



FOLIO DE BASES **101**

CÓDIGO **BIOT-01-A-15**  
(uso interno)

**1. ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

Mejoramiento genético asistido por marcadores moleculares para selección de variedades de papa con resistencia múltiple a nematodo dorado y virus

Línea Temática: **Agricultura y Ganadería**

Rubro: **Mejoramiento genético**

Región(es) de Ejecución: **4,8,10 Regiones**

Fecha de Inicio: **Octubre 2001**

DURACIÓN: **48 meses**

Fecha de Término: **Septiembre 2005**

**AGENTE POSTULANTE:**

Nombre : INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA)

Dirección : Fidel Oteiza 1956 pisos 11-12 Ciudad y Región: Santiago, RM

RUT :

Teléfono : 2097740 y 2097969

Fax y e-mail: 2699526

Cuenta Bancaria (tipo, N°, banco):

[direccion-nacional@inia.cl](mailto:direccion-nacional@inia.cl)

**AGENTES ASOCIADOS:**

**REPRESENTANTE LEGAL DEL AGENTE POSTULANTE:**

Nombre: Francisco Javier González del Río

Cargo en el agente postulante: Director Nacional

RUT:

Firma:

Dirección: Fidel Oteiza 1956 pisos 11-12 Ciudad y Región: Santiago, RM

Fono: 2097740 y 2097969

Fax y e-mail: 2699526

[fgonzale@inia.cl](mailto:fgonzale@inia.cl)

**COSTO TOTAL DEL PROYECTO**  
(Valores Reajustados) : \$

**FINANCIAMIENTO SOLICITADO**  
(Valores Reajustados) : \$  **44.6** %

**APORTE DE CONTRAPARTE**  
(Valores Reajustados) : \$  **55.4** %





**2. EQUIPO DE COORDINACIÓN Y EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO**  
**2.1. Equipo de coordinación del proyecto**  
**(presentar en Anexo A información solicitada sobre los Coordinadores )**

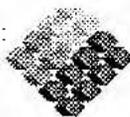
<b>COORDINADOR DEL PROYECTO</b>		
<b>NOMBRE</b> Julio Kalazich Barassi	<b>RUT</b>	<b>FIRMA</b> 
<b>AGENTE</b> Centro Regional de Investigación Remehue, INIA		<b>DEDICACIÓN PROYECTO (%/año)</b> 35%
<b>CARGO ACTUAL</b> Investigador, encargado del programa de mejoramiento genético de papa		<b>CASILLA</b> 23-O
<b>DIRECCIÓN</b> Panamericana Km 8, Ruta 5 norte		<b>CIUDAD</b> Osorno
<b>FONO</b> (64)-233515	<b>FAX</b> (64)-237746	<b>E-MAIL</b> jkalazic@remehue.inia.cl
<b>COORDINADOR ALTERNO DEL PROYECTO</b>		
<b>NOMBRE</b> Boris Sagredo Diaz	<b>RUT</b>	<b>FIRMA</b> 
<b>AGENTE</b> Centro Regional de Investigación Remehue, INIA		<b>DEDICACIÓN PROYECTO %/AÑO</b> 35%
<b>CARGO ACTUAL</b> Investigador, encargado del laboratorio de biotecnología, Centro Regional de Investigación Remehue		<b>CASILLA</b> 23-O
<b>DIRECCIÓN</b> Panamericana Km 8, Ruta 5 norte		<b>CIUDAD</b> Osorno
<b>FONO</b> (64)-233515	<b>FAX</b> (64)-237746	<b>EMAIL</b> bsagredo@remehue.inia.cl



**2.2 . Equipo Técnico del Proyecto**  
**(presentar en Anexo A información solicitada sobre los miembros del equipo técnico)**

Nombre Completo y Firma	RUT	Profesión	Especialidad	Función y Actividad en el Proyecto	Dedicación al Proyecto (%/año)
Julio Kalazich Barassi		Ing. Agrónomo, Ph.D	Fítomejorador	Coordinador general	35%
Boris Sagredo Díaz		Bioquímico, Ph.D.	Biólogo Molecular	Coordinador Alterno	35%
José Santos Rojas Rojas		Ing. Agrónomo, Ph.D	Fisiólogo de plantas	Ensayos de resistencia a virus	30%
Andrés France (4)		Ing. Agrónomo, Ph.D.	Nematólogo	Prospección y ensayos de resistencia a ND	20%
Carlos Sierra		Ing. Agrónomo, Ms. Sc.	Agrónomo	Ensayos de resistencia a ND	15%
Germán Holmberg F.		Ing. Agrónomo Ms. Sc.	Economista	Gestión económica	15%





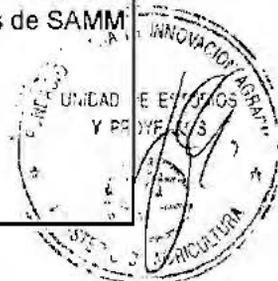
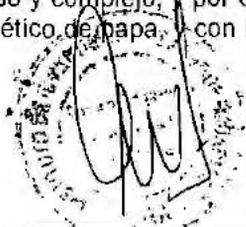
### 3. BREVE RESUMEN DEL PROYECTO

En Chile, la Papa *Solanum tuberosum* L. es un cultivo de primera importancia, ocupando el primer lugar en rendimiento por hectárea, el segundo en producción y el tercer lugar en área, entre los cultivos básicos (INE, 1997). Sin embargo, enfermedades y plagas tales como las producidas por virus y nemátodos, pueden producir importantes pérdidas de rendimiento y de calidad en la producción. En nuestro país, los virus más importantes desde el punto de vista agronómico y económico son el Virus del Enrollamiento de las Hojas de la Papa (PLRV), el Virus Y (PVY) y el Virus X (PVX), los cuales se encuentran ampliamente distribuidos en el mundo y también en Chile. Por otro lado, la plaga cuarentenaria del Nemátodo dorado (ND) de la papa (*Globodera rostochiensis*), que fue introducido desde Europa en la década de los 60, que por la acción eficaz del SAG, ha podido mantenerse confinada las zonas centro-norte y central de país, también es considerado una limitante muy importante al cultivo. Y por otro lado siempre existe la amenaza latente de que la plaga se disemine al sur de Chile, donde está la zona productora de semilla, la cual abastece con este insumo a todo el país y a otras naciones de Latinoamérica.

La mejor estrategia de controlar y evitar los problemas ocasionados por los virus (PLRV, PVY, PVX) como por el Nemátodo dorado, es a través del uso de resistencia genética incorporada en las variedades de producción comercial. El INIA, a través de su Programa de Mejoramiento Genético de Papa, el cual recibió un importante apoyo del FIA entre los años 1981-1991, ha desarrollado algunas variedades con resistencia a virus y nematodo dorado como Yagana (ND, PVX, y PLRV), Ona (PLRV), PUKARA (PLRV), e introducido otras como progenitores para resistencia a estos problemas como Serrana-INTA (PVX y PLRV), y Cardinal (ND). Sin embargo, debido a la demanda creciente por nuevas variedades que se adapten al mercado de papa para consumo fresco y a la pujante industria del procesamiento (puré, papa frita en hojuelas y bastones, almidón, etc.), es necesario acelerar el proceso de desarrollo de nuevas variedades que, por un lado respondan a las necesidades del mercado y, por otro, sean resistentes a enfermedades y plagas. Debido a la alta complejidad del mejoramiento genético de este cultivo, *S. tuberosum* ( $2n=4x=48$ ), el proceso de selección y liberación de una variedad puede tomar 10 o más años. Además, caracteres de resistencia a enfermedades o plagas que son difíciles de evaluar hace que esta actividad sea aun más difícil, laboriosa y costosa.

Afortunadamente, el actual desarrollo de la biología molecular y la genética, que cuenta con técnicas que permiten monitorear la presencia de un gen en individuos a partir de su ADN, se ha constituido en una poderosa herramienta en el mejoramiento genético de especies, incluyendo el cultivo de la papa. La identificación y utilización de marcadores moleculares (MM) estrechamente ligados genes de importancia agronómica tales como de resistencia a plagas y enfermedades, permite seleccionar tempranamente genotipos que portan estos valiosos genes.

En este proyecto se pretende implementar métodos de selección asistida por marcadores moleculares (SAMM) para identificar tempranamente genotipos que posean genes de resistencia a PVY, PVX, PLRV y al Nemátodo dorado en poblaciones segregantes. Se estima que con la implementación de estas nuevas técnicas moleculares de selección, el periodo tiempo necesario para desarrollar estas nuevas variedades de papa multiresistentes se acortaría ostensiblemente. El impacto de estas variedades resistentes tendrá un gran efecto en los pequeños agricultores, los cuales no tienen acceso a una semilla de papa de buena calidad, y por efecto de estas plagas obtienen bajos rendimientos. Este sector representa al 93% de los 90.1994 productores del país. Además, el desarrollo de nuevas variedades resistentes a nematodo dorado, permitirá por un lado controlar la peste disminuyendo el riesgo que estas se expandan hacia las zonas semilleras del sur, y por otro, potenciará el desarrollo del rubro en las regiones donde esta plaga ya existe. La proyección económica de este proyecto, considerando un horizonte de 16 años y comparando los dos escenarios posibles, con proyecto y sin proyecto, arrojó un valor actual neto (VAN) de 3.627.604.668 y una tasa interna de retorno (TIR) de un 47%, indicadores que demuestran la conveniencia de desarrollar este proyecto. Es importante señalar, que realizar selección para resistencia múltiple a virus y nemátodos por métodos tradicionales resulta costoso y complejo, y por ello actualmente no se está realizando en nuestro programa de mejoramiento genético de papa, y con la implementación de métodos de SAMM se superaran estas dificultades.





#### 4. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA A RESOLVER

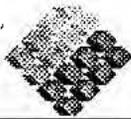
En Chile, la Papa *Solanum tuberosum* L. es un cultivo de primera importancia, ocupando el primer lugar en rendimiento por hectárea, el segundo en producción y el tercer lugar en área, entre los cultivos básicos (INE, 1997). Sin embargo, enfermedades y plagas tales como las producidas por virus y nemátodos, producen importantes pérdidas de rendimiento y de calidad en la producción.

Los virus más importantes desde el punto de vista agronómico y económico son el Virus del Enrollamiento de las Hojas de la Papa (PLRV), el Virus Y (PVY) y el Virus X (PVX), los cuales se encuentran ampliamente distribuidos en el mundo y también en Chile. Estos virus se pueden transmitir a través de los tubérculos semillas empleados en la plantación y también pueden diseminarse en el cultivo a través del contacto mecánico entre plantas enfermas y sanas y/o por insectos vectores, produciendo el fenómeno conocido como "degeneración de la papa". Este fenómeno consiste en una pérdida progresiva e irreversible del rendimiento del cultivo a medida que se incrementa el nivel de infección de las plantas en el campo. De este modo, generalmente el agricultor después de uno o más años, dependiendo de la zona, se ve forzado a renovar su material de plantación comprando semilla certificada, o semilla 'del sur' no certificada pero de origen conocido con un mínimo de infección de estos virus, la cual generalmente no es accesible a todos los productores, especialmente a los pequeños agricultores -que representan al 91% de los productores de papa (mas de 85.000)-, por su elevado precio. De ahí que si el pequeño agricultor contara con mas variedades resistentes a los virus, la frecuencia de cambio de la semilla disminuiría, mejorando la rentabilidad del cultivo.

Por otro lado, a mediados de los años sesenta fue introducido desde Europa a Chile el Nemátodo dorado (ND) de la papa (*Globodera rostochiensis*), el cual es considerado una plaga muy importante y de carácter cuarentenario; esto es, la producción no puede ser exportada a zonas libres de la plaga. Hasta fechas recientes, las medidas cuarentenarias implementadas por el SAG habían podido mantener confinada esta plaga a las zonas centro-norte y central de país. En Diciembre del 2000, el SAG anuncio que en Magallanes fueron detectados una serie de focos de nematodo del quiste, aparentemente *G. pallida*, con lo cual esa zona con un buen potencial para exportar semilla de papa, ha quedado en duda si algún día podrá desarrollar ese potencial. Con este hallazgo, se vuelve a renovar el temor de la amenaza constante de introducción de los nematodos del quiste a las zonas productoras de semilla de papa de las regiones X, IX y VIII lo que ha puesto nuevamente presión a parar la diseminación de la plaga y el convivir con ellas en las zonas donde ya ha sido detectada. Entre las tácticas más recomendadas esta la de cultivar variedades resistentes. Sin embargo, en zonas donde hay mas de una raza o especie presente, como serian la IV y V regiones, es recomendable el uso de mas de una variedad, y cultivando al menos una vez cada cuatro años una variedad susceptible (Brodie, 1996, 1999). En Chile, desde hace mas de una década, la única variedad resistente que ha estado en cultivo en la IV y V regiones es Cardinal, con resistencia a la raza Ro1 (gen H1), situación que ha influido en la aparición de la especie *G. pallida*. Es necesario que el país cuente con otras variedades resistentes a *G. rostochiensis* para cultivo en las regiones IV y V y con buena aceptación para el mercado y adaptadas al cultivo de papa fuera de estación que predomina en estas áreas, y al cual no todas las variedades se adaptan.

La mejor forma de controlar y disminuir los problemas ocasionados por los virus (PLRV, PVY, PVX) y el Nemátodo dorado en el cultivo de papa es a través del uso de resistencia genética incorporada en las variedades utilizadas en la producción comercial. Afortunadamente, en especies silvestres de papa se han encontrado fuentes de resistencia genética a las enfermedades virales y a nemátodos. Así, a través de importantes esfuerzos realizados en distintos programas de mejoramiento genético en el mundo, incluido Chile a través del programa de papa del INIA, estos valiosos genes se han podido incorporar en algunas variedades comerciales. El INIA, a través de su Programa de Mejoramiento Genético de Papa, el cual recibió un importante apoyo del FIA entre los años 1981-1991, ha desarrollado algunas variedades con resistencia a virus y nematodo dorado como Yagana (ND, PVX, y PLRV), Cota (PLRV), PUKARA (PLRV), e introducido otras como progenitores para resistencia a estos problemas como Saragana-INTA (PVX y PLRV), y Cardinal (ND). Sin embargo, debido a la demanda creciente por nuevas variedades que se adapten al mercado de papa para consumo fresco y a la pujante industria del procesamiento (puré, papa frita en hojuelas y bastones, almidón, etc.), y a los problemas mencionados arriba con el nematodo dorado, es necesario acelerar el proceso de desarrollo de nuevas variedades que, por un lado respondan a las necesidades del mercado y, por otro, sean resistentes a los problemas patológicos centrales de este proyecto a fin de que conformen un elemento importante en el control integrado de éstos.



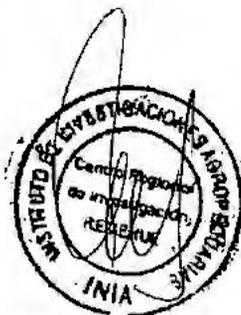


#### 4. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA A RESOLVER (continuación)

Debido a la naturaleza autotetraploide de la papa cultivada (*Solanum tuberosum*,  $2n=4x=48$ ) y a su alto nivel de heterocigocidad, el proceso de mejoramiento genético es altamente complejo y requiere trabajar con grandes poblaciones de individuos segregantes (>60.000). En estas condiciones, aun cuando se realizan buenos cruzamientos utilizando progenitores adecuados, el proceso de selección y liberación de una variedad puede tomar 10 o más años, y más aun si se requieren incorporar caracteres de resistencia múltiple a enfermedades y plagas como las que se pretende con este proyecto. La selección de resistencia a virus requiere de tiempo y recursos de personal para identificar la resistencia y evitar escapes en la inoculación mecánica, (PVY, PVX), y de costosas pruebas masivas de ELISA y de grandes experimentos de campo que toman dos años para evaluar y seleccionar individuos resistentes a PLRV. Además, en el caso del Nematodo dorado, por ser una plaga cuarentenaria, no se puede trabajar con ella en la Xa Región, sede del Programa de mejoramiento de papa del INIA.

Este proceso de selección puede ser tremendamente facilitado por el uso de marcadores moleculares. A través de un método de selección asistida por estos marcadores, ligados a los genes de interés, que puede realizarse tempranamente en un programa de mejoramiento, acortaría y facilitaría el proceso de selección de genotipos resistentes a las enfermedades y plagas de interés. Por otro lado, la incorporación de estas modernas técnicas de selección en el programa de mejoramiento le dará un importante valor agregado al actual programa de mejoramiento de papa del INIA- el único actualmente en desarrollo en Chile- mejorando también con ello sus expectativas de desarrollar variedades no solo aptas para Chile sino también para el mercado internacional, camino ya abierto por la variedad Pukara.

En este proyecto se pretende implementar un método de selección asistido por marcadores moleculares ligados a los caracteres de interés a través de la identificación de marcadores PCR (AFLP, SCAR, RAPD) de selección temprana múltiple para identificar genotipos que posean los genes de resistencia a PVY, PVX, PLRV y al Nematodo dorado en poblaciones segregantes, y así seleccionar variedades con resistencia múltiple a estas enfermedades y plaga.





## 5. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

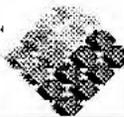
La papa es un cultivo de una considerable importancia en el mundo, tanto desde el punto de vista económico como alimenticio, ocupando el primer lugar en producción de alimento por hectárea y por día y el cuarto lugar en producción después del Arroz, trigo y maíz (Scott, 2000). En Chile, se produce 1.304.696 ton totales, en un área de 80.629 hectáreas con un rendimiento promedio de 16,2 ton/ha (INE, 1997), ocupando el tercer lugar en área, el segundo en producción y el primero en rendimiento por hectárea entre los cultivos básicos. En investigaciones recientes, se ha demostrado que bajo condiciones de riego los rendimientos en las regiones centro-norte pueden llegar a 54,6 ton/ha (La Serena) y a 83,6 ton/ha en la zona productora de semilla (Osorno); (Rojas, 2000).

En nuestro país las producciones de papa son principalmente destinadas al mercado interno como papa de consumo fresco, pero las exportaciones a Brasil y otros países sudamericanos está aumentando y, aparentemente, existe un gran potencial para abrir nuevos mercados en Latinoamérica y otros continentes. Durante 1999 Chile exportó 4.736 T de productos de papa, destacando entre ellos la exportación de papa consumo (2.691T), producto deshidratado (1.321 T), tubérculos semillas (545 T) y preparadas congeladas (117 T), destinados principalmente mercados sudamericanos y por un valor total de US\$3,18 millones. Pese a que estas cifras en exportación de productos de papa son importantes, ellas representan solo el 1% de nuestra producción y equivalen a un 25% del valor total de las importaciones de productos de papa que se hizo el país ese mismo año (US\$ 12,73 millones), principalmente papas preparadas congeladas (Rojas, 2000). En países como Holanda un 55% de la cosecha de papa se destina a la agroindustria (FAO, 1995) debido fundamentalmente al alto valor agregado que se les incorpora a la producción y también porque los productos procesados son muy utilizados en la preparación de "alimentos rápidos" (fast food), moda alimenticia en plena expansión en todo el mundo.

En Chile, a pesar del aumento del uso de papa procesada en la última década, el proceso de industrialización es todavía incipiente. Una de los mayores factores limitantes a la producción de papas para la industria en Chile, es la pequeña superficie plantada con variedades especializadas para la agroindustria apropiadas a las exigencias de los mercados externos. La mayoría de las variedades más cultivadas en nuestro país son variedades destinadas principalmente al consumo fresco como son las variedades Desiree y Cardinal. La excepción la hace la variedad Yagana-INIA (alrededor del 10% del mercado) que posee excelentes características para la producción de papa puré y también es apropiada para la preparación de papa frita en bastones. La mayoría de la producción de puré elaborado por Nestlé Chile para los mercados interno como externos está siendo elaborado utilizando la variedad Yagana-INIA. Esta variedad está siendo utilizada por Nestlé Chile para la elaboración papa pre-frita congelada para el mercado nacional, al igual que en la preparación de otros de productos procesados (papa duquesa, etc.), siendo la principal variedad utilizada por esta Industria (Nestlé, comunicación personal). Cuando la variedad Yagana fue seleccionada por el INIA, la agroindustria de la papa prefrita no estaba aún desarrollada en el país y la elaboración del puré era aún marginal, por lo que esta variedad no fue seleccionada específicamente para estos propósitos. No obstante lo anterior, la gran calidad culinaria y para procesamiento que reúne esta variedad le ha permitido ser usada exitosamente en una variada gama de usos. En países desarrollados los programas de mejoramiento genético crean variedades con características especiales para la agroindustria y son las de mayor uso mayoritario en la producción de materia prima destinada al procesamiento agroindustrial. Así, por ejemplo, nació la variedad Shepody, seleccionada en Canadá para papa frita congelada, siendo actualmente una de las variedades más importantes cultivadas actualmente en Norteamérica con este propósito, o Atlantic, seleccionada en USA para la elaboración de chips. Por la importancia que está adquiriendo en Chile la industria del procesamiento de papa, el programa de mejoramiento genético del INIA ha estado concentrando gran parte de sus esfuerzos en la obtención de variedades especiales para la agroindustria y espera liberar una serie de variedades con ese propósito en los próximos años. Con la creciente globalización de los mercados, las variedades del INIA también pueden ser usadas para satisfacer las necesidades de los mercados externos. De hecho esto ya está sucediendo con la variedad de papa PUKARA desarrollada por el INIA en 1993, la cual fue inscrita en el Registro Oficial de variedades de papa de ese país en Enero de 2001, a través de un convenio entre el INIA de Chile con la Universidad de Nápoles e Italpatate de Italia (Prof Luigi Frusciante, INIA de Nápoles, com. personal).

Otro factor que limita un mayor desarrollo del cultivo de papa son las enfermedades, de las cuales se han descrito más de 300 (Horton, 1992), muchas de las cuales causan pérdidas





## 5. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO (continuación)

significativas en rendimiento. En Chile las enfermedades y plagas más importantes son las producidas por los virus, principalmente el del enrollamiento de la hoja de la papa (PLRV), y los virus Y y X de la papa (PVY y PVX, respectivamente), y las producidas por los hongos *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Alternaria solani* y *Phytophthora infestans*, la bacteria *Erwinia* spp., los insectos *Phthorimaea operculella*, *Liriomyza huidobrensis* y *Myzus persicae*, este último por ser vector de muchos virus. Se suman a estas, el nematodo dorado del quiste de la papa (ND) que es una plaga cuarentenaria, la que se encuentra presente en las regiones IV, V, RM, y VI. Por su naturaleza cuarentenaria, es un serio riesgo para la producción de papa del país si esta plaga es introducida a las regiones productoras de semilla de papa (Prov. de Arauco en la VIII región al Sur). Todos ellos, en ausencia de un control adecuado, pueden producir pérdidas considerables a las producciones del cultivo.

Actualmente, el control de enfermedades fungosas y de plagas de insectos y nematodos se basa en el uso de grandes cantidades de funguicidas, insecticidas, y nematicidas, respectivamente, los cuales además de ser costosos, representan un riesgo, para la salud de las personas y el medio ambiente. Por otro lado, el control de las enfermedades virales, se puede efectuar mediante el control de los vectores que los transmiten generalmente insectos como los áfidos a través de insecticidas siendo solo parcialmente efectivo puesto que es un control indirecto, o reemplazando la semilla infectada por material sano, libre de virus (Salazar, 1985), la que es cara y normalmente no está al alcance del pequeño productor que es el mayoritario en el país, habiendo más de 85.000 de ellos que producen papa, del total de 91.994 productores (INE, 1997).

La mejor estrategia de control de plagas y enfermedades es indudablemente la aplicación de un manejo integrado de ellas en el cultivo de papa. En el manejo integrado de plagas y enfermedades se hace uso de factores genéticos, agronómicos y culturales, reduciendo a un mínimo la necesidad del uso de productos químicos en el control. Un aspecto importante en el desarrollo de estrategias de manejo integrado es el uso de resistencia genética (Rowe, 1993).

El uso de variedades resistentes a plagas o enfermedades reduce al mínimo la necesidad de usar productos químicos en su control. Es importante mencionar que los pesticidas son usualmente tóxicos para organismos benéficos que pueden usarse en estrategias de control biológico y - por lo tanto - el uso de variedades resistentes favorece este tipo de control, el cual tiene un tremendo potencial de desarrollo en la implementación de una agricultura limpia, sustentable y amiga del medio ambiente. Afortunadamente, la papa es un cultivo que tiene una inmensa riqueza genética, con 228 especies silvestres reconocidas (Hawkes, 1994) y muchas de ellas contienen genes muy valiosos tales como de resistencia a enfermedades y plagas, y también para mejorar la calidad del producto tanto fresco como procesado (Plaisted and Hoopes, 1989). Actualmente la mayoría de los programas genéticos de mejoramiento de papa modernos se encuentran avocados a identificar e incorporar estos importantes genes en variedades de cultivo (Ross, 1986).

El programa de mejoramiento de papa del INIA de Chile, ubicado en Osorno, ha estado empeñado en desarrollar y/o introducir nuevas variedades de papa que respondan a las necesidades del mercado y que además sean resistentes a enfermedades y plagas. Desde su formación este programa a liberado 6 nuevas variedades (Yagana, Pukara, Ona, Fueguina, Pehuenche y Puren) y a introducido otras como Atlantic, Kennebec, Shepody y Ranger Russet. Es importante señalar que en esta tarea se ha contado con un importante aporte de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) durante la década 1981-1991. Hoy, la variedad Yagana ocupa alrededor del 10% del área plantada con papa en el país y es la principal variedad utilizada por la agroindustria nacional de papa en la elaboración de puré en escamas y papa en bastones pre-congelada, siendo parte de esta producción exportada. Esta variedad, además de otros genotipos, está siendo evaluada en Italia, USA y próximamente en Brasil. La variedad Pukará, inscrita oficialmente en Italia en el 2001, está también en ensayos de prueba en países como Escocia y USA y está comenzando a obtener un lugar interesante en la producción de papa temprana en Chile.

El problema nematológico producido por la presencia de *Globodera rostochiensis* en las regiones Centro-norte y central del país ha podido ser confinado solo a esas regiones e impedido su propagación al sur de Río Maule gracias a la oportuna y eficaz acción del SAG (France, A. comunicación personal). Por otro lado, la introducción de la variedad Cardinal, la cual es resistente al nematodo dorado, también ha servido para mantener baja la población de esta plaga en los lugares en que ella se encuentra presente.

Últimamente el problema con este tipo de nemátodos ha vuelto a cobrar relevancia con la detección de *Globodera pallida* en Punta Arenas, lo que indica que la diseminación de plagas





## 5. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO (continuación)

cuarentenarias son una amenaza latente para las áreas productoras de tubérculos semillas de las zonas sur y austral de nuestro país. Sin embargo, el uso repetido por muchos años de una variedad con un determinado gen de resistencia puede conducir al incremento de otras razas de la plaga si éstas están presentes (Cook and Evans, 1987), situación que ha sido observada en USA y Europa (Brodie, 1999). En el caso en Chile, donde el uso casi exclusivo de la variedad Cardinal por más de 15 años en las Regiones IV y V, puede ser que esté ocurriendo este mismo fenómeno. La experiencia de USA y Europa indica que es aconsejable hacer rotaciones de variedades resistentes, alternando al menos una vez cada cuatro años una variedad susceptible, dando con ello mas flexibilidad a los agricultores en el uso de variedades, y evitando la aparición de nuevas razas (Brodie, 1999; Cook and Evans, 1987). De lo anterior se desprende que es importante contar con una mayor gama de variedades de papa adaptadas a la región centro norte que posean resistencia al nematodo dorado y, a su vez, sean apropiadas a los mercados de papa para consumo fresco y/o el procesamiento. Esto potenciará no solo un mayor desarrollo del rubro en las regiones amagadas por el nematodo dorado, sino que también ayudará a disminuir el riesgo de expansión de la plaga hacia las regiones productoras de papa del sur de Chile.

En relación a los virus, los más importantes desde el punto de vista agronómico y económico son el Virus del Enrollamiento de las Hojas de la Papa (PLRV), el Virus Y (PVY) y el Virus X (PVX), los cuales se encuentran ampliamente distribuidos en el mundo y también en Chile (Rojas, 2001). Estos virus se pueden transmitir a través de los tubérculos semillas empleados en la plantación y también pueden diseminarse en el cultivo a través del contacto mecánico entre plantas enfermas y sanas (PVY y PVX) y/o por insectos vectores (PVY y PLRV), produciendo el fenómeno conocido como "degeneración de la papa". Este fenómeno consiste en una pérdida progresiva e irreversible del rendimiento del cultivo a medida que se incrementa el nivel de infección de las plantas en el campo. De este modo, generalmente el agricultor después de uno o dos años se ve forzado a renovar su material de plantación comprando semilla certificada, o con un mínimo de infección de estos virus, la cual es cara y no siempre accesible a todos los productores, especialmente a los pequeños agricultores (Rojas, 2001). En Chile a pesar que existen varias empresas, instituciones y productores de semilla certificada que podrían abastecer de buen material a los agricultores y así mejorar ostensiblemente la calidad y los rendimientos del cultivo, se estima que sólo alrededor del 6 % de agricultores, que corresponde a la suma de grandes y medianos productores, con el 33% del área plantada, usa esta categoría de tubérculos-semillas (ODEPA 2000). El restante número de productores y de la superficie plantada con papa en el país se hace utilizando semilla de su propia cosecha o semilla corriente de dudosa calidad, lo que se traduce en bajos rendimientos y deficiente calidad de la producción.

Esfuerzos realizados en varios programas de mejoramiento genético de papa en el mundo, principalmente en países de Europa, Norteamérica, Latinoamérica e instituciones como el Centro Internacional de la Papa (CIP) y el INIA de Chile, se han traducido en el desarrollo de germoplasma que contiene genes de resistencia a virus PVX, PVY, PLRV y también al nematodo dorado. En este germoplasma mejorado se incluyen la generación de nuevas e importantes variedades de papa (Kanona, Rosa, Hudson, Hampton, Elba, Salem, Allegany, Genesee, Steuben, Pike, Andover, Reba, Eva, Yagana, Ona (Kalazich, 2001; NIVAA, 2000; Plaisted, 1987; Ross, 1986). Todas las variedades liberadas por el programa de mejoramiento de papa de la Universidad de Cornell en las últimas dos décadas (13) tienen resistencia al nematodo dorado de la papa (R.L. Plaisted, Universidad de Cornell, comunicación personal). Varias de estas variedades y clones con resistencia específica a virus han sido introducidas como progenitores al Programa de Mejoramiento de Papa del INIA con el propósito de desarrollar variedades locales aptas para nuestras condiciones de cultivo y de mercados.

El mejoramiento tradicional de este cultivo es complejo y los periodos de tiempo requeridos para selección y evaluaciones son bastante largos (Bradshaw and Mackay, 1994; Plaisted, 1985) principalmente debido a la naturaleza autotetraploide y altamente heterocigota de la papa cultivada, *Solanum tuberosum* ( $2n=4x=48$ ). Normalmente identificación de genotipos superiores, debido al alto grado de segregación de caracteres que se presenta aún en condiciones de una buena cruce y con progenitores adecuados, requiere de poblaciones iniciales de gran tamaño. Así, fácilmente durante el proceso de selección y liberación de una variedad puede tomar 10 o más años (Bradshaw and Mackay, 1994; Plaisted, 1985). El tamaño de las poblaciones iniciales y el tiempo requerido para seleccionar un buen genotipo es directamente proporcional a la cantidad de genes que se deseen introducir en una planta, cuando los métodos de selección son convencionales (Bradshaw and Mackay, 1994; Plaisted, 1985).





## 5. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO (continuación)

La incorporación de nuevas herramientas de selección como es el caso de los marcadores moleculares puede ayudar tremendamente el mejoramiento genético de la papa. Estos marcadores usados correctamente podrían reducir el tiempo de selección al identificar tempranamente aquellos individuos que portan el(los) gen(es) de interés (Tanksley et al., 1989). Genes de resistencia a PVY, PVX y Nematodo dorado ya han sido mapeados en el genoma de papa (Bendahmane et al., 1997; Brigneti et al., 1997; De Jong et al., 1997; Gebhardt et al., 1993; Hamalainen et al., 1997; Pineda et al., 1993; Ritter et al., 1991; Tommiska et al., 1998) y existen diversos tipos de marcadores moleculares que pueden ser utilizados para mejorar la eficiencia de incorporación de estos genes en nuevas variedades. Los genes de resistencia a PLRV, por otro lado, debido a la complejidad de su herencia, aun no se han mapeado ni clonado. Es de interés del programa de mejoramiento genético de papa del INIA, incorporar métodos de selección basados en marcadores moleculares para acelerar el desarrollo de nuevas variedades de papa, que se adapten a las nuevas condiciones de mercado y sean resistentes a plagas y enfermedades.

Estas nuevas herramientas mejoraran la eficiencia de selección, aumentando la rapidez y precisión en identificar genotipos resistentes a PVX, PVY, PLRV y Nematodo dorado, y permitiendo la selección simultanea de resistencias múltiples en genotipos de papa, caracteres que en su evaluación convencional requieren ensayos complejos y costosos. El uso de marcadores permitirá diagnosticar, con un alto grado de precisión en etapas muy tempranas, cuales son los genotipos que portan estos genes. Este primer paso, que consolidará la modernización de nuestro programa de mejoramiento de papa al incorporar marcadores moleculares en la detección de genotipos resistentes a PVX, PVY, PLRV y ND, también posibilitará en el futuro inmediato la introducción de marcadores moleculares ligados a otros caracteres de interés en este cultivo, y de paso ponerse a la vanguardia de los programas de mejoramiento de papa de los países en desarrollo y a la par de los programas de los países desarrollados, produciendo variedades con un mayor valor agregado y consolidando de esta forma su presencia en mercados externos, camino ya abierto por la variedad Pukara, inscrita oficialmente en Italia en Enero del 2001.

### Referencias Citadas

- Bendahmane, A., K. Kanyuka, and D.C. Baulcombe. 1997. High-resolution genetical and physical mapping of the Rx gene for extreme resistance to potato virus X in tetraploid potato. *Theor appl genet* 95:153-162.
- Bradshaw, J.E., and G.R. Mackay. 1994. *Potato genetics*. CAB International. Wallingford, UK.
- Brigneti, G., J. Garcia Mas, and D.C. Baulcombe. 1997. Molecular mapping of the potato virus Y resistance gene Rysto in potato. *Theor appl genet* 94:198-203.
- Brodie, B.B. 1999. Classical and molecular approaches for managing nematodes affecting potato. *Can J plant pathol* 21:222-230.
- Cook, R., and K. Evans. 1987. Resistance and tolerance.
- De Jong, W., A. Forsyth, D. Leister, C. Gebhardt, and D.C. Baulcombe. 1997. A potato hypersensitive resistance gene against potato virus X maps to a resistance gene cluster on chromosome 5. *Theor appl genet* 95:246-252.
- FAO. 1995. *FAO Statistical Database, Agriculture*. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). URL: <http://www.fao.org>.
- Gebhardt, C., D. Mugniery, E. Ritter, F. Salamini, and E. Bonnel. 1993. Identification of RFLP markers closely linked to the H1 gene conferring resistance to *Globodera rostochiensis* in potato. *Theor Appl Genet* 85:541-544.
- Hamalainen, J.H., K.N. Watanabe, J.P.T. Valkonen, A. Arihara, R.L. Plaisted, E. Pehu, L. Miller, and S.A. Slack. 1997. Mapping and marker-assisted selection for a gene for extreme resistance to potato virus Y. *Theor appl genet* 94:192-197.
- Hawkes, J.G. 1994. Origins of the cultivated potatoes and species relationships, p. 3-42. In J. E. Bradshaw and G. R. Mackay, eds. *Potato Genetics*. CAB international.
- Hopwood, D., (ed.) 1992. *La papa: Producción, comercialización y programas*, pp. 1-260. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú, y Editorial Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay.
- INEC. 1997. VI Censo Nacional Agropecuario, Resultados Preliminares. Instituto Nacional de Estadísticas, Chile.
- Kalazić, J. 2001. Variedades, Capítulo Cultivos Industriales: Papa, p. 663-664 Agenda del Salitre SQMI.





## 5. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO (continuación)

NIVAA. 2000. Catálogo Holandés de variedades de patata, CPRO-DLO, Wageningen.

ODEPA, 2000. Programas de redes de empresas de pequeños productores. INDAP-IICA. Taller de coyuntura. Pineda, O., M.W. Bonierbale, R.L. Plaisted, B.B. Brodie, and S.D. Tanksley. 1993.

Identification of RFLP markers linked to the H1 gene conferring resistance to the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis*. *Genome* 36:152-156.

Plaisted, R.L. 1985. Population breeding applied to improvement of unadapted *Solanum* cultivated species.

Plaisted, R.L. 1987. Advances and limitations in the utilization of *Neotuberosum* in potato breeding.

Plaisted, R.L., and R.W. Hoopes. 1989. The past record and future prospects for the use of exotic potato germplasm. *Am Potato J* 66:603-627.

Ritter, E., T. Debener, A. Barone, F. Salamini, and C. Gebhardt. 1991. RFLP mapping on potato chromosomes of two genes controlling extreme resistance to potato virus X (PVX). *M G G Mol Gen Genet* 227:81-85.

Rojas. 2001. Riego. Capítulo Cultivos Industriales: Papa, pag. 669. Agenda del Salitre SQMI..

Rojas, J. 2001. Enfermedades virósas de la Papa: Agentes causales, identificación y control. Centro Tecnológico de la Papa, pp. 5, INIA-Osorno,.

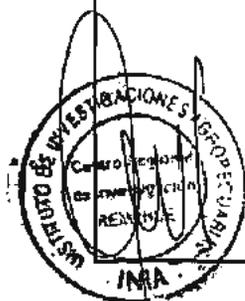
Ross, H. 1986. Potato Breeding: Problems and perspectives, Parey, Hamburg.

Rowe, R. 1993. Potato Health Management: a holistic approach. pp.3-10. In: Rowe, R.C., ed. Potato Health Management. APS Press. 178 p.

Scott, G.J., M.W. Rosegrant, and C. Ringler. 2000. Roots and Tubers for the 21st Century: Trends, Projections, and Policy Options International Food Policy Research Institute. Washington, DC. U.S.A., Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú.

Tanksley, S.D., N.D. Young, A.H. Paterson, and M.W. Bonierbale. 1989. RFLP mapping in plant breeding: new tools for an old science. *Bio/Technol* 7:257-264.

Tommiska, T.J., J.H. Hamalainen, K.N. Watanabe, and J.P.T. Valkonen. 1998. Mapping of the gene *Nx(phu)* that controls hypersensitive resistance to potato virus X in *Solanum phureja* *lvP35*. *Theor appl genet* 96:840-843.





## 6. MARCO GENERAL DEL PROYECTO

El mejoramiento genético de cultivos ha sido un practica constante del hombre, y la forma de hacerlo ha ido variando con el desarrollo de las culturas y el conocimiento. Inicialmente nuestros ancestros se dedicaban a la recolección y selección de plantas en sus lugares de origen o donde estas tenían posibilidades de cruzarse producir progenies (Friborg, 1974). A principios del siglo 20 con el redescubrimiento de las leyes de genética de Mendel, que explicaban los mecanismos de transmisión de la herencia, y con el posterior desarrollo de la genética cuantitativa, el mejoramiento genético de cultivos tuvo un avance notable, que junto con la aparición de los agroquímicos hicieron posible la conocida revolución verde (Borlaug, 1975). Cultivos tradicionales como el trigo, el maíz, el arroz y la papa incrementaron sus rendimientos significativamente. A pesar de ello, debido a que la mayoría de estos nuevos genotipos mejorados se desarrollaron sobre la base de pocos cultivos con una estrecha base genética, estos son vulnerables al ataque de pestes o plagas (Bradshaw and Mackay, 1994). Europa nunca olvidara el desastre ocasionado por el hongo *Phytophthora infestans* a mediados del siglo 19 que diezmo el cultivo de papa, y que ocasiono la hambruna del pueblo irlandés (Fry and Goodwin, 1995). El posterior desarrollo de nuevas variedades de papa que llevan incorporado genes resistencia, provenientes de especies silvestres de este cultivo o cercanas, han sido una importante herramienta en el control de esta enfermedad (Bradshaw and Mackay, 1994). Sin embargo, en este cultivo se han descrito más de 300 plagas enfermedades (Hortón, 1992), de las cuales varias tienen importancia económica. Entre ellas destacan los problemas ocasionados por los virus PVX, PVY y PLRV, y también los problemas ocasionado por los nematodos.

La gran riqueza que posee la papa en especies silvestres, con mas de 228 descritas (Hawkes, 1994), ha facilitado el descubrimiento de genes de resistencia encontrados en ellas a muchas enfermedades y plagas y su posterior traspaso a la papa cultivada. Es así como los genes de resistencia a PVX que se encontraron en *S. andigena* (Rx1) y *S. acaule* (Rx2) han sido incorporados en variedades Europeas y Norteamericanas y lo mismo ha sucedido con el gen de resistencia a PVY proveniente de *S. tuberosum* spp *andigena* (Ry<sub>adg</sub>) (Bradshaw and Mackay, 1994; Salazar, 1996). El gen Rx1 confiere resistencia extrema a todos las razas de PVX excepto la raza HB, y el gen Rx2 confiere resistencia extrema a todas las razas de PVX. Por otro lado el gen Ry<sub>adg</sub> de resistencia extrema a PVY es efectivo contra todas las razas de este virus. Estos tres genes recién mencionados, actúan en forma dominante y se heredan de una manera simple (Bradshaw and Mackay, 1994). Hasta la fecha se han descrito más de 7 y 9 fuentes de resistencia a PVX y PVY, respectivamente (Salazar, 1996). Resistencia a PLRV también ha sido encontrada en diversas especies de papa (Bradshaw and Mackay, 1994; Salazar, 1996), pero a diferencia de los anteriores todas presentan una herencia poligénica y mas compleja, con diferente mecanismos de resistencia a PLRV, tales como resistencia hipersensitiva (*S. tuberosum* cvs Apta y Carla), resistencia a la infección (*S. acaule*, *S. tuberosum*, *S. x edinense*), resistencia a la multiplicación del virus (*S. acaule* OCH 13823/24), y a mecanismos combinados de resistencia a la infección, resistencia a la multiplicación y resistencia al vector (*S. bravidens*) (Bradshaw and Mackay, 1994; Salazar, 1996). En el caso de nematodo dorado (*Globodera rostochiensis*) que en cual se reconocen 5 diferentes patotipos (Kort et al., 1977), el gen H1 que confiere resistencia a los patotipos Ro1 y Ro4, que ha sido descrito en la especie *S. andigena* CPC 1673 has sido el más ampliamente utilizado (Bradshaw and Mackay, 1994). También se han descrito varios otros genes de resistencia de *G. rostochiensis* y *G. pallida*, tales como el H2 de *S. multidissectum*, los genes A y B de *S. kurtzianum*, y los genes Fa, Fb y Fc en *S. spegazzini* (Franco, 1994; Ross, 1986)

La incorporación de estos genes de resistencia antes mencionado en variedades de *S. tuberosum* ha significado grandes esfuerzos humanos y económicos, debido a la inherente complejidad genética de este cultivo. Su naturaleza autotetraploide y su alto grado de heterocigocidad, y por lo tanto sus progenies tiene un alta grado de segregación, hace del mejoramiento genético una tarea difícil, que aumenta a medida que se quieren incorporar más caracteres a la nueva variedad. Fácilmente el periodo de tiempo comprendido entre una buena cruz de progenitores, selección y evaluación de genotipos, y liberación de una variedad puede tomar 10 a más años (Bradshaw and Mackay, 1994; Plaisted, 1987).

El Centro Internacional de la Papa (CIP), basados en una estrategia de mejoramiento convencional, concentró sus esfuerzos en desarrollar genotipos con resistencia a factores de estrés bióticos y abióticos (Mendoza 1992), destacando la incorporación de genes de resistencia a *Phytophthora infestans*, PLRV, PVX y PVY, que debido a su amplia distribución representan los





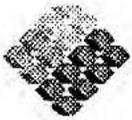
## 6. MARCO GENERAL DEL PROYECTO (continuación)

patógenos más dañinos para el cultivo de papa en el mundo. Sumado estos se encuentran las plagas de la Polilla de la papa, el Escarabajo Colorado de la papa, y los nematodos del quiste y nudo, que aun estando restringidos en zonas geográficas específicas, representan un gran problema para el este cultivo (Mendoza 1992). Los esfuerzos del programa de mejoramiento del CIP se han traducido en la producción de germoplasma, que se ha obtenido a partir de fuentes de resistencia presentes en diferentes especies de papa, genotipos valiosos que podrían usarse como progenitores en otros programas de mejoramiento (Mendoza 1996). El programa de mejoramiento genético de papa del INIA, ha incorporado varios de estos clones provenientes del CIP con resistencia a los virus PVX y PVY con la perspectiva de usarlos como progenitores en el programa de mejoramiento de papa. Entre ellos hay varios con resistencia combinada 'simplex' (con una copia del gen) a PVY y PVX y otros 'duplex' para resistencia a PVY. También el CIP se ha caracterizado por poner a disposición de los países en desarrollo variedades generadas por otros programas de mejoramiento con características de interés, como es el caso entre otros de la variedad Serrana-INTA desarrollada en Argentina con resistencia extrema a PVX ( $R_{X_{\text{ecu}}}$ ) y alta resistencia al virus PLRV (Kalazich, comunicación personal). Sin embargo, por la complejidad que significa el tamizado de individuos segregantes a virus PVX y PVY aun no ha sido posible utilizar estos materiales en el programa de mejoramiento del INIA.

Los recientes avances de la genética y de la biología molecular están entregando nuevas herramientas que pueden facilitar tremendamente el proceso de mejoramiento de cultivos. El desarrollo de técnicas que permiten estudiar directamente el ADN, la macromolécula responsable de la herencia, ha permitido implementar métodos de detección de polimorfismos entre individuos y poblaciones (Tanksley et al., 1989), los cuales se conocen con el nombre de marcadores moleculares (MM). El estudio de poblaciones segregantes utilizando MM ha posibilitado el desarrollo de mapas genéticos de la mayoría de las especies de interés agronómico, incluyendo papa (Bonierbale et al., 1992b; Bonierbale et al., 1993; Gebhardt et al., 1994; Gebhardt et al., 1989). Los caracteres fenotípicos que segregan en estas poblaciones pueden asociarse a estos marcadores MM mediante análisis de ligamiento en el caso de caracteres simples o mediante regresión lineal y/o análisis de QTL para los caracteres complejos (Bonierbale et al., 1992a; Tanksley et al., 1989). También se han descrito metodologías más simples de encontrar asociación entre un carácter en específico con MM, así es el caso del método descrito por (Michelmore et al., 1991) de análisis de grupos segregantes. Una de las grandes ventajas de estos MM es su carácter neutro, que se refiere a que no es afectado por el medio ambiente, y que no dependen del estado fisiológico o tejido de la planta (Tanksley et al., 1989).

Los marcadores más ampliamente usados son los RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphisms), los RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), los AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphisms) y los SSR (Simple Sequence Repeat); (Powell et al., 1996; Rafalski and Tingey, 1993b; Tanksley et al., 1989; Tingey et al., 1994). Los RFLP fueron los primeros en utilizarse y consisten en la detección de sitios de restricción polimorfismos, producidos por endonucleasas, usando una sonda de ADN que hibridiza consigo misma en el ADN digerido. Está técnica, si bien es la más informativa, es tediosa y cara, porque requiere enzimas de restricción, membranas de nylon o nitrocelulosa, una librería genómica de donde provienen las sondas, entre otras. Los RAPD se basan en la amplificación de fragmentos por PCR utilizando partidores pequeños de 9-11 bases, de diseño aleatorio (Rafalski and Tingey, 1993a). Esta técnica tiene la gran ventaja de necesitar muy pocas cantidades de ADN como templado y no necesita un conocimiento previo del genoma a estudiar. Sin embargo, se han reportado problemas de reproducibilidad desde un laboratorio a otro. Los AFLP que detectan sitios polimorficos combinados entre sitios de restricción de endonucleasas y alineamientos de partidores, si bien requiere digestiones con enzimas, y de un equipamiento complejo para realizar electroforesis en geles de secuencia, es un método muy poderoso debido a que en una sola reacción se amplifican un alto numero de fragmentos de ADN polimorficos, y con gran reproducibilidad (Vos et al., 1994). Por otro lado los SSR también se basan en reacciones de PCR, pero requieren partidores específicos. Estos marcadores son codominantes por lo que al igual que los RFLP son capaces de distinguir entre individuos heterocigotos y homocigotos, y una vez mapeados se pueden usar como marcadores de referencia en distintas poblaciones. La mayoría de los mapas genéticos actuales contienen MM combinados de RFLP, RAPD, AFLP y SSR. Una vez que un MM que esta ligado a un carácter importante es identificado, estos se pueden clonar, secuenciar y a partir de su secuencia de nucleótidos diseñar partidores específicos que permitan amplificar por PCR un fragmento de ADN,





## 6. MARCO GENERAL DEL PROYECTO (continuación)

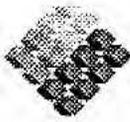
que después de una digestión con enzima de restricción se puede discriminar entre los diferentes alelos amplificados. Este tipo de marcadores codominantes se denominan CAPS (Cleaved Amplified Polymorphic Sequence) (Konieczny and Ausubel, 1993). Un marcador similar, que se diseña a partir de la secuencia de otro marcador clonado o gen, pero que no requiere digestión se denomina SCAR (Sequence-characterized Amplified Regions) (Paran and Michelmore, 1993). Un método fácil de visualizar polimorfismos entre fragmentos de ADN amplificados de regiones alélicas, es a través de la formación de fragmentos heteroduplex. Estos fragmentos se pueden formar entre dos regiones alélicas con un alto porcentaje de homología, las cuales hibridan por complementariedad de bases, pero que debido a las diferencias puntuales se forman pequeños "mismatch-loops" que alteran su movilidad electroforética, los cuales pueden ser detectados con mayor facilidad en geles de acrilamida con urea al 1% (White et al., 1992).

La ventaja de usar marcadores moleculares en mejoramiento genético ha sido rápidamente asimilada por los diferentes grupos de investigadores dedicados al producir mejores cultivares. En el caso del cultivo de la papa, la mayoría de los programas de mejoramiento de Europa y Norteamérica, incluyendo el CIP han incorporado estas nuevas herramientas para realizar selección asistida por MM (aunque en el caso del CIP los MM están siendo utilizados fundamentalmente en identificación de especies y duplicados de la colección de germoplasma y en estudios de tizón tardío) (Ghislain, 2001; Ewing, 2000). Es así como varios genes importantes de este cultivo han sido mapeados, y algunos ya han sido clonados. La ventaja de desarrollar marcadores MM a partir de genes clonados y secuenciados, es que estos son muy seguros y estables, por el hecho que no hay recombinación posible entre el gen y el marcador, situación común en MM que están en las cercanías del gen, pero no en el gen en si mismo. Los genes Rx1 y Rx2 provenientes de *S. andigena* y *S. acaule* fueron mapeados en el cromosoma XII y V respectivamente (Ritter et al., 1991). El gen Rx1 se encuentra junto al gen Gpa2 de resistencia a *G. pallida*, y el gen Rx2 se encuentra en un cluster que contiene el gen R1 de resistencia a Tizón tardío, el gen Nb de resistencia a PVX y al gen Gpa3 de resistencia a *G. pallida*. Ambos genes han sido clonados y secuenciados (Bendahmane et al., 2000), lo que significa un gran avance para introducir estos en variedades pre-existentes mediante métodos de trasgenia o para desarrollar marcadores tipo SCAR, CAPS y/o heteroduplex los cuales se pueden usar en selección asistida por marcadores moleculares (SAMM) para desarrollar nuevas variedades. El gen Ry<sub>adg</sub> de resistencia a PVY también fue mapeado, en el cromosoma XI, por (Brigneti et al., 1997; Hamalainen et al., 1997), y luego "clonado" por (Hamalainen et al., 1998). Basado en la secuencia de los genes alelos de un genotipo susceptible se ha diseñado marcadores tipo SCAR que son capaces de detectar el gen Ry<sub>adg</sub> entre 103 diferentes cultivos de Europa, Norteamérica y Japón, con diferente background genético (Kasai et al., 2000). Este marcador será muy útil para introducir este gen en nuevas variedades mediante SAMM.

El gen H1 de resistencia a Nematodo dorado también ha sido mapeado, en el cromosoma V, por (Pineda et al., 1993) y (Gebhardt et al., 1993). Ambos grupos usaron poblaciones segregantes diploides y RFLP como marcadores moleculares. Pineda et al. Encontraron que el gen H1 esta a un extremo de cromosoma V, entre los marcadores CD78 y TG60 y a una distancia de 2,7 cM y 5,4 cM de estos marcadores, respectivamente. Después, otros marcadores más estrechamente ligados al gen H1, que los anteriores, han sido desarrollados, los que actualmente están siendo exitosamente usados en tamizado de resistencia a nematodos en el programa de mejoramiento genético de papa de Cornell, y son los marcadores TG689, desarrollado por Cornell, y CP58 desarrollado por el grupo de C. Gebhardt en Alemania (Brodie, 1999; S Tansley y W. de Jong, Universidad de Cornell, comunicación personal). Por otro lado el grupo de Gebhardt et al (1993), encontraron una sonda de RFLP (CP113) que comigraba con el gen H1 (0% recombinación) en una población de 91 individuos. El clonamiento y secuenciación de estos marcadores de RFLP en marcadores más simples de usar, basados en PCR tales como CAPS, no han sido exitosos. En el ultimo tiempo con el desarrollo de marcadores SSR (Milbourne et al., 1998) y su integración al mapa de papa, a permitido identificar marcadores de este tipo que flanquean el gen H1, donde los marcadores STM1031 y STM1020 mapearon a 4 y 3 cM de la sonda CP113 que comigra con el gen H1, en las poblaciones de Gebhardt et al (1993). El gen Gro1, que también confiere resistencia a la raza Ro1 de *G. rostovschensis*, fue mapeado en el cromosoma 7 (Barone et al., 1990), el que sería equivalente al gen Ro1 proveniente de *S. spgazzini* (Pineda et al, 1993).

La diferencia de PVY y PVX, la genética de resistencia a PLRV, no es simple sino poligénica (Raisz, 1986), es decir gobernada por varios genes. A su vez se conocen varios tipos de resistencia





## 6. MARCO GENERAL DEL PROYECTO (continuación)

independientes, pero que pueden complementarse en un genotipo: resistencia a la multiplicación, a la infección, al vector, hipersensitividad y tolerancia. Cada uno de estos mecanismos puede estar gobernado por varios o pocos genes (Salazar, 1996). Estudios de Barker et al. (1994), que analizaron la resistencia a la multiplicación que se expresaba en dos clones (G7445 y G7032), utilizando familias de cruza recíprocas de una variedad susceptible cv "Maris Piper", y familias producto de autocruzamientos encontró que la resistencia a la multiplicación de PLRV está controlado por la acción de dos genes dominantes y complementarios. Este estudio es muy importante puesto que la resistencia a la multiplicación es uno de los mecanismos de resistencia más usados en la actualidad para resistencia a PLRV. Si hay pocos genes involucrados, la posibilidad de detectar MM ligados a QTL es mayor, los que podrían implementarse más tarde como parte de un método de SAMM. Varias de las variedades con las que cuenta el programa de mejoramiento genético de papa del INIA tiene resistencia a la multiplicación, tales como Yagana, Ona, Pukara, el Clon 76 y la variedad Argentina Serrana-Inta. Hasta el momento no se ha reportado el mapeamiento de genes de resistencia a PLRV. De ahí que el desarrollo de marcadores moleculares para resistencia a este importante virus a través de este proyecto no solo será importante para el programa de mejoramiento genético de papa de Chile sino servirá para otros programas en desarrollo en el mundo.

El desarrollo de un método de mejoramiento genético de papa basado en SAMM, pondrá a nuestro país en la vanguardia de los programas de mejoramiento de papa del mundo en desarrollo y a la par de programas de países desarrollados, a la vez que acelerará la inserción de variedades con mayor valor agregado desarrolladas por Chile a través del INIA con el apoyo del FIA, en el mercado internacional, camino ya trazado por la variedad Pukara, inscrita oficialmente en Italia en el año 2001.

### Referencias

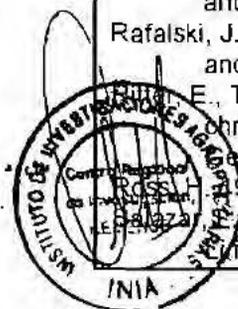
- Barker, H., R.M. Solomon Blackburn, J.W. McNicol, and J.E. Bradshaw. 1994. Resistance to potato leaf roll virus multiplication in potato is under major gene control. *Theor appl genet* 88:754-758.
- Barone, A., E. Ritter, U. Schachtschabel, T. Debener, F. Salamini, and C. Gebhardt. 1990. Localization by restriction fragment length polymorphism mapping in potato of a major dominant gene conferring resistance to the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis*. *M G Mol Gen Genet* 224:177-182.
- Bendahmane, A., M. Querci, K. Kanyuka, and D.C. Baulcombe. 2000. Agrobacterium transient expression system as a tool for the isolation of disease resistance genes: application to the Rx2 locus in potato. *Plant j* 21:73-81.
- Bonierbale, M., R.L. Plaisted, and S.D. Tanksley. 1992a. Applications of genome mapping in potato: a review.
- Bonierbale, M., R. Plaisted, and S. Tanksley. 1992b. Genetic mapping and utilization of quantitative trichome-mediated insect resistance in potato. *Neth. J. Pl. Path.* 98:211-214.
- Bonierbale, M., R. Plaisted, and S. Tanksley. 1993. Molecular map of the potato (*Solanum tuberosum*) 2N = 48. *Genet maps*:6.
- Borlaug, N.E. 1975. The Green Revolution: for bread and peace, p. 227-246. In E. Rabinowitch and V. Rabinowitch, eds. *Views of Science, Technology and Development*.
- Bradshaw, J.E., and G.R. Mackay. 1994. *Potato genetics*. CAB International. Wallingford, UK.
- Brigneti, G., J. Garcia Mas, and D.C. Baulcombe. 1997. Molecular mapping of the potato virus Y resistance gene Rysto in potato. *Theor appl genet* 94:198-203.
- Ewing, E.E., Simko, I., Smart, C.D., Bonierbale, M.W., Mizubuti, E.S.G., May, G.D., Fry, W.E. 2000. Genetic mapping from field tests of qualitative and quantitative resistance to *Phytophthora infestans* in a population derived from *Solanum tuberosum* and *Solanum berthaultii*. *Molecular Breeding (Netherlands)* 6(1):25-36.
- Franco, J. 1994. Nematode potato production problems in temperate climates of the Andean region. *Nematropica* 24:179-195.
- Fridberg, G. 1974. From Mendel to the Green Revolution. [Plant breeding]. Fry, W.E., and S.B. Goodwin. 1995. Recent migrations of *Phytophthora infestans*. *Phytophthora infestans* 150:89-95.
- Gebhardt, C., E. Ritter, and F. Salamini. 1994. RFLP map of the potato. *Adv cell mol biol plants* 1:271-285.





## 6. MARCO GENERAL DEL PROYECTO (continuación)

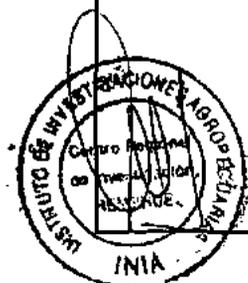
- Gebhardt, C., D. Mugniery, E. Ritter, F. Salamini, and E. Bonnel. 1993. Identification of RFLP markers closely linked to the H1 gene conferring resistance to *Globodera rostochiensis* in potato. *Theor Appl Genet* 85:541-544.
- Gebhardt, C., E. Ritter, T. Debener, U. Schachtschabel, B. Walkemeier, H. Uhrig, and F. Salamini. 1989. RFLP analysis and linkage mapping in *Solanum tuberosum*. *Theor Appl Genet* 78:65-75.
- Ghislain, F. Rodriguez, F. Villamón, J. Nuñez, R. Waugh and M. Bonierbale. 2001. Establishment of Microsatellite Assays for Potato Genetic Identification. pp 167-174. In: *The International Potato Center (CIP). Scientist and Farmer, Partners in Research for the 21st Century . Program Report 1999-2000, Lima, Perú. 480 p.*
- Hamalainen, J.H., V.A. Sorri, K.N. Watanabe, C. Gebhardt, and J.P.T. Valkonen. 1998. Molecular examination of a chromosome region that controls resistance to potato Y and A potyviruses in potato. *Theor appl genet* 96:1036-1043.
- Hamalainen, J.H., K.N. Watanabe, J.P.T. Valkonen, A. Arihara, R.L. Plaisted, E. Pehu, L. Miller, and S.A. Slack. 1997. Mapping and marker-assisted selection for a gene for extreme resistance to potato virus Y. *Theor appl genet* 94:192-197.
- Hortón, D. 1992. La papa: Producción, comercialización y programas, pp. 1-260. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú, y Editorial Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay.
- Kasai, K., Y. Morikawa, V.A. Sorri, J.P.T. Valkonen, C. Gebhardt, and K.N. Watanabe. 2000. Development of SCAR markers to the PVY resistance gene Ry(adg) based on a common feature of plant disease resistance genes. *Genome* 43:1-8.
- Konieczny, A., and F.M. Ausubel. 1993. A procedure for mapping *Arabidopsis* mutations using co-dominant ecotype-specific PCR-based markers. *Plant j* 4:403-410.
- Kort, J., H. Ross, H.J. Rumpfenhorst, and A.R. Stone. 1977. An international scheme for identifying and classifying pathotypes of potato cyst-nematodes *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*.
- Mendoza, H. A. 1992. Breeding potatoes for combined resistance or tolerance to the main biotic and abiotic stresses. Proc. Joint Conference EAPR-Breeding and EUCARPIA-Potato, Landernau (France), 12-17 January 1992. pp 123-130.
- Mendoza, H. A., Mihovilovich, E. J., Saguma, F. 1996. Identification of triplex (YYYY) potato virus Y (PVY) immune progenitors derived from *Solanum tuberosum* ssp. andigena. *Am. Potato J.*, 73, 13-19.
- Michelmore, R., I. Paran, and R. Kesseli. 1991. Identification of Markers Linked to Disease-Resistance Genes by Bulk Segregant Analysis: A Rapid Method to Detect Markers in Specific Genomic Regions by Using Segregating Populations. *PNAS* 88:9828-9832.
- Milbourne, D., R.C. Meyer, A.J. Collins, L.D. Ramsay, C. Gebhardt, and R. Waugh. 1998. Isolation, characterisation and mapping of simple sequence repeat loci in potato. *MGG, Mol gen genet* 259:233-245.
- Paran, I., and R.W. Michelmore. 1993. Development of reliable PCR-based markers linked to downy mildew resistance genes in lettuce. *Theor Appl Genet* 85:985-993.
- Pineda, O., M.W. Bonierbale, R.L. Plaisted, B.B. Brodie, and S.D. Tanksley. 1993. Identification of RFLP markers linked to the H1 gene conferring resistance to the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis*. *Genome* 36:152-156.
- Plaisted, R.L. 1987. Advances and limitations in the utilization of *Neotuberosum* in potato breeding.
- Powell, W., M. Morgante, C. Andre, M. Hanafey, J. Vogel, S. Tingey, and A. Rafalski. 1996. The comparison of RFLP, RAPD, AFLP and SSR (microsatellite) markers for germplasm analysis. *Mol breed* 2:225-238.
- Rafalski, J.A., and S.V. Tingey. 1993a. Genetics diagnostics in plant breeding: RAPDs, microsatellites and machines. *Trends genet* 9:275-279.
- Rafalski, J.A., and S.V. Tingey. 1993b. Genetic diagnostics in plant breeding: RAPD's, microsatellites and machines. *Trends genet* 9:275-280.
- E., T. Debener, A. Barone, F. Salamini, and C. Gebhardt. 1991. RFLP mapping on potato chromosomes of two genes controlling extreme resistance to potato virus X (PVX). *MGG, Mol gen genet* 227:81-85.
1986. *Potato Breeding: Problems and perspectives*, Parey, Hamburg.
- F. 1996. *Potato viruses and their control* International Potato Center, 1996. xii, 214 p. : ill., Lima, Peru.





## 6. MARCO GENERAL DEL PROYECTO (continuación)

- Tanksley, S.D., N.D. Young, A.H. Paterson, and M.W. Bonierbale. 1989. RFLP mapping in plant breeding: new tools for an old science. *Bio/Technol* 7:257-264.
- Tingey, S.V., J.A. Rafalski, and M.K. Hanafey. 1994. Genetic analysis with RAPD markers. *NATO ASI ser, Ser H Cell biol* 81:491-500.
- Vos, P., R. Hogers, M. Bleeker, M. Reijans, T.v.d. Lee, M. Homes, A. Frijters, J. Pot, J. Peleman, M. Kuiper, and M. Zabeau. 1995. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic acids res* 23:4407-4414.
- White, M.G., M. Carvalho, D. Derse, S.J. O'Brien, and M. Dean. 1992. Detecting single base substitutions as heteroduplex polymorphisms. *Genomics* 12:301-306.



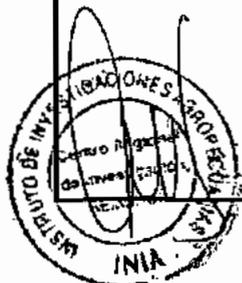


## 7. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

Las actividades relacionadas con la obtención de semillas, producción de plantas y tubérculos, ensayos de resistencia a virus PVY, PVX y PLRV se realizarán en el Centro de Investigación Regional Remehue del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Chile (INIA-Remehue), Osorno, X Región, lugar donde se centran las actividades del programa de mejoramiento genético de papa del INIA.

Las actividades relativas a evaluación de resistencia a Nematodo dorado se realizarán en los centros regionales de investigación Quilmapu e Intihuasi del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Chile, ubicados en Chillán y La Serena, respectivamente.

Las actividades relativas a evaluación de marcadores moleculares y de biología molecular, estarán centradas en el laboratorio de biotecnología del INIA-Remehue, Osorno, X Región.





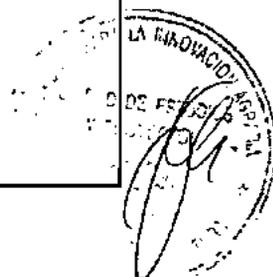
## 8. OBJETIVOS DEL PROYECTO

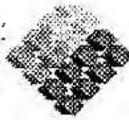
### 8.1. GENERAL:

El objetivo general de este proyecto es implementar métodos de selección asistida por marcadores moleculares (SAMM) para acelerar el desarrollo de nuevas variedades de papa con resistencia múltiple a virus (PVX, PVY, PLRV) y al nematodo dorado (*Globodera rostochiensis*). Estos nuevos cultivares también tendrían incorporadas características que las hicieran aptas tanto para el consumo fresco y/o la agroindustria y con posibilidades de satisfacer los requerimientos de los mercados internos y externos. Además, estas nuevas variedades de papa, resistentes a enfermedades virósicas y el nemátodo dorado, propiciarían el desarrollo de una agricultura limpia y sustentable, potenciando así su aceptación tanto en los mercados internos como externos.

### 8.2. ESPECÍFICOS:

- Ob.1.- Desarrollar un método de selección asistida por marcadores moleculares (SAMM) de genotipos de papa resistentes a PVY, mediante marcadores SCAR específicos para el gen de resistencia  $R_{y_{adg}}$ , en poblaciones segregantes.
- Ob.2.- Identificar marcadores moleculares asociados a genes de resistencia a virus PVX, para desarrollar un método de SAMM de genotipos resistentes a este virus, en poblaciones de papa segregantes.
- Ob.3.- Desarrollar un método SAMM para selección de genotipos altamente resistentes a PLRV mediante la identificación de marcadores moleculares asociados a genes de resistencia a PLRV en poblaciones de papa segregantes.
- Ob.4.- Desarrollar un método de SAMM para seleccionar genotipos que contengan genes de resistencia a *Globodera rostochiensis*, en poblaciones segregantes, usando marcadores tipo RFLP y SSR que están ligados al gen de resistencia H1.





## 9. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS

### ESTRATEGIA GENERAL DE EVALUACIÓN DE MARCADORES Y DISEÑO DE METODOS SELECCIÓN ASISTIDA POR MARCADORES MOLECULARES (SAMM).

La estrategia general de evaluación del uso de marcadores moleculares para genes de resistencia a PVX, PVY, PLRV y ND tendrá tres etapas. i) La primera será de identificación de marcadores asociados a los genes de resistencia respectivos y la estandarización de métodos moleculares, ii) la segunda será la de evaluación de progenitores, y iii) la tercera será la de validación del (los) marcador(es) en poblaciones segregantes (progenies).

i) La primera etapa, será diferente de acuerdo a si hay o no marcadores descritos para el gen respectivo.

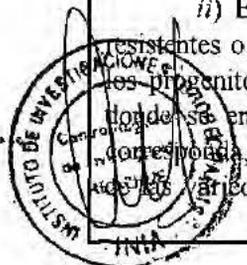
En el caso de marcadores ya desarrollados como los de PVY (Kasai *et al*, 2000) y Nematodo dorado (Pineda *et al*, 1993 y Milbourne *et al*, 1998), los cuales ya se han evaluado en otros programas con otro germoplasma, la estrategia será la de utilizar estos marcadores con germoplasma de reacción conocida al patógeno o plaga (en este caso resistente) establecida a través de la evaluación y caracterización de progenitores realizada en el proyecto y ver si el marcador detecta el gen de resistencia. Los marcadores del tipo SCAR para el gen  $Ry_{sdg}$ , las secuencias de los partidores así como el ADN control de genotipos resistentes y susceptibles que contienen y no contienen el gen  $Ry_{sdg}$ , respectivamente, serán facilitados por Dr. Jari Valkonen (Genetic Centre, Swedish University of Agriculture Sciences). Los marcadores moleculares de RFLP CD78 y TG60 que serán utilizadas como marcadores del gen HI de resistencia a ND serán facilitadas por la Universidad de Cornell. En el caso de los marcadores SSR STM1031 y STM1020 descritos por Milbourne *et al* (1998), que son los que flanquean el gen HI que otorga la resistencia al nematodo dorado, los partidores respectivos (secuencia publicada por Milbourne *et al*, 1998) se obtendrán en la empresa IDT Inc. de E.U. Posteriormente, una vez comprobada la eficacia del marcador se procederá a la evaluación de segregantes y establecer finalmente la estrategia que se seguirá para diseñar el programa de mejoramiento basado en estos marcadores.

En el caso de marcadores no desarrollados por otros programas y/o no publicados como son los casos de los genes para resistencia a PVX y PLRV, deberán desarrollarse a través del proyecto.

En PVX, los genes de resistencia (Rx1 y Rx2) o parte de sus secuencias han sido publicadas (Bendahmane *et al*, 1999, 2000). Sin embargo, hasta ahora no se ha publicado algún marcador factible de ser usado en selección asistida. En este proyecto, se propone desarrollar marcadores tipo heteroduplex a partir de sus secuencias de DNA que están publicadas en las bases de dato como por ejemplo EMBL (EMBL: SAC249448, STU011801). Los detalles de la metodología para obtener los marcadores se describe en este mismo capítulo, letra I (pag. 28).

En el caso de PLRV que es un carácter complejo que presenta una herencia de distribución continua, no hay reportes de marcadores moleculares, por lo que todo su desarrollo deberá realizarse por el proyecto. En este caso, la etapa de identificación contemplará la evaluación de progenitores y selección de una progenie adecuada, segregante, para realizar un mapeamiento de los genes que confieren resistencia a PLRV, usando AFLP y RAPD. Luego, se identificarán los marcadores más cercanos, se aislarán y clonarán para ser secuenciados, a partir de esta se diseñarán marcadores tipo CAPS.

ii) Evaluación de progenitores. Esta etapa consistirá en verificar y/o identificar los genotipos resistentes o susceptibles presentes en el germoplasma de papa de INIA-Remehue del cual se obtendrán los progenitores para este proyecto (Tabla 1). Esto se realizará mediante ensayos biológicos directos donde se enfrenta la planta y los patógenos respectivos (PVY, PVX, PLRV y/o ND) y, cuando correspondiera, a través de la correlación con su(s) respectivo(s) marcador(es) molecular(es). En muchas variedades descritas en catálogos, hay errores en el pedigree por lo que no necesariamente una



## 9. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS (continuación)

variedad que es descrita como resistente -por ejemplo a virus PVY-, realmente lo sea, ejemplos prácticos de este tipo hay muchos (Walter De Jong, Cornell University, comunicación personal), por lo que es altamente necesario y conveniente caracterizar bien los progenitores que se usaran en este proyecto. También es posible que las variedades al pasar por cultivo de tejido *in vitro* estos pueden sufrir variaciones somaclonales (Perazo et al 2001). Adicionalmente, este análisis de progenitores (incluyendo clones avanzados) en los cuales se correlacionará la presencia o ausencia de un determinado gen(es) (resistencia PVX, PVY, PLRV y ND) con la presencia de sus marcadores respectivos, dará una primera aproximación de la efectividad de estos marcadores de detectar genotipos resistentes, en sus respectivas familias segregantes.

iii) La última etapa de evaluación de progenies tiene como objetivo validar el uso de estos marcadores moleculares en poblaciones segregantes, donde se espera que a través una prueba de ADN (SCAR, CAPS, Heteroduplex, SSR y/o RFLP) diferenciar los genotipos resistentes de los susceptibles. En el caso de los marcadores para el gen H1 de resistencia a ND se estipula una segunda prueba de progenie, en una población segregante de mayor tamaño, dado que estos no se encuentran sobre el gen de resistencia, como es el caso de los marcadores para los genes de resistencia a PVX y PVY, sino que a 2,7 cM y 5.4 cM para los marcadores de RFLP CD78 y TG60, respectivamente y 4.0 y 3.0 cM para los marcadores de SSR STM1031 y STM1020, respectivamente. La evaluación de esta población de mayor tamaño entregará información acerca posibilidad de error de selección por recombinación entre el marcador y el gen, para las pruebas de RFLP y SSR, respectivamente. Por otro lado, los marcadores de PLRV, serán originados de una familia segregante de en las últimas etapas del proyecto, cuya validación como marcador útil para realizar SAMM surgirá de este mismo estudio de identificación, en poblaciones tetraploides segregantes.

### A.- Manejo del material vegetal, obtención de familias segregantes y ensayos de resistencia

En general, las actividades de obtención y manejo del material vegetal, así como los trabajos relativos a emasculación y cruza para producir progenies segregantes, obtención de semillas, germinación y obtención de plantas, mantenimiento y propagación de plantas *in vitro*, crecimiento de plantas en condiciones de invernadero y campo, y obtención de tubérculos, para los respectivos ensayos, serán realizadas en el Centro Regional de Investigación Remehue (CRI-Remehue) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias ubicado en Osorno, Xª Región de Chile. En este lugar se concentran las actividades del programa de mejoramiento genético de papa del INIA a nivel nacional.

Los ensayos de resistencia a PVX, PVY, PLRV se realizarán bajo condiciones de invernadero (ver detalles más adelante) en el CRI-Remehue del INIA en Osorno. Por otro lado, actividades asociadas a ensayos de resistencia a *Globodera rostochiensis*, por ser esta una plaga cuarentenaria presente en la Región centro-norte y central del país, serán limitadas a los Centros Regionales de Investigación INIA-Quilamapu y INIA-Intihuasi, ubicados en Chillán y La Serena, respectivamente.

### B.- Evaluación de resistencia a virus PVX y PVY

Plantas de progenitores y progenies serán crecidas y mantenidas en condiciones controladas y de aislamiento en invernadero. Durante etapas temprana de su crecimiento, las hojas de éstas serán inoculadas mecánicamente con savia que contengan cepas agresivas de PVX ó PVY mediante la ayuda de un abrasivo (carborundum) según Salazar (1995). Las fuentes de inóculos de cepas agresivas de PVX y PVY serán mantenidas en plantas susceptibles de la variedad Atlantic para PVY y Shepody para PVX (ver tabla 1), además de otros huéspedes alternantes susceptibles (*Nicotina tabacum*, *Nicotiana glutinosa*, etc.). La evaluación de resistencia y/o susceptibilidad de los materiales se comenzará a evaluar a partir de segunda y tercera semanas después de la inoculación por síntomas visuales y también mediante técnicas serológicas de ELISA según Salazar (1995). Para evitar escapes, los individuos resistentes serán nuevamente inoculados y ensayados para resistencia a PVX y PVY, respectivamente.





## 9. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS (continuación)

### C.- Evaluación de resistencia a virus PLRV

La evaluación de resistencia a PLRV se hará de acuerdo a Chuquillanqui y Salazar (2000), con algunas modificaciones. Cada genotipo a evaluar, progenitores y progenies serán, infectadas con áfidos (*Myzus persicae*) virulíferos previamente crecidos y alimentados en plantas de *Datura stramonium* portadoras de PLRV. A las cuatro semanas después de la infestación, la resistencia será medida como grado de antixenosis a *M. Persicae* por conteo de áfidos y también evaluada la resistencia a la infección por sintomatología y métodos serológicos de DAS-ELISA (Salazar, 1995).

### D.- Evaluación de resistencia a nematodo dorado

Aislamiento de patotipo I y multiplicación de quistes de Globodera. Se colectarán y seleccionarán quistes provenientes de cultivos de papa, mediante el método Fenwick, en las localidades más infectadas con nematodo dorado de la IV región, tales como Pan de Azúcar, Coquimbito, Condor del Norte y El Romero. De los aislamientos colectados se seleccionarán al azar 10 quistes viables, se desinfectarán superficialmente con solución de thimerosal al 0,1% por 3 minutos (France y Brodie, 1995) y se depositarán individualmente en macetas con plantas de papas del cultivar susceptible Desiree.

Todas las macetas se mantendrán debidamente identificadas, separadas entre ellas y sobre mesones de malla, evitando el salpicado de agua y la posible contaminación cruzada.

Las plantas de las variedades susceptibles serán obtenidas mediante el cultivo de brotes etiolados y euraizados, provenientes de plantas madres a las cuales se cortaran los ápices de crecimiento (5 cm de largo), la base se untará con ácido absícico comercial (Rootone) y se plantarán en bandejas con vermiculita. A los 15 días y luego de la formación de raíces se transplantarán a macetas con suelo estéril. El riego, fertilización y control de plagas se realizarán de acuerdo a los requerimientos del cultivo.

Los quistes se multiplicarán por al menos 5 generaciones antes de iniciar las pruebas de identificación. Se realizarán observaciones morfométricas en al menos 40 individuos para identificar las posibles especies. Cada población será evaluada usando los diferenciales propuestos por CIP (Canto y Scurrah, 1977), que incluye los siguientes clones para *G. rostochiensis*.

- \* *Solanum tuberosum* spp. *tuberosum* (Desiree),
- \* *S. tuberosum* spp. *andigena* (H1),
- \* *S. kurtzianum* KTT/60.21.19,
- \* *S. vernei* GLKS.58.1642.4 y
- \* *S. vernei* (VTn)262.33.3.

Estos clones serán propagados de acuerdo al método de brotes etiolados, descrito anteriormente. La inoculación se realizará al estado de 5 hojas expandidas, enterrando a 5 cm de profundidad 10 quistes viables contenidos en una bolsa de muselina. Estos quistes serán evaluados previamente para determinar el número de huevos y larvas en su interior, de manera de ajustar una dosis de 50 huevos y larvas/maceta. Las bolsas de muselina serán retiradas posteriormente para el recuento de individuos residuales y determinar la población inicial (Pi)/maceta. A los 100 días post-inoculación se voltearán las macetas y se realizará el recuento de la población final (Pf). La relación Pi/Pf de los diferenciales determinará la susceptibilidad de los cultivares y el patotipo correspondiente. Este ensayo se repetirá al menos dos veces, en un diseño completamente al azar y con 3 repeticiones por cada cultivar.

Todos los materiales se evaluarán por medio del sistema de inoculación de macetas, siguiendo el método para determinación de especies y patotipos de Globodera en los diferenciales descritos anteriormente. Cada patotipo o especie de Globodera será evaluada con todas las variedades de papa, en un diseño Completo al Azar con 5 repeticiones. Se evaluarán materia seca, y relación Pi/Pf de nematodos. Cada ensayo será repetido dos veces, sometido a Análisis de Varianza y separación de clones mediante la prueba protegida de Fisher (Gomez y Gomez, 1984).

Finalmente, se probarán los clones resistentes de papa en los suelos originalmente colectados, mediante establecimientos de ensayos en estos sitios, con los cultivares que mostraron resistencia. El





## 9. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS (continuación)

ensayo tendrá un diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones. Se evaluará materia seca, rendimiento de tubérculos, calibres y relación Pi/Pf de nemátodos. Los ensayos se repetirán tres veces, aprovechando la ventaja del sector de La Serena de poder realizar dos cultivos al año. Los resultados serán sometidos a Análisis de Varianza y separación de medias con la prueba protegida de Fisher (Gomez y Gomez, 1984).

### E.- Extracción de ADN de plantas

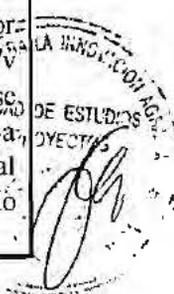
Las extracciones de ADN se harán a partir de hojas liofilizadas (o congeladas  $-80^{\circ}\text{C}$ ) de acuerdo a Fulton et al (1995), ajustando las cantidades de material inicial y volúmenes de reactivos de extracción de acuerdo a los ensayos a realizar; se realizaran micro-extracciones para aquellos genotipos que serán sometidos solo a ensayos de reacciones de PCR (SCAR, CAPS, AFLP y/o RAPD), obteniendo alrededor de 5  $\mu\text{g}$  o más de ADN. Y se someterán a macro-extracciones de ADN los genotipos que requieran ser analizados mediante pruebas de RFLP, obteniendo 20  $\mu\text{g}$  o más de ADN. Los ADN recuperados serán resuspendidos en buffer T.E. (10 mM Tris-HCl, 1mM EDTA), y las cantidades serán estimadas por absorbancia a 260 nm. La calidad de los ADN extraídos será evaluada en geles de agarosa teñidos con bromuro de etidio de acuerdo a Sambrook et al. (1989).

### F.- Reacciones de AFLP

Las reacciones de AFLP serán realizadas según Vos et al. (1995). El ADN de cada genotipo serán digeridos completamente con las enzimas EcoRI/MseI o PstI/MseI. Luego se ligarán adaptadores de sitios EcoRI/MseI o PstI/MseI, en presencia de la enzima T4 DNA ligasa y rATP. Esta mezcla será diluida y pre-amplificada por PCR utilizando partidores que contienen la secuencia de los adaptadores más 1 nucleótido extra, Taq DNA polimerasa, y dNTPs. Luego de la pre-amplificación se hará otra dilución (1:50) la cual será usada como templado para las reacciones selectivas de AFLP. Estas se realizarán en presencia de un partidur marcado en la posición 5' con  $\text{P}^{33}$ , que se alinea en el sitio EcoRI o PstI. Las condiciones de PCR para pre-amplificación y amplificación selectiva serán las mismas que se recomiendan en el catalogo "Kit para AFLP" de Gibco-BRL, y se utilizará un Termociclador MJ Research PTC100. Una vez amplificados los fragmentos serán separados por electroforesis en geles de acrilamida al 5%, a 90 watts por 2.5 hrs. Los geles serán traspasados papel filtro, secados y expuestos a placas auto-radiográficas, las cuales se desarrollaran después de 35 hrs o hasta obtener una buena señal. En cada gel se incluirá los respectivos progenitores de cada familia segregante. Una vez identificado los fragmentos de AFLP de interés mediante los respectivos análisis de segregación y ligamiento, se reemplazará el método de marcación radiactiva por un método de visualización de bandas de AFLP por tinciones con "plata", esto ultimo se realizarán de acuerdo a los protocolos descritos por Briard et al (2000). Los métodos de AFLP que usan isótopos radiactivos resultan ser más sensibles y resultan convenientes cuando se trata de ensayar un gran numero de diferentes combinaciones de partidores de AFLP, pero una vez identificado los fragmentos de interés

### G.- Reacciones de SSR y RAPDs

Las reacciones de SSR (Simple Sequence Repeat) serán realizadas según Milbourne et al (1998), usando de partidores que producen fragmentos del tipo "1", que ya están mapeados y solo producen bandas claramente definidas. A partir de 20 ng de DNA genómico, partidores de SSR específicos (0.3  $\mu\text{Moles}$  de cada uno), 200  $\mu\text{M}$  dNTPs y 0.5 unidades de Taq DNA polimerasa en buffer de PCR 1X (10 mM tris-HCl pH8.3; 1.5mM  $\text{MgCl}_2$ ; 50mM KCl), se realizará la amplificación de PCR:  $94^{\circ}\text{C}$  por 3 min, seguido por 25 cycles de  $94^{\circ}\text{C}$  por 30 s,  $T_m$  por 30 s,  $72^{\circ}\text{C}$  por 30 s, seguido por  $72^{\circ}\text{C}$  por 5 min. La solución de reacción será mezclada con igual volumen de buffer de carga (95% v/v glicerol, 10 mM EDTA pH 8.0, 0.5 mg/ml xylene cyanol and azul de bromofenol). Los productos se separarán por electroforesis en geles de secuenciación y las bandas de ADN amplificadas se visualizarán por tinciones con "plata", según las recomendaciones de Promega Corporation y Briard et al (2000). Por otro lado, las reacciones de RAPDs se realizaran exactamente como se describe en Sagredo et al (1998).





## 9. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS (continuación)

### H.- Clonamiento de fragmentos de AFLP y/o RAPD, y diseño de CAPS

Los fragmentos de AFLP y RAPD que requieran ser clonados se insertaran en el vector T/A pCR2.1 (Invitrogen) de acuerdo a Meskem et al (1995). Con ayuda de un bisturí, los fragmentos de ADN serán removidos de los gels secos, y luego rehidratados con buffer T.E 1X. Estos serán congelados y centrifugados a 12.000 rpm por diez minutos, el sobrenadante que contendrá los fragmentos de ADN de interés se incubará con el vector T/A pCR2.1 en presencia de T4 DNA ligasa y rATP. Luego la mezcla de ligamiento será usada para transformar *E. coli* competentes. Se recuperaran las colonias recombinantes y se crecerán en medio de cultivo (LB) hasta obtener suficientes bacterias para recuperar el plásmido recombinante por el método de extracción alcalina (Sambrook, 1989). Previo a su secuenciación se confirmara su tamaño mediante reacciones de AFLP o RAPD. El ADN plasmidial purificado será enviado a un laboratorio de servicio para su secuenciación. En acuerdo a su secuencia se elegirán los partidores y enzimas de restricción para amplificar mediante PCR los fragmentos de interés por un lado, y por otro, a través de la digestión con las respectivas endonucleasas y posterior electroforesis en gels de acrilamida o agarosa, diferenciarlos del resto de los genes alelos. Esta actividad será realizada con la ayuda del Dr. Walter De Jong en la Universidad de Cornell, mediante una estadia de Boris Sagredo en el laboratorio del Dr. De Jong por un periodo estimado de 45 días el año 4 del proyecto (ver Carta Gantt adjunta).

### I.- Reacciones de SCAR para seleccionar genotipos resistentes a virus PVY

Se utilizaran los partidores 3.3.3s y ADG23R (Kasai et al 2000), cuya secuencia exacta es 5'-ATACACTCATCTAAATTTGATGG-3' y 5'-AGGATATACGGCATCATTTTTCCGA-3', respectivamente, que amplifican la región de secuencias caracterizadas (SCAR) RYSC3 del gen (o ligadas muy cerca de él) de resistencia a PVY,  $Ry_{adg}$ . Las condiciones de amplificación serán las mismas que describieron Kasai et al (2000). Se preparará una mezcla de reacción de 50  $\mu$ l con buffer PCR 1X (10 mM tris-HCl pH8.3; 1.5mM MgCl<sub>2</sub>; 50mM KCl), 0.1 mM de cada nucleótido (dNTPs), 0,25  $\mu$ M de cada partidor, 1 unidad de Taq DNA polimerasa y 50 ng de ADN genómico, y se someterá a varios ciclos de amplificación de PCR (usando un termociclador MJ Research PTC-100) de acuerdo a las siguientes condiciones: 93°C por 9 minutos, seguido por 35 ciclos con 94°C por 45 s, 60°C por 45 s, y 72°C por 60 s, y finalmente una fase de extensión a 72°C por 5 minutos. Los productos amplificados serán analizados por electroforesis en gels de agarosa al 1%, y teñidos con bromuro de etidio. Se espera que los genotipos que contengan el gen de resistencia a PVY amplifiquen un fragmento de 321 pares de bases. Para una mejor optimización de esta técnica se utilizaran DNA genómicos controles, resistentes y susceptibles, los cuales están siendo gentilmente donados por el Dr. Jari Valkonen (Genetic Centre, Swedish University of Agriculture Sciences).

### J.- Evaluación de pruebas de RFLP usando las sondas CD78 y TG60, para identificar genotipos que contienen el gen de resistencia a nematodo H1

por la Universidad de Cornell. Sus insertos serán amplificados. Esta actividad será realizada de acuerdo a los protocolos que actualmente se usan en la Universidad de Cornell, USA, los cuales serán transferidos a través de un periodo de entrenamiento corto en los laboratorios de los Dres. Walter De Jong y Bill Brodie, a los que asistirá el Dr. Boris Sagredo. El entrenamiento se estima en 45 días en el año 2 del proyecto (ver Carta Gantt adjunta). Los plásmidos que contienen las sondas que flanquean el gen H1 de resistencia a nematodo dorado CD78 y TG60 (Pineda et al, 1993), y otros que puedan estar en uso actualmente serán donadas mediante PCR usando partidores universales. Una vez obtenidos estos fragmentos serán precipitados en alcohol, lavados y secados. Luego estos serán marcados con <sup>32</sup>P-dATP mediante el método de "random primer labeling" (Sambrook et al 1989). Por otro lado los DNAs genómicos de progenitores (resistentes o susceptibles a nematodo dorado) serán digeridos con diferentes enzimas de restricción que reconocen secuencias de 6 nucleótidos, y sus fragmentos serán separados por electroforesis en gels de agarosa al 0.8%. Luego serán transferidos a membranas de nylon usadas para hibridizar las respectivas sondas marcadas, según Pineda et al (1993). Los perfiles





## 9. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS (continuación)

de RFLP de progenitores resistentes y susceptibles serán comparados, y solo en aquellos casos que se detecten fragmentos polimorficos se procederá a evaluar una población pequeña de individuos resistentes y susceptibles. Esto ultimo servirá para verificar que los fragmentos polimórficos generados estén ligados al gen de resistencia H1.

### H.- Evaluación de las secuencias SSR (STM1020 y STM1013) para identificar genotipos resistentes a nematodo dorado.

Los respectivos pares de partidores de secuencia simple repetida (SSR) STM1020 y STM1013 descritos por Milbourne et al (1998), que flanquean el gen H1 serán ensayados en los posibles progenitores resistentes y susceptibles a nematodo dorado. Los diferentes perfiles de fragmentos de ADN amplificados serán comparados entre los individuos resistentes y susceptibles. Los fragmentos polimorficos que se observen serán evaluados en familias segregantes para verificar su ligamiento al gen H1.

### I.- Búsqueda de marcadores asociados al gen de resistencia a virus PVX, mediante generación de fragmentos heteroduplex y/o CAPS.

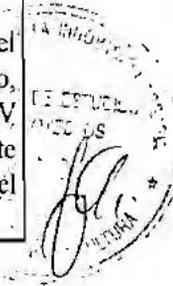
A partir de las secuencias de los genes de resistencia Rx1 y Rx2, (Bendahmane et al, 1999; Bendahmane et al, 2000) se diseñaran partidores que pertenezcan a regiones conservadas de estos genes, pero que contengan regiones polimorficas. Los fragmentos amplificados mediante PCR serán analizados para detectar formación de secuencias heteroduplex (White et al, 1992), comparando los perfiles de amplificación y migración electroforetica de los individuos susceptibles, resistentes, y mezclados (DNA templado de susceptible + resistentes). Alternativamente, los mismos fragmentos generados mediante PCR serán digeridos con enzimas de restricción y evaluar una posible identificación de marcadores tipo CAPS.

### J.- Análisis de grupos segregantes (bulk segregant analysis), usando AFLP y RAPD como marcadores moleculares.

Este método de análisis fue previamente descrito por Michelmore et al (1991). Los individuos de las poblaciones segregantes serán separados entre resistentes y susceptibles, para resistencia a PLRV. Este agrupamiento resultará de los respectivos ensayos biológicos donde se identifique el fenotipo de acuerdo a su respuesta en presencia del virus PLRV. Debido en la población segregante para resistencia a PLRV se espera una distribución compleja, se elegirán aquellos individuos que se encuentren en los extremos, altamente resistente y susceptible a PLRV, respectivamente. Una vez identificados los grupos, sus ADN serán mezclados formando grupos de individuos resistentes por un lado y susceptible por otro. Cada grupo constará de un máximo 8 individuos, y se analizarán un mínimo de 120 individuos. Mediante reacciones de AFLP y RAPDs estos grupos se compararan y se identificarán aquellos fragmentos amplificados que estén presente solo en los grupos de resistentes o susceptibles. Una vez que se identifiquen estos fragmentos, se procederá a abrir la población analizando cada genotipo por separado. Con esta información se estimará el porcentaje de explicación de la varianza ( $R^2$ ) para cada marcador asociado a la resistencia, mediante regresión lineal simple, y luego se procederá a un análisis de regresión múltiple que incluirá a todos aquellos que tengan un alto  $R^2$ .

### K.- Confección de mapa genético de familia tetraploide usando marcadores de AFLP y SSR, y mapeamiento de QTL envueltos en resistencia a PLRV.

Con el propósito de conocer más en detalles la naturaleza de la resistencia a PLRV en el progenitor elegido y a como este carácter se hereda en las progenies se procederá a su mapeamiento, usando marcadores tipo AFLP y SSR. El mapeamiento de los loci responsable de la resistencia a PLRV complementara los experimentos de análisis de grupos segregantes señalados anteriormente identificando nuevos marcadores, sino también entregará información acerca de su posición en el





## 9. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS (continuación)

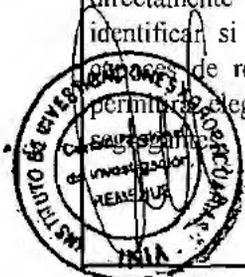
genoma, lo cual es importante para el diseño de estrategias para obtener genotipos con resistencia múltiple a PVX, PVY, PLRV y ND., tal como por ejemplo, si estos genes de resistencia a PLRV están ligados a caracteres (positivos o negativos) de conocida posición en el genoma de papa, que hayan sido publicado por otros autores.

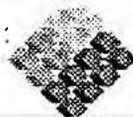
El mapa genético de la familia tetraploide segregante (120 genotipos) para PLRV se realizará de la siguiente manera. Las semillas correspondiente a cada genotipo serán germinadas en condiciones *in vitro*, y se propagara produciendo 4 replicas identicas. Una de ellas será mantenida *in vitro* como población de respaldo. La otras replicas de esta población de mapeo serán transferida a macetas y aclimatadas en invernadero. Se dejaran crecer y se colectaran hojitas para extraer el ADN de cada genotipo. Luego estas mismas plantas serán inoculadas y ensayada para resistencia a PLRV, obteniendo el fenotipo de cada una. Por otro lado los ADN extraídos serán usados para generar un mapa molecular, usando marcadores de AFLP y SSR. Las reacciones de AFLP y SSR de cada genotipo serán sembradas juntos en los geles de secuencia y/o agarosa, junto a las reacciones de cada progenitor, respectivamente. Los fragmentos amplificados (AFLP y/o SSR) serán escrutados como presente o ausente (1/0), serán separadas según procedencia parental y se identificarán aquellos marcadores que segregan 1:1 (simples) y 5:1 (duplex) mediante pruebas de  $\chi^2$ . Otro tipo de segregación no será incluido para efecto del mapeamiento de familia tetraploide. En la confección de los mapas tetraploide, uno para cada progenitor, se harán de acuerdo a Hackett et al (1998) y Luo et al (2001). Asumiendo un modelo de meiosis donde existe pareamiento de cromosomas al azar de cromosomas y ausencia de segregación de cromátidas (doble reducción), se establecerán grupos de ligamiento solo en base ligamiento en fase "coupling" de los marcadores clasificados como "simplex", usando un criterio de  $LOD > 4.0$  y distancia  $r < 35$ . Se establecerá el mejor orden lineal de estos marcadores mediante análisis de multilocus. Luego los marcadores "duplex" serán agrupados según su ligamiento Duplex-duplex ("coupling" o repulsión), y estos serán utilizados en busca de ligamientos simplex-duplex, en repulsión o "coupling". Este ultimo análisis será útil para reconocer e identificar cromosomas homólogos. La identidad de los cromosomas se hará en base a su ligamiento con marcadores conocidos de SSR (Milbourne et al 1998). Los análisis de ligamiento y confección de los mapa genéticos de los progenitores de la población segregante para resistencia a PLRV será facilitado mediante el uso del software Joinmap (Stam 1995).

El análisis de asociación entre marcador (AFLP y SSR) y resistencia a PLRV se realizará mediante regresión simple ( $p < 0.01$ ), y luego según el numero de marcadores significativos, se procederá a un análisis de regresión múltiple. Finalmente, se analizaran cada cromosoma o grupo de ligamiento en busca de posibles QTLs usando el programa MapManager QTX (Meer et al 2001).

### L.- Plantas progenitores y clones

Los clones y progenitores a evaluarse para resistencia a PVX, PVY, PLRV y/o *Globodera rostochiensis* están descritos en la Tabla 1. Inicialmente, el criterio de selección de progenitores y familias a estudiar se ha basado en varios aspectos importantes para los fines del mejoramiento genético, tales como: resistencia a algunos de los patógenos estudiados, por su alto grado de transmitir buenos caracteres agronómicos a su descendencia, ser portadores de otros genes importantes (tricomas glandulares, resistencia a polilla de la papa), buenas características para procesamiento, precocidad, y color pulpa y piel. La mayoría de estos clones y progenitores forman parte del germoplasma de elite que se usa en el programa de mejoramiento genético de papa del INIA, y algunos de ellos son clones avanzados que muy pronto se podrían convertir en variedades. Estos clones serán enfrentados directamente mediante ensayos biológicos a los patógenos antes mencionados tal de verificar y/o identificar si estos son resistentes o susceptibles al respectivo patógeno, y cuando corresponda ser de reproducir el respectivo marcador molecular. Esta evaluación de progenitores y clones permitirá elegir correctamente los genotipos parentales que se usarán para producir las progenies





## 9. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS (continuación)

### M- Poblaciones y pruebas de progenies

Las poblaciones segregantes que se generaran para identificar validar el uso de marcadores moleculares asociados a PVX, PLRV y ND (Nematodo Dorado) corresponderán a la cruce entre clones resistentes y susceptibles, respectivamente, que se definirán a partir de la primera etapa del proyecto de caracterización de progenitores.

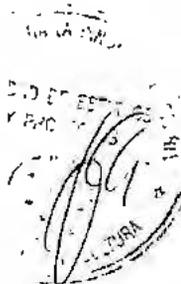
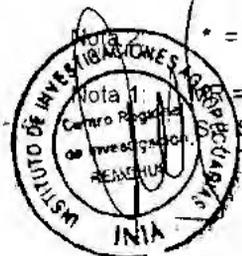
**Tabla 1.-** Variedades y genotipos de papa a usar en el programa de cruzamientos destinado a evaluar genes de resistencia/susceptibilidad a PLRV, PVY, PVX y Nematodo dorado (*Globodera rostochiensis*).

N°	Variedad/Genotipo	Características de resistencia a patógenos				Usos
		PLRV	PVY	PVX	ND	
1	Atlantic	MS	S	R	R	Chips y cocida
2	Asterix	MS	MS	MS	R	Cocida, frita y prefrita
3	Baraka	MS	R	R	S	Frita y cocida
4	Cardinal	MR	MR	MR	R	Cocida
5	Desiree	MS	MS	MR	S	Cocida y prefrita
6	Dorado	R	R	S	R	Cocida y prefrita
7	Oscar	S	MR	R	R	Cocida, frita y prefrita
8	Ona	R	S/I	S/I	S	Chips y frita
9	Pehuenche	S	S	S	S	Cocida
10	Pukará	MR	MR	MR	S	Cocida, frita y chips
11	Purén	MS	S/I	S/I	S	Puré y almidón
12	Ranger Russet	S	R	R	S/I	Frita y prefrita
13	Rosara	MR	R	MS	R	Cocida
14	Pike	S/I	S/I	S/I	S/I	Chips y frita
15	Shepody	S/I	S	S	S/I	Frita y prefrita
16	Yagana	R	MR	I	R	Cocida y chips
17	Serrana	R	R	S/I	S/I	Cocida
18	C-76	R	S/I	S/I	S/I	Cocida
19	R91130-05	S/I	S/I	S/I	S/I	Chips y fritura y cocida
20	RX90020-49	S/I	S/I	S/I	S/I	Chips y fritura y cocida
21	R90160-5	S/I	S/I	S/I	S/I	Chips y fritura y cocida
22	R91193-1*	S/I	S/I	S/I	S/I	Chips y fritura y cocida
23	R90213-6	S/I	S/I	S/I	S/I	Chips y fritura y cocida
24	R91011-1	S/I	S/I	S/I	S/I	Chips y fritura y cocida
25	R90213-55	S/I	S/I	S/I	S/I	Chips y fritura y cocida
26	R87009-28	S/I	S/I	S/I	S/I	Chips y fritura y cocida
27	RX90020-1	S/I	S/I	S/I	S/I	Chips y fritura y cocida
28	R89067-28*	S/I	S/I	S/I	S/I	Consumo fresco
29	R89063-84	S/I	S/I	S/I	S/I	Consumo fresco
30	Q-115-6	S/I	S/I	S/I	S/I	Resist. Plagas, cocida

Fuente: - World Catalogue of Potato Varieties, AgriMedia, 1999  
 - Catálogo Holandés de Variedades de Papa, 2000  
 - Seed Potatoes from Canada, 1975  
 - Kalazich, J. Variedades de Papa, SQM Comercial S.A.-Chile, 2001  
 - INIA-CHILE Programa de Mejoramiento Genético de Papa, Osorno, 2001

\* = Próximas a ser liberadas como nuevas variedades chilenas de papa

Nota 1: = Moderadamente resistente; R = Resistente; MS = Moderadamente susceptible; Susceptible; S/I = Sin información.

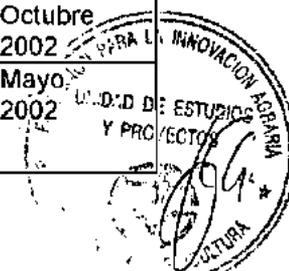
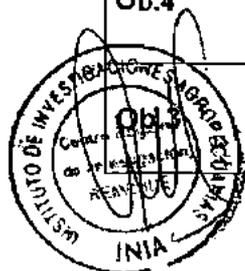




**10. ACTIVIDADES DEL PROYECTO (adjuntar Carta Gantt mensual para la totalidad del proyecto)**

**AÑO** 2002

Objetivo Especif. N°	Actividad N°	Descripción	Fecha Inicio	Fecha Término
Ob.1	A.1	Estandarización de método de PCR basados en secuencias SCAR para detectar el gen Ry <sub>adg</sub> que confiere resistencia a PVY	Enero 2002	Mayo 2002
Ob.1,2,3,4	A.2	Obtención de plantas de progenitores y clones de elite para obtener hojas y tubérculos, que se usaran en la extracción de ADN y ensayos de resistencia a nematodo dorado, respectivamente	Enero 2002	Julio 2002
Ob.1	A.3	Evaluar progenitores y clones de elite para resistencia a PVY	Febrero 2001	Mayo 2002
Ob.1,2,3,4	A.12	Cruzas de progenitores para obtener progenies que serán evaluadas como posibles familias para experimentos de búsqueda de marcadores moleculares asociados a genes de resistencia y/o poblaciones de mejoramiento. <i>(Para adelantar tiempo, esta actividad de cruzamientos, será realizada antes de evaluar los respectivos progenitores, cuyas semillas resultantes se almacenaran hasta verificar y/o identificar sus respectivos genes de resistencia)</i>	Enero 2002	Junio 2002
Ob.2	A.8	Diseñar y obtener partidores que amplifiquen regiones de los genes Rx1 y Rx2 que confieren resistencia a PVX y evaluar formación de fragmentos heteroduplex como posibles marcadores del gen de resistencia.	Diciembre 2002	Mayo 2003
Ob.2	A.4	Evaluar progenitores y clones de elite para resistencia a PVX	Julio 2002	Sept 2002
Ob.3	A.5	Evaluar progenitores y clones de elite para resistencia a PLRV	Octubre 2002	Feb 2003
Ob.3	A.6	Evaluar progenitores y clones de elite para resistencia a Nematodo Dorado	Mayo 2002	Enero 2003
Ob.1	A.7	Usando el marcador SCAR de Ry <sub>adg</sub> evaluar la presencia de resistencia a PVY en progenitores y clones de elite	Agosto 2002	Octubre 2002
Ob.2	A.8	Diseñar y obtener partidores que amplifiquen regiones de los genes Rx1 y Rx2 que confieren resistencia a PVX y evaluar formación de fragmentos heteroduplex como posibles marcadores del gen de resistencia.	Diciembre 2002	Mayo 2003
Ob.4	A.21	Estandarización de métodos moleculares (RFLP y SSR) para detectar el gen H1 de resistencia a N.D., incluye un periodo de entrenamiento en la Universidad de Cornell	Junio 2002	Octubre 2002
Ob.4	A.22	Implementación de técnicas de AFLP y RAPDs que se utilizaran el mapeamiento de los genes de resistencia a PLRV	Marzo 2002	Mayo 2002







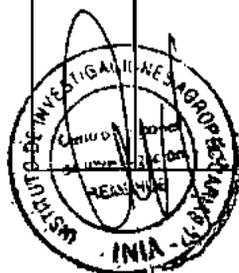




## 11. RESULTADOS ESPERADOS E INDICADORES

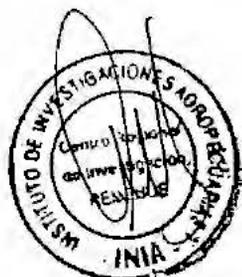
### 11.1. Resultados esperados por objetivo

Obj. Esp. N°	Resultado	Indicador	Meta Final	Parcial	
				Meta	Plazo
Ob.1	Método selección temprana de genotipos resistentes a PVY, usando marcadores moleculares.	Capacidad de detectar por PCR el gen Ry <sub>adg</sub> en progenies segregantes	Validar el uso de los marcadores SCAR del gen Ry <sub>adg</sub> para seleccionar genotipos resistentes a PVY, en el programa de mejoramiento genético de papa del INIA	Estandarización de técnica de PCR para detectar el gen Ry <sub>adg</sub> de resistencia a PVY, usando marcadores SCAR	Mayo 2002
				Clasificación de progenitores y clones de elite en función de resistencia a PVY, y presencia del gen Ry <sub>adg</sub>	Octubre 2002
				Validación de marcador SCAR para el gen Ry <sub>adg</sub> , en familias segregantes	Noviembre 2003
Ob.2	Método selección temprana de genotipos resistentes a PVX, usando marcadores moleculares	Identificación de marcadores moleculares asociados a resistencia a PVX y capacidad de detectar por PCR los genotipos resistentes a PVX, en progenies segregantes	Identificar y desarrollar marcadores moleculares asociados a los genes de resistencia a PVX, y validar su uso para selección temprana de genotipos resistentes a PVX, en el programa de mejoramiento genético de papa del INIA	Generación de marcadores heteroduplex para los genes Rx1 y Rx2	Mayo 2003
				Caracterización fenotípica de progenitores y clones de elite (30 genotipos) y estudio de posible ligamiento de resistencia a PVX con los marcadores heteroduplex	Septiembre 2003
				Validar marcadores ligados a resistencia a PVX en familias segregantes	Mayo 2004
Ob.3	Método selección temprana de genotipos resistentes a PLRV, usando marcadores moleculares	Identificación de marcadores moleculares asociados a resistencia a PLRV y capacidad de detectar por PCR los genotipos resistentes a PLRV, en progenies segregantes	Identificar y desarrollar marcadores moleculares asociados a los genes de resistencia a PLRV, y validar su uso para selección temprana de genotipos resistentes a PLRV, en el programa de mejoramiento genético de papa del INIA	Evaluación de germoplasma, variedades y clones de elite para resistencia a PLRV	Febrero 2003
				Identificación de marcadores moleculares asociados a resistencia a PLRV, mediante análisis de grupos de segregantes y mapeamiento a nivel tetraploide	Junio 2005





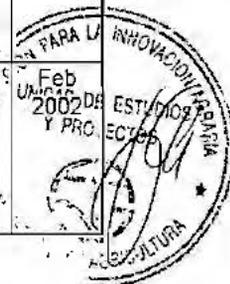
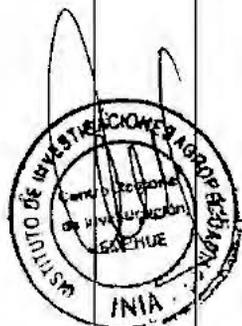
				Clonamiento y secuenciación de fragmentos de AFLP y/o RAPD, y diseño de marcadores CAPS	Diciembre 2005
Ob.4	Determinación del mejor método de selección para genotipos resistentes a ND, mediante RFLP y/o SSR	Evaluación y comparación de marcadores de RFLP y/o SSR para identificar genotipos resistentes a ND	Evaluar y comparar el uso marcadores de RFLP y SSR para identificación de genotipos resistentes a ND en el programa de mejoramiento de papa del INIA	Estandarización de técnicas de RFLP, SSR, y evaluación del germoplasma, variedades y clones de elite, para el gen H1	Mayo 2003
				Evaluar progenies de progenitores que contengan el gen H1	Mayo 2003
				Evaluar y comparar el uso de marcadores RFLP y SSR ligados al gen H1, para identificar genotipos resistentes a ND, en poblaciones segregantes	Junio 2005





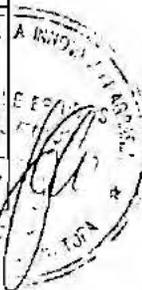
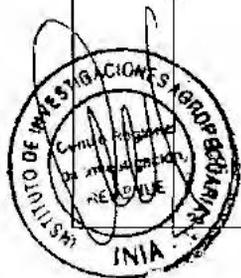
## 11.2. Resultados esperados por actividad

Obj. Esp. N°	Activid. N°	Resultado	Indicador	Meta Final	Parcial	
					Meta	Plazo
Ob.1	A.1	Capacidad de detectar el gen de resistencia Ry <sub>adg</sub> mediante marcadores SCAR	Se amplificara un fragmento de 321 pb en controles positivos	Optimizar las condiciones de PCR para amplificar selectivamente el marcador SCAR del gen Ry <sub>adg</sub>	Obtención de partidores y ADN controles	Ene 2002
					Optimización de condiciones de PCR para detectar el gen Ry <sub>adg</sub>	Mayo 2002
Ob.1 Ob.2 Ob.3 Ob.4	A.2	Obtención hojas y tubérculo de progenitores y clones de elite	Obtención de material vegetal, hojas y tubérculos, de al menos 30 genotipos	Obtener material para extracción de ADN y tubérculos para ensayos de resistencia a nematodo	Preparación de semilla y plantación en campo	Enero 2002
					Colecta de hojas para extracción de ADN	Abril 2002
					Cosecha de tubérculos	Julio 2002
Ob.1	A.3	Clasificación de progenitores y clones de elite, en función de su resistencia a PVY	Evaluación de 30 genotipos, variedades y clones de elite, para resistencia a PVY	Mediante ensayos de resistencia a PVY en invernadero clasificar progenitores y clones de elite, como resistentes o susceptibles	Selección de semilla y plantación en macetas	Feb 2002
					Crecimiento de plantas en invernadero e Inoculación de virus PVY en plantas	Abril 2002
					Evaluación de síntomas y determinación de virus Y en plantas por métodos de ELISA	Mayo 2002
Ob.2	A.4	Clasificación de progenitores y clones de elite, en función de su resistencia a PVX	Evaluación de 30 genotipos, variedades y clones de elite, para resistencia a PVX	Mediante ensayos de resistencia a PVX en invernadero clasificar progenitores y clones de elite, como resistentes o susceptibles	Selección de semilla y plantación en macetas	Junio 2002
					Crecimiento de plantas en invernadero e Inoculación de virus PVX en plantas	Agost 2002
					Evaluación de síntomas y determinación de virus X en plantas por métodos de ELISA	Sept 2002
Ob.3	A.5	Clasificación de progenitores y clones de elite, en función de su resistencia a PLRV	Evaluación de 30 genotipos, variedades y clones de elite, para resistencia a PLRV	Mediante ensayos de resistencia a PLRV en invernadero clasificar progenitores y clones de elite, como resistentes o susceptibles	Selección de semilla y plantación en macetas	Oct 2002
					Crecimiento de plantas en invernadero e Inoculación de virus PLRV en plantas	Dic 2002
					Evaluación de síntomas y determinación de virus PLRV en plantas por métodos de ELISA	Feb 2002



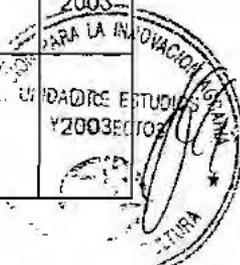
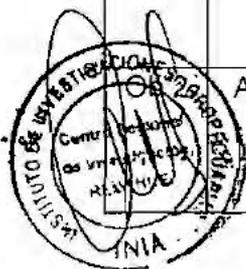


Ob.4	A.6	Clasificación de progenitores y clones de elite, en función de su resistencia a Nematodo dorado	Evaluación de 30 genotipos, variedades y clones de elite, para resistencia a Nematodo dorado	Mediante ensayos de resistencia a Nematodo dorado patotipo 1, identificar variedades y clones que contengan el gen de resistencia H1	Obtención de tubérculos y envío de material a INIA-Quilamapu	Julio 2002
					Aislamiento de nematodo dorado patotipo 1 y crianza de colonias	May 2002
					Montaje de ensayo de resistencia e inoculación de tubérculos	Junio 2002
					Determinación de resistencia o susceptibilidad en diferentes genotipos	Enero 2002
Ob.1	A.7	Caracterización del germoplasma de elite, en función la presencia del gen Ry <sub>adg</sub>	Identificación de progenitores y clones de elite de acuerdo a la presencia a ausencia del marcador SCAR para el gen Ry <sub>adg</sub>	Evaluar el germoplasma de elite (30 genotipos entre variedades y clones), en función de la presencia del gen Ry <sub>adg</sub> , mediante marcadores SCAR	Colectar hojas y extraer ADN de cada genotipo	Agosto 2002
					Realizar ensayos de PCR para marcadores SCAR para evaluar presencia de gen Ry <sub>adg</sub> en germoplasma	Oct 2002
Ob.2	A.8	Marcadores tipo heteroduplex a partir de las secuencias de los genes de resistencia a PVX	Obtención de partidores que amplifiquen por PCR regiones de los genes Rx1 y Rx2	Diseño de partidores que amplifiquen regiones de los genes Rx1 y Rx2 y evaluación de formación de fragmentos heteroduplex	Obtención de secuencias de genes Rx1 y Rx2 de bases de datos y diseño de partidores que amplifiquen regiones de estos genes	Enero 2003
					Evaluación de formación de fragmentos heteroduplex en genotipos heterocigotos	Mayo 2003
Ob.2	A.9	Primera aproximación de ligamiento entre heteroduplex y genes de resistencia a PVX	Evaluación de germoplasma para formación heteroduplex	Evaluar germoplasma (variedades y clones) para formación de heteroduplex y correlacionarlo con resistencia a PVX	Obtención de ADN de genotipos (ya obtenido en actividad 7)	Agosto 2002
					Ensayos de formación de heteroduplex a partir de ADN de genotipos del germoplasma y análisis de correlación	Sept 2003
Ob.4	A.10	Evaluación de los marcadores de RFLP (CD78 y TG60) ligados al gen H1	Caracterización de progenitores y clones de elite, con las pruebas de RFLP	Evaluar progenitores y clones de elite con de los marcadores de RFLP (CD78 y TG60) ligados al gen H1 de resistencia a ND, en, para ver si es posible discriminar clones resistentes de susceptibles	Obtención de ADN de genotipos del germoplasma (ya obtenido en actividad 7)	Agosto 2002
					Estandarización de pruebas de RFLP usando ADN controles y varias combinaciones de enzimas de restricción	Abril 2003



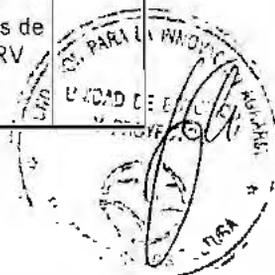
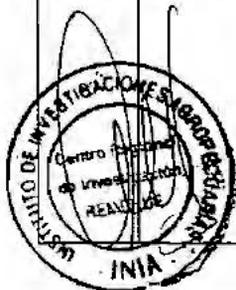


					Evaluar progenitores y clones de elite con las pruebas de RFLP e identificar posibles marcadores alelos ligados al gen H1	Mayo 2003
Ob.4	A.11	Evaluación de marcadores de SSR (STM1020 y STM1013) ligados al gen H1	Caracterización de progenitores y clones de elite, con las pruebas de SSR	Evaluar progenitores y clones de elite con de los marcadores de SSR (STM1020 y STM1013) ligados al gen H1 de resistencia a ND, en, para ver si es posible discriminar clones resistentes de susceptibles	Obtención de ADN de genotipos del germoplasma (ya obtenido en actividad 7)	Agosto 2002
					Estandarización de pruebas de SSR usando ADN controles y varias combinaciones de enzimas de restricción	Abril 2003
					Evaluar progenitores y clones de elite con las pruebas de SSR e identificar posibles marcadores alelos ligados al gen H1	Mayo 2003
Ob.1 Ob.2 Ob.3 Ob.4	A.12	Obtención de progenies de progenitores tanto para evaluar efectividad de marcadores, como para generar poblaciones de búsqueda y mapeo de marcadores	Obtención de al menos 2 progenies por progenitor resistente a PVY, PVX, PVL R, y ND, respectivamente	Cruzar progenitores resistentes x susceptibles, y generar poblaciones segregantes para ser evaluadas como posibles familias para experimentos de búsqueda de MM asociados a genes R y/o poblaciones de mejoramiento	Selección de semillas y plantación de progenitores en invernadero	Enero 2002
					Colecta de polen, emasculación y cruzamiento de progenitores	Abril 2002
					Colecta de bayas y obtención de semilla botánica de progenies	Junio 2002
Ob.1	A.13	Evaluación de marcador SCAR en progenies pequeñas para identificar genotipos resistentes PVY	Evaluación de al menos 2 diferentes progenies (con 30 genotipos cada una) que se originen de un progenitor que contenga el gen Ry <sub>adg</sub>	Evaluar 2 progenies en que el gen Ry <sub>adg</sub> segregue y, evaluar efectividad de los marcadores SCAR de Ry <sub>adg</sub> en diferentes background genéticos	Germinación de semillas de poblaciones segregantes en almacigo	Junio 2003
					Traspaso de plántulas a macetas, aclimatación y crecimiento en invernadero.	Julio 2003
					Colecta de hojas para extracción de ADN	Sept 2003
					Ensayos de resistencia a PVY	Nov 2003
					Ensayos de marcadores SCAR para identificar marcador Ry <sub>adg</sub>	Nov 2003
	A.14	Identificación de progenies que segregan para resistencia a PVX, y evaluar efectividad	Evaluación de al menos 2 diferentes progenies (con 30 genotipos	Identificar progenies que segregan para resistencia a PVX, y correlacionar su	Germinación de semillas de poblaciones segregantes en almacigo	



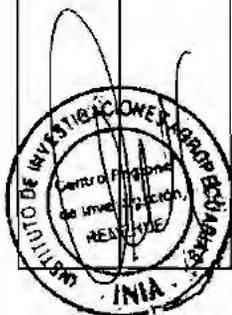


		de posibles marcadores heteroduplex	cada una) que se originen de un progenitor resistente a PVX	segregación con la segregación de posibles marcadores heteroduplex para los genes Rx1 y/o Rx2	Traspaso de plántulas a macetas, aclimatación y crecimiento en invernadero. Colecta de hojas para extracción de ADN Ensayos de resistencia a PVX Ensayos de marcadores Heteroduplex para identificar marcador para Rx1 y/o Rx2	Enero 2004 Marzo 2004 Mayo 2004 Mayo 2004
Ob.3	A. 15	Evaluación de progenies para resistencia a PLRV	Evaluación de al menos 2 diferentes progenies (con 30 genotipos cada una) que se originen de un progenitor resistente a PLRV	Identificar progenies que segregan para resistencia a PLRV	Germinación de semillas de poblaciones segregantes en almacigo	Junio 2004
					Traspaso de plántulas a macetas, aclimatación y crecimiento en invernadero.	Abril 2004
					Colecta de hojas para extracción de ADN	May 2004
					Ensayos de resistencia a PLRV	Oct 2004
Ob.4	A. 16	Evaluación de progenies para resistencia a ND y evaluación de marcadores de RFLP y SSR	Evaluación de al menos 2 diferentes progenies (con 30 genotipos cada una) que se originen de un progenitor resistente a Nematodo dorado	Identificar progenies que segregan para resistencia a ND y evaluar efectividad de marcadores de RFLP y SSR para identificar el gen H1	Germinación de semillas de poblaciones segregantes en almacigo	Mayo 2003
					Traspaso de plántulas a macetas, aclimatación y crecimiento en invernadero.	Junio 2003
					Colecta de hojas para extracción de ADN	Julio 2003
					Ensayos de resistencia a Nematodo dorado	Dic 2003
					Ensayos de marcadores RFLP y SSR para identificar marcador para H1	Dic 2003
Ob.3	A. 17	Obtención de población para experimentos de búsqueda de marcadores moleculares para PLRV	Identificar poblaciones segregantes para PLRV	Análisis de segregación de poblaciones de pequeñas (actividad A.15) y definir poblaciones adecuadas para la búsqueda de marcadores para PVX, PLRV y ND	Analizar segregación de progenies de actividad A. 15, y definir la mejor población segregante para mapear los genes de resistencia a PLRV	Dic 2004



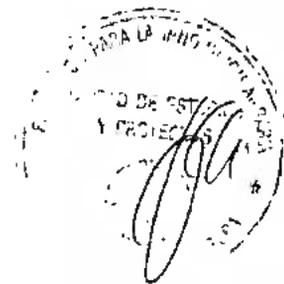
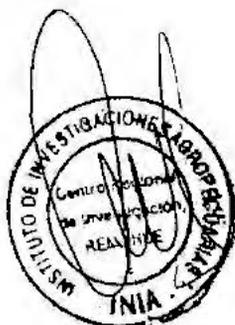


Ob.3	A.18	Identificación de marcadores moleculares (AFLP y/o RAPD) ligados al el(los) gen(es) de resistencia a PLRV	Identificar al menos un marcador de AFLP o RAPD, ligados al(los) gen(es) de resistencia a PLRV, en una población segregante	Identificar marcadores moleculares asociados a genes de resistencia a PLRV, usando el método análisis de grupos segregantes y mapeamiento genético a nivel tetraploide, en una población de 120 genotipos	Germinación de semillas <i>in vitro</i> , y duplicación de población (120 genotipos)	Enero 2005
					Traspaso de una copia de la población a macetas, aclimatación y crecimiento en invernadero. La otra población se mantendrá <i>in vitro</i>	Marzo 2005
					Colecta de hojas y extracción de ADN	Marzo 2005
					Ensayo de resistencia a PLRV en invernadero	Junio 2005
					Ensayos de AFLP y RAPD y SSR	Junio 2005
					Análisis de fragmentos amplificados y mapeamiento	Junio 2005
Identificación de marcadores asociados y análisis de QTLs	Junio 2005					
Ob.4	A.19	Obtención de una estrategia de selección asistida por MM para aplicar en el programa de mejoramiento de papa.	Marcadores moleculares útiles para detectar los genes de resistencia a PVY, PVX, PLRV y N Dorado	Definir las familias y las etapas dentro del proceso de selección donde se puede aplicar SAMM para desarrollar variedades de papa resistentes a PVY, PVX, PLRV y N.D.	Análisis de segregación entre marcadores de Ryadg, Rx, RPLRV y N.D en progenies	Oct 2005
					Evaluación de la conveniencia y determinación de método de SAMM para seleccionar genotipos con resistencia múltiple a N.D. y virus	Dic 2005
Ob.3	A.20	Obtención de partidores CAPS ligados a genes de resistencia a PLRV, parte de esta actividad será realizada en la Universidad de Cornell	Obtener al menos un marcador asociado a genes de resistencia a PLRV	Clonar y secuenciar los marcadores moleculares asociados a resistencia a PLRV, y diseñar de partidores CAPS	Aislar de geles y clonar fragmentos de AFLP y/o RAPD ligados al(los) gen(es) PLRV	Agost 2005
					Secuenciar fragmentos y a partir de su secuencia diseñar partidores específicos	Oct 2005
					Realizar digestiones enzimáticas para identificar alelo ligado a los genes de resistencia	Nov 2005
					Evaluar marcadores CAPS en progenies segregantes	2005





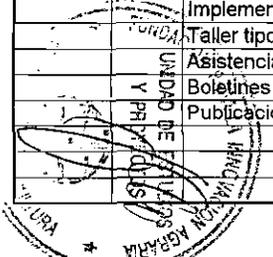
Ob.4	A.21	Estandarización de métodos MM para detectar el gen H1 de resistencia a N.D.	Métodos de detección de H1 por RFLP y SSR funcionando	Ser capaces de realizar técnicas de RFLP con las sondas CD78 y TG60 y los marcadores de SSR STM1020 y STM1013	Colecta de tejido de plantas portadoras del gen H1 y extracción de ADN	Junio 2002
					Entrenamiento en la U. de Cornell para usar sondas de RFLP CD78 y TG60	Agosto 2002
					Adquisición de partidores de SSR para STM1020 y STM1013 e implementación de técnica de amplificación	Oct 2002
Ob.3	A.22	Estandarización de métodos de AFLP y RAPDs	Ser capaces de realizar reacciones de AFLP y RAPD en progenitores	Implementar los métodos de AFLP y RAPD para utilizarlo como MM en mapeamiento genético	Colecta de tejido de plantas resistentes y susceptibles a PLRV	Marzo 2002
					Adquisición de partidores de RAPD y optimización de reacciones	Abril 2002
					Adquisición de enzimas y partidores de AFLP y optimización de reacciones	Mayo 2002



**CARTA GANTT**



Obj N°	Act N	Descripción	Inicio	Fin	2002												2003												2004												2005																					
					E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D										
<b>Evaluación de Resistencia de Germoplasma</b>																																																														
1	3	Ev. germoplasma para resistencia a PVY	07/02/02	26/02/03																																																										
2	4	Ev. germoplasma para resistencia a PVX	03/06/02	31/05/02	E	F	M	A	M																																																					
3	5	Ev. germoplasma para resistencia a PLRV	01/10/02	26/02/03													O	N	D	E	F																																									
4	6	Ev. Germoplasma para resistencia N.D.	01/05/02	31/01/03	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F																																																
<b>Hito N° 1</b>																																																														
<b>Progenitores y clones de elite Evaluados</b>			26/02/03	26/02/03																																																										
<b>Estandarización de Técnicas Moleculares</b>			01/01/02	31/05/03																																																										
1	1	Estand. SCAR para Ryadg de resistencia a PVY	01/01/02	01/05/02	E	F	M	A	M																																																					
1,2,3,4	2	Obtención de hojas y tubérculos de germoplasma	01/01/02	28/06/02	E	F	M	A	M	J																																																				
2	8	Diseñar y obtener MM para genes Rx	01/12/02	31/05/03													D	E	F	M	A	M																																								
4	21	Estand. de MM para N.D. (RFLP y SSR) & Entren. En U. Cornell	01/06/02	31/10/02													J	J	A	S	O																																									
3	22	Implementación de Téc. AFLP y RAPD	01/03/02	23/05/02	M	A	M																																																							
<b>Hito N° 2</b>																																																														
<b>Técnicas de MM estandarizadas</b>			31/05/03	31/05/03																																																										
<b>Evaluación Molecular de Germoplasma</b>			01/08/02	30/09/03																																																										
1	7	Ev. De MM SCAR de Ryadg en germoplasma	01/08/02	31/10/02													A	S	O																																											
2	9	Ev. De MM heteroduplex para Rx en germoplasma	01/07/03	30/09/03													J	A	S	O																																										
4	10	Ev. De MM RFLP de HI en germoplasma	01/02/03	31/05/03													F	M	A	M																																										
4	11	Ev. MM SSR de HI en germoplasma	01/02/03	31/05/03													F	M	A	M																																										
<b>Hito N° 3</b>																																																														
<b>Marcaj. Molec. evaluados en germoplasma</b>			30/09/03	30/09/03																																																										
<b>Evaluación de Progenies</b>			01/01/02	31/10/04																																																										
1,2,3,4	12	Cruzas de progenitores para obtener progenies	01/01/02	30/06/02	E	F	M	A	M	J																																																				
1	13	Ev. MM SCAR para Ryadg en progenies	01/06/03	30/11/03													J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M																																			
2	14	Ev. MM heteroduplex de Rx en progenies	01/12/03	31/05/04													D	E	F	M	A	M																																								
3	15	Ev. de progenies para resistencia a PLRV	01/06/04	31/10/04													J	A	S	O																																										
4	16	Ev. de MM RFLP y SSR para HI en progenies	01/05/03	31/12/03													M	J	J	A	S	O	N	D																																						
<b>Hito N° 4</b>																																																														
<b>Progenies Evaluadas</b>			31/10/04	31/10/04																																																										
<b>Map. e identif. de MM de resistencia a PLRV</b>			01/11/04	14/12/05																																																										
3	17	Definir poblaciones para mapear genes de resistencia a PLRV	01/11/04	31/12/04													N	D																																												
3	18	Map. e identif. de MM de genes de resistencia a PLRV	01/01/05	30/06/05													E	F	M	A	M																																									
3	20	Clonar, secuenc. diseño de CAPS, en U. Cornell	01/07/05	14/12/05													J	A	S	O	N	D																																								
<b>Hito N° 5</b>																																																														
<b>Diseño de MM CAPS para resist. a PLRV</b>			14/12/05	14/12/05																																																										
1,2,3,4	19	Diseño de estrategia para aplicar SAMM en programa	01/10/05	31/12/05													O	N	D																																											
<b>Hito N° 6</b>																																																														
<b>Implementación de Estrategia SAMM</b>			31/12/05	31/12/05																																																										
<b>Difusión y Transferencia</b>			02/09/02	31/12/05																																																										
<b>Implementación y mantención Página WEB</b>			01/10/02	31/12/05																																																										
		Taller tipo Workshop (1)	01/03/03	20/03/03													O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																			
		Asistencia a congresos (4)	01/10/02	06/10/05													O																																													
		Boletines técnicos (4)	02/09/02	11/10/05													A	S	O																																											
		Publicaciones científicas (2)	03/03/03	22/12/05													M	A	M																																											





## 12. IMPACTO DEL PROYECTO

### 12.1. Económico

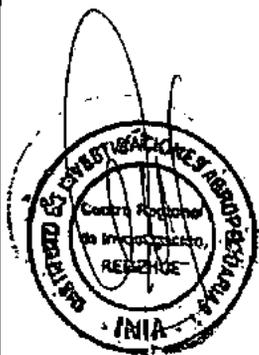
- 1.- Selección temprana de genotipos resistentes mediante marcadores moleculares, por un lado disminuirá significativamente la cantidad de material a ensayarse directamente contra el patógeno, y por otro, disminuirá ostensiblemente el número de genotipos para las siguientes etapas de evaluación. Esto redundará en un ahorro de recursos, tiempo, y en definitiva disminuye el costo de producción de una variedad. Actualmente, dado el alto costo de realizar masivamente multi-ensayos de resistencia a estos patógenos, estos sencillamente no se realizan en nuestro programa de mejoramiento. La factibilidad de realizarlos a través de este proyecto permitirá aumentar el valor agregado de las variedades con resistencia múltiple, incrementando con ello su potencial de aumentar el área cubierta con ellas así como también su potencial para exportarlas.
- 2.- La liberación oportuna de nuevas variedades aptas para el mercado fresco y de productos procesados, resistentes a las plagas y enfermedades cubiertas por este proyecto, permitiría abastecer el mercado interno y proyectarse en el mercado internacional con variedades que presentan grandes ventajas comparativas frente a otras, y a regiones del mundo donde estos problemas son tan o más serios que en Chile (África, Asia, Europa del Este, Canadá).
- 3.- Disminuirían las pérdidas producidas por el fenómeno degenerativo de la papa, donde las infecciones acumulativas de los virus en el cultivo explican el 40% de dichas pérdidas. Los pequeños agricultores serían los más beneficiados dado que este sector es el más afectado por este fenómeno degenerativo porque no tienen la capacidad de renovar sus materiales por semilla de buena calidad que usualmente es costosa y difícil de adquirir. Este sector representa el 93% de los 91994 productores del país, con 85563 producciones de papa.
- 4.- Además los pequeños agricultores tendrían variedades que les permitirían disminuir la frecuencia de cambio de semilla por tener esta resistencia a virus, lo cual les permitiría disminuir costos de producción aumentando la rentabilidad del cultivo, y por ende los ingresos de los pequeños productores.
- 5.- Al contar con más variedades resistentes al nematodo del quiste dorado de la papa, disminuye la probabilidad de infestación de las zonas libres, con lo cual se mantiene el potencial de producción de las zonas libres, y no se debe incurrir en enormes costos de erradicación o los asociados a las medidas cuarentenarias.





## 12.2. Social

- 1.- A través del uso de marcadores moleculares para los genes de resistencia PVX, PVY, PLRV y Nematodo dorado, se seleccionarán variedades con resistencias múltiples a las mas importantes enfermedades y plagas presentes en el país como son los virus PVY, PLRV y PVX y el nematodo dorado, además de otras características aptas para el mercado de la industria de procesamiento, otorgando con ello mayores oportunidades a los agricultores de elección de variedades.
- 2.- El uso de variedades resistentes a enfermedades virosas ocasionadas por PVX, PVY y PLRV, disminuiría la tasa de degeneración de la semilla de papa, por lo tanto disminuiría las pérdidas ocasionadas por la semilla de mala calidad y aumentaría el rendimiento de la producción, aumentando con ello la rentabilidad del cultivo y los ingresos de los pequeños agricultores. Esta situación favorece mayoritariamente a los mas de 85.000 productores de papa del país catalogados como pequeños productores, quienes no cuentan con recursos suficientes para el cambio de semilla con la frecuencia necesaria de variedades hoy en cultivo en el país como son Desiree (60 % del mercado) y Cardinal (18% del mercado) (Rojas et al, 2000), las cuales son susceptibles a estos virus. La variedad Yagana, que cubre alrededor del 7% del mercado (Rojas et al, 2000), es altamente resistente a este virus, situación muy apreciada por los pequeños agricultores que la cultivan.
- 3.- La selección de variedades resistentes a virus y nematodo dorado, disminuirá el uso de pesticidas, con un impacto importante en la salud de las personas que laboran en trabajos agrícolas relacionados con la producción de papa, y en el medio ambiente.

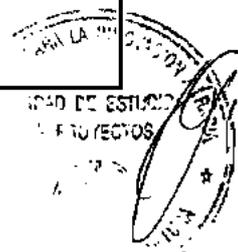
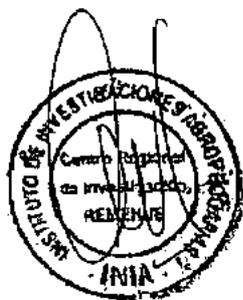


## 12.3. Otros



### **Impacto Técnicos:**

- 1.- Aumentara la precisión de identificar individuos con resistencia múltiple a PLRV, PVY y PVX y nematodo dorado.
- 2.- El uso de marcadores moleculares permite la identificación de progenitores duplex, triplex y cuádruplex, lo que permite aumentar rápidamente la frecuencia de los genes de resistencia en las poblaciones de mejoramiento. Dosis de genes duplex segregarían en una proporción de 5:1, para resistentes y susceptibles, y, las dosis triplex y cuádruplex producirían progenies todas resistentes.
- 3.- La implementación de métodos de selección asistida por marcadores moleculares (SAMM) para las enfermedades y plagas antes mencionadas, posibilitara desarrollar métodos similares aplicados a otros caracteres importantes a mejorar en este cultivo, tales como bajo nivel azúcares reductores, alto contenido de materia seca, color de pulpa, etc. Algunos de estos caracteres ya han sido mapeados.
- 4.- La generación de una población segregante para resistencia a PLRV y su mapeamiento mediante marcadore moleculares (AFLP y SSR) posibilitara el estudio de otros caracteres que también segreguen.





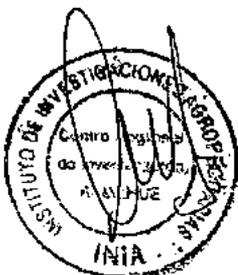
## 13. EFECTOS AMBIENTALES

### 13.1. Descripción (tipo de efecto y grado)

Los resultados de este proyecto a mediano y largo plazo solo generaran efectos ambientales positivos. La posibilidad de desarrollar variedades resistentes a plagas y enfermedades ocasionadas por los virus PVX, PVY, PLRV y el nematodo dorado, posibilitara el desarrollo de estrategias de control integrado de plagas y enfermedades, que disminuirán considerablemente el uso de pesticidas. Actualmente, para evitar contagio de enfermedades virosas se recurre al uso de insectidas que reducen las poblaciones de insectos vectores, y en el caso del nematodo dorado se recurre al uso de nematicidas (aunque en el caso de Chile el uso de nematicidas aun es bajo), ambos tipos de productos químicos tienen un alto grado de toxicidad para quienes lo manipulan y para el medio ambiente. El uso de variedades resistentes a estas plagas, por lo tanto promoverá el desarrollo de una agricultura limpia y sustentable, amigable con el medio ambiente.

### 13.2. Acciones propuestas

### 13.3. Sistemas de seguimiento (efecto e indicadores)





## 16. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO

### 16.1. Criterios y supuestos utilizados en el análisis

**Indicar criterios y supuestos utilizados en el cálculo de ingresos (entradas) y costos (salidas) del proyecto**

#### Criterios utilizados en el análisis económico

El criterio que se utilizó para abordar el análisis económico fue el de "disminución de costos" y "disminución de pérdidas" por efecto de la implementación del proyecto

Esta disminución de costos afecta en forma directa a tres situaciones factibles de ser medidas:

#### 1. Disminución del costo del Programa de Fitomejoramiento en Papa del INIA

En la actualidad y con la metodología que se utiliza en el Programa de fitomejoramiento, la obtención de una variedad es un proceso que demora alrededor de 12 años

Con las técnicas y la metodología propuesta por el proyecto se logra una reducción del tiempo que se tarda en liberar una variedad y es posible lograra variedades multi resistentes

El Programa de Fitomejoramiento en papa tiene un costo total anual de 91 millones de pesos, para poder hacer comparables las situaciones con y sin proyectos se calculó un costo anual con la utilización de la metodología propuesta en el proyecto

#### 2. Disminución del costo de productores paperos por concepto de reposición de semilla

La semilla de papa sufre un proceso de degeneración una una de sus causas más potentes son las virosis, en la actualidad la tasa promedio ponderada de sustitución en el país es de 3.26 años

Con la existencia de variedades multi resistentes esta tasa (como promedio ponderado) puede llega a 4.56 años, situación que redundará en un beneficio directo para los productores

#### 3. Disminución de pérdidas de producción al utilizar variedades multi resistentes

Con variedades multi resistentes a virus y nemátodos se disminuyen las pérdidas causadas por estos agentes patógenos

#### Supuestos Utilizados

Que el programa de Fitomejoramiento obtendrá una variedad multi resistente, pasados los 8 años que tarda el proceso

Que la nueva variedad liberada tendrá un comportamiento en el mercado como el descrito en la curva de adpción diseñada

Que variedades multi resistentes pueden lograr mejoras de rendimiento al menos de un 40% con respecto al promedio nacional (ceteris paribus los demás factores que influyen en el rendimiento)

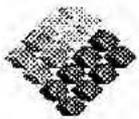
Que estas variedades alargarán (de 3.26 a 4.56 años) el tiempo de recambio de semilla

#### Nota:

Por las características del proyecto se utilizó un horizonte de evaluación de 16 años

Además por no ser un proyecto de tipo empresarial, en la evaluación no se consideró impuestos a los beneficios netos





## 17. RIESGOS POTENCIALES Y FACTORES DE RIESGO DEL PROYECTO

### 17.1. Técnicos

Las metodologías propuestas en este proyecto responden al nivel de conocimiento que existe en el mundo, genético y molecular, de los genes de resistencia a PVX, PVY, PLRV y N.D. Para cada uno de los objetivos propuestos, según el patógeno, existen etapas comunes, que son i) estandarización de técnicas moleculares, ii) evaluación de germoplasma (progenitores y clones de elite) y iii) evaluación de progenies segregantes. El desarrollo de cada una de estas etapas serán indispensables para implementar un método de selección asistida por MM que consistirá en diferenciar los clones de papa resistentes de los susceptibles, en las poblaciones del programa de mejoramiento genético de papa del INIA. Sin embargo debido a los diferentes grados de información que existen para los genes de resistencia y sus respectivos MM, la importancia de cada una las actividades asociadas a las etapas serán diferentes, por lo tanto también sus riesgos. Es importante destacar que nuestro grupo esta en constante contacto con otros programas de mejoramiento genético y laboratorios en USA y Europa que son vanguardia en estudios genéticos de papa, esto significa que cualquier nuevo conocimiento, que se genere en los próximos años, acerca de los genes de resistencia mencionados podrá ser rápidamente asimilado e incorporado en nuestra estrategia de SAM para desarrollar nuevas variedades de papa con resistencia múltiple a virus y N.D.

Patógeno	Nivel de Información: Fuente de resistencia y MM	ETAPAS			Método de selección por MM
		RIESGOS POR CADA ETAPA			
		Estandarización de técnicas Moleculares	Evaluación de germoplasma (Ensayo biológico y producción de MM)	Evaluación de progenies (Ensayo biológico y producción de MM)	
PVX	Genes Rx1 y Rx2 han sido clonado y secuenciado. No existen marcadores disponibles.	Producir heteroduplex entre genes alelos no será difícil, pero asociarlos al gen de resistencia puede verse dificultado si los heteroduplex no diferencian un genotipo resistente de uno susceptible.	Cualquier problema solo podría inducir retrasos, pero la actividad no estaría en riesgo. Esta etapa es muy importante para identificar los genotipos resistentes y susceptibles del germoplasma de INIA	Cualquier problema solo podría producir retrasos, pero la actividad no estaría en riesgo. En esta etapa se evalúa la factibilidad de identificar el gen de resistencia Rx en una familia segregante	Para este objetivo existe el riesgo de no producir un fragmento heteroduplex único para los genotipos resistentes.
PVY	Gen Ry <sub>adg</sub> , existe un marcador tipo PCR disponible. Este marcador se ha utilizado para caracterizar germoplasma en Europa, Japón y USA.	Oligonucleotidos y condiciones de reacción de PCR ya están descritas.	Cualquier problema solo podría inducir retrasos, pero la actividad no estaría en riesgo. Esta etapa es muy importante para identificar los genotipos resistentes y susceptibles del germoplasma de INIA	Cualquier problema solo podría producir retrasos, pero la actividad no estaría en riesgo. En esta etapa se evalúa la factibilidad de identificar el gen de resistencia Ry <sub>adg</sub> en una familia segregante	Según el nivel de información no se esperan mayores riesgos en las actividades asociadas a este objetivo.
PLRV	Se cuenta con germoplasma resistente, pero no se han reportados estudios moleculares	En este proyecto si iniciaran estudios moleculares de la resistencia a PLRV, los cuales también requiere cumplir con las mismas etapas de estandarización de técnicas moleculares (AFLP, SSR y/o RPAD) que en este caso marcaran el inicio de un trabajo de mapeamiento de estos genes de resistencia. Luego una vez elegido los progenitores para generar una familia segregante se mapearan los sectores del genoma involucrados en la resistencia a PLRV. Una vez identificado MM asociados se procederá a clonarlos y secuenciarlos para generar marcadores más fáciles de usar en SAM. Sin embargo, el éxito de esta última etapa dependerá del nivel de complejidad genética del carácter. Si la resistencia a PLRV es multigenica donde muchos sectores del genoma estén aportando a la expresión de esta, la factibilidad de usar marcadores asociados para selección se reduce.			Dependerá exclusivamente del grado de complejidad genética de la resistencia a PLRV. Muchos y pequeños QTLs asociados descartarían -por ahora- un método de selección por MM





N. Dorado	Gen H1, se han reportado marcadores de RFLP y SSR	Existen marcadores de RFLP y estos se han estado usando en la Universidad de Cornell. Sondas y metodología serán adquiridas mediante un breve periodo de tiempo en esa universidad. Los Marcadores SSR para H1 serían más fáciles de usar dado que requieren una reacción simple de PCR, pero se evaluará su conveniencia respecto a los RFLP	Los ensayos biológicos se realizarán en Chillan (INIA-Quilamapu). Esta actividad es similar a los ensayos para caracterizar progenitores resistentes a virus. Solo se podría retrasar en caso de problemas, los cuales no se esperan. Esta etapa es muy importante para identificar los genotipos resistentes y susceptibles del germoplasma de INIA	Cualquier problema solo podría producir retrasos, pero la actividad no estaría en riesgo. En esta etapa se evalúa la factibilidad de identificar el gen de resistencia H1 en familias segregantes	La capacidad de identificar genotipos portadores del gen H1 usando MM no esta en riesgo, sin embargo los resultados de este proyecto nos indicará la conveniencia de usar los marcadores de RFLP y/o SSR descritos para el gen H1
-----------	---	---	--	---	---

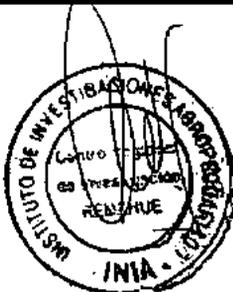
## 17.2. Económicos

No se vislumbran factores económicos que pudieran comprometer la realización de este proyecto, si todas las parte involucradas cumplen con lo planificado.

## 17.3. Gestión

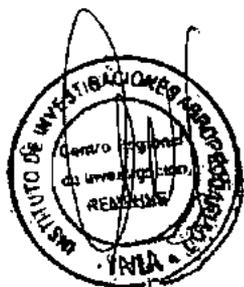
No se vislumbran factores de gestión que pudieran comprometer la realización de este proyecto. Los investigadores responsables tienen una alto nivel formación académica y poseen una experiencia en el desarrollo de proyectos de investigación. Por otro lado el agente postulante INIA posee una organización y estructura adecuada para asegurar el cumplimiento de las actividades comprometidas.

## 17.4. Otros



### 17.5. Nivel de Riesgo y Acciones Correctivas

Riesgo Identificado	Nivel Esperado	Acciones Propuestas
Imposibilidad de detectar heteroduplex ligados a los genes de resistencia virus PVX (Rx1 y/o Rx2)	Compromete la realización del objetivo Obj.2.	En caso de no detectar heteroduplex ligados al gen de resistencia, se procederá al clonamiento y secuenciación de los otros alelos de los genes que en este caso serían los de susceptibilidad a PVX que se amplifiquen por PCR, y se analizarán sus diferencias nucleotídicas con tal de diseñar partidores específicos para amplificar fragmentos SCAR o CAPS. Esta actividad se realizaría en la Universidad de Cornell en el laboratorio del Dr. Walter De Jong durante el último año del Proyecto.
Ensayos biológicos de resistencia a PVX, PVY, PLRV	Son indispensables para identificar germoplasma resistente en progenitores y progenies. Atraso en la meta del objetivo.	Bajo condiciones de invernadero y de laboratorio no deberían fallar. Si eso llegase a suceder los ensayos tienen que repetirse.
Complejidad genética de factores de resistencia a PLRV	Compromete la realización del objetivo Obj.3.	Si la resistencia esta modulada por muchos genes y ninguno presenta un alto porcentaje de explicación de la varianza, la posibilidad de usar MM para selección asistida sería muy complicada en el marco de este proyecto. En el futuro la posibilidad de adquirir equipos con mayor capacidad de análisis de fragmentos de ADN podría ayudar a realizar este objetivo. Sin embargo, la identificación de marcadores y su efecto es en si un importante resultado.
Ensayos biológicos de resistencia a Nematodo dorado	Atraso en los trabajos de caracterización de progenitores por disponibilidad de material biológico de nemátodos o bien por problemas de error experimental en los ensayos	En caso de atraso en la disponibilidad de material biológico para las pruebas, el experimento se desplazara en el tiempo solamente pero se realizara a la brevedad. En caso de error experimental por problemas con el nemátodo como por ejemplo que se murieran las larvas o problemas de esa indole, se repetirá el experimento a la brevedad.
Identificación de MM SSR para seleccionar genotipos resistentes a N. Dorado usando el método de selección asistida por MM	Que los MM SSR no detecten resistencia en las variedades resistentes y conocidas de poseer el gen H1 que tenemos en nuestro germoplasma	El proyecto contempla el uso de MM RFLP y SSR. Los MM RFLP ya están en uso practico en el programa de papa de la U. de Cornell, USA, por lo no se anticipen riesgos en su uso en nuestro programa. Si los MM SSR no funcionan, simplemente nos quedaremos con los marcadores RFLP. El deseo de seleccionar MM mas simples como el SSR se debe a que son mas baratos y simples de usar, en contraste al RFLP. El uso de RFLP es complejo y más costoso que SSR. Pero el resultado del objetivo 4 no esta en riesgo.





## 18. ESTRATEGIA DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS

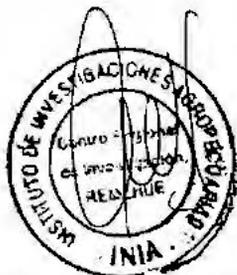
En papa, la mejor estrategia para transferencia de resultados, y en forma especial cuando se trata de variedades mejoradas de papa, es a través de semilla certificada de papa. El INIA posee un programa de producción de semilla básica y certificada de papa ubicado en el Centro Experimental La Pampa, en Purranque, Xa Región. Este Centro, administrado por el propio programa de papa del INIA, tiene la capacidad suficiente para producir 50 ha de semillas básicas anuales, con lo cual se puede potencialmente producir semilla suficiente para plantar más de 14.000 ha de semilla certificada C3, en un programa que requiere multiplicación externa con productores, lo cual el INIA ha realizado en múltiples oportunidades a través de la colaboración con INDAP. En el marco de este proyecto, semillas de las nuevas variedades serán producidas en La Pampa, realizando ensayos demostrativos en las distintas zonas del país previo a la liberación de las variedades. Una vez tomada la decisión de liberar una variedad, la semilla básica producida por el INIA será traspasada a productores de papa organizados con la colaboración de INDAP. Los semilleros comunitarios permitirán producir semillas a menor costo para los productores, con lo cual las semillas se podrán distribuir con mayor facilidad. El INIA dará franquicias especiales a los productores de semilla asociados para el uso de estas variedades.

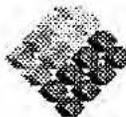
Por otro lado, el INIA imprimirá folletos divulgativos con la descripción detallada de las características de cada variedad, indicando su uso y adaptación a las distintas regiones productoras del país.

En la medida que se vayan obteniendo los resultados intermedios y finales, estos serán publicados en revistas especializadas en el caso de los resultados relacionados a los marcadores moleculares. Las variedades una vez liberadas igualmente serán publicadas en revistas nacionales e internacionales.

Los investigadores del equipo técnico participarán al menos en dos congresos nacionales donde se presenten los resultados de este proyecto.

El equipo técnico de este proyecto se compromete a elaborar y mantener una página WEB divulgativa a partir del año 2002 (Junio), cuyo fin será facilitar el acceso a nuestros resultados y promover la discusión científica y tecnológica, especialmente en lo que respecta al mejoramiento de cultivos a través de métodos biotecnológicos innovativos, que junto con acelerar desarrollo de nuevas variedades, también potencian el desarrollo de una agricultura limpia y sustentable. Esta página Web será ampliamente promocionada a través de los medios de comunicación a los cuales tiene acceso el INIA (ej. Revista del Campo, Revista Tierra Adentro) y también será incluida como "link" en otras páginas Web relacionadas con investigación agrícola y papa, tales como Red de Papa de Latinoamérica y Potato Association of America, CIP, y al propio FIA si obtenemos su autorización, etc.





## 19. CAPACIDAD DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

### 19.1. Antecedentes y experiencia del agente postulante y agentes asociados

(Adjuntar en Anexo B el Perfil Institucional y documentación que indique la naturaleza jurídica del agente postulante)

El INIA ha venido desarrollando actividades de mejoramiento genético de papa desde su creación en 1964. En sus inicios, evaluó variedades introducidas desde el exterior, producto de cuyos trabajos selecciono y libero para el comercio en el país entre otras la variedad Desiree, la cual hoy es lejos la variedad de mayor cultivo en Chile. En 1981, el FIA comienza a financiar un proyecto de mejoramiento genético de papa al INIA, proyecto que dura hasta 1991, el cual fue dirigido por el Director del actual proyecto que se postula. Durante la realización de ese p[royecto, se libero al comercio del país las variedades Yagana (hoy con cerca del 10% del area de papa del país, concentrado en la Xa region donde se estima tiene un area de un 30%), Ona, y Pehuenche. Una de las líneas experimentales que se desarrollo durante este proyecto fue liberada en 1993 como la variedad Pukara, hoy inscrita oficialmente en Italia, abriendo el camino a variedades Chilenas en el exterior.

Entre 1996 y 2001, esta en ejecución un proyecto sobre mejoramiento genético de papa para desarrollo de variedades de tubérculo e híbridos de semilla botánica de papa, el cual fue financiado por el Gobierno Regional de la Xa Región de Los Lagos. Este proyecto es dirigido por el Dr. Jose Santos Rojas, quien tambien es colaborador de este proyecto.

Entre 1993 y 2001, se ejecuto dos proyectos FONDEF relacionados a la producción de variedades de papa con resistencia genética a la bacteria patógena Erwinia, mediante transformación genética. Este proyecto fue dirigido por el actual director del proyecto que se postula.

En las ultimas dos décadas, se han ejecutado un gran numero de proyectos internacionales relacionados con mejoramiento genético de papa. Varios de ellos con el Centro Internacional de la Papa (CIP), y en conjunto con los países del Mercosur, notablemente el proyecto PROCIPA, financiado por el BID a traves del CIP (1993-1995), todos ellos dirigidos por el actual director del proyecto que se postula. Actualmente, se encuentran en ejecución otros dos proyectos con el CIP, uno de los cuales es relacionado a mejoramiento genético para resistencia al virus PLRV, y el otro es relacionado a mejoramiento para producción de variedades con fines agroindustriales (proyecto FONTAGRO, financiado por el BID) (2000-2003). También actualmente, se encuentra en ejecución un proyecto internacional para mejoramiento para resistencia a insectos en papa, en el cual además del INIA, participan EMBRAPA de Brasil, y las Universidades de Cornell y Dakota del Norte de E. U. Este proyecto es financiado por la Fundación McKnight de E. U. Cuando se postulo en 1994, ese proyecto fue uno de los 468 proyectos presentados, quedando seleccionados finalmente solo ocho de ellos, abarcando todos los cultivos (1995-2001). Recientemente, para renovar el financiamiento por otro periodo (2001-2003), este proyecto se postulo junto a otros 330 proyectos, quedando finalmente seleccionados solo 21 de ellos. Este proyecto también ha sido dirigido por el director del actual proyecto que se postula.

El responsable alterno de este proyecto, Dr. Boris Sagredo, recientemente ha culminado sus estudios de doctorado en Biología Celular y Molecular en la Universidad del Estado de North Dakota, EE.UU., y posee una amplia experiencia en el uso de marcadores moleculares para mapeamiento genético de especies, especialmente papa (*S. tuberosum*). En su tesis doctoral trabajo con poblaciones segregante tetraploides, y mediante marcadores tipo AFLP y SSR mapeo e identifico genes de resistencia a insectos, provenientes de a especies silvestres *S. berthaultii* y *S. chacoense*. Su integración al programa de mejoramiento genético de papa del INIA responde a la necesidad de modernizar los procesos de selección y mejoramiento de este cultivo integrando herramientas biotecnológicas, como es el uso de marcadores moleculares en selección mediante métodos de selección asistida por marcadores moleculares).

El Dr. José Santos, en su calidad de fisiólogo de plantas y especialista en producción de semilla botánica de papa, se encargara de planificar y coordinar las actividades de producción de semillas híbridas de los cruzamientos acordados, multiplicación de plántulas de las familias híbridas logradas y mantención y multiplicación de plantas *in vitro* de genotipos seleccionados a evaluarse.





## 19. CAPACIDAD DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO (Continuación)

También su trabajo contempla actividades relacionadas con el traspaso y evaluación de genotipos en condiciones de invernadero y/o campo. Estas actividades son periódicas y constantes durante los cuatro años de duración del proyecto. Dada su amplia experiencia en enfermedades virales de papa, bajo su responsabilidad estarán las actividades relacionadas con los ensayos de resistencia a virus PVX, PVY y PVLR en invernadero.

El Dr. Andrés France, es especialista en nematodos, y bajo su dirección estarán las actividades de prospección y aislamientos de líneas de nematodo dorado, así como los ensayos de resistencia a ND de progenitores y progenies.

Carlos Sierra, Ms Sc., es quien coordinará las actividades de manejo de material en campo en IV Región, durante los ensayos y evaluaciones de resistencia a nematodo dorado

### 19.2. Instalaciones físicas, administrativas y contables

#### 1. Facilidades de infraestructura y equipamiento importantes para la ejecución del proyecto.

El Centro Regional de Investigación Remehue del INIA, ubicado en Osorno, cuenta con un campo experimental con 474 ha físicas, de las cuales 50 ha se usan para papa en una rotación de 5 años, utilizándose alrededor de 10 ha anuales para los ensayos del programa papa. Lo anterior asegura pleno espacio para la investigación en este proyecto. Cuenta con toda la maquinaria especializada para plantación y cosecha de papa. Además, cuenta con 220 m<sup>2</sup> de bodegas para el almacenamiento del producto cosechado de los ensayos.

En este Centro se cuenta con alrededor de 370 m<sup>2</sup> de invernaderos divididos en 7 cuerpos, equipados con calefacción, luz especial para trabajos de papa (lámparas de Haluro metálico de 400 W, una por cada 10 m<sup>2</sup>), riego automatizado en la mayoría de los cuerpos de invernadero.

En relación con los laboratorios, se cuenta con 550 m<sup>2</sup> de una infraestructura nueva de laboratorio, recién inaugurada en Marzo 2000. En ella existen 7 laboratorios para distintos usos, mas una sala general de lavado, cuatro cámaras de crecimiento y una cámara de frío, mas una sala oscura para trabajos de biología molecular. Dos de estos laboratorios de alrededor de 70 m<sup>2</sup> total, son de biología molecular. Este laboratorio cuenta con equipamiento básico que permitirán desarrollar el proyecto en postulación, tales como un termociclador (MJ Research PTC-100), centrifugas, baños termoregulados, fuentes de poder de alto voltaje, transiluminador UV, sistema fotográfico, cámaras de electroforesis para geles de agarosa y secador de geles, entre otros. Sin embargo se solicitan algunos equipos específicos que son indispensable para la buena ejecución de este proyecto.

Además, se cuenta con un laboratorio cuenta de cultivo de tejidos para multiplicación y limpieza de materiales genéticos de papa, el que además esta equipado para realizar la prueba serológica ELISA para virus.

Otro de los laboratorios es de Fitopatología, completamente equipado para trabajos de papa, y dos otros laboratorios para trabajos específicos en semillas, y calidad culinaria de papa y otros vegetales, todos los cuales también estarán a disposición de este proyecto.

Finalmente este laboratorio esta equipado con una sala general de equipos que es compartida por todos los laboratorios específicos, la que cuenta con equipos tales como hornos, cámara de crecimiento, (2) sala de lavados

El Centro Regional de Investigación Quilamapu, ubicado en Chillan, cuenta con un completo laboratorio e invernaderos para nematología, equipados para los trabajos de nematodos que estan comprometidos en este proyecto.

El Centro Regional de Investigación Intihuasi, ubicado en La Serena, cuenta también con un campo experimental para el desarrollo de los trabajos de campo a desarrollar en este proyecto, y laboratorios de suelo y agronomía general. También, en este Centro normalmente se realizan



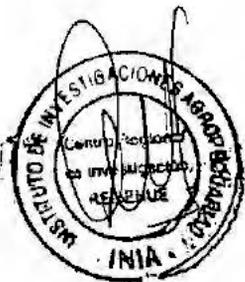


ensayos en campos de agricultores, lo que también se hará en este proyecto, para prueba de clones con resistencias seleccionadas con el método de SAMM, para la evaluación agronómica de estas líneas, especialmente las seleccionadas con resistencia a nematodo dorado, y las de resistencia múltiple que cuenten con esta resistencia.

Para la ejecución de este proyecto se contara además con la colaboración de los Drs. Walter de Jong, Genetista Molecular, Assistant Prof. Plant Breeding, y del Dr Bill Brodie, Nematologo, Prof. Plant Pathology, ambos del Colegio de Agricultura y Ciencias de la Vida de la Universidad de Cornell, Ithaca, NY, E.U. Ambos tienen actualmente como el foco de su investigación, el desarrollo de resistencia genética y de marcadores moleculares para el nematodo dorado del quiste de la papa, para los patotipos Ro1 y Ro2. Ellos han ofrecido toda su colaboración para este proyecto a través de la donación de marcadores moleculares y entrenamiento para personal del proyecto.

## 2. Capacidad de gestión administrativo-contable.

El INIA cuenta con una Subdirección Nacional de Administración y Finanzas, la que tiene personal específico en cada Centro Regional a través de las Subdirecciones Regionales de Administración y Finanzas, las que están a cargo de un Subdirector, y cuentan con personal especializado para llevar contabilidad de proyectos. El INIA desarrolla mas de 500 proyectos anualmente, los cuales son llevados contablemente por este personal.

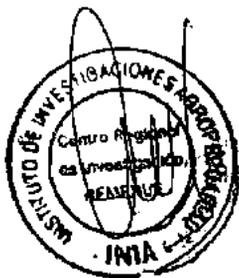




## 20. OBSERVACIÓN SOBRE POSIBLES EVALUADORES

*(Identificar a el o los especialistas que estime inconveniente que evalúen la propuesta. Justificar)*

Nombre	Institución	Cargo	Observaciones





## ANEXO A

### ANTECEDENTES DEL EQUIPO DE COORDINACIÓN Y EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO



# CURRICULUM VITAE

**Julio Cesar Kalazich Barassi, Ph. D.**

Sub-Director de Investigación y Desarrollo e Investigador en Mejoramiento Genético de Papa del Centro Regional de Investigación Remehue del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)

Casilla 24-0 - Osorno - Chile

Teléfono: (56) (64) 233515 - Fax: (56) (64) 237746

jkalazic@remehue.inia.cl

## DATOS PERSONALES

Nacido en Porvenir, Provincia de Tierra del Fuego, XII Región, el 7 de Noviembre de 1953. Es Casado y tiene 3 hijos, de 21, 19 y 10 años de edad.

## ESTUDIOS

1958-1966 Enseñanza de kinder, primaria y 1° y 2° Humanidades en la Escuela Fiscal N°1 de Porvenir

1967-1970 3°-6° Humanidades en el Liceo de Hombres de Punta Arenas

1971-1977 Ing. Agrónomo Producción Vegetal, Universidad Austral de Chile.

1985-1989 Estudios de Doctorado (Ph.D.) en la Universidad de Cornell, Ithaca, New York, U.S.A., en Mejoramiento Genético de Plantas como especialidad principal y Producción Vegetal y Fitopatología como campos de especialidad secundaria. Título de Ph.D. otorgado en Enero de 1989.

## EXPERIENCIA PROFESIONAL

1977- Investigador Mejoramiento Genético de Papa, Centro Regional de Investigación (CRI) Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Osorno.

1985-1988 Estudiante graduado del programa de doctorado, Department of Plant Breeding and Biometry, Cornell University, Ithaca, New York, U.S.A.

1989- Miembro Comité Directivo CRI Remehue.

1992-1994 Coordinador Nacional Programa Papa INIA.

1994-1997 Director Departamento de Producción Vegetal, CRI Remehue

1998- Subdirector Regional de Investigación y Desarrollo, INIA CRI Remehue.

## AREAS DE INTERES PROFESIONAL

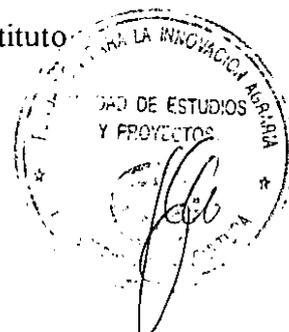
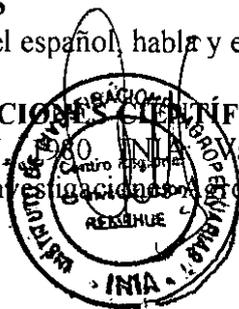
Mejoramiento genético de Papa, resistencia genética a enfermedades de papa, agronomía, producción de semillas y cultivo de tejidos; Ingeniería genética.

## IDIOMAS

Además del español, habla y escribe Inglés

## PUBLICACIONES CIENTÍFICAS Y DIVULGATIVAS

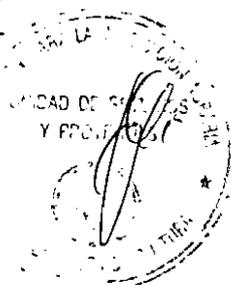
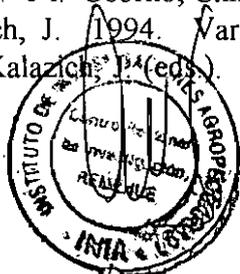
Kalazich, J. 1980. Variedades de Papa. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Boletín Técnico N°70. 12p.



- Grandón, M., Kalazich, J. y Bórquez, H. 1981. Variedades de papa para la 11 Región de Chile. Estación Experimental Remehue Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Boletín Informativo N°1. 5p.
- Rojas, J. S., Grandón, M., Kalazich, J. y Sierra, C. 1982. Normas técnicas para la producción de papa en la 10 Región. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Boletín Técnico N°55. 19 p.
- Kalazich, J. 1982. Yagana INIA y Fueguina INIA dos nuevas variedades de papa de alto rendimiento y calidad. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Investigación y Progreso Agropecuario Remehue N°1:3-6.
- Kalazich, J. 1983. Como se obtiene una nueva variedad de Papa. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Boletín Técnico N°63. 14 p.
- Kalazich, J. 1983. Programa fitomejoramiento de papa del INIA. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Investigación y Progreso Agropecuario Remehue N°2: 30-32.
- Rojas, J.S., Banse, J., Kalazich, J., Cubillos, A. 1983. Producción, almacenaje y conservación de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en Chile. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. 43 p.
- Kalazich, J. 1983. Variedades de papa, control de malezas, aporca, controles fitosanitarios. pp. 32-45. En: Seminario de Capacitación en el Rubro Papa (*Solanum tuberosum* L.). Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno.
- Rojas, J.S. y Kalazich, J. 1984. Almacenamiento y conservación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.). En: Rojas, J.S. (Ed.). Seminario de Capacitación en el Rubro Papa (*Solanum tuberosum* L.) Programa de Transferencia de Tecnología INIA-INDAP en la Xa Región de Chile. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. 31p.
- Sandoval, C., Rojas, J. S., J. Kalazich y Guglielmetti, H. 1985. Papa criolla Corahila reaparece en el mercado. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Investigación y Progreso Agropecuario Remehue N°4: 21-23.
- Rojas, J.S., Sandoval, C., Kalazich, J. 1986. Producción de papa utilizando semilla botánica. Próxima Década v4 (47): 9-13.
- Pallais, N. ; Kalazich, J. and Santos-Rojas, J. 1986. Physical relationships between berries and seeds of potato. HortScience 21(6): 1359-1360.
- Sandoval, C., Rojas, J. S., Kalazich, J. 1987. Proyecto fitomejoramiento de papa del INIA. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Investigación y Progreso Agropecuario Remehue N°7: 17-19.
- Monares, A., J. S. Rojas, C. Covarrubias, J. Kalazich, H. Guglielmetti, O. Hidalgo, 1988. La papa en Chile: tubérculos-semillas de categoría certificada. Centro Internacional de la Papa - Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile. 85 p.
- Sierra, C., Kalazich, J., Rojas, J.S., Grandon, M. 1989. Epocas de plantación de la papa en la Décima Región. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Osorno. Boletín Técnico N°145. 10 p.



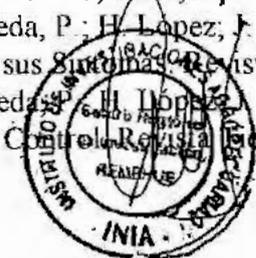
- Kalazich, J. 1989. Introgression of the trichome characteristics of *Solanum berthaultii* (Hawkes) into *S. tuberosum* L. Ph.D. Thesis, Cornell University, Ithaca, NY. U.S.A. 124 p.
- Rojas, J. S. y J. Kalazich. 1990. Evaluación de resistencia a la infección de campo con el virus del enrollamiento de la hoja de la papa (PLRV). pp. 101 - 110. In: Hidalgo, O. A., H. Rincón. (eds.). Avances en el mejoramiento genético de la papa en los países del cono sur. CIP, Lima. 318 p.
- Kalazich, J., Rojas, J.S. y Uribe, M. 1991. Papa primor: Factores claves para su producción. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Investigación y Progreso Agropecuario Remehue N°15: 39-41.
- Kalazich, J. 1991. Variedades de papa. pp. 59-71. En: Accatino, P. y Rojas, J.S. (eds.). Metodologías para Mejorar el Uso, Producción y Almacenamiento de Tubérculos - Semillas de Papa. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Boletín Técnico N°194. 97p.
- Kalazich, J., Rojas, J. S., Guglielmetti, H., Fernández, C., Sandoval, C., y Uribe, M. 1991. Pehuenche - INIA y ONA - INIA dos nuevos cultivares de papa para Chile. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Investigación y Progreso Agropecuario Remehue N° 12: 3-8.
- Kalazich, J.C. and R.L. Plaisted. 1991. Associations between trichome characters and agronomic traits in *Solanum tuberosum* (L.) x *S. berthaultii* (Hawkes) hybrids. Amer. Potato J. 68:833-847.
- Kalazich, J., Rojas, J. S., Guglielmetti, H., Fernández, C., Sandoval, C., y Uribe, M. 1991. Pehuenche - INIA y Ona - INIA dos nuevos cultivares de papa para Chile. Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Santiago. Investigación y Progreso Agropecuario La Platina N° 63. 9-12.
- Kalazich, J., Rojas, J.S. y Uribe, M. 1992. Papa primor: Factores claves para su producción. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Pequeña Agricultura. Serie Remehue N°30. 4p.
- Kalazich, J., Rojas, J.S., López, H. y Uribe, M. 1992. Variedades de papa. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Osorno. Boletín Técnico N°185. 14 p.
- Kalazich, J., Rojas, J.S., Uribe, M. 1992. Variedades de papa para el sur. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Osorno. Serie Remehue N°44. Pequeña Agricultura. Ficha Técnica N° 27. 4 p.
- López, H., Kalazich, J., Rojas, J.S. y Gutiérrez, M. 1993. Papa primor: importancia y factores claves para su producción. Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Santiago. Investigación y Progreso Agropecuario La Platina N°78: 16-21.
- Rojas, J.S., Accatino, P. y Kalazich, J. 1994. Metodologías para mejorar la producción y uso de tubérculos - semillas de papa en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Chile - Centro Internacional de la Papa (CIP). Serie Remehue N° 51. Osorno, Chile. 169p.
- Kalazich, J. 1994. Variedades de papa. pp. 51-59. En: Accatino, P., Rojas, J.S. y Kalazich, J. (eds.). Metodologías para Mejorar la producción y uso, de tubérculos -



- semillas de papa en Chile. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Serie Remehue N°51. 169 p.
- Kalazich, J., Rojas, J. S., González, H. 1994. Fundamentos de almacenamiento y conservación de papa. pp. 109-125. En: Accatino, P., Rojas, J.S. y Kalazich, J. (eds.). Metodologías para Mejorar la producción y uso de tubérculos - semillas de papa en Chile. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Serie Remehue N°51. 169 p.
- Rojas, J. S., Kalazich, J., González, H. 1994. Sistemas de almacenamiento y conservación de papa. pp. 127-150. En: Accatino, P., Rojas, J.S. y Kalazich, J. (eds.). Metodologías para Mejorar la producción y uso de tubérculos - semillas de papa en Chile. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Serie Remehue N°51. 169 p.
- Pino, M. T. y Kalazich, J.C. 1995. Papa bajo un régimen de riego y cortavientos en Magallanes. Revista Tierra Adentro N°1: 19-21.
- Kalazich, J., J. S. Rojas y A. Kido. 1995. Semilla de papa, calidad sanitaria y fisiológica. pp. 12-23. En: Seminario Producción de Papa en la IV Región. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, IV Región, 21 de Junio de 1995. Serie Intihuasi N°6.
- Kalazich, J. y J. S. Rojas. 1995. Producción intrapredial de semilla. pp. 67-76. En: Curso Manejo y Fertilización en Papa. Programa de Capacitación de Agentes de Extensión del Programa de Transferencia de Tecnológica INDAP IX Región. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Centro Regional de Investigación Carillanca, Temuco, IX Región, 11-12 Diciembre de 1995. Serie Carillanca N° 47.
- Kalazich, J. 1995. Principales variedades de papa, aptitudes y usos. pp. 77-90. En: Curso Manejo y Fertilización en Papa. Programa de Capacitación de Agentes de Extensión del Programa de Transferencia de Tecnológica INDAP IX Región. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Centro Regional de Investigación Carillanca, Temuco, IX Región, 11-12 Diciembre de 1995. Serie Carillanca N° 47.
- Rojas, J. S. y Kalazich, J. 1995. Plantación y prácticas culturales. pp. 91-101. En: Curso Manejo y Fertilización en Papa. Programa de Capacitación de Agentes de Extensión del Programa de Transferencia Tecnológica INDAP IX Región. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Centro Regional de Investigación Carillanca, Temuco, IX Región, 11-12 Diciembre de 1995. Serie Carillanca N° 47.
- Rojas, J.S. y Kalazich, J. 1995. Cosecha y almacenamiento. pp. 103-119. En: Curso Manejo y Fertilización en Papa. Programa de Capacitación de Agentes de Extensión del Programa de Transferencia de Tecnológica INDAP IX Región. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Centro Regional de Investigación Carillanca, Temuco, IX Región, 11-12 Diciembre de 1995. Serie Carillanca N° 47.
- Malagarnba, P., R. Cabello, J. Izquierdo, J. Kalazich y H. López. 1995. Manual Técnico Producción de Papa a partir de Semilla Sexual. Curso Audiovisual. FAO/CIP/IMA. 72 p.
- Rojas, J. S. y Kalazich, J. 1996. Semilla botánica de papa, promesa tecnológica del siglo 21. Revista Tierra Adentro N°9: 16-18.
- Kalazich, J., P. Larrain y J. S. Rojas. 1996. Variedades de Papa Resistentes a Insectos. Revista Agroanálisis. Diciembre. p. 17-19.



- Rojas, José S. y J. C. Kalazich. 1996. La Papa. Revista SAGO, Año 1(4). Septiembre. pp. 5-12.
- Kalazich, J. ; Bortolameolli, G. ; Rojas, J.S. ; López, H.; Uribe G., Marco y Gutiérrez M., Manuel. 1996. Variedades de papa INIA : Yagana. Tierra Adentro N°11, Ficha 1, Nov.-Dic. p. 25.
- Kalazich, J. ; Bortolameolli, G. ; Rojas, J.S. ; López, H.; Uribe G., Marco y Gutiérrez M., Manuel. 1996. Variedades de papa INIA : Pukará. Tierra Adentro N°11, Ficha 2, Nov.-Dic. 1996. p. 26.
- Rojas, J.S. y Kalazich, J. 1996. El cultivo de papa en Chile y sus proyecciones. Centro Regional de Investigación Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Boletín Técnico N° 238. 16 p.
- Kalazich, J. ; Bortolameolli, G. ; Rojas, J.S. ; López, H.; Uribe G., Marco y Gutiérrez M., Manuel. 1997. Variedades de papa INIA : Ona. Tierra Adentro N°12, Ficha 3, Ene.-Feb. 1997. p. 23.
- Kalazich, J. ; Bortolameolli, G. ; Rojas, J.S. ; López, H.; Uribe G., Marco y Gutiérrez M., Manuel. 1997. Variedades de papa INIA : Pehuenche. Tierra Adentro N°12, Ficha 4, Ene.-Feb. 1997. p. 24.
- Kalazich, J. ; Bortolameolli, G. ; Rojas, J.S. ; López, H.; Uribe G., Marco y Gutiérrez M., Manuel. 1997. Variedades de papa INIA : Desirée. Tierra Adentro N°13, Ficha 5, Mar.-Abr. 1997. p. 19.
- Kalazich, J. ; Bortolameolli, G. ; Rojas, J.S. ; López, H.; Uribe G., Marco y Gutiérrez M., Manuel. 1997. Variedades de papa INIA : Purén. Tierra Adentro N°13, Ficha 6, Mar.-Abr. 1997. p. 20.
- Kalazich, J. ; Bortolameolli, G. ; Rojas, J.S. ; López, H.; Uribe G., Marco y Gutiérrez M., Manuel. 1997. Variedades de papa INIA : Pehuenche. Tierra Adentro N°14, Ficha 7, May.-Jun. 1997. p. 43.
- Pino, M. T. y Kalazich, J.C. 1997. Efecto de la cortina cortaviento y del riego sobre la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) cv Desirée en Magallanes. Agricultura Técnica (Chile) 57 (3): 184-189.
- Pino, M. T. y Kalazich, J.C. 1997. Efecto del cortaviento (malla Rashell) sobre la producción de 10 cultivares de papa en Magallanes. Agricultura Técnica (Chile) 57 (3): 190-194.
- Rojas, J.S., Kalazich, J., Barrientos, C. y López, H. 1997. Producción y utilización de la semilla botánica de papa o TPS en la explotación comercial del rubro. 237-244 pp. En: Anuario del Campo: Alternativas para la modernización y diversificación de la Agricultura. Publicaciones Lo Castillo S.A. (eds.). 300 p.
- López, H., Kalazich, J. y Rojas, J.S. 1997. Papa para la industria: una alternativa vigente. 245-254 pp. En: Anuario del Campo: Alternativas para la modernización y diversificación de la Agricultura. Publicaciones Lo Castillo S.A. (eds.). 300 p.
- Torres, H.; Kalazich, J.; Sepúlveda P.; López, H.; Rojas, J. 1998. El Carbón de la Papa. Una enfermedad cuarentenaria en Chile. Boletín Técnico N° 251 INIA Remehue Osorno, Chile, 8 p.
- Sepúlveda, P.; López, J. C. Kalazich; H. Torres. 1998. Carbón de la Papa: El Problema y sus síntomas. Revista Tierra Adentro N° 20: 29-31.
- Sepúlveda, P.; López, J. C. Kalazich; H. Torres. 1998. Carbón de la Papa: Estrategias de Control. Revista Tierra Adentro, N° 20: 32-33.



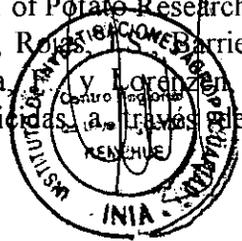
- Arce, P., Moreno, M., Acuña, I., Gebauer, M., Dell Orto, P., Torres, H., Olinger, P., Venegas, A., Jordana, X., Kalazich, J. and Holuigue, L. 1999. Enhanced Resistance to Bacterial Infection by *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* in Transgenic Potato Plants Expressing the Attacin or the Cecropin SB-37 Genes. *Amer J of Potato Research* 76: 169-177.
- Rojas, J.S., Kalazich, J., Barrientos, C. y López, H. 1999. Producción y utilización de la semilla botánica de papa o TPS. *Revista de la ACHIPA : Papa, Universal delicia.* Año 1 N°3 Diciembre 1999. p. 8-10.
- Serrano, C., Arce, P., Torres, H., Gebauer, M., Gutiérrez, M., Moreno, M., Jordana, X., Venegas, A., Kalazich, J. and Holuigue, L. 2000. Expression of the chicken lysozyme gene in potato enhances resistance to infection by *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*. *Amer J of Potato Research* 77: 191-199.
- López, H., Kalazich, J. y Rojas, J.S. 2000. Papa para la industria: una alternativa vigente. *Revista de la ACHIPA : Papa, Universal delicia.* Año 2 N°4 Abril 2000. p. 8-10
- Kalazich, J., Rojas, J.S., López, H., Barrientos, C., Uribe, M., Ríos, J., Winkler, A., Catalán, P. y Inostroza, J. 2000. Pukará-INIA, variedad de papa para el cultivo de primores. *Informativo Remehue N°19.* 2 p.

#### **PARTICIPACION EN CONGRESOS NACIONALES E INTERNACIONALES (Desde 1990)**

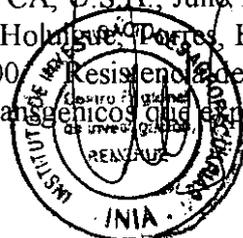
- Kalazich, J.C., J.S. Rojas, C. Fernández, H. Guglielmetti, M. Uribe. 1991. Cuatro nuevas variedades de papa para la agricultura chilena. XV Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa, Lima, Perú, Septiembre de 1991. (Resumen).
- Kalazich, 1993. Third International Symposium on the Molecular Biology of the Potato. Santa Cruz, California, U.S.A., Noviembre de 1993. (Asiste sin presentación de trabajo).
- Kalazich, J.C. y Acuña, I. 1995. Principales enfermedades fungosas que afectan el cultivo de la papa en Chile. pp 15-19. In: PROCIPA/INIA(CIP (Programa Cooperativo de Investigaciones en Papa /Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Uruguay/Centro Internacional de la Papa) 1995. Control integrado de las principales enfermedades fungosas de la papa. Memorias del taller realizado en Bellavista, Uruguay, 4-6 de octubre de 1993. Lima, Perú. 139 p. (conferencia oral)
- Kalazich, J., J. S. Rojas y H. López. 1995. Avances en mejoramiento genético de papa en Chile. XVII Reunión de Asociación Latinoamericana de la Papa. Mérida, Venezuela, 9-14 de Julio de 1995. (Resumen). (conferencia oral)
- Kalazich, J. 1995. Producción de Papa Semilla Certificada en Chile. En: I Seminario Latinoamericano del Cultivo de Papa y Feria Agrícola. Curitiba, Brasil, 7-11 de Marzo de 1995. (conferencia oral)
- Kalazich, J. 1995. Papa: Problemas encontrados en la producción y en el mejoramiento genético del cultivo. Taller sobre Tubérculos y Raíces. REDBIO'95. Segundo Encuentro Latinoamericano de Biotecnología Vegetal. Puerto Iguazú, Argentina, 4-9 de Junio de 1995. (conferencia oral)
- Kalazich, J. 1995. 70th Annual Meeting of the Potato Association of America. 23-27 July, Bangor, Civic Center, Bangor, Maine, U.S.A. (Asistencia sin presentación de trabajo).



- Kalazich, Julio C. 1996. Producción de Semilla Certificada de Papa en Chile. pp. 83-93. En: Programas y Conferencias 111 Jornadas Técnicas de Papa Semilla. Papa Semilla para Latinoamérica. Malargüe, Mendoza, Argentina. 14 al 16 de Febrero de 1996. 124 p. (conferencia oral)
- Kalazich, J. y Holuigue, L. 1996. Advances in the utilization of genetic engineering to produce potatoes resistant to pathogenic bacteria. In: "Development of Potato Varieties expressing combined resistance to fungi, bacteria and viruses". CYTED/Comunidad Europea. Buenos Aires, Argentina. 26-29 de Noviembre de 1996. (conferencia oral)
- Kalazich, J., Rojas, J.S. y López, H. 1996. Potato breeding in Chile. p. 57-58. In: Abstracts of Conference Papers, Posters and Demonstration. 13th Triennial Conference of the European Association for Potato Research. Veldhoven, The Netherlands. 14 - 19 de Julio, 1996. 714 p. (conferencia oral)
- Santos Rojas, J., Kalazich, J., Pallais, N., Hidalgo, O. and Malagamba, P. 1996. A large scale hybrid TPS production system in South of Chile. p. 36-37. In: Abstracts of Conference Papers, Posters and Demonstration. 13th Triennial Conference of the European Association for Potato Research. Veldhoven, The Netherlands. 14 - 19 de Julio, 1996. 714 p. (conferencia oral presentada por J. Kalazich)
- Kalazich, J., Franca, F., Plaisted, R., Tingey, W., Lorenzen, J. 1997. Obtaining potatoes less dependant on insecticides through a type of broad spectrum resistance mediated by trichomes and leptines. In: First McKnight Conference of the Collaborative Crop Research Programme. The McKnight Foundation, Granlibbaken Conference Center, Lake Tahoe, CA, U.S.A., June 12-14, 1997. (conferencia oral).
- Kalazich, J., Larrain, P., Rojas, J.S., Barrientos, C., López, H., Carrillo, R., Plaisted, R., Tingey, W. 1997. Obtaining potatoes less dependant on insecticides through a type of broad spectrum resistance mediated by trichomes and leptines: Advances in Chile. In: First McKnight Conference of the Collaborative Crop Research Programme. The McKnight Foundation, Granlibbaken Conference Center, Lake Tahoe, CA, U.S.A., June 14-17, 1997. (Poster).
- Serrano, C., Moreno, M., Gebahuer, M., Acuña, I., Oligier, P., Venegas, A., Jordana, X., Arce, P., Kalazich, J. and Holuigue, L. 1998. pp. 369. Enhanced resistance to bacterial infection in transgenic potato plants expressing chicken lysozyme, attacin and cecropin CB-37 genes. In: III Encuentro Latinoamericano de Biotecnología Vegetal. Julio 1-5, 1998, La Habana, Cuba. 516 p.
- Kalazich, J. 1998. Desarrollo de variedades de papa resistentes a bacterias. En: III Congreso Latinoamericano de Biotecnología Vegetal REDBIO 98. Taller de Biotecnología aplicada al cultivo de la papa. 1-5 junio, La Habana, Cuba. (conferencia oral)
- Larrain, P., Kalazich, J., Plaisted, R., Tingey, W. and Vasquez, C. 1998. High levels of resistance to potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) found in adapted trichome-derived germplasm. En: 82nd Annual Meeting of the Potato Association of America. 25-30 July Holiday Inn Fargo, ND. Am. J. of Potato Research 75 (6): 283. (Presentación Oral por J. Kalazich).
- Kalazich, J., Rojas, J.S., Barrientos, C., Lopez, H., Larrain, P., Plaisted, R., Tingey, W., Franca, F. y Lorenzen, J. 1998, Obtención de papas menos dependientes de insecticidas a través de un amplio espectro de resistencia mediante tricomas



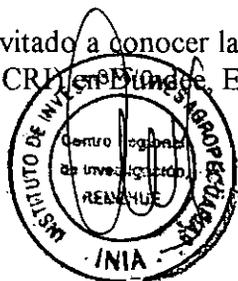
- glandulares y leptinas: Avances en Chile. pp. 25. En: XVIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de la Papa. 9-13 febrero de 1998, Cochabamba, Bolivia. (poster).
- Torres, H., Mancilla, S., Kalazich, J., Rojas, J.S., A. Aguila. 1998. Control de enfermedades de la papa en condiciones de almacenamiento. Chile. En: XVIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de la Papa. 9-13 febrero, Cochabamba, Bolivia. P. 107.
- Torres H., Mansilla S., Gutiérrez M., Acuña I., Serrano C., Moreno M., Gebauer M., Oligier P., Venegas A., Jordana X., Arce P., Rojas J., Holuigue L., y Kalazich J. 1998. Evaluación de líneas transgénicas de papa a la infección por *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*. 4º Congreso Nacional de Biotecnología, Talca, 2-4 de Octubre, 1998. (Poster).
- Larraín, P.; J. C. Kalazich; R. Plaisted; W. Tingey; C. Barrientos; J. S. Rojas; H. López; R. Carrillo; F. Franca; J. Lorenzen. 1999. High Levels of Resistance to Potato Tuber Moth and leafminer Fly found in Advanced *tuberosum-brthaultii* Potato Germplasm. pp 233-234. 14<sup>th</sup> Triennial Conference of the European Association for Potato Research, Abstracts of Conference Papers, Posters and Demonstrations. 2-7 Mayo, 1999. Sorrento, Italy. 749 p. (Conference Oral presentada por J. Kalazich)
- Kalazich, J. C.; P. Malagamba; J. S. Rojas. 1999. INIA-CIP. Pollen Management Practices for Improved Efficiency in Hybrid True Potato Seed Production. pp 406-407. In: 14<sup>th</sup> Triennial Conference of the European Association for Potato Research, Abstracts of Conference Papers, Posters and Demonstrations. 2-7 de Mayo, 1999. Sorrento, Italy. 749 p. (conferencia oral)
- Sierra, C.; J. S. Rojas; J. C. Kalazich; O. Hidalgo; A. Norero. 1999. Mineral Nutrients Absorbed by Leaves, Stems and Tubers in Two Potato Cultivars in Southern of Chile. pp 478-479. In: 14<sup>th</sup> Triennial Conference of the European Association for Potato Research, Abstracts of Conference Papers, Posters and Demonstrations. 2-7 de Mayo, 1999. Sorrento, Italy. 749 p.
- Kalazich, J., Franca, F., Tingey, W., Lorenzen, J. 1999. "Advances in the Development of Potato Cultivars Resistant to Insects Mediated by Trichomes and Leptines". In: II McKnight Conference of the Collaborative Crop Research Programe. The McKnight Foundation Granlibbaken Conference Center, Lake Tahoe, CA, U.S.A.; June 14-16, 1999. (Conferencia Oral).
- Kalazich, J., Larraín, P., R. Plaisted, R., Tingey, W., Barrientos, C., Rojas, J.S., López, H. 1999. Advances in Chile in the development of potato varieties resistant to Potato Tuber Moth and Leaf Miner Fly. In: II McKnight Conference of the Collaborative Crop Research Programe. The McKnight Foundation, Granlibbaken Conference Center, Lake Tahoe, CA, U.S.A., June 14-16, 1999. (Poster).
- Carrillo, R., Kalazich, J., Tingey, W., Shibar, C., Barrientos, C., López, H., Gutiérrez, M. 1999. "Resistance of potato genotypes to aphids under field and laboratory conditions". In: II McKnight Conference of the Collaborative Crop Research Programe. The McKnight Foundation, Granlibbaken Conference Center, Lake Tahoe, CA, U.S.A., June 14-16, 1999. (Poster).
- Kalazich, J., Holuigue, L., Torres, H., Rojas, J.S., López, H., Gutiérrez, M., Mansilla, S., Arce, P. 2000. Resistencia de campo a *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica* en clones de papa transgénicos que expresan los genes lisozima, atacina y la cecropina análoga SB-



- 37.” XIX Reunión de la Asociación Latinoamericana de la Papa. 28 de Febrero al 3 de Marzo, 2000, La Habana, Cuba. (Poster).
- Sierra, C., Rojas, J.S., Kalazich, J., Hidalgo, O. y Norero, A. 2000. “Nutrientes minerales extraídos por dos variedades de papa cultivadas en condiciones optimizadas en el sur de Chile. XIX Reunión de la Asociación Latinoamericana de la Papa. 28 de Febrero al 3 de Marzo, 2000, La Habana, Cuba. (Poster).
- Larraín, P., Kalazich, J., Quiroz, C. 2000. “Evaluation of resistant clones of potato with and without chemical protection against the potato tuber moth”. XXI International Congress of Entomology. 20-26 de Agosto del 2000, Foz de Iguazú, Brazil. (Poster).

## PARTICIPACION EN REUNIONES y VISITAS INTERNACIONALES

- Invitado por el Centro Internacional de la Papa (CIP), y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Argentina a visitar el programa de investigación en Mejoramiento de papa del INTA en sus sedes de Balcarce y Tucumán. 4-12 de marzo de 1991.
- Invitado por el INIA de Uruguay a visitar el programa de mejoramiento genético de papa de esa institución en diversas sedes del país. 7-9 de Octubre de 1993.
- Invitado especial a la III Reunión Nacional de la Papa de Bolivia con la Conferencia: “Producción de Papa en Chile y Avances en la Investigación en el rubro”. Cochabamba, Bolivia, 22-24 de Septiembre de 1994.
- Visita las Universidades de Cornell, Ithaca, NY, Washington en su Campus de Prosser, Washington, de Idaho en los Campus de Parma y Aberdeen, Idaho, y la Universidad de Montana, en Bozeman, Montana, para conocer los avances en la investigación en papa en cada unos de los centros. 27 de Julio al 16 de Agosto de 1995.
- Invitado al Taller Regional “Riesgos Ambientales de las Plantas Transgénicas en Centros de Diversidad: La Papa como un Modelo”. Organizado por La Comisión Consultiva Internacional sobre Biotecnología (BAC) de Suecia y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) de Costa Rica. Parque Nacional Iguazú, Argentina, 2-3 de Junio de 1995. Las Memorias de este Taller están publicadas en Frederick, R.J. y Lindarte, E. (eds.). 1995. Riesgos Ambientales de las Plantas Transgénicas en Centros de Diversidad: La Papa como un Modelo. BAC-IICA. 82p.
- Invitado a conocer las investigaciones en papa en el Scottish Crop Research Institute (SCRI) en Dundee, Escocia, 21 al 23 de Julio de 1996.



- Invitado a la FAO, Roma, Italia, para discutir proyectos en papa y dar una Conferencia en el tema: "Producción de Papa con Semilla Botánica". 24-25 de Julio de 1996.
- Invitado a conocer la investigación en papa en la Universidad de Nápoles Federico II, Portici, Nápoles, Italia: 28 de Julio al 3 de Agosto de 1996.
- Invitado por la Empresa Solana de Hamburgo, Alemania, a visitar su programa de desarrollo de variedades de papa. 5-6 de Agosto de 1996.
- Invitado a conocer los avances en la investigación de papa de Holanda, en la Universidad Agraria de Wageningen. 7-9 de Agosto de 1996.
- Invitado por Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) a visitar el Programa de mejoramiento genético de papa de EMBRAPA en el Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPQ), en Brasilia, Brasil. 28-30 de Octubre de 1996.
- Invitado especial al 'Seminario Internacional del Cultivo de Papa' organizado por Soquimich-México, en Puerto Vallarta, México, 28-31 de Julio de 1997, con dos Conferencias:  
 Conferencia 1: "Desarrollo Fisiológico de la Semilla y su Efecto en el Cultivo de Papa"  
 Conferencia 2: "Producción de papa a partir de Semilla Botánica (TPS)"
- Invitado por la Universidades de Wisconsin, y North Dakota, U.S.A., a visitar el programa de Investigación en Papa de ambas Universidades. 14-25 de Julio de 1997.
- Invitado por la empresa SPUDCO-SASKWATER del estado de Saskatchewan, Canadá, a visitar el programa de papa de ese estado, consistente en una unidad de 6.000 ha, basada en un sistema de irrigación a través de un embalse (Lago Difenbaker) con conducción de agua a cada predio, y un sistema de almacenes de papa con alta tecnología (18), de 17.000 toneladas cada uno. 2-6 de Agosto de 1998.
- Invitado por la Embajada de Francia y el FONDEF a visitar la investigación llevada a cabo en Papa en los Centros de Investigación del Instituto Nacional de la Recherche Agronomique (INRA) de Rennes y de Ploudaniel de Francia. 16-21 de Noviembre de 1998.
- Visita al Programa de Investigación en mejoramiento genético de papa del Departamento de Mejoramiento de Plantas y Biometría de la Universidad de Cornell, Ithaca, NY, U.S.A., 15-20 de Julio de 1999.
- Invitación a visitar proyecto de semilla botánica de papa de la Universidad Nacional Autónoma de México en Chihuahua, el programa de Transferencia de Tecnología del Estado de México en Chihuahua, Centro de Biotecnología JOEL, La Junta, Chihuahua, empresa



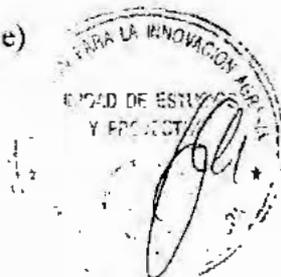
productora de semilla de Papa, una de las más grandes de México, con una producción superior a los 5 millones de minitubérculos al año. 21-25 de Junio de 2000.

- Invitado especial a la Reunión Anual del Centro Internacional de la Papa (CIP), 18-23 de Junio del 2000. Lima, Perú.

## PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN QUE HA DIRIGIDO Y/O TRABAJADO COMO CO-INVESTIGADOR

### A. Nacionales

1. Título del Proyecto : Fitomejoramiento de Papa  
Institución : Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centros Regionales de Investigación Remehue(Osorno), Intihuasi (La Serena), La Platina (Santiago)  
Año : 1980 - a la fecha  
Cargo : Jefe del proyecto  
Financiamiento : FIA 1981-1991; INIA 1992-
2. Título del Proyecto : Utilización de Ingeniería Genética para la producción de plantas transgénicas de papa (*Solanum tuberosum*) con resistencia a bacterias patógenas  
Institución : PUC- INIA  
Año : 1993-1996  
Cargo : Jefe de Proyecto parte INIA  
Financiamiento : FONDEF / INIA / PUC
3. Título del Proyecto : Producción de Semilla de Papa (*Solanum tuberosum*) para la XII Región  
Institución : INIA  
Año : 1993-1996  
Cargo : Jefe del Proyecto  
Financiamiento : FONTEC/CORFO-INIA-PRIVADO
4. Título del Proyecto : Promoción y Exportación de Semilla Botánica de Papa  
Institución : INIA  
Año : 1995-1997  
Cargo : Jefe del Proyecto  
Financiamiento : ODEPA - PROCHILE - INIA
5. Título del Proyecto : Producción de Variedades de Papa Resistentes a Bacterias Patógenas Utilizando Transformación Genética  
Institución : INIA - PUC - AGRIPAC - INAGRO  
Año : 1997-2000  
Cargo : Director General del Proyecto  
Financiamiento : FONDEF - INIA - AGRIPAC (Cañete) - INAGRO (Cañete)



6. Título del Proyecto : Mejoramiento Genético para la Obtención de Variedades e Híbridos de Semilla Botánica de Papa aptos para el Consumo Fresco y la Agroindustria.  
 Institución : INIA  
 Año : 1997-2000  
 Cargo : Co-Investigador, Director Alterno  
 Financiamiento : FNDR Xa. Región
7. Título del Proyecto : El Carbón de la Papa, Estudios Etiológicos y Epidemiológicos para su Control  
 Institución : INIA  
 Año : 1996 - 1999  
 Cargo : Co-Investigador  
 Financiamiento : FONDECYT
8. Título del Proyecto : Investigación de factores agronómicos para producción de papa como materia prima para agroindustria  
 Institución : INIA  
 Año : 1999 - 2000  
 Cargo : Co-Investigador  
 Financiamiento : Nestlé

#### B. Internacionales

1. Título del Proyecto : Adaptación de la Papa a Días Largos.  
 Institución : INIA - CIP  
 Año : 1980 - 1984  
 Financiamiento : CIP  
 Cargo : Jefe de Proyecto
2. Título del Proyecto : Producción de Semilla Botánica de Papa para el Centro Internacional de la Papa.  
 Institución : INIA - CIP  
 Año : 1984 - 1996  
 Financiamiento : CIP  
 Cargo : Co-Investigador
3. Título del Proyecto : Mejoramiento Genético de la Papa: Investigación y Transferencia de Tecnología en Papa entre los Países del Cono Sur (PROCIPA)  
 Instituciones : INTA-Argentina, EMBRAPA-Brasil, INIA-Chile, DIA-Paraguay e INIA-Uruguay y el CIP, Perú.  
 Año : 1992-1996  
 Financiamiento : BID  
 Cargo : Jefe del Proyecto por INIA-Chile.
4. Título del Proyecto : Pollen Handling and Pollen Storage Management.



- Institución : INIA - CIP  
 Año : 1989 - 1992  
 Financiamiento : CIP  
 Cargo : Jefe de Proyecto
5. Título del Proyecto : Mejoramiento Genético de Papa Utilizando Técnicas Convencionales e Innovativas  
 Institución : INIA - CIP  
 Año : 1991-1995  
 Cargo : Jefe de Proyecto
6. Título del Proyecto : Mejoramiento Genético de Papa para resistencia a temperaturas subóptimas  
 Institución : INIA - CIP  
 Año : 1991-1995  
 Cargo : Jefe de Proyecto
7. Título del Proyecto : Investigación en Semilla Botánica de Papa  
 Instituciones : INIA-Chile  
 Año : 1994-1996  
 Financiamiento : FAO  
 Cargo : Jefe del Proyecto
8. Título del Proyecto : Obtención de variedades menos dependientes de Insecticidas a Través de un Tipo de Resistencia Genética de Amplio Espectro Mediada por Tricomas Glandulares y Leptinas.  
 Institución : Nacionales: INIA-Remehue, La Platina, Instihuasi, Universidad Austral de Chile.  
Internacionales: Universidad de Cornell (U.S.A.), Universidad de North Dakota (U.S.A.) y EMBRAPA (Brasil).  
 Año : 1995 - 2001  
 Financiamiento : Fundación McKnight, Minneapolis, U.S.A.-INIA; Chile.  
 Cargo : Director del Proyecto, Chile
9. Título del Proyecto : Producción de Variedades de Papa con Resistencia a Bacterias, Virus y Hongos a través de la Biotecnología.  
 Institución : Argentina, Brasil, Chile (INIA y PUC), Cuba, Uruguay, Venezuela, España.  
 Año : 1996 - 2002  
 Financiamiento : CYTED (Gobierno de España)  
 Cargo : Co-Investigador, Contacto del Proyecto en Chile.

10. Título del Proyecto : Fito mejoramiento de Papa para Italia  
 Institución : ICRP - U. NAPOLES - ITALPATATE (Italia)  
 Año : 1998 - 2001



- Financiamiento : Proyecto Financiado por el Ministerio de Agricultura de Italia a través de ITALPATATE, Asociación de Productores de Papa Italiana.
- Cargo : Jefe de Proyecto
11. Título del Proyecto : Selección y Utilización de Variedades de Papa con Resistencia a Enfermedades para el Procesamiento Industrial en Latinoamérica
- Institución : Centro Internacional de la Papa, INTA-Argentina, FONAIAP-Venezuela, INIA-Chile, Universidad Nacional de Colombia, CORPOICA-Colombia, INIFAP-México, FORTIPAPA-Ecuador, PROINPA-Bolivia, CIP-Perú.
- Año : 2000-2002
- Financiamiento : FONTAGRO
- Cargo : Jefe Proyecto en Chile
12. Título del Proyecto : Adaptation and utilization of advanced virus resistant clones and progenitors
- Institución : Centro Internacional de la Papa (CIP), INIA.
- Año : 2000-2001
- Financiamiento : CIP
- Cargo : Jefe Proyecto en Chile

## PARTICIPACION EN CONSULTORIAS

### A. Nacionales

- Consultor Técnico de la empresa Ideal (empresa productora de papa frita en hojuelas o chips). 1991.

### B. Internacionales

- La Agencia Suiza para el Desarrollo (COSUDE) a través de la Cooperación Técnica Suiza (COTESU) en el Ecuador, lo invita a formar parte de la misión evaluadora (de 4 miembros) del proyecto "Fortalecimiento de la Investigación y Producción de Semilla de Papa en el Ecuador" – FORTIPAPA del Convenio INIAP-CIP-COTESU del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador. Enero 4-21, 1998.

### Miembro Activo de:

- Asociación Chilena de la Papa (ACHIPA) (Vice-Presidente en 1994-1996 y Director en 1996-1998)
- Asociación Latinoamericana de la Papa
- Potato Association of America
- Sociedad Agronómica de Chile
- Colegio de Ingenieros Agrónomos de Chile
- Red de Biotecnología (REDBIO) Chile
- REDBIO-Latinoamérica

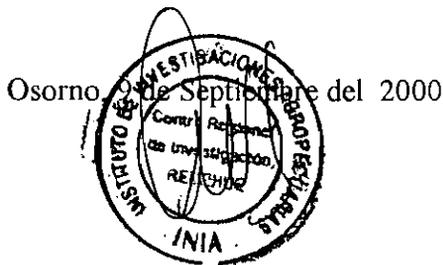


## Otras Actividades

- Miembro del Comité Científico-Económico Internacional del Proyecto de Mejoramiento Genético de Papa del Ministerio de Agricultura de Italia (1999-2001).

## Resultados relevantes

- Investigador principal en la liberación de 6 variedades de papa: Yagana-INIA (1983) (hoy con más de 8.000 ha en el país y el tercer lugar de importancia entre las variedades en cultivo en Chile); Fueguina-INIA (1983); Ona-INIA (1990); Pehuenche-INIA (1990); Purén-INIA (1993); Pukará-INIA (1993). En 2000, se liberará la séptima variedad. Varias de estas variedades han sido enviadas a muchos países para su evaluación, entre ellos Italia, Escocia, Estados Unidos, Brasil.
- Co-investigador en la investigación que ha desarrollado un sistema de producción de semilla botánica de papa, una nueva forma de producir papa a bajo costo, con ventajas importantes sobre el cultivo convencional. Hoy, Chile exhibe esta tecnología como una de las más avanzadas en el mundo. También como parte de esta investigación, se está desarrollando nuevos híbridos de semilla botánica que permitirán exportar semilla de estos híbridos como una nueva tecnología con alto valor agregado.
- Director del primer proyecto que experimentó en el campo con plantas transgénicas desarrolladas en Chile. Estas, correspondieron a plantas de papa desarrolladas para introducir resistencia a bacterias patógenas.



## CURRICULUM VITAE

### NOMBRE

**Boris Sagredo Díaz**

### FECHA DE NACIMIENTO

**19/08/64**

### EDUCACIÓN

Universidad de Chile, Chile

Bioquímico, 1994

North Dakota State University, USA

Cellular and Molecular Biology Ph. D, 2000

### OCUPACIÓN ACTUAL

2000- Investigador. Laboratorio de Biotecnología del CRI-Remehue del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Chile, Osorno. Mejoramiento y Obtención de Variedades de Papa Resistentes a Insectos, Usando Marcadores Moleculares.

### PROYECTOS EN EJECUCIÓN EN QUE PARTICIPA

<u>Inicio</u>	<u>Final</u>	<u>Nombre Proyecto</u>	<u>%</u>	<u>Responsabilidad</u>	<u>Financiamiento</u>
2001	2004	Diseño de una estrategia de control integrado orientada a incrementar la calidad fitosanitaria del cultivo de la papa en la región sur de Chile (N° 24-10-100)	15%	Coinvestigador	FONSAG (Fondo del Servicio Nacional Agrícola y Ganadero)
2001	2003	Obtaining potatoes less dependent on insecticides through a type of broad spectrum resistance mediated by glandular trichomes and	10%	Coinvestigador	THE McKNIGHT FOUNDATION



## INVESTIGACION Y EXPERIENCIA PROFESIONAL

- 1996-2000 Tesis de Doctorado en North Dakota State University, USA. Profesor patrocinante: Dr. James Lorenzen, Plant Science Department. Mapping Insect Resistance Genes in Potatoes, using AFLP markers.
- 1994-1996 Investigador asociado. Laboratorio del Dr. Carlos Muñoz. CRI La Platina, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Chile (INIA). The Development and Explotation of RFLP Linkage Maps for Breeding Potatoes with Potato Tuber Moth Resistance in Chile. PNUD Project
- 1992-1994 Coinvestigador. Laboratorio del Dr. Omar Orellana. Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Regulación de la expresión genética de la bacteria acidofílica *Thiobacillus ferrooxidans*.
- 1990-1992 Tesis de Bioquímico. Laboratorio del Dr. Omar Orellana. Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Identificación y secuenciación de la región espaciadora de los genes de rRNA de *Thiobacillus ferrooxidans*.

## PUBLICACIONES

**Sagredo, B.**, Balbyshev, N., Lafta, A., and Lorenzen, J. H. 2000. AFLP Mapping of Genes Associated to Leptine Expression in Tetraploid Potatoes. Manuscrito en preparación

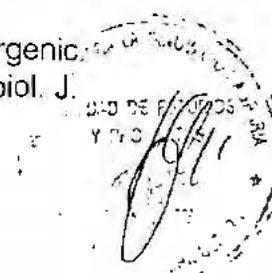
**Sagredo, Boris.** 2000. Mapping Insect Resistance Genes In Tetraploid Potatoes Using AFLP Markers. Ph. D. Dissertation. North Dakota State University. Fargo, North Dakota, USA.

**Sagredo, B.**, Hinrichsen, P., Lopez, H., Cubillos, A. and Munoz, C. 1998. Genetic variation of sweet potatoes (*Ipomoea batatas* L.) cultivated in Chile determined by RAPDs. *Euphytica*. **101**(2):193-198.

Shamloul, A. M., Hadidi, A., Zhu, S. F., Singh, R. P. and **Sagredo, B.** 1997. Sensitive detection of potato spindle tuber viroid using RT-PCR and identification of an viroid variant naturally infecting pepino plants. *Can. J. Plant. Pathol.* **19**(1):89-96.

Salazar, O., **Sagredo, B.**, Jedlicki, E., Söll, D., Weigand-Durecevic, I., and Orellana, O. 1994. *Thiobacillus ferrooxidans* Tyrosyl-tRNA synthetase functions *in vivo* in *E. coli*. *J. Bacteriol.* **174**:4109-4115.

**Sagredo, B.**, Jedlicki, E. and Orellana, O. 1992. Organization of the 16S-23S intergenic spacer region of the two rRNA operons from *Thiobacillus ferrooxidans*. *Geomicrobiol. J.* **10**: 239 - 247.



## PRESENTACIONES EN REUNIONES Y CONGRESOS

IDENTIFICATION AND GENETIC LOCATION OF A NOVEL POTATO ALKALOID. **Sagredo, Boris**, Abbas Lafta, Howard Casper, and Jim Lorenzen The 85th Annual Meeting of the Potato Association of America PAA 2001 St. Augustine, April 22-26, 2001, Florida, USA.

AFLP MAPPING OF GENES CONTROLLING LEPTINE SYNTHESIS IN TETRAPLOID POTATOES. **Sagredo, Boris**, Abbas Lafta, Howard Casper, and Jim Lorenzen The 85th Annual Meeting of the Potato Association of America PAA 2001 St. Augustine, April 22-26, 2001, Florida, USA.

ADVANCES AT NORTH DAKOTA STATE UNIVERSITY IN DEVELOPING INSECT-RESISTANT POTATOES. **Sagredo, B.**, Balbyshev, N., Lafta, A., and Lorenzen, J. H. Collaborative Crop Research, 2<sup>nd</sup> Meeting, The McKnight Foundation. June 1999. Lake Tahoe, California, USA.

OBTAINING POTATOES LESS DEPENDENT ON INSECTICIDES THROUGH A TYPE OF BROAD SPECTRUM RESISTANCE MEDIATED BY GLANDULAR TRICHOMES AND LEPTINES. Lorenzen, J. H., Balbyshev, N., **Sagredo, B.** and Lafta, A. Collaborative Crop Research, 1<sup>st</sup> Meeting, The McKnight Foundation. June 1997. Lake Tahoe, California, USA.

DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA DE MARCADORES RAPD PARA ESTUDIAR LA VARIACIÓN GENÉTICA EN CAMOTES CHILENOS. **Sagredo, B.**, P. Hinrichsen, and y Muñoz, C. 50 Congreso de la Sociedad Agronómica de Chile. 14 al 17 de noviembre de 1994. INIA-La Platina. Santiago, Chile.

*T. ferrooxidans* TIENE UNA TIROSIL tRNA SINTETASA DIFERENTE. **Sagredo, B.**, Salazar, O. and Orellana, O. XXXVI Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Chile. 24 al 27 de noviembre de 1993. Puyehue, Chile.

ANÁLISIS GENÉTICO DE *T. ferrooxidans* Y SU APLICACIÓN EN EL ESTUDIO DE POBLACIONES NATURALES DE BACTERIAS BIOLIXIVIANTES. Orellana, O., Cadiz, R., Andrés, E., Salazar, O., **Sagredo, B.**, Holmes, D. and Jedlicki, E. III Congreso Latinoamericano de Biotecnología. 16 al 19 de noviembre de 1993. Santiago, Chile.

ORGANIZACIÓN Y FUNCIÓN DE UN GEN DE AMINOACIL tRNA SINTETASA DE *T. ferrooxidans*. Orellana, O., **Sagredo, B.**, Vargas, D., Salazar, O. and Jedlicki, E. Simposio de la Sociedad de Bioquímica. 6 al 8 de agosto de 1992. La Leonera, Chile.

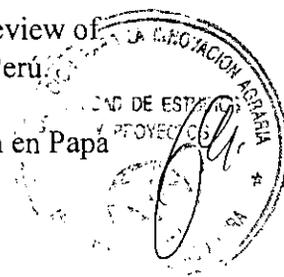
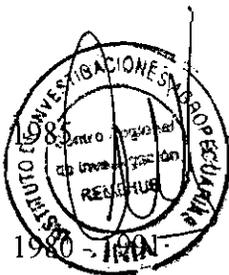
IDENTIFICACIÓN Y SECUENCIACIÓN DE LA REGIÓN ESPACIADORA (16/13S) DEL OPERON DE rRNA DE *T. ferrooxidans*. **Sagredo, B.** and Orellana, O. XV Congreso de Microbiología. 9 al 12 de octubre de 1992. Valdivia, Chile.

IDENTIFICACIÓN Y SECUENCIACIÓN DE LOS GENES DE RNA RIBOSOMALES DE *T. ferrooxidans*. **Sagredo, B.** and Orellana, O. XXXIV Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Chile. 21 al 30 noviembre 1991. Puyehue, Chile.



## CURRICULUM VITAE

1. **Nombre** : José Santos Rojas Rojas
2. **Institución** : Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
3. **Lugar** : Centro Regional de Investigación Remehue, Osorno.
4. **Proyecto** : Papa
5. **Especialidad** : Investigador en Semillas y Agronomía del Cultivo de Papa.
  
6. **Entrenamiento y Especialización**
  - 1962 Técnico Agrícola I : Cultivos, Gonzalo Correa, Molina.
  - 1965 Técnico Agrícola II : Cultivos, Sagrada Familia, Santiago.
  - 1972 Ingeniero Agrónomo : Fitotecnia, Universidad Católica de Chile.
  - 1997 Doctor of Phylosophy (Ph.D.) : Physiology, University of Reading England.
  
7. **Experiencia Profesional**
  - 1972 – 2001 Investigador en Semillas de Papa y Agronomía de Cultivo, INIA - Chile.
  
  - 1976 - 1980 : Responsable del Programa de Investigación en Papa del INIA en la Estación Experimental Remehue y de Producción de Semillas Pre-Básicas y Básicas en la Sub-Estación La Pampa de Purranque.
  
  - 1977 - 1991 : Representante de Chile en la IXa, Xa, XIIa, XIIIa, XIVa, XVa Reuniones de la Asociación Latinoamericana de Papa (ALAP) en Puerto Varas (Chile), Pocos do Caldas (Brasil), Boyacá (Colombia), Panamá (Panamá), Mar del Plata (Argentina) y Lima (Perú), respectivamente.
  
  - 1982 - 1985 : Socio Fundador y Primer Presidente de la Asociación Chilena de la Papa (ACHIPA).
  
  - 1980 - 1981 : Beca de "Científico Visitante Asociado al Departamento de Agricultura de Canadá en las Estaciones Experimentales de Vancouver & Fredericton .
  
  - : Científico invitado al 13<sup>th</sup> International Review of International Potato Center (CIP), Lima, Perú.
  
  - : Líder Nacional Programa de Investigación en Papa del INIA - Chile.



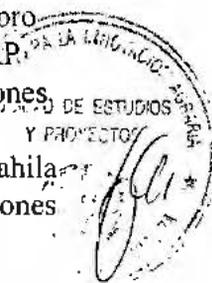
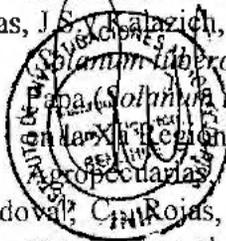
- 1987 - 1990 : Secretario Ejecutivo de la Asociación Latinoamericana de Papa (ALAP).
- 1983 - 1990 : Director y Coordinador del I<sup>er</sup> (1984), II<sup>o</sup> (1986), III<sup>er</sup> (1989) y IV<sup>o</sup> (1990), Curso Internacional de Producción, y Almacenamiento de Semillas de Papa en Osorno, Chile: Proyecto PNUDI/INIA/CIP.
- 1986 : Consultor del Programa Cooperativo de Papa de Centroamérica y el Caribe (PRECODEPA).
- 1989 : Científico invitado a la IIIa Conferencia de Planificación: "Control of Virus and Virus - Like Diseases of Potato and Sweet Potato, CIP, Lima, Perú.
- 1983 - 1991 : Represente Técnico de Chile en el Proyecto Cooperativo de Investigaciones en Papa para el Cono Sur de Sudamérica (PROCIPA) : Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay.
- 1995 : Instructor en Seminario sobre Producción y Uso de Semilla Botánica de Papa en los países de Centroamérica y el Caribe, Matagalpa, Managua, Nicaragua.

## 8. Publicaciones Relevantes

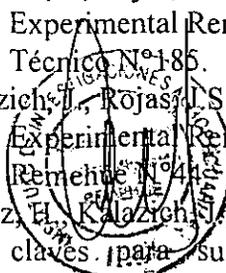
- Rojas, J.S. et al. 1996. A Large Scale Hybrid TPS Production System in South Chile. 13<sup>th</sup> Triennial Conference of European Potato Association for Potato Research (EAPR), Abstracts, PP 36-37.
- Rojas, J.S. y Kalazich, J. 1996. Semilla Botánica de Papa: Promesa Tecnología para el Siglo XXI. Revista Tierra Adentro: p 16-18.
- Rojas J.S. y J. Kalazich. 1996. La Papa, Revista S.A.G.O, 4<sup>a</sup> Edición, p 5 - 11.
- Rojas, J.S., Kalazich, J. y H. López. 1996. Semilla Botánica de Papa: INIA-Chile Líder en Producción y Tecnología. 6 p.
- Kalazich, J., J.S. Rojas, H. López. 1996. Potato Breeding in Chile. 13<sup>th</sup> Triennial Conference of European Potato Association for Potato Research (EAPR), Abstracts - PP 57-58.
- Kalazich, J. y J.S. Rojas. 1996. Variedades de Papa: Desde la Región de Los Lagos Semillas de Papa para Chile y el Mundo.
- Rojas, J.S. 1995. La Experiencia del INIA de Chile en Producción de Semilla Botánica de Papa. In: Taller Regional sobre Semilla Sexual de Papa, Nicaragua, 12 p.
- Lareñas, V. y J.S. Rojas. 1994. Tecnología para producir Papa con Semilla Botánica. Serie La Platina N° 56, 40 p.
- Rojas, J.S. 1992. Metodología para mejorar el Uso, Producción y Almacenamiento de



- Tubérculos - Semillas de Papa. In: Santos Rojas, J. and P. Accatino: Metodología para mejorar el uso, producción y almacenamiento de tubérculos - semillas de papa. INIA/Chile, CIP, Boletín Técnico N° 194, 97 p.
- Rojas, J.S. 1992. Avances en Producción de Semillas Sexual Híbrida de Papa en Chile. In : Taller sobre Semillas Sexual de Papa en Latinoamérica. CIP, Lima, Perú. Septiembre, 1991. pp 47-57.
- Rojas, J.S. 1990. Fitomejoramiento de la Papa en Chile. 1990. In: Hidalgo, O.A; Rincon, H. (eds) 1990. Avances en el Mejoramiento Genético de la Papa en los Países del Cono Sur". CIP, Lima, Perú. PP. 15-18.
- Rojas, J.S. 1990. Evaluación de Resistencia a la infección de Campo con el Virus del Enrollamiento de Hojas de la Papa (PLRV). In : Memorias del Taller: "Avances en el Mejoramiento Genético de la Papa en los Países del Cono Sur de Latinoamérica". Buenos Aires, Argentina, 22-29 Enero, 1988. pp. 15-18.
- Rojas, J.S. 1989. Producción de Tubérculos - Semillas. In: "Curso de Producción y Almacenamiento de Papa para Pequeños Productores". Concepción, Chile. PP. 75-86.
- Rojas, J.S. 1989. Almacenamiento y Conservación de Papa. In: "Curso de Producción y Almacenamiento de Papa para Pequeños Agricultores". Concepción, Chile. pp 87-108.
- Rojas, J.S. 1989. Esquema y Metodología de Producción de Semilla Prebásica de Papa y Control Sanitario. In: "III Curso Internacional de Producción y Almacenamiento de Semillas de Papa". 26 p.
- Rojas, J.S. 1989. Estructura y Operación de un Programa de Producción de Papa - Semilla Certificada. In : III Curso Internacional de Producción y Almacenamiento de Semillas de Papa". 26p.
- Rojas, J.S., O. Hidalgo, H. Rincón. 1988. Situación de la Producción de Tubérculos Semillas de Papa en Chile. In : "Avances en la Producción de Tubérculos. - Semillas de Papa en los Países del Cono Sur". CIP, Lima, Perú. 199 p.
- Pallais, N., N. Fong, J.S. Rojas. 1987. Production of True Potato Seed. In: "Memorias XIII Reunión ALAP". Panamá. PP 127-136.
- Pallais, N., J.S. Rojas, N. Fong y otros. 1987. Effect of True Seed and Storage on Seed Vigor. American Potato Journal 64 :452.
- Sandoval, C., J.S. Rojas, J. Kalazich. 1987. Evaluación del Potencial de Producción de Papa a partir de Semilla Botánica y Uniformidad de los Tubérculos provenientes de varios tipos de cruzamientos. In : "Memorias de XIII Reunión ALAP". Panamá.
- Rojas, J. S., Grandón, M., Kalazich, J. y Sierra, C. 1982. Normas técnicas para la producción de papa en la 10 Región. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Boletín Técnico N°55. 19 p.
- Rojas, J.S., Banse, J., Kalazich, J., Cubillos, A. 1983. Producción, almacenamiento y conservación de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en Chile. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. 43 p.
- Rojas, J.S. y Kalazich, J. 1984. Almacenamiento y conservación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.). En: Rojas, J.S. (Ed.). Seminario de Capacitación en el Rubro Papa (*Solanum tuberosum* L.) Programa de Transferencia de Tecnología INIA-INDAP, en la XI Región de Chile. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. 31p.
- Sandoval, C., Rojas, J. S., J. Kalazich y Guglielmetti, H. 1985. Papa criolla Corahila reaparece en el mercado. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones



- Agropecuarias, INIA, Osorno. Investigación y Progreso Agropecuario Remehue N°4: 21-23.
- Rojas, J.S., Sandoval, C., Kalazich, J. 1986. Producción de papa utilizando semilla botánica. Próxima Década v4 (47): 9-13.
- Pallais, N. ; Kalazich, J. and Santos-Rojas, J. 1986. Physical relationships between berries and seeds of potato. HortScience 21(6): 1359-1360.
- Sandoval, C., Rojas, J. S., Kalazich, J. 1987. Proyecto fitomejoramiento de papa del INIA. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Investigación y Progreso Agropecuario Remehue N°7: 17-19.
- Monares, A., J. S. Rojas, C. Covarrubias, J. Kalazich, H. Guglielmetti, O. Hidalgo, 1988. La papa en Chile: tubérculos-semillas de categoría certificada. Centro Internacional de la Papa - Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile. 85 p.
- Sierra, C., Kalazich, J., Rojas, J.S., Grandon, M. 1989. Epocas de plantación de la papa en la Décima Región. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Osorno. Boletín Técnico N°145. 10 p.
- Rojas, J. S. y J. Kalazich. 1990. Evaluación de resistencia a la infección de campo con el virus del enrollamiento de la hoja de la papa (PLRV). pp. 101 - 110. In: Hidalgo, O. A., H. Rincón. (eds.). Avances en el mejoramiento genético de la papa en los países del cono sur. CIP, Lima. 318 p.
- Kalazich, J., Rojas, J.S. y Uribe, M. 1991. Papa primor: Factores claves para su producción. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Investigación y Progreso Agropecuario Remehue N°15: 39-41.
- Kalazich, J. 1991. Variedades de papa. pp. 59-71. En: Accatino, P. y Rojas, J.S. (eds.). Metodologías para Mejorar el Uso, Producción y Almacenamiento de Tubérculos - Semillas de Papa. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Boletín Técnico N°194. 97p.
- Kalazich, J., Rojas, J. S., Guglielmetti, H., Fernández, C., Sandoval, C., y Uribe, M. 1991. Pehuenche - INIA y ONA - INIA dos nuevos cultivares de papa para Chile. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Investigación y Progreso Agropecuario Remehue N° 12: 3-8.
- Kalazich, J., Rojas, J. S., Guglielmetti, H., Fernández, C., Sandoval, C., y Uribe, M. 1991. Pehuenche - INIA y Ona - INIA dos nuevos cultivares de papa para Chile. Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Santiago. Investigación y Progreso Agropecuario La Platina N° 63. 9-12.
- Kalazich, J., Rojas, J.S. y Uribe, M. 1992. Papa primor: Factores claves para su producción. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Pequeña Agricultura. Serie Remehue N°30. 4p.
- Kalazich, J., Rojas, J.S., López, H. y Uribe, M. 1992. Variedades de papa. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Osorno. Boletín Técnico N°185. 14 p.
- Kalazich, J., Rojas, J.S., Uribe, M. 1992. Variedades de papa para el sur. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Osorno. Serie Remehue N°41. Pequeña Agricultura. Ficha Técnica N° 27. 4 p.
- López, H., Kalazich, J., Rojas, J.S. y Gutiérrez, M. 1993. Papa primor: importancia y factores claves para su producción. Estación Experimental La Platina, Instituto de



- Investigaciones Agropecuarias, INIA, Santiago. Investigación y Progreso Agropecuario La Platina N°78: 16-21.
- Rojas, J.S., Accatino, P. y Kalazich, J. 1994. Metodologías para mejorar la producción y uso de tubérculos - semillas de papa en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Chile - Centro Internacional de la Papa (CIP). Serie Remehue N° 51. Osorno, Chile. 169p.
- Kalazich, J., Rojas, J. S., González, H. 1994. Fundamentos de almacenamiento y conservación de papa. pp. 109-125. En: Accatino, P., Rojas, J.S. y Kalazich, J. (eds.). Metodologías para Mejorar la producción y uso de tubérculos - semillas de papa en Chile. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Serie Remehue N°51. 169 p.
- Rojas, J. S., Kalazich, J., González, H. 1994. Sistemas de almacenamiento y conservación de papa. pp. 127-150. En: Accatino, P., Rojas, J.S. y Kalazich, J. (eds.). Metodologías para Mejorar la producción y uso de tubérculos - semillas de papa en Chile. Estación Experimental Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Osorno. Serie Remehue N°51. 169 p.
- Kalazich, J., J. S. Rojas y A. Kido. 1995. Semilla de papa, calidad sanitaria y fisiológica. pp. 12-23. En: Seminario Producción de Papa en la IV Región. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Centro Regional de Investigación Intihuasi,. La Serena, IV Región, 21 de Junio de 1995. Serie Intihuasi N°6.
- Kalazich, J. y J. S. Rojas. 1995. Producción intrapredial de semilla. pp. 67-76. En: Curso Manejo y Fertilización en Papa. Programa de Capacitación de Agentes de Extensión del Programa de Transferencia de Tecnológica INDAP IX Región. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Centro Regional de Investigación Carillanca, Temuco, IX Región, 11-12 Diciembre de 1995. Serie Carillanca N° 47.
- Rojas, J. S. y Kalazich, J. 1995. Plantación y prácticas culturales. pp. 91-101. En: Curso Manejo y Fertilización en Papa. Programa de Capacitación de Agentes de Extensión del Programa de Transferencia Tecnológica INDAP IX Región. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Centro Regional de Investigación Carillanca, Temuco, IX Región, 11-12 Diciembre de 1995. Serie Carillanca N° 47.
- Rojas, J.S. y Kalazich, J. 1995. Cosecha y almacenamiento. pp. 103-119. En: Curso Manejo y Fertilización en Papa. Programa de Capacitación de Agentes de Extensión del Programa de Transferencia de Tecnológica INDAP IX Región. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Centro Regional de Investigación Carillanca, Temuco, IX Región, 11-12 Diciembre de 1995. Serie Carillanca N° 47.
- Rojas, J. S. y Kalazich, J. 1996. Semilla botánica de papa, promesa tecnológica del siglo 21. Revista Tierra Adentro N°9: 16-18.
- Kalazich B., Julio ; P. Darrain y J. S. Rojas. 1996. Variedades de Papa Resistentes a Insectos. Revista Agroanálisis. Diciembre. p. 17-19.
- Rojas, José S. y J. Kalazich. 1996. La Papa. Revista SAGO, Año 1(4). Septiembre. pp. 5-12.
- Rojas, José S. 1997. Production and Post-harvest Technology for Hybrid True Potato Seed (TPS). Ph.D. Thesis Reading University, England, 267 p.
- Kalazich, J.; Rojas, J.S., López, H.; Uribe G., Marco y Gutiérrez M., Manuel. 1996. Variedades de papa INIA : Yagana. Tierra Adentro N°11, Ficha 1, Nov.-Dic. p. 25.



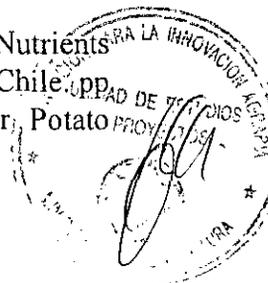
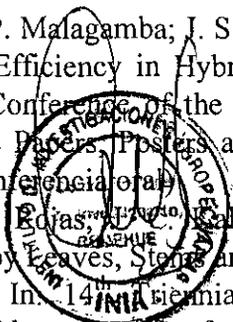
- Kalazich, J. ; Rojas, J.S. ; López, H.; Uribe G., Marco y Gutiérrez M., Manuel. 1996. Variedades de papa INIA : Pukará. Tierra Adentro N°11, Ficha 2, Nov.-Dic. 1996. p. 26.
- Rojas, J.S. y Kalazich, J. 1996. El cultivo de papa en Chile y sus proyecciones. Centro Regional de Investigación Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Boletín Técnico N° 238. 16 p.
- Kalazich, J. ; Rojas, J.S. ; López, H.; Uribe G., Marco y Gutiérrez M., Manuel. 1997. Variedades de papa INIA : Ona. Tierra Adentro N°12, Ficha 3, Ene.-Feb. 1997. p. 23.
- Kalazich, J. ; Bortolameolli, G. ; Rojas, J.S. ; López, H.; Uribe G., Marco y Gutiérrez M., Manuel. 1997. Variedades de papa INIA : Pehuenche. Tierra Adentro N°12, Ficha 4, Ene.-Feb. 1997. p. 24.
- Kalazich, J. ; Bortolameolli, G. ; Rojas, J.S. ; López, H.; Uribe G., Marco y Gutiérrez M., Manuel. 1997. Variedades de papa INIA : Desirée. Tierra Adentro N°13, Ficha 5, Mar.-Abr. 1997. p. 19.
- Kalazich, J. ; Bortolameolli, G. ; Rojas, J.S. ; López, H.; Uribe G., Marco y Gutiérrez M., Manuel. 1997. Variedades de papa INIA : Purén. Tierra Adentro N°13, Ficha 6, Mar.-Abr. 1997. p. 20.
- Kalazich, J. ; Bortolameolli, G. ; Rojas, J.S. ; López, H.; Uribe G., Marco y Gutiérrez M., Manuel. 1997. Variedades de papa INIA : Pehuenche. Tierra Adentro N°14, Ficha 7, May.-Jun.. 1997. p. 43.
- Rojas, J.S., Kalazich, J., Barrientos, C. y López, H. 1997. Producción y utilización de la semilla botánica de papa o TPS en la explotación comercial del rubro. 237-244 pp. En: Anuario del Campo: Alternativas para la modernización y diversificación de la Agricultura. Publicaciones Lo Castillo S.A. (eds.). 300 p.
- López, H., Kalazich, J. y Rojas, J.S. 1997. Papa para la industria: una alternativa vigente. 245-254 pp. En: Anuario del Campo: Alternativas para la modernización y diversificación de la Agricultura. Publicaciones Lo Castillo S.A. (eds.). 300 p.
- Torres, H.; Kalazich, J.; Sepúlveda P.; López, H.; Rojas, J. 1998. El Carbón de la Papa. Una enfermedad cuarentenaria en Chile. Boletín Técnico N° 251 INIA Remehue Osorno, Chile, 8 p.
- Rojas, J.S., Kalazich, J., Barrientos, C. y López, H. 1999. Producción y utilización de la semilla botánica de papa o TPS. Revista de la ACHIPA : Papa, Universal delicia. Año 1 N°3 Diciembre 1999. p. 8-10.
- López, H., Kalazich, J. y Rojas, J.S. 2000. Papa para la industria: una alternativa vigente. Revista de la ACHIPA : Papa, Universal delicia. Año 2 N°4 Abril 2000. p. 8-10
- Kalazich, J., Rojas, J.S., López, H., Barrientos, C., Uribe, M., Ríos, J., Winkler, A., Catalán, P. y Inostroza, J. 2000. Pukará-INIA, variedad de papa para el cultivo de primores. Informes Remehue N°19. 2 p.

#### 9. Participación en Congresos Nacionales e Internacionales (desde 1990)

- Kalazich, J.C., I.S. Rojas, C. Fernández, H. Guglielmetti, M. Uribe. 1991. Cuatro nuevas variedades de papa para la agricultura chilena. XV Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa, Lima, Perú, Septiembre de 1991. (Resumen).



- Kalazich, J., J. S. Rojas y H. López. 1995. Avances en mejoramiento genético de papa en Chile. XVII Reunión de Asociación Latinoamericana de la Papa. Mérida, Venezuela, 9-14 de Julio de 1995. (Resumen). (conferencia oral)
- Kalazich, J., Rojas, J.S. y López, H. 1996. Potato breeding in Chile. p. 57-58. In: Abstracts of Conference Papers, Posters and Demonstration. 13th Triennial Conference of the European Association for Potato Research. Veldhoven, The Netherlands. 14 - 19 de Julio, 1996. 714 p. (conferencia oral)
- Santos Rojas, J., Kalazich, J., Pallais, N., Hidalgo, O. and Malagamba, P. 1996. A large scale hybrid TPS production system in South of Chile. p. 36-37. In : Abstracts of Conference Papers, Posters and Demonstration. 13th Triennial Conference of the European Association for Potato Research. Veldhoven, The Netherlands. 14 - 19 de Julio, 1996. 714 p. (conferencia oral presentada por J. Kalazich)
- Kalazich, J., Larrain, P., Rojas, J.S., Barrientos, C., López, H., Carrillo, R., Plaisted, R., Tingey, W. 1997. Obtaining potatoes less dependant on insecticides trough a type of broad spectrum resistance mediated by trichomes and leptines: Advances in Chile. In: First McKnight Conference of the Collaborative Crop Research Programe. The McKnight Foundation, Granlibbaken Conference Center, Lake Tahoe, CA, U.S.A., June 14-17, 1997. (Poster).
- Kalazich, J., Rojas, J.S., Barrientos, C., Lopez, H., Larrain, P., Plaisted, R., Tingey, W., Franca, F. y Lorenzen, J. 1998, Obtención de papas menos dependientes de Insecticidas a través de un amplio espectro de resistencia mediante tricomas glandulares y leptinas: Avances en Chile. pp. 25. En: XVIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de la Papa. 9-13 febrero de 1998, Cochabamba, Bolivia. (poster).
- Torres, H., Mancilla, S., Kalazich, J., Rojas, J.S., A. Aguila. 1998. Control de enfermedades de la papa en condiciones de almacenamiento. Chile. En: XVIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de la Papa. 9-13 febrero, Cochabamba, Bolivia. P. 107.
- Torres H., Mansilla S., Gutiérrez M., Acuña I., Serrano C., Moreno M., Gebauer M., Oligier P., Venegas A., Jordana X., Arce P., Rojas J., Holuigue L., y Kalazich J. 1998. Evaluación de líneas transgénicas de papa a la infección por *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*. 4º Congreso Nacional de Biotecnología, Talca, 2-4 de Octubre, 1998. (Poster).
- Rojas, J. S. & R.H. Ellis 1999. Evaluation of seed growth, development and quality in berries developing on and off-plant in two contrasting hybrids grown in South Chile. pp, 438-439 14<sup>th</sup> Triennial Conference of the European Association for Potato Research, Abstracts of Conference Papers, Posters and Demonstrations. 2-7 Mayo, 1999. Sorrento, Italy.
- Kalazich, J. C.; P. Malagamba; J. S. Rojas. 1999. INIA-CIP. Pollen Management Practices for Improved Efficiency in Hybrid True Potato Seed Production. pp 406-407. In: 14<sup>th</sup> Triennial Conference of the European Association for Potato Research, Abstracts of Conference Papers, Posters and Demonstrations. 2-7 de Mayo, 1999. Sorrento, Italy. 749 p. (conferencia oral)
- Sierra, C.; J. S. Rojas; J. C. Kalazich; O. Hidalgo; A. Norero. 1999. Mineral Nutrients Absorbed by Leaves, Stems and Tubers in Two Potato Cultivars in Southern of Chile. pp 478-479. In: 14<sup>th</sup> Triennial Conference of the European Association for Potato Research, Abstracts of Conference Papers, 2-7 de Mayo, 1999. Sorrento, Italy.



- Larraín, P.; J. C. Kalazich; R. Plaisted; W. Tingey; C. Barrientos; J. S. Rojas; H. López; R. Carrillo; F. Franca; J. Lorenzen. 1999. High Levels of Resistance to Potato Tuber Moth and leafminer Fly found in Advanced *tuberosum-brithaultii* Potato Germplasm. pp 233-234. 14<sup>th</sup> Triennial Conference of the European Association for Potato Research, Abstracts of Conference Papers, Posters and Demonstrations. 2-7 Mayo, 1999. Sorrento, Italy. 749 p. (Conference Oral presentada por J. Kalazich)
- Kalazich, J., Larraín, P., R. Plaisted, R., Tingey, W., Barrientos, C., Rojas, J.S., López, H. 1999. Advances in Chile in the development of potato varieties resistant to Potato Tuber Moth and Leaf Miner Fly. In: II McKnight Conference of the Collaborative Crop Research Programme. The McKnight Foundation, Granlibbaken Conference Center, Lake Tahoe, CA, U.S.A., June 14-16, 1999. (Poster).
- Kalazich, J., Holuigue, Torres, H., Rojas, J.S., López, H., Gutiérrez, M., Mansilla, S., Arce, P. 2000. "Resistencia de campo a *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica* en clones de papa transgénicos que expresan los genes lisozima, atacina y la cecropina analoga SB-37." XIX Reunión de la Asociación Latinoamericana de la Papa. 28 de Febrero al 3 de Marzo, 2000, La Habana, Cuba. (Poster).
- Sierra, C., Rojas, J.S., Kalazich, J., Hidalgo, O. y Norero, A. 2000. "Nutrientes minerales extraídos por dos variedades de papa cultivadas en condiciones optimizadas en el sur de Chile. XIX Reunión de la Asociación Latinoamericana de la Papa. 28 de Febrero al 3 de Marzo, 2000, La Habana, Cuba. (Poster).
- Rojas, J. S. ; J. Kalazich y Sierra, C. 2001. Cultivo Industriales: La Papa. Agenda del Salitre, Edic. SQM, Soquimich Comercial, pp 657-672

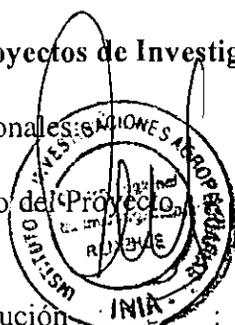
## 10. Participación en Reuniones y Visitas Internacionales

- \* Visita al Programa de Investigación en mejoramiento genético de papa del Departamento de Mejoramiento de Plantas y Biometría de la Universidad de Cornell, Ithaca, NY, U.S.A., 15-20 de Julio de 1999.
- \* Visita al Proyecto de semilla botánica de papa de la Universidad Nacional Autónoma en Chihuahua, el Programa de Transferencia de Tecnología del Estado de México, Toluca, y el Centro de Biotecnología JOEL, La Junta, Chihuahua, empresa productora de semilla de Papa, una de las más grandes de México, con una producción superior a los 5 millones de minitubérculos al año: 21-25 de Junio de 2000.

## 11. Proyectos de Investigación que ha dirigido y/o trabajado como co-investigador

### A. Nacionales

1. Título del Proyecto: Mejoramiento Genético para la Obtención de Variedades Híbridos de Semilla Botánica de Papa aptos para el Consumo Fresco y la Agroindustria.  
 Institución : INIA /FNDR  
 Año : 1997-2000



- Cargo : Jefe de Proyecto  
 Financiamiento : FNDR Xa. Región/INIA
2. Título del Proyecto : Investigación de factores agronómicos para producción de papa como materia prima para la Agroindustria  
 Institución : INIA  
 Año : 1999 - 2000  
 Cargo : Jefe de Proyecto  
 Financiamiento : Nestlé CHILE
3. Título del Proyecto : Fitomejoramiento de Papa  
 Institución : Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centros Regionales de Investigación Remehue(Osorno), Intihuasi (La Serena), La Platina (Santiago)  
 Año : 1980 - a la fecha  
 Cargo : Co-investigador , Director Alterno  
 Financiamiento : FIA 1981-1991; INIA 1992-2001
4. Título del Proyecto : Utilización de Ingeniería Genética para la producción de plantas transgénicas de papa (*Solanum tuberosum*) con resistencia a bacterias patógenas  
 Institución : PUC- INIA  
 Año : 1993-1996  
 Cargo : Co-Investigador  
 Financiamiento : FONDEF / INIA / PUC
5. Título del Proyecto : Promoción y Exportación de Semilla Botánica de Papa  
 Institución : INIA  
 Año : 1995-1997  
 Cargo : Co-Investigador  
 Financiamiento : ODEPA - PROCHILE - INIA
6. Título del Proyecto : Producción de Variedades de Papa Resistentes a Bacterias Patógenas Utilizando Transformación Genética  
 Institución : INIA - PUC - AGRIPAC - INAGRO  
 Año : 1997-2000  
 Cargo : Co-investigador  
 Financiamiento : FONDEF - INIA - AGRIPAC (Cañete) - INAGRO (Cañete)
- B. Internacional
1. Título del Proyecto : Producción de Semilla Botánica de Papa en gran escala para exportación el Centro Internacional de la Papa.  
 Institución : INIA - CIP



- Año : 1984 - 1996  
 Financiamiento : CIP/ INIA  
 Cargo : Jefe-Proyecto
2. Título del Proyecto : Adaptación de la Papa a Días Largos.  
 Institución : INIA - CIP  
 Año : 1980 - 1984  
 Financiamiento : CIP/INIA  
 Cargo : Co-Investigador
3. Título del Proyecto : Mejoramiento Genético de la Papa: Investigación y Transferencia de Tecnología en Papa entre los Países del Cono Sur (PROCIPA)  
 Instituciones : INTA-Argentina, EMBRAPA-Brasil, INIA-Chile, DIA-Paraguay e INIA-Uruguay y el CIP, Perú.  
 Año : 1992-1996  
 Financiamiento : BID/INIA  
 Cargo : Co-Investigador
4. Título del Proyecto : Pollen Handling and Pollen Storage Managemant.  
 Institución : INIA - CIP  
 Año : 1989 - 1992  
 Financiamiento : CIP/ INIA  
 Cargo : Co-Investigador
5. Título del Proyecto : Mejoramiento Genético de Papa Utilizando Técnicas Convencionales e Innovativas  
 Institución : INIA - CIP  
 Año : 1991-1995  
 Cargo : Co-Investigador
6. Título del Proyecto : Mejoramiento Genético de Papa para resistencia a Temperaturas Subóptimas  
 Institución : INIA - CIP  
 Año : 1991-1995  
 Cargo : Co-Investigador
7. Título del Proyecto : Investigación en Semilla Botánica de Papa  
 Instituciones : INIA-Chile  
 Año : 1994-1996  
 Financiamiento : FAO/ INIA  
 Cargo : Co-Investigador
8. Título del Proyecto : Obtención de variedades menos dependientes de Insecticidas a Través de un Tipo de Resistencia Genética de Amplio Espectro Mediada por Tricomias Glandulares y Leptinas.



- Institución : Nacionales:INIA-Remehue, La Platina, Instihuasi, Universidad Austral de Chile.Internacionales: Universidad de Cornell (U.S.A.), Universidad de North Dakota (U.S.A.) y EMBRAPA (Brasil).
- Año : 1995 - 2003
- Financiamiento : Fundación McKnight, Minneapolis, U.S.A.- INIA- Chile.
- Cargo : Co-Investigador
- 9.Título del Proyecto : Fitomejoramiento de Papa para Italia
- Institución : INIA/Ú. NAPOLES – ITALPATATE (Italia)
- Año : 1998 - 2001
- Financiamiento : Proyecto Financiado por el Ministerio de Agricultura de Italia a través de ITALPATATE, Asociación de Productores de Papa Italiana / INIA.
- Cargo : Co-Investigador
- 10.Título del Proyecto : Selección y Utilización de Variedades de Papa con Resistencia a Enfermedades para el Procesamiento Industrial en Latinoamérica
- Institución : Centro Internacional de la Papa, INTA-Argentina, FONAIAP-Venezuela, INIA-Chile, Universidad Nacional de Colombia, CORPOICA-Colombia, INIFAP-México, FORTIPAPA-Ecuador, PROINPA-Bolivia, CIP-Perú.
- Año : 2000-2002
- Financiamiento : FONTAGRO/ INIA
- Cargo : Co-investigador
- 11.Título del Proyecto : Adaptation and utilization of advanced virus resistant clones and progenitors
- Institución : Centro Internacional de la Papa (CIP), INIA.
- Año : 2000-2001
- Financiamiento : CIP/ INIA
- Cargo : Co-investigador

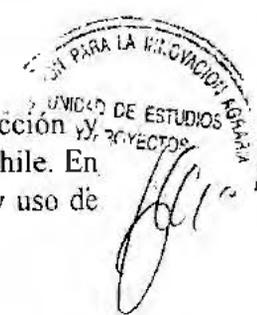
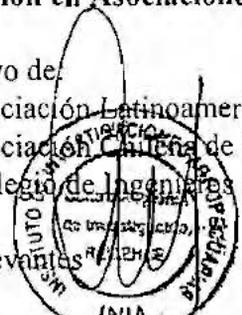
## 12. Participacion en Asociaciones y Organizaciones

Miembro Activo de:

- \* Asociación Latinoamericana de la Papa (ALAP)
- \* Asociación Chilena de la Papa (ACHIPA). Primer Presidente en 1982-1985
- \* Colegio de Ingenieros Agrónomos de Chile

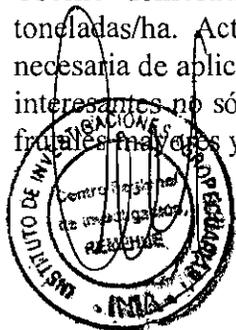
Resultados relevantes

- \* Investigador principal en el desarrollo de tecnología para la producción y conservación de semillas de papa para los programas de certificación de Chile. En esta área destaca el desarrollo de investigación tendiente a la producción y uso de



semilla botánica de papa o TPS (TPS=True Potato Seed) en gran escala. Esta es una forma nueva de producir papa comercial a bajo costo, con numerosas otras ventajas sobre el cultivo convencional usando tubérculos semillas. Hoy Chile exhibe esta nueva tecnología como una de las más avanzadas en el mundo, por lo que ahora también está empeñado en desarrollar nuevos y mejores híbridos que tengan amplia adaptación a los diferentes ambientes edafoclimáticos de nuestro país y de las principales zonas productoras de este rubro en el mundo. De esta manera, Chile puede exportar semilla botánica de alta calidad no sólo de híbridos ya conocidos, sino también de otros nuevos creados en el país. Así se le dá un alto valor agregado a esta nueva tecnología de producción de papa al contar con híbridos propios, dejando a los productores nacionales con evidentes ventajas en un escenario de economía globalizada y de mercados abiertos.

- \* Investigador principal en el desarrollo de tecnología agronómica para la producción de materia prima de papa apta para el procesamiento industrial de papa frita en hojuelas y bastones (chips and french- fries).
- \* Co-investigador en la liberación de 6 variedades de papa: Yagana-INIA (1983) (hoy con más de 8.000 ha en el país y el tercer lugar de importancia entre las variedades en cultivo en Chile); Fuegoína-INIA (1983); Ona-INIA (1990); Pehuenche-INIA (1990); Purén-INIA (1993); Pukará-INIA (1993). En 2000, se liberará la séptima variedad. Varias de estas variedades han sido enviadas a muchos países para su evaluación, entre ellos Italia, Escocia, Estados Unidos, Brasil.
- \* Director, Coordinador e Instructor de Cuatro Cursos Internacionales sobre Producción y Almacenamiento de Semillas de Papa a nivel Latinoamericano, patrocinados por el Proyecto de Las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Centro Internacional de la Papa (CIP) y el INIA de Chile. También Director, Coordinador e Instructor de otros numerosos Cursos Nacionales sobre el Cultivo de Papa en que se ha entrenado tanto a profesionales y técnicos de los sectores público (INDAP, SAG, ODEPA, Universidades,etc) y privado (Empresas de Asistencia Técnica, Agroindustrias, Asociaciones de productores, etc).
- \* Experimentos pioneros (Temporada 1977/78) y preliminares sobre el efecto del riego en el rendimiento de cultivo de la papa en plantaciones de primavera en Osorno demostraron que se podían lograr rendimientos superiores a las 76 toneladas/ha. Actualmente se piensa que el riego es una práctica que es muy necesaria de aplicar en la Décima Región de Chile lograr rendimientos comerciales interesantes no sólo en el cultivo de papa, sino también en remolacha, hortalizas y frutas más grandes y menores.



## CURRICULUM VITAE

### I. ANTECEDENTES PERSONALES

Nombre : **RENE ANDRES FRANCE IGLESIAS**  
Fecha de Nacimiento : Santiago, Febrero 21 de 1957  
Nacionalidad : Chilena  
Domicilio laboral : Centro Regional de Investigación Quilamapu, Casilla 426,  
Chillán.

### II. GRADOS ACADÉMICOS

1982 Ingeniero Agrónomo, Universidad de Chile.  
1992 Master of Science, Cornell University.  
1994 Doctor of Philosophy, Cornell University.

### III. ANTECEDENTES LABORALES

1980 Asistente en el curso de Fitopatología General.  
1982 Profesor asistente curso de Fitopatología, Universidad de Chile.  
1983 Fitopatólogo en la Estación Experimental Quilamapu del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán.  
1992 Teacher Assistant in Plant Disease Control course, Cornell University, USA.  
1996- Profesor Cátedra de Fitopatología General. Universidad Adventista, Chillán.

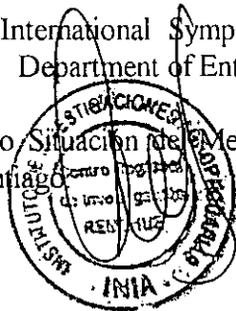
### IV. RESUMEN DE ACTIVIDADES DIVULGATIVAS Y CIENTÍFICAS

26 asistencias a seminarios y cursos  
29 presentaciones en seminarios y cursos nacionales e internacionales.  
22 publicaciones divulgativas.  
17 publicaciones científicas en revistas nacionales e internacionales.

#### Asistencias a seminarios y cursos recientes:

Second International Symposium on Entomopathogenic Nematodes and their Symbiotic Bacteria. Department of Entomology, University of Hawaii, Hawaii. October, 1995.

Seminario Situación del Mercado Internacional de Hongos Comestibles. 23 Agosto, 1996.  
FIA, Santiago



Curso Marcadores Moleculares en Mejoramiento Genético y Caracterización de Germoplasma: Nociones Generales y Manejo de Datos. 24-26 Septiembre, 1996. INIA, Carillanca, Temuco.

Seminario Manejo integrado de Plagas y Enfermedades en Plantaciones Forestales. 11-12 Noviembre, 1996. Expocorma Bio-Bio, Concepción.

Estadía de investigación en nemátodos entomopatógenos. Rutgers University, NJ, USA. 1-18 Julio, 1997.

Society of Nematologist, 36th. Annual Meeting, Tucson, Arizona, July 19-23, 1997.

National Science Foundation, Workshop on Systematics and Inventory of Soil Nematodes, Tucson, Arizona, July 23-25, 1997.

VI Simposio de Control Biológico SICONBIOL, Río de Janeiro, Brazil. 24-28 Mayo, 1998.

Curso de postgrado: Sistemática y biología de nemátodos parásitos y asociados a insectos. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional del Litoral. Esperanza (Santa Fe), Argentina. 12-17 Octubre, 1998.

XX Congreso Nacional de Entomología. Universidad de Concepción, Concepción, 11-13 Noviembre, 1998.

Entrenamiento de postgrado: Producción comercial de entomopatógenos y antagonistas y su uso en la agricultura. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), La Habana, Cuba. 19-25 Enero, 1999.

#### Presentaciones en seminarios y cursos nacionales e internacionales:

Patología de pre y postcosecha en castaño europeo (*Castanea sativa* M.). 46º Congreso Agronómico, Universidad de La Serena. La Serena (Noviembre). 1995.

The Agricultural and research within INIA in Chile. The Royal Veterinary and Agricultural University, Department Seminars, Department of Agricultural Science, Copenhagen, Dinamarca. April 17th. 1996.

Enfermedades en alfalfa. En Curso de Alfalfa. Avance, manejo y utilización, regiones VII y VIII. Colegio de Ingenieros Agrónomos de Ñuble A. G. 19 de julio de 1996.

Métodos para estudiar la habilidad parasítica en nemátodos fitopatógenos. Sociedad Chilena de Nematología. 31 de Julio de 1996. Santiago, Chile.



El nemátodo entomopatógeno *Deladenus siricidicola* y su posible introducción a Chile para el control de la avispa del pino. Comisión Técnica de la Controladora de Plagas Forestales. Forestal Bio-Bio, Concepción, 09 de Agosto 1996.

Introduction of *Phasmarhabditis hermaphrodita* (Nematoda: Rhabditida) for slug control in non-tillage crop system to Chile. Fourth International Congress of Medical and Applied Malacology, October 7-11, 1996. Santiago, Chile.

Determinación de microorganismos patógenos nativos para el control biológico de insectos plagas. 48° Congreso Anual de la Sociedad Agronómica de Chile. Noviembre 26-28, 1997, Universidad de Tarapacá, Instituto de Agronomía, Arica.

Control biológico de babosas (*Deroceras reticulatum*) mediante el uso de nemátodos patógenos. 48° Congreso Anual de la Sociedad Agronómica de Chile. Noviembre 26-28, 1997, Universidad de Tarapacá, Instituto de Agronomía, Arica.

Control de babosas mediante el uso de nemátodos. 6° Simpósio de Controle Biológico (SICONBIOL). Mayo 24-28, 1998, Rio de Janeiro, Brazil.

Colección de hongos entomopatógenos nativos para el control biológico de insectos plagas. XX Congreso Nacional de Entomología. Noviembre 11-13, 1998. Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

Hongos entomopatógenos como una alternativa de control de polilla del brote. Seminario: Avance en controles alternativos y biológico de polilla del brote del pino en Chile. Marzo 9, 1999. CTT-CPF S.A., Los Angeles.

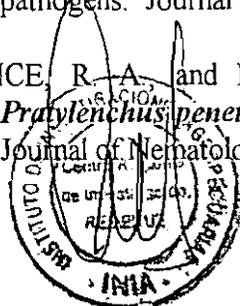
#### Publicaciones recientes:

FRANCE, R. A., and G. S. ABAWI. 1992. Reaction of bean lines to *Meloidogyne incognita* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. Phytopathology 82:243.

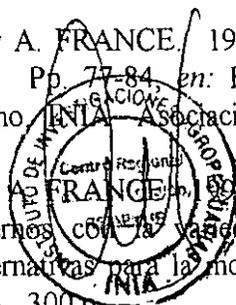
FRANCE, R. A. 1992. Interaccion between *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* and *Meloidogyne incognita* in beans (*Phaseolus vulgaris*). Thesis M.Sc. Cornell University. 107p.

FRANCE, R. A., and G. S. ABAWI. 1992. Interaccion between *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* and *Meloidogyne incognita* in bean lines resistant or susceptible to both pathogens. Journal of Nematology 24(4):590.

FRANCE, R. A. and B. B. BRODIE. 1994. Characterization of two populations of *Pratylenchus penetrans* based on differential reproduction on potato and DNA analysis. Journal of Nematology 26(1):100.



- FRANCE, R. A., and G. S. ABAWI. 1994. Interaction between *Meloidogyne incognita* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* on selected bean genotypes. *Journal of Nematology* 26(4):467-474.
- FRANCE, R. A. 1994. Variation of the plant parasitic nematode *Pratylenchus penetrans* on potatoes. Thesis Ph.D. Cornell University. 115p.
- FRANCE, A. y B. B. BRODIE. 1994. Uso de RAPD-PCR para diferenciar poblaciones del fitonemátodo *Pratylenchus penetrans*. *Simiente* 64(3):167.
- FRANCE, R. A. and G.S. ABAWI. 1995. Disease reactions of sixteen bean genotypes to Fusarium wilt and root-knot nematode. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative* 38:131-132.
- RODRIGUEZ, N., A. FRANCE y J. TAY. 1995. Fertilización nitrogenada de frejoles. Serie Quilamapu N°63. 12 p.
- FRANCE, A. y P. GRAU. 1995. Patología de pre y postcosecha en castaño europeo (*Castanea sativa* M.). *Simiente* 65 (1-3):21.
- FRANCE, R. A., and B. B. BRODIE. 1995. Differentiation of two New York isolates of *Pratylenchus penetrans* based on their reaction on potato. *Journal of Nematology* 27(3):339-345.
- FRANCE, R. A., M. GERDING, and C. CESPEDES. 1996. Introduction of *Phasmarhabditis hermaphrodita* (Nematoda : Rhabditida) for slug control in non-tillage system to Chile. *Proceedings of the Fourth International Congress on Medical and Applied Malacology. Journal of Medical and Applied Malacology* 8(1):73.
- FRANCE, R. A., and B. B. BRODIE. 1996. Characterization of *Pratylenchus penetrans* from ten geographically isolated populations based on their reaction on potato. *Journal of Nematology* 28(4):520-526.
- GALDAMEZ, R. y A. FRANCE. 1996. Enfermedades en las praderas. Pp. 267-286, en: *Praderas para Chile. 2° ed. I. Ruiz (ed.) INIA, Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 734 p.*
- TAY, J. y A. FRANCE. 1996. Producción e investigación de lupino en la Región del Bio-Bio. Pp. 77-84, en: E. Peñaloza y O. Romero (Eds.). *Avances de investigación en lupino*. INIA, Asociación Chilena del lupino. Serie Carillanca N°51.
- TAY, J. y A. FRANCE. 1997. Producción de habas para grano seco destinado a los mercados externos con la variedad Portuguesa-INIA. Pp. 208-212, en: *Anuario del Campo. Alternativas para la modernización y diversificación agrícola. Publicaciones Lo Castillo S. A. 300 p.*



GONZALEZ, M. I., A. del POZO, V. KRAMM, A. FRANCE and A. PEDREROS. 1997. Winter tillage systems and their effect on asparagus yield and weed population. Pp. 427-433, in: Proceedings 9<sup>th</sup>. International Asparagus Symposium. July 15-17. Tri-Cities, USA.

## V. ASOCIACION A SOCIEDADES CIENTIFICAS

Sociedad Agronómica de Chile  
Colegio de Ingenieros Agrónomos de Ñuble  
Sociedad Chilena de Fitopatología  
The American Phytopathological Society  
The Society of Nematologists

## VI SUPERVICION DE TESIS DE GRADO

Espinoza, S. M. 1998. Evaluación de la susceptibilidad de babosas (*Deroceras reticulatum* Müller) a nemátodos Rhabditidae nativos y su bacteria simbiote. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Adventista de Chile. 47 p.

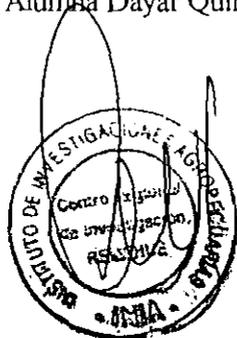
Gerding, M. 1999. Selección y uso del hongo entomopatógeno *Metharrizium* para el control de *Othiorrhynchus sulcatus*. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de Concepción. 30 p.

Sandoval, M. A. 1999. Identificación, selección y evaluación del hongo *Beauveria* para el control del burrito de la frambuesa. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Adventista de Chile. 39 p.

Control integrado de babosas con cebos químicos y nemátodos patógenos. Alumno Eduardo Vivanco, Universidad Adventista 1998-1999.

Identificación, caracterización y domesticación del género *Pleurotus* en Chile. Alumna Catalina Parra, Universidad Adventista. 1998-1999.

Control biológico de la Polilla del Brote del Pino mediante el uso de *Beauveria*. Alumna Dayar Quintana, Universidad de Concepción. 1998-99.



# CURRICULUM VITAE

## A. Antecedentes Generales.

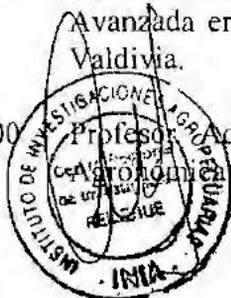
Nombre : Carlos Segundo Sierra Bernal  
Profesión : Ingeniero Agrónomo, M.Sc.  
Fecha Nacimiento : 23 de Septiembre de 1946  
Ciudadanía : Chilena  
Dirección de trabajo : INIA, CRJ-Intihuasi  
Colina San Joaquín S/Nº  
La Serena  
Apartado Postal 36 - B  
La Serena, Chile  
Teléfono : [56] (51) 223290  
Fax : [56] (51) 227060  
Rut : 5.046.274-9

## B. Estudios Universitarios.

1969-1971 Tecnología Agrícola Universidad de Chile, Sede Talca.  
1973-1976 Universidad Católica de Chile Facultad de Agronomía. Grado Académico, Ingeniero Agrónomo.  
1983-1984 Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. Grado Académico. Magister Scientiae. Especialidad Fertilidad de Suelos.

## C. Actividad Educativa Técnico - Universitario.

1979-1982 Profesor del Instituto Profesional Adolfo Mathei en la ciudad de Osorno. Cátedra de Manejo de Suelos.  
1992-1994 Profesor titular de la Cátedra de Nutrición Vegetal y de Fertilidad de Suelos Avanzada en la Facultad de Agronomía de la Universidad Austral de Chile, Valdivia.  
1999-2000 Profesor Adjunto de Fertilidad de Suelos de la Carrera de Ingeniería Agronómica Universidad de La Serena. Sede Ovalle.



## D. Actividad Laboral

- 1977-1993 Investigador Programa de fertilidad de Suelos en la Estación Experimental Remehue, INIA - Osorno, Chile.
- 1988-1990 Líder Nacional del Programa de Ecología y Producción del INIA.
- 1993-2000 Director Regional de Investigación del Centro de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile.

## E. Miembro de Sociedades Científicas

Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo  
Asociación Latinoamericana de la papa (ALAP)

## F. Publicaciones

**Bernier V. R. ; Sierra B. C. ; 1978.** Efecto de los purines y estiércol sobre la fertilidad del suelo. Boletín Técnico. Estación Experimental Remehue, INIA. Osorno.

**Bernier V. R. ; Sierra B. C. ; 1979.** Fertilización de Trigo y Papa en la Décima Región. Informe SERPLAC Regional.

**Rodríguez S. J. ; Sierra B. C. Araos F. F. 1979.** Niveles de fertilidad de los suelos en la Zona Central de Chile, Ciencia e Investigación Agraria. Vol. 4 Oct - Dic 233 - 246.

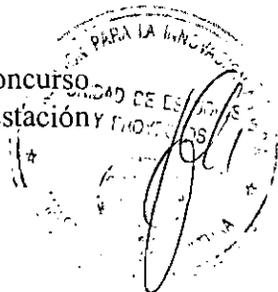
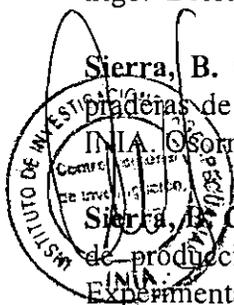
**Sierra, B. C. 1979.** Acidez y alcalinidad de los suelos de la Zona Sur. Boletín Técnico, Estación Experimental Remehue, INIA Osorno.

**Sierra, B. C. 1980.** Efecto del potasio en el cultivo del trigo en la Décima Región. Boletín Técnico, Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno.

**Sierra, B. C. 1985.** Algunas consideraciones agronómicas sobre el manejo del trigo. Boletín Técnico. Estación Experimental Remehue. INIA. Osorno.

**Sierra, B. C. 1985.** Estrategias de manejo de la fertilidad de los suelos y praderas de la Zona Sur. Boletín Técnico. Estación Experimental Remehue. INIA. Osorno.

**Sierra, B. C. 1986.** Análisis agronómico de los resultados del primer concurso de producción de trigo en la Décima Región. Boletín Técnico. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno.



**Volke H. V. ; Sierra, B. C. 1986.** Lineamientos generales de fertilización de los suelos de la Décima Región. Boletín Técnico. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno.

**Torres B. A. ; Sierra, B. C. 1987.** Manejo agronómico del trébol rosado I Adaptación agronómica. Boletín Técnico. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno.

**Torres B. A. ; Sierra, B. C. 1987.** Fertilización de praderas en suelos de la Precordillera Andina. Investigación y Progreso Agrícola. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno.

**Rodríguez, S. J. ; Sierra, B. C. 1987.** Efecto del manejo de suelo sobre el pool lábil y resistente de nitrógeno. Ciencia e Investigación Agraria. 14 : 63 - 70. Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Chile.

**Sierra, B. C. 1988.** Características físicas de los suelos rojos arcillosos de la Precordillera de la Costa. Boletín Técnico. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno.

**Sierra, B. C. 1988.** Características agroclimáticas de los suelos rojos arcillosos de la Precordillera de la Costa. Boletín Técnico. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno.

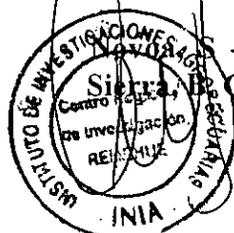
**Sierra, B. C. 1988.** Evolución histórica de la fertilidad de los suelos de las Zonas Sur. Investigación y Progreso Agrícola. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno.

**Sierra, B. C. 1988.** Evolución de la fertilidad química de algunos suelos de la Décima Región. En XIII Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno. Editores : Sergio Celis R. ; Ximena García F. y Alfredo Olivares E. Resumen. 1 Pág.

**Sierra, B. C. 1989.** Zonificación Agroclimática de la Décima Región. Boletín Técnico N° 142, marzo. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno.

**Sierra, B. C. ; Kalazich, B. J. y Rojas R. J. 1989.** Epocas de plantación de papa en la Décima Región de Chile, Boletín Técnico N°145, junio. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno.

**Sierra, B. C. ; Del Pozo, L. A. 1989.** Mapa Agroclimático de Chile. INIA.



**Sierra, B. C. 1989.** Fundamentos de fertilidad en labranza conservacionista y convencional en Seminario "Técnicas de Riego y Conservación de suelo para el Sur de Chile". Serie Remehue N°9. Estación Experimental Remehue. Abril.

**Sierra, B. C. 1989.** Sucesiones de cultivos y su efecto en la fertilidad del suelo para el sur de Chile. Serie Remehue N° 9. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno.

**Sierra, B. C. 1989.** Variación del contenido de nutrientes minerales (Ca + Mg + K + Na) y Al de intercambio en una sucesión de cultivos manejada con dos fuentes nitrogenadas, urea y nitrato de sodio. En Seminario Impacto de los fertilizantes en la productividad agrícola. Estación Experimental La Platina, Serie N°14. Pág. 214 - 219.

**Sierra, B. C. 1990.** Epoca de siembra de trigos invernales y alternativos. Boletín Técnico N°153. Febrero. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno.

**Sierra, B. C. 1990.** Fertilización de trigo de Primavera en suelo Trumaos. Boletín Técnico N°158. Julio. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno.

**Sierra, B. C. 1990.** Rocas fosfóricas. Nueva fuente de fósforo para praderas y cultivos. Boletín Técnico N°159. Agosto. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno.

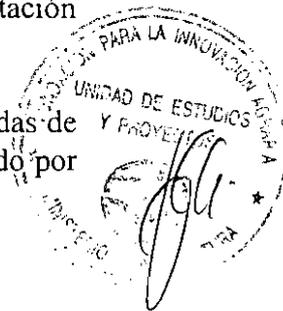
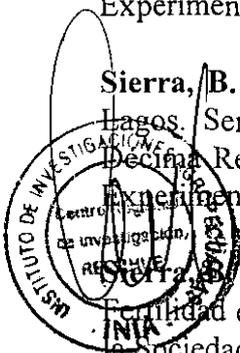
**Sierra, B. C. 1990.** Fertilización del cultivo de maíz para ensilaje. En producción y utilización de ensilaje de maíz en la Región de Los Lagos. Serie Remehue N°12. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno.

**Sierra, B. C. 1991.** Nivel de fertilidad de cuatro suelos rojo arcillosos de la Décima Región. Boletín Técnico N°170. Septiembre 1991. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno.

**Sierra, B. C. 1991.** Características de acidez de seis suelos de la X<sup>a</sup>. Región y respuesta de trigo al encalado. Boletín Técnico N° 179. Septiembre. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno.

**Sierra, B. C. 1991.** Acidez y Encalado de los Suelos en la Región de Los Lagos. Serie Remehue N°15. En Seminario Acidez y Encalado de Suelos en la Décima Región. Edición Programa de Comunicaciones Remehue. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno.

**Sierra, B. C. 1991.** "La Materia Orgánica y la Cero Labranza", en Jornadas de Fertilidad de Suelos en Cero Labranza. Editor : Raúl Raggi M. Organizado por la Sociedad de Conservación de los Suelos de Chile. 7 Págs.



**Sierra, B. C. 1992.** Fertilidad de suelo en praderas permanente, en Seminario "Manejo de Praderas Permanentes". Serie Remehue N°31. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno.

**Sierra, B. C. 1992.** Limitaciones Edáficas para el crecimiento de Leguminosas. En "Producción Animal". Editores Luis Latrille L. y Dr. Oscar Balochi L. Serie B - 16. Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile, Valdivia. 15 Págs.

**Sierra, B. C. ; Bernier, V. R. ; Meneses, C. G. 1992.** Uso de Rocas fosfóricas en praderas permanentes de la Décima Región. En Primer Seminario Nacional sobre uso de rocas fosfóricas en agricultura. Editor Ricardo Campillo R. Serie N°29, Carillanca. Estación Experimental Carillanca, Temuco, Chile. 21 Págs.

**Sierra, B. C. 1992.** Fertilidad de los suelos en Cero Labranza. En Primer Congreso Interamericano de siembra directa, 2° s. Jornadas Binacionales de Cero Labranza. Córdoba, Argentina. 17 Págs.

**Sierra, B. C. 1992.** Recomendaciones técnicas sobre uso de fertilizantes para la pequeña agricultura. Serie Remehue N°36. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno. 4 Págs.

**Sierra, B. C. 1992.** Características físicas y químicas de algunos fertilizantes. Boletín Técnico N°189. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno. 16 Págs.

**Sierra, B. C. 1992.** Efecto de la aplicación de dos rocas fosfóricas y superfosfato triple en una pradera naturalizada de la Décima Región. Boletín Técnico N°196. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno. 21 Págs.

**Sierra, B. C. 1993.** Fertilización del cultivo de la Papa. En 5<sup>tas</sup>. Jornadas de Extensión Agrícola. "Manejo agronómico del cultivo de la papa y las perspectivas del mercado". Editor : Jaime Solano S., Universidad Católica de Temuco, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. 14 Págs.

**Sierra, B. C. Valdebenito, B. A. 1993.** Fertilización de una rotación de cultivos Raps-trigo-Pradera en suelo rojo arcilloso. Boletín Técnico N°198. Estación Experimental Remehue. INIA, Osorno. 16 Págs.

**Sierra, B. C. ; Valdebenito, B. A. 1994.** Micronutrientes en trigo. Boletín Técnico N°212, Centro Regional de Investigaciones Remehue. INIA, Osorno.



**Sierra, B. C. 1994.** Fertilización y enmiendas en Praderas permanente. En seminario "Corrección de la fertilidad y uso de enmiendas en praderas y cultivos forrajeros". Editor Ricardo Campillo R. J. y Giancarlo Bórtolameolli. Centro Regional de Investigación Remehue. Serie Remehue N° 53. Págs. 57 - 68.

**Sierra B. C. (1995).** Fertilización del cultivo de la papa. En publicación Seminario "Producción de papas en la Cuarta Región", Junio 1995. Centro Regional de Investigación Intihuasi. La Serena.

**Céspedes R. R., Sierra B. C. (1997).** El yeso mejora suelos con problemas de infiltración de agua. Tierra Adentro N°16. Sept. - Oct. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA.

**Indap – Prodecop, INIA Intihuasi. (1998).** Manual de Producción de Cítricos Antonio Ibacache G.; Carlos Sierra B.; Fernando Riveros B.; Mario Medina M.; Patricia Larraín S.; Hector González R., La Serena, Chile, 72 p.

**Indap – Prodecop, INIA Intihuasi. (1998).** Manual de producción de palto. Jaime Salvo D.; Antonio Ibacache G.; Carlos Sierra B.; Fernando Riveros B.; Leoncio Martínez B.; Mario Medina M.; Nelson Rojas P.; Patricia Larraín S.

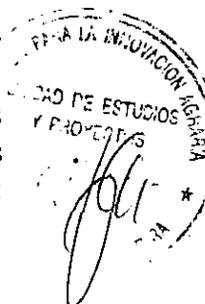
**Ibacache G. A. ; Sierra B. C. 1998.** Fertilización del palto. Gobierno Regional de Coquimbo e Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Intihuasi. Ovalle, Chile. Serie Intihuasi N°12, 12 p.

**Sierra B. C. 1998.** Fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en vid pisquera. Gobierno Regional de Coquimbo e Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Intihuasi. La Serena, Chile. Serie Intihuasi N°11, 12 p.

**Sierra B. C. (1999).** Materia orgánica del suelo, naturaleza, mantención y su importancia en la agricultura. En curso de capacitación para operadores del programa de Recuperación de Suelos Degradados. Zona Norte y Central. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional La Platina, Servicio Agrícola y Ganadero. 361 p.

**Sierra B. C. ; Rojas C. M. S. 1999.** Salinidad, origen y sus efectos sobre suelos y plantas. Gobierno Regional de Atacama e Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chile). Centro Regional de Investigación Intihuasi (La Serena). Serie Intihuasi N°25, 8 p.

**Sierra B. C. y Valdebenito B. A. 1999.** Efecto de la aplicación de rocas fosfóricas en avena, en suelos volcánicos de la Décima Región. En libro "Las Rocas fosfóricas y sus posibilidades de uso agrícola en Chile". Editores :



Eduardo Besoain M. ; Carlos Rojas W. y Adolfo Montenegro B. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, 328 p.

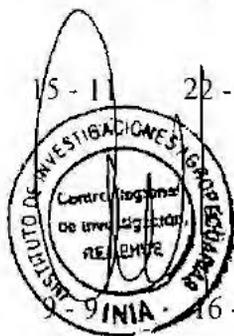
Sierra B. C. ; Bernier V. R. y Meneses C. G. 1999. Efecto de la aplicación de rocas fosfóricas y del superfosfato Triple en una pradera naturalizada de la Décima Región. En libro "Las rocas fosfóricas y sus posibilidades de uso agrícola en Chile". Editores : Eduardo Besoain M. ; Carlos Rojas W. y Adolfo Montenegro B. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, 328 p.

### G. Formación de corta duración.

Año	Duración días	Institución	País	Tipo actividad	Tema
1981	3	Universidad Austral	Chile	Curso	Economía Agrícola
1990	75	CIMMYT	México	Curso	Producción Avanzada de trigo
1997	3	INIA	Chile	Curso	Formulación de Proyecto

### H. Visitas Técnicas Internacionales.

Año	Fecha inicio	término	Institución	Tema
1987	15 - 8	21 - 8	Embrapa - Brasil	Tecnología de cero labranza
1988	14 - 10	20 - 10	Embrapa - Brasil	Fertilidad de suelo en producción de trigo.
1989	5 - 9	10 - 9	INIA - Uruguay	Manejo de suelos en Experimentos de largo plazo.
1989	15 - 1	22 - 11	Asociación de productores de cero labranza de Argentina Córdoba.	Sustentabilidad de la fertilidad del suelo.
1996	9 - 9	16 - 9	Ministerio Agricultura de Israel	Captura tecnológica en riego.



1996	17 - 9	24 - 9	INIA - España	Captura tecnológica en riego.
1997	12 - 11	16 - 11	INIA - Argentina U. de Córdoba	Corrección y Mejoramiento de suelos con encalado.
2000	27 - 2	5 - 3	INIA - Cuba La Habana	Reunión de Asociación Latinoamericana de la papa.

### **I Cursos, Congresos y Seminarios en el país.**

Anualmente asistencia a diversas actividades como por ejemplo :

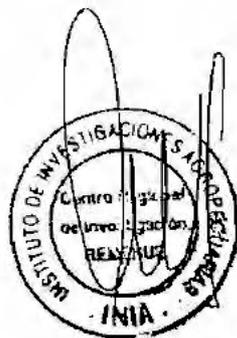
- Sociedad Chilena de la Ciencia del suelo.
- Sociedad Agronómica de Chile.
- Asociación Chilena de la papa.
- Sociedad Chilena de Producción Animal.

### **J Actividades de difusión y capacitación.**

Las actividades de difusión y capacitación realizadas durante los 23 años de vida profesional son innumerables.

### **K Conducción y asesoría de tesis o trabajo de seminario de titulación para :**

- 1) Ing. Agrónomo. 9 Tesis de Agronomía.
- 2) Técnico Agrícola . 15 seminarios de tesis.



La Serena, Julio del 2000.

