

PICTOS 2003

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA ORIENTADOS

ASAGIR

ASOCIACIÓN ARGENTINA DE GIRASOL

ANPCYT

AGENCIA NACIONAL DE PROMOCIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

BASES CIENTÍFICAS
para el **DESARROLLO**
DEL GIRASOL DEL FUTURO

CONSEJO DIRECTIVO ASAGIR 2009 - 2010

Presidente
Ricardo Negri
El Mallín

Vicepresidente 1ro
Orlando Vellaz
Advanta

Vicepresidente 2do
Guillermo Pozzi

Secretario
Juan Carlos Arana
Oleaginosa Moreno

Tesorero
Ramiro Costa
Bolsa de Cereales

Prosecretario
Gustavo Silva
Bayer

Protesorero
Jorge Domínguez
Molinos Río de la Plata

Vocales
Abelardo de la Vega

Fernando Negri
AACREA

Alicia Ruppel
Bolsa de Cereales de Bahía Blanca

Vocales Suplentes
Pablo Bergadá
Nidera Semillas

Raúl Tomá
SRA

Armando Casalins
Federación de Acopiadores

Ernesto Bolton
Vicentín

Antonio Hall

Comisión Revisora de Cuentas

Vocales Titulares
Fernando Cozzi
Cargill

Horacio Urpi

Vocales Suplentes
Francisco Pérez Brea
Syngenta

Luis Arias
Cazenave y Asociados

Coordinador Técnico
Carlos Feoli
Convenio INTA - ASAGIR

SUMARIO

¿Por qué agregarle conocimiento a la cadena del girasol argentino? <i>Por Ricardo Negri, presidente de ASAGIR.</i>	3
Una exitosa experiencia de vinculación <i>Por Víctor Jorge Kopp, FONCyT, ANPCyT.</i>	4
LA HISTORIA DE LOS PICTOS	5
LOS NUEVOS APORTES DE LA CIENCIA: ¿Qué le dejan los 9 proyectos al girasol argentino?	6
DESAFÍOS DEL DESARROLLO GENÉTICO DEL GIRASOL	9
Los 9 PICTOS	11
1. Factores determinantes de la maximización del rendimiento y la calidad industrial del girasol	12
2. Proteínas y lecitinas de semillas de girasol: aplicaciones en el desarrollo de nuevas tecnologías	16
3. Ecofisiología de la tolerancia a la densidad poblacional y la resistencia al vuelco/quebrado en girasol	21
4. Selección de genotipos de girasol resistentes a imidazolinonas por metodologías no convencionales	25
5. Obtención de plantas de girasol transgénicas que expresen múltiples genes antifúngicos	29
6. Identificación de diferentes fuentes de resistencia genética a la podredumbre del capítulo de girasol (<i>Sclerotinia Sclerotiorum</i>) mediante herramientas genómicas	36
7. Producción sustentable de girasol en la región semiárida pampeana central	41
8. Análisis genético de la respuesta del crecimiento foliar del girasol al déficit hídrico: hacia un aumento de la estabilidad y el potencial de rendimiento de la producción en secano	44
9. Conservación y evaluación de especies silvestres de girasol de importancia para el mejoramiento genético	47



ASAGIR - Asociación Argentina de Girasol
Av. Corrientes 119 - C1043AAB - Ciudad de Buenos Aires - Argentina
consultas@asagir.org.ar
www.asagir.org.ar

Cuadernillo Informativo Nº 16
Octubre de 2009
REPUBLICA ARGENTINA
Edición: 3500 ejemplares
Distribución Gratuita

Editor Responsable
Ing. Agr. Carlos Feoli
Coordinador Técnico del Convenio INTA-ASAGIR

Producción Integral
SAVIA comunicación
www.saviacomunicacion.com.ar



→ LA VISIÓN DE ASAGIR

¿Por qué agregarle conocimiento a la cadena del girasol argentino?

por el Ing. Agr. Ricardo Negri

Pronto se cumplirán diez años de la reestructuración de la Asociación Argentina de Girasol. Apenas reiniciada la actividad, el Consejo Directivo de entonces entendió que se debía poner énfasis en la competitividad del cultivo, para lo cual fue imprescindible que la red de valor involucrada acordara las acciones prioritarias para el logro de dicho fin. Este objetivo de mejorar la competitividad del cultivo sigue vigente y se renueva todos los años.

Si se consideran los grandes países proveedores de girasol, se llega a la conclusión de que sólo en una región, como la Unión Europea, y en un país, como la Argentina, hay una base de científicos investigadores dedicados no sólo al cultivo sino también a los usos industriales y a las diversas aptitudes de la oleaginosa para satisfacer necesidades principalmente, aunque no exclusivamente, alimentarias. Al no ser Estados Unidos un país girasolero, los programas de investigación de sus principales empresas de semillas y agroquímicos, no están específicamente orientados al girasol sino más bien a cultivos que compiten, en el uso del suelo, con el nuestro.

Fue así que se decidió, entonces, impulsar un Programa de Investigación que echara raíces y tuviera continuidad para favorecer la competitividad del cultivo y fortalecer la base de recursos humanos altamente calificados de la que, afortunadamente, nuestro país dispone.

El paso siguiente fue, a mi entender, uno de los mejores ejemplos del logro de sinergias en la asociación público-privada que se puede mostrar en la Argentina. Junto a la ANPCyT, se logró la co-financiación de los Proyectos PICTO, cuyos resultados resumidos hoy me enorgullece presentarles. El aporte económico efectuado por las empresas socias de ASAGIR fue decisivo para obtener la co-financiación requerida: los recursos públicos fueron asignados con un criterio de Programa y en base a Proyectos que se seleccionaron conjuntamente y que siempre reflejaron las prioridades de la Asociación.

Es muy importante resaltar que, en el diseño de los proyectos, se trabajó activamente desde la Asociación, pero

siempre respetando las pautas de formulación de proyectos de los programas PICTO. Esta combinación de objetivos bien trazados y metodologías internacionalmente reconocidas para el desarrollo de programas de investigación, fue la base para la continuidad de los proyectos y el logro de los mejores resultados. Se demostró así que la red de girasol podía agregar valor, sin requerir del productor girasolero ningún financiamiento específico y haciéndolo beneficiario de las mejoras que pudieran obtenerse en programas correctamente diseñados y ejecutados. Como corresponde, se hizo un control de gestión del proyecto: la ANPCyT y ASAGIR impulsaron dos talleres de revisión de resultados parciales y un taller de presentación de resultados finales, evaluados en todos los casos por prestigiosos investigadores, científicos y profesionales especialistas en las diversas áreas convocados "ad hoc" con ese fin. En general, ellos reconocieron su altísima prioridad y su destacada relevancia. También dieron claras señales de que se debía seguir profundizando en algunos de ellos, amén de incorporar otros, para que el espectro de cobertura de los futuros programas pudiese reflejar el permanente cambio que, obviamente, tiene la dinámica de la innovación y el desarrollo tecnológico.

En ASAGIR seguimos creyendo en la importancia de profundizar esta línea de trabajo que, entendemos, aporta al mantenimiento de equipos de investigadores y al logro de mejoras visibles en toda la cadena de valor del cultivo. Por eso, estamos comprometidos a seguir adelante en este camino. Interpretamos que esta publicación, en la que difundimos los resultados de nuestro compromiso con la parte técnica de la competitividad del girasol, es muy valiosa. Esperamos que esta experiencia sea seguida por otras, tal como se merece un cultivo tan importante para nuestro país y tan necesario para nuestros productores.

El autor es productor agropecuario y presidente de la Asociación Argentina de Girasol (ASAGIR), período 2009/11.



→ DESARROLLO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL GIRASOL

Una exitosa experiencia de vinculación

por el Ing. Agr. Víctor Jorge Kopp

En la Argentina es aún poco relevante la participación del sector privado en la financiación de la actividad de ciencia y tecnología, ya que por una parte las investigaciones se orientan habitualmente a la generación de conocimientos destinados al dominio público, por lo tanto sus resultados generalmente no son apropiables, y por la otra el sector productivo no reconoce necesariamente como fuente de competitividad a la actividad científica y tecnológica.

Tampoco es común que una cadena de producto participe financiando proyectos científicos o de innovación tecnológica. Sin embargo, la Asociación Argentina del Girasol (ASAGIR) creyó que invertir en ciencia y tecnología podía ser un buen negocio para la red de valor del girasol.

Es así como, en conjunto, con la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica acordaron en el año 2002 destinar cada una la suma de 250.000 pesos por año y durante tres años para financiar proyectos de investigación científica y tecnológica orientados (PICTOS) que contemplaran al girasol como objetivo principal de la investigación.

A la Convocatoria PICTOS ASAGIR se presentaron 21 proyectos, de los cuales la comisión ad-hoc integrada por representantes de ASAGIR y de la Agencia recomendaron para financiar nueve. Éstos fueron los presentados por Silvana Petruccelli del CONICET; Marisa López Bilbao, Alberto Escande, Raúl Rodríguez y Jesús Pérez Fernández del INTA; Antonio Hall de la UBA; Liliana Picardi de la UN de Rosario; Luis Aguirrezábal de la UN de Mar del Plata y Luis Hernández de la UN del Sur.

El monto total de los subsidios que aportaron la Agencia y ASAGIR fue de \$ 1.500.000 y se financiaron proyectos de germoplasma, ecofisiología, fitopatología, efectos del ambiente, resistencia a herbicidas, producción sustentable y calidad industrial del girasol. Los proyectos se iniciaron a finales del 2003, después de haber recibido la primera cuota anual del subsidio.

Además de las tareas de seguimiento habituales realizadas por la Agencia a los proyectos, se organizó conjuntamente con ASAGIR en el año 2006 un taller de evaluación de medio término de los PICTOS, con la participación de los investigadores responsables, expertos invitados por ASAGIR y representantes de las instituciones beneficiarias de los subsidios. Los expertos se interiorizaron de la marcha

de los proyectos, aportaron ideas y en algunos casos sugirieron la reorientación de los trabajos.

También se realizó en forma conjunta el seguimiento administrativo y financiero de los fondos de los subsidios, a través de los mecanismos habituales. Con los fondos de los subsidios se adquirieron insumos, bibliografía y equipos, se pagaron viajes de campaña, los investigadores pudieron asistir a congresos científicos e invitar a investigadores extranjeros, se contrataron servicios especializados indispensables en la investigación y se formaron recursos humanos a través de nueve becas de doctorado.

Cuando los proyectos estuvieron finalizados, se organizó nuevamente en forma conjunta un Taller de evaluación de la Convocatoria, donde los investigadores expusieron los resultados, se evaluó su posible impacto en la cadena de valor, la eficiencia integral del Programa PICTOS y se extrajeron recomendaciones para una eventual nueva Convocatoria.

Esta experiencia exitosa llevada adelante por la Agencia y ASAGIR ha abierto nuevas expectativas de interacción e integración en la concreción de objetivos comunes. Por lo pronto, la Agencia ha seguido avanzando en el diseño de nuevos instrumentos de promoción que permitan una mayor integración horizontal de diferentes actores del sector científico y del productivo. En ese marco, el Proyecto de Área Estratégica -PAE- aprobado para su financiamiento: "Caracterización genómica funcional de girasol para su mejoramiento en características de tolerancia a estreses bióticos y abióticos, así como producción y calidad de aceite utilizando herramientas moleculares", tal como describen sus autores, pretende conformar una red multidisciplinaria de capacidades en el uso de biotecnologías emergentes de los nuevos desarrollos moleculares que contribuya a incrementar la competitividad y sustentabilidad de la cadena de valor del girasol. La transferencia tecnológica se consolidará en la medida en que los desarrollos logrados en este proyecto atiendan las demandas de los distintos actores que componen la cadena de valor.

El desafío es capitalizar la exitosa experiencia encaráda con ASAGIR y saber aprovechar las oportunidades que brinda invertir en conocimiento.

El autor es responsable del Área de Seguimiento de Proyectos del FONCYT, Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

→ LA HISTORIA DE LOS PICTOS



La presentación final de los 9 proyectos financiados se realizó en la Bolsa de Cereales de Buenos Aires el 9 de septiembre de 2008. Del acto, entre otros, participaron el Director del Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT) de la ANPCyT, Dr. Armando Bertranou, el entonces vicepresidente 1º de ASAGIR, Pablo Bergadá, y el Coordinador Técnico del convenio INTA-ASAGIR, Carlos Feoli.

Antecedentes

Allá por el año 2002, la Asociación Argentina de Girasol contaba con la visión de que si bien la Argentina era y es un muy importante actor en la producción primaria y en la comercialización mundial del producto elaborado, dado el relativamente mayor desarrollo tecnológico de otros oleaginosos, el girasol necesitaba apoyo para conservar esa posición.

Así surgió la necesidad de impulsar acciones a favor de la promoción del producto, mediante la integración de la Cadena de Valor lograda a través de la reorganización de la Asociación Argentina de Girasol.

En este nuevo marco fueron discutidas y consensuadas prioridades y estrategias de acción, acordándose la importancia del impulso tecnológico para la producción primaria.

De este planteo base surgió la primera acción: el Programa Subsidios 2002, una prueba piloto a través de la cual se subsidiaron actividades de 13 proyectos de investigación durante un año.

Los avances logrados estimularon ir por más y en 2003 se firmó un convenio con la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) para el desarrollo de un Programa de Subsidios a Proyectos de Investigación en Ciencia y Tecnología Orientados, PICTOS, para la financiación de proyectos de investigación.

2003, el nacimiento

El programa tiene por objeto promover las actividades de investigación científico - tecnológicas orientadas a la resolución de los problemas productivos, en este caso del girasol, definidos a propuesta de ASAGIR y de común acuerdo con la ANPCyT. Consiste en la financiación conjunta y en partes iguales, de proyectos de investigación científica y tecnológica que, respondiendo a niveles de calidad preestablecidos, constituyan tópicos de interés de la Asociación.

Las instituciones ejecutoras del programa acordaron, mediante protocolos específicos, convocatorias a proyectos de investigación científicos y/o tecnológicos de grupos de investigación pertenecientes a instituciones de investigación públicas o privadas.

La Convocatoria para la financiación de proyectos hasta un total de un millón y medio de pesos durante el trienio 2003 / 2006 fue realizada en Marzo de 2003 y fueron presentados un total de 21 proyectos para su evaluación.

La Comisión Ad Hoc, integrada con representantes de la ANPCyT (Martín Oesterheld y Sergio Lernardon) y ASAGIR (José María Bruniard y Carlos Haerberle) designada para evaluar la pertinencia de aquellos proyectos que superaron la instancia de calidad, seleccionó, para su financiación, un total de 9 proyectos que se presentan en esta publicación.

Se cierra una etapa

En la Bolsa de Cereales de Buenos Aires, el martes 9 de septiembre de 2008, fueron presentados a la comunidad científica y productiva las conclusiones de los 9 proyectos de investigación seleccionados.

Los investigadores que compartieron su trabajo de varios años ante el grupo de expertos fueron Raúl Rodríguez, Marisa López Bilbao, Jesús Pérez Fernández y Alberto Escande del INTA, Luis Aguirrezábal de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Antonio Hall de la FAUBA, Graciela Nestares de la Universidad Nacional de Rosario, Silvana Petruccelli del CONICET, y Lilia Lindström de la Universidad Nacional del Sur.

En todos los casos, los proyectos no sólo realizan contribuciones a distintos eslabones de la cadena de girasol sino que colaboran en la formación de recursos humanos especializados en el cultivo, que garantizan la continuidad en el avance de la ciencia vinculada al girasol en la Argentina.

→ LOS NUEVOS APORTES DE LA CIENCIA

¿Qué le dejan los 9 proyectos al girasol argentino?

1. Maximización del rendimiento

PICTO-ASAGIR 08: 13151

“Factores determinantes de la maximización del rendimiento y la calidad industrial del girasol (*Helianthus annuus L.*)” es la investigación a cargo de Luis Francisco Hernández y que contó con un subsidio de 94.271 pesos. Lilia Lindström, del equipo de trabajo, presentó los resultados sobre el desarrollo de la cutícula y ceras epicuticulares del pericarpio del fruto de plantas crecidas en condiciones naturales, el desarrollo in vitro de capítulos indiferenciados de girasol, el estudio de la dinámica del crecimiento del fruto bajo estrés lumínico y el desarrollo del modelo de la fractura del pericarpio de frutos de girasol utilizando el MEF, para el estudio de la aptitud al descascarado.

2. Proteínas y lecitinas

Proyecto PICTO-ASAGIR 08: 13156

El proyecto “Proteínas y lecitinas de semillas de girasol: aplicaciones en el desarrollo de nuevas tecnologías” estuvo a cargo del equipo de trabajo liderado por Silvana Petrucci y contó con un subsidio total de 180 mil pesos. Los investigadores se abocaron a darle un mejor uso a las proteínas y a las gomas de girasol. “Las proteínas, actualmente, sólo se utilizan para la alimentación animal, mientras que podrían usarse en otro tipo de aplicaciones, como materiales biodegradables”, aseguró Petrucci. Y agregó que la limitante para aprovechar estos subproductos es la falta de una planta que realice los procedimientos a escala industrial de extracción de proteínas.

La idea del proyecto consistía en averiguar si las proteínas de la harina que se obtienen luego del aceite, que sufre calentamiento térmico, pierden sus características estructurales y si se podían utilizar algunas propiedades que son útiles. “La respuesta es sí”, explicó Petrucci.

Según la experta, históricamente una gran desventaja del girasol fue su componente fenólico, que está en la cáscara. Sin embargo, en la actualidad, “con la tendencia hacia alimentos funcionales, conservarlo es bueno porque tiene propiedades antioxidantes. Lo que habría que ver es la manera de incorporarlo en un producto sin que le afecte el color”, detalló.

Otra arista de la investigación fueron las lecitinas de girasol. En el caso de las de soja se utilizan en helados, chocolates o mayonesas. Las de girasol, en cambio, no se están utilizando, pudiendo aprovecharse mediante un proceso de extracción mucho más sencillo que el de proteínas.

“La forma de obtener y utilizar proteínas y lecitinas de girasol está disponible, con el conocimiento y los especialistas, lo que falta es un interés en realizarlo a nivel industrial, reutilizando los subproductos que las aceiteras descartan y generando un nuevo producto con más valor”, concluyó Petrucci.

3. Resistencia a vuelco

Proyecto PICTO-ASAGIR 08: 13159

“Ecofisiología de la tolerancia a la densidad poblacional y la resistencia al vuelco / quebrado en girasol” es el proyecto coordinado por Antonio Hall, que contó con una financiación de 140.769 pesos. El estudio logró indicadores

de tolerancia a la alta densidad poblacional que permitirán seleccionar híbridos apropiados para los sistemas de intersemebra girasol/soja y en lo que hace al mejoramiento, trabajar sobre las respuestas del 4to entrenudo y la inclinación de los tallos.

En lo que hace a los indicadores de tolerancia al vuelco y al quebrado, su aporte radica en la posibilidad de realizar estimaciones zonales de riesgo de vuelco y quebrado, por ejemplo, para la implementación de seguros agrícolas y, en el eslabón mejoramiento, trabajar sobre la identificación de indicadores indirectos de tolerancia al vuelco (diámetro del plato de raíces) y al quebrado (espesor epidermis + corteza).

4. Genotipos resistentes a imidazolinonas

Proyecto PICTO-ASAGIR 08: 13163

Graciela Nestares fue la investigadora responsable del proyecto “Selección de genotipos de girasol (*Helianthus annuus L.*) resistentes a imidazolinonas por metodologías no convencionales”, que obtuvo 114.194 pesos como subsidio. Nestares explicó que la resistencia a imidazolinonas que se observa a campo puede ser verificada en plántulas desarrolladas a partir de embriones inmaduros, plántulas obtenidas por germinación en presencia de herbicida y actividad enzimática ALS.

Según la experta, estas metodologías constituyen alternativas o podrían complementar las evaluaciones que se realizan a campo, con el agregado que permiten identificar girasol CL en etapas tempranas del desarrollo, a bajo costo y con alto número de individuos en espacio

reducido. Estos aspectos introducen un ahorro de tiempo y recursos en los programas de mejoramiento orientados a la obtención de materiales resistentes. A su vez, el resultado del trabajo le permitirá a los mejoradores identificar resistencias en poblaciones naturales y desarrollar estudios de flujo génico entre poblaciones naturales y girasol CL.

5. Plantas transgénicas

Proyecto PICTO-ASAGIR 08: 13164

Otro de los trabajos presentados fue el del grupo técnico encabezado por Marisa López Bilbao titulado “Obtención de plantas de girasol transgénicas que expresen múltiples genes antifúngicos”. Con un subsidio de 117.955 pesos, el proyecto busca obtener plantas transgénicas que expresen múltiples genes con resistencias a hongos.

“Usar la transgénesis, tanto en girasol como en lechuga, para validar los genes marcadores es fundamental para que se puedan usar en mejoramiento asistido”, comentó López Bilbao. Y remarcó que, como la planta transgénica de girasol es todavía una hipótesis improbable, las validaciones se realizan en especies modelos. Sin embargo, la investigación es un paso importante para poder validar en la planta todos los marcadores aislados. “Una forma de evaluar si un gen que sabemos puede conferir resistencia a la podredumbre del capítulo es introducirlo por transgénesis al girasol, ver que la planta resiste bien para luego decirle a los mejoradores que introduzcan el gen en otras variedades. De ahí la importancia de hacer transgénicos”, sostuvo la especialista.

El jurado de expertos que evaluó los resultados finales de los 9 proyectos estuvo integrado por reconocidos especialistas.



Amelia Bertero



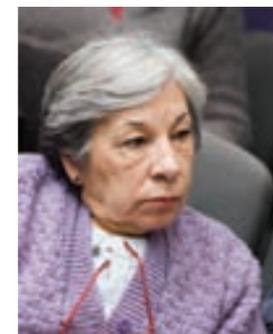
Carlos Sala



Guillermo Alonso



Jorge González Montaner



Martha Melgarejo



Norma Huguet



Pablo Calviño

6. Resistencia a la podredumbre Proyecto PICTO-ASAGIR 08: 13165

El equipo de Alberto Escande se dedicó a la **"Identificación de diferentes fuentes de resistencia genética a la podredumbre del capítulo de girasol (*Sclerotinia sclerotiorum*) mediante herramientas genómicas"**. A través de una financiación de 119.738 pesos, el trabajo buscó la identificación de fuentes de resistencia a *Sclerotinia* y evaluación de métodos de selección eficiente para los programas de mejoramiento, así como la identificación de genes candidatos y desarrollo de marcadores funcionales o la asistencia a programas de mejoramiento de girasol cultivado, entre otras actividades. "La esclerotinia provoca importantes mermas en la producción y calidad de girasol y su control generará mayor estabilidad productiva y resultados económicos previsible, principalmente en la región sur de Buenos Aires donde el ambiente es altamente predisponente y en la rotación de cultivos predominan especies susceptibles", señaló Escande.

7. Región semiárida pampeana Proyecto PICTO-ASAGIR 08: 13166

"Producción sustentable de girasol en la región semiárida pampeana central (RSPC)" es la investigación a cargo de Jesús Pérez Fernández y su grupo técnico, quienes contaron con 179.998 pesos para trabajar sobre la identificación y valoración de los principales factores limitantes del rendimiento y la influencia de distintos manejos sobre la sustentabilidad de cada sistema.

A lo largo del proyecto, se reconocieron aquellos factores que limitan el rendimiento en forma permanente y que están relacionados con aspectos genéticos del suelo, como la textura, espesor, entre otros. Además, se identificaron otros factores que también inciden y son dependientes del manejo (longitud de barbecho, nivel de cobertura, fertilidad y protección en general). "Este proyecto ha contribuido al desarrollo de la agricultura por ambiente o agricultura de precisión, adecuando el uso de tecnología al diferente potencial de producción de los suelos", afirmó el técnico del INTA. Es que la investigación ofrece avances sobre la eficiencia en el uso de los recursos naturales (agua, radiación) y la adopción de tecnologías apropiadas para diferentes condiciones de sitio, haciendo eficiente el uso de los insumos y la rentabilidad del cultivo.

"Dado el avance del cultivo hacia zonas marginales, con pocos antecedentes de investigación, y en base a la significativa interacción genotipo por ambiente es necesario elaborar o

ajustar estrategias de manejo que posibiliten un uso eficiente de la tecnología (sitios específicos). Surge la necesidad de estudiar el potencial de calidades diferenciadas para incrementar los márgenes del cultivo", señaló Pérez Fernández.

8. Déficit hídrico Proyecto PICTO-ASAGIR 08: 13168

Luis Aguirrezábal coordinó el proyecto **"Análisis genético de la respuesta del crecimiento foliar del girasol al déficit hídrico: hacia un aumento de la estabilidad y el potencial de rendimiento de la producción en seco"**, que obtuvo un subsidio de 48.906 pesos.

El especialista trabajó sobre una de las principales limitantes del rendimiento en la Argentina y aseguró que "es importante crear las bases para desarrollar variedades de girasol mejor adaptadas a diferentes escenarios". La investigación se abocó a la identificación de caracteres que permitirían conferir mayor tolerancia en diferentes escenarios de déficit hídrico moderados.

De esa manera, se logró establecer un método que permite cuantificar de manera inequívoca la tolerancia de un genotipo a estrés, adaptado de acuerdo a la especie investigada y caracterizó cuantitativamente la respuesta del crecimiento foliar al déficit hídrico en un grupo de líneas de girasol representativas de la variabilidad de la especie. Los experimentos permitieron identificar un nuevo carácter (que aumenta la duración de la expansión de una hoja) implicado en la respuesta del girasol al déficit hídrico, lo que posibilita compensar parcialmente la reducción en la tasa de crecimiento de las hojas sometidas a estrés.

9. Especies silvestres Proyecto PICTO-ASAGIR 08: 13169

El proyecto **"Conservación y evaluación de especies silvestres de girasol de importancia para el mejoramiento genético"** contó con un subsidio de 135.938 de pesos y estuvo a cargo Raúl Rodríguez. Junto a su equipo, trabajaron en la creación de un banco activo de especies silvestres naturalizadas e introducidas y evaluación del germoplasma disponible y en la recolección, introducción, multiplicación, conservación y evaluación de las especies silvestres naturalizadas e introducidas, entre otras actividades.

"Dado que el fenómeno de erosión génica está presente en forma permanente, este Banco de Germoplasma es un reaseguro para poder afrontar situaciones no predecibles y para el logro de nuevos avances genéticos", expresó el técnico del INTA.

→ EL PUNTO DE PARTIDA

Desafíos del desarrollo del girasol

Un trabajo elaborado por Guillermo Pozzi y Abelardo de la Vega indica que, hoy, el girasol cuenta con una tasa de desarrollo tecnológico menor que los cultivos alternativos. A su vez, existe una reducción de la inversión global en investigación y desarrollo, también una percepción socio-político-económica de que el girasol es no OGM y un negocio de masa crítica limitada a nivel mundial.

A su vez, el girasol actual cuenta con algunas **ventajas**:

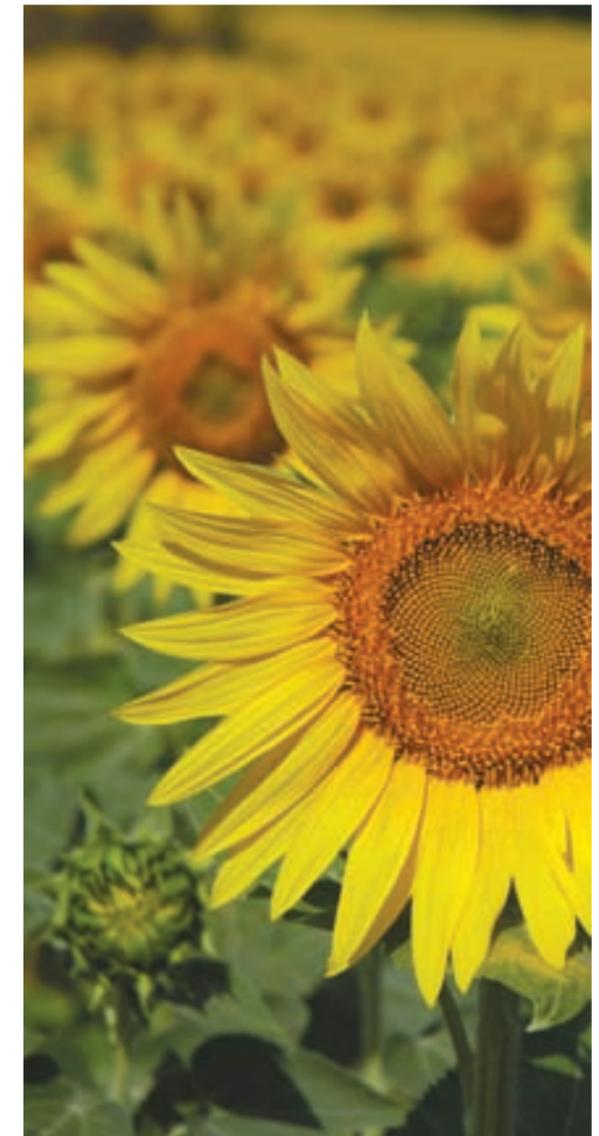
- » Presenta alto valor agregado
- » Perspectivas optimistas de aplicación en el portfolio de aceites para consumo humano.
- » Resulta una opción de más rápida implementación en la mejora de calidad.
- » Cuenta con una demanda sostenida en mercados exigentes.
- » Y es una alternativa válida en reemplazo de los ácidos grasos trans.

Por su parte, ante el avance de una agricultura cada vez más evolucionada, el girasol cuenta con algunos desafíos:

- » **Limitación en su potencial de rendimiento**
 - No soporta altas densidades
 - Hay que mejorar la siembra directa
 - Y la intersemebra
- » **Sufre la variación estacional del rendimiento**
 - Hace falta determinar sus causas
 - Caracterizar los ambientes girasoleros
 - Y estrechar la relación genotipo-ambiente.

Aquí está parado hoy el girasol. En esta dirección se orienta el esfuerzo de la cadena del cultivo en la Argentina. Los Proyectos de Investigación que se presentan a continuación son un primer paso hacia el desarrollo del girasol del futuro.

El mejoramiento de girasol en la Argentina ha dado resultados positivos durante los últimos 20 años, local y globalmente, a pesar del entorno desfavorable en el que tuvo que desenvolverse.



→ EL GIRASOL DE CARA AL FUTURO

¿Qué podemos esperar del mejoramiento genético?

Grupo de Impacto	Hoy	Corto Plazo (2 años)	Mediano Plazo (5 años)	Largo Plazo (10 años)
Manejo Agronómico. Tolerancia a factores limitantes	IMISUN, CL (R) (tolerancia a IMI)	CL-HA Plus (R) (tolerancia mejorada a IMI) SU (tolerancia a Sulfonilureas)		Reducción de la variación estacional del rendimiento Tolerancia a Glifosato (?) Tolerancia a lepidópteros de hoja mediante Bt (?) Tolerancia a Sclerotinia (0x0x)
Manejo Agronómico. Estructura de Cultivo en Sistemas de Producción Modernos	Híbridos de mejor adaptación a intersembras.	Híbridos ultra-precoces para intersembras.	Híbridos de mejor respuesta al aumento de la población Mejor respuesta a Siembra Directa	Híbridos para alta población/ha. Reducción de G*E
Calidad de Aceites. Aplicaciones Industriales	Alto Oleico	Alto Esteárico + Alto Oleico	Gamma y/o Delta Tocoferoles en Alto Oleico	Alto Esteárico + Alto Oleico + Gamma/Delta Tocoferoles Alto Palmítico + Alto Oleico
Calidad de Aceites. Nutrición y Salud	Alto Oleico	Muy Alto Oleico (>90%) para Farmacología	Bajo contenido de Ácidos Grasos Saturados (<3.5%) + Alto Oleico	Incremento del contenido de aceite (~ 60%)

Elaborado por Guillermo Pozzi y Abelardo de la Vega sobre la base de las siguientes fuentes: Advanta Arg.; BASF; Dow AgroSciences Arg.; Nidera Arg.; IAS-CSIC España; Monsanto Arg.; VNIIMK, Rusia; INASE (SEAGyP)

EL MEJORAMIENTO DE GIRASOL SEGÚN PASAN LOS AÑOS...

- » Durante el período 1975-1995 se más que duplicó el rendimiento de grano a campo. Esto se debió al reemplazo de las variedades por híbridos, la primera fase del mejoramiento de híbridos (2 grupos) y a la mejora en las prácticas agronómicas.
- » Entre 1982 y 2006 se incrementó el rendimiento de aceite a razón de 11.5 kg ha⁻¹ año⁻¹, haciendo confluír durante este proceso dos grupos de híbridos en un nuevo tipo, de alto contenido de aceite, alto rendimiento de grano y ciclo intermedio.
- » Durante los últimos años se mantuvo el rendimiento de grano obtenido a campo, contrarrestando la declinación de la "calidad" del ambiente asignado al cultivo.

Fuente: "¿Fuimos exitosos en incrementar el rendimiento?", presentación realizada por los investigadores Abelardo de la Vega, Guillermo Pozzi y Mónica López Pereira durante el Congreso de Girasol organizado por ASAGIR en el año 2007.



→ 1 Factores determinantes de la maximización del rendimiento y la calidad industrial del girasol

FICHA TÉCNICA	
Investigador responsable	Luis Francisco Hernández
Sede	Universidad Nacional del Sur (UNS)
Participantes	Lilia I. Lindström, Cecilia N. Pellegrini, María E. García, María C. Franchini, Andrea Flemmer, Patricia Bellés, Tamara Gómez, Adelina Larsen, Paola Fernández, Valentina Astiz.
Fecha de inicio	15/12/2003
Fecha de finalización	26/04/2007
Monto total del subsidio	\$ 94.271
Contacto	Luis Francisco Hernández - lhernan@criba.edu.ar



¿Qué se investigó?

Se estudiaron desde el punto de vista morfológico, fisiológico y mecánico, características particulares del desarrollo de los frutos del girasol y su relación con las propiedades industriales y el rendimiento.

El proyecto estuvo conformado por tres subproyectos enfocados en estudiar, desde un punto de vista morfológico, fisiológico y mecánico, características particulares del desarrollo de los frutos del girasol (*Helianthus annuus L.*) y su relación con sus propiedades industriales y con la maximización de su rendimiento.

En el primer subproyecto se realizó un estudio detallado de la histogénesis de los frutos de diferentes genotipos de girasol con diferente aptitud al descascarado. La descripción precisa de la arquitectura anatómica del pericarpio (cáscara) durante el desarrollo del fruto permitió definir sus principales componentes histológicos estructurales que más inciden en la respuesta al descascarado y posibles de ser genéticamente modificados. Se trabajó además sobre un modelo estructural y numérico del pericarpio para elaborar, a partir de las características histológicas del mismo, un estudio predictivo de su comportamiento mecánico bajo las fuerzas ejercidas sobre el mismo durante las operaciones de cosecha o del descascarado de los frutos previo a la extracción de aceite.

El segundo subproyecto consistió en desarrollar un método cuantitativo indirecto del vaneos producido en plantas de girasol crecidas en condiciones naturales a partir de características morfológicas observables en el capítulo, analizando las correlaciones existentes entre los frutos vanos fácilmente visibles a partir de la madurez fisiológica y otros parámetros morfológicos identificables del capítulo a la madurez, con el total de frutos vanos (visibles + no visibles) en diferentes genotipos de girasol crecidos en tres ambientes contrastantes.

El tercer subproyecto estuvo enfocado a estudiar la ontogenia del desarrollo de la cutícula y del depósito de ceras epicuticulares en el pericarpio de frutos de girasol en plantas crecidas bajo un déficit hídrico moderado generado durante la maduración de los frutos.

¿Qué se logró?

- Se logró el ajuste de un protocolo de cultivo in vitro de capítulos de girasol en estado de diferenciación floral incipiente.
- Se consolidó una línea de trabajo orientada a definir y estimar mediante modelado numérico, la respuesta mecánica de los frutos de girasol durante el descascarado.
- Se logró definir con un alto grado de certeza la dinámica de la evolución de las ceras epicuticulares del pericarpio tanto cualitativa como cuantitativamente y cómo responde la misma a déficits hídricos moderados de plantas creciendo en condiciones naturales.
- Se culminó exitosamente con el estudio del desarrollo de los embriones y del pericarpio en frutos de girasol crecidos bajo distintos niveles de irradiación y con la definición histológica de la cáscara y parámetros del llenado en frutos desarrollados bajo los mismos tratamientos.
- Se incorporó una línea de trabajo que incluye el análisis y modelado numérico de la respuesta mecánica del tallo de girasol, frente a flexiones moderadas en etapas tempranas de su desarrollo reproductivo.
- La ejecución del proyecto permitió la formación de recursos humanos a partir de la realización de dos posgrados (Magister y Doctorado). Asimismo, dos estudiantes de Ingeniería Agronómica pudieron realizar sus tesis de grado a partir de la infraestructura desarrollada y la experimentación realizada con parte de los fondos provenientes de este proyecto.

¿Por qué continuar la investigación?

La ejecución del proyecto original permitió cumplir entre un 80-90% de los objetivos propuestos inicialmente, habiéndose logrado realizar un aporte importante en cuanto a la definición de caracteres morfológicos de la planta en general y de los frutos en particular, todos ellos asociados a la generación del rendimiento del cultivo. De todos modos se debería continuar experimentando con los protocolos de cultivo in vitro de óvulos fecundados a los fines de definir con mayor certeza de qué manera el proceso relacionado con la síntesis de aceite en la semilla de girasol es afectado por distintos factores ambientales.

El cultivo in vitro de cotiledones en otras plantas de cultivo ha permitido estudiar la acumulación de sustancias de reservas en sus semillas bajo condiciones controladas y reproducibles. Esta metodología adaptada a embriones de girasol permitiría investigar acerca del rol regulatorio que juega la provisión de nutrientes por parte de la planta madre y la semilla en desarrollo en el control de la composición final de la misma. No existen hasta el momento antecedentes de cultivo in vitro de cotiledones de girasol con estos fines.

Se consolidó una línea de trabajo orientada a definir y estimar mediante modelado numérico, la respuesta mecánica de los frutos de girasol durante el descascarado.

Se debería continuar experimentando con los protocolos de cultivo in vitro de óvulos fecundados a los fines de definir con mayor certeza de qué manera el proceso relacionado con la síntesis de aceite en la semilla de girasol es afectado por distintos factores ambientales.

Los objetivos de esta investigación serían en principio dos: a) desarrollar un protocolo de cultivo in vitro de cotiledones que permita el crecimiento de los mismos y la síntesis de aceites comparable a lo observado en planta; y b) evaluar la relación entre distintas concentraciones de sacarosa presente en el medio de cultivo con el número de células de los cotiledones y la síntesis y composición ácida del aceite.

Con respecto los estudios relacionados con la generación de frutos de desarrollo incompleto (FDI: parcialmente o totalmente vanos) el objetivo se cumplió en un 70%, ya que no se pudo realizar experimentos en un mayor rango de ambientes contrastantes. Por otro lado, y ello constituye un hallazgo relevante, se pudo detectar, a partir de estudios preliminares de carácter exploratorio, cambios importantes en la viabilidad polínica intraplanta asociados con la fecha de siembra, lo cual debería ser objeto de mayor experimentación.

A partir del siguiente interrogante: presentándose un gradiente temporal de la antesis en el capítulo con exposición diferencial a las variaciones climáticas actuales durante el desarrollo reproductivo avanzado, ¿existen diferencias en la viabilidad del polen producido por las flores de diferentes regiones (distal, media y proximal) del mismo? Su respuesta y elucidación permitiría ampliar la comprensión actual de las bases biológicas del cultivo de girasol en la relación fotoperíodo: fertilidad reproductiva y la generación de FDI.



Lilia I. Lindström, responsable de la presentación final del proyecto en septiembre de 2008.

Productos / Repercusiones

Se publicaron artículos en revistas de circulación periódica (8), se han realizado comunicaciones a congresos y jornadas tanto nacionales como internacionales (26) y se ha realizado una (1) transferencia al ámbito social y productivo. Se han terminado dos Tesis de Posgrado y dos Tesinas de grado.

Publicaciones

Artículos en revistas de publicación periódica

Franchini, M., Hernández, L. (2006) Las ceras en el aceite de girasol (*Helianthus annuus* L.). Su origen y desarrollo en el fruto. *Aceites y Grasas (ASAGA)*. 64: 476-484.

Hernández, L., Bellés, M. (2004) A 3-D finite element analysis of the sunflower (*Helianthus annuus* L.) fruit under impact. An useful approach for the understanding and improvement of its hullability. En: *Design and Nature II. Comparing Design in Nature with Science and Engineering*, M.W. Collins and C.A. Brebbia (Eds.), WIT Press, Southampton, 300 ISBN 1-85312-721-3, p. 254-263.

Hernández, L., Bellés, M. (2006) A 3-D finite element analysis of the sunflower (*Helianthus annuus* L.) fruit. Biomechanical approach for the improvement of its hullability. *Journal of Food Engineering*, 78: 861-869.

Hernández, L., Ayastuy, M., Cantamutto, M. (2006) Computation of mechanical stress in melon's (*Cucumis melo* L.) hypocotyl during transplant preconditioning by brushing. *Acta Horticulturae* 718: 567-574.

Hernández, L.F. 2008. Visit path pattern of the Honey bee (*Apis mellifera* L.) on the sunflower capitulum. Correspondence with the location of seedless and incompletely developed fruits. *Helia* 31: 1-16.

Lindström, L., Pellegrini, C., Aguirrezábal, L., Hernández, L. (2006) Growth and Development of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Fruits Under Different Shading Regimes During Pre and Early Post-anthesis Period. *Field Crops Research* 96: 151-159.

Lindström, L., Pellegrini, C., Hernández, L., 2007. Histological development of the sunflower fruit pericarp as affected by pre and early post-anthesis canopy shading. *Field Crops Research* 103: 229-238.

Lindström, L., Pellegrini, C., Hernández, L. Histological development of the sunflower pericarp as affected by pre- and early post-anthesis canopy shading (Ref. FIELD 4803). *Field Crop Research*. (En prensa).

Pellegrini, C., Hernández, L. (2004) Floret primordia differentiation from in vitro cultured sunflower capitula. *Helia* 27: 237-250.

Comunicaciones a congresos y jornadas / Conferencias dictadas

Franchini, M., Hernández, L. Estimación de la superficie externa del pericarpio de frutos de girasol cultivado. *Actas XXIV Reunión Argentina de Fisiología Vegetal*, Santa Rosa, p. 67, 2004.

Franchini, M., Hernández, L. Depósito de ceras epicuticulares de frutos de plantas de girasol (*Helianthus annuus* L.) crecidos bajo dos regímenes hídricos. III Congreso Argentino de Girasol, Buenos Aires 31 de Mayo, 2005.

Franchini, M., Hernández, L. L.F. Ultraestructura de la cutícula del pericarpio durante el desarrollo de frutos de girasol (*Helianthus annuus* L.). XXX Jornadas Argentinas de Botánica. Rosario, 6-10 de Noviembre, 2005.

Franchini, M.C., L.I. Lindström and L. F. Hernández. (2008). Epicuticular wax content in the pericarp of sunflower fruits (*Helianthus annuus* L.) grown under moderate water deficit. XVI International Sunflower Conference Procs., Córdoba, España. Vol. I: 249-253.

Franchini, M., Hernández, L. Contenido de ceras epicuticulares del pericarpio de frutos de girasol. Distribución espacial en el capítulo. *Actas XXV Reunión Argentina de Fisiología Vegetal*, Chascomús, 2006.

Hernández, L. Fotosíntesis de las hojas de la planta de girasol (*Helianthus annuus* L.) crecidas con deficiencia de boro en estadios tempranos del desarrollo reproductivo. *Actas XXIV Reunión Argentina de Fisiología Vegetal*, Santa Rosa, p. 76, 2004.

Hernández, L., Pellegrini, C., Franchini, M., Development of cuticle and epicuticular waxes in the pericarp of the sunflower (*Helianthus annuus* L.) fruits. XVI International Sunflower Conference Procs., Fargo, USA, p. 329-332, 2004.

Hernández, L., Bellés, P. Ocurrencia de frutos con semilla de desarrollo incompleto en el capítulo de girasol. II. Propuesta biomecánica como causa del fenómeno. III Congreso Argentino de Girasol, Buenos Aires 31 de Mayo, 2005.

Hernández, L., Pellegrini, C. Ocurrencia de frutos con semilla de desarrollo incompleto en el capítulo de girasol. I. Relación genotipo x ambiente. III Congreso Argentino de Girasol, Buenos Aires 31 de Mayo, 2005.

Hernández, L., Franchini, M., Desarrollo de las ceras en la cáscara de los frutos de girasol (*Helianthus annuus* L.). Incidencia de factores genotípicos y de manejo. XI Congreso Latinoamericano de Grasas y Aceites. Buenos Aires, 16-18 de Noviembre, 2005.

Hernández, L. Computation of external and internal mechanical stresses along a sunflower's (*Helianthus annuus* L.) stem under simulated flexure. *Actas de la 5th Plant Biomechanics Conference*. Stockholm, Sweden, 2006.

Hernández, L., Bellés, P., Gómez, T., Simulación de tensiones mecánicas externas e internas generadas en el tallo de girasol (*Helianthus annuus* L.) sometido a flexión. *Actas XXV Reunión Argentina de Fisiología Vegetal*, Chascomús, 2006

Hernández, L., Atrazo del desarrollo reproductivo en plantas de girasol (*Helianthus annuus* L.) sometidas a la acción del viento. *Actas XXV Reunión Argentina de Fisiología Vegetal*, Chascomús, 2006

Hernández, L., Bellés, P., Gómez, T., External and internal mechanical stresses generated in the sunflower's (*Helianthus annuus* L.) stem after flexure. *Society of Experimental Mechanics Meeting Procs.*, USA, Massachusetts, 2007

Hernández, L., Larsen, A., Iriarte, A. (2008) Physiological maturity in sunflower. Correspondence between the the analytic quantitative definition and the visual definition. XVI International Sunflower Conference Procs., Córdoba, España. Vol. I: 337-340.

Hernández, L. 2008. The pattern of foraging paths of the Honey bee (*Apis mellifera* L.) can also explain the appearance of regions with incompletely developed fruits in the sunflower capitulum. XVI International Sunflower Conference Procs., Córdoba, España. Vol. I: 255-260.

Hernández, L. (2008). Propiedades mecánicas y estructurales de los pecíolos e inclinación foliar en relación a la disponibilidad de luz de las hojas de girasol en el cultivo. *Actas XIII Reunión Latinoamericana XXVII Reunión Argentina de Fisiología Vegetal*, Rosario, Septiembre de 2008, p. 70, res. P1040.

Hernández, L. (2009). Leaf inclination and light interception in the sunflower. Importance of the petiole's mechanical and structural properties. 6th Plant Biomechanics Conference Procs., Cayenne, French Guyana.

Lindström, L., Pellegrini, C., Aguirrezábal, L. Hernández, L. Dinámica de crecimiento de embriones de girasol (*H. annuus* L.) creciendo bajo condiciones de estrés lumínico. *Actas XXIV Reunión Argentina de Fisiología Vegetal*, Santa Rosa, p. 262, 2004.

Lindström, L., García, M., Hernández, L. Morphology and distribution of incompletely developed fruits in sunflower (*Helianthus annuus* L.) capitula. XVI International Sunflower Conference Procs., Fargo, USA, p. 333-337, 2004.

Lindström, L., Pellegrini, C., Hernández, L. Morfología del pericarpio de frutos de girasol desarrollados bajo condiciones de estrés lumínico. III Congreso Argentino de Girasol, Buenos Aires 31 de Mayo, 2005.

Lindström, L., Pellegrini, C., Hernández, L. Desarrollo del pericarpio de frutos de girasol sometidos a estrés lumínico. X Congreso Argentino de Ciencias Morfológicas. Tandil, 15-17 de Marzo, 2006.

Lindström, L., Pellegrini, C., Torrea, L., Hernández, L. Composición química y estructural del pericarpio de girasol y su relación con la aptitud al descascarado. *Actas XXV Reunión Argentina de Fisiología Vegetal*, Chascomús, 2006.

Lindström, L., García, M., Pellegrini, L., Hernández, L. Aptitud al descascarado de frutos de girasol desarrollados bajo condiciones de estrés lumínico. *Actas XXV Reunión Argentina de Fisiología Vegetal*, Chascomús, 2006.

Lindström, L., Fernández, P., Franchini, M., Hernández, L. (2008). Morfoanatomía temprana de frutos de girasol (*Helianthus annuus* L.) con desarrollo incompleto. *Actas XIII Reunión Latinoamericana XXVII Reunión Argentina de Fisiología Vegetal*, Rosario, Septiembre de 2008, p. 263, res. PX405.

Pellegrini, C., Hernández, L. Análisis histológico en el desarrollo anómalo de capítulos de girasol (*Helianthus annuus* L.) cultivados in vitro. *Actas XXIV Reunión Argentina de Fisiología Vegetal*, Santa Rosa, p. 129, 2004.

Transferencia de conocimientos al ámbito social o productivo

Caracterización mecánica e histológica de frutos de semilla híbrida de girasol y de maíz con diferente tolerancia al daño por impacto. Abril 2003 DOW AgroSciences de Argentina.

Consolidación del grupo responsable y colaboradores

Becarios

María Clara Franchini. Beca de nivel superior. Inicio: 15/01/2004. Finalización: 15/01/2007

Nombre de la Carrera: Magister en Agronomía - Ontogenia de la cutícula y de las ceras epicuticulares del pericarpio de frutos de plantas de girasol (*Helianthus annuus* L.) crecidas en condiciones naturales bajo dos regímenes hídricos Institución donde la cursa: Depto. de Agronomía - Universidad Nac. del Sur Acreditada por CONEAU, tipo A

Otros recursos humanos formados en el ámbito del proyecto

María Clara Franchini, 2008. Grado de Magister en Agronomía. Tema: "Desarrollo de la cutícula y de las ceras epicuticulares del pericarpio de frutos de plantas de girasol (*Helianthus annuus* L.) crecidas en condiciones naturales bajo dos regímenes hídricos". Director: Luis F. Hernández. Tesis presentada y defendida el 12 de Marzo 2008 como requisito para obtener el grado de Magister en Producción Vegetal, Departamento de Agronomía, UNS, Bahía Blanca, Argentina. 83 pág. Calificación: Sobresaliente 10.

Lilia Ivone Lindstrom. SEGcYT - Universidad Nacional del Sur. Doctorado en ejecución. Se estudia, bajo distintos niveles de irradiancia, la génesis de los principales componentes histológicos del fruto y el desarrollo del embrión de genotipos de girasol con diferente aptitud al descascarado. Se evalúa paralelamente su incidencia en el origen de frutos con el embrión deficientemente desarrollado o "vanos". La Tesista tiene terminado en un 90% el manuscrito final de su tesis Doctoral.

L.I. Lindström, 2009. Grado de Doctor en Agronomía. Tema: "histogénesis de frutos de girasol (*helianthus annuus* L.) con distinta aptitud al descascarado". Director: Luis F. Hernández. El trabajo de Tesis se aboca al estudio, bajo distintos niveles de irradiancia, de la génesis de los principales componentes histológicos del fruto y el desarrollo del embrión de genotipos de girasol con diferente aptitud al descascarado. Se evalúa paralelamente su incidencia en el origen de frutos de desarrollo incompleto, con el embrión deficientemente desarrollado o "vanos". La Tesista ha presentado el manuscrito final de su Tesis Doctoral el 22 de Mayo de 2009. El mismo se encuentra en proceso de evaluación.

Tesinas de grado, para la obtención del título de

Ingeniero Agrónomo

Valentina Astiz, 2009. Definición de los principales componentes del rendimiento de genotipos de girasol con respuesta diferencial a la auto-compatibilidad, expuestos a polinizadores diurnos o nocturnos. Director-Tutor: Luis F. Hernández. Trabajo final de la carrera, presentado el 03-04-2009. 27 pág. Calificación: Sobresaliente 10.

Adelina O. Larsen, 2008. Madurez fisiológica en el girasol. Correspondencia entre la definición analítica y la visual cuali y cuantitativa. Director-Tutor: Luis F. Hernández. Trabajo final de la carrera, presentado el 27-06-2008. 38 pág. Calificación: Sobresaliente 10.

→ 2 Proteínas y lecitinas de semillas de girasol: aplicaciones en el desarrollo de nuevas tecnologías

FICHA TÉCNICA	
Director	Silvana Petruccelli
Investigador responsable	Adriana Mauri y Sara Molina Ortiz
Sede	CIDCA - Facultad de Ciencias Exactas - Universidad Nacional de La Plata (FCE-UNLP) - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Participantes	Mabel Tomás, Fabricio Lareu, Pablo Salgado, Dario Cabezas, Ariana Circosta, Isabel Molina.
Fecha de inicio	01/03/2004
Fecha de finalización	29/02/2008
Monto total del subsidio	\$ 180.000 (\$154.080 + beca ANCPyT) + Beca INTA
Contacto	Silvana Petruccelli - silvana@biol.unlp.edu.ar



➤ ¿Qué se investigó?

Se buscó generar conocimientos y herramientas que permitan una manipulación de la planta de girasol y evaluar aplicaciones alternativas de las proteínas y gomas.

El proyecto *Proteínas y lecitinas de semillas de girasol: aplicaciones en el desarrollo de nuevas tecnologías* apuntó por un lado a generar conocimientos y herramientas que permitan una manipulación de la planta de girasol y por otro evaluar aplicaciones alternativas de las proteínas y gomas de girasol que son productos residuales actualmente subaprovechados.

Las semillas constituyen un sistema único por su elevada capacidad de síntesis y acumulación de proteínas y lípidos, por lo que el estudio del proceso de biosíntesis y el desarrollo de herramientas que permitan modularlos es de interés. Se analizó la vía por la cual las proteínas de la semilla de girasol son sintetizadas y transportadas a un órgano dentro de la célula vegetal donde se almacenan en forma estable. Se mostró la presencia de agregados en retículo endoplásmico que no se observan en otras especies vegetales y que en este transporte interviene un receptor, que en otras especies interviene en el transporte a vacuolas líticas. Se demostró que las semillas de girasol presentan una actividad elevada de proteasas específicas de proteínas de reserva. Se inició el desarrollo de un protocolo de transformación génica empleando genotipos híbridos locales, lográndose generar plantas fértiles a partir de brotes apicales.

Las proteínas de girasol actualmente sólo se utilizan para la alimentación animal, mientras que podrían usarse en otro tipo de aplicaciones como se hace por ejemplo con proteínas de soja. La pregunta a resolver era si las proteínas de la harina que se obtienen luego del aceite, que sufre calen-

tamiento térmico, pierden sus características estructurales y si se podían utilizar algunas propiedades que son útiles. La respuesta fue positiva, se mostró que eran adecuadas para generar materiales biodegradables (películas y bandejas) y como emulsificantes (por ejemplo para fabricar embutidos). Aunque tradicionalmente la presencia de compuestos fenólicos en la semilla constituía una desventaja, los protocolos de extracción de proteínas desarrollados permitieron obtener productos proteicos con buenas propiedades y actividades antioxidantes, que podrían tener aplicaciones en recubrimientos de algunos alimentos y en "mulching". Los protocolos de extracción de proteínas desarrollados a partir de pellets generados en una industria aceitera local fueron llevados a escala de planta piloto obteniéndose rendimientos similares al lograr productos proteicos a partir de harinas de soja.

Otro punto de investigación fueron las lecitinas de girasol. En el caso de las de soja, hoy se utilizan en helados, chocolates, mayonesas, etc. Las de girasol, en cambio, no se están utilizando, pero tienen la aptitud para poder aprovecharse. Se desarrollaron procesos de extracción que permitieron obtener productos de una elevada capacidad emulsionante y antioxidante. Estos productos tienen las mismas propiedades que las lecitinas de soja (los productos obtenidos por fraccionamiento eran mejores) y tendrían la ventaja de provenir de plantas no transgénicas como es el caso de la lecitina de soja que tiene restricciones de los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) en algunos mercados, por ejemplo, la Unión Europea.

Así, el proyecto emprendió las siguientes actividades:

- Estudio de la síntesis de proteínas de reserva en semillas inmaduras de girasol.
- Desarrollo de un protocolo de regeneración de plantas a partir de brotes apicales de híbridos y análisis de la respuesta frente a diferentes metodologías de selección.
- Obtención de concentrados y aislados proteicos a partir del *pellet* generado por la industria local.
- Estudio de las posibles aplicaciones de estos productos proteicos en productos biodegradables (bandejas y películas) y como agentes, emulsionantes, gelificantes y espumantes.
- Obtención de lecitinas de girasol y desarrollo de métodos de fraccionamiento para mejorar sus propiedades.
- Estudios de las propiedades de las lecitinas de girasol y sus fracciones como agentes emulsionantes y antioxidantes.

➤ ¿Qué se logró?

El proyecto constaba de tres partes, en las que se han dado importantes avances:

Se hicieron aportes que pueden servir de base para un mejor aprovechamiento del pellet y de las gomas.

- *Estudio de los aspectos relacionados al transporte y deposición de proteínas de reserva y del desarrollo de un sistema de transformación génica de girasol empleando agrobacterium.*

Se mostraron algunas características particulares de la vía transportadora de proteínas de reserva de girasol, se caracterizó la actividad de procesamiento vacuolar de semillas maduras e inmaduras de girasol, se identificaron algunas señales de direccionamiento vacuolar y un receptor que interviene en el transporte. Se desarrolló un protocolo de regeneración a partir de brotes apicales lográndose obtener plantas fértiles empleando genotipos aceiteros y confiteros. Se empezó el desarrollo de un método de selección positiva ya que el uso de antibióticos presentó un efecto negativo en la regeneración.

- *Caracterización de las proteínas de girasol y el estudio de sus aplicaciones.*

Se mostró que poseen características estructurales muy diferentes a las de soja, se llevaron a planta piloto métodos de obtención de aislados y concentrados con distinto contenido de fenoles. Estos aislados fueron utilizados en la preparación de bandejas biodegradables, películas comestibles, geles y emulsiones. En muchas de estas aplicaciones, las proteínas de girasol mostraron un compartamiento similar y en algunos casos mejor que las de soja.

- *Estudio de lecitinas de girasol.*

Inicialmente se hizo un estudio de su composición y, posteriormente, se recurrió a fraccionamientos con etanol para obtener fracciones con distintas propiedades funcionales. Las lecitinas modificadas de girasol, ya sea por fraccionamiento con alcohol o por hidrólisis enzimática, pueden constituir una opción válida como aditivo alimentario de calidad aceptable para el desarrollo de alimentos a nivel industrial ya que poseen buenas propiedades funcionales, son compuestos naturales, y poseen una ventaja competitiva frente a la lecitina de soja por tratarse de un producto libre de OGM.

Además de aportar al conocimiento básico de los procesos que ocurren en semillas y generar herramientas para seguir estudiando la biología de este cultivo, se hicieron aportes que pueden servir de base para un mejor aprovechamiento del pellet y de las gomas, que son subproductos del proceso de refinación del aceite que actualmente poseen un reducido valor agregado.

¿Por qué continuar la investigación?

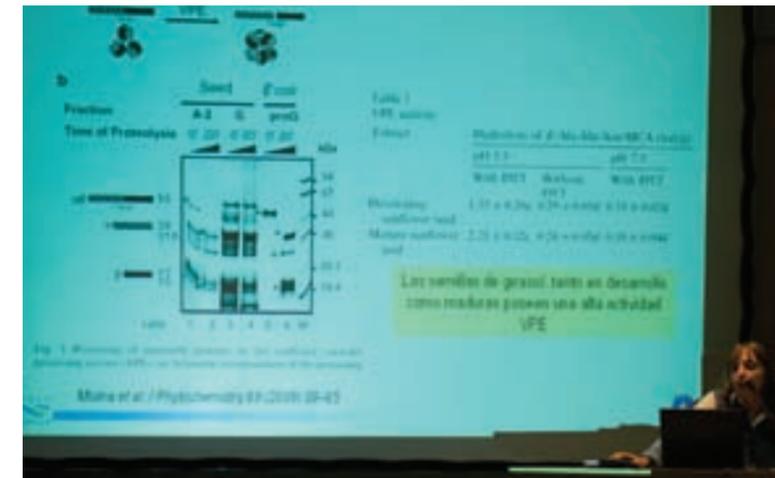
Las semillas de girasol, como fábricas de proteínas, tienen características únicas que pueden ser aprovechadas para la salud, la alimentación y la industrialización en base a fuentes renovables.

Los estudios realizados en el proyecto han aportado al conocimiento de la biología de la semilla de girasol y han mostrado además que dos de sus subproductos están subaprovechados. Continuar con los estudios vinculados a la biosíntesis de proteínas en semillas es de suma importancia no solo porque el hombre y los animales dependen de las proteínas vegetales para subsistir (fuente principal de aminoácidos), sino también porque las proteínas son de suma importancia en tratamientos de enfermedades, diagnósticos o procesos industriales (catalizadores). Las semillas, como fábricas de proteínas, tienen características únicas (no sólo alta capacidad de biosíntesis de proteínas con estructura compleja, sino también capacidad de almacenamiento en forma estable por periodos prolongados). El conocimiento de los procesos que ocurren en la semilla puede generar importantes herramientas

para la producción de proteínas y dadas las grandes diferencias observadas en los procesos de diferenciación celular y biosíntesis en distintas especies vegetales, los conocimientos generados en girasol van a tener características únicas. Por otro lado, el desarrollo de vacunas orales y una visión más integrada del alimento que además de nutrir aporta componentes que inciden en la salud, también revaloriza las posibilidades de las semillas de girasol en aplicaciones no convencionales.

El empleo de proteínas de girasol actualmente subaprovechadas en la fabricación de bandejas y recubrimientos no sólo constituye un camino para otorgarles un mayor valor agregado, sino que además reemplazaría productos que contaminan el medio ambiente y que provienen de fuentes no renovables. El desarrollo de tecnologías limpias requiere de investigación y deben constituir una prioridad.

Como conclusión, se ha observado que la forma de obtener y utilizar proteínas y lecitina de girasol está disponible, con el conocimiento y los especialistas. Aún resta lograr un interés en realizarlo a nivel industrial, reutilizando los subproductos que las aceiteras descartan y generando un nuevo producto con más valor.



Productos / Repercusiones

Se publicaron artículos en revistas de circulación periódica internacional (7) y en libros de actas de congreso (5). Se han realizado comunicaciones a congresos y jornadas/conferencias dictadas nacionales (8) e internacionales (14) y se tiene un (1) registro de patente en trámite. En el marco del proyecto, 4 becarios iniciaron sus Tesis Doctorales, una de ellas ya está terminada. Se establecieron vínculos científicos con otros grupos del país (Instituto de Tecnología de Alimentos, Santa Fe, INTA-Castelar) e internacionales (Universidad de Wisconsin, Universidad de Rouen, Universidad Federal de Santa Catarina). Algunos de los resultados obtenidos con las proteínas de girasol junto con otros resultados del grupo fueron acreedores del Premio DuPont-CONICET 2006.

Producción y resultados alcanzados Publicaciones

Artículos en revistas de circulación periódica

Molina, M., Petruccelli, S.; Añón, M. (2004) Effect of pH and ionic strength modifications on thermal denaturation of the 11S globulin of sunflower (*Helianthus annuus*). Journal Of Agricultural And Food Chemistry. American Chemical Society. Vol 52(19); 6023-6029
Molina, M., Otegui, M., Petruccelli, S. (2006) Sunflower storage proteins are transported in dense vesicles that contain proteins homologous to the pumpkin vacuolar sorting receptor PV 72. Electronic Journal Of Biotechnology: 9, 3, 302-3069. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
Molina, M., Circosta, A., Añón, M., Petruccelli, S. (2008) Mature *Amaranthus hypochondriacus* seeds contain non-processed 11S precursors. Phytochemistry: 69, 58-65. Elsevier.

Pan, L., Tomás, M., & Añón, M. Oil in Water Emulsions (O/W) Formulated with Sunflower Lecithins: Vesicle Formation and Stability. Journal Of The American Oil Chemists' Society. The American Oil Chemists' Society. JAACS, 81 (3), 241-244.
Petruccelli, S., Otegui, M., Lareu, F., Trandinhthanhlien, O., Fitchette-Laine, A., Circosta, A., Rumbo, M., Bardor, M., Carcamo, V., Gomord, V., Beachy, R. (2006) A KDEL tagged monoclonal antibody is efficiently retained in the endoplasmic reticulum in leaves while is both partially secreted and sorted to protein storage vacuoles in seeds. Plant Biotechnology Journal: 4, 511-527. Blackwell Synergy. Bristol.
Petruccelli, S., Molina, M., Lareu, F., Circosta, A. (2007) Two short sequences from amaranth 11S globulin are sufficient to target green fluorescent protein and beta-glucuronidase to vacuoles in Arabidopsis cells. Plant Physiology et Biochemistry: 45, 400-409. Elsevier.
Salgado, P., Schmidt, V., Molina Ortiz, S., Mauri, A., Laurindo, J. (2008) Biodegradable foams based on cassava starch, sunflower proteins and cellulose fibers obtained by a baking process. Journal Of Food Engineering, Volume 85, Issue 3, April 2008, Pages 435-443. Elsevier.

Libros y capítulos de libros

Cabezas, D., & Tomás, M. Actividad antioxidante de Lecitinas Modificadas de Girasol. Efecto del tratamiento térmico. Proceedings XI Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos, CYTAL, Ciudad de Buenos Aires, 12-14 de Septiembre de 2007.
Cabezas, D., & Tomás, M. Efecto antioxidante de diferentes Fracciones de Lecitina de Girasol Enriquecidas en Fosfatidilcolina. Proceedings VI Congreso Iberoamericano de Ingeniería en Alimentos (CIBIA), Ambato, Ecuador, 5-8 de Noviembre de 2007.

Cabezas, D., & Tomás, M. "Efecto de mezclas etanol-agua en la obtención de Fracciones Enriquecidas en Fosfatidilcolina a partir de Lecitinas de Girasol" *Proceedings XII Congreso Latinoamericano de Oleos y Gorduras*, Florianópolis, Brasil, 12-14 de Noviembre de 2007.

Salgado, P., Campana, A.; Molina Ortiz, Mauri, A., Petruccielli, S. (2005) Análisis Cuantitativo de fenoles provenientes de harina de girasol por espectroscopía UV y RP-HPLC. *Proceedings del X Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. 19 Simposio Internacional de Nuevas Tecnologías. Mar del Plata. Asociación Argentina de Tecnólogos Alimentarios-CyTAL (AATA). ISBN: 987-22165-1-7

Salgado, P., Molina Ortiz, S., Mauri, A., Petruccielli, S. Efecto del tratamiento empleado en la remoción de fenoles sobre las propiedades funcionales de aislados proteicos de girasol. "Libro de artículos en extenso del V Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos. "Hacia una visión integrada de la Ingeniería de Alimentos" Puerto Vallarta, México, 4 - 7 de Septiembre de 2005. ISBN 970-36-0338-6. Tomo III.42, 1-5. 2006.

Comunicaciones a Congresos y Jornadas / Conferencias dictadas

Cabezas, D., Tomás, M. Lecitinas modificadas como emulsionantes y antioxidantes. Taller Organizado por ASAGIR, Mar del Plata, 26-27 de marzo del 2007. Comunicación oral.

Cabezas, D., Tomás, M. "Fractionation of Sunflower Lecithin. Characterization and Emulsifying Properties". Seleccionado para su presentación oral en el 97th AOCs Annual Meeting & Expo, St. Louis, Missouri (USA), 30 de abril al 4 de mayo de 2006.

Cabezas, D., Tomás, M. Lecitinas de girasol modificadas y su funcionalidad de emulsiones alimentarias". XIV Jornadas Jóvenes Investigadores de AUGM, Campinas, Brasil, 15 - 17 de setiembre de 2006.

Cabezas, D., Diehl, B., Tomás, M. Influencia de las condiciones de proceso sobre el fraccionamiento de Lecitinas de girasol con etanol". Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Córdoba, Argentina, 15 - 17 de noviembre de 2006. Exposición Oral. Expositor: Ing. Darío Cabezas.

Cabezas, D., Tomás, M. Antioxidant activity of modified sunflower lecithins". Aceptado para su exposición Oral en 98th AOCs Annual Meeting & Expo, Québec City, Canadá, 13 al 16 de mayo de 2007. Expositor: Dra. Mabel Tomás.

Circosta, A., Candreva, Á., Lareu, F., Petruccielli, S. Optimización de un protocolo de regeneración in vitro de girasol (*Helianthus annuus*) adecuado para a distintos genotipos comerciales. VI Encuentro Latinoamericano y del Caribe de Biotecnología Agropecuaria. REDBIO-Chile 2007, Valparaíso, 22-26 de octubre 2007- Póster 374.

Circosta, A., Candreva, Á., Sosa, L., Lareu, F., Petruccielli, S. Desarrollo de un protocolo de regeneración de una variedad híbrida de girasol (*Helianthus annuus*). XXVI Reunión de la Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal- Chascomús, Buenos Aires, 4 al 6 de Octubre 2006. P-IV-256

Circosta, A., Candreva, Á., Sosa, L., Lareu, F., Petruccielli, S. Optimización de un protocolo de regeneración in vitro de girasol (*Helianthus annuus*) DK3915". *Biolatina* 2006, Organizado por el Foro Argentino de Biotecnología. Buenos Aires, 28-30 Agosto 2006. Póster 77.

Circosta, A., Lareu, F., Petruccielli, S. Optimización de un protocolo de transformación génica de girasol a partir de ápices de tallo adaptable a distintos genotipos". Taller Organizado por ASAGIR, Mar del Plata, 26-27 de marzo del 2007. Comunicación oral.

Molina, M., Otegui, M., Petruccielli, S. Caracterización de la vía de transporte de proteínas de reserva de girasol. Tercer Congreso Nacional de Girasol organizado por ASAGIR, Buenos Aires 31/5/05-1/6/05.

Molina, M., Otegui, M., Petruccielli, S. Las proteínas de reserva de girasol son transportadas en vesículas densas que contienen un homólogo del receptor de direccionamiento vacuolar VP72. BAIREs BIOTEC 2005, Congreso Internacional- Grupo Biotecnología. VI Simposio Nacional de Biotecnología- REDBIO Argentina 2005. Buenos Aires, 7-10 de junio del 2005. Libro de Resúmenes, pág. 203-204

Pan, L., Tomás, M., & Añón, M. "Thermal behavior and rheological characterization of sunflower lecithin", 95th AOCs Annual Meeting & Expo, 9 - 12 de mayo de 2004 en Cincinnati (USA).

Pan, L., Tironi, V., Tomás, M., & Añón, M. Actividad antioxidante del extracto de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) y lecitinas de girasol en aceite de girasol". ALACTA Asociación Latinoamericana y del Caribe en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Montevideo (Uruguay), 12 al 16 de octubre de 2004.

Pan, L., Tomás, M., & Añón, M. Emulsiones O/W formuladas con lecitinas de girasol. Efecto de la relación de fases y el agregado de NaCl sobre su microestructura y estabilidad. I Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Córdoba 24 al 26 de noviembre de 2004.

Pan, L., Tomás, M., & Añón, M. Efecto del agregado de lecitina de girasol sobre la cristalización de aceite vegetal parcialmente hidrogenado. Aceptado para su presentación en el X Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. 19 Simposio Internacional de Nuevas Tecnologías. Mar del Plata. Asociación Argentina de Tecnólogos Alimentarios-CyTAL (AATA), Mar del Plata, mayo 2005.

Petruccielli, S. Los métodos de obtención de plantas genéticamente modificadas. Tercer Seminario sobre las aplicaciones de la biotecnología en el sector agropecuario y agroalimentario, organizado por la Comisión

de Biotecnología de la Pcia de Buenos Aires (CABIA). Pergamino, 8 de junio 2004.

Petruccielli, S., Mauri, A., Molina Ortiz, S., Tomás, M., Salgado, P., Lareu, F., Pan, L. Proteínas y lecitinas de semillas de girasol: aplicaciones en el desarrollo de nuevas tecnologías. Tercer Congreso Nacional de Girasol organizado por ASAGIR, Buenos Aires 31/5/05-1/6/05.

Petruccielli, S. Producción de anticuerpos en plantas: situación actual, potencialidad y limitaciones". BAIREs BIOTEC 2005, Congreso Internacional- Grupo Biotecnología. VI Simposio Nacional de Biotecnología- REDBIO Argentina 2005. Buenos Aires, 10-6-2005.

Petruccielli, S., Mauri, A., Molina Ortiz, S., Tomás, M., Salgado, P., Lareu, F., Cabezas, D., Circosta, A. Proteínas y lecitinas de semillas de girasol: aplicaciones en el desarrollo de nuevas tecnologías. IV Congreso Argentino de Girasol, Buenos Aires, 29 y 30 de mayo 2007.

Salgado, P., Molina Ortiz, S., Mauri, A. Obtención de aislados proteicos de girasol con distinto contenido de fenoles. I Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Córdoba 2004. 4 al 26 de noviembre de 2004.

Salgado, P., Molina Ortiz, S., Mauri, A., Petruccielli, S. Propiedades funcionales de aislados proteicos de girasol. Tercer Congreso Nacional de Girasol organizado por ASAGIR, Buenos Aires 31/5/05-1/6/05.

Salgado, P., Molina Ortiz, S., Mauri, A., Petruccielli, S. Efecto del tratamiento empleado en la remoción de fenoles sobre las propiedades funcionales de aislados proteicos de girasol". V Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos, CIVIA V. 4 - 7 de Septiembre de 2005. Puerto Vallarta, Jalisco, México.

Salgado, P., Molina Ortiz, S., Mauri, A., Petruccielli, S. Uso de proteínas de girasol en la obtención de materiales biodegradables como bandejas y películas de utilidad en el envasado de alimentos". Taller Organizado por ASAGIR, Mar del Plata, 26-27 de marzo del 2007. Póster.

Salgado, P., Schmidt, V., Molina Ortiz, S., Laurindo, J., Mauri, A., Petruccielli, S. Materiales Biodegradables obtenidos a partir de proteínas de girasol con potencial uso en packaging de Alimentos. IV Congreso Argentino de Girasol, Buenos Aires, 29 y 30 de mayo 2007.

Tomás, M. Empleo de Lecitinas de girasol como aditivos alimentarios naturales. XII Jornadas de Jóvenes Investigadores de AUGM, 1 al 3 de setiembre de 2004, Curitiba (Brasil) y Expouniversidad 2004, La Plata, setiembre 2004.

Tomás, M., Lecitina de girasol y pepas saludables. Presentación oral. IV Congreso Argentino de Girasol, Buenos Aires, 29 y 30 de mayo 2007.

Salgado, P.; Schmidt, V.; Molina Ortiz, S.; Mauri, A.; Laurindo, J. "Bandejas biodegradables obtenidos por termocompresión en base a almidón de mandioca, proteínas de girasol y fibras de celulosa." XI Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos CYTAL. Buenos Aires. Septiembre 2007. Póster.

Patentes y otros

Patente: Método para la preparación de concentrados y aislados proteicos de girasol con bajo contenido de fenoles. Salgado, P., Molina Ortiz, S., Petruccielli, S., Mauri, A., Andrich, O., Drago, S., González, R. Se basa en la preparación de un aislado proteico de bajo contenido de polifenoles (principalmente ácidos clorogénico, cafeico y quínico), a partir de harina desgrasada de girasol, pudiendo aprovecharse aquella proveniente de la industria aceitera (pellets). Previo a la extracción alcalina de las proteínas, se realiza la separación de polifenoles a pH ácido en presencia de sulfito que previene su oxidación a quinonas. Posteriormente las proteínas son recuperadas precipitándolas a su punto isoeléctrico y vueltas a disolver a pH alcalino para su posterior secado. Los aislados proteicos obtenidos de este modo presentan un color crema pálido y pueden ser utilizados como aditivos funcionales o materiales proteicos. Estado: el registro esta en tratamiento.

Consolidación del grupo responsable y colaboradores Becarios

Darío Cabezas. Beca de nivel inicial. Inicio: 01.07.2005. Finalización: 01.03.2010. Carrera: Doctorado de la Facultad de Ciencias Exactas. Facultad de Ciencias Exactas-UNLP. Acreditada por CONEAU. Tipo A.

Ariana Circosta. Beca de nivel inicial. Inicio: 01.05.2005. Finalización: 01.03.2010. Carrera: Doctorado de la Facultad de Ciencias Exactas. Facultad de Ciencias Exactas-UNLP. Acreditada por CONEAU. Tipo A.

Otros Recursos Humanos formados en el ámbito del proyecto

Ángela Candreva. Pasante ad honorem. Estudiante de Bioquímica. Colaboró en la puesta a punto del método de transformación de girasol empleando uno de los genotipos estudiados.

Fabrizio Lareu. Beca de nivel doctoral. Inicio: 01.04.2005. Finalización: 31.03.2009. Carrera: Doctorado de la Facultad de Ciencias Exactas. Facultad de Ciencias Exactas-UNLP. Acreditada por CONEAU. Tipo A.

Pablo Salgado. Beca de nivel doctoral. Inicio: 01.04.2005. Finalización: 31.03.2009. Carrera: Doctorado de la Facultad de Ciencias Exactas. Facultad de Ciencias Exactas-UNLP. Acreditada por CONEAU. Tipo A.

Proyecto PICTO-ASAGIR 08: 13159

Ecofisiología de la tolerancia a la densidad poblacional y la resistencia al vuelco/quebrado en girasol

FICHA TÉCNICA

Investigador responsable	Antonio Juan Hall
Sede	Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA)
Participantes	Nora Trápani, Claudio Chimenti, Mónica López Pereira, Mariano Sposaro.
Fecha de inicio	06/01/2004
Fecha de finalización	31/10/2007
Monto total del subsidio	\$ 140.769

Contacto Antonio Juan Hall - hall@ifeva.edu.ar



¿Qué se investigó?

El proyecto *Ecofisiología de la tolerancia a la densidad poblacional y la resistencia al vuelco/quebrado en girasol* se fijó dos metas ambiciosas:

- Buscar indicadores para tolerancia a alta densidad poblacional ligados al rendimiento y explorar la variabilidad intraespecífica para ellos.
- Explorar la variabilidad intraespecífica para tolerancia al vuelco/quebrado, determinar el origen de esas diferencias y generar modelos cuantitativos para ambos procesos.

¿Qué se logró?

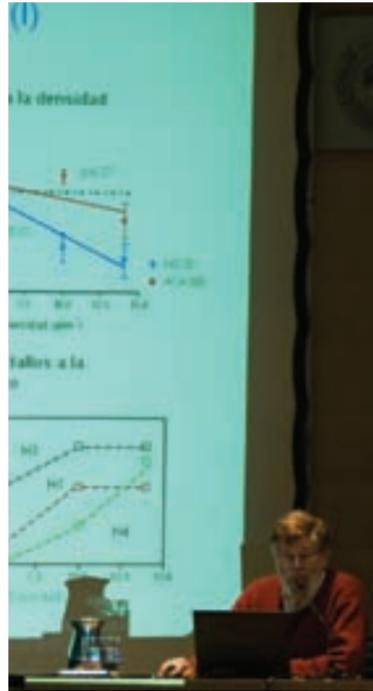
La investigación ha conducido a la elucidación primaria de las bases funcionales de las respuestas a la densidad poblacional del cultivo, la inclinación de tallos y la tolerancia al vuelco y al quebrado. Se estima que el impacto de los resultados obtenidos se dé en un plazo de cinco años sobre la cadena girasolera.

En lo que hace al primer objetivo propuesto (indicadores de tolerancia a la alta densidad poblacional), las aplicaciones que se derivan del proyecto pueden observarse en los siguientes eslabones:

- Productivo: la selección de híbridos apropiados para los sistemas de intersemebra girasol/soja.

El proyecto estudió la tolerancia del cultivo a la alta densidad poblacional y la variabilidad intraespecífica al vuelco.

El proyecto impacta directamente en el eslabón productivo y en el de mejoramiento. Se estima que los resultados podrán verse en la cadena en un plazo de 5 años.



- De mejoramiento: la identificación de indicadores indirectos de tolerancia a la alta densidad poblacional (respuestas del cuarto entrenudo y de la inclinación de los tallos).

En esta línea de investigación, se logró la caracterización de la variabilidad de un conjunto de híbridos de girasol en cuanto a sus respuestas a la alta densidad poblacional, evidenciados en alteraciones en el largo de los entrenudos basales y en su tendencia a adoptar una estructura de inclinación alternada entre plantas vecinas en un mismo surco de siembra.

También se ha llegado a la documentación del proceso temporal (escala días) de ordenamiento alternado para cultivos sembrados a diferente densidad poblacional.

Se ha demostrado el papel del sombreado entre hojas de plantas vecinas en el disparado del proceso de ordenamiento alternado, así como el papel del fitocromo (y exclusión de las respuestas a la luz azul). Paralelamente, se han demostrado las asociaciones entre respuestas tempranas (largo de entrenudos basales e inclinación de tallos) y el número de granos y el rendimiento.

Finalmente, se han ampliado las metas iniciales para incluir un estudio detallado del proceso de ordenamiento alternado en tiempo real (intervalos de 10 minutos), utilizando la técnica de fotografía *time-lapse*.

Dentro del segundo objetivo (indicadores tolerancia al vuelco y al quebrado, modelos de vuelco y quebrado), las aplicaciones pueden observarse en los siguientes eslabones:

- Productivo: estimaciones zonales de riesgo de vuelco y quebrado (seguro agrícola).
- De mejoramiento: identificación de indicadores indirectos de tolerancia al vuelco (diámetro plato de raíces) y al quebrado (espesor epidermis + corteza).

Bajo esta línea, se ha ejecutado un programa experimental, que debió ampliarse para incluir estudios sobre las propiedades mecánicas de las raíces.

Se ha formulado un modelo cuantitativo de vuelco y quebrado en girasol sobre la base del modelo de Baker et al. (1998) para trigo. Se ha realizado una validación experimental del modelo con registro de condiciones meteorológicas y de suelo en tiempo real (reemplazando, con ventajas, la opción inicialmente propuesta de aprovechar registros de eventos pasados de vuelco/quebrado y de archivos meteorológicos).

La concreción de estos puntos se ha hecho sobre dos híbridos de características contrastantes en materia de tolerancia al vuelco/quebrado, creciendo en dos tipos de suelos de propiedades también contrastantes.

► ¿Por qué continuar la investigación?

El proyecto presenta algunos argumentos a favor de continuar sus logros. Para los investigadores, es importante:

- Determinar si el alargamiento del 4to entrenudo aumenta la sensibilidad al quebrado.
- Determinar si la inclinación del tallo favorece o no al vuelco o al quebrado.

- Profundizar la comprensión de la fisiología del control del inclinado y sus efectos.
- Establecer eventuales *trade-offs* entre inversión de biomasa en raíz y en rendimiento.
- Explorar los efectos de manejo (reguladores de crecimiento, fertilización nitrogenada) sobre susceptibilidad al vuelco y al quebrado.
- Estudiar el papel de la lignificación celular sobre las propiedades mecánicas de tallos y raíces.

Productos / Repercusiones

Se publicaron artículos en revistas de circulación periódica (6), se han escrito 4 capítulos para distintos libros de investigación científica y se han realizado comunicaciones a congresos y jornadas/conferencias dictadas (22).

Publicaciones

Artículos en revistas de circulación periódica

- Rondanini, D.; Mantese, A.; Savin, R. & Hall, A. (2006) Responses of sunflower yield and grain quality to alternating day/night high temperature regimes during grain filling: effects of timing, duration and intensity of exposure to stress. Elsevier Science, vol.96: 48-62, Amsterdam.
- Mantese, A.; Medan, D. & Hall, A. (2006) Achene structure, development and lipid accumulation in sunflower cultivars differing in oil content at maturity. Oxford University Press, vol. 97: 999-1010, Oxford.
- Sposaro, M.; Chimenti, C. & Hall, A. Root lodging in sunflower. Variations in anchorage strength across genotypes, soil types, crop population densities and crop developmental stages. Elsevier Science.
- Rondanini, D., Savin, R., Hall, A. (2007) Estimation of physiological maturity in sunflower as a function of fruit water concentration, Elsevier Science BV, vol.26: 295-309, Amsterdam.
- Grassini, P., Indaco, G., López Pereira, M., Hall, A., Trápani, N. (2007) Responses to short-term waterlogging during grain filling in sunflower, Elsevier Science BV, vol.101: 352-363, Amsterdam.
- López Pereira, M., Berney, A., Hall, A., & Trápani, N. (2007) Contribution of pre-anthesis photoassimilates to grain yield: its relationship with yield in Argentine sunflower cultivars released between 1930 and 1995, Elsevier Science BV, Vol.105: 88-96, Amsterdam.

Libros y capítulos de libros

- Hall, A. & De La Vega, A. (2006) Sunflower – cultivation and seed production. The Encyclopedia of seeds: Science, technology and uses. Black, M., Bewley, J.D. and Halmer, P., vol. único: 691-695 CAB International Wallingford.
- López Pereira, M. & Trápani, N. (2004) Importancia e identificación de factores abióticos que limitan el rendimiento y la calidad del girasol. Guía para la producción de girasol en siembra directa. Díaz-Zorita, M y Duarte, G.A. Vol. único: 42-48, Monsanto. Buenos Aires.
- López Pereira, M., Rondanini, D., Trápani, N. (2006) El girasol. Cultivos Industriales. De la Fuente, E., Gil, A., Giménez, P., Kantolic, A., López Pereira, M., Ploschuk, E., Sorlino, D., Vilariño, P., Wassner, D., Windauer, L., Vol. Único: 145-174, Editorial Facultad de Agronomía Buenos Aires.
- Trápani, N. & López Pereira, M. (2004) Bases ecofisiológicas para la producción de girasol. Guía para la producción de girasol en siembra directa. Díaz-Zorita, M y Duarte, G.A. Vol. Único: 29-37, Monsanto. Buenos Aires.

Comunicaciones a Congresos y Jornadas / Conferencias dictadas

- Chimenti, C.; Giuliano, J. & Hall, A. (2004) Ajuste osmótico en girasol: efectos durante una sequía en la etapa antesis-llenado de frutos. XXV Reunión Argentina de Fisiología Vegetal, Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal, Santa Rosa, La Pampa. ISBN n/c, vol único: 60.
- Chimenti, C., Giuliano, J. & Hall, A. (2004), Osmotic adjustment, its effects on yield maintenance under drought in sunflower. 16th International

Sunflower Conference, International Sunflower Association, Fargo, ND USA. ISBN n/c, vol. 1: 261-266.

De la Vega, A., López Pereira, M., Trápani, N., Sposaro, M., Guamet, J. & Hall, A. (2004) Determinantes fisiológicos del rendimiento en post-anthesis en híbridos de girasol de diferente tasa de senescencia foliar. XXV Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal, Santa Rosa, La Pampa. ISBN N/C, vol. Único: 64.

Grassini, P., López Pereira, M. & Trápani, N. (2004) Respuestas del girasol a anegamientos breves durante el llenado de grano: efecto de la demanda ambiental. XXV Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal. Santa Rosa, La Pampa. ISBN n/c vol. único: 256.

Grassini, P.; Trápani, N., López Pereira, M. & Hall, A. (2005) Variabilidad intracultivar en la respuesta al anegamiento durante el llenado de grano. 3er Congreso Argentino de Girasol, ASAGIR, Buenos Aires. <http://www.asagir.org.ar/3erCongreso/Word/Resumen%20asagir%202005.doc>

Hall, A. (2004) Advances in the physiology of the sunflower crop: a ten-year progress report. 16th International Sunflower Conference. International Sunflower Association, Fargo, ND USA. ISBN n/c, vol. 1: 29-41.

López Pereira, M., Trápani, N., Casal, J., Guamet, J. & Hall, A. La inclinación ordenada de tallos en el cultivo de girasol a alta densidad. XXV Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal, Santa Rosa, La Pampa. ISBN n/c, vol. único: 80.

López Pereira, M., Trápani, N., Piñeiro, G. & Hall, A. (2004) Responses of sunflower to stand structure and crop population density: effects on leaf area and yield. 16th International Sunflower Conference. International Sunflower Association, Fargo, ND USA. ISBN n/c, vol. 1: 315-321.

López Pereira, M., Salvatelli, F., Trápani, N. & Hall, A. (2004) Intraspecific variability of sunflower responses to crop density. 16th International Sunflower Conference. International Sunflower Association. Fargo, ND USA. ISBN n/c, vol. 1: 225-230.

López Pereira, M. Trápani, N. & Hall, A. (2005) Ecofisiología de la tolerancia a la densidad poblacional. 3er Congreso Argentino de Girasol, ASAGIR, Buenos Aires. <http://www.asagir.org.ar/3erCongreso/Word/Extension%20LopezPereira%20et%20al.doc> / 2005

López Pereira, M. Trápani, N., Piñeiro, G., De la Vega, A., & Hall, A. (2005) La distancia entre surcos: ¿Modifica el rendimiento del girasol? 3er Congreso Argentino de Girasol, ASAGIR, Buenos Aires / <http://www.asagir.org.ar/3erCongreso/Word/Segundo%20cientifico%20tecnologico%20Lopez%20Pereira%20et%20al%201.doc>

López Pereira, M. Trápani, N., & Hall, A. (2005) Respuestas tempranas a la alta densidad: Variabilidad intraespecifica. 3er Congreso Argentino de Girasol, ASAGIR, Buenos Aires, ISBN n/c <http://www.asagir.org.ar/3erCongreso/Word/Primero%20cientifico%20tecnologico%20LopezPereira%20et%20al.doc> Mac Donoug H. & Hall, A. (2004) Temperaturas bajas aceleran el desarrollo fásico temprano de girasol (*Helianthus annuus* L.) e interactúan con el fotoperíodo. XXV Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal. Santa Rosa, La Pampa. ISBN n/c, vol. único: 166.

Mac Donoug H., Hall, A. & Balbi, M. (2004) Phasic development and phylochron responses to extended photoperiods and sowing date. 16th International Sunflower Conference. International Sunflower Association. Fargo, ND USA. ISBN n/c, vol. 1: 309.

Rondanini, D. (2004) Importancia del estrés térmico en la productividad de los cultivos de grano. XXV Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal, Santa Rosa, La Pampa. ISBN n/c, vol. único: 26.

Rondanini, D., Mantese, A., Savin, R. & Hall, A. (2004) Peso y calidad de los granos de girasol en respuesta a temperaturas alternadas día/noche y duración del estrés. XXV Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal. Santa Rosa, La Pampa. ISBN n/c, vol. único: 295.

Rondanini, D., Mantese, A., Savin, R., Hall, A. (2004) Effects of high alternating day/night temperatures on grain growth and quality. 16th International Sunflower Conference. International Sunflower Association. Fargo, ND USA. ISBN n/c, vol. 1: 293-299.

Rondanini, D., Ploschuk, E., & Hall, A. (2004). Estimación de umbrales de temperatura de aire capaces de producir mermas en el rendimiento de girasol (*Helianthus annuus* L.): simulación y experimentación. X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología. Sociedad Argentina de Agrometeorología Mar del Plata Resúmenes en CD (no hubo actas impresas). ISBN n/c.

Rondanini, D., Mantese, A., Savin, R. & Hall, A. (2005) Estimación de pérdidas de rendimiento y calidad debido a episodios de estrés térmico durante el llenado de granos. 3º Congreso Argentino de Girasol, ASAGIR, Buenos Aires. <http://www.asagir.org.ar/3erCongreso/Word/Rondanini,%20Mantese,%20Savin,%20Hall-FAUBA.doc>.

Sposaro, M., Chimenti, C. & Hall, A. (2005) Tolerancia al vuelco quebrado en el cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.). 3er Congreso Argentino de Girasol. ASAGIR, Buenos Aires. <http://www.asagir.org.ar/3erCongreso/Word/Resumen%20Cientifico%20Sposaro%201.doc>

Sposaro, M., Chimenti, C. & Hall, A. (2005) La densidad y su relación con la tolerancia al quebrado de tallo en girasol (*Helianthus annuus* L.). 3er Congreso Argentino de Girasol. ASAGIR, Buenos Aires. <http://www.asagir.org.ar/3erCongreso/Word/Resumen%20Cientifico%20Sposaro%202.doc>

Trapani, N., López Pereira, M., Indaco, G. & Hall, A. (2004) Short duration waterlogging events during grain filling in sunflower: Effects on yield and its components. 16th International Sunflower Conference. International Sunflower Association. Fargo, ND USA. ISBN n/c, vol. 1. 281-286.

Consolidación del grupo responsable y colaboradores

Becarios

Milena Elisa Manzur Tipo de Beca: Superior. Inicio: 1/1/2006. Finalización: 31/10/2007.

Tesis en curso: Diferencias morfo-anatómicas relacionadas con la tolerancia al vuelco/quebrado del cultivo de girasol. Escuela para graduados Alberto Soriano – FAUBA. Acreditada por CONEAU, tipo: A.

Mariano Sposaro. Tipo de Beca: Superior. Inicio: 1/4/2004. Finalización: 30/4/2005.

Nombre de la Carrera: Magíster en producción vegetal. Título: "Ecofisiología de la tolerancia al vuelco y/o quebrado en el cultivo de girasol". Escuela para graduados Alberto Soriano – FAUBA. Acreditada por CONEAU, tipo: A.

Otros recursos humanos formados en el ámbito del proyecto.

Patricio Grassini, Fundación Mosoteguy, alumno agronomía. Finalizó el currícula en julio 2005. Completó los experimentos de su trabajo de intensificación, analizó datos, generó tres comunicaciones a congresos y una presentación oral. Defendió su trabajo de intensificación en diciembre de 2005, graduándose como Ingeniero Agrónomo. Publicó un trabajo derivado de su trabajo de intensificación (ver Secc. II.1.1).

Déborah Rondanini. UBA. Doctoral. Durante el período del proyecto se realizaron 8 ensayos, que completan el trabajo experimental de la tesis. Se publicaron dos trabajos derivados de la tesis (Rondanini, Savin, Hall, 2007 y Rondanini, Mantese, Savin, Hall, 2006. Ver Secc. II.1.1). Se concurrió a seis congresos científicos nacionales y dos internacionales. Defendió la tesis el 23/3/06.

Juan Cruz Provvidente, ANPCyT, Alumno Agronomía. Finalizó con los trabajos experimentales relacionados con su trabajo de intensificación y defendió el mismo en mayo del 2007, graduándose como Ingeniero Agrónomo. Este trabajo de intensificación fue galardonado con la primera mención por la Facultad de Agronomía entre los trabajos defendidos durante el período noviembre del 2006 y octubre del 2007 y que hayan obtenido una calificación de sobresaliente diez.

Anexo

Comunicaciones a congresos y jornadas / Conferencias dictadas

Aguirrezábal, L., Chimenti, C., De La Vega, A., Grassini, P., Hall, A., Mercau, J., Pereyra Irujo, G. (2007) Cultivos menos susceptibles a la sequía ¿Dónde estamos en girasol? 4º Congreso Argentino de Girasol, ASAGIR. Buenos Aires. ISBN 978-987-21423-1-5, vol.1: 145-156.

Fonts Vallejo, C., Andrade, F., León, A., Hall, A., Grondona, M. (2006) Caracterización fenológica de familias casi isogénicas de girasol (*Helianthus annuus* L.) bajo fotoperíodos contrastantes. 26ª Reunión Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal, Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal, Chascomús. ISBN n/c, vol.1: 51.

Grassini, P., Hall, A., Mercau, J. (2007) Eficiencia en el uso del agua en girasol: Su relación con las precipitaciones durante el ciclo y el agua disponible a la siembra. Workshop internacional: Ecofisiología vegetal aplicada al estudio de la determinación del rendimiento y la calidad de los cultivos de granos, FAUBA-INTA FCAUNMDP, Mar del Plata. ISBN n/c, vol.1: 25-30.

Hall, A. (2006) Ecofisiología de cultivos en la Argentina: Éxitos, vacíos y desafíos futuros. 26ª Reunión Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal. Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal. Chascomús, vol.1: 16.

López Pereira, M., Trápani, N., Casal, J., Hall, A. (2006) Los vecinos se ponen de acuerdo: El fitocromo define la inclinación alternada de tallos en el cultivo de girasol. 26ª Reunión Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal. Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal, Chascomús, ISBN n/c, vol.1: 98.

López Pereira, M., Kantolic, A., Giménez, P., Sorlino, D. (2006) Posibles vías para incrementar la producción en cultivos oleaginosos tradicionales. En Simposio Internacional de Bioenergía. FAUBA.

López Pereira, M., Trápani, N. (2006) Estructura espacial del cultivo de girasol y su rendimiento. Mundo Agro 2006, SEMA, Buenos Aires. ISBN n/c, vol. único: 49-52.

López Pereira, M., Trápani, Casal, J., Hall, A. (2007) Caracteres que modifican la tolerancia del girasol a la alta densidad: inclinación de tallos y alargamiento de entrenudos, 4º Congreso Argentino de Girasol, ASAGIR, Buenos Aires. ISBN 978-987-21423-1-5, vol.1: 288-290.

López Pereira, M., Trápani, Hall, A., Casal, J. (2007) Una política de buena vecindad: El fitocromo define la inclinación alternada de tallos, 4to Congreso Argentino de Girasol, ASAGIR. Buenos Aires, ISBN 978-987-21423-1-5, vol. 1: 290-291.

López Pereira, M., Hall, A., Aguirrezábal, L. (2007), ¿Cómo usar los conocimientos de la ecofisiología para obtener mejores cultivos de girasol, a través del mejoramiento y el manejo? 4º Congreso Argentino de Girasol, ASAGIR, Buenos Aires. ISBN 978-987-21423-1-5, vol.1: 43-58.

Mantese, A., Medan, D., Hall, A., Rondanini, D. (2007), Importancia del pericarpio en las relaciones hídricas y el tamaño potencial del fruto de girasol, 4º Congreso Argentino de Girasol, ASAGIR, Buenos Aires. ISBN 978-987-21423-1-5, vol.1: 292-293.

Mantese, A., Rondanini, D., Medan, D., Hall, A. (2006) Relaciones hídricas en el pericarpio y embrión de girasol: Asociación con el peso potencial y la tasa de secado de los frutos. 26ª Reunión Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal, Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal, Chascomús. ISBN n/c, vol.1: 58.

Mantese, A., Rondanini, D., Medan, D., Hall, A. (2007) Determinación del tamaño máximo del fruto en girasol, Workshop internacional: Ecofisiología vegetal aplicada al estudio de la determinación del rendimiento y la calidad de los cultivos de granos, FAUBA-INTA-FCAUNMDP, Mar del Plata. ISBN n/c, vol.1: 24-25.

Manzur, M., Hall, A., Chimenti, C. (2007) El proceso de vuelco en el cultivo de girasol relación con la densidad y la resistencia a la ruptura del sistema radical. 4to. Congreso Argentino de Girasol, Asociación Argentina de Girasol, Buenos Aires. ISBN 978-987-21423-1-5, vol. único: 294.

Manzur, M., Hall, A., Mantese, C., Chimenti, C. (2007) Vuelco en girasol: variación intraespecífica de las propiedades morfo-histológicas y mecánicas de raíces secundarias / XXI Jornadas Argentinas de Botánica, Sociedad Argentina de Botánica, Corrientes. ISSN 0373-520X, vol. 42: 81.

Rondanini, D.; Savin, R. & Hall, A. (2005) Madurez fisiológica en girasol: Su relación con el porcentaje de humedad en el fruto. 3º Congreso Argentino de Girasol, ASAGIR, Buenos Aires. <http://www.asagir.org.ar/3erCongreso/Word/Rondanini,%20Savin,%20Hall-FAUBA.doc>

Rondanini, D.; Hall, A., Ploschuk, E., Savin, R. (2006) La variable carga de calor horario permite cuantificar los efectos del estrés térmico sobre el peso y la calidad de cultivos de grano. 26ª Reunión Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal. Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal, Chascomús. ISBN n/c, vol.1: 156.

Rondanini, D., De La Vega, A., Hall, A. (2006) Bases fisiológicas de la interacción genotipo X fotoperíodo en dos híbridos de girasol de respuesta contrastante, 26ª Reunión Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal, Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal, Chascomús, ISBN n/c, vol.1: 97.

Sposaro, M., Chimenti, C. & Hall, A. (2006) Tolerancia al vuelco de plantas en el cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L): Variabilidad intraespecífica. XXVI Reunión de la Asociación Argentina de Fisiología Vegetal. Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal, Chascomús. ISBN n/c, vol. único: 11.

Sposaro, M., Berry, P., Sterling, M., Hall, A., Chimenti, C., (2007) Modelo de vuelco de plantas y quebrado de tallos en girasol: una herramienta aplicable a la producción y al mejoramiento del cultivo, 4to. Congreso Argentino de Girasol, Asociación Argentina de Girasol, Buenos Aires. ISBN 978-987-21423-1-5, vol. único: 308.

Sposaro, M., Berry, P., Sterling, M., Hall, A., Chimenti, C. (2007) Desarrollo y validación de un modelo para vuelco y quebrado en girasol. 4to. Congreso Argentino de Girasol, Asociación Argentina de Girasol, Buenos Aires. ISBN 978-987-21423-1-5, vol. único: 310.

Proyecto PICTO-ASAGIR 08: 13163

Selección de genotipos de girasol resistentes a imidazolinonas por metodologías no convencionales

FICHA TÉCNICA

Investigador responsable	Graciela Nestares
Sede	Universidad Nacional de Rosario (UNR)
Participantes	Liliana Picardi, Tatiana Vega y Gabriela Brecchia.
Fecha de inicio	11/12/2003
Fecha de finalización	31/05/2008
Monto total del subsidio	\$ 114.194



Contacto Graciela Nestares – gnestare@unr.edu.ar

¿Qué se investigó?

El objetivo general del proyecto *Selección de genotipos de girasol resistentes a imidazolinonas por metodologías no convencionales* fue desarrollar metodologías de laboratorio para la selección de germoplasma élite de girasol resistente a imidazolinonas.

La resistencia a imidazolinonas que se observa a campo puede ser verificada en plántulas desarrolladas a partir de embriones inmaduros, plántulas obtenidas por germinación en presencia de herbicida y actividad enzimática ALS. Entre las aplicaciones prácticas que se derivan de la investigación, se desprenden que estas metodologías podrían complementar las evaluaciones que se realizan a campo, con el agregado de que permiten identificar girasol CL en etapas tempranas del desarrollo a bajo costo y con alto número de individuos en espacio reducido. Todos estos aspectos introducen un ahorro de tiempo y recursos en los programas de mejoramiento orientados a la obtención de materiales resistentes.

A los mejoradores, por su parte, el resultado de este trabajo le permitirá también identificar resistencias en poblaciones naturales y desarrollar estudios de flujo génico entre poblaciones naturales y girasol CL.

¿Qué se logró?

- *Rescate de embriones inmaduros. Se logró:*
Desarrollar el protocolo de rescate para la técnica in vitro, así como para los germinadores multimaceta.
Combinar el doble propósito de aceleración de generaciones y selección con los agentes selectivos imazetapir e imazapir.

Las metodologías investigadas permiten identificar girasol CL en etapas tempranas de desarrollo a bajo costo y con alto número de individuos en espacio reducido.

- **Bioensayos de germinación. Se logró:**
Implementar un sistema que permite en forma rápida y sencilla discriminar los tres grados de resistencia a imidazolinonas en estadios tempranos del desarrollo.
Alternativas: *in vitro* - no estéril
- **Medición de la actividad enzimática de ALS**
Permite cuantificar el grado de resistencia en hojas jóvenes.

La iniciativa logró el rescate de embriones inmaduros, que permite el doble propósito de acortar el intervalo generacional y seleccionar por resistencia.

La iniciativa logró el rescate de embriones inmaduros, lo que permite el doble propósito de acortar el intervalo generacional y seleccionar por resistencia. Se implementaron protocolos de rescate de embriones inmaduros por cultivo *in vitro* y por germinación en "speedlings", que resultaron igualmente eficientes en cuanto al porcentaje de plántulas logradas. Sin embargo, este último método es más conveniente por su simplicidad, por ser de menor costo y por no requerir aclimatación de las plántulas. Las dosis evaluadas sobre las plantas obtenidas por germinación de embriones inmaduros fueron efectivas en seleccionar los genotipos sensibles de los resistentes e intermedios.

A través del cultivo *in vitro* de embriones maduros, se pudo discriminar en forma rápida y sencilla la resistencia a imidazolinonas.

Además, el proyecto pudo implementar, a través del cultivo *in vitro* de embriones maduros, un sistema que permite discriminar en forma rápida y sencilla los tres grados de resistencia al grupo de herbicidas de las imidazolinonas. A través de la germinación de semillas maduras en un medio de cultivo, con el agregado del agente selectivo (herbicida) y cumplidos 8 días de incubación en condiciones controladas, se pueden diferenciar por inspección visual de las raíces los individuos resistentes, intermedios y susceptibles. Este bioensayo de germinación se adaptó a una versión "no estéril" utilizando perlita como soporte y regando con solución nutritiva más el agregado de herbicida.

A su vez, se pudo completar la caracterización bioquímica de la resistencia a través de la cuantificación de actividad enzimática ALS. Se desarrolló un tipo de ensayo de cuantificación denominado *in vivo*. Este protocolo permite cuantificar en forma más objetiva el grado de resistencia de las plantas, requiere muy poca cantidad de material vegetal de partida, es menos trabajoso y no es destructivo como su versión *in vitro* de medición de actividad enzimática, por lo que también se presenta como promisorio como método de identificación y selección de plantas resistentes.

Por último, también se pudo establecer un protocolo de evaluación de resistencia a nivel de células meristemáticas indiferenciadas (callogénesis *in vitro*) que puede resultar de utilidad para estudios básicos.

► ¿Por qué continuar la investigación?

Los desafíos de cara al futuro que presentó el proyecto hacen alusión a la necesidad de validar los bioensayos, ampliando el espectro de genotipos a evaluar y esclarecer su potencia en lo que respecta a la identificación de los genotipos de resistencia intermedia.

Por otra parte, es importante identificar el mecanismo de acción del segundo gen o *enhancer* para hacer más eficiente la selección y para, eventualmente, hacer uso del mecanismo alternativo de resistencia.

Finalmente, resulta importante incluir materiales con nuevas mutantes IMI-R.



Productos / Repercusiones

Se publicaron artículos en revistas de circulación periódica (9), se ha escrito el capítulo "Sunflower Propagation" del libro *Protocols for in vitro propagation of ornamental plants*, se han realizado comunicaciones a congresos y jornadas/conferencias dictadas (20) y se ha dado una fuerte transferencia al ámbito social y productivo (3). Las publicaciones que se destacan son:

Publicaciones

Artículos en revistas de circulación periódica

- Breccia, G., Vega, T., Nestares, G., Zorzoli, R., & Picardi, L., Mayor, M. (2008) Immature embryo culture for early screening imidazolinone resistance in sunflower. *Plant Biotechnology Reports*. Springer Japan.
- Breccia, G., Fauguel, C., Vega, T., Nestares, G. & Picardi, L. (2006) In vitro culture of sunflower mature embryos for the selection of imazapyr resistance - IHEM-CONICET. *Biocell* Vol 30 (2), 406. Mendoza, Argentina.
- Breccia, G., Vega, T., Calderari, M., Giorgi, D., Nestares, G. & Picardi, L. (2007) Imidazolinone resistance (IMI-R) evaluation of sunflower seedlings in early stages of development. - IHEM-CONICET - *Biocell* Vol 31 (1), 133. Mendoza, Argentina.
- Breccia G., Accastello, C., Ceccarelli, N., Maiocco, V., Spirolazzi, M., Vega, T., & Nestares, G. (2008) Imidazolinone resistance (IMI-R) evaluation in sunflower hybrids and lines at seedling stage - IHEM-CONICET - Mendoza, Argentina.
- Mayor, M., Nestares, G., Zorzoli, R., Picardi, L. (2004) Interpretación de la interacción 'Genotipo x medio de cultivo' a través del modelo Ammi en Girasol - Sociedad Argentina de Genética. *Journal Of Basic & Applied Genetics* 16 (2): 113. Abs. 47 - Buenos Aires, Argentina.
- Traina, M., Fauguel, C., Mayor, M., Nestares, G. & Picardi, L. (2004) In vitro response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) Genotypes from different types of explants - IHEM-CONICET. *Biocell* 28 (2): 228 Abs. 103. Mendoza, Argentina.
- Vega, T., Fauguel, C., Nestares, G., Zorzoli, R., & Picardi, L. (2005) Evaluation of Callus development in sunflower inbred lines - IHEM-CONICET. *Biocell* 29 (1), Abs. 103, pág. 140. Mendoza, Argentina.
- Vega, T., Nestares, G., Zorzoli, R., & Picardi, L. (2006) Responsive regions for direct organogenesis in sunflower cotyledons. *Acta Physiologiae Plantarum*. Springer 28: 427-431 Heidelberg 2006.
- Vega, T., Breccia, G., Nestares, G., Mayor, M., Zorzoli, R., & Picardi, L. (2008) Soil-less bioassays for early screening resistance to imazapyr in sunflower (*Helianthus annuus* L.) *Pest Management Science*. John Wiley & Sons Ltd.

Libros y capítulos de libros

Mayor, M., Nestares, G., Vega, T., Zorzoli, R., Picardi, L. (2008) Sunflower propagation in: *Protocols for in vitro propagation of ornamental plants*. SM Jain & SJ Ochatt (Eds.) Humana Press and Springer. Totowa, USA.

Comunicaciones a congresos y jornadas / Conferencias dictadas

- Breccia, G., Vega, T., Nestares, G., M., Zorzoli, R. & Picardi, L. Selección por resistencia a imidazolinonas en girasol a través del test germinativo *in vitro*. 52º Congreso Brasileiro de Genética, 12º Congreso de la Asociación Latinoamericana de Genética. Foz de Iguazú, Brasil, 3 al 6 de Septiembre de 2006.
- Breccia, G., Vega, T., Nestares, G., M. & Picardi, L. Expresión *in vitro* de la resistencia a imidazolinonas en embriones de girasol. XIV Jornadas de Jóvenes Investigadores de la AUGM. Asociación de Universidades Grupo Montevideo- Universidade Estadual de Campinas, Brasil, 13-15 de Septiembre de 2006.
- Breccia, G., Vega, T., Nestares, G., M. & Picardi, L. Rescate *in vitro* de embriones inmaduros y selección por resistencia a imidazolinonas en girasol REDBIO 2007 - VI Encuentro Latinoamericano y del Caribe de Biotecnología Agropecuaria. Red Latinoamericana de Biotecnología - Viña del Mar, Chile, 22-26 de Octubre de 2007.
- Breccia, G., Fauguel, C., Vega, T., Nestares, G. & Picardi, L. Cultivo *in vitro* de embriones maduros de girasol para la selección de resistencia a imazapyr - VII Congreso y XXV Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario - Rosario, Santa Fe- 12 al 14 de diciembre de 2005.
- Breccia, G., Vega, T., Calderari, M., Giorgi, D., Nestares, G. & Picardi, L. Evaluación de la resistencia a imidazolinonas en etapas tempranas del desarrollo de plántulas de girasol. VIII Congreso y XXVI Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Rosario, 5-7 de Diciembre de 2006.
- Breccia, G., Vega, T., Nestares, G., Zorzoli, R. & Picardi, L. Selección por resistencia a imazapyr en etapas tempranas del desarrollo. 4º Congreso Argentino de Girasol ASAGIR, Buenos Aires 29-30 de Mayo de 2007.
- Breccia, G., Accastello, C., Ceccarelli, N., Maiocco, V., Spirolazzi, M., Vega, T. & Nestares, G. Evaluación de la resistencia a imidazolinonas (IMI-R) en plántulas de líneas e híbridos de girasol. IX Congreso y XXVII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario, Rosario, 29 y 30 de Noviembre de 2007.
- Breccia, G., Vega, T., Nestares, G., Zorzoli, R. & Picardi, L. Bioensayo de germinación para la selección por resistencia a imazapyr en girasol - XIII Reunión Latinoamericana - XXVII Reunión Argentina de Fisiología Vege-

tal. Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal – Rosario, Argentina – 21 al 24 de setiembre de 2008.

Breccia, G., Relling, G., Di Pego, J., Anibalini, V., Vega, T. & Nestares, G., Desarrollo radicular en plántulas de girasol tratadas con el herbicida imazapir. X Congreso y XXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. 3 al 5 de diciembre de 2008.

Feroci, M., Vega, T., Breccia, G., Nestares, G., Zorzoli, R. & Picardi, L. Análisis de la resistencia a imidazolinonas en girasol por medición in vivo de actividad ALS – XIII Reunión Latinoamericana – XXVII Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal – Rosario, Argentina – 21 al 24 de setiembre de 2008.

Feroci, M., Vega, T., Breccia, G., Nestares, G., Zorzoli, R. & Picardi, L. Evaluación in vitro de la resistencia a imidazolinonas en girasol – XVI Jornadas De Jóvenes Investigadores Asociación de Universidades Grupo Montevideo (AUGM) – Universidad de la República, Montevideo – Uruguay – 27 al 29 de octubre de 2008.

Nestares, G., Vega, T., Fraticelli, F., Fauguel, C., Zorzoli, R. & Picardi, L. Selección de genotipos de girasol (*Helianthus annuus* L.) resistentes a imidazolinonas por metodologías no convencionales – Tercer Congreso Nacional de Girasol organizado por la Asociación Argentina de Girasol (ASAGIR) – Hotel Hilton, Buenos Aires. 31 de mayo y 1 de junio de 2005. <http://www.asagir.org.ar/3erCongreso/Word/Nestaresetal.doc>

Nestares, G., Vega, T., Breccia, G., Cravero, V., Zorzoli, R., Picardi, L. Metodologías no convencionales para la selección por resistencia a imidazolinonas. 4º Congreso Argentino de Girasol ASAGIR, Buenos Aires 29-30 de Mayo de 2007.

Vega, T., Breccia, G., Nestares, G., Mayor, M., Zorzoli, R. & Picardi, L. Soilless bioassays for early screening resistance to imazapyr in sunflower (*Helianthus annuus* L.) 5th International Weed Science Congress. – International Weed Science Society – Vancouver, Canada. 23-27 de junio de 2008.

Vega, T., Fauguel, C., Fraticelli, F., Nestares, G., Zorzoli, R. & Picardi, L. Cultivo y selección in vitro de germoplasma élite de girasol resistente a imidazolinonas – BAIRESBIOTEC2005, Congreso Internacional – Grupo Biotecnología – VI Simposio Nacional – REDBIO Argentina – Buenos Aires 7 al 10 de junio de 2005.

Vega, T., Breccia, G., Nestares, G., Zorzoli, R. & Picardi, L. Medición in vivo de la actividad de la acetolactosintasa en girasol en presencia de imidazolinonas REDBIO 2007 – VI Encuentro Latinoamericano y del Caribe de Biotecnología Agropecuaria. Red Latinoamericana de Biotecnología – Viña del Mar, Chile, 22-26 de Octubre de 2007.

Vega, T., Fauguel, C., Nestares, G., M., Zorzoli, R. & Picardi, L. Evaluación de la callogénesis en líneas de girasol. VI Congreso y XXIV Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario, Rosario 1 y 2 de diciembre de 2004.

Vega, T., Fauguel, C., Mahuad, S., Nestares, G., M., Zorzoli, R. & Picardi, L. Rescate de embriones inmaduros en girasol: selección para la resistencia a imidazolinonas y reducción del intervalo generacional. – Tercer Congreso Nacional de Girasol organizado por la Asociación Argentina de Girasol (ASAGIR) – Hotel Hilton, Buenos Aires. 31 de mayo y 1 de junio de 2005. <http://www.asagir.org.ar/3erCongreso/Word/Vegaetal.doc>

Vega, T., Fauguel, C., Nestares, G., M., Zorzoli, R. & Picardi, L. Capacidad organogénica para las distintas regiones del cotiledón en seis genotipos de girasol. VII Congreso y XXV Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario – Rosario, Santa Fe – 12 al 14 de diciembre de 2005.

Vega, T., Breccia, G., Nestares, G., Zorzoli, R. & Picardi, L. Cultivo y evaluación de callos en medios suplementados con imazapir. 4º Congreso Argentino de Girasol ASAGIR, Buenos Aires 29-30 de Mayo de 2007.

Normas, informes técnicos, medios audiovisuales, publicaciones en internet.
Nestares, G.; Zorzoli, R.; Vega, T. y Picardi, L.A. – “Apuestan al mejoramiento de girasol”. Publicación de divulgación científica en el periódico virtual de la UNR. http://www.unr.edu.ar/periodico/secciones/2006/agosto/_agragirasol.htm – Rosario, Argentina – 2006

Transferencia de conocimientos al ámbito social o productivo.

Solicitante: Asociación Argentina de Girasol – Destinatarios: socios integrantes de la mencionada Asociación – Lugar: Bolsa de Cereales de Bs As. Se realizó una exposición acerca de los resultados preliminares obtenidos en el proyecto. Noviembre de 2004.

Solicitante: Asociación Argentina de Girasol – Destinatarios: investigadores del ámbito público y privado – Actividad realizada: participación en el Taller de Biotecnología en girasol – Lugar: Museo del Mar, Mar del Plata, Argentina. Marzo de 2005.

Solicitante: Asociación Argentina de Girasol – Destinatarios: investigadores del ámbito público y privado – Actividad realizada: participación en el Taller integrado de biotecnología, fisiología y mejoramiento en girasol – Lugar: Centro de Convenciones Hotel 13 de julio, Mar del Plata, Argentina. Marzo de 2007.

Consolidación del grupo responsable y colaboradores.

Becarios
Tatiana Vega. Beca de nivel inicial. Inicio: 01.06.2004 Finalización: 31.03.2007.
Tesis en curso: Doctorado en Ciencias Agrarias – Tema de Tesis: “La expresión in vitro de la resistencia a imidazolinonas en distintos genotipos de girasol cultivado (*Helianthus annuus* L.)”. Facultad de Ciencias Agrarias – UNR. Acreditada por CONEAU.

Otros Recursos Humanos formados en el ámbito del proyecto.

Vanina Cravero. CONICET. Beca Posdoctoral. Desarrolló su formación de posgrado en el marco de el presente proyecto. Llevó a cabo los objetivos relacionados con la morfogénesis in vitro (micropropagación y callogénesis) y puso a punto protocolos de cultivo in vitro.

Gabriela Breccia. CONICET. Beca doctoral tipo I – Desarrolla actualmente su trabajo de tesis doctoral. Su tema se enfoca a completar la caracterización de la resistencia a imidazolinonas en girasol a nivel fenotípico y bioquímico y determinar los procesos que complementan la resistencia por mutación de la enzima ALS.

Gabriela Breccia. UNR – Tesinista de la Lic en Biotecnología de la Fac. Cs. Bioq. y Farmacéuticas de la UNR – Desarrolló su trabajo de tesina en el marco de este proyecto para optar al título de Licenciada en Biotecnología. Se entrenó en los protocolos de germinación para la identificación temprana de plantas resistentes. Defendió su tesina en julio de 2007.

Mariel Feroci. UNR. Tesinista de la Lic. en Biotecnología de la Fac. Cs. Bioq. y Farmacéuticas de la UNR – Desarrolla actualmente el trabajo de tesina en el marco de este proyecto para optar al título de Licenciada en Biotecnología. Se entrenó en los protocolos de cuantificación de actividad enzimática ALS. Fecha probable de defensa: marzo de 2009.

Mariano Traina. UNR. Tesinista de la Lic en Biotecnología de la Fac Cs Bioq y Farmacéuticas de la UNR – Fue colaborador del proyecto y desarrolló su trabajo de tesina para optar al título de Licenciado en Biotecnología. Se entrenó en los protocolos de morfogénesis in vitro. Defendió su tesina en diciembre de 2007.

Florencia Fraticelli. UNR. Ayudante de segunda de la Cátedra de Genética, Fac Cs Agrarias. Participó de las tareas de investigación de laboratorio y campo.

Sabina Mahuad. UNR – Ayudante de segunda de la Cátedra de Genética, Fac Cs Agrarias. Participó de las tareas de investigación de laboratorio y campo.

Proyecto PICTO-ASAGIR 08: 13164

Obtención de plantas de girasol transgénicas que expresen múltiples genes antifúngicos

FICHA TÉCNICA	
Investigador responsable	Marisa Gisela López Bilbao
Sede	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
Participantes	Nilda López, Julián Zimmermann y Laura Radonic.
Fecha de inicio	20/02/2004
Fecha de finalización	19/10/2007
Monto total del subsidio	\$ 117.955
Contacto	Marisa Gisela López Bilbao – mlopezbilbao@cni.inta.gov.ar



¿Qué se investigó?

En los 3 años que duró el proyecto se logró demostrar que el girasol se puede transformar con altos niveles de eficiencia mientras que la dificultad reside en los sistemas y métodos de selección aplicados.

Sobre la transformación genética del girasol se estudió el establecimiento de un marcador de selección. La transformación se realizó utilizando tejidos meristemáticos de semillas en germinación del genotipo público HA89 vía *A tumefaciens*. Durante los últimos años se realizó un trabajo exhaustivo para establecer el marcador selectivo adecuado. Para esto se trabajó con dos agentes selectivos, el antibiótico kanamicina y el herbicida glufosinato de amonio. La estrategia utilizada en ambos casos consistió en transformar los explantos utilizando vectores idénticos excepto por llevar uno el gen nptII y otro el gen bar. En ambos casos se realizó un abordaje en tres etapas:

- Análisis de la respuesta de los cultivos *in vitro*, tanto agroinfectados como controles sin agroinfectar, frente al agente selectivo y determinar si existen respuestas diferenciales. A cada brote se le analizó, a lo largo de todo el período de cultivo de tejido: color, altura, formación de botón floral y formación de raíces *in vitro*. En los casos de plántulas que presentaron una respuesta diferente frente a la selección (putativamente expresando el transgén) fueron transferidas al invernáculo para obtener descendencia, las restantes plántulas fueron congeladas para su posterior análisis.
- Análisis por técnicas moleculares la presencia del transgén de todos los explantos agroinfectados (congelados o transferidos al invernáculo).

El objetivo final de este trabajo era obtener plantas de girasol genéticamente modificadas que adquieran un amplio rango de resistencia a los patógenos fúngicos, expresando los genes antifúngicos glucanasa, quitinasa, ap24 y rip.

iii. Relacionar la presencia del transgén con un comportamiento diferencial *in vitro*, cruzando los datos de los dos puntos anteriores.

1) Glufosinato de Amonio: Se desarrolló el vector pZP200BarGusi, que lleva el gen reporter GUS con un intrón escindible y el gen bar de resistencia al herbicida glufosinato de amonio como marcador de selección. Para analizar la integridad de este vector se realizaron ensayos de transformación de papa, como sistema modelo. Se obtuvieron brotes regenerantes en glufosinato de amonio 0,75 mg/l. Se realizaron ensayos solo de cultivo de tejidos, sin agroinfectar los explantos, para determinar cuál de las formulaciones del herbicida era la más adecuada en el caso de girasol. Se probaron Basta, Bialaphos y PPT (fosfotricina), determinándose que éste último era el que producía efectos claros y consistentes. Se realizaron diferentes esquemas de aplicación en el medio de cultivo. Nuestros resultados indican que el herbicida no es un marcador selectivo adecuado en la transformación genética de girasol.

2) Kanamicina: En lo referente a la utilización del antibiótico, al analizar todos los datos quedaron en evidencia dos puntos: a) no existe relación entre la coloración de los explantos y la presencia del transgén, ya que existen controles sin agroinfectar que presentan aspecto verde y saludable en presencia del antibiótico. b) todos los brotes que enraizaron *in vitro* en presencia de Km estaban transformados genéticamente (analizados por PCR y Southern blott). Así, con estos resultados se desarrolló y publicó un protocolo de transformación de girasol reproducible donde no se producen escapes (Radonic y col., 2006). Se debe hacer énfasis en que los trabajos publicados anteriormente, la selección se realizó teniendo en cuenta sólo el color/aspecto de las plántulas (en nuestro trabajo se demuestra que no es un criterio válida para la selección) y presentan niveles de escapes elevados (10-79%). Posteriormente, utilizando vectores que llevaban genes de interés agronómico, se realizaron modificaciones para aumentar la eficiencia del método de transformación y selección en kanamicina y se estableció el siguiente esquema de selección: Re1 Km 1mg/L; Re2 Km 10mg/L; Re3, Re4 y RA Km 50mg/L, produciendo una eficiencia de 1,03%.

Tanto en la selección con Km como con el herbicida, se analizaron por tinción histoquímica los brotes transgénicos obtenidos, para visualizar la actividad de la -glucuronidasa. En todos los casos se ve que los niveles de expresión son muy bajos y solo en tricomas, siendo necesario el uso de lupa la mayoría de las veces para detectar la tinción azul. Además en muchos de los casos se observa que el patrón de tinción no es homogéneo ya que solo se detecta en los tricomas sobre las nervaduras en la cara abaxial.

Utilización de genes de interés agronómico

Una vez establecida la selección con kanamicina, se transformó girasol utilizando construcciones portadoras de genes antifúngicos de probada eficiencia en la bibliografía. Para esto se utilizaron 2 tipos diferentes de vectores: poliproteína y cassettes dobles de expresión.

¿Qué se logró?

- Demostrar que se transforma con buenos niveles de eficiencia y que la dificultad residía en los métodos de selección.

- Haber logrado el único protocolo reproducible de transformación frente a Km, por formación de raíces *in vitro*, sin escapes (0%) y con eficiencia del 1%.
- Demostrar que no existe la selección por coloración en Km en girasol.
- Obtener plantas transgénicas portadoras de genes antifúngicos (glucanasa y quitinasa).
- Que el promotor CaMV35S produce niveles de expresión de GUS más bajos que los descritos en otras especies.
- Se comprobaron algunos casos de inestabilidad genética, ya que plantas T1 transgénicas perdieron el transgen en T2.
- Descartar el glufosinato de amonio como agente selectivo en transformación de girasol.
- Se comenzó a trabajar en transformación de lechuga, especie también compuesta, que será usada como modelo para girasol.
- Consolidar un grupo integrado de recursos humanos en transformación de girasol, ahora grupo de "Transformación de especies Compuestas". El grupo se ha centrado en la búsqueda de promotores tanto constitutivos (mejores que el 35S para la expresión y estabilidad de transgenes en especies Compuestas) y que dirijan la expresión a semillas.
- Formar dos becarios en cultivo de tejidos, biología molecular e ingeniería genética (L Radonic y D Zavallo) que están desarrollando sus tesis Doctorales en el IB. (tema: promotores para la transformación de especies Compuestas)

Otros resultados

Los siguientes dos puntos corresponden a resultados obtenidos, que demuestran que no se pueden utilizar estos sistemas en la transformación de girasol, debido a las características propias de esta especie. Constituyen en realidad resultados "negativos" pero muy valiosos para la investigación en este tema.

A) Poliproteína: Cuando se eligió este sistema se contaba con los resultados exitosos en la transformación de papa en el IB. Sin embargo, en el caso de girasol utilizando la construcción con genes antifúngicos o con los genes reporteros, observamos que todos los brotes agroinfectados presentaban hiperhidricidad, zonas necróticas y crecimiento anormal, durante el período de cultivo *in vitro*, produciendo brotes inviábiles. Además y probablemente asociado a este comportamiento *in vitro*, ningún brote enraizó en el medio selectivo con kanamicina. Se debe destacar que esta respuesta de los cultivos nunca fue observada previamente (en los CVTs o en los trabajos que condujeron a las distintas Tesis de Licenciatura) y que todo el material (semillas de girasol, medios de cultivo, cepas bacterianas), las condiciones (cámaras de cultivo, flujos laminares, bombas de vacío) e incluso los investigadores y técnicos que llevaron adelante estos ensayos eran los mismos que trabajaban en paralelo con otros vectores. Este crecimiento anormal *in vitro* podría estar relacionado a la presencia

El estudio demostró que poliproteína y glufosinato de amonio como marcador selectivo no son sistemas que se puedan usar en la transformación del girasol.

del gen N1a. Las enfermedades provocadas por virus en girasol cultivado o en las especies silvestres del género *Helianthus* no son muy comunes, pero existen nueve (9) virus que infectan al girasol en forma natural o experimental y todos pertenecen a la familia Potyviridae. El gen de la proteasa N1a usado en la construcción se obtuvo a partir del Tobacco Etch Virus (TEV), que es un virus altamente relacionado al Sunflower Mosaic Virus (SuMV). Así, podría llegar a ser que los tejidos de girasol estuvieran reconociendo de alguna manera la actividad de la proteasa aún en los brotes con transformación transitoria o inestable. Así, este interesante vector no pueda ser utilizado para la transformación genética de girasol debido a los desordenes que provoca en el cultivo de tejido.

B) Glufosinato de amonio como marcador selectivo:

a) Glufosinato de amonio 2,5 mg/l en Re3

b) Dosis más bajas (0,75 a 1,5 mg/l) a partir de Re3 o a partir del medio Ra.

c) Bajas dosis (0.25 mg/l) a partir de Re1 aumentando la dosis hasta llegar a 1,5 mg/l en Ra.

Ninguno de estos protocolos demostró diferencias en la respuesta frente al herbicida. Del total de plantas agroinfectadas, 48 fueron transferidas a invernáculo por su buen aspecto. Sin embargo, el 16,5% de los brotes controles (no agroinfectados) tratados con herbicida también presentaban un aspecto bueno y saludable, asociado con plantas que llevaran el gen de resistencia. De todos los brotes que se congelaron al final del período de cultivo de tejido y se analizaron por PCR tampoco existió ninguna característica que se pudiera asociar con la presencia del transgén. Estos dos últimos puntos demuestran que no se encontró ninguna característica distinguible que permita detectar la presencia del transgén en las plántulas obtenidas. Entre las plantas agroinfectadas que se pasaron al invernáculo algunas resultaron ser PCR+. Se obtuvo la descendencia y se corroboró que llevaran el transgen (Southern) y que lo expresaran (RT-PCR) sin embargo al tratar de usar estas plantas como control positivo para buscar un sistema de selección con el herbicida no se logró ningún resultado, ni germinando las semillas en presencia del herbicida ni pintando luego las hojas de las plantas con pincel. Estos resultados indicarían bajos niveles de expresión de los genes ensayados (amplificación de los transgenes por RT-PCR).

Objetivos propuestos en el proyecto y grado de consecución

a) En el proyecto presentado se escribió que el objetivo final de este trabajo era obtener plantas de girasol genéticamente modificadas que adquirieran un amplio rango de resistencia a los patógenos fúngicos, expresando los genes antifúngicos glucanasa, quitinasa, ap24 y rip. El objetivo se logró y completó ya que se cuenta con plantas glucanasas – quitinasa.

b) Los objetivos parciales presentados fueron:

- Continuar optimizando el protocolo de transformación genética de girasol utilizado en el Instituto de Biotecnología. Este se concretó con un protocolo robusto, sin escapes, por selección con Km, a través del enraizamiento in vitro.

- Obtener la expresión simultánea y eficiente de la combinación de varios genes de resistencia en el mismo evento de transformación. Este punto también se concretó exitosamente.

- Con el fin de evitar el silenciamiento en la expresión de los transgenes se utilizará un único promotor de transcripción seguido de procesamiento postraduccional del producto obtenido. - Estudiar la eficiencia del vector pPRO10, en un sistema más complejo que *Solanum tuberosum*, como es el girasol (especie considerada recalcitrante durante mucho tiempo). Este punto se concretó y se demostró la imposibilidad de utilizar el vector Ppro10 en girasol (ver explicación sobre la proteasa N1a).

- Poner a punto ensayos biológicos de desafío con hongos. Este punto todavía no se inició, ya que se está analizando el material antes de iniciar un ensayo de desafío.

Avance desde la finalización PICTO ASAGIR (febrero 07) hasta septiembre 2008.

Se decidió un cambio de enfoque del grupo de transformación de girasol y se comenzó a trabajar en los siguientes 2 puntos: 1- Búsqueda de promotores diferentes al CaMV35S. 2- Utilización de lechuga (*Lactuca sativa*) como especie modelo.

1. Enfoque en la búsqueda de nuevos promotores: Está basado en las dificultades encontradas en especies Compuestas por el uso del promotor constitutivo CaMV35S, de origen viral CaMV35S (Benfey y col. 1989) es el más ampliamente utilizado para la transformación genética de especies vegetales, regulando la expresión de genes reporteros o de selección y utilizado en vectores como pCAMBIA, pPZP, pGWB Gateway, etc. Sin embargo, se han publicado trabajos describiendo dificultades o patrones de expresión diferentes a lo esperado. Así, en alfalfa se observó expresión del gen reportero en hojas, raíces y tallos mientras que el promotor estaba inactivo en nódulos simbióticos y meristemas apical y radicular. También en algodón se describió expresión de GFP diferencial en tejidos y en distintos estadios del desarrollo. En el caso de las especies Compuestas, crisantemo y lechuga, los problemas existentes con el uso del promotor CaMV35S publicados hasta el momento son más importantes como la falta de actividad o la altísima inestabilidad de los transgenes. Así, en crisantemo, se describió la falta de actividad de la B-glucuronidasa, mientras que en lechuga se observa inestabilidad génica (el 2,5% de las plantas CaMV35S-bar, seleccionadas en km en T0, transmitieron resistencia al herbicida hasta la generación T3, mientras que fue del 97% en las ppc-bar).

2. Se comenzó a trabajar en transformación de lechuga (ya que pertenece al mismo grupo filogenético que el girasol y esto nos permitirá acelerar los tiempos de estudio y analizar en paralelo las respuestas obtenidas en ambas especies) luego de la capacitación realizada por la Dra Lopez Bilbao en el laboratorio de los Drs. Brian Powell y Mike Davey (Nottingham, UK) que contempló la interiorización en el protocolo de cultivo de tejido y transformación genética. Este protocolo, basado en el trabajo originalmente publicado por Curtis y col. (1994) fue modificado y ajustado para

trabajar con el genotipo Grand Rapids en Buenos Aires (inclusión de un nuevo paso de co-cultivo, agregado de acetosiringona, cambios en enraizamiento) y comenzó a ser utilizado rutinariamente en el laboratorio a partir de diciembre 2007.

¿Por qué continuar la investigación?

Para poner a punto ensayos biológicos de desafío con hongos. Este punto todavía no se inició, ya que se está analizando el material.



Productos / Repercusiones

Se publicaron artículos en revistas de circulación periódica (10), se han escrito 5 capítulos para distintos libros de investigación científica, se han realizado comunicaciones a congresos y jornadas/conferencias dictadas (22) y se ha dado una fuerte transferencia al ámbito social y productivo (10).

Publicaciones

Artículos en revistas de circulación periódica

Radonic, L.M., Zimmermann, J.M., Zavallo D., López N., López Bilbao M.G. (2006) "Rooting in Km selective media as efficient in vitro selection method for sunflower genetic transformation". En Electronic J. Of Biotechnology, Vol 9 nº 3, 315-319.

Libros y capítulos de libros

López Bilbao, M. (2004) Cap. 3: 4. "Factibilidad técnica determinando la metodología a emplearse". *Estudio sobre el impacto económico de la eventual utilización de eventos transgénicos de girasol en Argentina*. Pág.:15-41. www.asagir.org.ar/transgenicos.asp
 Radonic, L.M. "Utilización del antibiótico kanamicina como marcador de selección en la transformación genética de girasol (*Helianthus annuus*)". Director: Marisa López Bilbao. Fecha de Defensa 30/03/2005. UNSAM. Calificación 10 (diez).
 Zavallo, D., "Optimización de la transformación genética de girasol (*Helianthus annuus* L.) modificando las distintas etapas de la agroinfección" del estudiante Diego Zavallo. Director: Marisa López Bilbao. Fecha de defensa: 30/03/2006. FCEyN, U.B.A. Calificación 10 (diez).

Comunicaciones a Congresos y Jornadas / Conferencias dictadas

Heinz R.A., Chan R.L., De la Canal, L., Paniego, N., López Bilbao, M., Aguirre Zabal, I., Dosio, G., Hopp H.E. "Functional genomics applied to the study of sunflower genes involved in responses to biotic and abiotic stresses" en el "Compositae Whitepaper Meeting" 17/08/2006. Lugar: Genome and Biomedical Sciences Facility, UC Davies, EEUU.
 López Bilbao, M. Estado actual del proyecto PICTO ASAGIR 08-13164/ Bolsa de Cereales, Buenos Aires, Argentina. 23 noviembre de 2004.
 López Bilbao, M. Conferencia: "Transformación de Girasol: Métodos de Selección". En el Taller de Biotecnología de Girasol. ASAGIR. Mar del Plata 28-29 abril 2005.
 López Bilbao, M. Transformación genética de girasol. Avances del Proyecto ASAGIR. Presentación realizada en los salones de la ANPCyT. Bs.As. agosto 2005. Exposición evaluada por 3 jurados propuestos por la ANCyP y ASAGIR.
 López Bilbao, M. Transformación genética de girasol. Avances del Proyecto ASAGIR. Presentación realizada en los salones de la ANPCyT en Bs. As. Septiembre 2006. Exposición evaluada por 3 jurados propuestos por la ANCyP y ASAGIR.
 Zavallo, D., Zimmermann, J., Radonic, L., López, L., López Bilbao M. "Comparación de la eficiencia de transformación de girasol utilizando dos cepas de *Agrobacterium tumefaciens*, crecidas en dos medios de cultivo diferentes". VI Simposio de Biotecnología, REDBIO Argentina 2005. I Congreso Internacional de Biotecnología-Grupo BIO. I Encuentro Trinacional REDBIO Chile/Argentina/Uruguay. 7ho Junio 2005, Ciudad de Buenos Aires, Argentina.
 Zavallo, D. et al. "Transformación genética de girasol. Puesta a punto de un método de selección eficiente por enraizamiento in vitro en presencia del antibiótico kanamicina". VI Simposio de Biotecnología, REDBIO Argentina 2005. I Congreso Internacional de Biotecnología-Grupo BIO. I Encuentro Trinacional REDBIO Chile/Argentina/Uruguay. 7 al 10 de junio 2005, Ciudad de Buenos Aires, Argentina.
 Zavallo, D. et al. Picto ASAGIR Nº 08-13164: Obtención de plantas de girasol transgénicas que expresen múltiples genes antifúngicos. 3º Congreso Argentino de Girasol. ASAGIR. Bs. As., 30 de mayo y 1 de junio 2005.
 Zavallo, D. et al. Utilización de glufosinato de amonio como agente selectivo en la transformación genética de girasol. 3º Congreso Argentino de Girasol. ASAGIR. Bs. As, 30 mayo y 1 de junio 2005
 Zavallo, D. et al. Enraizamiento in vitro en presencia del antibiótico kanamicina como método de selección eficiente en la transformación genética de girasol. 3º Congreso Argentino de Girasol. ASAGIR. Bs. As, 30 mayo y 1 de junio 2005. Póster premiado por el Comité Científico de ASAGIR.
 Zavallo, D. et al. Transformación genética de girasol con genes antifúngicos. 4º Congreso Argentino de Girasol. ASAGIR. Buenos Aires, 29 y 30 mayo 2007.
 Zavallo, D. et al. Obtención de plantas transgénicas de girasol. Póster de divulgación/extensión. 4º Congreso Argentino de Girasol. ASAGIR. Buenos Aires, 29 y 30 mayo 2007.
 Zavallo, D. et al. Utilización de dos estrategias diferentes para la introducción de genes antifúngicos en girasol vía *Agrobacterium* REDBIO 2007 VI Encuentro Latinoamericano y del Caribe de Biotecnología Agropecuaria, Viña del Mar y Valparaíso, Chile, 22 al 26 de Octubre de 2007.
 Zavallo, D., López Bilbao, M., Peluffo, L., Lía, V, Hopp, H.E., Heinz, R. Búsqueda y caracterización de genes que se expresen en semilla de girasol. 4º Congreso Argentino de Girasol. ASAGIR. Buenos Aires, 29 y 30 mayo 2007.
 Zavallo, D., López Bilbao, M., Peluffo, L., Lía, V, Hopp, H.E., Heinz, R. Prospección y caracterización de genes que se expresen en semilla de girasol REDBIO 2007 VI Encuentro Latinoamericano y del Caribe de Biotecnología Agropecuaria, Viña del Mar y Valparaíso, Chile, 22 al 26 de Octubre de 2007.

Normas, informes técnicos, medios audiovisuales, publicaciones en internet.
 Publicación en internet www.asagir.org.ar/publicaciones.asp. del trabajo realizado por: FONSECA, Ezequiel A., LÓPEZ BILBAO, Marisa, LUDERS, Martín L., NOGUÉS, Julio J., PARSONS, Antonio T., REGÚNAGA, Marcelo y STURZENEGGER, Adolfo C. "Estudio sobre el impacto económico de la eventual utilización de eventos transgénicos de girasol en Argentina".

Transferencia de conocimientos al ámbito social o productivo.

Fonseca, E., López Bilbao, M., Luders, M., Nogués, J., Parsons, A., Regunaga, M., y Sturzenegger, A. "Estudio sobre el impacto económico de la

eventual utilización de eventos transgénicos de girasol en Argentina". Solicitada por ASAGIR y de acceso público a través del sitio www.asagir.org.ar/publicaciones.asp

La producción local de girasol enfrenta un desafío: aumentar su competitividad interna e internacional. Desde el punto de vista de la oferta argentina, el cultivo de girasol presenta actualmente una debilidad manifiesta frente a otros cultivos, como soja y maíz; a diferencia de lo acontecido con el mejoramiento convencional en girasol, los desarrollos genéticos logrados en la última década en dichos cultivos, como la soja transgénica, han permitido mejorar su productividad y rentabilidad, lo que ha resultado en la reducción de la superficie cultivada y la producción de girasol. Esta debilidad puede verse agravada en el futuro, porque los recursos destinados en Argentina y en el mundo al desarrollo de variedades e híbridos de soja y maíz son mayores a los correspondientes al cultivo de girasol. Al mismo tiempo, el escenario internacional plantea exigencias crecientes con relación a la competitividad del girasol. En primer lugar, porque los desarrollos esperados para las sojas GM en los principales países productores (EE.UU. y Argentina) y la eventual incorporación de sojas GM en Brasil y otros países de Asia implicarán nuevos aumentos en la competitividad de soja. En segundo lugar, porque en algunos países de la ex-URSS se presenta una baja productividad actual que les brinda alternativas para aumentar su competitividad y recuperar la brecha existente con Argentina y otros exportadores. ASAGIR decidió la realización de un estudio destinado a evaluar, desde una perspectiva estrictamente comercial, las ventajas e inconvenientes de la utilización de cultivares transgénicos, identificando problemas comerciales que podrían constituir barreras para las exportaciones argentinas. Se acordó que las tareas correspondientes a la proyección de demanda interna e internacional en cantidad, calidad y tipo para los principales productos de girasol, quedarían a cargo de ASAGIR. Por este motivo, el trabajo de la Consultoría se concentró en los restantes componentes de los términos de referencia del estudio:

1. Bioseguridad e Impacto Ambiental.
2. Estudio de factibilidad técnica.
3. Costo del desarrollo de variedades transgénicas.
4. Evaluación del costo de segregación y trazabilidad de los productos derivados de la coexistencia de cultivares transgénicos y no transgénicos.
5. Evolución del área girasolera, márgenes y competitividad. Análisis de márgenes en el sector industrial.
6. Respuesta de los principales importadores a los productos derivados de OGMs.

Consolidación del grupo responsable y colaboradores.

Becarios

Zimmermann J.M. Beca de nivel inicial. Inicio: 01.02.2004 Finalización: 28.02.2007.
 Tesis en curso: "Obtención de plantas de girasol que expresen múltiples genes antifúngicos", con lugar de trabajo en el Instituto de biotecnología de INTA-Cautelar y dirección del Dr. Esteban Hopp. Dto. Biología, FCEyN, UBA. Acreditada por CONEAU Tipo A.

Otros Recursos Humanos formados en el ámbito del proyecto.

Radonic, L. M. Becaria FONCYT PICTO INTA Nº08-12925. Inicio: 1/05/2005. Finalización: 31/03/2008. Director: M López Bilbao. Seleccionada para beca postgrado tipo II, CONICET. Inicio: abril 2008. Director H.E. Hopp, codirector: M. López Bilbao. Tesis de licenciatura: "Utilización del antibiótico kanamicina como marcador de selección en la transformación genética de girasol (*Helianthus annuus*)" Director: M. López Bilbao. Fecha de Defensa: 30/03/2005. UNSAM. Calificación: 10 (diez).
 Zavallo, D. Becario doctoral tipo I, CONICET. Inicio: 01/04/2006. Director: R. Heinz, codirector: M. López Bilbao. Tesis de licenciatura: "Optimización de la transformación genética de girasol (*Helianthus annuus* L.), modificando las distintas etapas de la agroinfección". Director: M. López Bilbao. Fecha de defensa: 30/03/2006. FCEyN, U.B.A. Calificación 10 (diez).

Vinculación con otros grupos de investigación, conformación de redes, intercambio académico o científico.

- Febrero/marzo de 2007: Pasantía en los laboratorios de los doctores Mike Davey y Brian Powell, en la Division of Plant Sciences, School of Biosciences, University of Nottingham, Reino Unido.
 - Acuerdo entre Advanced Technologies (Cambridge) Limited y el Instituto de Biotecnología. INTA-Castelar, para utilizar en investigación básica de biología molecular el promotor *pea plastocyanin* (ppc). A partir del 15 Marzo 2007.
 - Colaboración con el grupo de la Dra. M.T. Gonzalez-Jaén, de la Universidad Complutense de Madrid, para analizar el comportamiento de promotores de poligalacturonasa de origen fúngico en plantas transgénicas. Además, el grupo de transformación siempre está estrechamente ligado al grupo de genómica de girasol del IB, INTA Castelar, liderado por las Dras. Ruth Heinz y Norma Paniego.

→ 6 Identificación de diferentes fuentes de resistencia genética a la podredumbre del capítulo de girasol (*Sclerotinia sclerotiorum*) mediante herramientas genómicas

FICHA TÉCNICA	
Investigador responsable	Alberto Escande
Sede	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
Participantes	Ruth Heinz, Norma Paniago, Esteban Hopp, Lucila Peluffo, Paula Fernández, Paola Talia, Víctor Pereyra, Facundo Quiroz, Carla Maringolo y Carolina Troglia.
Fecha de inicio	25/02/2004
Fecha de finalización	31/11/2006
Monto total del subsidio	\$ 119.738
Contacto	Alberto Escande - aescande@balcarce.inta.gov.ar



¿Qué se investigó?

Se buscó identificar y combinar fuentes de resistencia a PHC y ayudar en el desarrollo de sistemas de selección asistida.

El objetivo general del proyecto *Identificación de diferentes fuentes de resistencia genética a la podredumbre húmeda del capítulo de girasol mediante herramientas genómicas* fue integrar los materiales, los conocimientos y las herramientas adquiridas por distintos grupos del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Balcarce y Castelar) para identificar y combinar fuentes de resistencia a PHC y ayudar en el desarrollo de sistemas de selección asistida.

A partir de ello, la iniciativa se propuso los siguientes objetivos específicos:

- Identificar distintas fuentes de resistencia a PHC.
Evaluación fenotípica de:
 - » ocho líneas endocriadas detectando comportamiento contrastante,
 - » cruzamientos HA 89 con RHA 801, RK 416, RHA 275 y RHA 299,
 - » inoculación en floración (R5.2): líneas, F1, familias F2:3 de poblaciones,
 - » evaluación de incidencia, severidad y período de incubación en dos ambientes,
 - » evaluación de cada material durante dos años.
- Detectar QTL asociados a la resistencia a PHC y desarrollar estrategias útiles para la selección asistida.
- Integrar en una sola población las distintas fuentes de resistencia a PHC y comenzar con selección recurrente.

- Evaluar las secuencias relacionadas a ESTs de interés en las líneas parentales, a través de análisis de abundancia de transcritos.

¿Qué se logró?

Con un plazo de impacto directo en la cadena girasolera estimado entre los 8 y 10 años (incluido el tiempo de trabajo), el proyecto logró:

- La caracterización de las cuatro poblaciones con mayor cantidad de material (dos ambientes por dos años).
- La detección de que la población RK 416 presentaba algunos individuos con buena resistencia, pero que, en el conjunto de la población, su comportamiento ante PHC era inferior al de las otras tres poblaciones.
- El desarrollo de dos poblaciones hasta familia F_{2,3} que aún requieren evaluación:
 - HA 302 (por priorización).
 - HA 853 (por baja producción de semilla).
- Como trabajo complementario están en desarrollo líneas endocriadas recombinantes (RILs) para los cruzamientos HA 89 con RK416, RHA 801, RHA 275 y RHA 299.
- Las RILs, que constituyen *per se* un material muy valioso para el mejoramiento convencional o asistido por marcadores, posibilitan, además:
 - » Buscar otras características de interés
 - » Validar QTL y los marcadores que los flanquean
 - iii) Detectar nuevos marcadores asociados a resistencia a PHC.
- Identificación de dos regiones del grupo de ligamiento 10 con tres QTL de resistencia a PHC cada una.

Las conclusiones más importantes de la investigación arrojaron que la combinación de diferentes disciplinas (interacción entre los grupos de trabajo participantes y recursos existentes) da la posibilidad de identificar fuentes de resistencia, así como de encontrar regiones del genoma de girasol asociadas a la resistencia a PHC y asociar genes candidatos (identificados por su estructura y función) a respuestas diferenciales entre genotipos de comportamiento contrastante.

Del proyecto emana una aplicación concreta de fundamental importancia para la cadena. En el área de mejoramiento vegetal de empresas proveedoras de insumos e institutos de investigación y generación de tecnologías, el uso de marcadores moleculares permitirá asistir al mejoramiento genético del cultivo. El mapeo genético de marcadores neutros (microsatélites) y funcionales (derivados de ESTs, SSR-ESTs o SNPs) asociados al carácter, dará la posibilidad de su utilización como herramienta de selección en el mejoramiento asistido, una vez que se validen los QTL en otras poblaciones de mapeo en desarrollo.

Entre los beneficios que resultan de la investigación, se pueden mencionar:

Se logró la generación de información sobre identificación de QTL y genes candidatos disponibles para investigadores y mejoradores del sector público y privado.

- La generación de información sobre identificación de QTL y genes candidatos disponibles para investigadores y mejoradores del sector público y privado.
- El aporte de distintas fuentes de resistencia genética a PHC y de su combinación en genotipos elite.
- La reducción en el costo y tiempo de obtención de materiales de buen comportamiento.
- La elaboración de información valiosa para conocer el genoma de girasol y avanzar en el entendimiento de las respuestas fisiológicas ante diferentes ambientes.
- El desarrollo de capacidades de infraestructura y conocimiento que pueden ser trasladados al estudio de problemas biológicos similares en este u otros sistemas.

➔ ¿Por qué continuar la investigación?

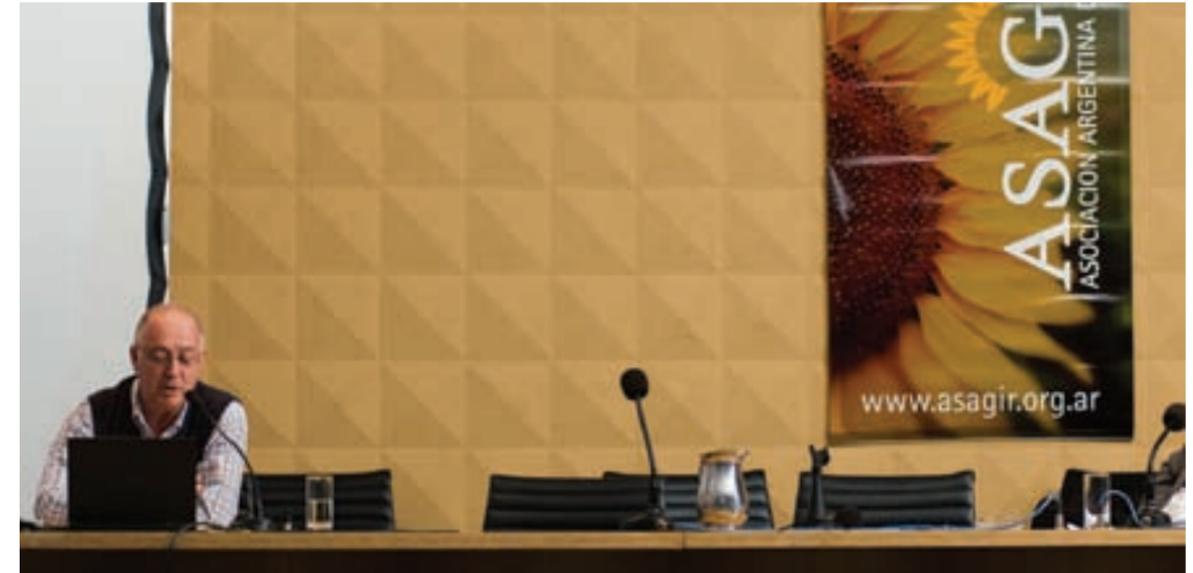
La continuidad en esta línea de trabajo es fundamental ya que el PHC provoca importantes mermas en la producción y calidad de girasol y su control generará mayor estabilidad productiva y resultados económicos previsibles. Esto se da, principalmente, en la región sur de Buenos Aires, donde el ambiente es altamente predisponente y en la rotación de cultivos predominan especies susceptibles a *Sclerotinia sclerotiorum*.

Además, la resistencia genética que se busca es una herramienta de fácil adopción, bajo costo y bajo impacto ambiental. Es que el estudio facilita la identificación, selección y combinación de diversas fuentes de resistencia a la PHC para obtener niveles de resistencia mayores a los actuales, así como brinda la posibilidad a todas las empresas semilleras de acceder a las fuentes de resistencia a la PHC y/o a programas de mejoramiento asistidos por marcadores moleculares.

Los avances logrados en esta línea de trabajo son significativos en el desarrollo de herramientas moleculares para explorar fuentes de resistencia y es necesario validarlos para generar marcadores útiles para selección asistida:

- La información originada de QTL para el carácter requiere ser validada en otras poblaciones para confirmar la explicación del carácter y, a partir de allí, generar marcadores estrechamente asociados para su utilización en selección asistida.
- Los genes candidatos requieren ser validados por estrategias de cuantificación de transcriptos y análisis integral con perfiles metabólicos y por análisis funcional de expresión en plantas. La confirmación de una función asociada al mecanismo de resistencia permitirá el desarrollo de marcadores funcionales a partir de estos genes de interés, complementando la selección asistida de marcadores neutros y funcionales.

Finalmente, los cultivares alto y medio oleico, así como los confiteros requieren mejorar su comportamiento sanitario en el menor tiempo posible.



Productos / Repercusiones

Se publicaron artículos en revistas de circulación periódica (3), se han escrito 3 capítulos para distintos libros de investigación científica, se han realizado comunicaciones a congresos y jornadas/conferencias dictadas (22) y se ha dado una fuerte transferencia al ámbito social y productivo (3).

Publicaciones

Poormoh Ammad Kiani, S., Talia, P., Nishinakamasu, V., Maury, P., Griew, P., Perrault, A., Hopp, E., Heinz, R., Gentsbittel, L.; Paniago; N., Sarrafi, A., Development of a new AFLP and SSR genetic linkage map and identification of QTLs for photosynthesis related traits under well-watered and water-stressed conditions in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Plant Sci* 172: 773-787.

Quiroz, F., Troglia, C., Escande, A. Comportamiento frente al ataque de *Sclerotinia*, *Vorticillium* y *Plasmopara*. *Revista Agromercado* N°90, 2004:11-14.

Talia, P., Peluffo, I., Nishinakamasu, V., Troglia, C., Quiroz, F., Fernández, P., Fernández, I., Pereyra, V., Escande, A., Hopp, E., Paniago, N., Heinz, R. Desarrollo y aplicación de marcadores moleculares para la caracterización de fuentes de resistencia a la podredumbre húmeda del capítulo de girasol (PHC). *Journal of Basic & Applied Genetics*. Vol XVI (Supplement) September 2004. 5-98

Libros y capítulos de libros

Escande, A., Troglia, C., Pereyra, V., Pedraza, M. (2006) Enfermedades producidas por *Sclerotinia sclerotiorum*. En: *Enfermedades del Girasol*. Melero Vara J, Ed. Córdoba, España. Capítulos en libros.

Paniago, N., Heinz, R., Fernández, P., Talia, P., Nishinakamasu, V., Hopp, E. (2006) Sunflower. En: "Genome Mapping & Molecular Breeding In Plants" Vol. II (Oilseeds) Ed. Springer -Verlag - Germany 153-177.

Paniago, N., Heinz, R., Fernández, P., Lew, S., Hopp, E. (2004) Análisis informático de secuencias moleculares-"Biotecnología y Mejoramiento Vegetal" - V. Echenique, C. Rubinstein y L. Mroginski (Eds.), *Argen Bio /INTA*, Buenos Aires, Argentina - Vol. 1: 239-254.

Comunicaciones a congresos y jornadas / Conferencias dictadas.

Escande, A., Manejo de la sanidad del girasol en sistemas sustentables. Siembra directa. ALF. Carlos Paz, Córdoba, Abril de 2005.

Fernández, P., Peluffo, L., Hopp, E., Paniago, N., Heinz, R., Identification and characterization of candidate genes for resistance to *Sclerotinia* head rot in sunflower". BAIRESBIOTEC 2005. Congreso internacional-GRUPO BIOTECNOLOGÍA- VI Simposio Nacional de Biotecnología- REDBIO Argentina 2005-Encuentro Binacional REDBIO Argentina-Chile-Uruguay. 7-10 de Junio de 2005. Buenos Aires, Argentina.

Heinz, R., Peluffo, L., Paniago, N., Hopp, E. Identificación de fuentes de resistencia a la PHC de girasol. Caracterización de perfiles transcripcionales y metabólicos para la identificación de genes candidatos. Taller de Fitopatología ASAGIR. 5 de abril de 2005. EEA INTA Balcarce, Balcarce, Pcia. Buenos Aires.

Heinz, R., Chan, A., De la Canal, R., Paniago, N., Aguirrezábal, L., Dosio G., Hopp, H. Functional genomics applied to the study of sunflower genes involved in responses to biotic and abiotic stresses. *Compositae White Paper Meeting*, DAVIS, California, USA, Agosto 17 2006

Lía, V., Peluffo, L., Hopp, H., Vázquez Rovere, C., Paniago, N., Heinz, R. Caracterización de genes candidatos para resistencia a la Podredumbre Húmeda del Capítulo de girasol (*Sclerotinia sclerotiorum*). 52 Congreso Brasileño de Genética, 12 Congreso de la Asociación Latinoamericana de Genética, Foz de Iguazú Brasil 2006.

Maringolo, C., Troglia, C., Escande, A. Identificación de resistencia a Podredumbre Húmeda del Capítulo de girasol por *Sclerotinia sclerotiorum* mediante marcadores moleculares. XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. III Taller de la Asociación Argentina de Fitopatólogos. 19-22 de Abril de 2005. Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina. Pág. 294.

Maringolo, C., Troglia, C., Nishinakamasu, V., Heinz, R., Paniago, N., Escande, A. Identificación por microsatélites de resistencia a la podredumbre húmeda del capítulo de girasol. Desarrollo y evaluación de una población para el mapeo de QTL. XXVI Reunión Nacional de Fisiología Vegetal; Octubre de 2006, Chascomús, Provincia de Buenos Aires, Argentina. XXVI Reunión de la Asociación Argentina de Fisiología Vegetal. 4 al 6 de octubre de 2006. Chascomús, Bs. As, Argentina.

Paniego, N., Heinz, R., Fernández, P., Talía, P., Nishinakamasu, V., Peluffo, L., Fusari, C., Fernández, L., Hopp, E. Aportes de la genómica funcional a la caracterización de variantes alélicas de impacto agronómico en girasol. Taller de Fisiología, Mejoramiento Vegetal y Biotecnología ASAGIR. 28-29 de abril de 2005. Mar del Plata, Pcia. Buenos Aires.

Paniego, N., Heinz, R., Hopp, E., Escande, A., Poggio, L., Eduardo, G., Vicario, A., Aguirrezábal, L., Álvarez, D., Greco, J., Rodríguez, J., Carrera, A., Tools, resources and strategies for sunflower molecular characterization and mapping. Compositae White Paper Meeting, DAVIS, California, USA, Agosto 17 2006.

Peluffo, L., Fernández, P., Hopp, E., Paniego, N., Heinz, R., Identificación y caracterización de genes candidatos para resistencia a la podredumbre húmeda del capítulo de girasol (*Sclerotinia sclerotiorum*). 3º Congreso Argentino de Girasol. ASAGIR 2005. 31 de mayo y 1º de Junio de 2005, Buenos Aires, Argentina.

Peluffo, L., Raimondi, J., Fernández, P., Troglia, C., Paniego, N., Pereyra, V., Hopp, E., Heinz, R., Escande, A., Identificación y caracterización de fuentes de resistencia a la podredumbre húmeda del capítulo causada por *Sclerotinia sclerotiorum* en girasol mediante herramientas genómicas. Encuentro Latinoamericano y del Caribe de Biotecnología Vegetal. REDBIO' 2004, 21 al 25 de Junio de 2004, República Dominicana.

Quiroz, F., Troglia, C., Escande, A., Comportamiento de cultivares comerciales de girasol frente a ataques de los hongos *Sclerotinia*, *Verticillium* y *Plasmopara*. 21º Jornada de Actualización Profesional (INTA-FCAB, UNMdP-CIAM). 1-6. 2004.

Talía, P., Nishinakamasu, V., Fusari, C., Fernández, L., Hopp, E., Heinz, R., Paniego, N., Linkage map and functional marker developments for sunflowers. BAIRESBIOTEC 2005. Congreso internacional-GRUPO BIOTECNOLOGÍA- VI Simposio Nacional de Biotecnología-REDBIO Argentina 2005- Encuentro Binacional REDBIO Argentina-Chile-Uruguay. 7-10 de Junio de 2005. Buenos Aires, Argentina.

Talía, P., Nishinakamasu, V., Fernández, L., Fernández, P., Hopp, E., Heinz, R., Paniego, N. Desarrollo de un mapa de ligamiento de referencia para girasol cultivado. V Encuentro Latinoamericano y del Caribe de Biotecnología Agrícola, RedBio, Junio 2004, República Dominicana.

Troglia, C., Escande, A., Moschini, R., Damiano, F., Quiroz, F., Modelos lógicos basados en variables térmicas e hídricas para simular la dinámica de la producción de inóculo de *Sclerotinia sclerotiorum* en suelos con rastrojo de girasol. 21º Jornada de Actualización Profesional (INTA-FCAB, UNMdP-CIAM). 7-10. 2004.

Troglia, C., Moschini, C., Escande, A. *Sclerotinia sclerotiorum*: ¿En que momento se producen los apotecios? XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. III Taller de la Asociación Argentina de Fitopatólogos. 19-22 de Abril de 2005. Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina. Pág. 381.

Troglia, C., Maringolo, C., Informe Técnico en Taller: Identificación de fuentes diversas de resistencia a la podredumbre húmeda del capítulo (*Sclerotinia sclerotiorum*): desarrollo y evaluación de poblaciones para el mapeo de QTLs. 3er Taller de Fitopatología ASAGIR. Balcarce, Buenos Aires, abril de 2005.

Troglia, C., Maringolo, C., Escande, A. Caracterización fenotípica de podredumbre húmeda del capítulo por *Sclerotinia sclerotiorum* en dos poblaciones de girasol. XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. III Taller de la Asociación Argentina de Fitopatólogos. 19-22 de abril de 2005. Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina. Pág. 328.

Troglia, C., Quiroz, F., Escande, A. How many experiments are needed to characterize sunflower cultivars for resistance against *Sclerotinia* head rot under assisted inoculation? In: Proceedings 13th International Sclerotinia Workshop – Monterrey, California, USA. 12 a 16 junio, 2005. p.56.

Troglia, C., Escande, A. Relationship between apothecia presence and *Sclerotinia* head rot in Argentinean sunflower crops. In: Proceedings 13th International Sclerotinia Workshop – Monterrey, California, USA. 12 a 16 June, 2005. p.35.

Troglia, C., Maringolo, C., Quiroz, F., Escande, A (ex aequo) Identificación de fuentes diversas de resistencia a la podredumbre húmeda del capítulo (*Sclerotinia sclerotiorum*): desarrollo y evaluación de poblaciones para el mapeo de QTLs. III Congreso Argentino de Girasol, Buenos Aires, Junio de 2005. www.asagir.org.ar

Troglia, C., Escande, A., Moschini, R., Damiano, F., Quiroz, F. Modelos lógicos basados en variables térmicas e hídricas para simular la dinámica de la producción de inóculo de *Sclerotinia sclerotiorum* en suelos con rastrojo de girasol. X Reunión Argentina de Agrometeorología. Mar del Plata. 13 al 15 de octubre 2004. Modelos lógicos basados en variables térmicas e hídricas para simular la dinámica de la producción de inóculo de *Sclerotinia sclerotiorum* en suelos con rastrojo de girasol. X Congreso Argentino de Agrometeorología.

Normas, informes técnicos, medios audiovisuales, publicaciones en Internet Fernández, P., Peluffo, L., Hopp, E., Paniego, N., Heinz, R. Estudios funcionales para la identificación de genes candidatos en respuesta a estreses bióticos y abióticos. En: Memoria Anual del Instituto de Biotecnología, CICV, INTA Castelar, Nov 2004.

Paniego, N., Talía, P., Nishinakamasu, V., Fernández, L., Heinz, R., Hopp, E. Avances en la construcción de un mapa integrado de girasol. En: Memoria Anual del Instituto de Biotecnología, CICV, INTA Castelar, Nov 2004. Peluffo, L., Fernández, P., Paniego, N., Hopp, E., Heinz, R. Identificación de genes candidatos para la resistencia a la PHC de girasol a través de herramientas genómicas. En: Memoria Anual del Instituto de Biotecnología, CICV, INTA Castelar, Nov 2004.

Peluffo, L., Lia, V., Maringolo, C., Hopp, E., Vázquez Rovere, C., Paniego, N., Heinz, R. Identificación y caracterización de genes candidato para resistencia a la podredumbre húmeda del capítulo de girasol (*Sclerotinia sclerotiorum*). En: Memoria Anual del Instituto de Biotecnología, 2005/2006 CICV, INTA Castelar. Marzo 2007.

Quiroz, F., Troglia, C., Escande, A. Comportamiento de cultivares comerciales de girasol frente a ataques de los hongos *Sclerotinia*, *Verticillium* y *Plasmopara*. 21º Jornada de Actualización Profesional (INTA-FCAB, UNMdP-CIAM). 13 de agosto de 2004, Mar del Plata, Argentina. 1-6

Transferencia de conocimientos al ámbito social o productivo

Escande, A. Sanidad del girasol en siembra directa. INTA EXPONE, Oliveros, Santa Fe, Argentina, 28 al 30 de Octubre de 2004.

Escande, A. Sanidad del cultivo de girasol. Metodologías de inoculación y aspectos del manejo integrado de enfermedades en el cultivo. EXPOFERTIL. Necochea, Bs. As., Argentina, 17 al 19 de Febrero de 2006.

Troglia, C. Podredumbre húmeda del capítulo de girasol. INTA EXPONE. Oliveros, Santa fe, Argentina., 28 al 30 de Octubre de 2004.

Consolidación del grupo responsable y colaboradores

Carla Andrea Maringolo. Beca de tipo inicial. Inicio: 15/02/2004. Finalización: 31/11/2006.

Nombre de la Carrera: Magister Scientiae en Producción Vegetal. Institución donde la cursa: Programa de Posgrado en Ciencias Agrarias. Área Producción Vegetal. Unidad Integrada Balcarce Acreditada por CONEAU, Tipo: A.

Otros recursos humanos formados en el ámbito del proyecto

Paula Fernández. Becaria doctoral UBA. La Ing. Agr. Fernández se incorporó al grupo de trabajo desde el inicio del proyecto, participando en la construcción de colecciones de ADN copia a partir de distintos tejidos y genotipos resistentes y su análisis bioinformático, con el fin de identificar nuevas secuencias candidatas para la resistencia a estreses bióticos y abióticos en girasol. La Lic. Fernández obtuvo el grado de Dra. en Ciencias Biológicas, UBA, recientemente (27 de febrero de 2007) bajo la dirección de la Dra. Ruth Heinz y codirección de la Dra. Norma Paniego.

Verónica Lia, Investigadora Asistente CONICET. La Dra. Lia se incorporó a este proyecto en el año 2006, realizando tareas de caracterización de genes candidatos para la resistencia a la PHC, especialmente de genes asociados a actividad oxalato oxidasa/superoxido dismutasa, como becaria post doctoral de CONICET. Actualmente la Dra. Lia es Investigadora Asistente de CONICET y está realizando tareas de investigación en proyectos que permiten la continuidad de esta línea, realizando construcciones para evaluar funcionalmente los genes candidatos en pruebas de complementación y silenciamiento génico.

Lucila Peluffo. Becaria doctoral CONICET. La Lic. Peluffo se incorporó al grupo de trabajo desde el inicio del proyecto, desarrollando tareas en el área de identificación y caracterización de la expresión de genes candidatos involucrados en mecanismos de resistencia al patógeno *Sclerotinia sclerotiorum*. Esta línea del proyecto se está desarrollando en el Inst. de Biotecnología, bajo la dirección de la Dra. Ruth Heinz

Carolina Troglia. La Ing. Agr., M.Sc., Carolina Troglia se incorporó al grupo de trabajo desde el inicio del proyecto, participando en el análisis y caracterización fenotípica de las poblaciones de mapeo, la obtención de poblaciones de cruzamientos múltiples y la definición del perfil para su doctorado bajo la dirección del Dr. Alberto Escande.

Anexo

Heinz, R., Herramientas genómicas y moleculares para el control integrado de enfermedades de soja y girasol. I Reunión de Coordinación de Control integrado de enfermedades de soja y girasol. Plataforma Genómica Regional Soja y girasol – PROCISUR, Montevideo Uruguay, Junio 2005.

Heinz, R., Identificación de Fuentes de resistencia a la PHC de girasol a través de herramientas moleculares. 3º Congreso Argentino de Girasol. ASAGIR 2005. 31 de mayo y 1º de Junio de 2005, Buenos Aires Argentina. Heinz, R., Herramientas genómicas y moleculares para el control integrado de enfermedades de Soja y girasol. I Reunión de Coordinación de Control integrado de enfermedades de soja y girasol. Plataforma Genómica Regional Soja y girasol – PROCISUR, Londrina, Brasil, Noviembre 2005.

Paniego, N., Identificación de diferentes fuentes de resistencia genética a la podredumbre del capítulo de girasol (*Sclerotinia sclerotiorum*) mediante herramientas genómicas. ANPCyT. Informe PICTOs Co-financiados ASAGIR. 28 Septiembre 2006.

Proyecto PICTO-ASAGIR 08: 13166

Producción sustentable de girasol en la región semiárida pampeana central

FICHA TÉCNICA	
Investigador responsable	Jesús Pérez Fernández
Sede	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
Participantes	Daniel Funaro, Alberto Quiroga, Alfredo Bono, Romina Fernández, Jorgelina Montoya, Julio Ves Losada y Daniel Buschiazio (INTA Anguil); Daniel Álvarez (INTA Manfredi); Jorge Garay y Claudio Sáenz) INTA Villa Mercedes; Angélica Martínez y Silvia Bonivardo (UNSL).
Fecha de inicio	01/10/2004
Fecha de finalización	30/04/2008
Monto total del subsidio	\$ 179.998
Contacto	Jesús Pérez Fernández – jperezf@anguil.inta.gov.ar



¿Qué se investigó?

La investigación *Producción sustentable de girasol en la región semiárida pampeana central* hizo foco en la identificación y valoración de los principales factores limitantes del rendimiento y la influencia de distintos manejos sobre la sustentabilidad de cada sistema.

A partir de esa meta, se propuso:

- Generar información sobre rendimientos potenciales en diferentes áreas girasoleras en la RSPC.
- Determinar los niveles críticos de los nutrientes, generar un método predictivo de diagnóstico. Ajustar el manejo del agua evaluando longitud del barbecho, niveles de cobertura y cultivo antecesor.
- Generar información sobre la identificación, cuantificación y manejo de plagas.
- Evaluar el impacto de los sistemas de producción de girasol sobre la erosión eólica.
- Generar información de variables agronómicas e identificar los factores limitantes en lotes de productores.

Se trabajó sobre la identificación y valoración de los principales factores limitantes del rendimiento y la influencia de distintos manejos sobre la sustentabilidad de cada sistema.

➤ ¿Qué se logró?

El proyecto ha arrojado los siguientes logros:

- La identificación de los principales factores determinantes de rendimiento del cultivo.
Se reconocieron aquellos que lo limitan en forma permanente y están relacionados con aspectos genéticos del suelo (textura, espesor, CRA). A su vez, se detectaron otros factores que también inciden sobre el rendimiento y son dependientes del manejo (longitud de barbecho, nivel de cobertura, fertilidad y protección en general -valores umbrales de los indicadores IMO 4.5, CRA 120 mm-).
- La conclusión es que, cuando las limitantes son permanentes, la tecnología no tiene incidencia significativa sobre el cultivo.
El proyecto ha contribuido al desarrollo de la agricultura por ambiente o agricultura de precisión, adecuando el uso de tecnología al diferente potencial de producción de los suelos.
- Eficiencia en el uso de los recursos naturales (agua, radiación) y la adopción de tecnología apropiada para diferentes condiciones de sitio, haciendo eficiente el uso de los insumos y la rentabilidad del cultivo.
- Uso racional de la tecnología, minimizando los riesgos de contaminación. Introducción del cultivo de girasol en SD, con mayor cobertura de los suelos y menor erosión siendo este el de mayor superficie en convencional.
- La incorporación, a partir de los primeros años del proyecto, de los resultados generados al cultivo en la RSPC.
- La formación de dos recursos humanos con el grado de Magíster en el Área de Agronomía, de importancia en la región semiárida pampeana central y el cultivo de girasol. Ambos títulos de Post Grados fueron obtenidos en la UNS en Julio de 2007, los títulos de tesis: "Efecto del régimen hídrico y calidad de los suelos sobre el rendimiento y la respuesta a la fertilización nitrogenada de girasol en la región semiárida pampeana" y "Efecto de la cobertura del suelo durante el barbecho para cultivos estivaes en la región Semiárida pampeana".

➤ ¿Por qué continuar la investigación?

Dado el avance del cultivo hacia zonas marginales y con pocos antecedentes de investigación y, en base a la significativa interacción genotipo por ambiente (suelo, clima, secuencia, napas), es necesario elaborar o ajustar estrategias de manejo que posibiliten un uso eficiente de la tecnología (sitios específicos). También resulta importante estudiar el potencial de calidades diferenciadas para incrementar los márgenes del cultivo.



El proyecto ha contribuido al desarrollo de la agricultura por ambiente o agricultura de precisión, adecuando el uso de tecnología al diferente potencial de producción de los suelos.

Productos

Se publicaron artículos en revistas de circulación periódica (10), se han escrito 5 capítulos para distintos libros de investigación científica, se han realizado comunicaciones a congresos y jornadas/conferencias dictadas (22) y se ha dado una fuerte transferencia al ámbito social y productivo (10).

Artículos en revistas de circulación periódica

- Buschiazzo, D.E., Zobeck, T., Wind erosion prediction using WEQ, RWEQ and WEPS in an Entic Haplustoll of the Argentinean Pampas. En *Earth Surface And Landscape Processes*. (Enviado)
- De Oro, L., Buschiazzo, D.E., Seasonal threshold wind velocity variations in a semiarid environment of Argentina. En *Land Degradation And Development*. (Enviado)
- Fernandez, R., Quiroga, A., Noellemeyer, E., Funaro, D., Montoya, J., Peinemann, N. The effect of residue cover on soil water storage during fallow in mollisols of the central semiarid region of Argentina. En *Agricultural Water Management*. (En revisión)
- Hevia, G.G., Méndez, M., Buschiazzo, D.E. (2007) Tillage affects soil parameters linked with wind erosion. En *Geoderma* 140: 90-96.
- López, M.V., De Dios Herrero, J.M., Hevia, G.G., Gracia, R., Buschiazzo, D.E. (2007) Determination of the wind erodible fraction of soils using different methodologies. En *Geoderma* 139: 407-411.
- Méndez, M., Buschiazzo, D.E., Canopy and residue cover effects on wind erosion under different climatic conditions in a semiarid environment of Argentina. En *Soil Science*. (Enviado)
- Montoya, J.C., Costa, J.L., Liedl, R., Bedmar, F., Daniel, P. Effects of soil type and tillage practice on atrazine transport through intact soil cores. En *Geoderma* 137: 161-173
- Panebianco, J.E. & Buschiazzo, D.E. (2007) Wind erosion predictions with the Wind Erosion Equation (WEQ) using different climatic factors. En *Land Degradation and Development* 18: 1-9.
- Rojó, R., Escande, A., Quiroz, F., Pérez Fernández, J., Corro Molas. Effects of no tillage and genetic resistance on sunflower wilt by *Verticillium dahliae*. En *Soil And Tillage Research* 99: 66-75.

Libros y capítulos de libros

- Bono, A., & Romano, N., (2008) Nutrición mineral y fertilización. El cultivo de girasol en la Región Semiárida Pampeana. PT Nº 72, 39-48. Anguil.
- Funaro, D., Garay, J., Rivarola, R., Quiroga, A. (2008) Algunos factores determinantes del rendimiento del girasol. El cultivo de girasol en la Región Semiárida Pampeana. PT Nº 72, 27-32. Anguil.
- Funaro, D., Quiroga, A., Fernández, R., Frasier, I. (2008) Aspectos del manejo del agua. El cultivo de girasol en la Región Semiárida Pampeana. PT Nº 72, 33-38. Anguil.
- Montoya, J., Porfir, C., Romano, N., Rodríguez, N. (2008) Manejo de malezas en el cultivo de girasol. El cultivo de girasol en la Región Semiárida Pampeana. PT Nº 72, 49-63. Anguil.
- Pérez Fernández, J. & Figuerelo, A. (2008) Enfermedades: identificación y manejo. El cultivo de girasol en la Región Semiárida Pampeana. PT Nº 72, 65-74. Anguil.

Comunicaciones a Congresos y Jornadas / Conferencias dictadas

- Bono A., Álvarez, R. Recomendaciones de fertilización para girasol en las regiones semiáridas y sub húmedas pampeanas. ASAGIR 2007. Buenos Aires. Pág... 353.
- Fernández, R., Montoya, J., Quiroga, A. Efecto Del Nivel De Residuos Sobre La Eficiencia De Barbecho Y Cantidad Y Composición De Malezas En La Región Semiárida Pampeana. 4 to. Congreso Argentino de girasol. ASAGIR 2007. Buenos Aires. Pág. 403.
- Funaro, D. et al. Capacidad de retención de agua de los suelos y fertilidad edáfica en la RSP. ASAGIR 2007. Buenos Aires. Pág. 359.
- Funaro, D., Fernández, R., Quiroga, A., Efecto de la fecha de siembra en el cultivo de girasol. Workshop Internacional: Eco Fisiología Vegetal Aplicada al estudio de la determinación del rendimiento y la calidad de los cultivos de Grano y en el Primer Encuentro Red Raíces de Ecofisiología SECyT. 2007 Mar del Plata.
- Funaro, D. et al. Bases funcionales para el manejo del agua en los sistemas de cultivos de grano. Workshop Internacional: Eco Fisiología Vegetal Aplicada al estudio de la determinación del rendimiento y la calidad de los cultivos de Grano y en el Primer Encuentro Red Raíces de Ecofisiología SECyT. 2007 Mar del Plata.
- Funaro, D. et al. Efecto del espesor del suelo y el nivel de residuos en la eficiencia de barbecho para el cultivo de girasol. Workshop Internacional: Eco Fisiología Vegetal Aplicada al estudio de la determinación del rendimiento y la calidad de los cultivos de Grano y en el Primer Encuentro Red Raíces de Ecofisiología SECyT. 2007 Mar del Plata.
- Funaro, D., Quiroga, A. Abundancia y distribución de raíces en el cultivo de girasol. Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 2008 Potrero de los Funes San Luis Actas en CD.
- Funaro, D., Quiroga, A., Noellemeyer E., Peinemann, N. Propiedades edáficas que condicionan la producción de girasol en Molisoles de la región

semiárida pampeana. En "Aspectos de la evaluación y el manejo de los suelos en la región semiárida pampeana". Publicación Técnica Nº 67. EEA INTA Anguil Noviembre de 2006.

- Funaro, D., Quiroga, A., Noellemeyer E., Peinemann, N., Saks, M. Efecto de la disponibilidad de agua y nitrógeno para girasol en la región semiárida pampeana. En "Aspectos de la evaluación y el manejo de los suelos en la región semiárida pampeana". Publicación Técnica Nº 67. EEA INTA Anguil Noviembre de 2006.
- Ormeño, O., Rojas, S., Fernández, R., Quiroga A., Efecto de la densidad de siembra y cultivo antecesor sobre rendimiento de girasol en suelos de la planicie con tosca. ASAGIR 2007. Buenos Aires. Pág. 300.
- Pérez, A., Berhongaray, G., Titolo, D., Montoya, J.C., Troiani, H., Roberto, Z., Ramos, L., Bellini Saibene, Y. Inventario de malezas en el cultivo de girasol en la provincia de la pampa. ASAGIR 2007. Buenos Aires. Pág. 411.
- Pérez Fernández, J., Funaro, D., Figueruelo, A., Berrocal, E., Frías, S. Fertilización y aplicación de fungicidas en girasol confitero en la región girasolera central. 4to. Congreso Argentino de girasol. ASAGIR 2007. Buenos Aires. Pág. 363.
- Pérez Fernández, J., Funaro, D., Figueruelo, A. Control químico de la roya negra, tallo negro y Alternaria en la región girasolera central. 4to. Congreso Argentino de girasol. ASAGIR 2007. Buenos Aires. Pág. 377.
- Pérez Fernández, J. et al. Fechas de siembra y rendimiento potencial de girasol en la región semiárida pampeana. 4 to. Congreso Argentino de girasol. ASAGIR 2007. Buenos Aires. Pág. 281.
- Pérez Fernández, J. et al. Control químico de las enfermedades de fin de ciclo: efectos del momento de aplicación en la región girasolera central. 4to. Congreso Argentino de girasol. ASAGIR 2007. Buenos Aires. Pág. 391.
- Pérez Fernández, J., Quiroz, F., Hugueta, N. Roya negra del girasol. 4to. Congreso Argentino de girasol. ASAGIR 2007. Buenos Aires. Pág. 381.
- Porfir, C., Romano, N., y Montoya, J., Carryover de diflufenican para girasol, soja y maíz. 4 to. Congreso Argentino de girasol. ASAGIR 2007. Buenos Aires. Pág. 417.
- Quiroz, F., Clemente, G., Pérez Fernández, J., Escande, A. Respuesta a la aplicación de fungicidas en girasol para el control de enfermedades de fin de ciclo. XL Congreso Brasileiro de Fitopatología. Julio 2007.

Patentes

EWEQ 1.1. Modelo para la predicción de la erosión eólica. En trámite de patentamiento. Autores: Panebianco y Buschiazzo. Desarrollo de un túnel de viento portátil.

Transferencia de conocimientos al ámbito social o productivo.

- Curso de capacitación en la relación agua - suelo - planta - manejo (32 hs). Destinado a Becarios, pasantes y técnicos del área de Desarrollo. Dictado en la EEA INTA ANGUIL, entre el 5 y 13 de marzo. Asistencia técnica. Jornadas de capacitación en evaluación y manejo del agua. EEA INTA ANGUIL. Asistencia técnica.
- Análisis de la situación actual y posibles estrategias para la próxima campaña de girasol. Solicitado por los GROBO (Acopiadores y poolers de siembra del oeste de Buenos Aires y Este de La Pampa). En INTA Anguil. Asistencia técnica.
- Análisis de la situación actual y posibles estrategias para la próxima campaña de gruesa. CREA Anguil. En establecimientos de la zona. Asistencia técnica.
- Manejo del agua y la nutrición en cultivos de verano. Capacitación a Asesores de la empresa Lartirigoyen. En INTA Anguil. Asistencia técnica.
- Manejo de la cobertura del suelo en planteos mixtos bajo siembra directa. Jornadas actualización de AAPRESID, regional La Pampa en E. Casté. Asistencia técnica.
- Manejo integrado de enfermedades en girasol EEA Anguil-Cialp (Gral Pico La Pampa). Asistencia técnica.
- Talleres de Diagnóstico de Condición de suelo para la campaña de girasol. 21 y 23/08/07. Asistencia técnica.
- Taller de manejo de malezas para Girasol. Bayer SA. Gral Pico, Huinca Renanco, La Pampa. Asistencia técnica.
- Charla técnica. Manejo de malezas en girasol. Regional AAPRESID La Pampa. Eduardo Castex. 08/06/07. Asistencia técnica.
- Gira de Campo. Ensayos de Girasol. Gral. Pico. Organizado por Asociación Cooperativas Argentinas (ACA). Disertante. Asistencia técnica.

Recursos Humanos formados en el ámbito del proyecto

- Daniel Oscar Funaro. Beca de nivel inicial. Inicio: 01.09.2004 Finalización: 30.04.2007
- Tesis en curso: Efecto del régimen hídrico y calidad de los suelos sobre el rendimiento y la respuesta a la fertilización nitrogenada de girasol en la región semiárida pampeana. UNS. Acreditada por CONEAU.
- Pascual, D. y Alonzo, D. Tesis de grado. Control de enfermedades de fin de ciclo de girasol
- Fernández, R. Tesis de Maestría. Eficiencia de uso del agua en sistemas mixtos de producción de la región semiárida pampeana.
- López, L. Tesis de Maestría. Vulnerabilidad de acuíferos a la contaminación por herbicidas. Maestría en Ciencias Hídricas. UNLPam.

→ 8 Análisis genético de la respuesta del crecimiento foliar del girasol al déficit hídrico: hacia un aumento de la estabilidad y el potencial de rendimiento de la producción en seco

FICHA TÉCNICA

Investigador responsable	Luis Adolfo Nazareno Aguirrezábal	
Sede	Universidad Nacional de Mar del Plata	
Participantes	Guillermo Dosio, Sergio Feingold, Gustavo Pereyra Irujo, Daniel Álvarez y Leandra Lechner.	
Fecha de inicio	24/11/2003	
Fecha de finalización	31/2/2006	
Monto total del subsidio	\$ 48.906	
Contacto	Luis Adolfo Nazareno Aguirrezábal - laguirre@mdp.edu.ar	

¿Qué se investigó?

Se buscó identificar regiones genómicas asociadas a las respuestas del girasol a déficit hídrico y obtener mayor conocimiento sobre los mecanismos fisiológicos involucrados en las respuestas de las plantas a la falta de agua.

El proyecto *Análisis genético de la respuesta del crecimiento foliar del girasol al déficit hídrico* se planteó dos metas principales. Por un lado, identificar regiones genómicas asociadas a las respuestas del girasol a déficit hídrico y por otro, obtener mayor conocimiento sobre los mecanismos fisiológicos involucrados en las respuestas de las plantas a la falta de agua.

Así, se establecieron los siguientes objetivos:

- Caracterizar cuantitativamente la respuesta del crecimiento foliar al déficit hídrico en un grupo de líneas de girasol representativas de la variabilidad de la especie.
- Identificar genotipos contrastantes y construir, a partir de dichas líneas, una población de mapeo que presente una amplia variabilidad para el carácter en cuestión.
- Establecer el polimorfismo existente entre los genotipos parentales para marcadores moleculares y genes conocidos de respuesta al déficit hídrico.

¿Qué se logró?

Los resultados obtenidos por la investigación son la base para la identificación de regiones genómicas (QTLs) o genes asociados a la respuesta del

crecimiento foliar al déficit hídrico, lo cual permitirá obtener variedades potencialmente adaptadas a distintos regímenes hídricos.

La investigación logró:

- Caracterizar cuantitativamente la respuesta del crecimiento foliar al déficit hídrico en un grupo de líneas de girasol representativas de la variabilidad de la especie, utilizando un método que permite evaluar los genotipos independientemente de su área foliar o desarrollo radical. El método se desarrolló en el marco del proyecto y constó de imponer rápidamente un déficit hídrico moderado, de intensidad constante y homogénea, a diferentes genotipos de girasol. El método está disponible para su utilización.

- Identificar la variabilidad genética en respuestas tales como:

- » disminución de la tasa de expansión foliar (46 a 64%),
- » aumento de la duración de la expansión (2 a 31%),
- » disminución en el área final de hojas (37 a 58%).

La variabilidad fue menor a la encontrada en *Arabidopsis thaliana*, lo que era esperable por ser el girasol una especie cultivada. En general, se asumía que el efecto de un déficit hídrico sobre el crecimiento de las hojas de girasol consistía solamente en una disminución en la tasa de expansión foliar, sin afectar la duración de este proceso.

- Demostrar que un déficit hídrico moderado de larga duración puede aumentar la duración de la expansión de una hoja, dependiendo del genotipo, hasta en un 30%. Dada la importancia de esta respuesta al estrés sobre el área final (aumento de aproximadamente 60%), la misma debería ser incorporada a los modelos de crecimiento de este cultivo. En base a estos experimentos se seleccionaron dos genotipos contrastantes.

- A partir de información genómica de *Arabidopsis thaliana*, *Helianthus annuus* y *Lactuca sativa*, diseñar *primers* para utilizar en reacciones de amplificación por PCR. Las secuencias utilizadas como fuente corresponden a enzimas involucradas en la expansión de la pared celular (expansinas). Se estableció el polimorfismo existente entre las líneas seleccionadas mediante la técnica de SSCP.



La investigación es la base para la identificación de regiones genómicas (QTLs) o genes asociados a la respuesta del crecimiento foliar al déficit hídrico. Esto permitirá obtener variedades potencialmente adaptadas a distintos regímenes hídricos.

- Determinar el polimorfismo entre los genotipos seleccionados para marcadores moleculares microsatélites (SSR, simple sequence repeats) de localización conocida, obteniéndose más de 80 marcadores informativos. Los marcadores servirán como puntos de referencia para la identificación de cromosomas con mapas públicos y, dependiendo del grado de ligamiento, podrían permitir la inclusión de los genes candidatos en el mapa consenso de la especie.
- El cruzamiento de los genotipos, obteniéndose la F1, la F2 y una población de 110 líneas recombinantes endocriadas en F6.

➔ ¿Por qué continuar la investigación?

La línea de investigación iniciada aún se plantea:

- Establecer un modelo del efecto del momento de aplicación del déficit hídrico, su duración y su intensidad sobre el tamaño final de dos genotipos de girasol identificados como contrastantes.
- Identificar regiones genómicas asociadas a la respuesta de la expansión foliar bajo déficit hídrico y relacionar las mismas con el polimorfismo de genes candidatos asociados a estos caracteres.
- Estudiar la relación entre la detención del crecimiento foliar y la actividad de enzimas y proteínas vinculadas con la extensibilidad y la rigidificación de la pared celular y expresión de genes que las codifican.
- Extender el marco de análisis desarrollado y la experiencia obtenida al estudio de otros estreses.

Productos / Repercusiones

Se publicaron artículos en revistas de circulación periódica (2) y se realizaron comunicaciones a congresos y jornadas/conferencias dictadas (9).

Publicaciones

Artículos en revistas de circulación periódica

Aguirrezábal, L., Bouchier Combaud, S., Radziejwosky, A., Dauzat, M., Cookson, S., Granier, C. (2006) Plasticity to soil water deficit in Arabidopsis thaliana dissections of leaf development into underlying growth dynamic and cellular variables reveals invisible phenotypes. *Plant, Cell And Environment* 29: 2216-2227/Blackwell Publishing.

Pereyra Irujo, G.; Velázquez, L., Granier, C., Aguirrezábal, L. (2007) "A method for drought tolerance screening in sunflower. *Plant Breeding*. MSw324 / Blackwell Verlag / Berlin.

Comunicaciones a Congresos y Jornadas / Conferencias dictadas

Aguirrezábal, L., Granier, C., Pereyra Irujo, G., Lechner, L., Pereyra Irujo, G., Pinedo, M., Células de plantas bajo déficit hídrico conservan la capacidad de crecer luego que las hojas alcanzaron el final de la expansión / XXVI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal / Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal / Chascomús / p. 86 / 2006- Mención de Honor del Comité Científico.

Aguirrezábal, L. "Aportes de la ecofisiología al mejoramiento de la tolerancia de los cultivos al estrés hídrico". Taller sobre estrés abiótico. INDEAR. Hotel Colonial, San Nicolás de los Arroyos, 11 de Noviembre de 2005.

Lechner, L., Pereyra Irujo, G., Dosio, G., Aguirrezábal, L. Duración de la expansión en hojas de girasol sometidas a déficits hídricos aplicados en diferentes momentos de su desarrollo / XXVI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal / Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal / Chascomús / p. 76 / 2006

Pereyra Irujo, G. Velázquez, L., Aguirrezábal, L. Un déficit hídrico moderado puede aumentar la duración de la expansión de las hojas de girasol

/ XXV Reunión Argentina de Fisiología Vegetal / Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal / Santa Rosa, La Pampa / p. 283 / 2004.

Pereyra Irujo, G., Granier, C., Aguirrezábal, L. Un método para imponer rápidamente a diferentes genotipos de girasol un déficit hídrico moderado, de intensidad constante y homogéneo / XXV Reunión Argentina de Fisiología Vegetal / Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal / Santa Rosa, La Pampa / p. 284 / 2004.

Pereyra Irujo, G., Aguirrezábal, L., Feingold, S., Álvarez, D., Dosio, G. Respuesta del crecimiento foliar al déficit hídrico: análisis de la variabilidad genética / Taller de Fisiología, Biotecnología y Mejoramiento genético de Girasol / Asociación Argentina de Girasol / Mar del Plata / 2005

Pereyra Irujo, G., Aguirrezábal, L. Variabilidad genética para la respuesta del crecimiento foliar al déficit hídrico / III Congreso Argentino de Girasol / Asociación Argentina de Girasol / Buenos Aires / 2005. Mención del Comité Científico por su contribución al cultivo.

Pereyra Irujo, G., Aguirrezábal, L. Respuestas del desarrollo foliar al déficit hídrico en girasol. (*Helianthus annuus* L.) / XII Congreso Latinoamericano de Fisiología Vegetal / Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal / Recife, Brasil / 2005.

Velázquez, L., Pereyra Irujo, G., Aguirrezábal, L. Respuesta de la transpiración al estrés hídrico en líneas endocriadas de girasol / XXVI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal / Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal / Chascomús / p. 73 / 2006

Otros Recursos Humanos formados en el ámbito del proyecto.

Leandra Lechner. ANPCyT (PAV2003-00137-00000). Becaria Doctoral. "Crecimiento foliar de plantas cultivadas bajo diferentes condiciones de déficit hídrico".

Gustavo Pereyra Irujo. CONICET. Becario Doctoral. "Análisis genético de la respuesta de la expansión foliar al déficit hídrico en girasol".

Luciano Velázquez. UNMDP. Tesista de Grado. "Variabilidad genética de la transpiración y su respuesta al contenido de agua del suelo en girasol".

Proyecto PICTO-ASAGIR 08: 13169

Conservación y evaluación de especies silvestres de girasol de importancia para el mejoramiento genético

FICHA TÉCNICA	
Investigador responsable	Raúl Horacio Rodríguez
Sede	EEA INTA Balcarce
Participantes	Fernando D. Castaño, Mónica Poverene, Andrea M Clausen, Mercedes Echeverría, Azucena Ridao, Teresa Salaberry, Carina Cáceres, Alicia Carrera, Miguel Cantamutto, Soledad Ureta y Alejandro Presotto.
Fecha de inicio	18/02/2004
Fecha de finalización	20/02/2008
Monto total del subsidio	\$135.938
Contacto	Raúl Horacio Rodríguez - rrodriguez@balcarce.inta.gov.ar



➔ ¿Qué se investigó?

El proyecto *Conservación y evaluación de especies silvestres de girasol de importancia para el mejoramiento genético* atiende una de las necesidades básicas para el trabajo de los mejoradores como es la disponibilidad de un banco activo de especies silvestres naturalizadas. La investigación partió de la idea de que el germoplasma silvestre disponible en la actualidad, así como el que se dispondrá en el futuro, se utilizará para fortalecer los programas de mejoramiento genético del girasol cultivado. De esta manera, se lograrán nuevos avances en los cultivares que se vayan produciendo, además de generar nuevos conocimientos disponibles para la investigación.

La iniciativa se propuso, como objetivo general, crear un banco activo de especies silvestres naturalizadas e introducidas de girasol y evaluar el germoplasma disponible. En ese marco, las metas específicas fueron:

- Colectar las especies silvestres naturalizadas y adventicias de la Argentina e introducir especies silvestres de interés para el cultivo de girasol.
- Conservar y multiplicar el germoplasma.
- Evaluar el germoplasma (naturalizado) por su comportamiento a las infecciones de *Sclerotinia Sclerotiorum* y *Phomopsis helianthi*.
- Evaluar la variabilidad existente en las poblaciones naturalizadas de *H. petiolaris* y *H. annuus* silvestre.

El proyecto se propuso generar un banco activo de especies silvestres naturalizadas e introducidas de girasol y evaluar el germoplasma disponible.

- Determinar si hay tolerancia natural al herbicida imazapyr en las poblaciones naturalizadas y estudiar el efecto que tiene la incorporación de los genes que gobiernan la resistencia al herbicida sobre la aptitud biológica de este germoplasma.
- Capacitar RRHH.

➔ **¿Qué se logró?**

Se logró que el SENASA aprobara la entrada a la Argentina de germoplasma silvestre de girasol.

Sin duda, el mayor logro del proyecto fue la formación de un Banco activo de especies silvestres naturalizadas e introducidas de girasol. Es que, dado que el fenómeno de erosión génica está siempre presente, el Banco funcionará como reaseguro para poder afrontar situaciones no predecibles y para el logro de nuevos avances genéticos.

El Banco ha sido incluido en la Red de Bancos de Germoplasma del INTA, a través del proyecto específico AEGR 1402 *Conservación y valoración de recursos genéticos vegetales ex situ*.

Además, la investigación ha logrado que el SENASA aprobara la entrada en la Argentina de germoplasma silvestre de girasol. Para ello fue necesario establecer protocolos para la manipulación de las especies silvestres anuales y perennes, los cuales fueron aprobados por la DNPV del SENASA.

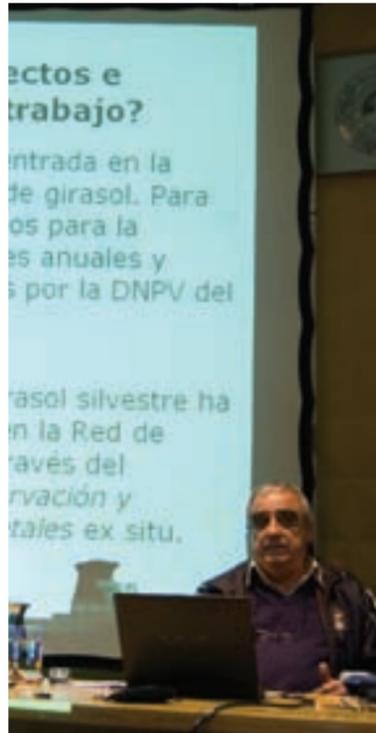
Se ha contribuido también, mediante la dirección y el asesoramiento de tesis de grado y posgrado, a la formación académica y científica de estudiantes, de manera especial en la manipulación, conservación y evaluación de los recursos genéticos del girasol silvestre y cultivado. A la vez, se ha estimulado la incorporación de recursos humanos a la actividad privada.

Así, los avances alcanzados podrían resumirse en:

- La creación del banco de germoplasma de girasol de especies silvestres y la evaluación
- La estimación de la variabilidad genética en el germoplasma asilvestrado.
- La generación de una cantidad importante de información sobre el flujo génico entre el girasol cultivado y las especies silvestres.

➔ **¿Por qué continuar la investigación?**

- La conservación de los recursos genéticos es una actividad permanente.
- Es necesario ampliar la base genética y para ello es necesario realizar nuevas introducciones de germoplasma.
- Se deben intensificar los estudios para caracterizar y evaluar el germoplasma silvestre.
- Resulta fundamental continuar la actividad de monitoreo.



Productos / Repercusiones

Se publicaron artículos en revistas de circulación periódica (7), en comunicaciones a congresos y jornadas/conferencias dictadas (33) y en transferencias al ámbito social y productivo (7).

Publicaciones

Artículos en revistas de circulación periódica

Poverene, M.; Cantamutto, M.; Carrera, A.; Ureta, S.; Álvarez, D.; Alonso Roldán, V.; Presotto, A.; Gutiérrez, A.; Luis, S.; Hernández, A. (2006) Wild sunflowers research in Argentina, *Helia* 29 (44) 65-76.

Ureta, S.; Carrera, A.; Cantamutto, M.; Poverene, M. (2008) Gene flow among wild and cultivated sunflower, *Helianthus annuus* L. in Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 123 343-349.

Ureta, S.; Cantamutto, M.; Carrera, A.; Delucchi, C.; Poverene, M. Natural hybrids between cultivated and wild sunflowers in Argentina, *Genetic Resources and Crop Evolution* 2008 (Online First: DOI 10.1007/s10722-008-9326-x). ISSN 0925-9864 (Print)

Gutiérrez, A.; Delucchi, C.; Poverene, M. (2007) Inheritance of disc flower color in *Helianthus petiolaris* Nutt. *Helia* (enviado).

Gutiérrez, A.; Carrera, A.; Basualdo, J.; Rodríguez, R.; Cantamutto, M.; Poverene, M. (2007) Gene flow between cultivated sunflower and *Helianthus petiolaris* (Asteraceae) (Enviado a *Euphytica*).

Crognale, L.; Castaño, F.; Ré, J.; Rodríguez, R.; Echeverría, M. (2006) Androesterilidad en girasol y comportamiento de líneas endocriadas a la podredumbre blanca de capítulos. *Revista Facultad de Agronomía UBA*, 26(2):111-120.

Castaño, F.; Gulya, T.; Ré, J.; Echeverría, M.; Rodríguez, R. (2006) Reactions of some sunflower accessions to *Albugo tragopogonis* and *Sclerotinia sclerotiorum* infections. *Helia* 28. N° 43: 26-32.

Cáceres, C.; Castaño, F.; Rodríguez, R.; Ridaio, A.; Salaberry, T.; Echeverría, M.; Colabelli, M. (2006) Variability of *Sclerotinia* responses in *Helianthus petiolaris*. *Helia*, 29 (45): 43-48.

Cáceres, C.; Castaño, F.; Rodríguez, R.; Ridaio, A.; Salaberry, T.; Echeverría, M.; Colabelli, M. (2007) Phomopsis resistance on leaves and stems of *Helianthus petiolaris*. *Helia*, 30 (47): 213-218.

Comunicaciones a congresos y jornadas / Conferencias dictadas

Rodríguez, R., Castaño, F., Poverene, M., Clausen, A., Echeverría, M., Ridaio, A., Salaberry, M., Cantamutto, M.; Carrera, A.; Ureta, M., Las especies silvestres de girasol. 21º Jornada de Actualización en Cosecha agruesa. INTA-CIAM. Mar del Plata, Buenos Aires, 13 Ago 2004, p. 11-12.

Carrera, A., Poverene, M. & Rodríguez, R. Isozymes and cytogenetic analysis in *Helianthus resinosa* Small. 16ª International Sunflower Conference. GJ Seiler (ed). Fargo, EEUU. Aug 29 - Sep 2. Vol II, p. 685-691. 2004.

Ureta, M., Carrera, A., Cantamutto, M., Poverene, M. Evaluación de flujo génico entre girasol cultivado y silvestre mediante marcadores SSR. Actas XXXIII Congreso Argentino de Genética, p. 142. BAG Vol. XVI (Supplement) ISSN: BAG 1666-0390 26-29 sep. 2004.

Alonso Roldán, V., Carrera, A., Poverene, M. Variación molecular en poblaciones de *Helianthus petiolaris* en la Argentina. Actas XXXIII Congreso Argentino de Genética, p. 142. BAG Vol. XVI (Supplement) ISSN: BAG 1666-0390 26-29 sep. 2004.

Moral, M., Negrín, V., Garayalde, A., Miranda, J., Poverene, M., Rodríguez, R., Carrera, A., Caracterización de híbridos entre *Helianthus annuus* L. y *H. resinosa* Small. *Journal of Basic and Applied Genetics*, Sociedad Argentina de Genética, Bs. As., Vol. XVII (Supplement), p. 163-164, 2005. ISSN: BAG 1666-0390.

Cáceres, C., Castaño, F., Rodríguez, R., Ridaio, A., Colabelli, M., Variabilidad de respuestas a *Sclerotinia sclerotiorum* en poblaciones argentinas de *Helianthus petiolaris*. *Journal of Basic and Applied Genetics*, Sociedad Argentina de Genética, Bs. As., Vol. XVII (Supplement), p. 153-154, 2005. ISSN: BAG 1666-0390. 2005.

Presotto, A.; Cantamutto, M., Errazu, P.; Mendiberri, C.; Luis, S.; Hernández, A.; Poverene, M. Relación fenotípica entre poblaciones argentinas y norteamericanas de *Helianthus annuus* ssp. *annuus*. *Journal of Basic and Applied Genetics*, Sociedad Argentina de Genética, Bs. As., Vol. XVII (Supplement), p. 180, 2005. ISSN BAG 1666-0390.

Cáceres, C.; Castaño, F.; Rodríguez, R.; Ridaio, A., Colabelli, M. Comportamiento de poblaciones argentinas de *Helianthus petiolaris* frente a inoculaciones de *Sclerotinia sclerotiorum* en hojas y tallos. Ponencia. V Simposio de Recursos Genéticos para América Latina y el Caribe, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Comité Nacional de Recursos Genéticos, Montevideo, Uruguay, p. 44, 23 al 25 de noviembre 2005.

Rodríguez, R. Conservación y evaluación de especies silvestres de girasol de interés para el mejoramiento genético. Conferencia.Taller de Fisiología y Ecofisiología, Biotecnología y Mejoramiento Genético del Girasol. Comisión de Investigación de ASAGIR. Mar del Plata, 28 y 29 de abril 2005.

Castaño, F., Utilización de *Helianthus petiolaris* en mejoramiento por resistencia a *Sclerotinia*. Conferencia. Taller de Fisiología y Ecofisiología, Biotecnología y Mejoramiento Genético del Girasol. Comisión de Investigación de ASAGIR. Mar del Plata, 28 y 29 de abril 2005.

Echeverría, M. La androesterilidad citoplásmica RES1. Conferencia.Taller de Fisiología y Ecofisiología, Biotecnología y Mejoramiento Genético del Girasol. Comisión de Investigación de ASAGIR. Mar del Plata, 28 y 29 de abril 2005.

Castaño, F. Mejoramiento genético de girasol y resistencia a *Sclerotinia* de capítulo. Conferencia. III Taller de Fitopatología. Comisión de Investigación de ASAGIR. Edificio Propapa, INTA Balcarce 4 y 5 de abril 2005.

Ureta, M., Presotto, A., Carrera, A., Cantamutto, M., Poverene, M. Transferencia del carácter resistencia a Imazapyr desde el girasol cultivado a las poblaciones silvestres de *Helianthus annuus* ssp *annuus*. Actas XXXV Congreso Argentino de Genética, p.176. BAG Vol. XVI (Supplement). ISSN: BAG 1666-0390 24-27 sep. 2006.

Gutiérrez, A., Carrera, A., Cantamutto, M.; Poverene, M. Estudio de hibridación entre *Helianthus petiolaris* y girasol cultivado mediante marcadores RAPD. Actas XXXV Congreso Argentino de Genética, p.177. BAG Vol. XVI (Supplement) ISSN: BAG 1666-0390 24-27 sep. 2006.

Garrayalde, A., Carrera, A., Poverene, M. Estudio de la variabilidad para marcadores ISSR en materiales cultivados y silvestres de *Helianthus annuus*. Actas XXXV Congreso Argentino de Genética, p.178. BAG Vol. XVI (Supplement). ISSN: BAG 1666-0390 24-27 sep. 2006.

Greizestein, E.; Díaz Quijano, C.; Rodríguez, R.; Poverene, M.; Heinz, R.; Paniago, N.; Fernández, P.; Hopp, E.; Poggio, I.; Carrera, A. Estudios de citogenética molecular en el híbrido *Helianthus annuus* L. x *H. resinosa* Small. Actas XXXV Congreso Argentino de Genética, p.103. BAG Vol. XVI (Supplement). ISSN: BAG 1666-0390 24-27 sep. 2006.

Calaza, J.; Cáceres, C.; Ridaio, A.; Castaño, F. Interacción entre aislamientos argentinos de *Sclerotinia sclerotiorum* e híbridos de girasol. ALF-AAF (ed.) Acta de Resúmenes 13º Congreso Latinoamericano de Fitopatología y 3º Taller de la Asociación Argentina de Fitopatólogos, HET 17, p. 401. Villa Carlos Paz, abril 19-22 abril 2005.

Diurno, R., Salaberry, M., Echeverría, M., Monterubbianesi, M. y Rodríguez, R. Caracterización citológica de la meiosis de los híbridos (F1 y retrocruzadas) provenientes de los cruzamientos recíprocos entre plantas de *Helianthus petiolaris* y *H. annuus*. Actas XXXV Congreso Argentino de Genética, p.102. BAG Vol. XVI (Supplement), 24-27 set. 2006. ISSN: BAG 1666-0390.

Presotto, A.; Cantamutto, M.; Rivas, J.; Poverene, M. Aptitud del Valle Bonaerense del Río Colorado para malezas anuales del género *Helianthus*. Actas 4to. Congreso Argentino de Girasol, p. 419-420. Buenos Aires, 30-31 de mayo de 2007.

Ureta, M.; Presotto, A.; Cantamutto, M.; Carrera, A.; Poverene, M. Aptitud de plantas de girasol silvestre y de sus híbridos con girasol cultivado IMI resistente. Actas 4to. Congreso Argentino de Girasol, p. 342-343. Buenos Aires, 30-31 de mayo de 2007.

Cáceres, C.; Castaño, F.; Rodríguez, R.; Ridaio, A.; Salaberry, T.; Echeverría, M.; Colabelli, M. Respuestas de *Helianthus petiolaris* a las inoculaciones foliares y caulinares de *Phomopsis helianthi*. Su relación con la resistencia a *Sclerotinia sclerotiorum*. Actas 4to. Congreso Argentino de Girasol, p. 369-370. Buenos Aires, 30-31 de mayo de 2007.

Diurno, R.; Salaberry, M.; Echeverría, M.; Monterubbianesi, M.; Rodríguez, R. Evaluación de la variabilidad de algunos caracteres entre y dentro de algunas poblaciones argentinas de *Helianthus petiolaris*. Actas 4to. Congreso Argentino de Girasol, p. 323-324. Buenos Aires, 30-31 de mayo de 2007.

Normas, informes técnicos, medios audiovisuales, publicaciones en internet, etc.

Rodríguez, R. Las especies silvestres de girasol. En *Diario La Capital*, Suplemento Campo Nuevo, Mar del Plata, Buenos Aires. 19 junio 2004.

Evaluación de especies silvestres de girasol para el mejoramiento genético en el INTA Balcarce. En *El Diario Semanal*, Balcarce, Buenos Aires. 12 junio 2004.

Rodríguez, R., Echeverría, M., Salaberry, M. Apunte Técnico: Girasoles ornamentales. *Boletín de Floricultura INTA*. Año 26. Martes 31 agosto de 2004.

Cáceres, C.; Castaño, F.; Rodríguez, R.; Salaberry, T.; Echeverría, M. & Colabelli, M., 2005. Primera evaluación de poblaciones locales de *Helianthus petiolaris* frente a inoculaciones de *Sclerotinia sclerotiorum*. Ponencia. 3º Congreso Argentino de Girasol. Comisión de Investigación de ASAGIR, Buenos Aires, 31 mayo-1 de junio 2005. Disponible en: <http://www.asagir.org.ar/comunicaciones2.asp>

Diurno, R.; Salaberry, M.; Echeverría, M. & Rodríguez, R. 2005. Hibridación entre *Helianthus petiolaris* y el girasol cultivado (*H. annuus*). Ponencia. 3º Congreso Argentino de girasol. ASAGIR, Buenos Aires, 31 mayo - 1 junio 2005. Disponible en: <http://www.asagir.org.ar/comunicaciones2.asp>

Costa, F.; Salaberry, M.; Echeverría, M. & Rodríguez, R. 2005. Restauración de la fertilidad del polen de las plantas con citoplasma PET1. Ponencia. 3º Congreso Argentino de girasol. Comisión de Investigación de ASAGIR, Buenos Aires, 31 mayo - 1 junio 2005. Disponible en: <http://www.asagir.org.ar/comunicaciones2.asp>

Cantamutto, M.; Presotto, A.; Poverene, M.; Rivas, J.; Matarazzo, R.; Renzi, J. *Helianthus* que amenazan la producción de girasol en el Valle Bonaerense del Río Colorado. *Boletín Técnico* N°16 ISSN 0328-3321 EEA Hilario Ascasubi. Ediciones INTA, diciembre 2007.

Salaberry, M., Rodríguez, R., Echeverría, M., Castaño, F. Girasol ornamental. *Visión Rural*, Año XIV N° 69, p. 20 -21, setiembre-octubre 2007. ISSN 0328-7009

Transferencia de conocimientos al ámbito social o productivo

Castaño, F. y Rodríguez, R. (Docentes). Facultad de Ciencias Agrarias, Posgrado en Producción Vegetal, UNMDP. Curso: Genética y Mejoramiento Genético por Resistencia a Enfermedades. Septiembre de 2005.

Salaberry, M., Castaño, F. (Docentes). Monsanto de Argentina. Curso de Extensión sobre Principios de Genética y Mejoramiento Genético Vegetal. Junio de 2004.

Rodríguez, R. Universidad Nacional de Rosario. Carrera de Postgrado en Mejoramiento Genético Vegetal. Curso de Postgrado INTA-UNR. .Evaluador externo de la tesis del Ing. Agr. Maranesi, Diego Martín: Variabilidad de caracteres fenológicos, morfológicos, agronómicos y de respuesta a *Verticillium dahliae* Kleb en cruzamientos de cuatro líneas de girasol (*Helianthus annuus* L). *Magister Scientiae*. Abril de 2005.

Poverene, M. y Rodríguez, R. SENASA. Dirección Nacional de Protección Vegetal. Participantes de la reunión de especialistas y convocada por el SENASA para evaluar el riesgo de la introducción en la Argentina de especies perennes silvestres de girasol y asesorar a la Dirección Nacional de Protección Vegetal en este aspecto. Balcarce, 13 de junio de 2006. Participantes: Dres M. Poverene, M.M.(UNS), León, A. (Advanta Semillas), e Ing. Agr. Passalacqua, S. (SENASA), Zabala, H. (SENASA) y Rodríguez, R.H. (INTA). Junio de 2006.

Rodríguez, R. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Curso de Posgrado en Producción Vegetal. Participación en 4 clases de 2 horas cada una en la asignatura Genética de las Plantas para desarrollar el tema Aberraciones estructurales y numéricas. Mayo de 2005, 2006 y 2007.

Castaño, F. Comité Editorial revista *Euphytica* (ISSN 0014-2336). Evaluador de manuscritos. Años 2005, 2006 y 2007. Promedio: dos manuscritos por año.

Castaño, F. Instituto Adventista de Balcarce. Jurado XIII Feria Internacional de Ciencias. Jurado. Balcarce. Octubre 2005.

Castaño, F. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Posgrado en Producción Vegetal. Cursos: Genética y Mejoramiento Genético por Resistencia a Enfermedades y Mejoramiento Genético General. Agosto-noviembre 2005, 2006,2 007.

Poverene, M. y Carrera, A. Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. Curso de Posgrado: Variabilidad Genética en Poblaciones Vegetales. Agosto-noviembre 2005, 2006 y 2007.

Poverene, M.; Carrera, A. (Docentes responsables) Curso de Posgrado. Actualización en Recursos Genéticos Vegetales. 42 horas, 12 créditos. Dto. de Agronomía, UNS y CERZOS-CONICET. Docentes invitados: Dr. Gerald J. Seiler (USDA-ARS,EEUU); Dra. Elsa L. Camadro, MSc. Andrea M. Clausen, MSc Raúl H. Rodríguez (Unidad Integrada INTA EEA Balcarce y Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Mar del Plata); Dra. Nélida R. Winzer (UNS); Dr. Sergio Zalba (UNS). Febrero de 2007.

Salaberry, M. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Posgrado en Producción Vegetal. Curso: Genética Cuantitativa. Marzo-junio 2005, 2006, 2007.

Consolidación del grupo responsable y colaboradores

Becarios

Carina Cáceres. Tipo de beca inicial. Inicio: 15/12/04. Finalización: 15/07/2007

Tesis en curso: Variabilidad de la resistencia a enfermedades en girasoles silvestres. Programa de Posgrado en Ciencias Agrarias, área Producción Vegetal, orientación Mejoramiento Genético. Ciclo 2005/2007. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Acreditada por CONEAU. Tipo A.

Otros recursos humanos formados en el ámbito del proyecto.

Ing. María Soledad Ureta. Beca Doctoral otorgada por el CONICET. Período 2005-2008 Tema : "Difusión y adaptación de especies silvestres de *Helianthus* en relación con las nuevas variedades de girasol". Acreditada A por la CONEAU. Lugar del trabajo: Departamento de Agronomía. Universidad Nacional del Sur. San Andrés 800 (8000) Bahía Blanca. Director: Dra M.M. Poverene. La Ing. Ureta formó parte del grupo de colaboradores del proyecto y tiene varias presentaciones a congresos nacionales e internacionales como primer autor y también tiene trabajos publicados en revistas científicas (parte de su producción científica se puede ver en II.1.1. y II.1.3 en este informe).

Ing. Rocío S. Diurno. Becaria de iniciación Universidad Nacional de Mar del Plata. Período 2004-2006. Maestría en Producción Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata. Acreditada A por la CONEAU. Tema: Caracterización de poblaciones argentinas de *Helianthus petiolaris* y de sus híbridos y retrocruzas con el girasol cultivado (*H. annuus*). Director: Dra. M. T. Salaberry. Finalizó los estudios en Diciembre de 2006. La Ing. Diurno participó en el grupo de investigación del proyecto hasta la finalización de sus estudios de posgrado y tiene varias presentaciones en congresos nacionales como primer autor (ver

II.1.3. y II.1.4. en este informe. Se incorporó a la empresa Monsanto para trabajar en el mejoramiento genético del girasol.

Lic. M. Mercedes Echeverría. Profesora Adjunta Asignatura Genética. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata. Acreditada A por la CONEAU. Finalización estudios de Doctorado. Título tesis: Caracterización genética y agronómica de la androsterilidad citoplásmica RES1 en girasol (*Helianthus annuus* L.) identificada en la especie silvestre *H. resinosus* Small. Director. Ing. R.H. Rodríguez. Finalizó los estudios en Noviembre 2005. Tiene varias presentaciones en congresos nacionales e internacionales y trabajos publicados en revistas nacionales e internacionales (parte de su producción científica se puede ver en II.1.1., II.1.3 y II.1.4. en este informe).

Otros recursos humanos formados y en vías de formación, relacionados con el presente proyecto y que no formaron parte del grupo de colaboradores, son:

1. Lic. Agustina Gutiérrez. Beca Doctoral CONICET. Tema: Caracterización y aptitud biológica de híbridos entre girasol cultivado y la especie silvestre *Helianthus petiolaris*. 2005-2007. Directora: Dra. M.M. Poverene.

2. Ing. Alejandro Pressoto. Beca Doctoral CONICET. Tema: Resistencia a herbicidas y dormancia en girasol silvestre, *Helianthus annuus* y *H. petiolaris*. 2006-2008. Directora: Dra. M.M. Poverene.

3. Antonio Garayalde. Realizó su Tesis de Grado en la Universidad Nacional del Sur. Directora: Dra. A. D. Carrera. Finalizada el 30/03/2007. Tema: Análisis de la variabilidad molecular de *Helianthus annuus* var. *annuus* con marcadores moleculares ISSR. En 2007 obtuvo una Beca Doctoral CONICET. Tema:Caracterización molecular de poblaciones de *Helianthus annuus* silvestres. Directora: Dra. A.D. Carrera.

4. Jessica Basualdo. Realizó su Tesis de Grado en la Universidad Nacional del Sur. Directora: Dra. A. D. Carrera. Finalizada el 19/06/2007.Tema: Caracterización de híbridos entre *Helianthus petiolaris* y girasol cultivado, *Helianthus annuus*.

5.Lic. Julieta Miranda. Realizó su Tesis de Grado en la Universidad Nacional del Sur. Directora: Dra. A.D. Carrera. Finalizada el 05/03/2007. Tema: Estudios citogenéticos en *Helianthus resinosus* (6x) y *Helianthus annuus* (2x). En 2007 obtuvo Beca Doctoral CONICET. 2008-2010. Tema: Estudios citogenéticos en el género *Helianthus* (Asteraceae). Directora: Dra. A. D. Carrera.

Comunicaciones a Congresos y Jornadas / Conferencias dictadas

Diurno, R.; Salaberry, M.; Echeverría, M.; Alonso, S.; Rodríguez, R. Caracterización de híbridos provenientes de *Helianthus petiolaris* y el girasol cultivado *H. annuus*). Actas 4to. Congreso Argentino de Girasol, p.321-322. Buenos Aires, 30-31 de mayo de 2007

Echeverría, M.; Salaberry, M.; Castaño, F., Rodríguez, R. Caracterización genética y agronómica de la androsterilidad citoplásmica RES1 en el girasol cultivado (*Helianthus annuus* L.). Actas 4to. Congreso Argentino de Girasol, p. 325-326. Buenos Aires, 30-31 de mayo de 2007.

Cantamutto, M.; Presotto, A.; Poverene, M.; Álvarez, D.; Rodríguez, R.; Lenardón, S.; Giolitti, F.; Martín Sánchez, J. Valoración Agronómica de poblaciones argentinas de *Helianthus annuus* y *H. petiolaris*. Actas 4to. Congreso Argentino de Girasol, p. 317-318. Buenos Aires, 30-31 de mayo de 2007.

Castaño, F.; Poverene, M.; Rodríguez, R.; Cantamutto, M., Carrera, A., Clausen, A., Echeverría, M., Rídao, A., Salaberry, M.; Cáceres, C., Diurno, R., Ureta, M. Proyecto PICTO-ASAGIR 08-13169: Conservación y evaluación de especies silvestres de girasol de importancia para el mejoramiento genético. Actas 4to. Congreso Argentino de Girasol, p. 319-320. Buenos Aires, 30-31 de mayo de 2007.

Cáceres, C., Castaño, F., Colabelli, M. Morfología foliar en algunas poblaciones de *Helianthus petiolaris* Nutt. conservadas en el Banco de Germoplasma de la EEA Balcarce-INTA. Actas XXXI Jornadas Argentinas de Botánica, p. 102. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, vol 42 (Suplemento). ISSN 0373-520X, Corrientes, 20-24 set. 2007.

Gutiérrez, A.; Presotto, A.; Cantamutto, M.; Poverene, M. Hibridación espontánea entre girasol cultivado y su pariente silvestre *Helianthus petiolaris* en la Región Pampeana. XXXVI Congreso Argentino de Genética, p. 184. BAG, vol. XVIII (Supplement II) ISSN: BAG 1666-0390, 23-26 set. 2007.

Garayalde, A.; Presotto, A.; Cantamutto, M.; Carrera, A., Análisis molecular y morfológico de poblaciones argentinas de *Helianthus annuus*. XXXVI Congreso Argentino de Genética, p. 183. BAG, vol. XVIII (Supplement II). ISSN: BAG 1666-0390, 23-26 set. 2007.

Castaño, F.; Salaberry, T.; Echeverría, M.; Rodríguez, R. Búsqueda de fuentes de resistencia a Sclerotinia en *Helianthus* ssp. colectados en el centro-sur de la provincia de Buenos Aires. XXXVI Congreso Argentino de Genética, p. 152. BAG, vol. XVIII (Supplement II). ISSN: BAG 1666-0390, 23-26 set. 2007.

Ureta, S.; Presotto, A.; Gutiérrez, A.; Carrera, A., Cantamutto, M.; Poverene, M. Modificación del germoplasma silvestre de girasol en Argentina por flujo génico desde el cultivo. VI Simposio Internacional de Recursos Genéticos de América Latina y el Caribe (SIRGEALC), México DF, 13-16 nov



ASAGIR es una asociación civil sin fines de lucro.

Su objetivo es la promoción y el desarrollo del girasol, sus derivados y subproductos obtenidos en la Argentina.

Creada a principios de los '80 y reorganizada en el año 2001, reúne a proveedores de insumos, productores agrícolas y a los sectores del comercio y acopio, la industria, la ciencia y la tecnología.

En la actualidad, es el foro donde se proponen, discuten y acuerdan las estrategias a desarrollar en el corto, mediano y largo plazo para toda la cadena girasolera.

- » Apoyo a la Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Girasol (Convenio INTA – ASAGIR)
- » Desarrollo del Proyecto Brechas.
- » Mapa de la Cadena de Valor.
- » Plan Estratégico 2006/15.
- » Organización y participación de Congresos, Jornadas y Reuniones de capacitación y actualización en tecnología para la producción, comercialización y mercados.
- » Participación en la Asociación Internacional de Girasol (ISA).
- » Asesoramiento a socios.
- » Distribución de publicaciones e información de mercado.



www.asagir.org.ar – consultas@asagir.org.ar
(54 11) 4312 – 7105

Av. Corrientes 119 (C1043AAB) | Cdad. de Buenos Aires