente a alzas en los precios.

Chile conforma parte importante del centro de origen de la papa y el tomate. Estas especies se caracterizan por poseer una alta variabilidad genética, así como la presencia de caracteres altamente deseables para su introgresión en cultivares comerciales como son la resistencia a diferentes tipos de patógenos, tolerancia a estrés abiótico, entre otros.

Bajo este contexto es fundamental no sólo mejorar el uso eficiente del agua, sino además desarrollar variedades adaptadas a ambientes con restricciones hídricas y a eventos climáticos extremos como las heladas. Para ello, INIA ha implementado una serie de líneas de investigación tendiente a dar respuestas a estos problemas.

En búsqueda de la adaptación genética de leguminosas forrajeras al cambio climático.

En Chile, en los últimos 10 años la demanda creciente por suelos de buena calidad para la explotación de cultivos intensivos y establecimiento de sistemas productivos de exportación (frutales y vides) más renta-

Líneas de Investigación en Papa y Tomate.

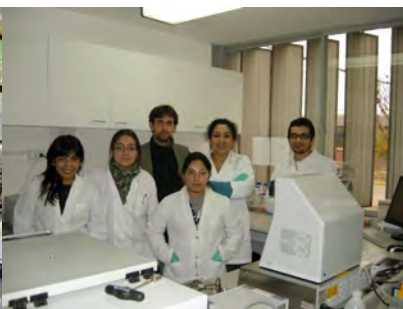
1. Respuesta agronómica de Solanáceas (papa y tomate) a condiciones extremas de temperatura y sequía.
2. Desarrollo y selección de genotipos de papas cultivadas (*Solanum tuberosum*) tolerantes a sequía.
3. Desarrollo y selección de genotipos de papa y tomate tolerantes a temperaturas extremas.
4. Introgresión de genes de tolerancia a bajas temperaturas en papa cultivada.
5. Identificación de regiones cromosómicas (QTL) y genes asociados a la tolerancia a sequía y eficiencia en el uso del agua en papa y tomate.
6. Desarrollo de plataforma de mejoramiento del tomate cultivado frente a estrés de tipo abiótico.
7. Estudio de componentes antioxidantes en frutos de tomate silvestre para su introgresión en tomate cultivado.

bles, ha ocasionado una caída cercana a las 100.000 hectáreas en la superficie destinada a la producción de forrajes. Producto de la competencia por el recurso edáfico, la ganadería está siendo desplazada hacia ambientes “marginales”, los que frecuentemente presentan suelos de baja fertilidad, con problemas de pH, mal drenaje y con periodos de sequía.

Como consecuencia de lo anterior, las praderas se cultivan cada vez más al límite de su adaptación, en áreas donde la habilidad para tolerar estrés ambiental se ha tornado una característica esencial. La adaptación de las especies forrajeras a ambientes marginales toma mayor relevancia al considerar los efectos del cambio climático en los ambientes mediterráneos de Chile continental. Se estima que para fines del siglo XXI ocurrirá una reducción cercana al 30% en la cantidad de precipitaciones y un incremento de 2 a 4°C en la temperatura del aire. Como consecuencia, esta situación hace imprescindible contar con genotipos de especies forrajeras



Grupo RRGG - praderas y tomate - INIA - Quilamapu



Grupo de trabajo INIA - La Platina



Grupo RRGG - Praderas - Quilamapu



Grupo mejoramiento genético cambio climático - La Pradera

Principales líneas de Investigación en Forrajeras .

1. Desarrollo y selección de genotipos de Lotera (*Lotus spp.*) tolerantes a sequía.
2. Desarrollo y selección de genotipos de Trébol blanco (*Trifolium repens*) con alta eficiencia en el uso del agua.
3. Identificación de regiones cromosómicas (QTL) y genes asociados a la tolerancia a sequía y eficiencia en el uso del agua en leguminosas forrajeras.
4. Estudio y caracterización de genes implicados en procesos de nodulación y tolerancia a estrés biótico y abiótico en leguminosas forrajeras.
5. Desarrollo de prácticas agronómicas para incrementar la eficiencia de captura de recursos (agua, fósforo y nitrógeno) de sistemas productivos forrajeros.
6. Caracterización agronómica de especies y variedades forrajeras introducidas a la Zona Centro-Sur de Chile.

tolerantes a sequía y desequilibrios térmicos.

Desafíos y Proyectos

Entre los desafíos que enfrenta un grupo de trabajo interdisciplinario que se ha formado dentro del INIA, constituido por fitomejoradores, fisiólogos y biólogos moleculares, está buscar y mantener financiamiento a largo plazo para este tipo de investigación aplicada. La generación de variedades adaptadas o con mejor grado de respuesta frente a las nuevas condiciones climáticas asociadas al calentamiento global no es una tarea fácil, sino un trabajo a largo plazo, que requiere financiamiento y dedicación de recursos humanos. En los últimos años, INIA ha ganado algunos proyectos que permitirán soportar el desafío de adaptación genética al cambio climático y la colaboración interdisciplinaria de especialistas, incluyendo también la participación de investigadores de otros países. Entre ellos es importante mencionar los que a continuación se indican:

1. PROYECTO FONTAGRO AT/OC-11943-RG:

“Adaptación de los Sistemas Productivos de Papa y Trigo al Cambio Climático (2010-2013)”. Actualmente, el INIA está desarrollando un estudio con países como Perú (para papas), y Uruguay (para trigo), que busca intercambiar e identificar material genético que se adapte a sequía y temperaturas

extremas. En este proyecto se caracterizará fisiológicamente los genotipos con metodología estandarizada entre los países participantes y molecularmente los genotipos a fin de incorporarlos a los programas de mejoramiento genético en papa y trigo de cada país. Investigador Líder del Proyecto: Dra. María Teresa Pino Q., INIA – La Platina.

2. PROYECTO FONTAGRO:

“Desarrollo y valoración de recursos genéticos de *Lycopersicon spp* para su utilización en mejoramiento genético de Solanáceas frente a estrés biótico y abiótico (2010-2012)”. Investigador Líder del Proyecto: Dr. Gerardo Tapia S – M., INIA - Quilamapu.

3. PROYECTO FONDECYT:

“Characterization of a mutant for a non specific lipid transfer protein (nsLTP) in *Lotus japonicus*: study of cuticle modifications and implication in drought tolerance (2010-2012)”. Investigador Líder del Proyecto: Sr. Gerardo Tapia S- M., INIA – Quilamapu.

4. PROYECTO FONDECYT:

“Association mapping analysis of perennial forage legume species: Physiological and genetic study to identify quantitative trait loci (QTL) on *Lotus tenuis* drought tolerant (2010-2012)”. Investigador Líder del Proyecto: Dr. Luis Inostroza F., INIA – Quilamapu.

