

CONTENIDO DEL INFORME TÉCNICO

PROGRAMA DE FORMACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

1. Antecedentes Generales de la Propuesta

Nombre : **Actualización en conocimientos, metodologías y tendencias en biología molecular de plantas**

Código : BID-FP-V-2003-A-1-014

Entidad Responsable Postulante Individual: **Universidad de Talca**

Coordinador: **Simón Ruiz Lara**

Lugar de Formación (País, Región, Ciudad, Localidad): **España, Barcelona**

Tipo o modalidad de Formación : **Técnica**

Fecha de realización : **Entre el 21 de Junio y el 3 de Julio de 2003**

Participantes: presentación de acuerdo al siguiente cuadro:

Nombre	Institución/Empresa	Cargo/Actividad	Tipo Productor (si corresponde)

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

La Biología Molecular de plantas es la base científica donde se sustenta la Biotecnología Vegetal moderna. En Chile los especialistas en esta área del conocimiento son muy escasos, limitándose a un número no superior a 20 que se encuentran trabajando en aspectos muy diferentes. De tal manera, el Séptimo Congreso Internacional de Biología Molecular de plantas ofrecía la posibilidad de interactuar con destacados especialistas de todas partes del mundo y actualizar los conocimientos, metodología y tendencias en esta área que es especialmente dinámica.

Por otra parte, el poder aprender la técnica de biobalística en el laboratorio del Dr. Albert Boronat, técnica de uso casi inexistente a nivel nacional; así como la posibilidad de visitar los laboratorios de primer nivel mundialmente como son los del Consejo Superior de Investigaciones Científicas para ver las instalaciones y discutir la posibilidad de futuras colaboraciones con sus investigadores, fueron una experiencia que no se puede realizar desde nuestro país.

Objetivos de la Propuesta

2. Antecedentes Generales: describir si se lograron adquirir los conocimientos y/o experiencias en la actividad en la cual se participó (no más de 2 páginas).

El Objetivo General y los objetivos específicos de esta propuesta fueron los siguientes:

Actualizar los conocimientos en las diferentes áreas involucradas en el campo de la Biología Molecular Vegetal y sus perspectivas biotecnológicas.

- Conocer los más importantes avances en la proteómica, metabolómica y genómica funcional de vegetales
- Conocer las últimas hipótesis y teorías planteadas respecto de las interacciones que se establecen entre las diferentes señales químicas durante el proceso de transducción de señales en sistemas vegetales
- Conocer las últimas tecnologías utilizadas para el desarrollo de la ingeniería metabólica en sistemas vegetales.
- Conocer las evidencias moleculares y los sistemas informáticos utilizados para realizar actualmente el seguimiento de la evolución de los genomas vegetales.
- Conocer los más recientes hallazgos realizados respecto de la tolerancia de las plantas a los estrés por deshidratación, salinidad y temperaturas bajas

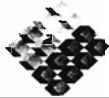
Los objetivos propuestos fueron cabalmente alcanzados, ya que se asistió a todas las sesiones que el programa de actividades del Congreso permitía, dada su organización con reuniones simultáneas, en las que a veces algunas sesiones que resultaban de interés estaban siendo realizadas en el mismo momento. Sin embargo, se puede decir que efectivamente se asistió a un número importante de sesiones que permitieron establecer una fisonomía relativamente clara de los avances realizados en los últimos años en cada una de los aspectos de la Biotecnología vegetal actual y que están consignados en los objetivos de la propuesta. Un aspecto importante a considerar, es también el hecho que fue posible interactuar directamente con muchos de los protagonistas de estos avances; de tal manera, de poder intercambiar impresiones y visiones respecto de hacia donde se dirige la investigación y la directa relación de estas con el uso potencial desde un punto de vista biotecnológico. En algunos casos fue difícil el entender el uso de las técnicas realizadas debido al gran avance tecnológico que es utilizado por algunos laboratorios para llegar a sus conclusiones. Sin embargo, las conclusiones y las evidencias mostradas para ratificar sus afirmaciones pudieron ser entendidas y conceptualizadas en el marco de las investigaciones realizadas.

Además el hecho de haber aprendido el uso del cañón de bombardeo de partículas así como el de preparación de la muestra y el análisis posterior que se realiza, abre la posibilidad de utilización de dicha técnica en las investigaciones que el coordinador del proyecto participa y pueda gestionar la adquisición del instrumental necesario. Así, la visita a los laboratorios del Consejo Superior de Investigaciones Científicas permitió conocer las instalaciones con que cuentan los investigadores de dicho Centro lo cual permite visualizar las reales posibilidades que nuestros centros poseen para realizar investigación competitiva y por otro lado, establecer los convenios

de colaboración necesarios como para desarrollar actividades en conjunto que permitan la utilización de ciertas tecnologías de avanzada que no se encuentran disponibles en el país.

3. Itinerario Realizado: presentación de acuerdo al siguiente cuadro:

Fecha	Actividad	Objetivo	Lugar
21-06-2003	Traslado Talca-Santiago Traslado Santiago-Barcelona		
22-06-2003	Arribo a la Ciudad de Barcelona I		
23-06-2003	Inscripción en el Congreso Asistir al Simposio Molecular Genetics of Cereal Inflorescence Asistir a la ceremonia de Inauguración del Congreso	Conocer los más importantes avances en desarrollo floral de cereales y sus implicancias biotecnológicas	Barcelona, España
24-06-2003	Asistir a las Sesiones Plenarias I y II Asistir a la Sesión de Transcriptional and posttranscriptional regulation of gene expression Presentar Poster	Conocer las últimas tecnologías utilizadas para el desarrollo de la ingeniería metabólica en sistemas vegetales Conocer los últimos avances respecto de la regulación de la expresión génica en sistemas vegetales	Barcelona , España
25-06-2003	Asistir a las Sesiones Plenarias III y IV Asistir a la sesión de Hormone signalling Presentar Poster	Conocer las últimas hipótesis y teorías planteadas respecto de las interacciones que se establecen entre las diferentes señales químicas durante el proceso de transducción de señales en sistemas vegetales	Barcelona -España
26-06-2003	Asistir a la Sesión Signalling mechanisms in response to abiotic stress. Asistir al Workshop Control of transposition and its impact on plant genes and genomes	Conocer los más recientes hallazgos realizados respecto de la tolerancia de las plantas a los estrés por deshidratación, salinidad y temperaturas bajas.	Barcelona -España
27/07/03	Asistir a las sesiones Plenarias V y VI Asistir a la Sesión de Funtional Genomic Presentar Poster	Conocer los más importantes avances en la proteómica, metabolómica y genómica funcional de vegetales	Barcelona -España
28/07/2003	Asistir a las sesiones plenarias VII y VIII Asistir a la sesión de Gene silencing and epigenetics	Conocer las evidencias moleculares y los sistemas informáticos utilizados para realizar actualmente el seguimiento de la evolución de los genomas vegetales.	Barcelona -España



30/07/2003 y 01/07/2003	Concurrir al laboratorio del Dr. Albert Boronat del Depto. de Bioquímica de la universidad de Barcelona atendiendo a una invitación para aprender las características de la técnica de Transformación de plantas mediante biobalística	Conocer la metodología que se realiza para la transformación de plantas mediante Biobalística en experimentos "in vivo"	Barcelona -España
02/07/2003	Visita a los laboratorios del Departamento de Genética Molecular del Instituto de Biología Molecular del consejo superior de Investigaciones Científicas de Barcelona	Interaccionar con Científicos destacados del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de Barcelona, con el propósito de renovar vínculos para futuras acciones comunes.	Barcelona -España
03/07/2003	Regreso Barcelona-Santiago		
04/07/2003	Arribo a Santiago y Traslado a Talca		

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

4. Resultados Obtenidos: descripción detallada de los conocimientos adquiridos. 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 actividades realizadas.

Con el ánimo de hacer una descripción didáctica más detallada de los conocimientos adquiridos para la consecución de los objetivos enunciados en el punto 2, estos se desarrollarán por objetivo.

Para el primer objetivo específico, es importante señalar que la genómica funcional es una metodología que permite estudiar masivamente que genes se encuentran transcripcionalmente activos y cuales de ellos están inactivos, frente a un estado determinado de desarrollo o de estrés de un tejido, órgano o del ser vivo como un todo. La proteómica por su parte permite visualizar que proteínas son las que se encuentran presentes y cuales están ausentes también bajo las mismas circunstancias. Y la metabolómica, es aquella metodología que permite determinar que metabolitos están siendo sintetizados bajo las condiciones antes mencionadas. Hasta hace poco tiempo estas tres metodologías eran utilizadas de manera separada, utilizando condiciones de medición distintas y con diferentes sustratos, aunque la mayoría utilizaba la planta modelo *Arabidopsis thaliana*. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que a pesar que las tres metodologías podían dar una explicación a lo que probablemente podía estar ocurriendo en la planta, órgano o tejido, este era bastante parcial debido a que no todos los genes necesarios para una respuesta determinada se encontraban en la condición de transcripción activa, en detrimento de la genómica funcional como única metodología para explicar los sistemas vivos. Por su parte, la proteómica, si bien nos muestra que proteínas están presentes no nos permite discriminar entre aquellas que se encuentran en un estado activado de aquellas que están en estado inactivo o que se encuentran marcadas para sistemas de degradación. Por lo tanto, la explicación de lo que ocurre en los sistemas in vivo es pobre. La metabolómica por su lado, si bien nos muestra que moléculas del metabolismo primario y secundario están siendo específicamente afectados durante la condición antes

señaladas, no es capaz de mostrarnos cual es su origen o quines participan en su producción, debido fundamentalmente a la gran variedad de moléculas presentes, impidiendo la posibilidad de manipulación molecular de muchas de las diversas rutas metabólicas en ejecución para la producción de uno u otro metabolito. Dado que las tres metodologías son capaces de dar explicaciones parciales, que son complementarias se ha iniciado un nuevo procedimiento que ha sido denominado Genometanómica que intenta integrar los perfiles transcripcionales con los perfiles metabólicos y las posibles proteínas involucradas en un estado determinado de la planta y posteriormente generar verdaderos mapas de todas las diversos estados en que se encuentre una planta en función de su situación metabólica y genética. Para ello, una gran parte de la interpretación de tal volumen de información requiere de sistemas computacionales muy avanzados donde la bioinformática juega un papel de gran importancia. Una vez construidos estos mapas bastará con conocer la producción o activación de un grupo específico de metabolitos o genes para saber que estrategia fisiológica esta realizando la planta para dar respuesta a la situación en la que se encuentra. Por otro lado, permitirá hacer la ingeniería necesaria para que en aquellas plantas carentes de alguna capacidad de resistencia o de adaptación o de productividad, estabilidad, etc, puedan llevarlas a cabo, con lo cual se podrá dar soluciones biotecnológicas en áreas de la industria tan diversas como la obtención de energías alternativas, generación de plásticos ala industria farmacéutica, todo lo cual tendrá gran implicancia en la agricultura y las economías de los países.

En el segundo objetivo cabe señalar que junto con mejorarse las tecnologías de análisis de las diferentes moléculas que participan en el sistema de transducción de señales, también han ido incorporándose nuevas moléculas, que hacen recordar los sistemas de reconocimiento y transducción de señal animal. Entre las moléculas que están participando en el sistema de transducción de señales vegetales, se encuentran las fitohormonas, tales como ácido salicílico, ácido jasmónico, etileno, ácido abscísico, giberelinas, auxinas y brasinoesteroides. Recientemente se han incorporado, distintas proteínas kinasas, tales como MAP Kinasas, SERK Kinasas, proteínas kinasas dependientes de calcio (CPKS), entre otras. También, se han incorporado a este grupo de moléculas involucradas en la transducción de señales a derivados de lípidos, tales como IP3, IP2 y Fosfolipasa C. Y otros tales como ácido gentísico y azúcares. La comprensión del comportamiento de estas diferentes moléculas señales en los diferentes estados de desarrollo de la planta, y bajo distintos condiciones de estrés biótico y abiótico, resulta complicado, ya que mientras algunas actúan sinérgicamente, como ocurre regularmente con Jasmónico y Etileno, o como se presentaron evidencias de acciones concertadas entre etileno y giberelico, también existen aquellas en las que se producen represiones de unas para actuación de otras como es el caso de Salicílico respecto de Jasmónico. Estos trabajos de acciones concertadas y de represiones mediadas por proteínas kinasas, solo han sido posible realizar con las moléculas señales conocidas, ya que las restantes enunciadas previamente son de reciente descubrimiento en plantas.

El tercer objetivo ese encuentra en íntima relación al primer objetivo aquí detallado, ya que las principales tecnologías utilizadas para el desarrollo de la ingeniería metabólica ha venido dada por la implementación y utilización de las metodologías de genómica funcional y metabolómica. Sin embargo, cabe mencionar el caso del mejoramiento del contenido de carotenoides en diversas plantas de cultivo, uno de los claros ejemplos donde estas tecnologías han contribuido al desarrollo de la ingeniería metabólica. En este caso, junto con identificar los genes involucrados en la síntesis de

carotenoides y de probar que el metabolito se producía o dejaba de producirse cuando el gen estaba presente o ausente respectivamente, los genes fueron clonados posicionalmente y estos correspondieron a: licopeno ϵ -ciclase, licopeno b-cyclase, una nueva cis-trans isomerasa of carotenoids y la fitoeno desaturasa. Todas las cuales están reguladas transcripcionalmente en frutos y flores, con lo cual ha sido posible manipular el contenido de los carotenoides en en estos órganos. Hay que recordar que los carotenoides son importantes en la dieta humana por dos aspectos básicos, de ellos deriva la vitamina A, esencial para la visión nocturna, y como agente antioxidante. Un segundo ejemplo lo constituye la sobreproducción de bioplásticos en plantas transgénicas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*), en la cual se clonaron los genes para la síntesis de polyhydroxybutyrate (PHB) de la especie *Ralstonia eutropha*. Los genes fueron phbC, bktB y phbB, los cuales fueron clonados bajo el control del promotor CaMV35S con la la señal para la incorporación a cloroplastos. Dicha transformación se realizó mediante la técnica de biobalística. Las plantas transformadas sobrevivieron sin problemas y fueron capaces de producir importantes cantidades del bioplástico PHB, abriendo la posibilidad que se pueda incorporar otro gen para obtener un mejor plástico biodegradable que sería el polyhydroxyvalerate (PHBV).

El cuarto objetivo, se basa en el interés creciente por la comunidad científica internacional por comprender la dinámica de la reestructuración y evolución de los genomas vegetales y su implicancia en la adaptabilidad y especiación. Esto debido a que los genomas de las plantas en general tienden a ser considerablemente más grandes que los genomas de otros organismos vivos, situación que no se condice con el grado de complejidad aparente de ellas. El análisis molecular de los genomas de plantas ha revelado que un porcentaje importante corresponde a DNA repetitivo con características de elementos móviles, los cuales han participado en la generación de estructuras cromosómicas tales como telómeros y centrómeros, indispensables para la estabilidad de los cromosomas y la distribución equitativa de ellos durante la reproducción celular. Sin embargo, en el último tiempo se ha podido observar que estos elementos móviles no solo han contribuido a la estabilidad de los cromosomas, sino que también han participado principalmente en la recombinación homóloga y heteróloga, en la duplicación, diversificación y generación de nuevos genes, de tal manera que hoy son considerados como la principal fuente de reestructuración y evolución de los genomas. Por otra parte, se ha podido observar que la expresión de dichos elementos móviles (transposones y retrotransposones) es modulada por el sistema de transducción de señales, en el cual hemos visto (segundo objetivo), que participan una gran cantidad de moléculas en todas las actividades metabólicas y desarrollo a las que se encuentra sometida la plantas. De tal manera, que el reordenamiento génico es constante los genomas de plantas. Debido a que los genomas por su parte deben reprimir en parte este constante reordenamiento (situación que es más fácil de apreciar en plantas de cultivo), es que muchos de estos elementos móviles van sufriendo mutaciones que impiden su capacidad de movimiento. Mientras más tiempo haya transcurrido desde que ocurrió la inserción de un elemento móvil en un nuevo sitio en el genoma, mayor es la cantidad de mutaciones que se pueden encontrar. Así los sistemas informáticos pueden predecir de acuerdo al índice de mutabilidad de las transiciones, transversiones, inserciones y deleciones, y por supuesto de la cantidad de ellas en una secuencia dada, cuando es el tiempo transcurrido para la generación, duplicación, o diversificación de uno o varios genes que hicieron que una planta pudiese responder a una determinada condición, ya sea de desarrollo o de estrés medioambiental.

Cabe mencionar en este punto, que los elementos genéticos móviles no solo han contribuido a la investigación de la evolución de los genomas, sino que ellos mismos han sido fuente de amplias investigaciones que se han concretado en productos biotecnológicos, como son algunas técnicas como son el “transposon tagging”, “gene targeting”, SSAP (polimorfismo asociado a simples hebras) una técnica que permite entre otras cosas aislar genes y regiones promotoras de genes, Polimorfismos asociados a microsatélites (que permite certificación de cepas y razas de plantas de cultivo). Además los propios promotores de los retrotransposones comienzan a ser vistos con gran entusiasmo por las empresas biotecnológicas, debido principalmente a su carácter de ser inducibles por agentes exógenos.

El quinto objetivo, la tecnología de los micro arrays ha permitido visualizar los conjuntos de genes que son activados y reprimidos en sus expresión cuando las plantas son sometidas a estrés salino, deshidratación y por temperaturas bajas. Para las tres situaciones de estrés las conclusiones son similares, ya que en los tres casos existe estrés osmótico. Una de las principales conclusiones es que existen más genes que se reprimen que los que se activan bajo las condiciones de estrés señaladas. A pesar de lo anterior, los mayores avances han sido realizados en la caracterización de los sistemas de tolerancia a estrés salino y deshidratación. Para el caso del estrés salino las respuestas adaptativas se pueden agrupar en tres grupos: la homeostasis que incluye la homeostasis iónica y osmótica; la detoxificación o reparación del daño causado por el estrés y el control del crecimiento celular. En cada grupo han sido aislados genes, para la homeostasis iónica se ha caracterizado la vía de genes sensibles al exceso de sal o vía SOS (*Salt Overly Sensitive*). Esta vía se basa en proteínas SOS que son activadas por una señal de Calcio citosólica, la que a vez es inducida por un exceso de Sodio. Este sistema termina con la regulación de un transportador de membrana que actúa como un antiporter de Na^+/H^+ . Transportadores de este tipo han sido caracterizados no solo en la membrana citoplasmática sino también en la membrana vacuolar, lo que permite acumular Na^+ en la vacuola lo que permite reducir el efecto osmótico y tóxico de este en el citoplasma de la célula. Plantas transgénicas sobre expresando estos transportadores vacuolares han sido probados en tomate, aumentando en estas plantas la tolerancia al estrés salino. En un segundo lugar están también los genes involucrados en la homeostasis que utilizan sistemas de transducción de señales mediante proteínas Kinasas y las que responden a ABA. Esta última está involucrada en la respuesta a los tres tipos de estrés. En la señales de detoxificación las respuestas están dadas en la hidrólisis de lípidos y remoción de especies reactivas de oxígeno. En la primera, están la generación de al menos tres moléculas señales derivadas de la hidrólisis de los fosfolípidos, es son: inositol 1, 4 y 5 trifosfato (IP_3), diacilglicerol (DAG) y ácido fosfatídico (PA). Para la formación de estas moléculas se requiere la participación de enzimas hidrolíticas entre las que se encuentran la típica denominada fosfolipasa C y las que actualmente han sido descritas que también son inducidas por estrés ósmótico y por frío, que son las fosfolipasas D y las fosfolipasas A. Respecto de la remoción de especies reactivas de oxígeno, tales como, peróxido de hidrógeno, radicales hidroxilos y aniones superóxidos, los cuales son aumentados durante los tres tipos de estrés y en especial por el estrés salino, se realiza principalmente por compuestos antioxidantes tales como; el ácido ascórbico, glutatión, tioredoxina y carotenoides y por enzimas como superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa y catalasa. Todas estas enzimas se encuentran aumentadas bajo estrés. En cuanto a la regulación el crecimiento y expansión celular, se ha visto que bajo estrés esta es disminuida probablemente por una

acción directa sobre algunos genes de regulación de ciclo celular, por ello gran interés a despertado el aislamiento de los genes RD29A y RD29B, que son expresados específicamente bajo condiciones de estrés y cuya inducción es tardía o posterior a los factores de transcripción DREB2B y AREB1, que regulan su transcripción y que a su vez están bajo control de ABA.

En resumen, la investigación en el campo de los mecanismos de tolerancia a estrés abiótico en plantas, aún está en sus etapas preliminares y por lo tanto la información es dispersa y difícil de integrar, con lo cual las posibilidades de realizar aporte significativos permanece abierta.

5. Aplicabilidad: explicar la situación actual del rubro en Chile (región), compararla con la tendencias y perspectivas en el país (región) visitado y explicar la posible incorporación de los conocimientos adquiridos, 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).

La situación actual en Chile comparada con la observada en el Congreso lo cual de un visión respecto de lo que está sucediendo en los países con mayor nivel de desarrollo, y de España, específicamente la investigación y desarrollo alcanzado en Barcelona, Ciudad sede del Congreso, es bastante precario pero incipiente. Lo cual está basado en tres aspectos sustanciales:

a.- **Escasos Recursos Humanos:** el país requiere urgentemente aumentar la masa crítica en el área de la Biología Molecular Vegetal y la Biotecnología Vegetal. Ha este congreso asistieron un total de 2300 investigadores de diferentes partes del mundo, de ellos solo 5 éramos Chilenos, y considerando a los que no fueron a dicho congreso el número no supera los 20 en el país, repartidos en Universidades e INIA. Solo con el ánimo de ilustrar las diferencias existentes en este punto, cabe mencionar que solo en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas de Barcelona, existen más de 20 investigadores dedicados un 100% de su tiempo al trabajo en biología molecular de plantas. Y tomando en cuenta los investigadores de las Universidades, de otros Centros de Investigación como el IRTA, el número asciende a más de 100.

El aumento de la masa crítica, solo se logra con un aumento en los Programas de Doctorados específicamente dirigidos a suplir estas falencias, en este aspecto algunas Universidades como la Universidad de Talca, y otras que se han asociado para tales efectos como la Universidad Católica de Valparaíso y la Universidad Técnica Federico Santa María, han iniciado en los últimos años Programas de Doctorado que tienden a superar este problema nacional.

b.- **Escasa Infraestructura:** La tecnología asociada a la investigación científica ha tenido un desarrollo extraordinario en la última década, con la incorporación de la robótica y tecnología digital de última generación. Esta tecnología permite por un lado manejar una gran cantidad de datos y obtener resultados o visualizarlos en un tiempo muy corto. Dicha tecnología, en países en que los recursos son limitados, se encuentran centralizados con el objeto que toda la comunidad Científica pueda tener acceso a ellos con un mínimo costo. En Chile, esta situación no existe y a pesar de lo limitado que puedan ser los fondos de investigación, ha faltado mayor cooperación y una visión de país para hacer frente a dichas limitaciones en infraestructura. En este sentido el Programa Genoma Chile, ha intentado suplir en parte algunos de los déficit existentes. Sin embargo, sería bueno que existiera mayor colaboración entre Universidades y

centros de Investigación, con el objeto de aunar criterios respecto de los fondos de inversión.

c.- **Escasa contribución de la Industria a la investigación:** En Barcelona se ha generado una relación tan estrecha entre las empresas y la investigación, que amparado por el Estado han creado lo que actualmente se denomina Parque Científico. En este parque, no solo se encuentran los grupos de investigación, sino también empresas de todo tipo y tamaño. Entre ellas es posible encontrar pequeñas empresas biotecnológicas que patentan y comercializan el producto de la investigación hasta grandes empresas farmacéuticas financian la investigación dirigida a un aspecto de su interés. Esta tipo de relación se traduce en riqueza y valor agregado a los productos prácticamente de inmediato. En Chile y a pesar del esfuerzo realizado por FONDEF y el propio FIA, la participación directa con capitales frescos de parte de la Industria continúa siendo escasa y responden a intereses mediáticos, lo cuales la mayoría de las veces no van de la mano de los resultados científicos, que normalmente son a más largo plazo.

Por lo anterior, el rubro de la Biología Molecular Vegetal en país se verá mejorado a largo plazo, si las políticas actuales de apoyo a la investigación y la formación, así como la de estrechar vínculos con las empresas es mantenido en el tiempo.

Respecto de los conocimientos adquiridos por el suscrito, estos serán de inmediato uso en los proyectos de investigación en que participa, así como también en la docencia de postgrado que tiene a su cargo.

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

Entre otras fueron las siguientes:

Institución/Empresa	Persona de Contacto	Cargo/Actividad	Fono/Fax	Dirección	E-mail
Scottish Crop Research Institute,	Amar Kumar	Investigador		Invergowrie, Dundee, DD2 5DA, Scotland, UK	akumar@scri.sari.ac.uk
Institute of Biotechnology	Alan Schulman	Investigador		University of Helsinki, Helsinki, Finland	alan.schulman@helsinki.fi
INRA Centre de Versailles	Marie Angele Grandbastien	Investigador		78026 Versailles France	gbastien@versailles.inra.fr
Dept of Pomology	Eduardo Blumwal	Investigador		University of California, Davis, USA	eblumwald@ucdavis.edu
Departamento de Botânica, IB-USP	Paula Araujo	Investigador		Rua do Matão 277, São Paulo, CEP 055080-090, SP, Brasil	pcaaraujo@yahoo.com
Centro Nacional de Biotecnología	Salomé Prat	Investigador			sprat@cnb.csic.es
Departament de Genètica Molecular IBMB	Montserrat Pages	Investigador		CSIC, Barcelona.España	mptgmm@cid.csic.es



Departament de Genetica Molecular IBMB	Pere Puigdomenech			CSIC, Barcelona. España	pprgmp@cid.csic.es
---	-------------------	--	--	-------------------------------	--------------------

7. Detección de nuevas oportunidades y aspectos que quedan por abordar: señalar aquellas iniciativas detectadas en la actividad de formación, que significan un aporte para el rubro en el marco de los objetivos de la propuesta, como por ejemplo la posibilidad de realizar nuevos 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.

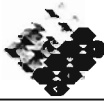
Los vacíos tecnológicos que quedaron en evidencia en este Congreso son múltiples y ya fueron citados en el punto 5. Sin embargo, los contactos que se realizaron, alguno de los cuales están citados en el punto anterior, permiten visualizar la posibilidad de múltiples colaboraciones que permitirán suplir en parte las carencias nacionales. Por otra parte, se pudo establecer la coordinación para la realización de un Workshop en mayo del 2004 en nuestro país, referido a un tema poco desarrollado como lo es "El rol de los elementos genéticos móviles en la evolución de los genomas y su aplicabilidad en la Biotecnología actual". Dicho workshop solo será posible en la medida que el suscrito logre reunir los fondos necesarios para implementarlo.

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.

En este sentido, los conocimientos adquiridos están siendo aplicados directamente en los proyectos de biotecnología que la Universidad está adscrita y por otro lado, los contactos establecidos permitirán que estudiantes de doctorado puedan realizar pasantías de laboratorio en diversos Centros de Investigación Internacionales.

9. Material Recopilado: junto con el informe técnico se debe entregar un set de todo el material recopilado durante la actividad de formación (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)
Libro		Libro de Resúmenes del Congreso
Artículo	1	Comparative Análisis of the self-incompatibility.....
Artículo	2	Molecular polymorphism distribution in populations....
Artículo	3	Karyotype rearrangements in a wine yeast strain by
Artículo	4	The mobility of the tobacco Tnt1 retrotransposon...
Poster	5	Expression profiling of genes involved in heavy metal
Poster	6	Poliketide derivatives active against Botrytis.....



Poster	7	The function of chitinases in defense response and
Poster	8	Genetic engineering of the tropane alkaloids.....
Poster	9	Identification of a major flowering activator gen....
Poster	10	Identification and characterization of genes...
Poster	11	Betacyanin synthesis induced by wounding and ...
Poster	12	SSR analysis of grapevine varieties
Revista		Revista de la Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España.
Boletín		Cultura Bistec.
Protocolos		Biobalística sobre tejidos de Arabidopsis.

10. Aspectos Administrativos

10.1. Organización previa a la actividad de formación

a. Conformación del grupo

___ muy dificultosa ___ sin problemas ___ algunas dificultades

(Indicar los motivos en caso de dificultades)

b. Apoyo de la Entidad Responsable

___ bueno ___ regular ___ malo

(Justificar)

c. Información recibida durante la actividad de formación

___ amplia y detallada ___ aceptable ___ deficiente

d. Trámites de viaje (visa, pasajes, otros)

___ bueno ___ regular ___ malo

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

10.2. Organización durante la actividad (indicar con cruces)

Ítem	Bueno	Regular	Malo
Recepción en país o región de destino			
Transporte aeropuerto/hotel y viceversa			
Reserva en hoteles			
Cumplimiento del programa y horarios			

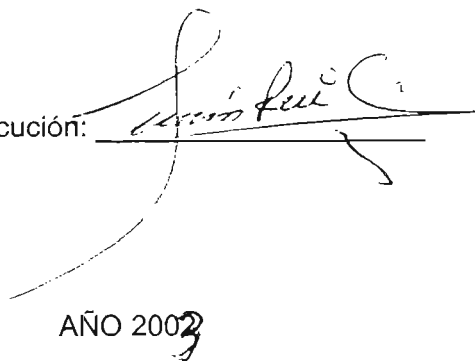
En caso de existir un ítem Malo o Regular, señalar los problemas enfrentados durante el desarrollo de la actividad de formación, la forma como fueron abordados y las sugerencias que puedan aportar a mejorar los aspectos organizacionales de las actividades de formación a futuro.

11. **Conclusiones Finales**

12. **Conclusiones Individuales:** anexar las conclusiones individuales de cada uno de los participantes de la actividad de formación, incluyendo el nivel de satisfacción de los objetivos personales (no más de 1 página y media por participante).

Fecha: 28-8-2003

Nombre y Firma coordinador de la ejecución:



AÑO 2003