



**FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA
MINISTERIO DE AGRICULTURA**

CONSULTORES CALIFICADOS

**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS BIOTECNOLÓGICAS PARA LA OBTENCIÓN DE
NUEVAS VARIEDADES DE TRIGO, ARROZ, Y POROTO DE LATO RENDIMIENTO,
RESISTENTES A ENFERMEDADES Y DE BUENA CALIDAD.**

INIA QUILAMAPU



CONTENIDO DEL INFORME TÉCNICO CONSULTORES CALIFICADOS

1. Antecedentes de la Propuesta

Título: "Aplicación de herramientas biotecnológicas para la obtención de nuevas variedades de trigo, arroz, y poroto de alto rendimiento, resistentes a enfermedades y de buena calidad".

Código: BID-CO-V-2003-1-A-10

Entidad Responsable Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Quilamapu

Coordinador: Mario Paredes C.

✓ Nombre y Especialidad del Consultor: Dr. Thomas Tai

✓ Lugar de Origen del Consultor (País, Región, Ciudad, Localidad): Estados Unidos, California. Investigador USDA-ARS, con residencia en University of California, Davis.

✓ Nombre y Especialidad del Consultor: Dr. Paul Gepts

✓ Lugar de Origen del Consultor (País, Región, Ciudad, Localidad): Estados Unidos, California. Profesor University of California, Davis.

✓ Nombre y Especialidad del Consultor: Dr. Oscar Riera-Lizarazu, Assistant Professor, Cereal Genetics and Cytogenetics.

✓ Lugar de Origen del Consultor (País, Región, Ciudad, Localidad): Estados Unidos, Corvallis, Oregon. Crop and Soil Science, Oregon State University

✓ Nombre y Especialidad del Consultor: Dr. Manilal Williams, Researcher–Applied Biotechnology Centre

✓ Lugar de Origen del Consultor (País, Región, Ciudad, Localidad): ABC Centre, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), México D.F.

✓ Nombre y Especialidad del Consultor: Sr. Hugo Martinez

✓ Lugar de Origen del Consultor (País, Región, Ciudad, Localidad): Chile, Santiago, Jefe del Departamento de Política Agraria ODEPA, Ministerio de Agricultura, Santiago, Chile.

Lugar (es) donde se desarrolló la Consultoría (Región, Ciudad, Localidad) Región del Bío-Bío, Chillán, INIA Quilamapu.

Fecha de Ejecución: 7-14 de diciembre, 2003.



Proponentes: presentación de acuerdo al siguiente cuadro:

Nombre	Institución/ Empresa	Cargo/Actividad	Tipo Productor (si corresponde)
Institución proponente			
Francisco González del Río.	INIA	Director Nacional	
Empresas asociadas			
Alfredo Wahling J.	Asociación de Agricultores de Ñuble A.G.	Presidente	Asociación de Agricultores
Juan Sepúlveda Z.	Asociación Gremial de Arroceros de Parral	Presidente	Asociación de Agricultores
Juan Rogazi S	Organización usuarios Digua, Parral	Presidente	Asociación de Agricultores
Alfonso Dussaillant	Arrocera Tucapel, SACI	Gerente de Planta	Agroindustria
Alonso Fuentes V.	Molino Fuentes SA	Gerente General	Agroindustria
Rafael Errazuriz A	Compañía Molinera San Cristobal	Gerente General	Agroindustria
Mario Grez B.	Multiplicación Bio Semillas	Gerente	Multiplicador y vendedor de semillas
Felipe Sánchez M.	ANASAC	Gerente División Semillas	Multiplicador y vendedor de semillas
Rubén Albarrán C	Semillas Seminis Sudamerica S:A:	Gerente de Producción	Multiplicador y vendedor de semillas

Problema a Resolver: detallar brevemente el problema que se pretendía resolver con la ejecución de la propuesta, a nivel local, regional y/o nacional.

Objetivo general.

Aplicar herramientas biotecnológicas en la obtención de nuevas variedades de trigo, arroz, y poroto, de alta calidad y rendimiento y resistentes a enfermedades para mejorar la productividad y rentabilidad de estos cultivos, frente a los nuevos escenarios comerciales, tratados de libre comercio con Europa, Asia y EE.UU.

Objetivos específicos.

1. Analizar junto a expertos internacionales la situación actual del mejoramiento genético en trigo, arroz y poroto y la factibilidad de aplicar herramientas biotecnológicas en ellos.
2. Realizar un Seminario público para exponer la situación actual, proyección futura y el posible uso de la biotecnología en el desarrollo e impacto de nuevas variedades en estos tres cultivos, importantes en la VIII Región y en el país.



3. Elaborar propuestas de investigación en diferentes áreas de trabajo como son: enfermedades fungosas en trigo, resistencia a frío en arroz, enfermedades virosas y calidad en porotos.
4. Formar nuevas redes de intercambio científico-tecnológico con profesionales e instituciones de prestigio internacional.
5. Integrar en estas discusiones a agricultores organizados, agroindustriales y empresas vendedoras de semillas para elaborar estrategias futuras de desarrollo de estos cultivos.

2. Antecedentes Generales: describir aspectos de interés y cifras relevantes del país o región de origen del consultor, con énfasis en la situación agrícola y la situación del rubro que aborda la propuesta en particular (no más de 2 páginas).

Trigo.

La producción mundial de trigo es alrededor 580 millones de tons. Con un rendimiento promedio anual de 26 qq/ha. Los principales países productores de trigo son China (110 millones de tons.), India (66 millones de tons), Estados Unidos (69 millones de tons), Rusia (25 millones de tons), Canadá con 24 millones de tons) y Australia con 20 millones de tons). Dentro de estados Unidos, el estado de Oregon siembra alrededor de 2 millones de has. por un valor de US\$145 millones.

En Estados Unidos y México, uno de los problemas más importantes que debe enfrentar la producción de variedades de trigo es la resistencia a enfermedades fungosas. Entre estas enfermedades, la roya amarilla (*Puccinia striiformis*), la roya de la hoja (*Puccinia triticina*) y la roya de la caña (*Puccinia graminis*) son las causantes directas de pérdidas importantes de rendimiento y calidad del grano y, además son la principal causa del reemplazo frecuente de variedades debido a la pérdida de su resistencia genética. La importancia de estas enfermedades depende de la zona. Es así como la roya de la caña tiene una mayor incidencia en la zona centro-norte y la roya de la hoja y amarilla se presentan con mayor intensidad en la zona centro-sur y sur del país.

En estos países y en el mundo, se ha determinado que la resistencia genética es la estrategia más económica, duradera y ambientalmente apropiada para el control de enfermedades en los cultivos. En el caso de resistencia cualitativa o vertical, donde genes mayores, con gran efecto interactúan con el patógeno provocando una evolución mas rápida del patógeno, lo que implica un quiebre de la resistencia genética de las variedades y su retiro del comercio. Por esta razón sería necesario desarrollar variedades que posean varios genes menores de resistencia a los patógenos, para lograr una resistencia más duradera que asegure una mayor estabilidad en el rendimiento. Ello incidiría en una menor velocidad de recambio de las variedades, con el consiguiente beneficio para los agricultores, y toda la cadena productiva.

Hoy día, la incorporación de genes de resistencia a una o varias razas predominante(s) de un patógeno en estos países realiza mediante el mejoramiento convencional y utilizando marcadores moleculares para ayudar a la identificación e incorporación simultánea de varios genes de resistencia, permitiendo de esta manera el desarrollo de variedades con resistencia genética mas duradera.

Dr. H. Manilal Williams, se desempeña actualmente como investigador en la Unidad de Biotecnología del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo cuya sede esta



en México. Este es un centro que desde el año 1964 ha realizado investigación destinada a desarrollar germoplasma de trigo y maíz. Este germoplasma es intercambiado libremente entre varios países del mundo. En la década de los 90 el CIMMYT inició trabajos en el área biotecnológica enfocado a diversas áreas. Dentro de estas áreas se encuentran los aspectos relacionados con la caracterización de la resistencia a enfermedades, principalmente royas en trigo. En esta área se ha puesto énfasis en la identificación de genes mayores y menores para resistencia a roya de la caña, roya amarilla y roya de la hoja. Esta área de trabajo se ha desarrollado fuertemente con la utilización de marcadores moleculares y la aplicación de metodologías de mapeo genético y análisis de QTL, área de trabajo del Dr. Williams.

Dr. Oscar Riera-Lizarazu, Profesor Asistente del Departamento de Crop and Soil Science de Oregon State University. El Dr. Riera-Lizarazu trabaja en Biotecnología de cereales, en estrecha colaboración con el proyecto de mejoramiento genético de trigo. Esta universidad esta localizada en un área en que el cultivo del trigo es muy importante, es así que el proyecto de mejoramiento de trigo de esta universidad tiene más de 40 años de existencia. El proyecto en el cual trabaja el Dr. Riera-Lizarazu se inició en el año 1998 a raíz del interés de los agricultores cerealeros de esta zona por la incorporación de la biotecnología al apoyo en el desarrollo de variedades de trigo. En esta área es importante el trabajo de resistencia genética a royas en trigo y también se esta poniendo énfasis en el desarrollo de resistencia duradera. Otras áreas de importancia que esta desarrollando el Dr. Riera-Lizarazu son la incorporación de genes de calidad, la introgresión de genes de especies silvestres, mapeo genético y análisis de QTLs.

Arroz.

La producción mundial de arroz es de alrededor 530 millones de tons. Asia produce el 90% del arroz a nivel mundial, dentro de las cuales China y e India producen el 55%. Los principales países exportadores de arroz son Tailandia, Estados Unidos, Vietnam y China.

La producción de arroz en Estados Unidos es alrededor de 8 millones de tons, lo que representa menos de 1% del valor de la producción agrícola. El arroz en Estados Unidos se produce principalmnte en tres área: Las Grandes Pradera y el Delta del Valle de Mississippi de Arkansas, Louisiana, Mississippi y Missouri; la Costa del Golfo de Florida, Lousiana y Texas y en el Valle de Sacramento de California.

El sistema de cultivo del arroz en California en similar al Chileno, donde se siembra el arroz con semilla pregerminada y baja condiciones de inundación, donde se ha realizado un gran trabajo de nivelación. Existe el sistema de monocultivo de arroz y en rotación con otros cultivos. En esta zona se siembran diferentes tipos de granos de arroz: grano corto (6%) mediano (92%) y largo (2%).

En arroz, los factores limitantes que afectan el cultivo, son la resistencia al frío y la calidad industrial del grano. Estudios realizados en el Programa de Mejoramiento genético de Quilamapu-Chillán han determinado que el arroz presenta dos etapas de desarrollo de la planta sensibles a las bajas temperaturas, como son la germinación-emergencia de las plántulas y la época de floración. En la época de germinación-emergencia, el daño causado por las bajas temperaturas se refleja por una disminución del número de plantas por superficie y en la época de floración por un alto porcentaje de aborto floral y problemas en proceso de llenado del grano, todo lo cual incide fuertemente en un menor rendimiento y calidad del grano. En cuanto a la calidad del grano de arroz, esta depende fuertemente de los consumidores ya que existe una amplia gama de posibilidades, desde



arroces con grano largo (largo fino a grano largo ancho) a granos medios, pequeños, granos aromáticos, gelatinosos, etc. Por lo tanto, la producción de variedades de arroz está altamente relacionada con el mercado que se desea abastecer.

El experto que nos visitó, Dr. Thomas Tai, procede de California donde están trabajando fuertemente en genética e incluyendo la aplicación de herramientas biotecnológicas en el cultivo del arroz, siendo un exportador fuerte de arroz, de tipos que ellos consideran "no commodities".

Poroto.

La producción mundial de porotos es de alrededor 18 millones de tons. Los principales países productores son India (3,6 millones de tons.) , Brasil (2,1 millones de ton), México (1.5 millones de tons), China (1.5 millones de tons.) y Estados Unidos.

EEUU, es un importante productor de poroto, la última temporada sembró en 18 estados un total 610.000 ha, con una producción de 1.102.783 ton y con un rendimiento promedio de 18 qq/ha. Por su mayor superficie de siembra sobresalen North Dakota, Michigan, Nebraska, Idaho y California. Aproximadamente anualmente un 40% de la producción es exportada, a más de 35 países, y el resto se destina al consumo interno. La producción está basada en 8 a 10 variedades, sobresaliendo por su mayor superficie de siembras de variedades tales como, Pintos, Arroces, Negros, Cranberry y Great Northern (<http://www.norharvestbean.org>). Estas mismas variedades son las que se siembran en Chile, principalmente para la exportación.

Los principales proyectos de investigación están a cargo del American Research Service (ARS), institución dependiente del United State Department of Agriculture (USDA), las universidades y compañías privadas. Proyectos como "Improving Common Bean Germplasm by increasing Genetic Diversity and Multiple Stress Resistance and " Control de Bean and Peas Diseases Through Germplasm Enhancement and Improvement Cultural Practices", involucran a 17 científicos del ARS, Universidades y Empresas privadas (<http://www.usda.proseer.wsu.edu/legumeas.htm>; http://www.ars.usda.gov/research/project_s)

El Mosaico Común del Poroto, enfermedad presente en todas las partes del mundo donde se cultiva esta especie, en los EEUU fue controlado genéticamente desde 1940 con la creación de variedades resistentes a la raza Tipo y Nueva Cork. Sin embargo, a partir de los ochentas se informa de la aparición de nuevas razas como la NL-8 y Necrótica, que atacan a las variedades mejoradas resistentes a las razas anteriormente mencionadas. La amenaza de estas nuevas razas de virus, especialmente la Necrótica es particularmente preocupante, porque causa una necrosis sistémica a las variedades comerciales utilizadas por los agricultores. Desde este momento, uno de los principales objetivos de los programas de mejoramiento fue incorporar resistencia a las nuevas razas de virus para evitar fuertes pérdidas en el rendimiento. Para acelerar la obtención de nuevas variedades resistentes a los virus se integraron técnicas de biotecnología al mejoramiento convencional, destacándose el uso de marcadores moleculares. La implementación de esta nueva tecnología, la Selección Asistida por Marcadores Moleculares, ha llevado a acortar el tiempo es obtener las nuevas variedades de 4 a 5 años versus 8 a 10 años , usando sólo los métodos de mejoramiento tradicional.

El experto, Dr. Paul Gepts, profesor de la Universidad de California, de formación genetista, tiene una amplia experiencia en la aplicación de diferentes herramientas



biotecnológicas el estudio de los porotos en diferentes áreas como evolución, domesticación, mejoramiento y enfermedades.

Economía.

El experto Sr. Hugo Martínez, presentó una visión general de la política agrícola del Ministerio de Agricultura, y los desafíos y oportunidades que presentan estos cultivos ante la firma de los tratados de libre comercio. En su presentación el Sr. Martínez indicó también la importancia que atribuye el Supremo Gobierno en el desarrollo y aplicación de las biotecnologías en los diversos procesos productivos.

Producción de semillas.

Los panelistas en el Seminario Sr. Belfor Portilla (Jefe Producción de Semillas INIA) y el Sr. Carlos Coronata (Agricultor) pusieron un gran énfasis de la importancia de contar con variedades que cumplan con los requisitos de calidad solicitados por el mercado, para lo cual es de primera importancia contar con programas de mejoramientos activos y conectados a los mercados (nacionales y/o internacionales), poseer una legislación fuerte que proteja el derecho de los obtentores de variedades, castigue el comercio clandestino de las variedades ("piratería") e incentive el uso de semilla certificada. El Sr. Portilla y Coronata también indicaron la importancia del uso de variedades incluyan características de resistencia a las enfermedades importantes para cada zona con el fin de evitar la aplicación de fungicidas y realizar una agricultura mas limpia.

3. Itinerario desarrollado por los Consultores extranjeros: presentación de acuerdo al siguiente cuadro:

Fecha	Ciudad y/o Localidad	Institución/ Empresa	Actividad Programada	Actividad Realizada
7-8/12/03	Viaje a Chillán desde EE.UU o México.	INIA	Recepción Consultores aeropuerto Concepción y reunión social	La misma
9/12	Chillán	INIA	Saludo a autoridades regionales del INIA, reunión de trabajo	La misma
10/12	Chillán	INIA	Seminario público	La misma
11/12	Chillán	INIA	Preparación de proyectos a presentar a fondos concursables	Visita a programas de trigo, poroto y arroz (mañana), Tarde, visita a Intendente, Seremi de Agricultura VIII región, Concepción
12/12	Chillán	INIA	Preparación de proyectos a presentar a fondos concursables	Discusión de posibles proyectos a presentar, preparación de informes y discusión de los resultados de la consultoría
13/12	Chillán	INIA	Visita a la agricultura de la zona	La misma
14/12	Regreso a sus países		Viaje de regreso	Viaje de regreso



El consultor nacional Sr. Hugo Martínez llegó a Chillán el martes 9 de diciembre y regresó a Santiago el 10, posterior al Seminario, donde realizó su presentación.

Señalar las razones por las cuales algunas de las visitas o actividades programadas no se realizaron o se modificaron.

Las razones de la modificación de alguna de las actividades fueron:

- a) Aprovechar al máximo la presencia de los consultores en el país para difundir las aplicaciones de la biotecnología al mejoramiento genético a nivel de autoridades técnicas como políticas de la región.
 - b) Dar a conocer la realidad agrícola de la región como las actividades de investigación que se están realizando en el INIA y otras instituciones.
6. **Resultados Obtenidos:** descripción detallada de las tecnologías conocidas (rubro, especie, tecnología, manejo, infraestructura, maquinaria, aspectos organizacionales, comerciales, etc.) y de la tendencia o perspectiva de dichas tecnologías en su lugar de origen. Explicar el grado de cumplimiento de los objetivos propuestos, de acuerdo a los resultados obtenidos. Incorporar en este punto fotografías relevantes que contribuyan a describir las tecnologías.

La visita de los expertos permitió analizar en forma conjunta el trabajo en mejoramiento genético y la futura aplicación de herramientas biotecnológicas.

La consultoría se basó en la revisión de algunos de los requisitos necesarios para realizar este tipo de trabajo:

- a) Presencia de programas de mejoramiento activos y líneas de trabajo establecidas y priorizadas y en ejecución
- b) Existencia de equipos interdisciplinarios de trabajo, calificación de ellos y posibilidades de entrenamiento futuro
- c) Facilidades de laboratorio e equipos,
- d) Posibles áreas de aplicación de los marcadores moleculares con propuestas concretas de posibles ideas de proyectos
- e) Exploración y desarrollo de colaboración internacional.
- f) Búsqueda de financiamiento nacional e internacional

El desarrollo de estos y otros puntos están contenidos en el informe de los expertos que se incluyen en el anexo del informe para su mayor claridad.

5. Aplicabilidad: explicar la situación actual del rubro en Chile (región), compararla con la tendencias y perspectivas de su lugar de origen y explicar la posible incorporación de las tecnologías capturadas, en el corto, mediano o largo plazo, los procesos de adaptación necesarios, las zonas potenciales y los apoyos tanto técnicos como financieros necesarios para hacer posible su incorporación en nuestro país (región).

Trigo

Específicamente en royas, existe un solo trabajo que esta siendo desarrollado por los investigadores Ricardo Madariaga, Viviana Becerra y Mario Mellado, este trabajo esta orientado a la identificación de razas de royas predominantes en la zona triguera del país, identificación de genes que están confiriendo esta resistencia y la caracterización



molecular de las razas predominantes. Los resultados de este proyecto aportarán información muy valiosa para los proyectos que se elaboraran a partir de la visita de los expertos. Proyectos específicos de caracterización de genes de resistencia presentes en germoplasma adaptado no se han realizado, introgresión de genes de resistencia identificados en otras regiones tampoco se ha realizado. Caracterización del tipo de resistencia presente en el germoplasma utilizado en el proyecto de mejoramiento tampoco existe. Se desconoce si los genes que están actuando son genes mayores o, si son genes que producen una expresión cuantitativa. Aplicación de métodos de análisis tales como mapeo genético, análisis de QTL y mapeo asociativo no se está realizando. La aplicación de estas nuevas metodologías de trabajo requiere del financiamiento externo. En los respectivos informes elaborados por los expertos plantean que es posible incorporar estos nuevos métodos para el desarrollo de variedades de trigo con resistencia duradera y que además posean potencial de rendimiento y calidad, entre otras características. Ambos expertos están dispuestos a cooperar en los proyectos que se elaboren para tal fin. Existe absoluto interés entre las instituciones representadas por los expertos así como para el intercambio de germoplasma, intercambio de información molecular y apoyo en capacitación para investigadores chilenos

Arroz.

Actualmente solo se han realizado algunos trabajos puntuales en el uso de biotecnología en arroz, como un estudio preliminar de fingerprinting, el uso de cultivo de tejidos, para adelantar la obtención de homocigosis en los cruces que se realizan. La adaptación de algunas de estas herramientas biotecnológicas en el programa de arroz de Chile puede hacer más eficiente el mejoramiento genético que se desarrolla. Entre ellas se puede mencionar el fingerprinting de variedades, el uso de marcadores moleculares para tolerancia a frío que pueden hacer más eficiente la selección, sobre todo si se trata de incorporar nuevos tipos de arroz que no tienen adaptación a las condiciones ambientales de Chile. La introducción de ellas en forma rutinaria en el mejoramiento requiere de financiamiento, lo que se logrará si se aprueba algún proyecto sobre el tema en los fondos concursables. Existe la voluntad del experto Dr. Tai de cooperar con el programa de mejoramiento de arroz chileno en lograr la aplicabilidad de marcadores moleculares en el programa chileno.

Poroto

El mejoramiento sistemático del poroto se inició en los años cuarenta, a través de selecciones de variedades criollas, introducciones de otros países y cruzamientos, ha liberado aproximadamente 50 variedades que representan las principales clases comerciales para grano seco, tanto para el mercado interno como externo y las de uso hortícola. Las metodologías utilizadas para obtener las nuevas variedades han sido la introducción desde el extranjero; especialmente las clases de exportación, como Navy, Pintos y Red Kidney, la selección dentro de las variedades criollas y por cruzamientos. Por cruzamiento se han obtenido todas las principales variedades de consumo interno y de exportación, actualmente en uso. Las variedades obtenidas a través de cruzamientos, han tomado en promedio de 12 a 15 años desde la hibridación hasta que queden disponibles para los agricultores.

Los avances más destacables en el mejoramiento genético, en los últimos años 10 años, han sido modificar el hábito de crecimiento y mejorar la arquitectura de la planta, de las más importantes clases de poroto consumidos en el país, como los Tórtolas (Torcaza-INIA) y recientemente Coscorrón (Astro-INIA). Además debemos señalar, que ambas clases de poroto, son únicas en el mundo. Por esta razón no es posible la introducción de



variedades del extranjero; como se puede hacer con las variedades para el mercado externo; y su mejoramiento depende sólo de las investigaciones que se hagan en el país.

La aparición de nuevas razas del virus del mosaico común, y de nuevos virus como el virus de la alfalfa (AVM) y el virus del mosaico del pepino (CMV), ha puesto en riesgo el potencial de rendimiento de importantes variedades mejoradas, como Torcaza-INIA, Coscorrón Granado-INIA y Blanco Español-INIA. Además el autoconsumo de semilla por los agricultores y bodegas comercializadoras de leguminosas en el país, puede ser superior al 95%, por lo que medidas culturales para el control de las enfermedades causadas por virus el uso de semillas provenientes de plantas sanas (semilla certificada), queda fuera de lugar.

6. Contactos Establecidos: presentación de acuerdo al siguiente cuadro:

Institución/ Empresa	Persona de Contacto	Cargo/ Actividad	Fono/Fax	Dirección	E-mail
USDA-ARS	Thomas Tai	Investigador	1-530-752-4342/ 1-530-752-4361	1 Shield Avenue, Davis, CA 95616-8515	Thtai@ucdavis.edu
University of California, Davis	Paul Gepts	Profesor	1-530-752-7743/ 1-530-752-4361	1 Shield Avenue, Davis, CA 95616-8515	Plgepts@ucdavis.edu
Oregon State University	Oscar Riera-Lizarazu	Profesor	1-541-737-5879/ 1-541-737-1589	Crop Science Building 107, Corvallis, Oregón	Oscar.riera@orst.edu
CIMMYT	Manilal Williams	Investigador	52-5804-2004, ext 2181/ 52.5804-7567	ABC Centre, CIMMYT Int Apdo-Postal 6-641, México D.F.	M.Williams@cgiar.org
ODEPA	Hugo Martinez	Jefe Política Agraria	2-3973015	Teatinos 40, Santiago	Hmartine@odepa.gob.cl

7. Detección de nuevas oportunidades y aspectos que quedan por abordar: señalar aquellas iniciativas detectadas durante la consultoría, que significan un aporte para el rubro en el marco de los objetivos de la propuesta, como por ejemplo la posibilidad de realizar nuevas consultorías, giras o cursos, participar en ferias y establecer posibles contactos o convenios. Indicar además, en función de los resultados obtenidos, los aspectos y vacíos tecnológicos que aún quedan por abordar para la modernización del rubro.

Las nuevas oportunidades se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Ampliación de las redes de colaboración para realizar trabajos en conjunto
- Posibilidades de entrenamiento del personal científico y técnico
- Búsqueda de financiamiento nacional para desarrollar algunas de las iniciativas planteadas



- d) Realizar nuevas consultoría mas acotadas dentro de cada cultivo y en el o los temas priorizados. Por ejemplo, discutir en mayor profundidad temas como la resistencia a royas en trigo, resistencia a virus en porotos, tolerancia a frío y calidad de grano en arroz.
- e) Realizar nuevas consultorías en otras aplicaciones biotecnológicas al mejoramiento genético como son: producción de plantas transgénicas, aplicaciones de la genómica funcional, bioinformática y otras.

8. Resultados adicionales: capacidades adquiridas por el grupo o entidad responsable, como por ejemplo, formación de una organización, incorporación (compra) de alguna maquinaria, desarrollo de un proyecto, firma de un convenio, etc.

- a) Formación de grupos interdisciplinarios en trigo, arroz y poroto que permitan abordar problemas en conjunto.
- b) Posibilidad de integrar a agrupaciones de agricultores e agroindustriales en la discusión de los principales problemas que afectan al cultivo para poder enfrentarlos de manera conjunta y organizada
- c) Formación y financiamiento de redes de colaboración con estos y otros consultores
- d) Preparación y presentación de proyectos de investigación-desarrollo y publicaciones en conjunto
- e) Búsqueda de financiamiento para el desarrollo de proyectos colaborativos y/o complementarios
- f) Mejoramiento del nivel técnico de los investigadores a través de entrenamientos, pasantías en laboratorios de punta
- g) Intercambio de germoplasma

9. Material Recopilado: junto con el informe técnico se debe entregar un set de todo el material recopilado durante la consultoría (escrito y audiovisual) ordenado de acuerdo al cuadro que se presenta a continuación (deben señalarse aquí las fotografías incorporadas en el punto 4):

Tipo de Material	Nº Correlativo (si es necesario)	Caracterización (título)
Carpeta con las presentaciones realizadas en el seminario		
Presentación	1	Programa del Seminario
	2	Situación del Mejoramiento del poroto en Chile. Juan Tay.
	3	Caracterización de germoplasma de poroto "chileno". Mario Paredes, V. Becerra, Paul Gepts, Daniel Debouck
	4	Aplicaciones biotecnológicas al mejoramiento del poroto. Paul Gepts.
	5	Situación del mejoramiento del arroz en Chile. Roberto Alvarado.
	6	Rice genetics and germplasm enhancement for temperate environment. Thomas Tai.
	7	Mejoramiento genético de trigo en



		Chile. Iván Matus
	8	Aplicaciones biotecnológicas al mejoramiento de trigo: Selección asistida por marcadores (MAS). Oscar Riera-Lizarazu-
	9	Estado actual del estudio y control de las royas (del trigo) en Chile. Ricardo Madariaga.
	10	Variabilidad genética en trigo y roya amarilla a través de RPD. Viviana Becerra, Ricardo Madariaga, Mario Mellado
	11	Aplicaciones de la biotecnología en el mejoramiento genético del trigo. Manilal Williams.
Informes de los expertos	Anexo 1.	Dr. Paul Gepts
		Dr. Thomas Tai
		Dr. Oscar Riera-Lizarazu
		Dr. Manilal Williams

10. Aspectos Administrativos

10.1. Organización antes de la llegada del consultor

a. Conformación del grupo proponente

_____ muy difícil; X sin problemas _____ algunas dificultades

(Indicar los motivos en caso de dificultades)

b. Apoyo de la Entidad Responsable

__X__ bueno _____ regular _____ malo

El INIA Quilamapu apoyó fuertemente la preparación y desarrollo de esta actividad.

c. Trámites de viaje del consultor (visa, pasajes, otros)

X bueno _____ regular _____ malo



- d. Recomendaciones (señalar aquellas recomendaciones que puedan aportar a mejorar los aspectos administrativos antes indicados)

Para facilitar la compra de pasajes sería bueno que la institución responsable de la actividad se encargue de esta actividad. Durante la preparación de los viajes siempre existen cambios de itinerarios y comunicaciones a última hora que hacen compleja esta tarea entre la institución responsable de la actividad, el FIA y la empresa de turismo.

10.2. Organización durante la consultoría (indicar con cruces)

Ítem	Bueno	Regular	Malo
Recepción del consultor en el país o región	x		
Transporte aeropuerto/hotel y viceversa	x		
Reserva en hoteles			
Cumplimiento del programa y horarios	x		
Atención en lugares visitados	x		
Intérpretes	x		

En caso de existir un ítem Malo o Regular, señalar los problemas enfrentados durante el desarrollo de la consultoría, gira, la forma como fueron abordados y las sugerencias que puedan aportar a mejorar los aspectos organizacionales de otras consultorías.

11. Evaluación del consultor: la contraparte nacional (grupo proponente) debe realizar una evaluación del consultor en términos de si constituyó un real aporte al conocimiento del rubro o tema de la propuesta en Chile (región). Evaluar su calidad profesional y técnica y su capacidad de interacción con los agentes del sector.

Los cuatro consultores externos mostraron:

- Una excelente predisposición para desarrollar el programa preparado por el grupo proponente
- Una excelente preparación técnica y aplicada la que quedó demostrada ampliamente en la discusión y proposiciones incluidas en sus respectivos informes
- Una excelente predisposición para interactuar con autoridades técnicas, políticas, profesionales, técnicos, medios de comunicación en los que fueron entrevistados.
- Un gran interés para seguir colaborando en el desarrollo de esta iniciativa.

El consultor nacional, aunque su participación en esta iniciativa fue breve, solo en el seminario, cumplió con creces la expectativa formada por el grupo de trabajo.

12. Informe del Consultor: anexar un informe realizado por el consultor, con las apreciaciones del rubro en Chile (región), sus perspectivas y recomendaciones concretas para la modernización o mejoramiento de éste en el país y/o a nivel local.

Ver anexo 1.



13. Conclusiones Finales.

La preparación y desarrollo de esta actividad permitió:

- a) Formar un equipo interdisciplinario regional para la aplicación de herramientas moleculares en el mejoramiento genético de trigo, arroz y poroto.
- b) Contactar y recibir el apoyo de cuatro especialistas internacionales con amplia experiencia en la aplicación de diversas herramientas biotecnológicas al mejoramiento genético.
- c) Posesionar al INIA como un referentes regional y nacional en estas materias e integrarse al desarrollo de la biotecnología en la región
- d) Identificar posibles líneas de trabajo y proyectos para ser presentados a diversas fuentes de financiamiento nacional y regional.
- e) Establecer líneas de cooperación entre los consultores externos y el INIA Quilamapu para desarrollar proyectos en conjunto, recibir entrenamiento y asesorías.
- f) Desarrollar un modelo de trabajo que podría ser aplicado a otros cultivos
- g) Difundir la posible aplicación de estas tecnología a profesionales, técnicos, estudiantes, autoridades técnicas y políticas de la región.

Agradecimientos: INIA Quilamapu y las empresas asociadas desean agradecer muy especialmente a las autoridades del FIA y al supervisor del proyecto por el apoyo recibido durante la preparación, presentación y desarrollo de esta Consultaría.

Fecha: 14 de enero, 2004

Nombre y Firma coordinador de la ejecución: Mario Paredes Cárcamo

AÑO 2003



FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA
MINISTERIO DE AGRICULTURA

ANEXO 1



DEPARTMENT OF AGRONOMY AND RANGE SCIENCE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
1 SHIELDS AVENUE
DAVIS, CALIFORNIA 95616-8515
<http://agronomy.ucdavis.edu/gepts/geptslab.htm>

Phone: (530) 752-7743
FAX: (530) 752-4361
plgepts@ucdavis.edu

December 29, 2003

TO WHOM IT MAY CONCERN

This is the final report following a one-week visit to the INIA Quilamapu Station in Chillán, Chile. The goal of the visit was to make recommendations on how to better integrate biotechnology tools in ongoing breeding programs for wheat, rice, and beans. Thus, the visiting party consisted of two wheat geneticists (Drs. M. William of CIMMYT, Mexico, O. Riera Lizarazu of Oregon State University), one rice geneticist (Dr. T. Tai, USDA-ARS, Davis, CA) and myself as a bean geneticist.

I would like to thank the authorities of the Station, particularly Director Dr. Hernán Acuña Pommiez and Subdirector M. Ec. Jorge González Urbina, for their strong interest in our visit. I would also like to visit Dr. M. Paredes Cárcamo and M.C. V. Becerra Velásquez for their hospitality and constant attention.

During my stay, I had the opportunity to conduct discussions with the bean breeders (J. Tay and M. Paredes), give a presentation on biotechnological tools for beans, visit the breeders' fields and the gene bank, highlight the importance of biotechnology at the office of the Intendent of the VIIIth region in Concepción, and, eventually, to present on verbal report the authorities and the plant breeders of the station.

In the next pages, I present a more detailed report.

Yours truly,

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Gepts", with a horizontal line underneath.

Paul Gepts
Professor of Agronomy



DEPARTMENT OF AGRONOMY AND RANGE SCIENCE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
1 SHIELDS AVENUE
DAVIS, CALIFORNIA 95616-8515
<http://agronomy.ucdavis.edu/gepts/gepts1ab.htm>

Phone: (530) 752-7743
FAX: (530) 752-4361
plgepts@ucdavis.edu

Common Bean (*Phaseolus vulgaris*)

Paul Gepts, Department of Agronomy and Range Science, University of California, Davis

Common bean plays an important role in traditional agriculture. From an agronomic standpoint, it provides a rotation alternative and, as a legume crop, it provides much-needed nitrogen fertilizer through its symbiotic relationship with *Rhizobium*. From a consumer standpoint, it is a source of dietary protein, which complements carbohydrate sources such as wheat and rice. Beans are also a part of traditional dishes and, therefore, they constitute also a source of cash when sold on the market. This is particularly true for those bean types that are typical of Chile and which fetch a higher price.

I had discussions with Drs. Mario Paredes and Juan Tay about possible projects that will incorporate biotechnology into the bean breeding of INIA-Quilamapu. With biotechnology, I refer specifically to the techniques of marker-assisted selection. These techniques involve the use of DNA markers to facilitate and accelerate the selection of genotypes that have genes for desirable agronomic characteristics such as disease resistance, based on the wide range of existing genetic diversity. They do not involve the use of transgenic techniques.

Expertise for DNA marker analysis exists already at the INIA-Quilamapu station (Dr. Ing. M. Paredes and Ing. V. Becerra, M.S.), as well as currently adequate laboratory facilities; however, these marker analyses have yet to be applied to breeding programs. Furthermore, the large scale application of marker analyses in breeding programs, not only of bean, but also rice, and wheat, will require additional laboratory space and equipment. The current lab surface must at least be triplicated (from 120 m² to some 350-400 m²) and include separate space for benchwork for molecular biology work (for example, molecular marker work), computer work, autoclaving, equipment (especially freezers), as well as other work of the biotechnology lab related to in vitro propagation. Because of the large number of markers to be analyzed, additional equipment will be needed to automate operations to a certain extent, such as a gel fragment analyzer (sequencer), a multi-tube DNA extraction mill, and multichannel pipetors.

Furthermore, new scientific and technical personnel will have to be hired. One possibility is to provide an advanced degree training to a member of the station or a younger individual abroad, who would then return to the station upon completion of the degree. Another possibility, which is not exclusive of the first one, is to provide professional updates to current members of the station.

An additional consideration is the availability of broadband connection to the internet and access

to scientific journals. Both are currently lacking but are considered essential if the Quilamapu breeding programs have to keep up with the latest advances in plant breeding and marker-assisted selection. Availability of such resources may involve intervention of national institutions to, for example, install a high-speed internet backbone and connections to local institutions across the country. Likewise, national subscriptions to key scientific journals could be negotiated with publishing companies.

The Chilean bean germplasm is unique and different from bean germplasm in two main aspects. Firstly, the two main commercial types - Tórtolas and Coscorrones - are only grown in Chile. No other bean varieties exist elsewhere in the world with seeds similar to these two types. Secondly, earlier studies have demonstrated that in the Chilean bean germplasm as a whole, 70% of bean varieties result from hybridization between Chilean and Mesoamerican varieties. This situation is highly unusual as no other bean-growing region in the world has such a high frequency of hybrids, which are generally considered to be rare.

The previous paragraph highlights challenges but also opportunities facing the Chilean bean breeding program. The current bean breeding program has served INIA and the country well based on the number of cultivars releases and their yield potential (<http://www.inia.cl/cobertura/quilamapu/textos/recoporoto.htm>). Biotechnology (especially marker-assisted selection) provides an additional tool to the breeder and is not meant to replace the breeder, but only to make his/her work more effective. To face these challenges, the current program should focus on a limited number of commercial variety types of common bean of importance to Chile, either because of local taste or their role in exportation. Furthermore, the breeding program should take advantage of improved lines and breeding techniques developed in other countries. There should also be a close integration between the breeding program and the biotechnology (marker-assisted selection) laboratory to make sure that biotechnology tools are effectively developed and used. In addition to clear goals, the bean breeding program should identify time lines and deadlines, as well as parameters of success.

Four specific projects were discussed. These projects obey a number of considerations: a) integrate biotechnology into bean breeding; b) utilize the unique bean genetic resources of Chile; c) take advantage of the existing bean breeding program, which has released a large number of bean cultivars; d) take into account the needs of farmers (increased competitiveness) and country (export income); and e) compared to other crops such as wheat and rice, there are fewer molecular marker resources, hence, some of these resources will have to be developed locally.

Project 1: Introduction of genes for resistance to the necrotic strains of Bean Common Mosaic Virus (BCMV) (Short-term: 3-4 years)

Many varieties released by INIA have resistance against Bean Common Mosaic Virus (BCMV) but not against the necrotic strains of this virus (now classified as BCMNV). Bean breeders recommend to combine two resistance genes to provide a (hopefully) more durable resistance to this viral pathogen: the *bc-3* gene (resistance against all strains, including necrotic ones) and the *I* gene (resistance against non-necrotic strains). Molecular markers are very useful in this situation because the *bc-3* gene is recessive and the *I* gene is masked by the presence of the *bc-3* gene. In this situation, utilization of markers nearly halves the time to introduce the resistance

genes into a common bean variety.

There are two main sources of the *bc-3* gene, the Chilean cultivar 'Don Timoteo' and the US breeding lines from the Tropical Agricultural Research Station in Puerto Rico (TARS-VR-7s and TARS-VR-1s). Both are available, as are molecular markers that can help in indirect selection.

The project will introduce the *bc-3* gene into existing, improved Tórtola and Coscorrón genotypes that already have resistance against the non-necrotic strains of BCMV. It will include a) checking for polymorphism of the marker between the sources of the *bc-3* gene and the improved Chilean cultivars; b) if there is polymorphism, a marker-assisted back-cross breeding can be initiated to introduce the *bc-3* gene; c) in the absence of polymorphism, additional markers can be identified using bulked segregant analysis and AFLP markers. Alternatively, additional microsatellite markers will have to be developed.

It is expected that this project will take 3-4 years. However, the development of such markers may increase the proposed length of this project by an additional 2-3 years.

Project 2: Improve the yield potential of Tórtola and Coscorrón cultivars by broadening the genetic basis (First phase: 3-4 years; Second phase: 7-8 years)

This project will take advantage of the availability of unique Chilean bean germplasm, which results from introgression from Mesoamerican beans. These lines are of potential interest because they can broaden the exceedingly narrow genetic basis of Tórtolas and Coscorrónes. A narrow genetic basis prevents progress from selection in such varieties.

First phase: Some 100 lines collected throughout the Chilean territory have already been evaluated for 8 molecular marker loci that distinguish Andean (including Chilean) from Mesoamerican beans. The map location of these markers is known but, unfortunately, they only cover part of the bean genome. Therefore, additional marker characterization will be conducted with mapped DNA markers at the rate of some 120 markers total or 1 marker/10 cM. Concurrently, the same lines will be evaluated in the field in replicated trials for morphological traits distinguishing Andean from Mesoamerican beans and for yield and yield components. Statistical analysis will be conducted to determine whether there are significant differences among these lines and to correlate morphological and agronomic variation with molecular marker polymorphism.

Field trials will be repeated to obtain three year averages. Two main results are expected after three years: a) identification of Chilean bean landraces with superior yield that can be used to improve the Tórtola and Coscorrón types; and b) association between molecular markers and specific traits in Chilean germplasm.

Second phase: Utilization of the highest-yielding genotypes identified in the First phase to initiate a crossing program with virus-resistant lines developed in Phase 1 and selection of improved, higher yielding Tórtola and Coscorrón types.

Project 3: Viral clean-up of the bean germplasm collection (Short term: 3 years)

As mentioned earlier, the Chilean bean germplasm has unusual and valuable characteristics. The survival of some of these accessions is somewhat limited because they are infected with viruses, most likely BCMV. Molecular techniques are available (from the USDA Plant Introduction Station at Pullman, WA, USA) to detect the virus, including PCR and ELISA, and, on that basis, eliminate virus-carrying plants.

This project will use these techniques to systematically clean up the nearly one thousand bean accessions of the Chilean bean collection.

Project 4: Beans for export (Short to medium range: 3 to 7 years)

Contact will be made with exporters to identify 2-3 major bean export types, among red kidney, small black, borlotto, cranberry, great northern, and pinto. Based on these discussions, field trials will be conducted that include national as well as international bean germplasm belonging to these categories. These trials will identify the best adapted and highest yielding cultivars under national conditions.

Further breeding may be necessary to further increase yield (including resistance to necrotic strains of BCMNV). The latter can be accomplished using the techniques used in Project 1.

Final notes:

1) Several of the projects discussed here, especially projects 1 to 3, rely on the existence of a gene bank. During my visit, I was able to tour the facilities of the Quilamapu gene bank. The facilities are well-equipped but underutilized. The close proximity of active breeding programs and biotechnology laboratory are tremendous assets and should lead to a more active genetic resource program, which does not exist at this stage. Such a program could use molecular markers to, among other objectives, identify duplicates, identify parents based on general distance or divergence, and follow introgression of traits of agronomic interest).

2) I am very interested in collaborating with Quilamapu bean scientists on some of the projects listed here.

An Assessment of the Chilean Rice Breeding Program at INIA Quilamapu and Recommendations for the Application of Biotechnology

Overview

Rice is unique among crop plants due to the major effort of the international rice research community to completely sequence its genome. The information and resources (e.g. DNA markers, genomic and gene libraries, genetic and physical maps) gained from this research provide an excellent foundation for biotechnological approaches to rice improvement.

Although rice is a relatively small crop in Chile, it has an important agricultural and sociological niche as the land used for rice production is not suitable for other crops. Chile has an ideal climate for growing rice with relatively low pest and disease pressure. The major challenge for Chilean rice production and the development of improved cultivars is the low temperatures that are associated with temperate climates. Low temperatures reduce yields through 1) poor stand establishment as a result of seedling death or delayed growth, and 2) sterility due to poor or defective pollen production. Additional challenges to the development of new and improved varieties include, but are not limited to, increasing the genetic variability of materials used in the breeding program, identifying materials with earlier flowering, improving grain quality (including the development of aromatic and other specialty rice varieties for export), and increasing the yield potential of new cultivars.

Rice breeding in Chile is based at INIA Quilamapu under the direction of Sr. Roberto Alvarado. Despite the funding situation for agricultural research and plant breeding in Chile, Sr. Alvarado's program has been active in the development of cultivars and the pursuit of various approaches to address program objectives including the application of recurrent selection for population development (Sr. S. Hernaiz) and the development of seedling cold tolerance assays for selection of breeding materials (Srta. D. Castillo). Some activities have been initiated in the area of biotechnology including preliminary work to examine the molecular genetic diversity of rice cultivars and breeding lines using rice DNA markers (in collaboration with Sra. V. Becerra) and the application of anther culture (Srta. D. Castillo). Unfortunately, these efforts have been suspended due to lack of research funds.

Issues

Several issues need to be addressed in order to maintain and strengthen the rice breeding program at INIA Quilamapu.

1. **Funding:** The recent unexpected withdrawal of rice industry support has greatly reduced the personnel (e.g. field labor), which are crucial to maintaining the success of the program. It was not clear what funds, if any, are available to the rice program through the sale of foundation or certified seed. Although there is apparently some organization of the Chilean rice industry, a grower and/or producer supported program to fund the rice breeding effort is needed. Since such funding is lacking under the current system, aggressive pursuit of extramural research funds is likely to be best approach to securing the future of the program. The application of biotechnology has the greatest potential impact on the development of new rice varieties particularly if the efforts of the international rice research community can be leveraged by the INIA Quilamapu rice breeding program. As described above, Sr. Alvarado and his colleagues, supported by the

biotechnology program at INIA Quilamapu (under the direction of Dr. M. Paredes and Sra. V. Becerra), have initiated some projects involving biotechnology. These efforts are commendable, but need to be extended and sustained. It should also be noted that funding of biotechnology-based projects should not come at the expense of continued support of the traditional or conventional breeding effort. Inadequate support of field-based and conventional genetic research would negate the potential impact of biotechnology on the development of new varieties.

2. **Facilities and Resources:** The rice program has very good research fields located close to the research station. Maintaining these fields for research should be a high priority. The program does not have facilities for biotechnology-based projects. These projects are carried out in cooperation with the biotechnology program at INIA Quilamapu (Dr. Paredes and Sra. Becerra), which serves the needs of the research and breeding programs at Quilamapu and various externally funded projects. A recent request to expand the biotechnology program facilities is pending. Expansion of the biotechnology will greatly benefit the rice project and other crops (e.g. wheat and bean) by providing the necessary facilities to support expanded efforts in these programs. Adequate facilities are also important for training new researchers that will be needed to meet the needs of biotechnology-based projects. In addition to the proposed infrastructure improvement, the biotechnology program is seeking funds to increase the throughput and efficiency of DNA marker analysis through the acquisition of an automated DNA fragment analyzer/sequencer. This acquisition will enable the biotechnology program to handle an increased number of DNA marker-based projects including fingerprinting of germplasm and marker-assisted selection. Many of the resources that are available for rice (e.g. research articles describing the identification of important genes and markers for breeding) are readily available via the internet. Improved access to the internet and subscriptions (electronic or print) to key journals (e.g. Theoretical and Applied Genetics) are vital to keeping the rice breeding program up to date.
3. **Personnel and Training:** Sr. Alvarado will be retiring in one year. It is critical that a new breeder be recruited to fill his position. Recruitment of this individual should be accomplished prior to Sr. Alvarado's retirement to facilitate a smooth transition. A strong connection between the breeder and the biotechnologists is necessary for the successful transfer of technology. Recruitment of a new rice breeder with familiarity in the area of DNA marker technology would be ideal. Opportunities for advanced training of members of the rice breeding program (e.g. Srta. Castillo, Sr. Hernaiz) should be pursued. Srta. Castillo's interest in rice breeding and the application of biotechnology and her familiarity with the breeding program make her a possible candidate for advanced training that would provide a connection between the rice program and the biotechnology program at INIA Quilamapu. In addition, training opportunities for the biotechnology program staff (including Dr. Paredes and Sra. Becerra) is recommended to provide up to date information on DNA marker technology, tools, and resources that are available.
4. **New approaches:** The biotechnological approaches that are most likely to have an immediate impact on the rice breeding program are 1) DNA marker technology, and 2) tissue culture. Of these approaches, marker technology provides the most benefit and should be emphasized. This technology can be used for variety identification, genetic diversity studies, genetic analysis of important traits (i.e. gene discovery and isolation),

and marker-assisted selection. Projects that exploit the biotechnological tools and resources available for rice need to be developed and funding for these projects must be obtained. Some projects that should be considered include: 1) Development of genotypic profiles for Chilean rice collection (i.e. fingerprinting varieties and breeding materials using DNA markers), 2) Molecular genetic analysis of germination and seedling cold tolerance, and 3) Application of molecular marker selection for grain quality traits (e.g. amylose content, aroma).

Potential Areas of Cooperation with the USDA-Agricultural Research Service at Davis, California, USA

The INIA Quilamapu rice breeding program and the USDA-ARS Rice Genetics Project in Davis, CA have many common research objectives due to the similarity in climate of the two rice growing areas and in rice cultural practices. The primary objective of both programs is the development of cold tolerance at the seedling and reproductive growth stages.

Areas of cooperation include but are not limited to the following:

- 1) Germplasm exchange: The Chilean breeding program is interested in obtaining new genetic materials (e.g. aromatic rice) to increase the genetic base of their germplasm and assist in the development of specialty rice varieties. Materials with cold tolerance are of mutual interest. Exchange of genetic materials should be straightforward and beneficial to both programs.
- 2) Genetic dissection of cold tolerance in rice: Using genetic materials and assays developed in Chile and the USA, genes controlling tolerance at the germination, post-germination, seedling, and reproductive stages may be identified and the mechanism of cold tolerance examined. This analysis should lead to the development of molecular markers that may be used for cultivar development (i.e. breeding). As cold tolerance is a quantitative trait, the ability to examine the phenotype in different geographic locations and different genetic backgrounds will enhance these studies. The germination/seedling assays and the cold tolerant genetic materials developed at INIA are of great interest.
- 3) Genetics diversity: The USDA-ARS is currently examining the use of germplasm for the identification of genetic loci that control important adaptive and agronomic traits via linkage disequilibrium or association mapping. This requires the development of a large data set including DNA marker and phenotypic information from a large collection of diverse genetic materials. Cooperation in the DNA marker analysis and phenotyping of rice germplasm with regard to traits of common interest (e.g. cold tolerance) may lead to the identification of markers for cold tolerance and other important traits.

In order to facilitate cooperation with the rice breeding program at INIA Quilamapu, opportunities for funding scientific exchange visits and small projects will be sought from various USDA programs and agencies such as the ARS Office of International Research Programs and the Foreign Agricultural Service. There is also a possibility of hosting Chilean graduate students or other researchers if funding from the Chilean government is available for such activities.

A Report of a Site Visit to INIA Quilamapu
December 8th through 13th 20003

Dr. Oscar Riera-Lizarazu
Dept. of Crop and Soil Science
Oregon State University
Corvallis, OR 97331
USA

I and other researchers (Drs. Manilal William CIMMYT; Thomas Tai, USDA-ARS; and Paul Gepts, UC, Davis) were invited to participate in a meeting organized by researchers at Chile's Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) at their Quilamapu branch (INIA Quilamapu). The focus of this meeting was to evaluate and define strategies that could be used to implement biotechnological tools to enhance their crop improvement efforts. The technological platform that the INIA Quilamapu group was most interested in adopting was the use of DNA-based markers for indirect selection. The use of these markers was perceived as being a route to increase efficiencies in the introduction of some traits of interest and thus a means to accelerate the development of varieties.

Dr. William and I were asked to concentrate our attention on the wheat breeding project. The INIA Quilamapu researchers that are part of the wheat breeding team included Mario Mellado and Ivan Matus that lead the wheat breeding program, Ricardo Madariaga (plant pathologist), and Viviana Becerra (agronomist and DNA-based marker expert). The wheat breeding program at INIA Quilamapu has a long and successful history of releasing high-yielding cultivars for their region. The wheat breeding program at INIA Quilamapu can be characterized as being a mature program since their activities date back to 1964. From 1964 until present, INIA Quilamapu has released 20 cultivars. Following various meetings where needs, resources, strategies, and approaches were discussed, the group identified a need to take a pro-active stance to increase resistance against rusts in their elite germplasm and varieties.

The group agreed to explore the addition of DNA-based markers to their repertoire of tools to address rust resistance. A strategy with three components was proposed. One component would involve the use of marker-tagged major genes that may be effective against rust races in the region. Examples of such genes were identified as well as marker protocols for their introgression to adapted germplasm. Efforts to pyramid major genes to build a durable construct should be explored. The second component would entail characterizing quantitative resistance already present in Chilean germplasm. Because the genetic basis of resistance to this disease is unknown, studies to determine major determinants were proposed. A strategy similar to that being used at CIMMYT by Dr. William should be implemented. In this strategy, bulked segregant analysis coupled with a whole genome scan with markers (AFLPs and SSRs) has allowed the localization of major factors and associated markers. Associated markers are then genetically localized in a publicly available surrogate population (ITMI population). Subsequently, markers in

the regions of interest are then used to better localize the resistance factor in the population of interest. Trait marker association are then used for manipulation of the character. These activities should also be coupled with work at CIMMYT on quantitative resistance with the aim at integrating other sources of quantitative resistance and perhaps pyramiding these resistances in an attempt to also build durable forms of resistance. Finally, the group agreed that interaction between our respective research groups should be fostered. Thus, I extended an invitation to members of the wheat group to visit my laboratory on a regular basis to exchange information and technology to keep abreast of changes in the field of marker assisted selection.

I was also asked to evaluate the feasibility of implementing a marker-assisted breeding dimension to this wheat breeding program. I found the members of the wheat team to possess the academic and technical know-how as well as the pertinent research and professional experience to accomplish this task if given the necessary resources to do so. Some of these resources should include travel allowances to become familiarized with newer marker platforms and technology to keep up with current developments in the field. At this point in time, researchers at INIA Quilamapu possess the basic infrastructure to use PCR-based markers. This exemplified by their use of AFLPs, SSRs, and RAPDs to study various species including wheat. Besides this basic infrastructure (laboratory, thermocycle, centrifuge, agarose and polyacrilamide gel systems), there was a clear need for a significant increase in laboratory space and critical pieces of equipment to allow the implementation of markers at a scale that will be required for a breeding program. Critical pieces of equipment include a high-throughput mixer mill to grinding tissue samples for DNA extraction, a centrifuge designed for 96-well formats, multi-channel pipetors, and electrophoretic apparati for the separation of DNA fragments of hundreds of samples. Funding to support this effort in the form of additional personnel, reagents, and supplies will also be required. As molecular marker technology continues to develop, there will also be a need to explore these marker systems. A case in point is the development of single nucleotide polymorphism (SNP) for wheat that is currently ongoing.

During our discussions, it was pointed out that an abundance of publically available genomics resources for wheat could be taped to aid in the implementation of markers for indirect selection. Genomics resources in the form of genetic maps, PCR-based markers, protocols, DNA sequences of mapped markers as well as other genomics resources can be found in many databases over the internet. It is, therefore, critical that high-speed internet access is provided to researchers at INIA Quilamapu. Similarly, an explosion of information in peer-reviewed publications can now be accessed through the internet. In this day and age, INIA should be able to offer online access to the pertinent scientific literature to maintain its intellectual competitive ability. On the subject of worker productivity and resource use, comments were heard regarding the need to accelerate and simplify procedures to process purchasing orders. Obviously, a researcher should be busy addressing his or her job responsibilities rather than spending undue time with administrative issues that are peripheral to his job responsibilities.

I also had the opportunity to visit with Mario Mellado and Ivan Matus who provided an overview of the wheat breeding program and a tour of the breeding nursery in Santa Rosa. I was favorably impressed with both breeding as well as agronomic research projects on site. There were materials at various stages of development and improvement. Experiments to address wheat rotations, disease, and management issues were underway. On the other hand, I was surprised to hear that the group did not have access to a greenhouse facility. Various aspects of a breeding program such as single seed descent advancement could be implemented to accelerate breeding if greenhouse space would be available. If molecular markers are to be implemented in a breeding context, additional efficiencies may be achieved by making some selections in greenhouse-grown materials. Thus, creating greenhouse space to the wheat research group should be given some serious consideration.

Wheat Activity Report

December 9 – 13, 2003: Nacional Agricultural Research Institute (INIA) – Chillan, Chile.

The initial presentations by the wheat breeders during the general meeting on December 9th and public presentation on December 10th (Mario Mellado and Ivan Matus) as well as the field presentations of wheat plots on Dec. 12 gave me a good picture about the status of wheat improvement in the region, the important challenges faced by them and also the progress that they have made in wheat improvement activities.

Classical wheat breeding activities have resulted in wheat with improved yield, better adaptation to local agro-climatic conditions with improved resistances to different biotic and abiotic stress conditions. Foliar diseases such as stem rust (Northern Chile), leaf rust (Central regions) and stripe rust (Central and Southern Chile) continue to pose significant challenges. In addition, diseases such as powdery mildew, septoria tritici, barley yellow dwarf are important to a certain degree. Challenges caused by root diseases are also significant. Important root diseases are take all and crown rot.

Through germplasm exchanges and inter-crossing in order to generate variability as well as germplasm exchanges from other regional countries as well as CIMMYT germplasm, significant improvements have been made.

One of the objectives of this event was to explore the feasibility of using additional tools, specially tools of biotechnology in-order to complement efforts of crop improvement by traditional plant breeding approaches. The wheat breeder, Ivan Matus are familiar with different techniques of biotechnology and have the willingness to utilize some relevant tools if these tools are going to make contributions to advance their traditional efforts. To facilitate the biotechnology applications, a laboratory with some basic capacity in the form of capital equipment and some human resource capacity is already available.

The observations mentioned above were taken in to account in making the recommendations.

A pre-requisite for any biotechnology application to be successful is the need for close collaboration and team work between the 'field' personnel and the 'laboratory' personnel. Personnel with adequate background in biotechnology should be able to understand the needs of the plant breeders as well as to explore what tools can be used or applied with out too much 'upstream' research. Although close collaboration between field and lab personnel already exist, the importance of this aspect is further emphasized since experience has shown the absolute importance of 'team work'.

Another important factor worth emphasizing is the fact that tools of biotechnology may serve as they are defined – mere tools that plant breeders may employ to make traditional plant breeding efforts more effective; in certain key traits. By employing relevant biotechnology tools, plant breeders may be able to make more advances as well as modernize their plant breeding approaches in line with many advanced plant breeding programs in many countries.

The laboratory facilities: The laboratory currently available has the basic equipment and other facilities. But this laboratory has to be shared among different crop spp. such as rice, beans etc. and the physical resources are not considered sufficient to handle reasonably heavy work loads of three different crops (wheat, rice and beans) simultaneously. Some financial resources would have to be allocated in expanding to a limited extent the physical capacity of the biotechnology laboratory, both in terms of space and equipment needs.

Human Resources: The laboratory already has a manager (Viviana Becerra) who is familiar with different molecular marker technologies and has good work experience. It is recommended that a few other personnel (perhaps one for each crop) be appointed to work under the supervision of the manager. Their responsibilities should include obtaining marker technologies that are appropriate in their respective crops in consultation with the manager and also responsible in executing validation and other marker implementation activities. The reasons for having a specific person responsible for individual crop spp. is that it is not reasonable to expect one person to be familiar with the biology and agronomy as well as molecular advances for all three crops at the same time. Since good communication with plant breeders is a key component in successful marker applications, it is also not reasonable to assume that one person can handle this communication effectively for the three crops.

Capacity Building: It is also recommended that the persons identified be sent for training in marker applications to other laboratories, ideally outside the host country, where successful marker applications are conducted currently. In this regard CIMMYT can offer training in its 'Applied Biotechnology Service laboratory' if that is deemed necessary.

Areas of Biotechnology Applications: Following areas were identified and recommended as possible areas where biotechnology tools can be used to advance the traditional approaches.

a). Use of markers that are currently available for a set of major genes that are effective in Chile, for a number of resistances to stem rust, leaf rust and stripe rust. A list of available markers were given to Ricardo (the pathologist). It is recommended that the cultivars containing these genes should be obtained from various sources and introgressed in to an adapted local variety through backcrossing and selecting with markers. Once the genes of interest are

available in a locally adapted background, it is easier to transfer that resistance with marker assisted selection to different local cultivars.

b). Obtain best CIMMYT spring wheat germplasm (about five cultivars) with durable resistance to rust diseases, and begin making crosses with the best Chilean germplasm with the objective to develop cultivars with better resistance; this would give cultivars with better levels of adaptability as well as provide the basis for genetic characterization – perhaps good graduate level doctoral thesis projects – in order to characterize and identify loci in the Chilean germplasm that confer durable resistance to leaf, stem and stripe rust.

c). Establish collaborations with CIMMYT Applied Biotechnology group to explore possibilities to further refine the markers and loci that have been characterized for several CIMMYT varieties.

d). Markers for root diseases: As a long term strategy, given the importance of root disease such as crown rot and take all, and the lack of intrinsic levels of resistances to these diseases within wheat, it is recommended that joint projects with laboratories in Australia and US be established to explore and develop appropriate strategies to manage these important problems with long-term goals. One of the approaches might be to explore the feasibility of using rye as a source of resistance to takeall. If somehow the resistance in rye can be localized to a particular rye chromosome, methods may be employed to engineer chromosome translocations between specific wheat and rye chromosomes. By employing Chilean graduate students in working these type of projects, these students can also form the backbone of the future of Chilean agriculture.

e). It is also recommended that while concentrating on other important diseases, some effort may be made to utilize markers for diseases such as powdery mildew. Many markers are available for different major genes for powdery mildew resistance. In addition, recent publications also indicate that there is durable resistance to powdery mildew. Some effort should be made to explore what tools are publicly available to introduce powdery mildew resistance. Same recommendation is made for barley yellow dwarf resistance (BYDV). In cultivated wheat, not many resistance genes are present for BYDV. A few laboratories have been using an alien introgression derived from *Agropyron intermedium* associated with significant levels of resistance to BYDV with marker assisted introgression in to different wheats. These type of markers can be easily implemented in the wheat breeding program in Chillan.

Prepared by:

Dr. Manilal William, Geneticist, Applied Biotechnology Centre, CIMMYT, Mexico.

Asistentes a Seminario

Nº	Nombre	Empresa	Dirección	Ciudad	Fono	Observación
1	Pablo Carrasco Benavente	Agroindustria Monteblanco		San Carlos	413081	Fax
2	Leonardo Hernández	Agroindustria Reina Luisa				
3	Gustavo Cobo	Arrocera San Cristobal	12 Norte 1091	Talca	235093	
4	Romualdo Tassara Ramírez	COAGRA	Esteban Murillo 1124, Asturias 2	Chillán	8464890	Celular
5	Héman Urrutia Uribe	Comercial don José S.A.	Casilla 239	Parral	464000	
6	Rafael Carrasco	Consultora Rafael Carrasco	Chacabuco 628	San Carlos		
7	Alvaro Vega Cadenas	Estudiante	Villa Emmanuel	Chillán		
8	Juan Sepúlveda Zúñiga	FEDEARROZ	Casilla 108	Parral		
9	Rubel Olguín	Indap VII		Talca	241962	
10	Waldo Arancibia	Indap VII		Talca	241962	
11	Claudio Jobet	INIA Carillanca	General López s/n	Temuco	215706	
12	Belfor Portilla	INIA La Platina	Casilla 439, Correo 3	Santiago	7575100	
13	Alfonso Valenzuela Solar	INIA Quilamapu	Vicente Méndez 515	Chillán	209732	
14	Carmen Rojo Meriño	INIA Quilamapu	Vicente Méndez 515	Chillán	209733	
15	Claudio Moore S.	INIA Quilamapu	Vicente Méndez 515	Chillán	209737	
16	Dalma Castilla Rosales	INIA Quilamapu	Vicente Méndez 515	Chillán	209731	
17	Filomena Venegas Riquelme	INIA Quilamapu	Vicente Méndez 515	Chillán	209732	
18	Lorena Figueroa	INIA Quilamapu	Vicente Méndez 515	Chillán	209737	
19	Lorenzo León Gutiérrez	INIA Quilamapu	Vicente Méndez 515	Chillán	209750	
20	Magdalena Cruz Aguayo	INIA Quilamapu	Vicente Méndez 515	Chillán	209703	
21	Pablina Pulgar	INIA Quilamapu	Vicente Méndez 515	Chillán	209733	
22	Rodrigo Aviles R.	INIA Quilamapu	Vicente Méndez 515	Chillán	209513	
23	Sylvia Bustamante Guajardo	INIA Quilamapu	Vicente Méndez 515	Chillán	209737	
24	Uberlinda Luengo	INIA Quilamapu	Vicente Méndez 515	Chillán	209733	
25	Carlos Gatica Campos	Insumos Agrícolas Cáceres G	Pablo Neruda 947	Parral	461393	
26	Franklin Hernández López	Insumos Agrícolas Cáceres G	Pablo Neruda 947	Parral	461393	
27	Gabriel Cáceres Gola	Insumos Agrícolas Cáceres G	Pablo Neruda 947	Parral	461393	
28	Hugo Martínez	ODEPA	Teatinos 40, Piso 8	Santiago	2-3973000	
29	Teresa Agüero	ODEPA	Teatinos 40, Piso 8	Santiago	2-3973000	
30	Francisco Contreras	Particular		San Carlos	272290	
31	Leonel Contreras Acuña	Particular		San Carlos	272290	
32	Pedro Henríquez San Martín	Particular	Correo Pemuco	Pemuco	9529784	Celular
33	Angel Farias Saldaña	Prodesal	Avenida Errázuriz 240	Retiro	421011	
34	José Arias Figueroa	Prodesal	Avenida Errázuriz 240	Retiro	421011	
35	Marisol Hernández	Prodesal		Parral	462421	
36	Regina Barradares González	Prodesal		Parral	462421	
37	Alvaro Benavente Vargas	SAG	Claudio Arrau N° 738 - S.A.G.	Chillán	222630	
38	Guillermo Rojas	SEMINIS		Santiago	8242412	Fax
39	Rodrigo Baraona	SEMINIS		Santiago	8242412	Fax
40	Alvaro Parra Urbina	Universidad Adventista	Casilla 27-D	Chillán	212003	
41	Vivian Garrido	Universidad Adventista	Casilla 7-D	Chillán	212003	
42	Jessica Betancur	Universidad de Concepción	Vicente Méndez 575	Chillán	2940385	Celular
43	Luis Inostroza Fuentealba	Universidad de Concepción	Villa Pacífico, Esmeralda 546	Chillán	232378	
44	Marco Pinares Pincheira	Universidad de Concepción	Custodio Parada 30, Depto. 34	Chillán	7799317	Celular
45	Mario Saavedra	Universidad de Concepción	Vicente Méndez 575	Chillán	208700	
46	Wilson Yáñez Vásquez	Universidad de Concepción	Vicente Méndez 575	Chillán	208700	
47	Domingo Echegaray		Casilla 16	Chillán		
48	René Vidal		Tomeco 20, Villa doña Francisca	Chillán	1269748	Celular
49	Roberto Hidalgo		Casilla 881	Chillán	6390285	Celular

50	Victor Kramm	INIA Raihuén	Esparanza S/N	Villa Alegre	381768	
51	Víctor Olivo	Exportador porotos	olivoycia@entelchile.net			
52	Eric von Baer	Semillas von Baer		Temuco	45-371003	
53	Javier Zuñiga	INIA Carillanca	Camino a Cajón-Vilcún, Km10	Temuco	45-210621	
54	Claudio Jobet	INIA Carillanca	Camino a Cajón-Vilcún, Km10	Temuco		
55	Rafael Galdamez	INIA Carillanca	Camino a Cajón-Vilcún, Km10	Temuco		
56	Andrés Castillo	SEREMI Agricultura VIII Región		Concepción		
57	Patricio Huepe	Gobernador de Ñuble		Chillán		
58	Juan Carlos Coronata	Agricultor		Los Angeles		
59	Belfor Portilla	Jefe Producción de Semillas,	Fidel Oteiza 1956	Santiago		

