



9/19  
/

## CONCURSO NACIONAL DE PROYECTOS DE INNOVACIÓN AGRARIA 2003

Red de investigación y transferencia tecnológica en residuos químicos para  
asegurar la calidad e inocuidad de hortalizas frescas y procesadas.

**FIA-PI-C-2003-1-A-36**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA E INGENIERIA FORESTAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS VEGETALES

NOVIEMBRE 2003





FOLIO DE BASES : 203

CÓDIGO (uso interno) FIA-PI-C-2003-1-36

**1. ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO**

NOMBRE DEL PROYECTO: "Red de investigación y transferencia tecnológica en residuos químicos para asegurar la calidad e inocuidad de hortalizas frescas y procesadas".

Línea Temática: Calidad y diferenciación de productos

Rubro: Hortalizas

Región(es) de Ejecución: V a VIII

Fecha de Inicio: 01/12/2003

DURACIÓN: 36 meses ( 3 años)

Fecha de Término: 31/11/2006

**AGENTE POSTULANTE:**

Nombre : Pontificia Universidad Católica de Chile  
Dirección : Alameda 390 Ciudad y Región: Santiago, R.Metropolitana  
RUT : 81.698.900-0  
Teléfono : 6864111 Fax y e-mail: 5520780 mkogan@puc.cl  
Cuenta Bancaria (tipo, N°, banco): N° 002546901-1, Banco Santander

**REPRESENTANTE LEGAL DEL AGENTE POSTULANTE:**

Nombre: Carlos Vio Lagos  
Cargo en el agente postulante: Director General de Postgrado, Investigación, Centros y Programas  
RUT: 6.209.479-9 Firma: \_\_\_\_\_  
Dirección: Alameda 390 Ciudad y Región: Santiago, R.Metropolitana  
Fono: 6862390 Fax y e-mail: 5520780  
(Se deberá repetir esta información tantas veces como cuántos asociados participen)

**AGENTES ASOCIADOS (CONTRAPARTES) :**

Nombre : Asociación Gremial de Exportadores de Productos Congelados AGEPCO ✓  
Dirección : Eleodoro Yáñez 2905 Ciudad y Región: Santiago, R.Metropolitana  
Teléfono : 6995400 Fax y e-mail: 6963506  
Representante legal: Cristian Stewart L. RUT: ~~71.472.100-3~~ 6.377.133-K

Nombre : GAXU Soluciones S.A.  
Dirección : Av. 11 Septiembre 2155 Torre B Oficina 1210, Providencia Ciudad y Región: ✓  
Santiago, R.Metropolitana  
RUT : 96.940.260-2  
Teléfono : 2330013 Fax y e-mail: 2330013  
Representante legal: Felipe Walker Valdovinoso  
10.369.019-6





Nombre : Fundación para el Desarrollo Frutícola FDF. 72.173.800-0 ✓  
Dirección : Av. Pedro de Valdivia 0193 Oficina 22, Providencia Ciudad y Región: Santiago,  
Teléfono : Fax y e-mail:  
Representante legal: Edmundo Araya - 220.772-K

Nombre : Comercial Frutícola S.A.  
Dirección : Eleodoro Yáñez 2905, Providencia Ciudad y Región: Santiago, R.Metropolitana  
Teléfono : 3346088 Fax: 3346088  
Representante legal: Cristian Stewart L. 71-663-910-7

Nombre : Alimentos y Frutos S.A. 96.557.910-9.  
Dirección : Lo Echevers 250 Ciudad y Región: Santiago, R.Metropolitana  
Teléfono : 3678000 Fax: 739-0101  
Representante legal: Gonzalo Bachelet Artigues 7.992.095-9.

COSTO TOTAL DEL PROYECTO 206.087.000  
(Valores Reajustados) : \$

FINANCIAMIENTO SOLICITADO 98.907.000 46,7  
(Valores Reajustados) : \$ %

APORTE DE CONTRAPARTE 108.680.000 52,4  
(Valores Reajustados) : \$ %





2. EQUIPO DE COORDINACIÓN Y EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO		
2.1. <i>Equipo de coordinación del proyecto</i> (presentar en Anexo B información solicitada sobre los Coordinadores )		
COORDINADOR DEL PROYECTO		
NOMBRE Marcelo Kogan Altermann	RUT 4.335.272 - 5	FIRMA 
AGENTE Pontificia Universidad Católica de Chile		DEDICACIÓN PROYECTO 30%/año
CARGO ACTUAL Profesor Titular y Jefe del Departamento de Ciencias Vegetales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.		CASILLA 306 Correo 22
DIRECCIÓN Vicuña Mackenna 4860. San Joaquín		CIUDAD Santiago
FONO 6864111	FAX 5520780	E-MAIL Mkogan@puc.cl
COORDINADOR ALTERNO DEL PROYECTO		
NOMBRE Rodrigo Ortega Blu	RUT 9.444.639-2	FIRMA 
AGENTE Pontificia Universidad Católica de Chile.		DEDICACIÓN PROYECTO 10%/AÑO
CARGO ACTUAL Profesor Adjunto del Departamento de Ciencias Vegetales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile		CASILLA 306 Correo 22
DIRECCIÓN Vicuña Mackenna 4860. San Joaquín		CIUDAD Santiago
FONO 6864111	FAX 5520780	E-MAIL raortega@puc.cl





## 2.2 . Equipo Técnico del Proyecto

(presentar en Anexo B información solicitada sobre los miembros del equipo técnico y en Anexo C las cartas de compromiso de participación)

Nombre Completo y Firma	RUT	Profesión	Especialidad	Función y Actividad en el Proyecto	Dedicación al Proyecto (%/año)
Geraldo Alfonso	14.650.186-9	Dr. En Química	Químico	Experto en Analítica de residuos químicos	30
Dunixe Villar Z.	13.669.683-1	Ingeniero Agrónomo	Fitotecnia	Responsable de actividades en terreno y laboratorio Proceso de datos	100
Rodrigo Chorbadjian	12.868.024-1	Ingeniero Agrónomo	Entomólogo	Experto Entomólogo	10
Ximena Ortega	8.269.932-5	Ingeniero Agrónomo, M.B.A..	Economía Agraria	Gestión y Desarrollo de Tecnologías de I&D	20
NN		Ingeniero Agrónomo	Fitopatólogo	Experto Fitopatólogo	10
Cristián Stewart		Ingeniero Agrónomo	Producción y comercialización de hortalizas congeladas.	Contraparte técnica en AGEPCO	1,5
Cristián Stewart		Ingeniero Agrónomo	Producción y comercialización de hortalizas congeladas	Contraparte técnica en AGEPCO	1,5
Miguel Aburto		Ingeniero Agrónomo	Producción y comercialización de hortalizas congeladas	Contraparte técnica en ALIFRUT	1,5
Felipe Walker		Ingeniero Civil Electrónico	Diseño, producción y comercialización de soluciones de Tecnología de Información y Comunicación para redes de trabajo	Contraparte técnica en GAXU	2



### 3. BREVE RESUMEN DEL PROYECTO

*(Completar esta sección al finalizar la formulación del Proyecto)*

El sector hortícola es un sector productivo estratégico social y productivamente, que involucra a un segmento relevante de pequeños y medianos productores, quienes en su actividad generan empleo y demanda de servicios en la población rural. Debido a la alta heterogeneidad en el nivel productivo de las explotaciones hortícolas, y a su corto período vegetativo, los agricultores tradicionalmente aplican fertilizantes en base a estándares externos y plaguicidas en base a calendario fijo, los que la mayoría de las veces, generan problemas de residuos no sólo por las prácticas de aplicación, sino porque se utilizan en dosis, frecuencias y con períodos de carencia que no son los exigidos por los mercados finales, situación que resulta en la detección en destino de residuos que provocan el rechazo de partidas completas, lo que genera pérdidas económicas y de confianza, difíciles de cuantificar. Además, las hortalizas destinadas al mercado interno, que no cumplen con los estándares de residuos y son consumidas, causan potenciales problemas de salud en la población.

La situación de residuos de plaguicidas ha sido estudiada en frutas de exportación, por su importancia como alimentos procesados y de consumo fresco, donde cada vez cobra mayor valor la inocuidad y seguridad alimentaria, considerados hoy como atributos de calidad, precio y/o permanencia o acceso a mercados exigentes y por tanto, de mayor rentabilidad. Sin embargo, el conocimiento y la sistematización de esta información a nivel de hortalizas es significativamente menor, a pesar que se trata de un rubro estratégico en términos de la generación de empleo directo e indirecto.

La sistematización de la situación de residuos de plaguicidas en hortalizas requiere de un esfuerzo tecnológico en términos de infraestructura, equipamiento y personal especializados, como también, del diseño e implementación de estrategias de trabajo coordinado entre productores y agroindustrias, lo que favorece el desarrollo de redes de trabajo en torno al monitoreo de residuos y seguimiento a propuestas de manejo correctivo para asegurar un producto sano y alimentariamente seguro. Estas redes de trabajo permitirán implementar Buenas Prácticas de Manejo tanto a nivel de campo, como de planta procesadora y de laboratorios de análisis, ya que el presente proyecto considera desarrollar, validar y transferir técnicas de detección de residuos que resulten de bajo costo, a objeto de masificar su uso como herramienta de monitoreo permanente en la cadena productiva.

El presente proyecto se orienta a mejorar la competitividad de la oferta de hortalizas procesadas, a través del desarrollo de tecnologías de detección y analítica de residuos de pesticidas, metales pesados y nitratos, para fortalecer su posicionamiento como alimentos inocuos y de alta calidad en mercados exigentes.

Esto permitirá fortalecer la oferta de hortalizas con atributos de inocuidad y seguridad alimentaria en términos de residuos químicos, para proteger la salud humana y fortalecer los patrimonios imagen país en el extranjero e imagen de la agroindustria en Chile, abriendo nuevos mercados para los productos hortofrutícolas de Chile y creando conciencia, en los distintos actores productivos, su rol y la importancia de la inocuidad alimentaria.

El establecimiento y puesta en marcha de una red de Investigación y Transferencia Tecnológica en residuos químicos, con énfasis en plaguicidas, permitirá contar con información estratégica de bajo costo, intensa cobertura y en forma instantánea a todos los agentes económicos involucrados en la cadena productiva de especies hortícolas frescas y procesadas, ello generará un modelo de trabajo no sólo a nivel de Laboratorio en centros especializados como la Pontificia Universidad Católica, facilitando el análisis y seguimiento de las causas de residuos de plaguicidas bajo un interés común a todos los involucrados, que es conquistar, mantener y proyectar la posición competitiva del rubro en el mercado nacional e internacional.

El proyecto contempla crear una red de investigación y transferencia de tecnología en residuos químicos para canalizar los esfuerzos públicos y privados hacia la consecución de productos hortícolas inocuos para los mercados internos y de exportación. Para ello es indispensable desarrollar tecnologías masivas y de menor costo para la detección y análisis de residuos de plaguicidas, que permitan contar con un sistema replicable y autosustentable en el tiempo, para asegurar la continuidad y proyección de la Red creada, cuyo fin es el fortalecimiento de la oferta del rubro hortícola.





#### 4. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA A RESOLVER

Durante la última década la actividad hortícola ha experimentado un notable crecimiento gracias a la creciente expansión de sus exportaciones especialmente de productos procesados, de tal forma que la agroindustria que emplea hortalizas como materia prima representa una importante fuente de divisas para Chile, siendo uno de los pilares más importantes de la actividad agrícola. Según ODEPA (2002) en 1998 la agroindustria en general (hortalizas y frutas) generó aproximadamente US\$ 1.200 millones, mientras en la temporada pasada el sector hortícola representó casi el 10% del valor de las exportaciones, con US\$142 millones.

La actividad exportadora y agrícola en general, se ve enfrentada a una exigencia constante por mejorar su competitividad, en especial cuando compiten en mercados exigentes en cuanto a calidad, sanidad e inocuidad. Los consumidores y distribuidores de productos hortofrutícolas en EUA, en la Comunidad Europea y en Japón, son cada vez más exigentes en cuanto a la Inocuidad de los Alimentos, y cada país o cultura, tiene distintas sensibilidades al respecto. Así, el mercado de EEUU es sensible en la higiene y presencia de microorganismos, por otro lado los países europeos como España, Portugal, Inglaterra, Irlanda, Francia y Alemania son más sensibles a la presencia de residuos de plaguicidas, y en el mediano plazo no cabe duda que exigirán inocuidad con relación a niveles de metales pesados. Los países asiáticos y en particular Japón, exigen todo lo anterior, además de nitratos.

El sector hortícola es un sector productivo estratégico social y productivamente, ocupa cerca de 122 mil hectáreas cultivadas a lo largo del país, superficie similar a la ocupada por viñas y parronales y equivalente a la mitad de la superficie plantada con frutales. La producción de hortalizas presenta ventajas en cuanto a vincular a un segmento relevante de pequeños y medianos productores, quienes en su actividad generan empleo y demanda de servicios en la población rural, la que según los datos preliminares del censo nacional 2002 (ODEPA 2002), alcanza a los 2 millones de personas, representando un 13,3 % del total nacional.

Debido a la alta heterogeneidad en el nivel productivo de las explotaciones hortícolas, y a su corto período vegetativo, los agricultores tradicionalmente aplican fertilizantes en base a estándares externos y plaguicidas en base a calendario fijo, los que la mayoría de las veces, generan problemas de residuos no sólo por las prácticas de aplicación, sino porque se utilizan en dosis, frecuencias y con períodos de carencia que no son los exigidos por los mercados finales, situación que resulta en la detección en destino de residuos que provocan el rechazo de partidas completas, lo que genera pérdidas económicas y de confianza, difíciles de cuantificar. Además, las hortalizas destinadas al mercado interno, que no cumplen con los estándares de residuos y son consumidas, causan potenciales problemas de salud en la población.



*[Handwritten signature]*



Por otra parte, los métodos, tecnologías y equipos actualmente disponibles para la detección de residuos de plaguicidas y metales pesados en Chile, son de alto costo para los usuarios, entregan información con 15 a 20 días de desfase e imposibilitan la aplicación de sistemas de monitoreo a través de la cadena productiva hortícola.

Entre las diversas estrategias para mejorar la competitividad de este sector, el presente proyecto aborda las relativas a generar reducciones de costos de producción mediante la identificación de puntos críticos para la ocurrencia de residuos en la cadena hortícola debido al uso inadecuado de insumos (fertilizantes y plaguicidas), y a fortalecer la oferta hortícola, tanto para el mercado interno como externo, mediante procesos de garantía de inocuidad alimentaria respecto a residuos químicos como atributo de diferenciación y mayor calidad de las hortalizas en segmentos y nichos de mercado de mayor exigencia.

Así Chile en los últimos 15 años ha logrado posicionar una imagen “país” que le ha permitido entrar a mercados tan exigentes como el Japonés y el Europeo, pero cualquier falla, (recordar caso uvas “envenenadas”), podría significar la pérdida casi irremediablemente de todo lo logrado hasta hoy en esta materia. Es por esto que se hace imperioso contar con tecnologías de punta que entreguen información rápida, confiable y a precios competitivos, por parte de un ente certificador, neutral y de prestigio, que permita respaldar a la oferta exportable hortícola (básicamente compuesta por productos procesados) ante barreras para arancelarias como acusaciones de supuesta contaminación de nuestros productos por residuos de plaguicidas o metales pesados, y en segundo término, proteger y respaldar la imagen de Chile, aislando rápidamente cualquier problema, contribuyendo a crear un ambiente de confianza y credibilidad ante la opinión pública nacional e internacional.

Chile ha sufrido rechazos de embarques en varios países como Portugal e Irlanda por presencia de trazas de productos prohibidos o por exceder las normas de residuos de plaguicidas autorizados, incluso en ciertos casos se han producido rechazos a embarques, a los que previamente en Chile se les determinó ausencia de residuos de plaguicidas, lo que demuestra que no se cuenta con técnicas y equipos de igual sensibilidad que los utilizados en Europa y Estados Unidos, o a problemas en el manejo de las muestras previo al análisis, elemento que es muy remarcado por los manuales y recomendaciones para los certificadores en Europa y EUA, sin embargo en el sector hortícola no cuenta con sistemas que garanticen la trazabilidad de las pocas muestras que se analizan en Chile.

El Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, junto con la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA-INTA, 1997), condujo el estudio “Screening de residuos de pesticidas en frutas y hortalizas de consumo habitual en Chile” en el cual fueron analizados 30 plaguicidas en cada una de las 546 muestras de frutas y hortalizas que constituyeron el universo de la muestra. Los plaguicidas analizados correspondieron principalmente a compuestos organofosforados, piretroides, carbamatos, y otros compuestos no organoclorados, sin embargo este estudio, como muchos otros, entregan sólo una visión estática de la problemática de residuos en estos productos, lo que no es garantía que se mantenga igual, ni menos que esté bajo control, ya que son mínimos los incentivos y herramientas de monitoreo de residuos que existen desde el nivel productor hasta el despacho del producto, ya sea fresco o procesado.





Tanto en Chile como en la mayoría de los países, se están implementando normas para asegurar la inocuidad alimentaria y el respeto al medio ambiente, entre otros, como son las Buenas Prácticas Agrícolas (EUREP-GAP). Estas normas, aunque sean respetadas y aplicadas por los productores nacionales, no aseguran la inocuidad de los alimentos, debido, en parte, a la falta de información en cuanto al potencial de residuos de plaguicidas que se podrían producir con las distintas prácticas agrícolas y a la falta de claridad con relación a las curvas de degradación de los plaguicidas en los diferentes productos hortícolas. Así, se transforma en una necesidad imperiosa monitorear el producto hortícola a nivel de productor (cosecha), durante el proceso y luego cuando sale de la agroindustria, además de generar y transferir prácticas de manejo mejoradas para asegurar la inocuidad de los productos nacionales.

Chile presenta una situación un tanto contradictoria: por una parte, el país cuenta, en general, con un sustento jurídico suficiente para apoyar programas de regulación, capacitación, entrenamiento y fiscalización del uso de plaguicidas, conducente a asegurarle a la ciudadanía un uso eficiente de los productos fitosanitarios. No obstante, la acción estatal, en sus niveles de monitoreo, fiscalización y control, se ve drásticamente restringida en su alcance y efectividad, debido a una fuerte limitación presupuestaria (González, S. 1998). Es por ello que el cumplimiento voluntario de la normativa existente por parte de la agroindustria es la única forma de fortalecer este importante sector exportador. La agroindustria ha desplegado grandes esfuerzos en este sentido, lo que les ha permitido mantener su prestigio nacional e internacional. A pesar de ello, aún hay mucho espacio para mejorar sus sistemas de monitoreo, aumentar el número de muestras por año y transferir tecnologías para el buen uso de los plaguicidas, en un contexto de buenas prácticas de manejo.

La base de la desinformación es la falta de información objetiva. Como existen pocos trabajos relacionados con los niveles de residuos en productos hortícolas, es muy importante producir en conjunto con la agroindustria, información válida y objetiva, obtenida usando el método científico.

Con el objeto de evitar y anular generalizaciones generadas por grupos eco-políticos, muchas veces infundadas, es prioritario desarrollar una línea de investigación y transferencia tecnológica, con la participación multidisciplinaria de profesionales de excelencia e idóneos en la materia, para así contribuir con el país, de tal manera que tanto los productores como los organismos fiscalizadores del Estado cuenten con información científica fidedigna, necesaria para la toma de decisiones en materia de contaminación con residuos químicos de productos hortícolas, dando cumplimiento a las sugerencias hechas por la European Commission (2000) al gobierno de Chile para la implementación de un sistema de monitoreo de residuos, donde recomienda mejorar la infraestructura, validar metodologías analíticas y crear capacidades para el desarrollo de laboratorios especializados que cumplan las normas ISO17025, para que así sean acreditados como tales.

Es imperioso alcanzar el desarrollo interno para garantizar productos hortícolas inocuos, tanto para el mercado interno como para los mercados internacionales más exigentes. Este proyecto busca ser parte de esta tarea de tanta trascendencia para un país exportador como es Chile.

M. Rogan



Así, los principales problemas que aborda el presente proyecto, pueden resumirse en :

- Inexistencia de un ente que canalice los esfuerzos privados y públicos en investigación y transferencia de tecnología en residuos químicos en productos hortícolas.
- Alto costo y el tiempo requerido de tecnologías y metodologías actuales de detección de residuos, imposibilitan usar la herramienta de análisis de residuos en forma continua y masiva.
- No existen Laboratorios en Chile que empleen las mismas tecnologías usadas en nuestros mercados de destino, lo que debilita nuestra posición negociadora al momento de rebatir una contramuestra con resultado diferente al detectado en Chile.
- Inexistencia de analítica de residuos químicos que resulte viable de aplicar masivamente a través de a cadena productiva hortícola. No existen sistemas de manejo de muestras que den garantía de la trazabilidad de las muestras, lo que muchas veces es la causa de resultados contradictorios entre análisis de residuos químicos realizados en Chile y en destino.
- Inexistencia de información confiable de residuos químicos a nivel de producto, y de las zonas críticas contaminadas, lo que dificulta la posibilidad a las agroindustrias, de contar con información fidedigna, oportuna y de bajo costo, para seleccionar sus zonas de abastecimiento de materia prima.
- Necesidad de fortalecer a la oferta hortícola con atributos diferenciables de calidad e inocuidad, que sean viables de aplicar en el sector hortícola.
- Necesidad de generar un conocimiento dinámicos de los niveles de residuos en productos y eslabones críticos, para asegurar la inocuidad de productos en destino.
- Es urgente generar estrategias de racionalización de uso de insumos con base en el efecto en el producto final. El uso de plaguicidas a calendario fijo y de fertilizantes en base a estándares fijos, promueve la ocurrencia de residuos, constituyen el origen de la mayor parte de los problemas de residuos químicos; una estrategia de monitoreo de residuos exige propuestas dinámicas de prácticas correctivas y preventivas.





Los resultados del presente proyecto se orientan a generar las siguientes soluciones :

a). A nivel de productores agrícolas :

Agregar valor a la oferta hortícola mediante atributos certificables de inocuidad alimentaria.

Reducir la incidencia de costos de agroquímicos (debido a la implementación de prácticas preventivas y correctivas) y pérdidas por rechazo por presencia de residuos químicos, causas relevantes en el deterioro progresivo de la competitividad de los cultivos hortícolas nacionales.

b). A nivel de la agroindustria hortícola nacional:

Contribuir a disminuir los altos niveles de variabilidad y riesgo en la rentabilidad efectiva de los cultivos hortícolas, asociados a factores como pérdidas de producción o castigos a la recepción por problemas de residuos químicos, originados en gran medida por falta de información técnica oportuna a nivel de productor que originan presencia de niveles críticos de residuos químicos.

Mejorar el nivel de información al alcance de los productores al respecto de las variables que determinan un manejo productivo orientado a generar productos sin residuos críticos.

Generar una estrategia de acción y coordinación entre los agentes productores para la implementación de una red de investigación y transferencia de tecnología, de carácter permanente, para el monitoreo y manejo de residuos químicos en hortalizas

## 5. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Debido a la estructura de tenencia de la tierra en Chile y a la baja inversión que exigen estos sistemas de producción, nuestro país está adquiriendo una posición de liderazgo en la producción y exportaciones de hortalizas frescas, congeladas y/o procesadas. Países como Brasil y México, orientan sus exportaciones hacia mercados de bajos precios con calidades regulares, en tanto que Chile apunta a conquistar mercados de alta exigencia, con productos de alta calidad, seguridad alimentaria y valor agregado, donde los niveles de residuos químicos pasan a ser un factor estratégico y también crítico para sostener la competitividad de estos rubros, dada la intensidad de uso de plaguicidas y fertilizantes, indispensables para mantener altos niveles de productividad y calidad. Sin embargo no se dispone de suficiente información fundamentada de los niveles actuales de residuos en la cadena productiva, ya que no existe una infraestructura adecuada y las técnicas analíticas actuales son caras, poco sensibles y lentas.





Este soporte debería estar disponible a los agentes principales (productores, exportadores y agroindustrias) de modo que se mantengan bases actualizadas de niveles de residuos a lo largo de la cadena productiva, mediante técnicas analíticas estándares, a precios competitivos, que hagan posible contar con información dinámica, en base a la incorporación de innovaciones tecnológicas tendientes a mejorar los tiempos de respuesta, sensibilidad y precisión de los análisis, así como su distribución espacial y sus relaciones con las prácticas de manejo de los cultivos en las diferentes zonas del país.

Chile tiene acceso a tecnologías de punta en materia de residuos químicos, que permitirían establecer programas de monitoreo de niveles de residuos, para ello se requiere ajustar y validar los protocolos de análisis y certificación de residuos químicos utilizando esas tecnologías de detección, así como también, es necesario realizar un levantamiento de niveles actuales de residuos químicos de plaguicidas, metales dañinos para la salud humana y nitratos, de tal modo de generar estrategias y planificación de medidas correctivas y paliativas, aplicables tanto a nivel de campo, postcosecha y en la etapa del proceso.

Disponer del conocimiento de los niveles, distribución geográfica y la relación de los residuos químicos con las prácticas agrícolas, permite ajustar la toma de decisiones y disponer de información oportuna y confiable respecto de las causas y niveles en cada etapa de la cadena productiva. Con esta herramienta, nuestro país puede mejorar la materia prima de la agroindustria con productos más seguros e inocuos, tanto para el consumo interno como para la exportación.

Para lograr lo anterior, se deben dar ciertas condiciones, como son: un centro de investigación y transferencia tecnológica altamente capacitado, confiable para todas las partes, e independiente capaz de realizar la analítica correspondiente, la colaboración de la agroindustria y una estrecha vinculación con los organismos oficiales encargados de dictar normas, regular y de la fiscalización de la Inocuidad de Alimentos, como son el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), y el Instituto de Salud Pública (ISP).

## 6. MARCO GENERAL DEL PROYECTO

Es importante señalar que este proyecto se enmarca dentro de la estrategia de la Pontificia Universidad Católica de Chile, de generar un núcleo de excelencia profesional y de equipamiento tecnológico al servicio de la Investigación Desarrollo en torno a la inocuidad de alimentos, el cual tiene como base el recientemente creado laboratorio de Analítica de Residuos Químicos con fondos privados, con el cual este proyecto FIA se complementa en términos de generar las herramientas, mecanismos y estrategias de Transferencia y Difusión de propuestas de manejo de residuos Químicos, que puedan ser utilizadas como insumos en programas de BPA y de generación de oferta exportable inocua y de alta calidad para mercados exigentes.



*[Handwritten signature]*



Cabe señalar que el Laboratorio de la Pontificia Universidad Católica está centrado en el desarrollo y ajuste de tecnologías analíticas necesarias para calibrar los equipos y desarrollar los procesos básicos de análisis al interior del laboratorio recién creado y en etapa de implementación, el cual ha sido dotado de equipos de última generación en detección de residuos químicos, capaces de arrojar resultados en tiempo mínimo y a un costo significativamente inferior a los que existen actualmente en Chile. Si bien esto permite masificar el uso de estas herramientas, es fundamental generar un soporte de capacidades en los usuarios a través de acciones integradas de Transferencia Tecnológica, cuya viabilidad y sostenibilidad en el tiempo sólo será posible a través de una estrategia PAIS frente a la problemática de Residuos Químicos, y de un trabajo con enfoque de CADENA PRODUCTIVA articulando los distintos agentes a través de una RED de colaboración, que son las que apunta el presente proyecto.

El presente proyecto se centra en el rubro hortícola debido al desafío que éstos presentan por su mayor disgregación y escasa capacidad de organización, a diferencia del sector frutícola, forestal y de ganadería intensiva, los que aglutinan a productores y agroindustrias del rubro en torno a potenciar a la oferta primaria según las exigencias de los mercados finales. Ello debido a las características de los agricultores que componen cada rubro, que en el caso de las hortalizas, en su mayoría se trata de pequeños y medianos productores, con escasa capacidad de organización, y capacidad de inversión en tecnología extrapredial; a diferencia de los productores de fruta, carnes blancas y del sector forestal, que tienen mayor capacidad tecnológica y económica, así como de inversión en I&D en función de las exigencias del mercado.

La situación de residuos de plaguicidas ha sido estudiada en frutas de exportación, por su importancia como alimentos procesados y de consumo fresco, donde cada vez cobra mayor valor la inocuidad y seguridad alimentaria, considerados hoy como atributos de calidad, precio y/o permanencia o acceso a mercados exigentes y por tanto, de mayor rentabilidad. Sin embargo, el conocimiento y la sistematización de esta información a nivel de hortalizas es significativamente menor, a pesar que se trata de un rubro estratégico en términos de la generación de empleo directo e indirecto.

La sistematización de la situación de residuos de plaguicidas en hortalizas requiere de un esfuerzo tecnológico en términos de infraestructura, equipamiento y personal especializados, como también, del diseño e implementación de estrategias de trabajo coordinado entre productores y agroindustrias, lo que favorece el desarrollo de redes de trabajo en torno al monitoreo de residuos y seguimiento a propuestas de manejo correctivo para asegurar un producto sano y alimentariamente seguro. Estas redes de trabajo permitirán implementar Buenas Prácticas de Manejo tanto a nivel de campo, como de planta procesadora y de laboratorios de análisis, ya que el presente proyecto considera desarrollar, validar y transferir técnicas de detección de residuos que resulten de bajo costo, a objeto de masificar su uso como herramienta de monitoreo permanente en la cadena productiva.





La actual situación de desinformación respecto al tema de residuos de plaguicidas, principalmente y de los metales en los alimentos, se debe principalmente 1) la inexistencia de un ente que coordine los esfuerzos privado y públicos en el tema, 2) al alto precio de los análisis de estos residuos en Chile que los hace prohibitivos, 3) a que no existen protocolos validados para la toma de muestras. Han existido reiterados casos en que embarques de alimentos han sido determinados como sin problemas, y en destino, con análisis del FDA han resultado con residuos sobrepasando la norma, y por lo tanto siendo rechazado el embarque con el consecuente costo para la empresa en producto e imagen para el país.

De este modo, la información y tecnologías propuestas por el proyecto, permitirán también disponer de protocolos validados nacional e internacionalmente, lo que favorecerá el acceso de nuestros productos a mercados exigentes, ya que se contará en origen con la identificación de la trazabilidad de las muestras de análisis de residuos, mediante protocolos acordes con las exigencias para laboratorios de reconocimiento internacional y acreditados por la American Association for Laboratory Accreditation y para cumplir con la ISO17025.

El desarrollo de las tecnologías y de las acciones propuestas por el proyecto, generarán un soporte y servicios tecnológicos a precios viables para agricultores y agroindustriales en la producción de hortalizas frescas y procesadas como alimentos sanos, inocuos y con niveles de residuos de plaguicidas aceptables para la salud humana. Este elemento es reconocido como un atributo de calidad y se traduce en mejores perspectivas de mercado para las hortalizas bajo monitoreo de residuos químicos, tanto en Chile como en el extranjero, las cuales por las características del rubro hortícola, impactarán favorablemente en el empleo y la demanda de servicios asociados a sistemas productivos de agricultores pequeños y medianos, dada la alta intensidad de mano de obra de estos rubros que se registra en estas especies y en este segmento de productores.

La verificación de la sanidad e inocuidad de los alimentos es hoy día parte del valor agregado a las frutas, hortalizas y sus derivados agroindustriales, lo que hace que la producción y procesamiento de estos productos sea cada vez más compleja, y requiera mayor cantidad de información, la cual debe ser rápida, de bajo costo y eficaz para la toma de decisiones cruciales para obtener productos inocuos acorde con las exigencias del mercado. En función de lo anterior, el presente proyecto propone determinar y homologar tecnologías analíticas y procedimientos correctivos a los niveles de residuos químicos que resultan críticos, buscando soporte en tecnologías de última generación tanto en el ámbito de muestreo y análisis químico, como en el ámbito del procesamiento y correlación de la información de laboratorio con la de terreno, incluyendo las prácticas de manejo, los cultivos, todo ello asociado a su localización geográfica y destino.





El uso de la llamadas “Tecnologías de Información” permiten una rápida y económica recolección de datos que antes eran imposibles de obtener. Estas tecnologías son agrupadas en tres grandes grupos: 1) sistemas de posicionamiento global (GPS) para la localización instantánea (latitud, longitud) dentro de un sitio o lote de producción, 2) sistemas de información geográfica (SIG o GIS) para el manejo y análisis de la información recolectada y 3) sensores, equipos y maquinaria especializada que permiten la recolección de la información en terreno y la aplicación de manejos variables. Las tecnologías de información son la base de la Agricultura de Precisión, la cual utiliza un conjunto de herramientas que básicamente permiten obtener bases de datos georreferenciadas en terreno en tiempo real o post proceso con un GPS con diferencial (DGPS), en conjunto con un software de muestreo.

Al conocer y manejar la variabilidad existente, por medio de las tecnologías anteriormente mencionadas, es posible realizar estudios que permiten manejar y relacionar un número considerable de variables, las cuales se manejan en capas (mapas) de información georreferenciada.

En este punto es importante destacar que se propone que el presente proyecto se coordine y complemente con el proyecto FIA C01-1-A-007 ejecutado por la Pontificia Universidad Católica de Chile, “Creación de un Centro de Agricultura de Precisión para promover el uso de tecnologías de información en cultivos tradicionales, para aumentar su eficiencia productiva y disminuir su impacto ambiental”, que se orienta al desarrollo de las tecnologías de información de última generación que son actualmente aplicadas en los países desarrollados como una herramienta de profesionalizar las observaciones y monitoreos de campo, y facilitar su análisis y correlación de causas y efectos en las variables estudiadas, en este caso, los residuos químicos .

Si bien el mencionado proyecto FIA trabaja en cultivos tradicionales, particularmente de maíz (suelo, malezas, plagas y enfermedades), todo el know how referente al estudio de la variabilidad espacial y temporal de los principales factores que afectan los rendimientos y producción de la producción, y los equipos necesarios para realizar estas evaluaciones, se constituyen en activos tecnológicos estratégicos que estarán disponibles para este proyecto.

Así también constituye un apoyo el conocimiento de la gestión de redes de trabajo en torno al manejo de información específica de los cultivos el proyecto FONDEF D02I1045 “Red nacional de viticultura de precisión” que genera una plataforma de trabajo entre entidades tecnológicas y empresas privadas para el empleo de estas tecnologías en torno a la cadena productiva de la vid vinífera, similar a la propuesta en el presente proyecto.

La coordinación e interacción entre los proyectos antes mencionados y las capacidades de la Pontificia Universidad Católica, y en particular, del Departamento de Ciencias vegetales de esta casa de estudios, será constante y permanente, ya que el Director Alterno (Profesor Rodrigo Ortega) de este proyecto es el Director Principal de los dos proyectos mencionados.





El Departamento de Ciencias Vegetales de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile dispone de un Laboratorio Analítico de Investigación en residuos químicos constituido por personal de excelencia, de reconocida trayectoria, y que cuenta con un Cromatógrafo de Gases con Masa/Masa GC/MS-MS y un equipo de Plasma axial (ICP) de última generación que permitirán ofrecer servicios tecnológicos hoy día no disponibles, los cuales se ofrecerán con la precisión, sensibilidad y rapidez que requiere el dinamismo de los sistemas de producción agroindustrial para los mercados más exigentes del mundo. Estos equipos permite realizar análisis de residuos de agroquímicos y metales pesados en materias primas para la agroindustria y alimentos frescos para asegurar una sana alimentación humana. El equipo técnico del proyecto propone establecer una red de trabajo con las agroindustrias y sus proveedores como estrategia asociativa de servicio continuo de análisis de residuos químicos a través de toda la cadena productiva, permitiendo vigilar puntos y prácticas críticas, y proponer medidas correctivas.

La nuevas tecnologías disponibles permiten además rediseñar estrategias de manejo agrícola para diferentes productores en base a los precios y características de los insumos a que tienen acceso. El resultado es que estas empresas pueden programar la calidad e inocuidad de sus productos con agilidad y confiabilidad, ya que dispondrán de una completa trazabilidad de sus sistemas productivos, lo que con la tecnología de cromatografía GC/MS-MS para analítica de plaguicidas, y el equipo Inductive Coupled Plasma (ICP) para metales pesados, además de un equipo Flow Injection Analyzer (FIA) que permite determinar nitrógeno total, nitrato, cloruro, amonio y bromatos, entre otros, permiten generar la base para las negociaciones de colocación de estos productos procesados en mercados de exportación. Este soporte tecnológico en complemento con el Centro de Agricultura de Precisión en Chile (CAPUC), que posee equipos de punta para el uso de tecnologías de información tales como GPS y Sistemas de Información Geográfica (SIG), será posible asegurar la trazabilidad de cada muestra analizada.





## 7. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

*(Anexar además un plano o mapa de la ubicación del proyecto)*

### DESCRIPCIÓN UNIDAD CENTRAL TÉCNICO – ADMINISTRATIVA DEL PROYECTO

*(Unidad donde se lleva a cabo la mayor parte de la ejecución, control y seguimiento técnico y financiero del proyecto. En caso de productores individuales, corresponde a la misma unidad predial o productiva donde se ejecutará el proyecto)*

Este proyecto tendrá su base en el Departamento de Ciencias Vegetales de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile, en el Campus San Joaquín, en la comuna de Macul, Región Metropolitana. Este corresponderá al centro de operaciones técnicas, de gestión, seguimiento y evaluación permanente del proyecto, así como la base de las actividades de Transferencia Tecnológica del mismo.

Las actividades de investigación aplicada tendrán lugar en las áreas de los cultivos hortícolas y frutales menores más importantes del país (desde la IV a la VIII región), en sistemas productivos de pequeños y medianos productores vinculados a agroindustrias de la zona. Por otra parte, las actividades de difusión, especialmente en aquellas en que se promoverán los principales resultados y tecnologías en inocuidad alimentaria tendrá lugar en las localidades donde se realiza el estudio, en los predios de agricultores, en las agroindustrias y en el Departamento de Ciencias Vegetales, así como en Seminarios y en la página web del proyecto





## 8. OBJETIVOS DEL PROYECTO

### 8.1. GENERAL:

Aumentar la competitividad del sistema productivo de hortalizas frescas y procesadas, a través de una **red de investigación y transferencia tecnológica en residuos químicos** para asegurar la calidad y diferenciación de estos productos en mercados exigentes, mediante una estrategia asociativa de monitoreo continuo y propuestas de manejo productivo que permitan generar un **sistema de aseguramiento de inocuidad** en la cadena alimentaria de hortalizas a nivel nacional.

### 8.2 ESPECÍFICOS:

- 1) Crear una red de investigación y transferencia de tecnología en residuos químicos para canalizar los esfuerzos públicos y privados hacia la consecución de productos hortícolas inocuos para los mercados internos y de exportación.
- 2) Evaluar y validar tecnologías masivas y de **menor costo para la detección y análisis de residuos** de plaguicidas, metales pesados y nitratos en hortalizas frescas y de uso agroindustrial, **que resulten en sistemas viables de monitoreo georeferenciado** de niveles residuos en la cadena productiva.
- 3) Desarrollar y validar la información necesaria para la delimitación geográfica de **zonas con niveles críticos de residuos** de plaguicidas, metales pesados y nitratos en rubro hortícolas relevantes y la certificación de aquellas de menor riesgo.
- 4) Evaluar y transferir propuestas de manejo productivo, en agentes proveedores y de apoyo a la cadena productiva de hortalizas frescas y procesadas a nivel nacional, tendientes a cautelar la inocuidad de estos productos en cuanto a residuos químicos.
- 5) Desarrollar e implementar un centro de referencia e información de residuos de plaguicidas, metales pesados y nitratos en rubros hortícolas relevantes, como base de la **Red de Monitoreo y Aseguramiento de Inocuidad de Hortalizas** que se propone el proyecto para canalizar, difundir y validar nuevas tecnologías para **asegurar la calidad e inocuidad de la materia prima en la cadena productiva de hortalizas.**





## 9. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS

*(Describir en detalle la metodología y procedimientos a utilizar en la ejecución del proyecto)*

Las actividades que componen la metodología a emplear se agrupan en las siguientes etapas :

- 1) **Establecimiento de una red de investigación y transferencia de tecnología** con base en el Departamento de Ciencias Vegetales de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile.
- 2) **Homologación de las técnicas analíticas y determinación de protocolos de muestreo, transporte y almacenaje**, lo que se realizarán en conjunto con las agroindustrias asociadas.
- 3) **Levantamiento línea base** de residuos químicos por rubro hortícola relevante.
- 4) **Determinación de curvas de degradación de plaguicidas recomendados para los productos hortícolas** y algunos frutos (frutilla).
- 5) **Monitoreo para cada especie en cada región.**: selección de puntos de monitoreo, encuesta a productores de sitios seleccionados; toma de muestras en cosecha de cada especie y análisis en laboratorio.
- 6) **Determinación de sectores con niveles críticos** : identificación de principales problemas por especie y zona.
- 7) **Seguimiento** a sitios seleccionados en zonas prioritarias por especie.
- 8) **Determinación de relaciones causa efecto.**
- 9) **Propuesta de enmiendas o correcciones** a los problemas detectados, si corresponde.
- 10) **Validación de enmiendas y correcciones** si corresponde.
- 11) **Transferencia tecnológica** : Difusión de resultados y generación de capacidades en usuarios.





Se han seleccionado las siguientes especies de hortalizas, básicamente por su importancia económica nacional :

Especie	Criterio de selección			Observaciones respecto a la situación de residuos químicos por especie
	% de superficie hortícola	% del valor de exportaciones hortícolas	Destino	
Espárrago	3,2	14,0	Fresco y procesado	Producto importante de exportación y consumo interno, al cual se le aplican herbicidas y otros plaguicidas durante la cosecha, el cual tiene contacto directo con el suelo.
Maíz dulce	10,1	1,6	Fresco y procesado	Es un producto importante en el consumo interno y para la exportación, al cual se le aplican plaguicidas durante la polinización, para evitar ataques de gusanos del choclo y otros. Estas aplicaciones son relativamente cercanas a la cosecha, y directamente sobre el órgano de consumo. Además es producido en zonas urbanas, peri urbanas y en potreros adyacentes a todo tipo de caminos.
Arveja	4,1	0,1	Fresco y procesado	Importante producto agroindustrial de consumo interno y exportación, con diversas aplicaciones de plaguicidas a la planta y al órgano de consumo
Bróccoli	0,4	0,8	Fresco y procesado	Es un importante producto de exportación para la agroindustria, y un cultivo con una alta aplicación de plaguicidas al órgano de consumo (inflorescencia) para controlar el ataque de pulgones, estas aplicaciones son numerosas y hechas relativamente cercanas a la cosecha. Producido en zonas urbanas, peri urbanas y en potreros adyacentes a todo tipo de caminos. Además concentra nitratos en su inflorescencia.
Tomate	17,6	71,6	Fresco y procesado	Es una de las hortalizas de mayor consumo nacional y de producción en el país para uso agroindustrial, la exportación del tomate es en una amplia gama de formas, como pasta, conserva, deshidratado, fresco, etc., y es un cultivo con numerosas aplicaciones de plaguicidas a la planta y al órgano de consumo, relativamente cercanas a la cosecha., y es producido en zonas urbanas, peri urbanas y en potreros adyacentes a todo tipo de caminos
Espinaca	0,4	0,2	Fresco y procesado	Es un cultivo con altas aplicaciones de plaguicidas, y de relativa importancia para algunas agroindustrias. El organo de consumo son sus hojas, las cuales según FAO es donde se produce la mayor concentración de metales en las plantas.
Lechuga	4,9	0	Fresco	Es una de las hortalizas de mayor consumo en el país, y con grandes proyecciones para exportación como ensaladas procesadas, además el órgano de consumo es la planta completa, y es un cultivo al cual se le aplican plaguicidas durante su desarrollo, y cercano a la cosecha. Su órgano de consumo principal son las hojas, las cuales según FAO es donde se produce la mayor concentración de metales en las plantas, y tiende a acumular nitratos en sus hojas.
Cebolla	4,7	11,6	Fresco y procesado	Es una hortaliza de exportación y consumo interno importantes, con problemas fitosanitarios importantes, los cuales requieren de un alto número de aplicaciones con distintos plaguicidas, cuyo órgano de consumo son hojas modificadas, de mayor concentración de metales, además de ser un cultivo de producción atomizada, y que en su mayoría es cultivado por pequeños agricultores.
Zanahoria	3,0	0	Fresco y procesado	Fresco y procesado
Frutilla	0,01		Fresco y procesado	Importante producto agroindustrial para congelado, para consumo interno y exportación. Es producido en pequeñas superficies por medianos y pequeños agricultores. A la cual se le aplican algunos plaguicidas durante el desarrollo de sus frutos.




En conjunto con AGEPCO y sus asociados, se establecerá una Red de trabajo para el cumplimiento de los objetivos cuantitativos del proyecto. Esta red tendrá su base en el DCV y su principal medio de comunicación será una página web que podrá ser accedida directamente por los usuarios de la red y por el público en general.

## 2) Homologación de las técnicas analíticas y determinación de protocolos de muestreo, transporte y almacenaje:

### Agroquímicos

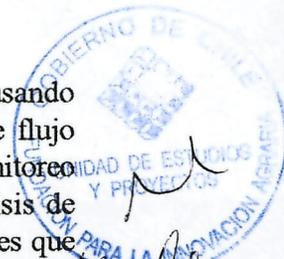
Para el análisis de residuos de pesticidas, tanto cualitativa como cuantitativamente en las muestras de productos hortícolas anteriormente señalados, previo a un proceso de disgregación, según las normas establecidas, se utilizará un Cromatógrafo de gases Masa-Masa GC/MS-MS. Este equipo es capaz de identificar compuestos que coeluyen en la separación cromatográfica, permitiendo determinaciones múltiples, donde cada eluyente puede ser detectado a través del espectrofotómetro de masa acoplado a dicho instrumento, con mayor selectividad y sensibilidad que otros que son solo cromatógrafos de gases Masa, siguiendo los protocolos establecidos para estos efectos por EPA y la Unión Europea (EPA, 1999; Hill, 1999). Se analizarán los plaguicidas utilizados de acuerdo a los programas establecidos por cada agroindustria para los productores, además de los llamados "12 productos malditos", además de organoclorados, organofosforados y carbamatos. Así también, se analizarán selectivamente según la credibilidad de cada sitio o productor, otros plaguicidas analizados por el FDA y/o la UE.

### Metales totales

Se analizarán Pb, Cd, Hg, Cu, As, Fe, Mo, Se, Cr, Zn, Ni, Mn y Sn, en las mismas muestras tomadas para el análisis cromatográfico, utilizando para ello Espectrometría de Emisión Atómica con Plasma Inductivamente Acoplado (ICPAES). Este equipo entre muchas de sus ventajas, tiene la posibilidad de determinar en forma simultánea aproximadamente 35 a 75 elementos, con límites de detección muy bajos (<0,001ppb), la rapidez y productividad del equipo permiten gran eficiencia. Además cumple con todos los estándares internacionales para tales efectos.

### Nitratos

Van a ser determinados en las diferentes muestras, por medio de espectrofotolorimetría usando ácido acético como agente extractante, y lectura utilizando un equipo de Inyección de flujo (FIA, Flow Inyección Analyzer) . Esta etapa es de especial relevancia, dado que el monitoreo propuesto será viable en la medida en que se generen tecnologías de detección y análisis de residuos de plaguicidas, metales pesados y nitratos que se ofrezcan a precios y condiciones que



*[Handwritten signature]*



permitan mantener la competitividad de cada rubro, es decir tecnologías de bajo precio, alta confiabilidad y calidad de la información, así como rapidez en la entrega de la información.

Para componer la muestra original se utilizarán las técnicas estadísticas determinadas por EPA (EPA, 1999) para este fin, entre las cuales se puede mencionar la técnica para estimar la media y la varianza de las muestras a componer.

### **3). Levantamiento línea base de sectores con niveles críticos de residuos químicos por rubro hortícola relevante :**

El levantamiento de la línea base de residuos químicos en las especies señaladas se realizará con el fin de determinar relaciones causa efecto además de los niveles de la situación inicial. De existir niveles indeseables de residuos químicos se estudiarán y propondrán prácticas agrícolas adecuadas con el objeto de remediar el problema, generar protocolos que permitan homologar las técnicas de análisis utilizadas por los mercados más exigentes en estos temas, y fundar las bases para poder generar información fiable y global acerca de la realidad nacional en la inocuidad de alimentos, tendiente a la certificación de productos.

La identificación de zonas críticas se realizará en base a diversas herramientas y metodologías, como sistemas de información geográfica, programas de geoestadística y GPS, entre otros. Para este análisis se considerarán las variables que inciden directamente sobre la inocuidad de alimentos en el tema de los residuos químicos, como son la fertilización, historial del sitio, manejos agronómicos y aplicaciones de pesticidas.

Con esta información se establecerán relaciones causa-efecto, es decir, relacionar las variables sitio específicas (fertilización, historial del sitio, manejos agronómicos y aplicaciones de plaguicidas) más gravitantes en la inocuidad de alimentos en los productos hortícolas y frutos estudiados, con las que se propondrán soluciones si así lo amerita. Para ello se establecerán 90 sitios (10 sitios por especie) de muestreo, en una primera temporada, en los cuales se tomarán muestras de productos al momento de la cosecha. En una segunda temporada, con la información generado en la primera, se seleccionarán 3 sitios por especie, para estudiar los casos geográficos particulares que revistan mayor importancia en cada producto, para desarrollar un seguimiento de la cadena productiva con el fin de determinar relaciones causa efecto de los posibles problemas encontrados, y terminar, en una tercera temporada, con la validación de las enmiendas propuestas a partir de los estudios realizados en las temporadas anteriores, si es pertinente. Se abarcará la principal la zona hortícola chilena. La distribución de los sitios será la siguiente:

- V Región, Valle del Aconcagua
- Región Metropolitana, valle central de riego
- VI Región, valle central de riego
- VII Región, valle central de riego
- VIII Región, valle central de riego





La distribución de los sitios por región en la primera temporada, se hará según la proporción de la superficie total cultivada de cada especie, y se seleccionarán de acuerdo al tipo de productor, dando preferencia a los agricultores medianos y pequeños. En la segunda y tercera temporadas los sitios se determinarán según los principales problemas y zonas geográficas críticas por especie.

Los muestreos en este proyecto apuntarán a determinar los residuos de plaguicidas, metales totales y precursores de carcinógenos (nitratos), además de identificar áreas geográficas donde el problema sea mayor.

A cada una de las muestras recolectadas se les evaluarán las siguientes variables:

- Residuos de plaguicidas
- Metales totales (Pb, Cd, Hg, Cu, As, Fe, Mo, Se, Cr, Zn, Ni, Mn y Sn)
- Nitratos

#### 4) Curvas de degradación

Se determinarán curvas de degradación para los plaguicidas recomendados por la agroindustria para la producción de su materia prima, para cada especie incluida en el presente estudio. Para ello se recopilarán antecedentes de curvas de degradación para cada plaguicida según especie, posteriormente se realizarán estudios de campo, seleccionando diversos sitios representativos, distribuidos por toda el área de estudio que comprende el presente proyecto. Así se podrá disponer de curvas de degradación para aplicaciones de plaguicidas en distintas condiciones de cultivo y manejo (zonas, etapas de cultivo, clima, y otras).

#### 5). Monitoreo para cada especie en cada región

La selección de sitios de monitoreo se realizará en conjunto con las entidades asociadas al proyecto, y un representante del FIA, quienes validarán los criterios de selección propuestos por el equipo técnico del proyecto. A ellos se les aplicará una encuesta focalizada para obtener un perfil de cada productor, su nivel educacional, su conocimiento del tema de la inocuidad alimentaria, conciencia de su rol en el proceso productivo, y también para caracterizar el sitio estudiado, permitiendo hacer una acuciosa selección posterior de los sitios a estudiar en una segunda etapa del proyecto. Esta encuesta se aplicará al inicio del proyecto, para establecer la línea base de conocimiento y motivación de los productores, y también al término del proyecto, para medir el cambio conductual. Esta encuesta con un formato ajustado, también se aplicará a otros agentes relevantes de la cadena productiva, tales como Profesionales, Técnicos y Gerentes de las agroindustrias participantes. Todo ello permitirá tener una evaluación de entrada y final del potencial de aplicabilidad y apropiación del proyecto.





La unidad de muestreo utilizada será el cultivo-productor, con repeticiones aleatorias por unidad de muestreo, para la obtención de muestras compuestas. Esta etapa estará a cargo el Ingeniero Agrónomo de terreno a contratar, quien tiene una buena formación en análisis estadístico y manejo de tecnologías de información y comunicaciones, para el registro de los datos de terreno con apoyo del personal del Centro de Agricultura de Precisión CAPUC.

Una vez seleccionados los puntos a monitorear, se muestreará en 5 puntos críticos de la cadena productiva de los productos hortícolas :

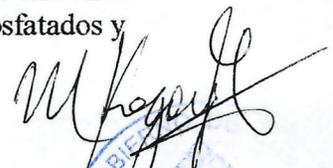
- Cosecha. Al momento de cosecha de cada producto.
- Post lavado en cada una de las agroindustrias y para cada producto.
- Post proceso en cada una de las agroindustrias y para cada producto.
- Producto terminado en cada una de las agroindustrias y para cada producto.
- Producto en venta directa.

En cada punto crítico se tomarán muestras del órgano de consumo de cada especie, de acuerdo a las metodologías utilizadas por The Environmental Protection Agency's (EPA) Office of Pesticide Programs (OPP) (EPA, 1999) y por la Unión Europea (Hill, 1999). Estas metodologías definen tamaño de la muestra y los métodos estadísticos para analizar los resultados de residuos de plaguicidas, las cuales son aún más rigurosas que las utilizadas para el análisis de metales y nitratos en los alimentos. La toma misma de muestras se hará según la metodología de GLP (Good Laboratory Practices) de modo que no existan posibilidades de contaminación.

Toda muestra será introducida en una bolsa de polietileno desechable, esta bolsa será introducida en un contenedor de plástico para aislar cada una de ellas, y protegerlas de posibles daños físicos. Los contenedores serán transportados desde el campo en un vehículo refrigerado. Luego de llegar las muestras al laboratorio, que debe ser en un tiempo no mayor a 24 h desde su cosecha y serán almacenadas a  $-20^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ , a la espera del análisis.

Los contenedores plásticos se podrán reutilizar lavándolos cuidadosamente con agua destilada, para evitar posibles contaminaciones. Las bolsas de polietileno no serán reutilizables, y se hará un análisis del contenido de residuos químicos de la superficie de cada partida adquirida.

Se hará un estricto seguimiento a cada productor, con el objeto de garantizar que siga a cabalidad las recomendaciones (protocolos) de plaguicidas dados por la empresa correspondiente. Como antecedente anexo, que servirá para el análisis final de la temporada, se llevará una clara hoja de aplicación para cada caso, la que incluirá: equipo y boquillas, tipo de aplicación (manual, mecanizado), origen del producto, dosis, concentración del ingrediente activo, uso de adyuvantes, entre otros, además de una hoja de fertilización, la que incluirá: dosis, tipo de fertilizante, origen, momento y modo de aplicación. Los fertilizantes fosfatados y potásicos serán analizados para metales pesados.




Los puntos a muestrear en el proceso agroindustrial serán: postlavado, postproceso, producto terminado y venta directa. También se tomarán muestras del agua utilizada en los diferentes procesos industriales de los productos.

Las muestras colectadas en el monitoreo serán transportadas, almacenadas y manejadas según las metodologías utilizadas por la Unión Europea (Hill, 1999) y EPA (1999) para la validación de resultados por los servicios públicos de análisis de residuos de plaguicidas, metales y otros. Las muestras deberán estar en laboratorio antes de 24 horas desde la toma de estas, y deberán ser analizadas antes de que presenten un deterioro visible. En el caso de los productos congelados serán transportados en hielo seco, con el mismo sistema de contenedores, y los productos terminados serán transportados en contenedores sin remover ninguno de sus empaques, manteniéndolos intactos hasta el momento de ser analizados.

Para el análisis de residuos de pesticidas, tanto cualitativa como cuantitativamente en las muestras de productos hortícolas y frutos anteriormente señalados, previo a un proceso de disgregación, según las normas establecidas, se utilizará un Cromatógrafo de gases Masa-Masa GC/MS-MS. Este equipo es capaz de identificar compuestos que coeluyen en la separación cromatográfica, permitiendo determinaciones múltiples, donde cada eluyente puede ser detectado a través del espectrofotómetro de masa acoplado a dicho instrumento, con mayor selectividad y sensibilidad que otros que son solo cromatógrafos de gases Masa, siguiendo los protocolos establecidos para estos efectos por EPA y la Unión Europea (EPA, 1999; Hill, 1999).

Se analizarán los plaguicidas utilizados de acuerdo a los programas establecidos por cada agroindustria para los productores, además de los llamados "12 productos malditos", además de organoclorados, organofosforados y carbamatos. Así también, se analizarán selectivamente según la credibilidad de cada sitio o productor, otros plaguicidas analizados por el FDA y/o la UE. (anexos 6 y 7)

Para componer la muestra original se utilizarán las técnicas estadísticas determinadas por EPA (EPA, 1999) para este fin.

En el caso de metales totales, se analizarán Pb, Cd, Hg, Cu, As, Fe, Mo, Se, Cr, Zn, Ni, Mn y Sn, en las mismas muestras tomadas para el análisis cromatográfico, utilizando para ello Espectrometría de Emisión Atómica con Plasma Inductivamente Acoplado (ICPAES). Este equipo entre muchas de sus ventajas, tiene la posibilidad de determinar en forma simultánea aproximadamente 35 a 75 elementos, con límites de detección muy bajos (<0,001ppb), la rapidez y productividad del equipo permiten gran eficiencia. Además cumple con todos los estándares internacionales para tales efectos.

Los Nitratos serán determinados en las diferentes muestras, por medio de espectrofotocolorimetría usando ácido acético como agente extractante, y lectura utilizando un equipo de Inyección de flujo (FIA, Flow Inyección Analyzer).





**6). Determinación de zonas críticas :** identificación de principales problemas por especie y zona.

Utilizando la información de muestreo georreferenciado, se procederá a la confección de mapas interpolados de los contenidos de residuos en las muestras de cada producto. Aquellas zonas geográficas que presenten mayores niveles serán delimitadas geográficamente y estudiadas en mayor detalle. El concepto de frecuencia de muestras que sobrepasen los niveles críticos será utilizado dentro de cada zona.

**7). Seguimiento a sitios seleccionados en zonas prioritarias por especie.**

Se hará un seguimiento de la cadena productiva desde la materia prima hasta el producto final, para determinar causas y efectos en la presencia de residuos químicos en alimentos de consumo humano. En los sitios se hará un seguimiento a las aplicaciones de plaguicidas en cuanto a equipo y boquillas, tipo de aplicación (manual, mecanizado), origen del producto, dosis, concentración del ingrediente activo, uso de adyuvantes, entre otros. Además se monitoreará la aplicación de fertilizantes en cuanto a dosis, tipo, momento y modo de aplicación. En la planta de procesos se realizará un seguimiento de los productos muestreados en el campo y de los procesos que se les realicen

**8). Determinación de relaciones causa efecto.**

La verificación de los niveles actuales de residuos químicos en base a un muestreo de cobertura significativa en términos de especies de hortalizas y zonas geográficas relevantes se realizará a lo largo de la cadena productiva hasta el producto final en destino, vinculando relaciones de causa-efecto y variabilidad espacial por zona geográfica en los rubros estudiados. Este conocimiento permite identificar los rubros con niveles de residuos en alerta y las prácticas correctivas o la toma de decisiones informadas respecto al que hacer con los productos. Una vez conocido el punto y características de ocurrencia, será posible identificar su origen e implementar medidas de control.

Por otra parte, el generar un levantamiento de los residuos químicos existentes en hortalizas se transforma en valor agregado a la producción, en su carácter de producto sano e inocuo, una vez corregidos los puntos críticos.

El levantamiento y mapeo de especies hortícolas con niveles de residuos de plaguicidas, permitirá realizar el monitoreo de los mismos, tanto espacialmente como a través de la cadena productiva de cada especie hasta su despacho a consumidor final después del proceso. Una vez generado el levantamiento de la información de niveles y causas de residuos químicos, será posible generar propuestas de manejo correctivas para las prácticas agrícolas vinculadas a niveles críticos de residuos de plaguicidas, metales pesados y nitratos, en cada rubro agroindustrial. Así, un beneficio directo del proyecto serán nuevas capacidades a nivel de productores, agroindustrias y especialistas, para implementar, desarrollar y mantener una red de monitoreo de residuos químicos, como herramienta de alerta para la implementación de medidas correctivas en el manejo agrícola y postcosecha de los productos.





**9). Propuesta de enmiendas o correcciones a los problemas detectados :**

En base a la información recolectada en el proyecto, se propondrán acciones correctivas simples para reducir los niveles y frecuencias de muestras que sobrepasen los niveles aceptados. Estas acciones serán transferidas directamente a los usuarios a través de todos los mecanismos y canales de transferencia tecnológica disponibles. Algunas acciones, como la reducción en el número de aplicaciones de agroquímicos/temporada serán validadas en terreno, antes de su masificación.

**10). Validación de enmiendas y correcciones :**

Algunas de las enmiendas y correcciones al manejo, propuestas por el proyecto, serán validadas en terreno, antes de su transferencia a los usuarios finales. Especial relevancia, tendrá la validación de prácticas como: 1) disminución del número de aplicaciones fijas de productos o su reemplazo por aplicaciones basadas en información meteorológica y 2) nuevas alternativas de productos.

Estas validaciones se harán en sitios seleccionados en conjunto con AGEPCO , en experimentos de gran tamaño, comparando los tratamientos actuales con las nuevas alternativas. Las validaciones se harán con la ayuda de las herramientas (GPS, Sig, etc) disponibles en el Centro de Agricultura de Precisión de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

**11). Transferencia tecnológica :**

La efectiva Transferencia Tecnológica y Difusión de resultados se orientará a la generación de capacidades en usuarios, lo que deberá verificarse por una participación creciente de empresas usuarias que asuman la calidad de asociadas al proyecto, para lo cual se considera desarrollar un Plan de Transferencia y Promoción de la Tecnología y de los productos del proyecto, área de la que será responsable en el contexto del proyecto, la Sra. Ximena Ortega, Ing. Agrónomo M.B.A., quien coordinará la realización de actividades de marketing y relacionamiento con las actuales y con nuevas y potenciales empresas asociadas.

Para capturar la asociación de nuevas empresas se contempla realizar acciones de promoción de los contenidos del proyecto, elaborar directorios y establecer contacto con empresas potencialmente asociadas, identificar y sistematizar sus necesidades y expectativas respecto al proyecto FIA, así como diseñar y coordinar la ejecución de actividades de difusión masiva dirigida a este sector y al público en general.





Una de las estrategias que se abordará para fortalecer el diagnóstico de los puntos críticos durante el manejo del cultivo en precosecha y asegurar una racionalización en el uso de agroquímicos, es que se propone trabajar con plantas procesadoras de hortalizas, ya que la producción de hortalizas como materia prima de la agroindustria, presenta ventajas en cuanto a vincular a un segmento relevante de pequeños y medianos productores, quienes en su actividad generan empleo y demanda de servicios en la población rural. Por esta facilidad estratégica, se incorpora AGEPCO como entidad asociada aportando personal técnico, infraestructura y apoyo a la ejecución del proyecto. También se integra en estos términos a COMFRUT S.A., ALIFRUT S.A. y a GAXU.

La Asociación de Productores de Agroindustrias de Congelado, AGEPCO, agrupa a 19 empresas del sector, que representan el 100% del mercado nacional y el 80% de las exportaciones totales de congelados, entre las empresas vinculadas al proyecto a través de AGEPCO, entre las que se encuentran : Agrícola NOVA S.A., Agroindustria Framberry Ltda., Agroindustria y Frigorífico M y M Ltda., Agroindustrial Frutos del Maipo Ltda., Alimentos y Frutos S.A., C y C Group S.A., Chile Andes foods S.A., Comercial Frutícola S.A., Exportadora Frucol Ltda., Frigo Ditzler Ltda, Frutícola Viconto S.A., Nevada Export S.A., Sanco Export Ltda y Vital Berry Marketing S.A.

AGEPCO forma parte de FEPACH, entidad gremial que agrupa a las industrias procesadoras de alimentos que reúne alrededor de 100 empresas productoras y exportadoras del rubro. La integran las asociaciones de empresarios ASFACO, Asociación de Procesadores de Alimentos de Chile; ADECH, Asociación de Deshidratadores de Chile; AGEPCO, Asociación de Productores de Agroindustrias de Congelado, ASECO, Asociación de Productores de Jugo Concentrado. AGEPCO concentra las principales empresas de congelados de hortalizas y frutos menores, y a través de esta organización se asegura la cobertura de las acciones, aplicación y difusión de los resultados del proyecto que se propone a través de este documento. Se refuerza la estrategia de trabajar en forma coordinada con asociaciones, con la participación en el Consejo Directivo del proyecto, de representantes de Agroindustrias relevantes del rubro, de forma tal de facilitar el monitoreo de la cadena productiva en terreno y laboratorio .

También se incorpora entre las empresas asociadas, se encuentra ALIFRUT y COMFRUT, empresas líderes en el la producción y exportación de hortalizas para el mercado interno y exportación. Alimentos y Frutos S.A. (ALIFRUT) es una empresa chilena, especializada en la producción, exportación e importación de frutas y hortalizas frescas y congeladas. Presenta una moderna infraestructura y un eficiente equipamiento, con dos plantas de proceso, ubicadas en San Fernando y Chillán y otra de envasado y distribución ubicada en Santiago. Procesa y provee de productos congelados a distintos mercados como supermercados y servicios de comida tanto en Latinoamérica como en Europa, Asia, Canadá y Estados Unidos logrando ser una de las principales empresas exportadoras de productos congelados, donde destacan: espárrago, frambuesa, frutilla, mora, arándanos y boysenberries. ALIFRUT representa aproximadamente un 40 % del mercado nacional de productos congelados de hortalizas y frutales menores. La materia prima la obtiene a partir de 20 productores grandes, 100 medianos y 350 productores pequeños. La superficie cultivada asociada a esta empresa, es de 2.745 ha, la cual se distribuye en: maíz dulce 1.100 ha, espárrago 800 ha, arveja 500 ha, frambuesa 300 ha, brócoli 30 ha, y espinaca 15 ha.

GOBIERNO DE CHILE  
FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA  
UNIDAD DE ESTUDIOS Y PROYECTOS



Por su parte, Comercial Frutícola COMFRUT S.A., figura entre las principales empresas exportadoras de berries, en el año 2000 registró embarques por US\$ 9,7 millones, cifra equivalente a una participación de 19% en el total exportado en este rubro. En ese mismo período, Comercial Frutícola S.A. fue la empresa que lideró las exportaciones a Estados Unidos, con US\$ 5,2 millones, seguido por Vital Berry Marketing, con US\$ 2,5 millones y Alimentos y Frutos S.A., con US\$ 2 millones

La estrategia para reforzar la estrategia de Transferencia Tecnológica y relación con futuros clientes considera los siguientes mecanismos :

1. Actividades de difusión : Ejecución un plan de actividades de capacitación, difusión y divulgación técnica a productores y empresas agrícolas usuarias de la tecnología. En esta área se contempla la ejecución de Días de Campo (dos anuales), talleres de capacitación (uno anual) y dos seminarios.
2. Desarrollo de capacidades : Elaboración de herramientas de apoyo (material escrito y visual; afiches, boletines y un Manual) para la generación de capacidades tanto de adopción de la tecnología por parte de usuarios directos (productores, agroindustrias y proveedores de ellas), como apoyo a su proceso de toma de decisiones, en términos de la aplicación de estrategias de aplicación de Agricultura de Precisión para la optimización de sus sistema productivo.
3. Elaboración de una estrategia de consolidación y escalamiento de los productos del proyecto : Desarrollo y sistematización de la información productiva y comercial necesaria para el proceso de toma de decisiones a nivel del escalamiento del sistema propuesto, como una Red o Centro de Servicios Tecnológicos Integrados. Para ello se realizará un Estudio de Factibilidad Técnico Económica y Plan de Negocios para la puesta en marcha del Centro.

Cada uno de los mecanismos de transferencia antes identificado, se desarrollará de la siguiente forma :

i) Actividades de difusión, capacitación y divulgación técnica:

Estas actividades serán realizadas directamente por el equipo de especialistas del proyecto, quienes participarán presencialmente en la ejecución de actividades de Transferencia y Divulgación Técnica, a través de sesiones expositivas en terreno y elaborando material escrito y audiovisual.

Para reforzar este mecanismo de Transferencia, se considera utilizar otros medios que permitan difundir las actividades e impactos del proyecto, entre los que se cuenta la participación en a lo menos 2 Seminarios dirigidos a usuarios directos de la tecnología, reuniones periódicas con empresas proveedoras de servicios, Días de Campo, publicaciones, entre otros, con lo que se persigue reforzar la transferencia y difusión de los resultados del proyecto, tanto a nivel de usuarios de la tecnología, tanto productores en su calidad de usuarios de los productos del proyecto.

GOBIERNO DE CHILE  
FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA  
UNIDAD DE ESTUDIOS  
Y PROYECTOS



Se creará una página web, con la finalidad de ser utilizada como herramienta de información para la agroindustria, productores y el Servicio Agrícola y Ganadero. Esta página web permitirá acceder a mapas con bases de datos georreferenciadas, estadísticas y noticias del proyecto. La página tendrá acceso limitado a la información que le compete a cada una de las agroindustrias, productores y entes fiscalizadores, generada por el proyecto. Permitirá la divulgación y transferencia tecnológica, buscando desarrollar también el uso de tecnologías de información en el área agrícola. También este material se tendrá accesible en las páginas web de cada usuario (ejemplo productores y empresas agroindustriales interesadas, no sólo las asociadas).

ii) Desarrollo de capacidades que permitan activar la demanda tecnológica por análisis y prácticas correctivas de residuos químicos en hortalizas :

La elaboración de herramientas de apoyo para la generación de capacidades y toma de decisiones de puesta en marcha de aplicaciones de la tecnología propuesta de análisis de residuos químicos, será realizado en conjunto por el equipo de la Pontificia Universidad Católica de Chile y las empresas asociadas complementando sus capacidades, ambas actuarán en el plano de Transferencia Tecnológica y la relación con productores, con el apoyo de la Ingeniero Agrónomo Ximena Ortega, especialista en Gestión de Proyectos I&D, que formará parte del equipo de profesionales externos.

La generación de capacidades de demanda de los servicios propuestos por el proyecto, requiere de una activa difusión de las metodología adecuadas de uso de la tecnología, por lo que se deberán generar protocolos tipo para la aplicación de las propuestas de manejo productivo y para la ejecución y seguimiento del, se deberá difundir sobre los beneficios técnicos, económicos y de seguridad alimentaria que implica el monitoreo de residuos químicos y la certificación de éstos como atributo de calidad y mayor precio y/o mantención de cuotas de mercado en nichos exigentes.

iii) Elaboración de una estrategia de escalamiento de los productos del proyecto:

Las actividades de apoyo al escalamiento de la tecnología propuesta en términos de la creación de la **red de investigación, transferencia y analítica de residuos químicos**, se propone como una estrategia asociativa de monitoreo continuo y propuestas de manejo productivo que permitan generar un sistema de aseguramiento de inocuidad en la cadena alimentaria de hortalizas a nivel nacional. La Red deberá constituirse como centro integral de servicios tecnológicos orientados a generar un **sistema de aseguramiento de inocuidad en la cadena alimentaria de hortalizas** a nivel nacional. Para ello será necesario diseñar un plan de operativo en conjunto con los especialistas del proyecto y representantes de los asociados que permita sistematizar la información para elaborar una estrategia de comercialización y plan de negocios modelo, necesario para abordar la primera fase de escalamiento del negocio tecnológico propuesto por el proyecto.



*[Handwritten signature]*



Dentro de las actividades que se considera realizar en esta etapa, se tiene la identificación y descripción de los mecanismos de participación de nuevos usuarios interesados en incorporarse a la Red, para lo que habrá que establecer un manual de procedimientos y normativa interna que asegure la continuidad y consolidación de la Red propuesta. Se deberá elaborar un directorio y caracterización de las entidades potencialmente asociadas, que posibiliten el escalamiento de la tecnología y de la Red en sí. También, será necesario estudiar los aspectos legales e institucionales, que permitan la futura autonomía y continuidad de la propuesta del proyecto. Todo ello será consolidado en un Estudio de Factibilidad Técnica Económica para la creación de un Centro de Servicios que genere la estrategia y mecanismo de operación de la Red de Investigación y Transferencia Tecnológico en Residuos Químicos en Hortalizas, como un centro de servicios que articule la capacidad institucional de los especialistas de las Universidades participantes de y de los potenciales asociados.

La propuesta es que la Economista se integre al equipo del proyecto durante todo el desarrollo del mismo, abordando la temática económica y proyección comercial del negocio tecnológico, situación que permitirá apoyo y sistematización en la interacción Especialistas-Empresarios desde la perspectiva económica y comercial, para asegurar una exitosa transferencia de la tecnología del sistema propuesto, lo que se debe traducir en la generación Unidad o Centro de Servicios Tecnológicos en el área de los Residuos Químicos e Inocuidad de Alimentos.







## 11. RESULTADOS ESPERADOS E INDICADORES

### 11.1 Resultados esperados por objetivo

Obj. Esp. Nº	Resultado	Indicador	Meta Final	Parcial	
				Meta	Plazo
1	Levantamiento de niveles de residuos químicos	Nº de puntos monitoreados; % de superficie de cultivos bajo monitoreo; Nº cultivos bajo monitoreo	Se tendrá cobertura de la V a la VIII Región, con al menos 9 hortalizas (tomate, cebolla, espárrago, maíz dulce, arveja, brócoli, arveja, lechuga, zanahoria).	Se realiza seguimiento en al menos 9 hortalizas desde el primer año	Desde el primer año del proyecto
1	Determinar puntos críticos que dan origen a la presencia de residuos químicos	Nº de propuestas de prácticas correctivas para puntos críticos identificados desde la producción en campo de hortalizas.	Se desarrollan e implementan al menos el 75% de las prácticas correctivas de residuos químicos, por cultivo (tomate, cebolla, espárrago, maíz dulce).	Cada año propuesta correctivas en 3 rubros.	Desde el segundo año del proyecto
1	Determinar zonas geográficas con diferencias significativas en contenidos de residuos químicos	Nº de zonas críticas identificadas por cultivo. Diseño y aplicación de escala de jerarquización de zonas críticas.	Se estudian 5 regiones, los principales sectores de cultivo de cada rubro.	Se logra establecer zonas críticas el primer año	Desde el segundo año del proyecto





2	Sistematización y transferencia de protocolos para su validación e identificación de la trazabilidad de las muestras	Nº de protocolos generados y validados.  Productos hortícolas con trazabilidad identificada	Se generan al menos 5 protocolos (metales pesados, plaguicidas, nitratos) que resultan en análisis certificables de bajo costo	Al segundo año se tienen protocolos validados	Desde el segundo año del proyecto
3 y 4	Propuestas de manejo de cultivos y productos, previniendo la presencia de residuos químicos a niveles críticos	Nº de propuestas de manejo preventivas y correctivas relativas a residuos químicos. Nº de modelos piloto establecidos. Nº de especies con modelo de monitoreo de residuos	Implementación de modelos piloto red de servicio de monitoreo de residuos en cadenas de productos agroindustriales relevantes	Se tienen al segundo año 3 modelos de seguimiento en red.	Desde el segundo año del proyecto




## 11.2 Resultados esperados por actividad

Obj. Esp. Nº	Activid. Nº	Resultado	Indicador	Meta Final	Parcial	
					Meta	Plazo
1) Crear una red de investigación y transferencia de tecnología en residuos químicos.	1	Protocolos de análisis y manejo de muestras ajustados y validados	Nº protocolos	Plaguicidas, Nitratos, metales Pesados	3	Primer año
	2	Convenios formales con asociados firmados	Nº Convenios	Al menos 3	3	Primer año
	3	Formato Encuesta a productores seleccionados	Nº formatos Encuesta (Productores, profesionales, técnicos agroindustria)	Al menos 3	3	Primer año
	4	Inicio Seguimiento a productos en la cadena productiva	Nº sitios bajo muestreo sistemático	Al menos 90	30 sitios anuales	Desde el primer año
2) Evaluar y validar tecnologías masivas y de menor costo	1	Calibrar equipos	Nº equipos calibrados	Al menos 2 (Cromatógrafo y plasma)	2	Primer año
	2	Adquisición de insumos para almacenaje y transporte de muestras	Nº de insumos adquiridos	Al menos el 50% de las necesidades	Varios	Primer año
	3	Implementación del sistema de muestreo	Nº sistemas implementados	Al menos uno	1	Desde el primer año
	4	Determinar puntos críticos para residuos por especie	Nº puntos críticos identificados	Al menos 3	3	Segundo año
	5	Establecimiento del sistema de muestreo	Nº de sectores bajo seguimiento	Al menos uno por región (V a VIII)	5	Desde el primer año
	6	Evaluación del sistema de muestreo	Nº evaluaciones	2	2	Desde el segundo año
3) Desarrollar y validar la información necesaria para la delimitación geográfica de zonas con niveles críticos de residuos	1	Análisis de datos obtenidos en determinación de puntos críticos	Nº análisis	Al menos 2	2	Desde el primer año
	2	Determinar relaciones causa-efecto	Nº causas identificadas	Al menos 10	10	Desde el segundo
	3	Proponer soluciones	Nº propuestas de manejo (una/rubro)	Al menos 8	8	Desde el segundo
	4	Evaluar soluciones propuestas	Nº soluciones propuestas (al menos una/causa)	Al menos 10	10	Desde el segundo
4) Desarrollar e implementar un centro de referencia e	1	Creación y actualización de página web de Inocuidad de Alimentos	Nº páginas creadas	1	1	Primer año
	2	Asesoría a grupos de productores y a equipos de la agroindustria	Nº de agentes asistidos técnicamente	Al menos 200	200	Desde el segundo año





información de residuos químicos, como base de la Red de Monitoreo y Aseguramiento de Inocuidad de Hortalizas	3	Elaboración de una estrategia de consolidación y escalamiento	Nº de estrategias elaboradas	Al menos 1	1	Segundo año
	4	Elaboración de herramientas de apoyo (material escrito y visual; afiches, boletines y un Manual)	Nº de herramientas generadas	1 Manual, 3 afiches, 3 Boletines; material (cartillas varias)	8	Desde el segundo año
	5	Determinación de ocurrencia de residuos en puntos críticos durante el cultivo	Nº de puntos críticos identificados	Al menos 3 puntos críticos por especie estudiada	3 especies 6 especies 12 especies	1º año 2º año 3º año
	6	Determinación del marco de referencia en el uso de insumos en los productos en estudio	Nº de especies consideradas	Al menos 9	1 al año	1º año
	7	Estudio de curvas de degradación para aquellos productos fitosanitarios permitidos/ade cuados para la producción	Nº de productos estudiados	Al menos 3	1	2º año
	8	Seminario de transferencia de tecnologías	Nº de Seminarios	1	1	Tercer año





## 12. IMPACTO DEL PROYECTO

### 12.1. Económico

Los impactos del proyecto se orientan a mejorar la competitividad de la oferta de hortalizas procesadas, a través del desarrollo de tecnologías de detección y analítica de residuos de pesticidas, metales pesados y nitratos, para fortalecer su posicionamiento como alimentos inocuos y de alta calidad en mercados exigentes.

Esto permitirá fortalecer la oferta de hortalizas con atributos de inocuidad y seguridad alimentaria en términos de residuos químicos, para proteger la salud humana y fortalecer los patrimonios imagen país en el extranjero e imagen de la agroindustria en Chile, abriendo nuevos mercados para los productos hortofrutícolas de Chile y creando conciencia, en los distintos actores productivos, su rol y la importancia de la inocuidad alimentaria.

El establecimiento y puesta en marcha de un programa de monitoreo de residuos químicos, con énfasis en plaguicidas, el cual será ejecutado por una red de trabajo constituida por la Asociación de Productores de Congelados, en primera instancia, para luego ir integrando otras agroindustrias y productores del área agrícola en hortalizas, lo que permitirá contar con información estratégica de bajo costo, intensa cobertura y en forma instantánea a todos los agentes económicos involucrados en la cadena productiva de especies hortícolas de uso agroindustrial, ello generará un modelo de trabajo no sólo a nivel de Laboratorio en centros especializados como la Pontificia Universidad Católica, sino que también en los usuarios, facilitando el análisis de causas, implementación de medidas correctivas y preventivas, y su seguimiento en terreno, necesario para conquistar, mantener y proyectar la posición competitiva del rubro en el mercado nacionales e internacional.

La información confiable e internacionalmente reconocida generada por el proyecto, empleando las mismas tecnologías y equipamiento de laboratorio que se utilizan hoy día en la EPA, entregan una fortaleza a nuestra de hortalizas frescas y procesadas, lo que permite establecer e identificar las medidas y momentos oportunos de corrección de prácticas de manejo a nivel de campo y de postcosecha, que se traducen en reducción de pérdidas por rechazo, los cuales según EPA van de un 4 a un 20%, e incluso a un 100% con pérdidas económicas significativas como es el caso de las hortalizas de China que ingresan a Japón, las que por problemas de detección de residuos químicos, en la actualidad son sometidos a aforo físico el 100% de sus contenedores (<sup>1</sup>Bachelet, 2003)).

Las exportaciones actuales de hortalizas y frutales menores llegaron en el año 2002 a los US\$ 142 millones, sólo en frambuesa son US\$ 44 y en espárrago US\$ 12, entre ambos representan el 40% del valor de las exportaciones de hortalizas y frutales menores en el último año.

De acuerdo a estimaciones de ALIFRUT, la detección de niveles críticos de residuos de plaguicidas en frambuesas se estima en aproximadamente un 20%, sin embargo como las exigencias de niveles de plaguicidas son aún variables según el mercado de destino, la estrategia de las agroindustrias es hasta el momento, derivar las partidas sospechosas (sólo sospechosas porque no se tiene un barrido o levantamiento de residuos; se hace uno por zona) a mercados más permisivos como USA y Canadá (<sup>2</sup>Heldt, 2003).

<sup>1</sup> Bachelet, Gonzalo. 2003. Gerente General ALIFRUT, Director APCO. Comunicación personal.

<sup>2</sup> Heldt, Pamela. 2003. Ingeniero en Alimentos. ALIFRUT. Comunicación personal.





En este contexto, la situación con proyecto considera que el monitoreo de residuos químicos a desarrollar generará una **reducción significativa de la certidumbre respecto a los niveles reales de residuos, determinando zonas críticas de residuos y estableciendo recomendaciones de manejo no sólo productivo, sino que también de manejo comercial de los embarques**, según los criterios antes mencionados.

De acuerdo a la información proporcionada por la Asociación de Productores de Congelados y de las agroindustrias consultadas y que forman parte de los asociados del proyecto, se estima que la cuantificación del beneficio de las acciones y capacidades generadas por el proyecto, en un trabajo conjunto (por eso se habla de "red") entre Empresas-Universidad-productores y el Servicio Agrícola y Ganadero, será de al menos una **reducción de un punto porcentual en los rechazos por residuos** de este tipo, en los embarques chilenos de exportación de hortalizas procesadas, lo que tendría un impacto estimado de US\$ 0,56 millones sólo en frambuesas y espárrago, involucrando en ello cerca de 600 agricultores.

Si consideramos el total de las exportaciones de hortalizas y frutales menores (US\$ 142 millones), el beneficio potencial de la reducción de un punto porcentual por factor rechazo o exclusión por residuos de plaguicidas es de US\$1,42 millones. Este beneficio debe interpretarse bajo una curva de adopción de tecnología bajo la cual gradualmente se irá incorporando la totalidad de los sistemas de producción de hortalizas de exportación.

Esto porque se sabe que es indispensable que la opción de manejo de residuos de plaguicidas y metales pesados, como atributo de calidad e ingreso a mercados de exportación, sólo será viable en la medida que se asuma como una ESTRATEGIA PAIS donde tanto productores, agroindustriales, entidades fiscalizadoras y de promoción del desarrollo exportador nacional, estén coordinadas para el reconocimiento de zonas y cultivos críticos en residuos de plaguicidas y metales pesados, como una herramienta para ANTICIPARSE a las exigencias que en el muy corto plazo, aplicarán los mercados de destino de nuestras exportaciones.

Chile, con su tradición de desarrollo de negocios agrícolas orientados al mercado externo, puede posicionarse como un abastecedor seguro y confiable de alimentos inocuos y de alta calidad, en la medida en que cuente con sistemas integrados de monitoreo y análisis de residuos, con tecnologías de punta, de bajo costo, y de cobertura de toda la cadena a nivel de cadena productiva, a objeto de establecer medidas correctivas, y a la vez segmentar la oferta de hortalizas de exportación según los límites de residuos de sus clientes, todo ello en base a la implementación de un sistema referente que sea reconocido no sólo en el exterior por su calidad tecnológica y respaldo científico, sino también, que cuente al interior de nuestro país, con la relevancia de las entidades involucradas, partiendo por crear una red de trabajo a nivel de agroindustrias para proteger la oferta agregada del sector en el mercado externo, tal como en Chile se han organizado las empresas productoras de semillas en torno a ANPROS, para proteger y potenciar sus sistemas de producción, con información de las aislaciones de sus semilleros. De igual modo, el proyecto por ende, crear una red de trabajo entre agroindustriales, productores, organismos oficiales y entidades de apoyo tecnológico como la PUC, INIA, Fundación Chile y otros.





## 12.2. Social

- La estrategia de intervención del proyecto, generará un impacto social relevante en el establecimiento de una red de trabajo conjunto y permanente en cadenas productivas de hortalizas y frutales menores vinculados con agroindustrias, como estrategia modelo de monitoreo y control de residuos químicos en producciones de pequeños y medianos productores
- La constatación de la condición de alimentos e inocuos para la salud humana, otorga seguridad alimentaria lo que es valorado por el mercado, a la vez que genera externalidades positivas en términos de una población sana y al resguardo de contaminaciones y/o toxicidades por residuos químicos.

El proyecto generará impacto sobre los siguientes beneficiarios directos:

### Cuantificables :

- Productores agrícolas, en especial pequeños y medianos que representan el grueso de la oferta de materia prima de las agroindustrias de hortalizas y frutales menores. Se propone trabajar con al menos 600 productores durante los 3 años de duración del proyecto, quienes formarán parte del monitoreo en terreno, y de las actividades de Transferencia Tecnológica del proyecto.
- Agroindustrias dedicadas a la producción y exportación de hortalizas y frutales menores asociadas al proyecto. Se propone iniciar el trabajo del proyecto con 4 agroindustrias asociadas (que se irán agregando durante el desarrollo del proyecto) y una organización gremial del rubro (AGEPCO) que facilite la cobertura del plan de trabajo propuesto. El proyecto se compromete a integrar al menos a 2 agroindustrias por año, totalizando al término del proyecto, una red de 10 empresas agroindustriales que formarán parte del monitoreo en terreno, y de las actividades de Transferencia Tecnológica del proyecto.

### No cuantificables :

- Consumidores nacionales y extranjeros que pueden constatar los atributos de inocuidad de las hortalizas y frutales menores bajo monitoreo, lo cual se espera sea certificado por el proyecto.
- Agentes económicos vinculados a la actividad primaria : Trabajadores rurales, prestadores de servicios a la producción agrícola y de servicios asociados a la actividad agrícola en general (transporte, venta de insumos, entre otros).
- Agentes económicos vinculados a la actividad procesadora y de comercialización de sus producciones de hortalizas y frutales menores: Trabajadores rurales que se desempeñan en agroindustrias regionales, prestadores de servicios a la producción y comercialización asociados a la actividad agroindustrial en general (transporte, proveedores de insumos, servicios de aduana, de exportación, entre otros).
- Instituciones y entidades de apoyo al Desarrollo Tecnológico : Implementación y mantención de un laboratorio de punta para el análisis de residuos químicos con la misma tecnología usada por EPA. Permite el desarrollo de programas de monitoreo de residuos de bajo costo, y la generación y fortalecimiento de capacidades en la materia, entre profesionales y técnicos del sector, mediante capacitación y adiestramiento especializado realizado por el proyecto.



Y los siguientes impactos en los beneficiarios directos potenciales :

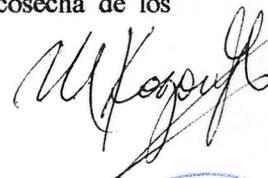
- Nuevos agentes de producción y exportaciones de hortalizas y frutales menores procesados, que se incorporan como nuevos asociados al proyecto, quienes se integrarán a la red de trabajo implementada por el proyecto durante los 3 años de duración del proyecto.
- Agentes que participan en sistemas de acreditación y reconocimiento de análisis de residuos químicos, lo que abre posibilidades de empleo especializado para el país.
- Otras Asociaciones de agricultores y/o empresas agroindustriales interesadas en formar parte de la red de monitoreo de residuos químicos implementada por el proyecto

### 12.3. Otros (legal, gestión, administración, organizacionales, etc.)

El levantamiento y mapeo de especies hortícolas con niveles de residuos de plaguicidas, permitirá realizar el monitoreo de los mismos, tanto espacialmente como a través de la cadena productiva de cada especie hasta su despacho a consumidor final después del proceso.

Este monitoreo será viable en la medida en que se generen tecnologías de detección y análisis de residuos de plaguicidas, metales pesados y nitratos que se ofrezcan a precios y condiciones que permitan mantener la competitividad de cada rubro, es decir tecnologías de bajo precio, alta confiabilidad y calidad de la información, así como rapidez en la entrega de la información.

Una vez generado el levantamiento de la información de niveles y causas de residuos químicos, será posible generar propuestas de manejo correctivas para las prácticas agrícolas vinculadas a niveles críticos de residuos de plaguicidas, metales pesados y nitratos, en cada rubro agroindustrial. Así, un beneficio directo del proyecto serán nuevas capacidades a nivel de productores, agroindustrias y especialistas, para implementar, desarrollar y mantener una red de monitoreo de residuos químicos, como herramienta de alerta para la implementación de medidas correctivas en el manejo agrícola y postcosecha de los productos.





## 13. EFECTOS AMBIENTALES

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

EL monitoreo de residuos **alertará y fomentará la racionalización en el uso de plaguicidas**, lo que se traducirá en el mediano plazo, en una **reducción de los costos de uso de insumos**, ya que el sistema fomenta el uso de estrategias de monitoreo de otras variables, tales como temperatura y humedad, que permitirá aplicar plaguicidas sólo en los eventos que las condiciones estén dadas para superar los umbrales económicos de plagas y enfermedades, controlando riesgos de acumulación y/o detección de residuos en destino.

En el área medio ambiental al lograr establecer los niveles de residuos presentes en las hortalizas frescas y procesadas permitirá mejorar la seguridad alimentaria de consumidores nacionales y extranjeros desde el origen de la materia prima. Al evitar estos residuos se evitará daños en el consumo humano, y se asegura en el comercio internacional la superación de barreras de límites de residuos lo que estimulará el desarrollo de la producción hortícola en Chile, fortaleciendo la generación de empleo y oportunidades de negocios en el rubro.

Este proyecto propone incentivar el uso racional y sustentable de agroquímicos en especial en zonas y productos con niveles de residuos críticos, generando una alerta cuando se transgredan los niveles permitidos. Con esto el proyecto fortalece el rubro hortícola como alternativa de negocios basado en el desarrollo de un sistema que proporciona información permanente y continúa acerca de los niveles de residuos en la cadena de hortalizas, en especial en zonas y rubros que conocidamente se encuentran en situación crítica.

### 13.2. Acciones propuestas

El conocimiento científico acerca de los niveles y tipos de residuos químicos permite orientar la implementación de prácticas correctivas y preventivas.

El mejoramiento de la capacidad de gestión productiva de los productores, permite fomentar la horticultura basada en prácticas en equilibrio con el medio ambiente, en especial, en zonas de niveles críticos de residuos químicos. El incremento de la rentabilidad y el diseño de planes de manejo correctivos y preventivos promueve la preservación del medio ambiente y la producción de alimentos sanos y seguros.

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

No pertinente al proyecto.



*M. Kayser*



## 14. COSTOS TOTALES DEL PROYECTO: CUADRO RESUMEN

*(resultado de la sumatoria de los cuadros 15.1 y 15.3)*

ITEM	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	TOTAL
1. Recursos Humanos	28.576.667	28.076.667	27.826.667	84.480.000
2. Equipamiento e Infraestructura	0	0	0	0
2.1 Adquisición de equipos	0	0	0	0
2.2 Valorización de uso de equipos	17.660.000	17.660.000	17.660.000	52.980.000
2.3 Arriendo de equipos (monitoreo en terreno/temporada)	1.600.000	800.000	0	2.400.000
3. Infraestructura	4.066.667	4.066.667	4.066.667	12.200.000
4. Movilización, viáticos y combustible	4.529.000	4.529.000	4.529.000	13.587.000
5. Materiales e Insumos	3.840.000	3.840.000	3.840.000	11.520.000
6. Serv.terceros	7.333.333	3.333.333	3.333.333	14.000.000
7. Difusión	2.040.000	1.940.000	3.740.000	7.720.000
8. Gastos generales	2.400.000	2.400.000	2.400.000	7.200.000
TOTAL	72.045.667	66.645.667	67.395.667	206.087.000





## 15. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

### 15.1. Aportes de contraparte: Cuadro Resumen (utilizar valores reajustados por año según índice anual)

*Si hay más de una institución que aporta fondos de contraparte se deben presentar los valores en cuadros separados para cada agente*

#### APORTES CONTRAPARTE (PUC)

ITEM	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	TOTAL
1. Recursos Humanos	12.000.000	12.000.000	12.000.000	36.000.000
2. Equipamiento e Infraestructura	0	0	0	0
2.1 Adquisición de equipos	0	0	0	0
2.2 Valorización de uso de equipos	17.660.000	17.660.000	17.660.000	52.980.000
2.3 Arriendo de equipos (monitoreo en terreno/temporada)	0	0	0	0
3. Infraestructura	2.400.000	2.400.000	2.400.000	7.200.000
4. Movilización, viáticos y combustible	0	0	0	0
5. Materiales e Insumos	0	0	0	0
6. Serv.terceros	0	0	0	0
7. Difusión	0	0	0	0
8. Gastos generales	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>32.060.000</b>	<b>32.060.000</b>	<b>32.060.000</b>	<b>96.180.000</b>

#### APORTES CONTRAPARTE (ASOCIADOS) : Cartas de aporte en Anexos

ITEM	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	TOTAL
1. Recursos Humanos	2.166.667	2.166.667	2.166.667	6.500.000
2. Equipamiento e Infraestructura	0	0	0	0
2.1 Adquisición de equipos	0	0	0	0
2.2 Valorización de uso de equipos	0	0	0	0
2.3 Arriendo de equipos (monitoreo en terreno/temporada)	0	0	0	0
3. Infraestructura	1.666.667	1.666.667	1.666.667	5.000.000
4. Movilización, viáticos y combustible	0	0	0	0
5. Materiales e Insumos	0	0	0	0
6. Serv.terceros	333.333	333.333	333.333	1.000.000
7. Difusión	0	0	0	0
8. Gastos generales	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>4.166.667</b>	<b>4.166.667</b>	<b>4.166.667</b>	<b>12.500.000</b>

GOBIERNO DE CHILE  
UNIDAD DE ESTUDIOS  
Y PROYECTOS





TOTAL DE APORTES DEL PROYECTO:

ITEM	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	TOTAL
1. Recursos Humanos	14.166.667	14.166.667	14.166.667	42.500.000
2. Equipamiento e Infraestructura	0	0	0	0
2.1 Adquisición de equipos	0	0	0	0
2.2 Valorización de uso de equipos	17.660.000	17.660.000	17.660.000	52.980.000
2.3 Arriendo de equipos (monitoreo en terreno/temporada)	0	0	0	0
3. Infraestructura	4.066.667	4.066.667	4.066.667	12.200.000
4. Movilización, viáticos y combustible	0	0	0	0
5. Materiales e Insumos	0	0	0	0
6. Serv.terceros	333.333	333.333	333.333	1.000.000
7. Difusión	0	0	0	0
8. Gastos generales	0	0	0	0
TOTAL	36.226.667	36.226.667	36.226.667	108.680.000

**15.2. Aportes de contraparte: criterios y métodos de valoración**

*Detallar los criterios utilizados y la justificación para el presupuesto por ítem y por año, indicando los valores unitarios utilizados y el número de unidades por concepto.  
(para cada uno de los ítems de gasto se deberán especificar los criterios y metodología de valoración utilizada)*

**a) Aportes PUC :**

Los equipos se valoran a precio de mercado, se asigna al proyecto el valor proporcional asignado a los 3 años de duración del proyecto, considerando un 50% de su ocupación. Todos los equipos son aportados por la PUC. No hay adquisiciones por cargo del proyecto.

El uso de equipos computacionales y de terreno se asigna un valor mensual por uso al proyecto, que también constituye aporte de la PUC.

La infraestructura aportada por la PUC comprende las instalaciones del Laboratorio del Departamento de Ciencias Vegetales, y de Análisis de Residuos Químicos, el cual cuenta con el siguiente equipamiento:

El detalle de los aportes de la PUC como postulante son los siguientes :

Aporte en Personal	Valor aporte en tres años (\$)
Marcelo Kogan; Profesor Titular de la PUC	16.800.000
Rodrigo Ortega; Profesor de la PUC	4.680.000
Geraldo Alfonso; Investigador de la PUC	12.960.000
Rodrigo Chorbagan; Profesor de la PUC	2.160.000
TOTAL	36.000.000





Aporte de la PUC en Infraestructura	Valor aporte en 3 años (\$)
Uso de laboratorios equipados PUC Ciencias Vegetales + Cromatógrafo GC/MS Saturn 2200 y Plasma (especificaciones del equipo en Anexos); Calcinador, Mufla, Lámpara y equipos específicos análisis de residuos y metales pesados; cámara de refrigeración de muestras	1.341.667 (mensuales por 36 meses)
Equipos computaciones PC + impresora Uso equipos de campo PUC Ciencias Vegetales (GPS de terreno Garmin y otros anexos)	200.000 (mensuales por 36 meses)
<b>TOTAL APORTE PUC EN TRES AÑOS (36 meses)</b>	<b>66.180.000</b>

**b) Aportes Asociados :**

Nombre de la empresa asociada que aporta Recursos al proyecto	Contraparte técnica (profesional)	Recursos totales que aporta				Total
		RRHH	Equipos e Infraestructura	Difusión	Otros (Laboratorio)	
GAXU Soluciones móviles S.A.	Felipe Walker	\$1.500.000 (1,5% de jornada de F.Walker)	\$500.000 (equipos y software para establecer Red de Monitoreo)	0		\$2.000.000
Alimentos y Frutos, ALIFRUT	Miguel Aburto	\$1.500.000 (1,5% de jornada de M.Aburto)	\$2.000.000 (Laboratorio de la empresa para análisis microbiológico)	0	\$1.000.000 (análisis microbiológico de muestras de hortalizas para gongelado)	\$4.500.000
Comercial Frutícola S.A., COMFRUT	Cristián Stewart	\$2.000.000(1,5 % de jornada de C.Stewart)	0	0	\$1.000.000 (análisis microbiológico de muestras de hortalizas para gongelado)	\$3.000.000
Asociación de Empresas de Congelados A.G. , AGEPCO	Cristián Stewart	\$1.500.000 (1,5% de jornada de C.Stewart)	0	\$1.500.000 (difusión a través de Seminarios, web AGEPCO y Boletines asociados)	0	\$3.000.000
		\$6.500.000	\$2.500.000	\$1.500.000	\$2.000.000	\$12.500.000



*M. Keger*



**15.3. Financiamiento Solicitado a FIA: Cuadro Resumen**  
*(utilizar valores reajustados por año según índice anual)*

*(desglosado por ítem y por año)*

15.3. APORTES SOLICITADOS AL  
FIA

ITEM	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	TOTAL
1. Recursos Humanos	14.910.000	14.410.000	14.160.000	43.480.000
2. Equipamiento e Infraestructura	0	0	0	0
2.1 Adquisición de equipos	0	0	0	0
2.2 Valorización de uso de equipos	0	0	0	0
2.3 Arriendo de equipos (monitoreo en terreno/temporada)	1.600.000	800.000	0	2.400.000
3. Infraestructura	0	0	0	0
4. Movilización, viáticos y combustible	4.529.000	4.529.000	4.529.000	13.587.000
5. Materiales e Insumos	3.840.000	3.840.000	3.840.000	11.520.000
6. Serv.terceros	7.000.000	3.000.000	3.000.000	13.000.000
7. Difusión	2.040.000	1.940.000	3.740.000	7.720.000
8. Gastos generales	2.400.000	2.400.000	2.400.000	7.200.000
<b>TOTAL</b>	<b>36.319.000</b>	<b>30.919.000</b>	<b>31.669.000</b>	<b>98.907.000</b>

**15.4. Financiamiento solicitado a FIA: criterios y métodos de valoración**

*Detallar los criterios utilizados y la justificación para el presupuesto por ítem y por año, indicando los valores unitarios utilizados y el número de unidades por concepto.*

*(para cada uno de los ítems de gasto se deberán especificar los criterios y metodología de valoración utilizada)*

El personal incremental está conformado por la Ingeniero Agrónomo, Srta Dunixe Villa, con sueldo bruto de \$750.000 mensuales, un Técnico Agrícola (\$250.000 mensuales bruto) y la Ingeniero Agrónomo M.B.A. (a cargo de la Transferencia y Gestión de coordinación con usuarios y empresas), Sra Ximena Ortega (\$180.000 mensuales bruto). También se considera destinar M\$1.000 para la contratación a honorarios de un Fitopatólogo.

El arriendo de equipos para el monitoreo considera un sistema móvil de toma de muestras y transmisión de datos.

La movilización considera el arriendo de un vehículo a la PUC a un valor de \$130/ km recorrido, en actividades de seguimiento en terreno y desplazamiento del equipo del proyecto. El recorrido considerado es en promedio, de 150 km por visita, contemplando al menos 1.500 km mensuales, y un total estimado de 54.000 totales en 36 meses.



*M. Kozov*



Materiales e insumos considera la adquisición de fungibles necesarios para las actividades de análisis de residuos químicos, seguimiento en terreno y actividades de Transferencia Tecnológica y Difusión.

En el ítem de Servicios terceros se considera el costo básico de análisis realizados por horas Unidades de la Facultad de Agronomía, específicamente el Laboratorio de Residuos Químicos, este costo representa los costos directos del análisis; no considera costos de depreciación, personal o de overhead.

Se considera realizar al menos 600 análisis de residuos con el cromatógrafo masa/masa (a costo base de \$15.000 c/u, en tanto que el costo de mercado es de al menos US\$100/análisis) y 600 análisis con el plasma (costo base \$5000, costo de mercado \$20.000).

Los gastos de difusión contemplan los materiales necesarios para la edición de material escrito y gráfico, así como para la ejecución de eventos de Transferencia Tecnológica (Días de Campo, Seminario, Manual, Boletines).

Los Gastos generales consideran los gastos básicos de fotocopias, servicios generales, comunicaciones, etc., según lo estipulan las bases del Concurso FIA.

## 16. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO

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

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

#### Supuestos Evaluación Económica del Proyecto

Exportaciones involucradas en millones dolares	142
Tipo de cambio \$/US\$	700
Rechazo actual por agroquímicos %	1%
Curva anual de disminución rechazo (1%=100%)	

#### Disminución rechazos de exportaciones de hortalizas por residuos químicos

Año	En %	En M\$
1	5%	49.700
2	10%	99.400
3	15%	149.100
4	20%	198.800
5	30%	298.200
6	50%	497.000





**16.2. Flujo de Fondos del Proyecto e Indicadores de Rentabilidad**  
**(calcular el VAN y la TIR dependiendo del tipo de proyecto)**

**I. PROYECCIÓN SITUACIÓN SIN PROYECTO**

**SIN PROYECTO**

ITEM	AÑOS DE LA PROYECCIÓN					
	1	2	3	4	5	6
<b>1. ENTRADAS</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Subtotal Entradas</b>	0	0	0	0	0	0
<b>2. SALIDAS</b>						
<b>2.1. Inversiones</b>	0	0	0	0	0	0
<b>2.2. Gastos de Operación</b>	0	0	0	0	0	0
<b>2.3. Otros</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Subtotal Salidas</b>	0	0	0	0	0	0
<b>3. BENEFICIOS NETOS TOTALES (1-2)</b>	0	0	0	0	0	0
<b>VAN (12%)</b>						
<b>TIR</b>						





CON PROYECTO

ITEM	AÑOS DE LA PROYECCIÓN					
	1	2	3	4	5	6
<b>1. ENTRADAS</b>						
Valor reducción rechazo (M\$)	49.700	99.400	149.100	198.800	298.200	497.000
<b>Subtotal Entradas</b>	49.700	99.400	149.100	198.800	298.200	497.000
<b>2. SALIDAS</b>						
<b>2.1. Inversiones</b>						
Proyecto FIA	68.169	61.769	59.749			
Otras inversiones implementación RED	20.000					
<b>2.2. Gastos de Operación</b>						
Recursos humanos	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
Viáticos	4.800	4.800	4.800	2.400	2.400	2.400
Pasajes y traslados	600	600	600	400	400	400
Servicios de terceros	25.000	25.000	25.000	20.000	20.000	20.000
Capacitación	2.000	2.000	2.000	3.000	3.000	3.000
Insumos y suministros	8.790	8.790	8.790	12.000	12.000	12.000
Gastos de administración	7.119	7.119	7.119	6.780	6.780	6.780
Mantenciones y reparaciones	4.831	4.831	4.831	4.458	4.458	4.458
Uso de bienes de capital	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000
<b>2.3. Otros</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Subtotal Salidas</b>	189.309	162.909	160.889	97.038	97.038	97.038
<b>3. BENEFICIOS NETOS TOTALES (1-2)</b>	-139.609	-63.509	-11.789	101.762	201.162	399.962
<b>VAN (12%)</b>	\$ 197.778,69					
<b>TIR</b>	35%					





III. FLUJO DE FONDOS DEL PROYECTO

ITEM	AÑOS DE LA PROYECCIÓN					
	1	2	3	4	5	6
1. SUBTOTAL ENTRADAS SIN PROYECTO	0	0	0	0	0	0
2. SUBTOTAL ENTRADAS CON PROYECTO	49.700	99.400	149.100	198.800	298.200	497.000
3. ENTRADAS TOTALES (2-1)	49.700	99.400	149.100	198.800	298.200	497.000
4. SUBTOTAL SALIDAS SIN PROYECTO	0	0	0	0	0	0
5. SUBTOTAL SALIDAS CON PROYECTO	189.309	162.909	160.889	97.038	97.038	97.038
6. SALIDAS TOTALES (5-4)	189.309	162.909	160.889	97.038	97.038	97.038
7. BENEFICIOS NETOS INCREMENTALES DEL PROYECTO (3-6)	-139.609	-63.509	-11.789	101.762	201.162	399.962
8. BENEFICIOS NETOS TOTALES CON PROYECTO (2-5)	-139.609	-63.509	-11.789	101.762	201.162	399.962
9. BENEFICIOS NETOS TOTALES CON PROYECTO DESPUÉS DEL IMPUESTO	-139.609	-53.347	-9.903	85.480	168.976	335.968
VAN (12%)	\$ 146.189,97					
TIR	30%					





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

### 17.1. Técnicos

Los factores de éxito del proyecto cuentan con una sólida fortaleza que radica en la activa participación de empresas agroindustriales que representan en forma relevante el rubro y las especies estudiadas, teniendo como base de intervención, la cadena productiva de cada especie hortícola y de frutales menores que considera el proyecto.

La estrategia de intervención estableciendo redes de trabajo, partiendo de las empresas y sus redes de productores proveedores de materia prima, y a su vez, de una de las organizaciones gremiales del rubro agroindustrial de importancia en estas especies, representa un factor clave en el éxito del proyecto, en términos de su cobertura, difusión y potencial de apropiación para los agentes clave del sector y del país.

La agricultura vinculada a la agroindustria tanto de mercado interno como externo, facilita un trabajo colaborativo y coordinado entre los distintos agentes que componen cada cadena productiva. Asimismo, se facilita y potencia la interlocución con otros agentes clave, tales como organismos fiscalizadores y promotores de la oferta exportable nacional. También con otras entidades de Investigación Desarrollo, a través de las cuales se pueda potenciar el establecimiento y seguimiento de las medidas correctivas a nivel de campo, que redunden en asegurar la obtención de productos sanos, inocuos y de alta calidad alimentaria.

Como una forma de potenciar las redes de trabajo establecidas, el proyecto se compromete a incorporar nuevas empresas o entidades asociadas durante el desarrollo del proyecto. De forma tal de fortalecer la cobertura del proyecto e involucrar a la mayor parte de los agentes interesados en la generación de atributos de inocuidad alimentaria en especies hortícolas y de frutales menores.

El proyecto se plantea el desafío de establecer una línea base de conocimiento y manejo del tema de residuos químicos al inicio del proyecto, tanto a nivel de productores como de los agentes vinculados a la agroindustria, a objeto de construir el marco general que sustentarán las acciones correctivas de los rubros y sectores críticos en cuanto a residuos químicos que se detecten a través del proyecto. Esta línea base será contrastada con una evaluación similar al término del proyecto, a objeto de establecer a partir de ello, una nueva estrategia de que complemente las acciones y resultados al término del proyecto. Esta estrategia se constituirá en un plan que permita mantener operativa la red de monitoreo de residuos químicos propuesta e iniciada por el proyecto.

Un activo estratégico del proyecto lo representa la tecnología y equipamiento de última generación puesta a disposición por la Pontificia Universidad Católica de Chile, que serán operados por personal altamente especializado. Ello facilitará la capacidad de generar una plataforma de apoyo tecnológico permanente para las empresas agrícolas y agroindustriales en materia de análisis de residuos, certificación y propuestas correctivas.

Los puntos críticos de orden interno que se identifican para asegurar el cumplimiento de las metas y resultados propuestos, son, a nivel interno :





1.- Ajuste y puesta en marcha de los equipos recientemente adquiridos por la Universidad. Para enfrentar este aspecto crítico se considera la participación de personal altamente especializado en las materias del proyecto.

2.- Formalización del Consejo Directivo del proyecto, como un hito que compromete formalmente a las entidades asociadas al proyecto, y las compromete a una activa participación, muy superior a un aporte pasivo. Se espera que este Consejo esté constituido en los primeros 3 meses de iniciado el proyecto, y cuente con un representante del FIA.

En el orden externo, los puntos críticos que determinarán el normal desarrollo del proyecto corresponde a :

1.- Situación de la economía internacional, por posible depresión de los mercados externos que impida valorizar los atributos de inocuidad de productos hortícolas generados por la inversión en I&D realizada por el proyecto.

2.- Escasa coordinación entre agentes de la cadena productiva de hortalizas y frutales de uso agroindustrial, en especial de profesionales y productores en sus procedimientos a nivel de campo, impide la adopción de medidas correctivas en materia de residuos químicos a nivel de cultivos.

3.- Reconocimiento de entidades superiores sobre las capacidades e infraestructura del postulante, determinan el reconocimiento de la presente propuesta .

4.- Resulta fundamental **una visión PAIS de la temática y estrategia propuesta por el proyecto, sin ello, será INVIABLE el logro de los resultados propuestos y su continuidad en el tiempo**, lo que vulneraría de manera crítica el potencial de desarrollo de la agricultura asociada a la agroindustria, como primer paso para la aplicación del sistema propuesta a otros rubros destinados al consumo fresco interno. Esto requiere del compromiso de entidades fiscalizadoras, de una adecuada y abierta transferencia y difusión de resultados, que de acceso a información de niveles de residuos por zonas y rubros en forma abierta, para permitir que las empresas agroindustriales exportadoras, seleccionen predios en que se acredite en forma confiable y dinámica, su situación real de residuos químicos, a objeto de generar la oportunidad al país, de cumplir con los compromisos con sus clientes (especialmente en el exterior) con una un paquete de productos cuya materia prima esté efectivamente por debajo de los niveles permitidos de residuos.

### 17.2. Económicos

El proyecto no presenta riesgos económicos significativos, dada la solvencia técnica y económica de la institución ejecutante, la Pontificia Universidad Católica de Chile, y del respaldo de las empresas asociadas, las que agrupan el grueso de la oferta de productos agroindustriales nacionales, y por tanto, tienen los recursos y la decisión institucional de abordar de manera sistemática, y con el debido rigor científico y comercial, el diseño, validación e implementación de una Red de Monitoreo de Residuos Químicos que sea verificable, competitiva y reconocida en el ámbito nacional e internacional, toda vez que emplea equipos de última generación en la analítica de residuos, y cuenta con una cobertura relevante para la oferta agroindustrial de hortalizas y frutales menores.





En cuanto al nivel de riesgo económico respecto a la tecnología a desarrollar por el proyecto, se tiene que, como toda nueva tecnología, los equipos para realizar la analítica de residuos químicos son altamente costosos lo que limita su replicabilidad. Sin embargo, por eso mismo, el proyecto plantea el diseño e implementación de redes de trabajo, fortaleciendo capacidades en los distintos agentes de la cadena productiva. Así, el uso sostenido de la tecnología propuesta permitirá que los precios de éstos bajen ostensiblemente, tal como ha ocurrido con la industria de los computadores y la de telecomunicaciones.

### 17.3. Gestión

La amplitud de especies a estudiar puede dificultar el trabajo en terreno por las distancias y variabilidad de las especies, lo que podría hacer la gestión del proyecto un poco más difícil.

Asimismo, la mayor parte de las hortalizas y frutales menores son cultivados en pequeñas superficies, por un universo amplio de pequeños y medianos productores, que entre sí, no tienen estructuras asociativas que faciliten el trabajo coordinado como lo propone el proyecto.

Sin embargo, la sólida y efectiva red de trabajo establecida con las más importantes agroindustrias del país, asegura un trabajo coordinado con los productores proveedores de estas empresas. Los contactos con empresas que conocen cada zona y cultivo en detalle ayudarán a minimizar este riesgo.

### 7.4. Otros

Que se vulnere o debilite la asociatividad lograda por la presente propuesta, por parte de las principales agroindustrias del país, para abordar la problemática de falta de protocolos de análisis de residuos químicos que resulten válidos, competitivos en términos de costos, calidad y confiabilidad en destino.

Para enfrentar este riesgo del proyecto, se propone la permanente incorporación de nuevas empresas agroindustriales asociadas al proyecto durante su desarrollo, lo que permite abrir la replicabilidad de los protocolos y redes de monitoreo de residuos, también permite reducir la concentración de la información en un grupo de empresas agroindustriales, y generar alternativas de autosustentación futura del proyecto, una vez que termine el cofinanciamiento FIA.





17.5. Nivel de Riesgo y Acciones Correctivas		
Riesgo Identificado	Nivel Esperado	Acciones Propuestas
Equipos tecnológicos de alta complejidad e su ajuste	Medio a alto	Contratación de Químico experto (30% de jornada). Equipo de expertos a cargo del proyecto.
Coordinación de agentes estratégicos en la ejecución del proyecto	Medio	Constitución de un Consejo Directivo del Proyecto, en el que participen representantes de las agroindustrias, de la PUC y del FIA
Validación oficial de los protocolos desarrollados por el proyecto	Medio	Participación de representantes de entidades fiscalizadoras oficiales en el un Consejo Directivo del Proyecto.
Amplitud de especies a estudiar	Medio a Bajo	Coordinación en terreno a través de las agroindustrias, permite establecer redes de trabajo en diferentes niveles de la cadena productiva.
Universo amplio y disperso de pequeños y medianos productores, usuarios de la tecnología del proyecto.	Bajo	Coordinación operativa para el trabajo con agricultores, a través de las agroindustrias en que participan como proveedores, permite establecer redes de trabajo en diferentes niveles de la cadena productiva.
Debilitamiento de la asociatividad lograda por la presente propuesta, por parte de las principales agroindustrias del país.	Medio a Bajo	Incorporación de nuevas empresas agroindustriales asociadas, permite abrir la replicabilidad de los protocolos y redes de monitoreo de residuos, a la vez que reduce la concentración de la información en un grupo de empresas agroindustriales.





## 18. ESTRATEGIA DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS

Un componente estratégico del proyecto es la Transferencia Tecnológica para la generación de capacidades en los agentes de la cadena productiva de hortalizas y frutales menores, desde el nivel productor al de la agroindustria. La estrategia central de Transferencia es la difusión de la tecnología de recolección y monitoreo de residuos, así como de las tecnologías analíticas de detección, la interpretación de resultados, para la implementación de medidas correctivas. Las actividades que operativizan esta estrategia de Transferencia consideran :

1. **Plan de Capacitación y Divulgación técnica** : Ejecución de actividades de capacitación, difusión y divulgación técnica a productores y empresas agroindustriales usuarias de la información generada por el proyecto. En esta área se contempla la ejecución de Días de Campo (dos anuales) y dos seminarios. Estas actividades serán realizadas directamente por el equipo de especialistas del proyecto, quienes participarán presencialmente a través de sesiones expositivas en terreno y elaborando material escrito y audiovisual.

2. **Plan de fortalecimiento de capacidades en agentes de apoyo al proceso de producción en terreno y postcosecha** : Elaboración de herramientas de apoyo (material escrito y visual; afiches, boletines y un Manual) para la generación de capacidades tanto de adopción de la tecnología por parte de usuarios directos (empresas productoras de hortalizas y frutales menores de uso agroindustrial y de empresas procesadoras), como apoyo a su proceso de toma de decisiones, en términos de la aplicación de medidas correctivas para la situación de residuos químicos en los rubros estudiados.

3. **Plan de Coordinación de Redes de Trabajo para el Monitoreo de Residuos Químicos** : A través del Consejo Directivo del proyecto, en el que estarán representados productores, agroindustriales, expertos y agentes del SAG, se implementará una plataforma de apoyo tecnológico para la detección, análisis y corrección de residuos químicos en hortalizas y frutales menores. Se espera conformar una red formal de trabajo que mantenga el vínculo con los usuarios a través de una página web y la participación en diversos eventos y seminarios de empresas y organismos interesados en el tema, tales como AGEPCO, FECPACH, entre otros. Esta área de trabajo del proyecto deberá desarrollar y sistematizar la información generada por el proyecto, y buscar los mecanismos de implementación de una red de monitoreo permanente, que esté abierta a los asociados e interesados en el proyecto, para apoyar de esta forma, el proceso de toma de decisiones para la mantención de una IMAGEN PAIS CON PRODUCTOS INOCUOS DE ALTA CALIDAD, partiendo de una materia prima con niveles de residuos conocidos .





**4.- Plan de Expansión y continuidad del Programa de Monitoreo de Residuos Químicos implementado por el proyecto :** Un desafío que se propone establecer, es el incrementar el número de empresas asociadas formalmente al proyecto, lo cual permitirá durante el desarrollo del mismo, aumentar su cobertura y además, el compromiso y representatividad de los agentes involucrados. Se propone integrar al menos 2 nuevas agroindustrias cada año, lo que permitirá en el mediano plazo, tener una cobertura cercana al 100% de la oferta de hortalizas y frutales menores de uso agroindustrial, cuyas producciones será fácilmente certificables en términos de sus niveles de residuos por parte de los agentes compradores, tanto en Chile como en el extranjero. Las nuevas empresas asociadas deberán comprometer aportes para el proyecto que propicien el aumento de la cobertura del monitoreo y la difusión de resultados, lo cual será sometido a la consideración del FIA en cada caso. En este plano resultará también relevante acciones de marketing estratégico del proyecto y sus resultados, tanto a usuarios directos como potenciales, así como el relacionamiento con entidades para las que las acciones y resultados del proyecto se constituyan en un insumo para los propósitos de generar una oferta de alimentos inocuos y de alta calidad.

## 19. CAPACIDAD DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

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

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

La Pontificia Universidad Católica de Chile, a través de todas sus Facultades y Departamentos tiene una vasta experiencia en la ejecución de proyectos de investigación básica, aplicada e investigación – desarrollo. En la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, las actividades de investigación se desarrollan en forma independiente o conjunta en sus distintos Departamentos y cuentan con la participación de Profesores, Técnicos, Administrativos y Estudiantes de Pre- y Post Grado. La Facultad ha recibido financiamiento para la investigación de diversas instituciones y organismos nacionales e internacionales, lo que ha permitido un fuerte desarrollo en las áreas de Economía Agraria, Frutales, Viñas, Enología, Cultivos, Manejo de Suelos y Agua, Forrajeras, Producción Animal, Sistemas de Información Geográfica, entre otras. Entre 1997 y 2000, el Fondo de Innovación Agraria ha aprobado y financiado 10 Proyectos presentados por Académicos de la Facultad.





## *19.2. Instalaciones físicas, administrativas y contables*

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

El Departamento de Ciencias Vegetales de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile dispone de un Laboratorio Analítico de Investigación en residuos químicos constituido por personal de excelencia, de reconocida trayectoria, y que cuenta con instrumental de punta, difícil de encontrar en nuestro país. Así cuenta con un Cromatógrafo de Gases con Masa/Masa GC/MS-MS: que permitirá ofrecer servicios tecnológicos hoy día no disponibles, los cuales se ofrecerán con la precisión, sensibilidad y rapidez que requiere el dinamismo de los sistemas de producción agroindustrial para los mercados más exigentes del mundo. Este equipo permite realizar análisis de residuos y materias primas para la agroindustria y alimentos frescos para asegurar una sana alimentación humana. El equipo técnico del proyecto propone establecer una red de trabajo con las agroindustrias y sus proveedores, para implementar un servicio continuo de análisis de residuos químicos a través de toda la cadena productiva, permitiendo vigilar puntos y prácticas críticas, y proponer medidas correctivas.

Así, la tecnología del cromatógrafo GC/MS-MS no sólo permite disponer de información analítica confiable y precisa con rapidez, sino que permite rediseñar estrategias de manejo agrícola para diferentes productores en base a los precios y características de los insumos a que tienen acceso. El resultado es que estas empresas pueden programar la calidad e inocuidad de sus productos con agilidad y confiabilidad, ya que dispondrán de la completa trazabilidad de sus sistemas productivos, lo que con la tecnología de cromatografía GC/MS-MS, será un elemento de base para las negociaciones de colocación de estos productos procesados en mercados de exportación.

En relación a los metales, cuenta con un equipo Inductive Coupled Plasma (ICP) que permite determinar más de 30 elementos químicos en un solo análisis, con un límite de detección inferior a las 0,001 ppb. Además cuenta con un Flow Injection Analyzer (FIA) que permite determinar nitrógeno total, nitrato, cloruro, amonio y bromatos, entre otros. Además, el Departamento de Ciencias Vegetales cuenta con el primer Centro de Agricultura de Precisión en Chile (CAPUC), el cual posee equipos de punta al nivel de EUA, además del know how reconocido incluso por los más importantes centros de investigación en Agricultura de Precisión del mundo. El CAPUC respaldará al proyecto en términos del uso de tecnologías de punta tales como GPS y Sistemas de Información Geográfica (SIG) que permitirán asegurar la trazabilidad de cada muestra analizada.

Estos equipos están avaluados en \$60 millones el Cromatógrafo de Gases con Masa GC/MS-MS, y en \$70 millones el Plasma. Los Laboratorios del Departamento de Ciencias Vegetales cuentan con numerosos instrumentos y equipos complementarios que serán utilizados tanto para la toma de muestras e información de terreno, como para el desarrollo de los procedimientos analíticos que considera el proyecto. Sin contar con los equipos mencionados anteriormente sería imposible realizar un proyecto como el propuesto. La infraestructura del Laboratorio de Ciencias Vegetales (estufa, Mufla, equipos de computación, balanza de precisión, tituladores





automáticos, etc.) esta valorada en \$45 millones totales. Cabe señalar que todos estos equipos estarán disponibles en su totalidad al proyecto, en el período de ejecución del mismo. Y fueron fabricados cumpliendo con las normas ISO 9002.

Dados lo anteriormente expuesto, es que hemos pensado que el Grupo Analítico del Departamento de Ciencias Vegetales posee la capacidad para llevar a cabo el proyecto presentado, a lo cual hay que sumar el apoyo, tanto económico, como intelectual que nos han ofrecido las empresas agroindustriales chilenas a través de la Asociación Gremial de Exportadores de Productos Congelados.

2. Capacidad de gestión administrativo-contable.

La Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal cuenta con un equipo Administrativo y contable de primer nivel, de vasta experiencia en el manejo de Fondos de Fuentes Externas como FIA, FDI, FONDEF y otros, apoyado por un sistema computacional seguro y eficiente, que desde la Dirección de Investigación, asume - a través de un equipo especializado - el seguimiento técnico, contable y financiero del proyecto; y con quienes en conjunto con los especialistas de la Universidad, y las empresas asociadas, se considera elaborar los Informes Técnicos considerados para dar cumplimiento con los requisitos del FIA.

**20. OBSERVACIÓN SOBRE POSIBLES EVALUADORES**

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

Nombre	Institución	Cargo	Observaciones
Roberto González	Universidad de Chile	Profesor Titular	





## ANEXO A

### CARTAS DE COMPROMISO DE LOS APORTES DE CONTRAPARTE (AGENTE POSTULANTE Y ASOCIADOS)



Santiago, 20 de Noviembre de 2003.-

Señores  
Fundación para la Innovación Agraria – FIA  
Santiago

De mi consideración:

Gaxu Soluciones S.A. en su calidad de empresa orientada a generar servicios y productos en el área de las tecnologías de información (TI), se encuentra desarrollando en conjunto con la Pontificia Universidad Católica, Soluciones Móviles basadas en el avance de las comunicaciones para llevar a las empresas más allá de sus muros tradicionales.

En este marco, Gaxu participa en el proyecto **“Red de investigación y transferencia tecnológica de residuos químicos para asegurar la calidad e inocuidad de hortalizas frescas y procesadas”** aprobado por el Concurso FIA 2003 y ejecutado por la Pontificia Universidad Católica de Chile bajo la dirección del Dr. Marcelo Kogan Altermann.

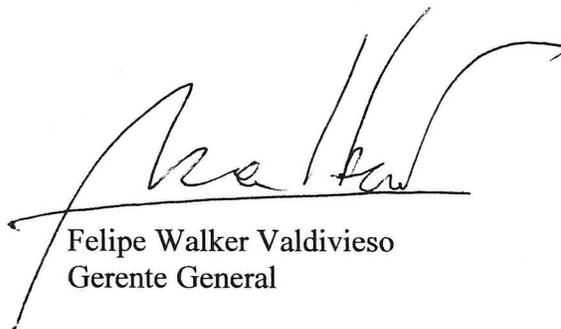
El compromiso de aporte de nuestra empresa, corresponde a \$2.000.000 durante los tres años de duración del proyecto, en aportes pecuniarios y no pecuniarios, de acuerdo al siguiente desglose:

Recursos Humanos :           \$1,500,000 ; M\$500/año.

Infraestructura                 \$ 500,000; en equipos para pruebas en dependencias de Gaxu.

El rol del aporte de Gaxu estará en proveer de sistemas, experiencia y conocimientos en la creación de la Red propuesta por el proyecto, en términos de informática y logística de información.

Atentamente,



Felipe Walker Valdivieso  
Gerente General



Av. 11 de Septiembre 2155, Of. 1210, Providencia, Santiago, Chile  
Teléfono: +56 (2) 233 00 13

A handwritten signature in blue ink, located below the circular stamp.

Santiago, 19 de Noviembre de 2003.-

Señora  
Margarita D'Etigny  
Directora Ejecutiva  
Fondo para la Innovación Agraria FIA  
Santiago

De mi consideración:

La presente tiene por objeto formalizar el compromiso de participación y aporte en el proyecto **“Red de investigación y transferencia tecnológica de residuos químicos para asegurar la calidad e inocuidad de hortalizas frescas y procesadas”** aprobado en el Concurso FIA 2003 y ejecutado por la Pontificia Universidad Católica de Chile bajo la dirección del Dr. Marcelo Kogan Altermann.

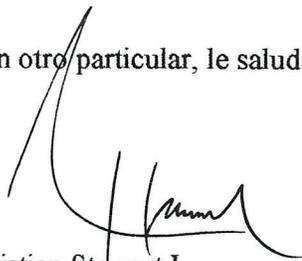
Nuestra Asociación agrupa a 19 empresas del sector, que representan el 100% del mercado nacional y el 80% de las exportaciones totales de congelados, considera la ejecución de este proyecto, una iniciativa estratégica para asegurar la proyección de Chile como proveedor de alimentos congelados sanos e inocuos. Los residuos químicos son uno de los aspectos críticos en que nuestro país necesita contar con información oportuna, confiable, de bajo costo que aseguren una cobertura significativa, de tal modo de ofrecer seguridad a nuestros compradores en Chile y en el extranjero.

Nuestra Asociación se compromete a aportar \$3.000.000 durante los tres años de duración del proyecto, destinados a fortalecer la ejecución y difusión del proyecto entre sus asociados y los agentes vinculados a su actividad, de acuerdo al siguiente desglose:

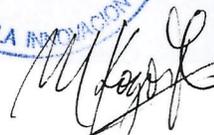
Recursos Humanos :           \$1,500,000 (correspondiente al 5% de jornada de un profesional en difusión y transferencia); M\$500/año.

Difusión                           \$ 1,500,000 ( correspondiente al uso del laboratorio de la planta de la empresa, para la preparación de muestras); M\$500/año.

Sin otro particular, le saluda atentamente,



Cristian Stewart L.  
Presidente AGEPCO



Santiago, 19 de Noviembre de 2003.-

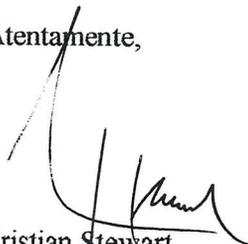
Señora  
Margarita D'Etigny  
Directora Ejecutiva  
Fondo para la Innovación Agraria FIA  
Santiago

De mi consideración:

La presente tiene por objeto formalizar el compromiso de participación y aporte en el proyecto **"Red de investigación y transferencia tecnológica de residuos químicos para asegurar la calidad e inocuidad de hortalizas frescas y procesadas"** presentado al Concurso FIA 2003 en conjunto con la Pontificia Universidad Católica de Chile bajo la dirección del Dr. Marcelo Kogan Altermann.

Este proyecto permitirá contar con información valiosa para la detección de productos hortícolas con residuos químicos, y establecer recomendaciones de prácticas de manejo orientadas a corregir situaciones críticas, a objeto de mejorar nuestro acceso a mercados exigentes en Chile y en extranjero. Es por ello que nuestra empresa se compromete a aportar \$3.000.000 durante los tres años de duración del proyecto, correspondientes a \$2.000.000 en personal profesional de apoyo al monitoreo de residuos en terreno, y \$1.000.000 para el análisis microbiológico de muestras como complemento a los análisis de residuos realizados en el contexto del proyecto.

Atentamente,



Cristian Stewart  
Gerente General  
Comercial Frutícola SA  
COMFRUT





Alimentos y Frutos S.A.  
Lo Echevers 250  
Quilicura, Santiago\*Chile  
www.alifrut.cl  
Tel. (56 2) 367 8000  
Fax (56 2) 739 0101

Plantas:  
Camino Coihueco Km. 5  
Chillán\*Chile  
www.alifrut.cl  
Tel. (42) 27 58 37 - 27 66 17  
Fax (42) 27 58 38

Camino Santa Cruz Km. 3  
San Fernando\*Chile  
www.alifrut.cl  
Tel. (72) 71 19 18 - 71 46 83  
Fax (72) 71 19 14

Santiago, 19 de Noviembre de 2003.-

Señora  
Margarita D'Etigny  
Directora Ejecutiva  
Fondo para la Innovación Agraria FIA  
Santiago

De mi consideración:

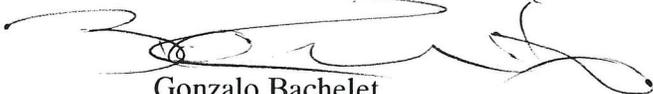
La presente tiene por objeto formalizar el compromiso de participación y aporte en el proyecto **“Red de investigación y transferencia tecnológica de residuos químicos para asegurar la calidad e inocuidad de hortalizas frescas y procesadas”** presentado al Concurso FIA 2003 en conjunto con la Pontificia Universidad Católica de Chile bajo la dirección del Dr. Marcelo Kogan Altermann.

El compromiso de aporte de nuestra empresa, corresponde a \$4.500.000 durante los tres años de duración del proyecto, en aportes pecuniarios y no pecuniarios, de acuerdo al siguiente desglose:

Recursos Humanos :	\$1,500,000 (correspondiente al 5% de jornada de un Ing. Agrónomo de terreno y un Ing. en Alimentos)
Infraestructura	\$ 2,000,000 ( correspondiente al uso del laboratorio de la planta de la empresa, para la preparación de muestras)
Análisis Microbiológico	\$ 1,000,000 (correspondiente a análisis realizados por el personal de nuestra empresa en la planta, como complemento a los análisis químicos realizados por el proyecto de la Pontificia Universidad Católica de Chile)

Dado el valor estratégico que involucra el desarrollo de este proyecto para la proyección de la agroindustria nacional en mercados exigentes es que esperamos que la presente tenga una favorable acogida.

Atentamente,

  
Gonzalo Bachelet  
Gerente General  
ALIFRUT





## PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

### CERTIFICADO APORTE

Gonzalo Camus Moller, Subdirector de Administración y Finanzas de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile, certifica que la PUC aportará al Proyecto **“Red de investigación y transferencia tecnológica de residuos químicos para asegurar la calidad e inocuidad de hortalizas frescas y procesadas”** código FIA-PI-C-2003-1-A-36 aprobado en el Concurso FIA 2003 y ejecutado por la Pontificia Universidad Católica de Chile bajo la dirección del Dr. Marcelo Kogan Altermann, la suma de \$96.180.000 en los siguientes ítem :

Resumen de Aportes PUC (en 36 meses)	Aporte (\$)
Recursos Humanos	36.000.000
Equipamiento	52.980.000
Uso infraestructura	7.200.000
<b>Total</b>	<b>96.180.000</b>

Santiago. 25 de Noviembre de 2003.-





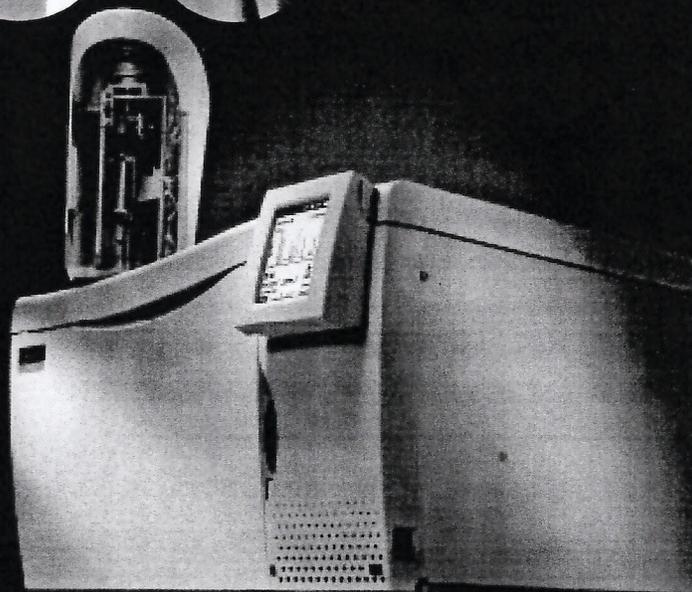
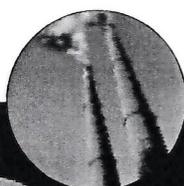
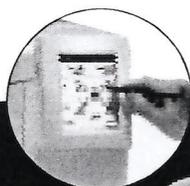
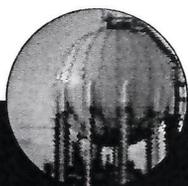
## ANEXO B

### ESPECIFICACIONES DE LOS PRINCIPALES EQUIPOS APORTADOS POR LA PUC AL PROYECTO FIA -PI-C-2003-1-A-36



Gas Chromatography

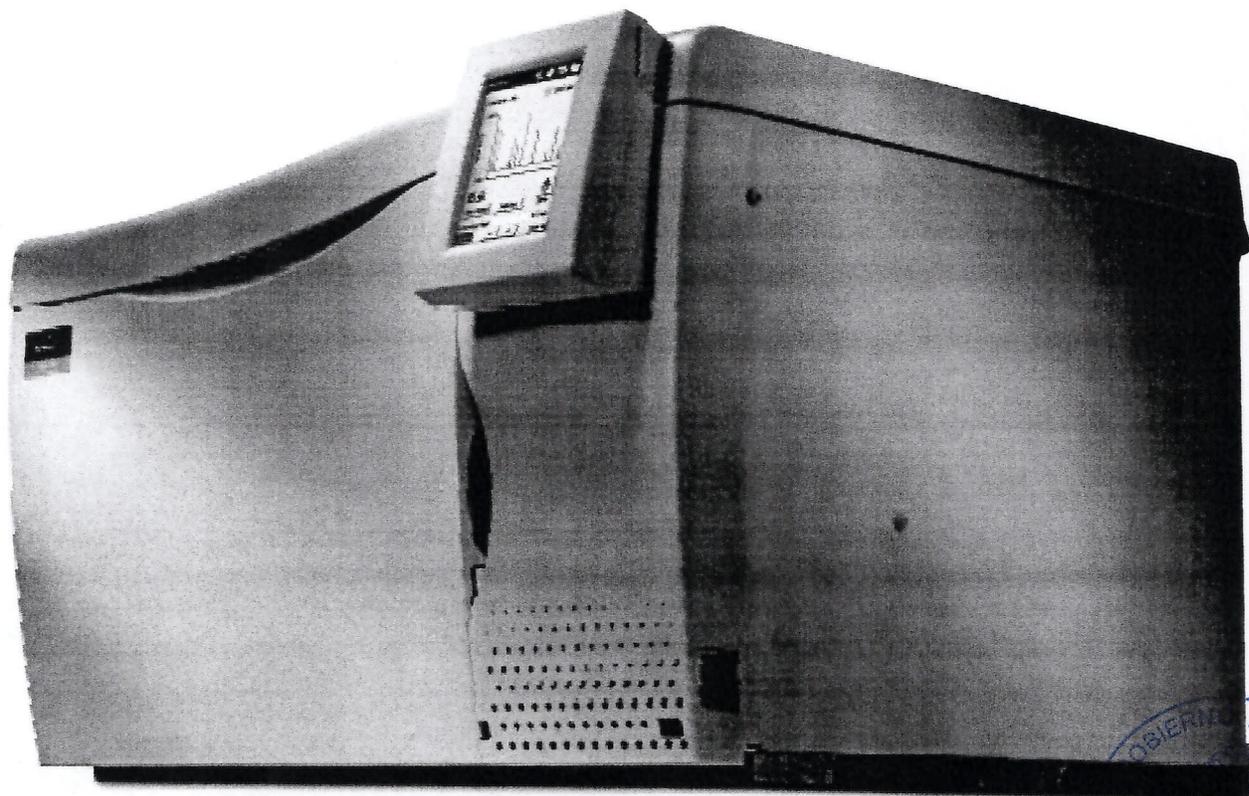
# Clarus 500 Gas Chromatograph



change the way you  
look at gas chromatography



sleek design and  
easy touch screen  
revolutionize GC interaction



## QUICK GLANCE

- Intuitive touch screen is easy to use, no training required
- Dual channel, real time signal display on the touch screen
- Flexible configurations with integrated mass spectrometry, headspace or thermal desorption
- Rugged, proven design provides reliable performance year after year
- Access to worldwide PerkinElmer service and support team

The sleek Clarus™ 500 gas chromatograph (GC) from PerkinElmer offers a whole new approach to the way you interact with your GC instrument. An intuitive touch screen interface features real-time signal display and seven-language support. It's what makes the Clarus 500 GC so easy to use, and so hard for competitors to beat.

This cutting edge user interface is combined with the proven dependability of a PerkinElmer GC. In fact, PerkinElmer was recognized in both 2001 and 2002 with the *Scientific Computing and Instrumentation* Reader's Choice Award for GC. The systems have the performance needed for the demands of both research and quality control environments. Unique features like a fast rotating autosampler tower, the PreVent pressure control system and easy serviceability enable the Clarus 500 to deliver maximum GC productivity.

Available in hundreds of configurations ranging from dedicated analyzers for petrochemical and air analysis

to powerful mass spectrometer units, Clarus 500 is extremely flexible. For applications requiring mass spectrometer detection, the Clarus 500 GC can be coupled to the industry's fastest and widest mass range quadruple mass spectrometer. The PerkinElmer headspace and thermal desorption sample handling devices can also be integrated, providing solutions for applications such as beverage analysis, ambient air testing, environmental work and more. For data management and reporting, PerkinElmer's award-winning data handling software, makes managing data easier than ever.

PerkinElmer also backs all its products with factory-trained field support in more than 125 countries worldwide. The only vendor with a complete offering from chromatograph to sample handling to data analysis and reporting, PerkinElmer offers an integrated single vendor solution. You can rely on one company for service and applications support.



# enhance system throughput

## Temperature programmable inlets maximize reproducibility

For more demanding applications, the Clarus 500 GC inlet positions are programmed with a range of temperature programmable inlets. Options include two enhanced capillary injectors, the Programmable Split/Splitless (PSS) and Programmable On-Column (POC). Clarus 500 split/splitless inlets significantly reduce risk of sample loss while maximizing accuracy and reproducibility over a wide range of sample volumes.

For analyses including those where the sample is sensitive to thermal degradation or susceptible to discrimination due to non-representative vaporization, choose a PSS inlet and programmable on-column injector.

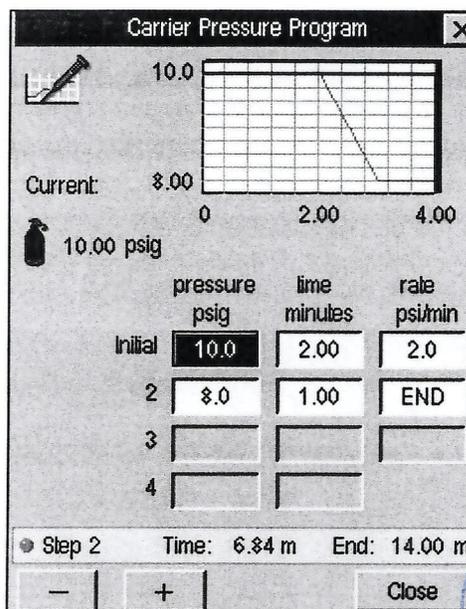
The PSS system manages liquid sample vaporization, reducing the boiling point discrimination that is caused by injecting into a hot inlet. The integrated charcoal trap cleans the split effluent to prevent contamination of gas lines and regulators while removing the possibility of analyte discharge to the atmosphere. The trap also provides a "pressure buffer" for vaporizing samples, delivering the lowest available discrimination.



## Pneumatic Pressure Controllers (PPC)

PPC offers additional capability and levels of performance not attainable with manual pneumatic systems, allowing analysis of a wide range of samples. PPC gives you the capability to control and monitor all injectors, detectors and auxiliary gases electronically, using the Clarus 500 color touch screen.

PPC eliminates complexity by removing labor intensive and complex steps associated with measuring and setting flows manually. You set all flows and pressures of all the instrument gases at the touch screen, no more knobs or complicated software. For instance, to set up split ratios you simply enter the required ratios on the touch screen and the Clarus 500 GC automatically calculates and adjusts the split vent to the correct flow for the selected column flow. Additionally, automatic control of detector gases allows quick and easy setup of the detector combustion or makeup gases, reducing variability in instrument setup due to operator bias or environmental conditions. You can enter published methods exactly as written, without the trial and error, saving time and increasing reproducibility.



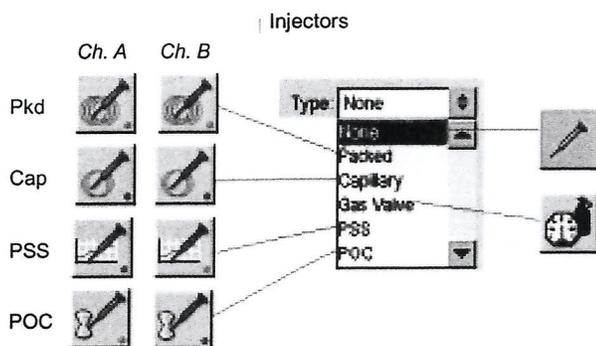
The Carrier Gas Pressure Program screen allows instant access to the program with real time progress display.



### How does PPC work?

Using PPC, the Clarus 500 GC automatically adjusts carrier gas flows to compensate for variations of ambient temperature and pressure, providing constant retention times under widely varying conditions. This greatly enhances system reproducibility even in extreme environments. With flexible flow velocity and pressure control, users can program the carrier gas flow by velocity, by pressure, or by mass flow for optimal column performance. This allows consistent control of one parameter, while adjusting all others to maintain the desired flow.

Constant mass flow used with pressure programming simplifies set up and shortens analysis time while improving performance of certain detectors, including those sensitive to mass flow changes such as thermal conductivity detectors and nitrogen phosphorus detectors.



Icons allow quick and easy recognition of selected injectors and other devices.

A single PPC method stores all the temperatures, gas flows and pressures so it is easy to follow standard operating procedures (SOP). Simply recall the method to establish complete operating conditions. If a greater level of data management is required, PerkinElmer data handling software systems can control and store all operating conditions with the chromatographic data and the method.

Using PPC also greatly enhances confidence in system performance and accuracy. By monitoring deviations from the pneumatic setpoints the Clarus 500 GC can automatically shut down if leaks are suspected. The system constantly monitors the status of the combustion gas. If the Clarus 500 detects that the flame is out, it turns off combustion gas supplies, preventing injection and possible loss of valuable samples.

Gas flow (mL)		Set	Actual
<input type="radio"/>	Air	450.0	450.0
<input type="radio"/>	H2	45.0	45.0

Ready 12:38:09

Obtain up-to-the-minute FID status information.

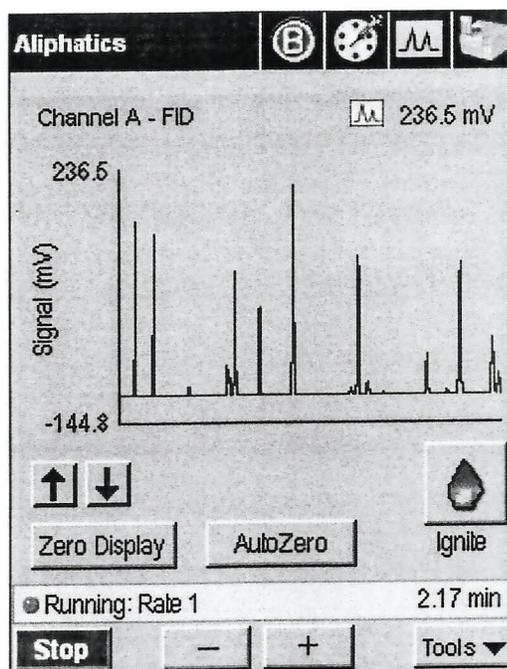


# innovative touch screen makes operation simple

When you invest in a new instrument, you do not want to waste time learning how to navigate a complicated interface. Most interfaces require drilling down multiple layers to locate fragments of information. By the time you reach the function you were looking for, it is difficult to remember how you got there ...or how to get back. Many interfaces even require you to continually reference the manual in order to operate the system effectively.

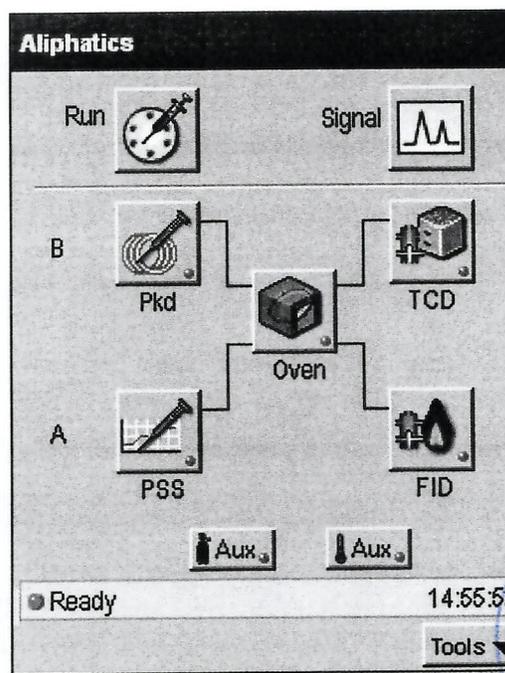
## GC analysis at your fingertips

The Clarus 500 is the first GC to replace the cumbersome and confusing keypad user interface with a large, full color touch screen. The signal screen displays a real-time chromatogram allowing you to monitor the current state of the system at a glance. You can get a complete picture of what is happening with your analysis just from walking by. The signal monitors both channels simultaneously. To view the channels on the touch screen, simply press a button to alternate the view, providing immediate access to key information, so you do not need to wait for the run to complete to view results.



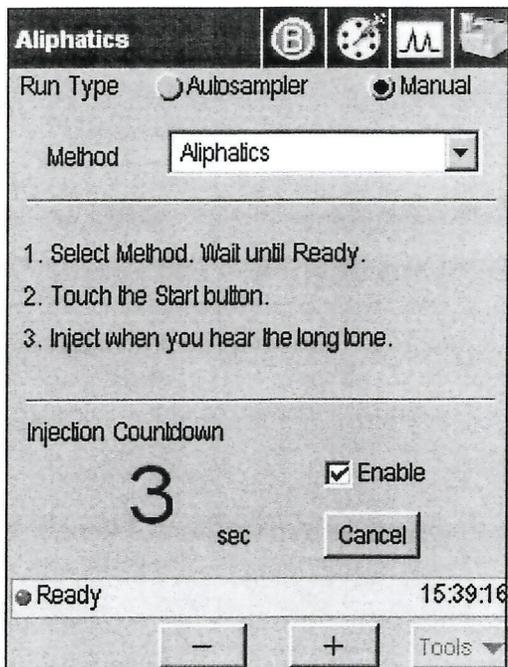
Real time chromatogram is displayed continuously, allowing you to monitor your runs.

While easy accessibility is a critical measure of usability, smooth navigation is equally important. A clear and concise visual language guides users through the system. With single-touch access to the functions you need, the Clarus 500 GC touch screen eliminates drilldown, simplifying instrument control for novices and experienced users alike. The status screen presents a comprehensive overview of the system. Icon buttons define the type and status of each heated zone and each injector and detector is identified by a unique icon, which is color coded by channel.



The status screen displays the type and status of each zone.





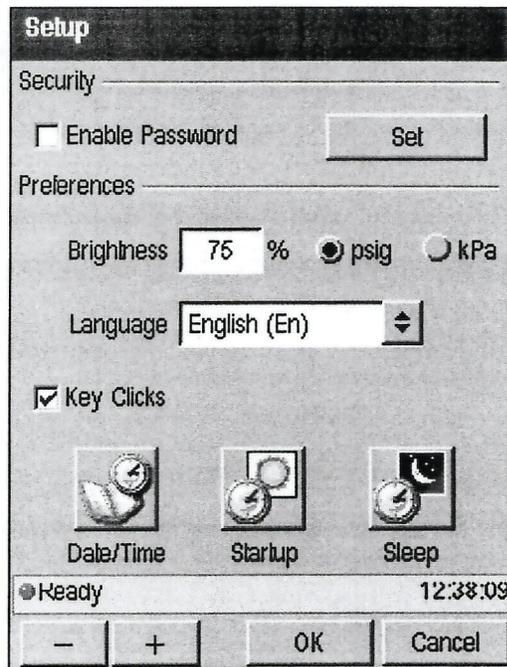
The injection countdown ensures high precision manual sample injections.

The touch screen is like having a complete GC software program on the instrument. When you want to make a manual injection, the countdown feature helps you time it just right every time, giving repeatable sample injections. And the functions you need are exactly where you would expect to find them. If you need to light the FID, just press the ignite button. If you want to access the oven temperature program, the oven button gets you there in one touch and the graph shows you exactly where you are in the run.

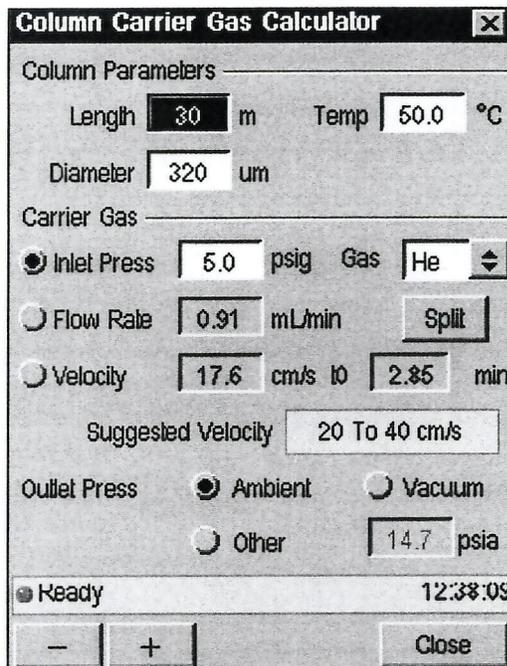
### Easy setup/methods development

Even if you don't use the system frequently, the touch screen interface makes method development easy. The screen provides immediate access to all method parameters; including detectors, columns, injectors, temperature controlled devices, pressure controllers, relays and valves; in any order eliminating the need for linear entry of analytical conditions. The system can save up to five methods with unique names so experiments can be quickly and accurately replicated.

Our exclusive integrated flow calculator allows optimized adjustment of carrier gas conditions without a separate software program. Simply pick the variable level you want to achieve and the system will automatically determine the correct conditions for your analysis



Setup enables user-preferences for Startup and Sleep modes as well as other options.

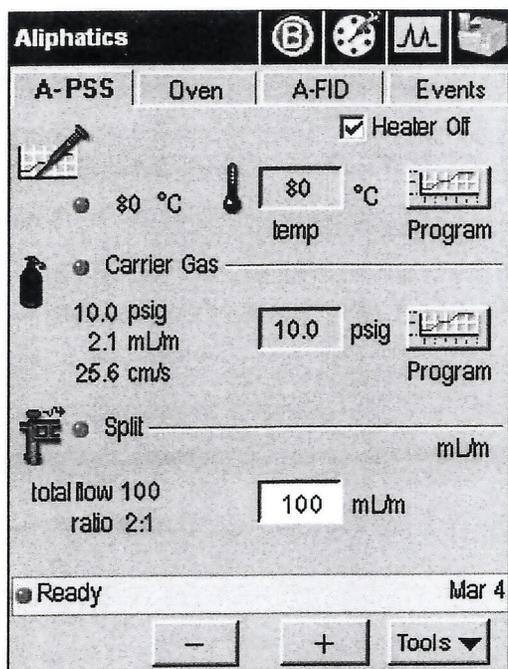


The exclusive built in PerkinElmer flow calculator determines flow rate at a given column length and diameter.



## Multiple language support

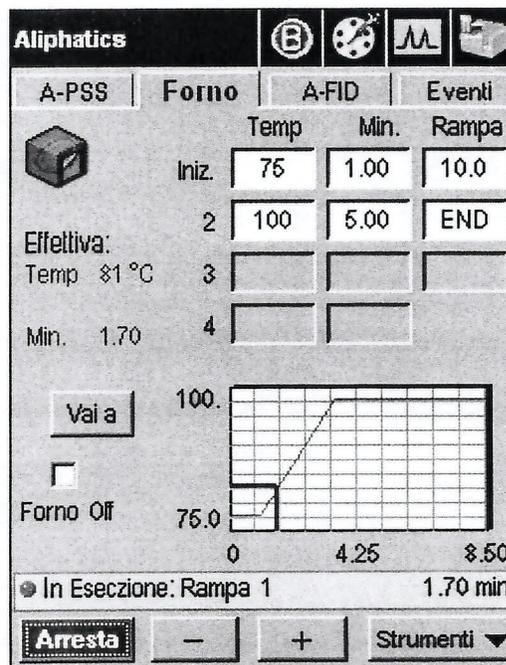
The Clarus 500 GC comes with multiple language capability, including user error messages, so you can work in the language of your choice. And, you can easily switch to different languages. This ensures your entire staff is at ease when working with the system. So whether users speak English, Spanish, French, Russian, Japanese, German or Italian, the Clarus 500 GC makes perfect sense to everyone.



View and modify instrument parameters using the Active Method screen.

## Simplify maintenance

The touch screen interface keeps track of the number of injections so you know when to replace septa and perform routine maintenance on the system, eliminating the need to track this important information on paper. It tracks total number of injections and elapsed time; both can be reset. It gives proactive warning and user error messages, using real words instead of cryptic codes. The messages provide a detailed description of the problem and how to resolve it. The Clarus 500 GC also offers the ability to turn off the FID and other instrument parameters over night or over the weekend.



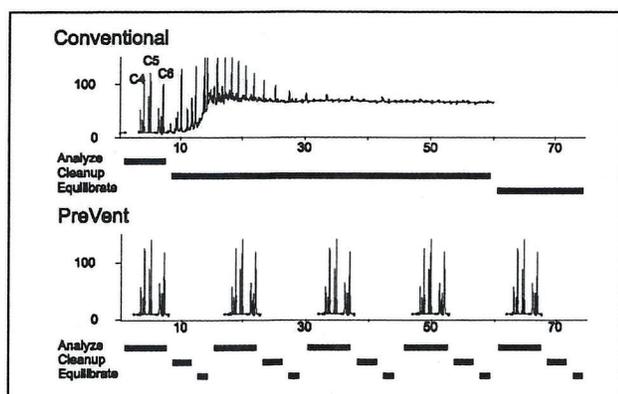
Available in seven languages, the Clarus 500 speaks everyone's language.



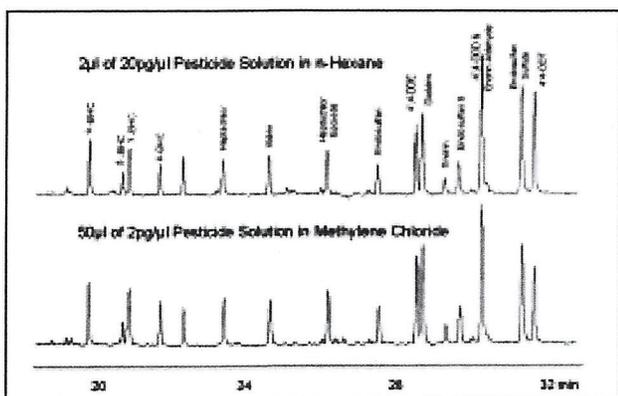
# exclusive PreVent technique improves performance



The Clarus 500 GC features the PerkinElmer-exclusive PreVent operating modes. This powerful mode uses the combined features of the temperature programmable PSS injector and the PPC, to increase analytical throughput, manage difficult samples, protect the column and chromatograph and lower detection limits.



Time-Saver reduces analysis time.



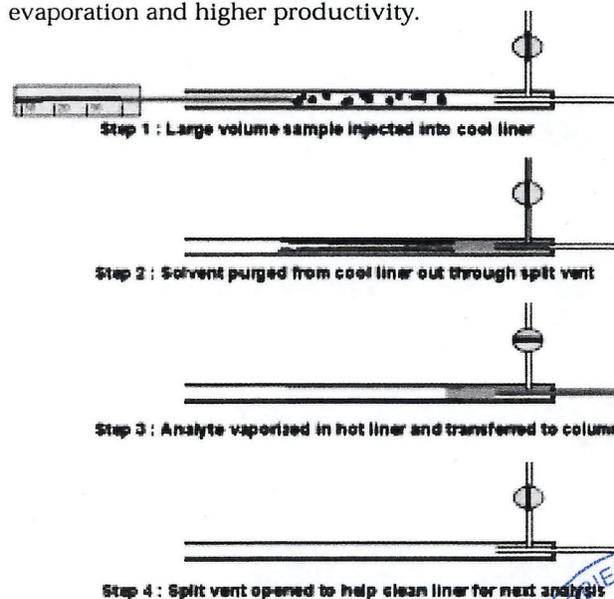
Enhanced Solvent Purge allows the use of chlorinated solvents with an electron capture detector.

## Time Saver Mode

The PreVent Time Saver mode selectively prevents unwanted components such as high boiling point analytes or residues from going through the chromatographic separation system and detector. This reduces analysis time while improving system stability and overall uptime.

## Enhanced Solvent Purge Mode

PreVent Enhanced Solvent Purge Mode can reduce effects of high solvent levels in the column and detector more completely than PSS alone. This mode eliminates solvent flooding of the column and allows use of methylene chloride as a solvent with an ECD. Enhanced Solvent Purge mode also enhances the performance of Large Volume Injections by removing the influence of excess solvent from the system. Large volume injections can be made into a cold injector and the solvent vented before the analytes are transferred to the column, providing online solvent evaporation and higher productivity.



Enhanced Solvent Purge enables large-volume injections.



## Isolation Mode

The PreVent Isolation mode minimizes down time by allowing a septum change without interruption carrier flow to the column, making it possible to perform routine maintenance on the inlet without impacting system stability. Following maintenance, the system is available immediately for analysis. There is no need to equilibrate the column or purge the mass spectrometer.

New septa can even be conditioned for high sensitivity analysis without compromising the established performance of the column and detector. Isolation mode can be used while chromatography is taking place. Isolation mode even works with the Clarus 500 GC autosampler which positions the tower and syringe away from the GC inlets except during injection, facilitating easy access to the injectors during analysis without interrupting or interfering with the autosampler sequence.

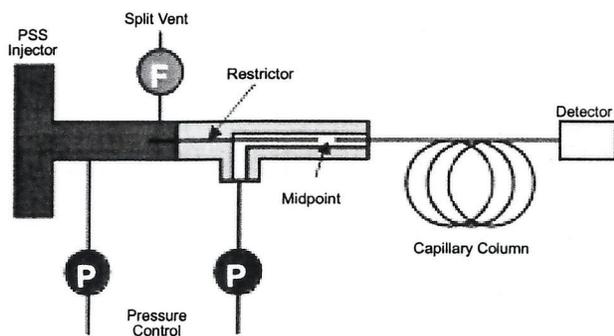
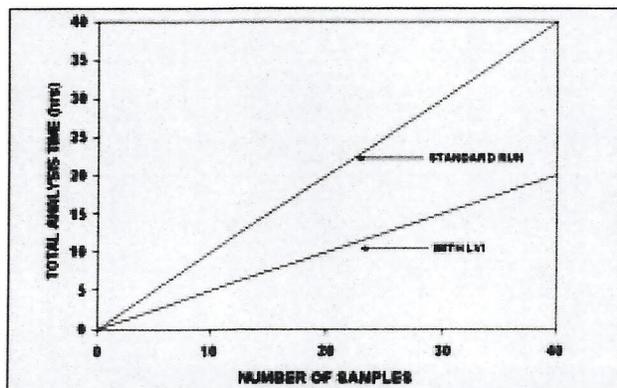


Diagram of PreVent with Injector restrictor installed.



By eliminating the final stage of sample evaporation, LVI can double sample throughput. Note: Total Analysis Time = GC run time + sample preparation time.

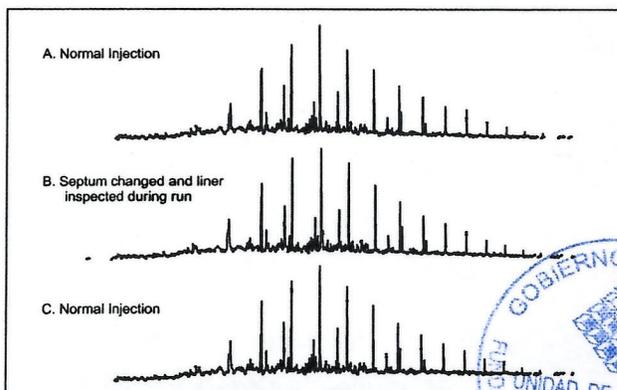
## High pressure Pulse injection

The high pressure pulse injection optimizes reproducibility of sample transfer onto the column for splitless injectors when you use a timed high pressure pulse at injection. This enhances peak shape and consequently improves detection limits and minimizes mass discrimination when using low injector pressures for Mass Spectrometer detectors.

## Large Volume Injection

Large volume injection (LVI) and solvent purge capabilities of the Clarus 500 GC and PSS injector make the system extremely flexible, LVI allows injection of a large amount of sample without degradation in chromatographic performance. It reduces sample preparation time by eliminating the need for sample concentration through evaporation. LVI uses standard hardware and is totally compatible with the Clarus 500 autosampler for samples up to 50 $\mu$ L. Sample volumes greater than 50  $\mu$ L can be injected manually. The only limit to sample size is the capacity of the PSS liner to contain the liquid sample during injection.

- LVI can also enhance system sensitivity without sacrificing performance. The solvent purge mode vents the solvent from a sample injection into a cold PSS before analytes are transferred to the column. Compared with a conventional injection of 1 to 5 $\mu$ L, a 50  $\mu$ L LVI results in a 10 to 50 percent increase in sensitivity.



Three successive injections of diesel oil run in isolation mode. Septum changed and injector liner inspected during run B.



# one company, one solution

Combine the Clarus 500 GC with the Clarus 500 mass spectrometer (MS), market-leading PerkinElmer sample handling accessories, flexible user friendly software and world-class service and support for an integrated, complete analytical solution. Whatever your application— environmental, chemical, flavor and fragrance, food, beverage, forensic or pharmaceutical— PerkinElmer delivers the accuracy and precision you need.



## Integrated Autosampler

The totally integrated Clarus Autosampler provides flexibility and automation capability for the gas chromatograph. The auto sampler accommodates three autosampler syringe sizes—0.5, 5.0 and 50  $\mu\text{L}$ —and three injection speeds—slow, normal and fast—

for complete applications flexibility. Unobstructed access to either injection port with one autosampler permits any combination of analyses for the most efficient utilization of the gas chromatograph.

The autosampler is fully controllable from the Clarus 500 GC touch screen, featuring run status and automation logs that tell whether there was any deviation from the preprogrammed method conditions. The Autosampler provides a mechanically robust, dependable system. Performance is assured by optical sensors that consistently monitor the system to make certain all is proceeding as planned.

## Clarus 500 Mass Spectrometer

The Clarus 500 MS features a wealth of innovative technology to provide the most complete characterization of samples. PerkinElmer Selected Ion and Full Ion (SIFT™) scanning technology and high scan speeds increase system accuracy. The mass spectrometer boasts the fastest, widest mass range quadrupole mass spectrometer available for GC/MS, providing capability to analyze a greater scope of applications. The Clarus 500 MS also includes proven gold technology for enhanced performance.

## Headspace Sample Handling

PerkinElmer Headspace Samplers eliminate tedious and error-producing steps required in other GC sample preparation techniques, enabling you to extract more information from your samples in less time. The intuitive touch screen graphical user interface provides easy control of the sampler. Building on more than 40 years of experience in GC sample handling and introduction, PerkinElmer headspace samplers incorporate proven pressure-balanced sampling for better performance.

## Thermal Desorption Sample Handling

Thermal Desorption is a clean technique that simplifies and speeds a wide range of GC applications, including indoor and outdoor air monitoring, analysis of flavors and fragrances and analysis of outgassing volatile compounds from packaging, polymers, pharmaceuticals and semiconductor materials. An intuitive touch screen graphical user interface provides easy control of the sampler. The system is available in manual and automatic configurations and can be upgraded to meet the challenges of tomorrow's analyses.

## Chromatography Data Handling

The combination of a PerkinElmer Clarus 500 GC with a data handling system provides a total laboratory solution from data collection and analysis to reporting and storage. Whatever your data handling requirements, there is a system to fit your budget and your technical demands. Operating in the industry-standard Windows® operating environment, the PerkinElmer chromatography data system can control up to eight instruments.



# turnkey solutions to applications problems

PerkinElmer develops a broad array of custom analyzers for a wide range of applications and multiple industry segments. These systems combine proven gas chromatography products and accessories with expertise, technology, hardware and software. Because the analyzers and systems are integrated and performance tested before shipment, no complex set up or method development is required during installation.

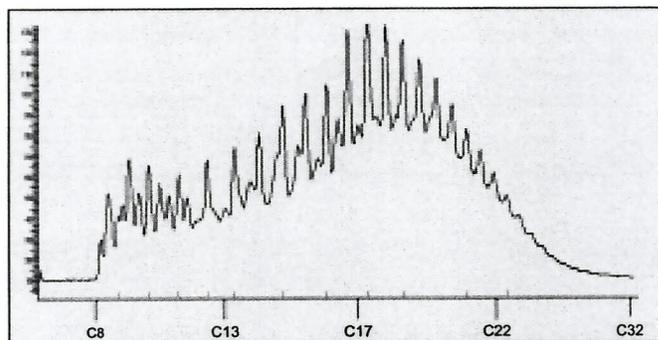
PerkinElmer has produced more than 100 turnkey solutions that have greatly increased our customers' analytical options. Laboratory and plant-based tools for environmental, QC and process monitoring are available for the indoor air monitoring, as well as petrochemical, food, beverage, pharmaceutical and other industries.

## PetroChemical Analysis from Hydrogen to Asphalt

The analytical challenges of monitoring and controlling petrochemical processes and products are as complex as the chemical processes themselves. The term "Hydrogen to Asphalt" categorically represents the breadth and depth of raw materials and products derived from crude oil. Each category has a set of analytical requirements that include single or multiple component analysis plus the determination of metals and carbon content.

Refinery Gas Analysis includes hydrocarbon mixtures in refinery feed stocks and products such as naphtha, reformate, alkylate and gasoline. Natural gas analysis includes a family of gas analyzers to address a full range including H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, and C<sub>1</sub> through C<sub>5</sub> as well as C<sub>6</sub> and higher hydrocarbons.

Analytical methodologies play a critical role in ensuring that manufacturing conditions are monitored and that product quality is consistently maintained. PerkinElmer analytical solutions complement these methods by providing gas chromatography solutions from sample handling to data handling. These systems monitor



Chromatogram of Reference Gas Oil standard for ASTM D2887

every aspect of petrochemical manufacturers' monitoring and measurement need including Refinery Gas Analysis, Natural Gas Analysis, and Trace Sulfur Analysis. PerkinElmer analytical solutions meet or exceed published methodologies and address specific customer-supplied analysis criteria.

## Ozone Precursors Analysis

In the United States, the Clean Air Act of 1970 gave the Environmental Protection Agency (EPA) responsibility for maintaining clean air. Six parameters are measured routinely in ambient air; SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, Pb, CO and ozone. In the 1990's, the Clean Air Act was expanded to include volatile organic compounds (VOCs) that contribute to the formation of ground-level ozone. These measurements are implemented through Photochemical Assessment Monitoring Stations (PAMS). Similar recommendations have also been made in Europe. PerkinElmer, in conjunction with the US EPA, developed an analyzer and methodology for collecting and automatically measuring C<sub>2</sub>-C<sub>20</sub> without the use of liquid cryogen. This system incorporates an on-line thermal desorber and the Clarus 500 GC.



## Workspace air monitoring helps you breathe easy

Maintaining a safe work environment is a requirement and challenge faced by many companies. Monitoring air quality can be particularly difficult because, unlike other workplace hazards, the problem is invisible. PerkinElmer provides air quality analyzers that help companies ensure safe environments for workers. These systems utilize gas chromatography to test for single or multiple gaseous contaminants.

The Workspace Air Monitoring System (WAMS) is a laboratory—or control room-based tool. It provides protection to the workforce and documents occupational safety, thus meeting regulatory requirements. The Arnel™ Series 5200 WAMS monitors workspace air for low levels of controlled compounds. Typical environments where the WAMS have been successfully implemented include facilities for ethylene oxide sterilization and those that use industrial solvents such as benzene.

## Air Toxics Analysis

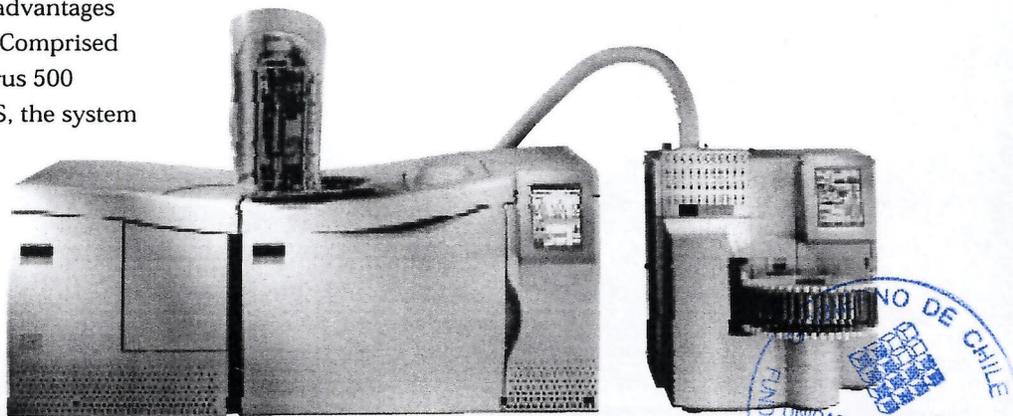
The PerkinElmer Air Toxics Analyzer integrates several analytical techniques into a single, unified system solution performing tube-based sampling in accordance with established methodologies such as US EPA method TO-17. Tube-based sampling offers greater convenience as well as some analytical advantages over traditional canister-based analysis. Comprised of a PerkinElmer Thermal Desorber, Clarus 500 Gas Chromatograph and a Clarus 500 MS, the system provides outstanding analytical performance as well as several unique features to simplify and speed analysis. A powerful purge technique allows for analysis under extreme levels of humidity/moisture while a unique capability of the Clarus 500 GC/MS offers the benefits of both full scan and single ion monitoring simultaneously within a single analytical run.

## Food & Beverage Quality Control

Trace levels of acetaldehyde develop as an impurity or byproduct in the manufacture of bottles from Polyethylene Terephthalate (PET) and affect the taste of water and carbonated beverages placed in these bottles.

The Arnel Series 5100 analyzers are designed as a QC tool to batch sample bottles sequentially and automatically at the rate of about one bottle per minute as well as report and store data with a software/computer system.

The Arnel Series 4000 analyzers are designed to meet or exceed ISBT (International Society of Beverage Technologies) specifications for trace impurity compounds in beverage grade CO<sub>2</sub>. These analyzers provide a complete solution to test at each stage of manufacture, during product delivery and in the final use at the beverage producer, from sample handling and instrument calibration to analyzing compounds and data handling.



The PerkinElmer air toxics analyzer couples a Clarus GC and GC/MS to a thermal desorber for convenient high performance air analysis.

# PerkinElmer, Inc.

PerkinElmer Instruments is part of the PerkinElmer family, which also includes industry-leading businesses focusing on Optoelectronics and Life Sciences.

PerkinElmer Instruments is a world leader in chemical analysis and imaging. Our Analytical Instruments technologies serve the fast-evolving pharmaceutical, chemical, environmental and semiconductor industries, providing integrated solutions—from sample handling to interpretation and communication of results. As one of the best known brands in research, analysis and testing, ours was probably the first analytical instrument you ever used.

PerkinElmer is the only company offering a complete suite of gas chromatography tools—from GC and GC-MS and LC systems to productivity—enhancing accessories like autosamplers, headspace samplers and thermal desorption systems. And chromatography data management software provides all the capability you need to effectively analyze, manage, report and store data. In addition to our Gas Chromatography product line, we offer a broad range of solutions in Luminescence, AA, UV-Vis, FT-IR and NIR, HPLC, MALDI-TOF MS, ICP, ICP-MS, Thermal Analysis and LIMS.

There are over 60 years of experience built into every product we make. So, for leading edge R&D and demanding QA/QC, you get the speed, accuracy and reliability you seek—for the productivity you need. Our service and support people are located in 125 countries throughout the world and are factory-trained. Compliance doesn't get any easier than with our Enhanced Security™ software, including 21 CFR, Part 11 technical compliance on many products. And online consumables and accessories ordering lets you get your hands on what you need fast.

PerkinElmer Instruments  
710 Bridgeport Avenue  
Shelton, CT 06484-4794 USA  
Phone: (800) 762-4000 or  
(+1) 203-925-4600  
[www.perkinelmer.com/instruments](http://www.perkinelmer.com/instruments)



© 2002 PerkinElmer, Inc. All rights reserved. PerkinElmer is a trademark of PerkinElmer, Inc. Clarus, SIFI and Enhanced Security are trademarks of PerkinElmer Instruments LLC. Windows is a registered trademark of Microsoft Corporation. Arnel is a trademark of ARNEL Inc. PerkinElmer reserves the right to change this brochure at any time and disclaims liability for editorial, pictorial, or typographical errors.

D-6669 KC070210 Printed in USA



# GC/MS/MS Analysis for Pesticide Residues in Agricultural Products

# GC/MS

Varian Application Note  
Number 40

Carl Feigel  
Varian Chromatography Systems

**Key Words:** Saturn 4D, GC/MS/MS, Pesticide Residues, Food Analysis

## Introduction

The analysis of agricultural products for pesticide residues is of importance worldwide. Almost every country either imports or exports food. Most countries do both. The allowable residue requirements for an exporting country are often not the same as the importing country. There is an obvious need for test procedures that provide unambiguous results in the low ppb range for a wide variety of agricultural product matrices. The selectivity advantage of GC/MS/MS allows an analyst to quantitate and identify ultra trace level components in the most difficult matrices.

## Experimental

GC/MS/MS provides extreme selectivity against matrix interference through three separation mechanisms: (1) chromatographic separation on the GC column with the accompanying knowledge of the retention time for target analytes, (2) isolation of a characteristic pesticide/fungicide characteristic ion, and (3) dissociation of the isolated ion to a unique set of product ions which unambiguously identifies the presence or absence of the targets. (For more information refer to the References.) The optimum Collision Induced Dissociation (CID) voltage must be determined for each parent ion of the target pesticides. This is accomplished conveniently through the use of the Toolkit software which allows the CID voltage to be incremented on a scan by scan basis. In Figure 1 we see the results of this injection. Notice that the degree of dissociation of the parent ion is changing as the CID voltage is increased from one scan to the next scan.

This allows the analyst the luxury of quickly determining the optimal conditions for a target analyte. This method optimization feature is time programmable throughout the chromatogram so that a whole series of compounds can be optimized in a single injection.

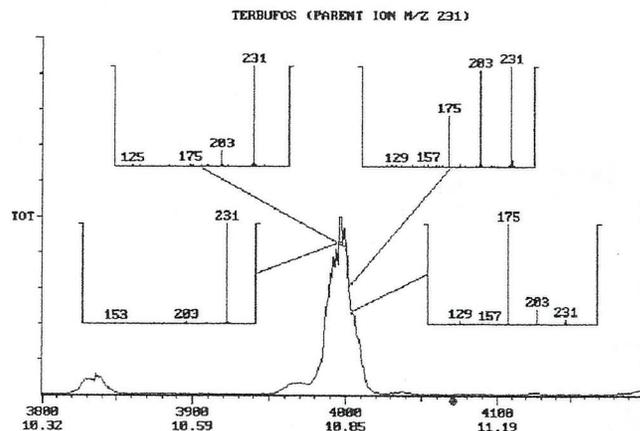


Figure 1: Automatic method optimization allows the CID voltage to be incremented on a scan by scan basis.

Twenty-one pesticides and five agricultural products were studied to determine accuracy, reproducibility and typical method detection limits in an attempt to correlate the performance of benchtop GC/MS/MS to pesticide residue analysis. The samples were prepared by first homogenizing the individual products followed by a methylene chloride extraction of the residual pesticides. The extracts were filtered and concentrated to a known volume. A portion of the extracts was spiked with the equivalent of 20 ppb of each pesticide. A 20 ppb spike under the conditions used for this analysis gives 100 pg on column for each analyte as well as the soluble portion of 5 mg of the agricultural product. The spiked and unspiked samples were analyzed by GC/MS/MS.

UNIVERSIDAD DE CHILE  
UNIDAD DE ESTUDIOS  
Y PROYECTOS  
*M. Feigel*

## Discussion

Virtually every pesticide has a coeluting background component associated with it. In the case of the orange extract, a target analyte (Chlorneb) has a coeluting compound with a major ion at the same mass as the parent ion for Chlorneb. This ion ( $m/z$  191) if chosen for quantitation by EI GC/MS in either the full scan or SIM mode of operation would give a large positive interference. Figure 2 shows the MS/MS chromatogram and Spectrum of the interfering compound. In Figure 3, we see the MS/MS spectrum of Chlorneb using  $m/z$  191 as the parent ion.

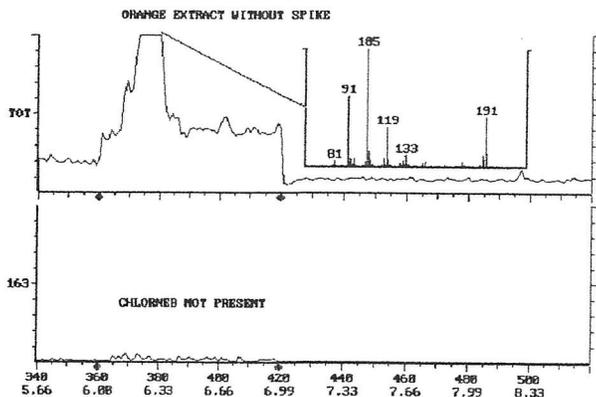


Figure 2: Orange extract with large interference that coelutes with Chlorneb.

The product ion for Chlorneb of  $m/z$  163 is not found in the MS/MS spectrum of the coeluting compound, and as such, this ion can be used to successfully quantitate Chlorneb in the extract. Table 1 shows the quantitative recovery of a 20 ppb spike into the 5 matrices tested.

Eight replicate injections were made for each sample to determine the accuracy and standard deviation. Method detection limits were calculated by multiplying the standard deviation by the Student's  $t$  value (3.0) for 8 replicates at the 99% confidence level. Where there is no data point in the table, an interference was observed indicating that additional method optimization is needed for some compounds in some matrices.

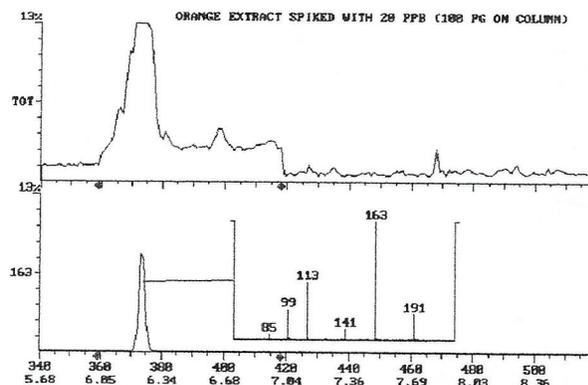


Figure 3: Orange extract with 20 ppb Chlorneb spiked into the sample.

- |                           |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| 1. METHYLNAPHTHALENE      | 12. MALATHION           |
| 2. DICHLOBENIL            | 13. DURSABAN            |
| 3. ETRIDIAZOLE            | 14. DIPHENAMID          |
| 4. CHLORNEB               | 15. $\alpha$ -CHLORDANE |
| 5. TRIFURALIN             | 16. $\gamma$ -CHLORDANE |
| 6. BHC                    | 17. OXADIAZON           |
| 7. CLOMAZONE              | 18. CHLOROPROPYLATE     |
| 8. TERBUFOS               | 19. ETHION              |
| 9. PHENANTHRENE D-10 (IS) | 20. FAMPHUR             |
| 10. CHLOROTHALONIL        | 21. DDT                 |
| 11. DICHLOFENTHION        | 22. METHOXYCHLOR        |

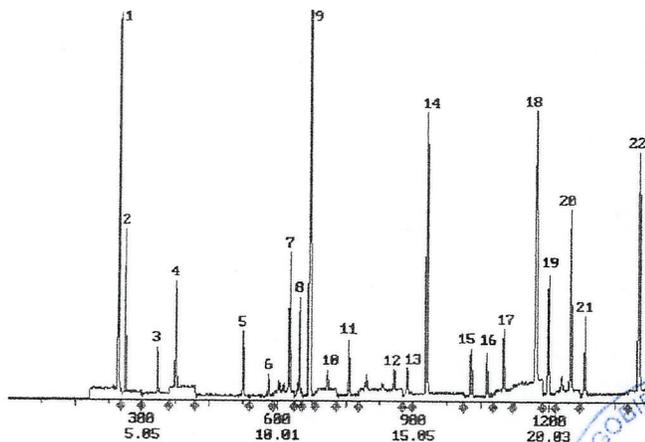


Figure 4: GC/MS/MS chromatogram of pesticide standard mix (100 pg on column). Diamonds on the X-axis indicate time-programmed changes in MS/MS conditions.



Table 1: Recovery of 20 ppb Spiked Extracts (N=8)

Compound	Standard	Orange	Strawberry	Tomato	Onion	Broccoli
Methyl Naphthalene	19	25	20	18	22	20
Dichlobenil	19	24	18	17	11	19
Etridiazole	20	22	21	22	16	12
Chlomeb	20	26	22	18	19	20
Trifuralin	20	27	19	16	18	22
BHC	20	24	22	17	15	18
Clomazone	19	21	23	15	15	18
Terbufos	20	22	15	15	13	16
Chlorothalonil	22	24	25	15	6	21
Dichlofenthion	20	23	22	16	16	21
Malathion	19	23	21	15	15	14
Dursban	20	22	25	16	19	22
Diphenamid	20	28	29	17	22	26
Alpha Chlordane	19	25	23	16	20	18
Gamma Chlordane	20	26	23	16	20	19
Oxadiazon	20	25	23	18	23	22
Chlorpropylate	20	25	25	20	28	27
Ethion	19	30	24	20	27	25
Famphur	20	27	21	20	26	25
DDT	20	21	22	19	21	-
Methoxychlor	20	25	20	20	19	-

Table 2: Method Detection Limits in ppb (N=8)

Compound	Standard	Orange	Strawberry	Tomato	Onion	Broccoli
Methyl Naphthalene	1	4	3	2	3	2
Dichlobenil	1	6	2	2	2	1
Etridiazole	2	6	2	5	3	12
Chlomeb	1	3	2	2	2	2
Trifuralin	6	4	3	2	2	4
BHC	2	3	1	3	1	6
Clomazone	2	5	1	2	1	6
Terbufos	2	4	2	3	2	2
Chlorothalonil	8	10	5	8	7	6
Dichlofenthion	2	5	2	1	1	1
Malathion	3	3	3	1	2	8
Dursban	2	7	2	2	2	2
Diphenamid	2	8	2	2	2	6
Alpha Chlordane	3	4	2	3	2	9
Gamma Chlordane	2	5	2	2	2	10
Oxadiazon	2	2	2	2	2	8
Chlorpropylate	2	3	2	2	2	9
Ethion	1	5	2	2	2	8
Famphur	1	5	2	3	2	16
DDT	2	11	6	13	11	-
Methoxychlor	2	9	5	16	11	-



Table 3: MS/MS Conditions

Compound	Parent Ion	Amplitude	Excitation	Storage
Methyl Naphthalene	141	86	75	
Dichlobenil	171	65	60	
Etridiazole	211	57	75	
Chlomeb	191	55	65	
Triburalin	306	45	75	
BHC	219	45	65	
Ciomazone	204	54	65	
Terbufos	231	54	75	
Phenanthrene d-10 (IS)	188	90	75	
Chlorothalonil	266	71	75	
Dichlofenthion	279	54	75	
Malathion	173	37	60	
Dursban	314	42	75	
Diphenamid	167	61	60	
Alpha Chlordane	373	61	100	
Gamma Chlordane	373	61	100	
Oxadiazon	258	42	75	
Chloropropylate	251	57	75	
Ethion	231	51	75	
Famphur	218	57	75	
DDT	235	63	75	
Methoxychlor	227	75	80	

### Instrument Conditions

#### Gas Chromatograph

Column: RTX-5 amine, 30m x 0.25mm x 0.5 µL  
 Flow rate: 1 mL/min  
 Oven program: 150°C with no hold, 5°/min to 290°C, hold for 10 min  
 Injection temp: 280°C  
 Transfer line: 280°C  
 Injection mode: split  
 Split Ratio: 20/1  
 Injection Volume: 2 µL

#### Mass Spectrometer

Mass range: 70-400  
 Scans/sec: 1  
 Mult. delay: 3 min  
 RF level: 48u  
 Filament: 90  
 Threshold: 0  
 Ion trap: 220°C

### References

- Application Note 27: GC/MS/MS with a Benchtop Mass Spectrometer
- Advantage Note 3: GC/MS/MS Analysis for Target Analytes in a Complex Matrix
- Advantage Note 5: GC/MS/MS as a Separations Technique

### Conclusion

The Saturn 3 equipped with the MS/MS option can analyse for pesticide residues in agricultural products at low ppb levels. The results are accurate and reproducible in very complex matrices.

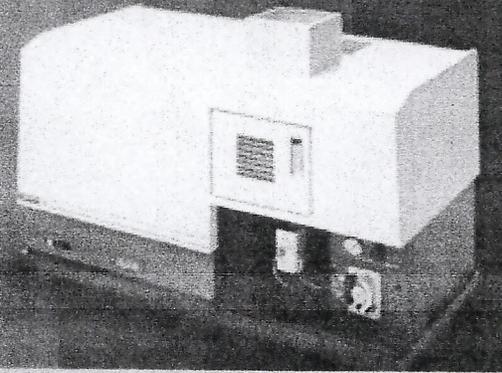


*These data represent typical results.  
 For further information, contact your local Varian Sales Office.*



# ICP-OES

Varian  
Liberty Series II  
ICP-OES



**VARIAN**



*[Handwritten signature]*

**Liberty Series II—  
fast, economical performance**

Purgeable optics for  
superior performance  
below 190 nm

Direct serial coupling  
provides 75% transfer  
efficiency of RF power  
to the plasma

Choice of radially or  
axially viewed plasma  
configurations

Liberty ICP optical emission spectrometer systems have been chosen by hundreds of analysts around the world for their superior optical resolution, high level of automation and unmatched performance with difficult samples. With over 40 years experience in atomic spectroscopy, Varian is a recognized leader and innovator in AAS, ICP-OES and ICP-MS. Today, Liberty Series II is the world's Number One selling sequential ICP.

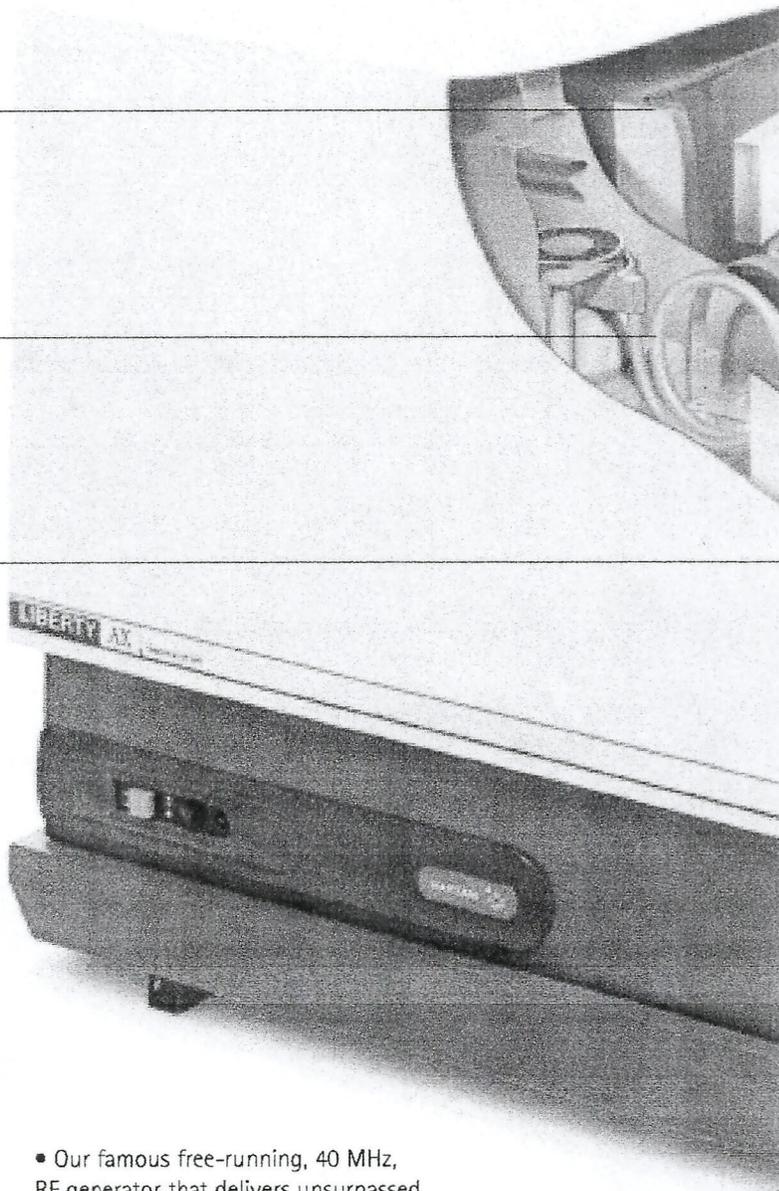
It features:

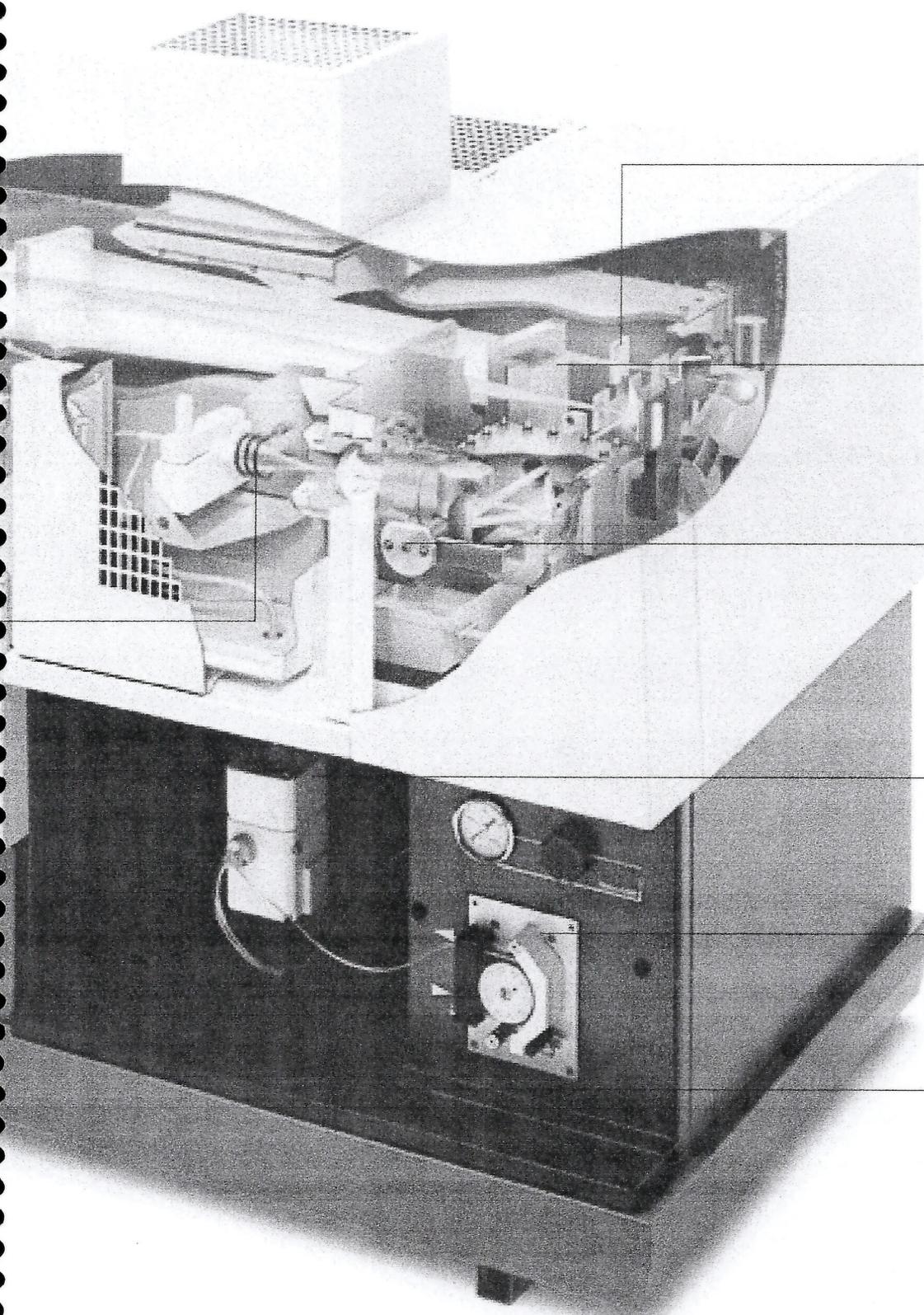
- Varian's award-winning worksheet software—making operator training easy

- Our famous free-running, 40 MHz, RF generator that delivers unsurpassed performance on difficult samples such as fusions, sludge digests and organic solvents

- Advanced optical design with a huge holographic grating, used in up to four orders for maximum resolution of spectral interferences and high light throughput for improved detection limits

- Greater uptime, reduced maintenance requirements and improved reliability





Unique low mass refractor plate for Measurements At Peak (MAP™)

Rapid slewing holographic grating—measure 15 elements in just 5 minutes

Computer controlled plasma viewing position gives optimum results

Choice of spray-chambers. The inert Sturman-Masters™ spraychamber is shown

'Fast Pump™' mode improves productivity

External sample introduction system provides ease of access



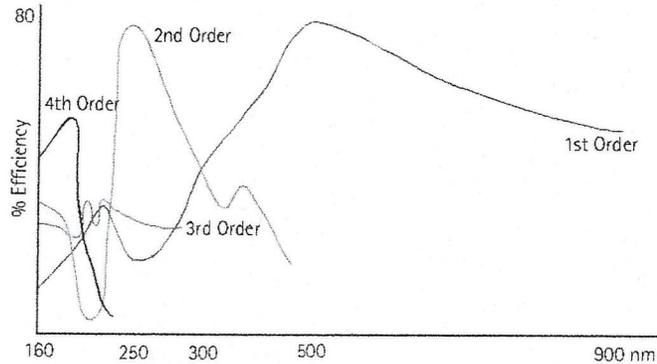
*M. Lopez*

Software selected dual detectors for optimum sensitivity over the entire wavelength range

Refractor Plate Measurement At Peak (MAP) provides immediate drift correction and background correction while locating the peak maximum

Huge, fully illuminated holographic grating that generates minimal stray light and provides a typical resolution of 0.006 nm in the low-UV wavelength range. This minimizes interferences in this analytically important region

Liberty's advanced optical design ensures maximum light throughput in up to four orders for superior resolution and sensitivity. This minimizes spectral interferences and produces accurate results

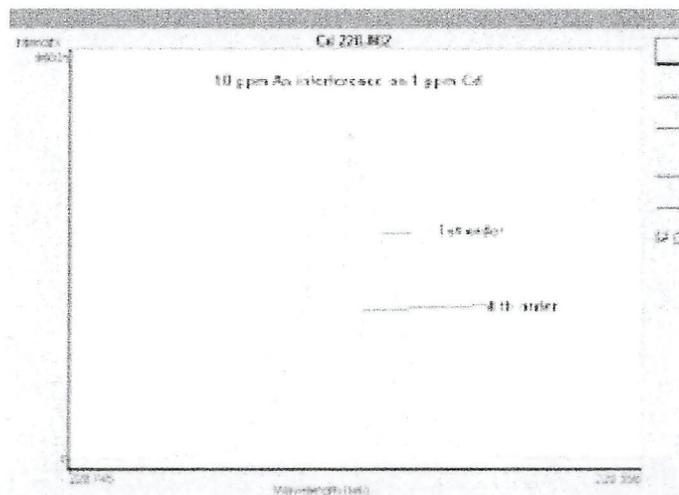


Built-in mercury lamp  
initialises wavelength  
calibration at power up

Computer controlled  
viewing mirror  
optimizes the plasma  
viewing position to  
reduce interferences,  
improve SBR and  
minimize background  
emissions

Unique Cooled Cone  
Interface™ eliminates  
expensive shear gas

Optimized axial or  
radial view plasmas are  
faster than dual view  
systems which require  
sample reanalysis



Liberty's 0.006 nm  
resolution in 4th order  
eliminates the  
potential interference  
of arsenic on cadmium  
at 228.8 nm.  
A comparison with  
0.018 nm resolution,  
typical of other ICP  
systems, shows the  
benefits of Liberty's  
high resolution.



## Excellence in RF design

Varian's Liberty ICP-OES has always demonstrated stable and accurate analytical results on samples that were not even possible by ICP-OES before. The Liberty Series II continues this tradition of excellence with further innovation in RF design:

- Superior plasma performance, allowing you to analyze samples containing high levels of organics and dissolved salts
- Over 75% power efficiency is achieved by eliminating inefficient secondary matching networks
- Higher uptime and better reliability, as there are no moving parts
- The only air-cooled 40 MHz free-running RF generator with solid state power supply

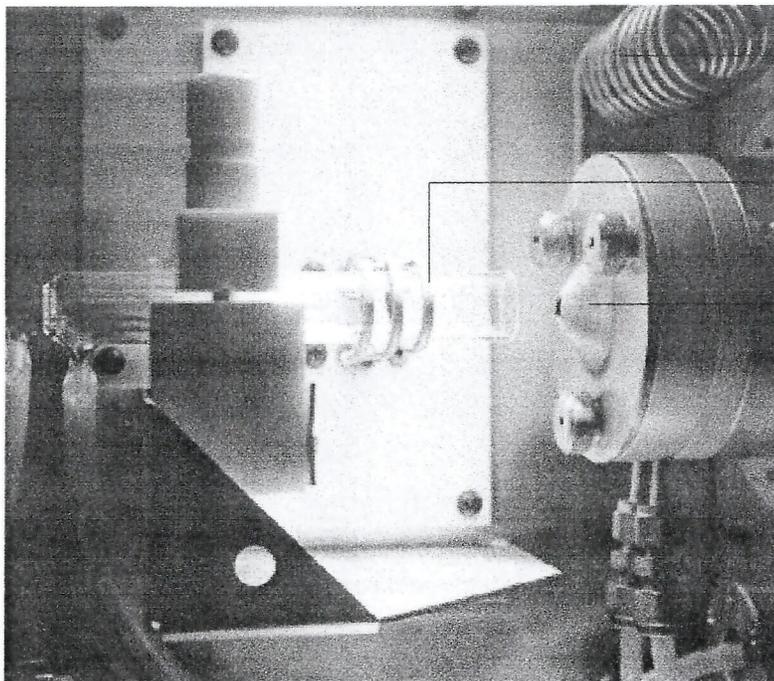
### A better free-running RF generator

Some RF systems are limited by poor power control and low coupling efficiency, resulting in a less stable plasma.

With difficult matrices, such as gasoline and methanol, the plasma can even be extinguished. The Liberty Series II has a free-running RF generator with power control system directly coupled to the induction coil to rapidly adjust to changes in the plasma impedance for improved stability. With Direct Serial Coupling (DISC), Varian have improved the transfer efficiency of RF energy into the plasma by eliminating inefficient secondary matching networks. The result is a RF system that produces a stable plasma and is tolerant to organic solvents and other difficult to analyze samples.

### The benefits of Air Cooling

The Liberty Series II RF power source is air cooled, eliminating the need for unreliable and difficult-to-service water cooling.



Anti-arcing  
resonance coil

Axial plasma  
optimized coil

Cooled cone  
interface

### No Moving Parts Design

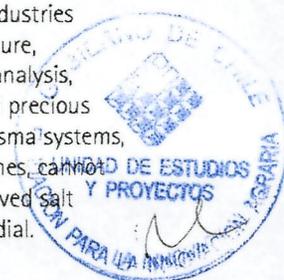
The Liberty Series II design eliminates the need for variable tuning capacitors in the matching network—eliminating all moving parts which results in high up-time, reliability and lower cost of ownership. Varian's Liberty Series II ICP-OES robust axially viewed plasma delivers improvements in detection limits and linear dynamic range.

### Vertical or Horizontal Plasma?

Liberty offers either optimized axially viewed or radially viewed plasma systems. The horizontal, axially viewed plasma is ideal for environmental applications that require excellent sensitivity and wide dynamic range. Varian's axially viewed plasma is suitable for the routine analysis of samples with dissolved solids contents up to 5%. This outstanding performance is achieved via the Cooled Cone Interface (CCI) design. The CCI uses a water cooled cone to deflect the cooler plasma tail outwards, away from the optical path.

This reduces interferences caused by self-absorption in the cool plasma tail, maintaining a wide linear dynamic range and eliminating the need for a shear gas. The Liberty Series II ICP-OES, with axially viewed plasma, is able to meet all US EPA Contract Required Detection Limits (CRDL) for waters and waste waters and is capable of handling up to 5% dissolved salts.

If long term analysis of the most difficult sample types is required, the Liberty radial viewed plasma offers the benefits of robust operation with minimal maintenance. The radially viewed plasma is vertically oriented, providing immediate venting of exhaust vapors for reduced injector tube blockage. Vertically orientated, radially viewed plasma systems have become the accepted standard in many industries including chemicals manufacture, salt production, wear metals analysis, petrochemical production and precious metals refining. Dual view plasma systems, which feature horizontal torches, cannot match the rugged, high dissolved salt performance of the Liberty radial.



*M. Kage*

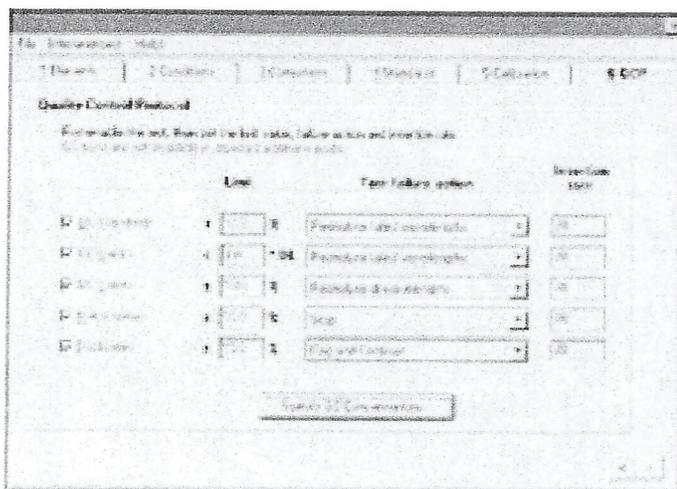
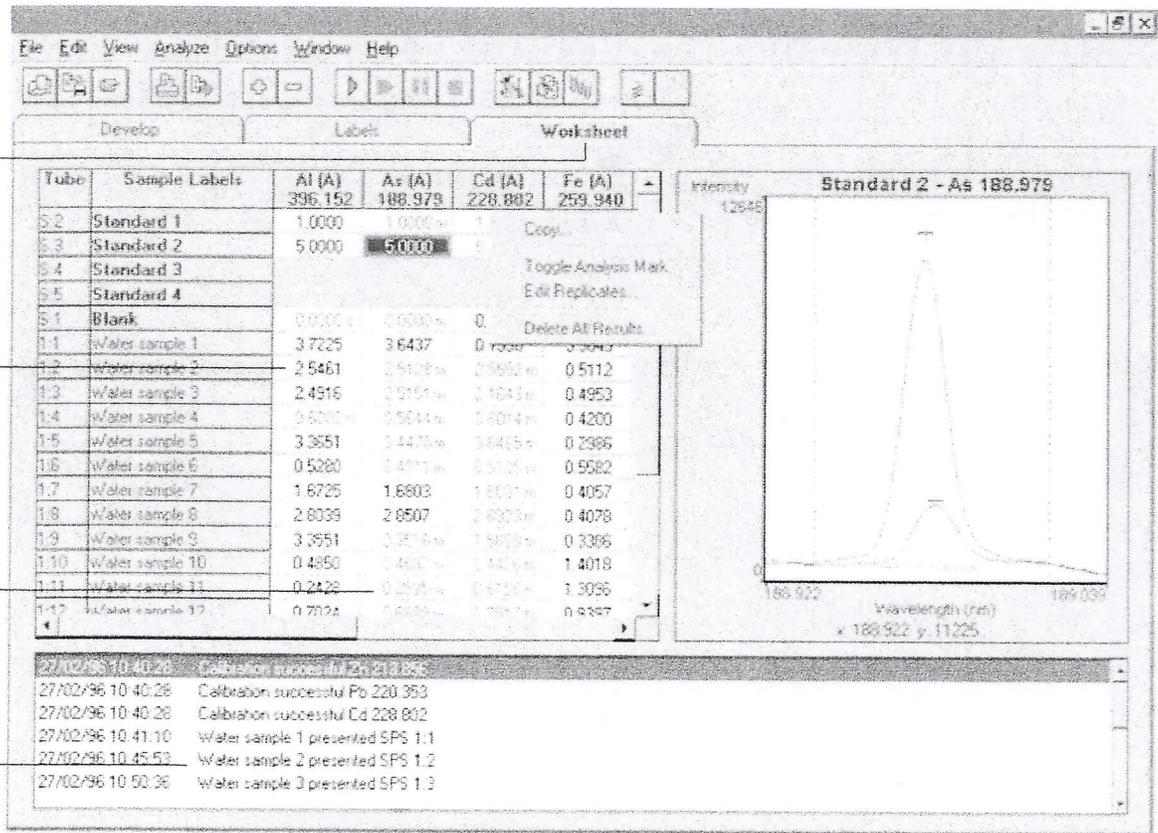
# ICP Expert™—the benefit of experience

The heart of the ICP Expert software is the worksheet which uses the "spreadsheet" concept used in many business applications

Results are displayed in the worksheet. By selecting a cell the wavelength scan and replicate results can be viewed for any element in any sample

Color-coding indicates interferences, out-of-range, diluted, below detection limits and uncalibrated results

The operation log provides information on instrument status and analysis progress



Just generating results is no longer enough. The answers your laboratory generates are not only expected to be accurate, but must also be validated and timely. To assist in complying with your internal quality control procedures or external regulatory requirements, ICP Expert features an extensive range of quality control procedures with support for the following in the standard software:

- Quality control standards
- Duplicate analysis
- QC blank solution
- Matrix spike addition
- QC spikes



Varian offers a complete range of accessories for the Liberty Series II ICP-OES family of spectrometers.

### **Autosampler and Auto-Diluter**

The SPS-5 Sample Preparation System and Liberty Series II ICP-OES can be combined to deliver real productivity gains. Unattended analysis is possible with powerful software, a stable, high throughput spectrometer and a sample preparation system capable of automatically performing on-line dilutions of over-range samples.

### **Large capacity**

With the inclusion of the optional rear rack extension, the SPS-5 can accommodate up to 5 separate racks with a total capacity of up to 500 solutions. Five different rack types are available for the SPS-5, and any rack type may be placed in any of the five different rack positions on the sample platform. All SPS-5 racks contain a magnetic sensor in the base to provide the unique Magnetic Rack Recognition feature. This prevents incorrect rack usage in a selected method. Each rack is constructed from chemically resistant polypropylene.

### **Auto-Diluter**

Varian's Auto-Diluter is a powerful companion to the SPS-5 Sample Preparation System. The Auto-Diluter extends the capabilities of the Liberty ICP-OES, allowing samples to be analyzed within the calibration range, quickly and accurately.

The automatic on-line dilution of over-range samples provides:

- Productivity gains, by eliminating post-run re-analysis of overrange samples
- Re-analysis of overrange samples, within existing QC protocols
- Improved dilution accuracy, with the high precision syringe diluter
- Freedom from operator errors and the contamination often associated with a manual dilution

The Auto-Diluter is made from inert materials and is compatible with a wide range of sample types, including solutions containing high dissolved solids and HF acid.

### **RoboPrep—Your new staff member**

With Varian's RoboPrep software, the SPS-5 and Auto-Diluter can be used off-line for the preparation of multi-element standards, standard additions, matrix spikes and addition of internal standards. RoboPrep automates sample preparation—freeing your laboratory staff for other more productive tasks.

### **Vapor Generation Accessory**

The VGA-77P provides up to a 50 fold improvement in the detection limit performance of hydride forming elements As, Se, Sb, Bi, Ge and Sn as well as Hg on either radially or axially viewed plasma systems.

### **Ultrasonic Nebulizer**

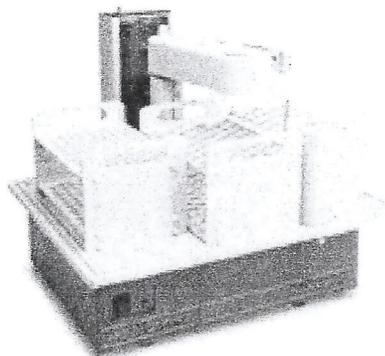
The Ultrasonic Nebulizer (USN) is ideal for the trace level determinations required in a wide range of environmental applications. The USN typically provides at least a 5 fold improvement in detection limits when compared to conventional pneumatic nebulization on either radially or axially viewed plasma systems.

### **Volatile Organics Kit**

The volatile organics kit, consisting of a cooled spray chamber, auxiliary gas module and a demountable torch, allows analysis of highly volatile organic solvents such as gasoline and ether. A small flow of oxygen is added into the plasma auxiliary gas to minimize band structures and eliminate carbon build-up on the injector tube.

### **Sample Introduction Accessories**

Varian offer a wide range of nebulizers, torches, spray chambers and consumables to maintain and customize the Liberty Series II to suit your particular application. Visit the Varian, Inc. website at [www.varianinc.com](http://www.varianinc.com) for more details.



## Support

### TeleDiagnostics™ Service and Support

To maximize instrument productivity and uptime, Varian provides a worldwide network of factory-trained service personnel who are able to offer a range of services. Varian's TeleDiagnostics connects your instrument, via a modem, to an authorised support centre, enabling the remote examination of result, method and instrument log files. TeleDiagnostics minimizes on-site service calls and enables better diagnosis when a fault does occur.

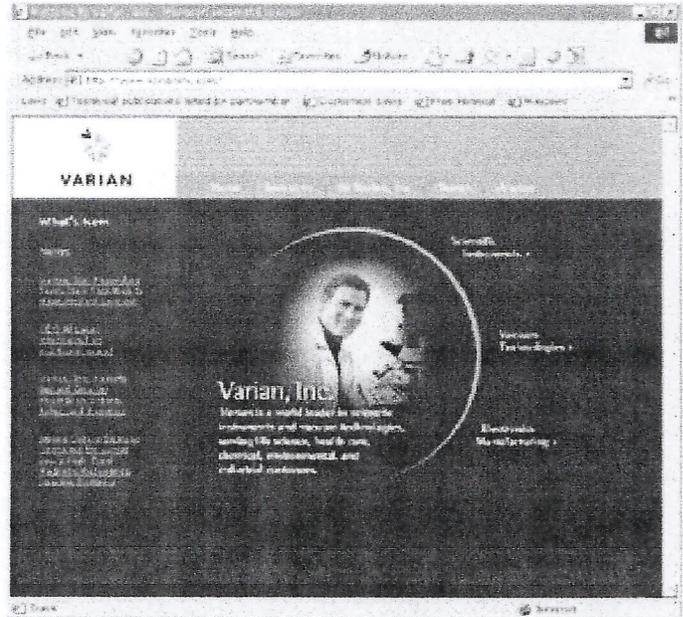
### World Wide Web

Varian's Home Page

<http://www.varianinc.com> is another part of our on-going commitment to customer support. You can access applications notes, newsletters, updates about latest product developments or email us if you have a question. Use our on-line Parts and Supplies catalog to identify any consumables you need.

### Safety

It is Varian's policy to manufacture safe products and to meet all legal requirements governing the design, manufacture and sale of safe products.

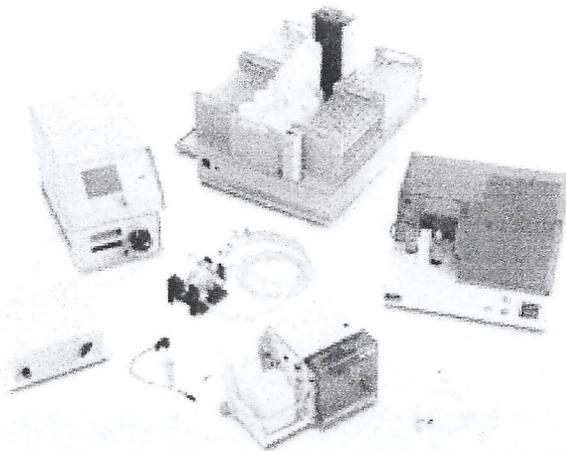


As with all similar products, some or all of the following hazards may be present: high temperatures, high pressure gases, explosive gases, magnetic and radio frequency radiation, UV light and electricity. Each product is designed to protect operators from potential hazards. Varian supplies instructions which describe the correct procedures for the operation and maintenance of each product.

Liberty Inductively Coupled Plasma, Optical Emission Spectrometers are designed to be used to determine trace elements.



The Liberty Series II instruments are certified to comply with the requirements of the EMC and LV directives of the European Union





Varian is committed to a process of continuous improvement which demands that we understand and then meet or exceed the needs and expectations of our customers—both inside and outside the company—in everything we do.



Varian Analytical Instruments, serving worldwide markets in:

- Agriculture
- Basic Chemical
- Biotechnology
- Clinical
- Electronics
- Environmental
- Photonics
- Toxicology
- Pharmaceutical
- Food and Beverage
- Metals and Mining
- Petroleum and Petrochemical
- GC, GC/MS, HPLC, AAS, ICP, ICP-MS, UV-Vis-NIR, Fluorescence, NMR, and Analytical Supplies

Visit Varian at [www.varianinc.com](http://www.varianinc.com)

**Sales offices**

- Argentina  
Tel (54) 11 4783 5306
- Australia  
Tel 1 300 368 274
- Austria  
Tel (43) 1 69 99 669
- Belgium  
Tel (32) 15 55 6460
- Brazil  
Tel (55) 11 3845 0444
- Canada  
Tel 1800 387 2216  
or (1) 905 819 8181
- China  
Tel (86) 21 6375 6969
- Europe (other)  
Tel (31) 11 867 1000
- France  
Tel (33) 1 6986 3838
- Germany  
Tel (49) 6151 7030
- India  
Tel (91) 22 857 0181
- Italy  
Tel (39) 11 997 9111
- Japan  
Tel (8) 3 5232 1239
- Korea  
Tel (82) 345 22452
- Mexico  
Tel (52) 5 533 5985
- Netherlands  
Tel (31) 164 282800
- Russian Federation  
Tel (7) 502 9374280
- Spain  
Tel (34) 1 472 7612
- Sweden  
Tel (46) 8 445 1600
- Switzerland  
Tel (41) 41 749 8844
- Taiwan  
Tel (886) 22 698 9555
- United Kingdom & Eire  
Tel (44) 1932 898000
- United States  
Tel 1800 926 3000 or  
(1) 925 939 2400
- Venezuela  
Tel (58) 41 257 608
- Other countries  
Australia  
Tel (61) 3 9560 7133  
Fax (61) 3 9560 7950

Specifications subject to change without notice.

- © Varian Australia Pty Ltd  
ACN 004 559 540  
Partnumber 85 101510 00  
Australia 9/2000
- ®Word, Access, Excel and Windows are registered trademarks of Microsoft Corp.
- Telediagnosics®Varian



Printed on environmentally friendly paper. Design: Cruise Design Partnership.