



**INFORME TÉCNICO
PROGRAMA GIRAS TECNOLOGICAS**

Título de la propuesta:	“MEJORANDO LA CALIDAD SANITARIA DE LA PAPA CON LA INCORPORACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE MANEJO PRODUCTIVO”
Código:	FIA-GI-V-2004-1-A-009
Entidad Responsable:	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
Coordinador de la ejecución:	IVETTE ACUÑA BRAVO



INFORME TÉCNICO GIRAS TECNOLÓGICAS

1. Antecedentes de la Propuesta

Título: “MEJORANDO LA CALIDAD SANITARIA DE LA PAPA CON LA INCORPORACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE MANEJO PRODUCTIVO”

Código: FIA-GI-V-2004-1-A-009

Entidad Responsable: Instituto de Investigaciones Agropecuarias- CRI Remehue

Coordinador: Ivette Acuña Bravo

Destino (País, Región, Ciudad, Localidad): Fargo, Dakota del Norte, Estados Unidos.

Fecha de Ejecución: 6 al 17 de Agosto de 2004

Participantes: presentación de acuerdo al siguiente cuadro:

Nombre	Institución/Empresa	Cargo/Actividad	Tipo Productor
Ivette Acuña	INIA-Remehue	Investigadora Fitopatóloga	
Iván Droppelmann	Particular	Agricultor, Médico Veterinario	Mediano. Productor de semilla certificada de papa.
Mónica Gutiérrez	Laboratorio Regional SAG Osorno, Décima Región	Fitopatóloga	
Carlos Paredes	Particular	Agricultor, Maquinarias Trumao	Pequeño. Productor de papa consumo.
Pablo Serra	Agrícola Chelle S.A.	Agricultor, Perito agrícola	Mediano-Grande. Productor papa comercial y agroindustrial.
Jaime Solano	Universidad Católica de Temuco	Académico, Ingeniero Agrónomo	



Problema a Resolver:

Aún cuando la zona sur de Chile posee condiciones climáticas y sanitarias favorables para la producción de papa, varias enfermedades fungosas y bacterianas provocan que la calidad obtenida en producción de papa-semilla certificada reduzca el producto etiquetado en aproximadamente un 50%.

La incidencia de patógenos más recurrentes en tubérculos de papa en la Décima región son Sama plateada (*Helminthosporium solani*), Rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*), Sama común (*Streptomyces scabies*), Pudrición húmeda (*Erwinia* spp.) y Pudrición seca (*Fusarium* spp.). Es así como desde el año 2000 el Instituto de Investigaciones Agropecuarias en conjunto con otras instituciones y asociaciones de agricultores están ejecutando el proyecto Fondosag 24-10-100, "Diseño de una estrategia de control integrado orientada a incrementar la calidad fitosanitaria del cultivo de la papa en la región sur de Chile", financiado por el Servicio Agrícola y Ganadero. Los avances en este proyecto son promisorios para el manejo de los problemas endémicos de enfermedades causadas por patógenos de suelo en la zona sur. Sin embargo este conocimiento y aplicabilidad se ve limitado por la falta de adaptación de tecnologías que ayuden a su validación bajo condiciones del agricultor, por ejemplo equipos que ayuden a un buen tratamiento de semilla, calibración de los sistemas de selección y cosecha, calidad de bodegas de almacenamiento, etc.

Así también, el Tizón tardío causado por el hongo *Phytophthora infestans*, es una de las enfermedades más importantes del cultivo de la papa a nivel mundial. Las condiciones climáticas de la región sur son muy variables año en año lo que ha llevado a una inseguridad en el manejo de esta enfermedad en cuanto a la oportunidad de aplicación, teniendo como consecuencia el no control, control inadecuado o el exceso en el uso de pesticidas.

Así desde Diciembre del 2003 INIA en asociación con otros organismos públicos y privados está ejecutando el proyecto FIA-PI-C-2003-1-A-17 " Uso de pronosticadores para el desarrollo de estrategias de manejo integrado del Tizón tardío de la papa en la zona sur de Chile". Este proyecto tiene como principal objetivo el implementar un sistema de Manejo Integrado de Tizón tardío de la Papa basado en el uso de pronosticadores, lo que asegurará una estrategia de manejo de la enfermedad más oportuna, eficiente, económica y compatible con el medio ambiente. Actualmente se está en la etapa de formación de redes meteorológicas en la IX y X región. Al igual durante el verano 2004 se inició la colección de aislamientos de *P. infestans* para caracterizar las poblaciones de este hongo en Chile. Para la temporada 2004-2005 se planea el inicio del sistema de pronósticos, su calibración y desarrollo de las estrategias de manejo químico.

En el estado de North Dakota, la Universidad estatal tiene implementado un sistema de servicio de pronosticadores para tizón en papa, el cual es liderado por el Dr. Gary Secor y su grupo. El Dr. Secor ha cooperado con varios grupos en Chile en el desarrollo de investigaciones relacionadas a la sanidad de la papa.

Por lo tanto, esta propuesta tuvo como interés el poder interactuar con un centro que tiene una gran experiencia en el manejo integrado de enfermedades de la papa y en el área de la aplicación de modelos de alerta de enfermedades en cultivos, tecnologías que recién se incorporan al mundo productivo en Chile como una nueva opción tecnológica aplicada. La gira permitió conocer la experiencia en el manejo de enfermedades, mecanización de la producción y en la implementación y operación de pronosticadores y los equipos que se utilizan tanto a nivel experimental como agricultor . A su vez se pudo



comprobar in situ el interés que existe entre los usuarios de estos servicios, tanto productores como empresa dedicadas al rubro papas. También se tuvo la oportunidad de familiarizarse con métodos de laboratorio e invernadero para la caracterización de poblaciones de patógenos, evaluación de resistencia a enfermedades y experimentación para la evaluación de estrategias de manejo integrado.

Además se pudo evaluar la implementación de la red de estaciones agrometeorológicas orientada a un sistema de alerta de enfermedades, sus demandas, su gestión de servicios, y los procedimientos y metodologías para evitar errores que puedan dañar la actividad productiva de los agricultores.

Objetivos de la Propuesta

Objetivos generales (técnicos y económicos)

1. Analizar el sistema de manejo integrado de enfermedades de la papa que se implementa en el Estado de North Dakota (ND), Estados Unidos, y sus proyecciones en la zona productora de papas en Chile.
2. Conocer el sistema de redes meteorológicas implementado en ND y su aplicabilidad en las estrategias de manejo integrado del Tizón tardío de la papa.
3. Evaluar las técnicas de mecanización utilizadas para el tratamiento de control químico en el cultivo de papa y su adaptación en Chile.
4. Capacitar, difundir y discutir las proyecciones de la aplicabilidad de las tecnologías aprendidas.

Objetivos específicos (técnicos y económicos)

1. Analizar las estrategias de manejo integrado de enfermedades de la papa utilizado en ND, especialmente el uso de pronosticadores para manejo de enfermedades de follaje.
2. Evaluar en terreno los métodos de mecanización de tratamiento de semilla, follaje y almacenamiento y su adaptación bajo las condiciones productivas de Chile.
3. Conocer la implementación de redes meteorológicas y el sistema de manejo y procesamiento de datos relacionados al servicio de pronóstico de Tizón tardío de la papa que maneja NDSU para validar en Chile mediante el Proyecto FIA-PI-C-2003-1-A-017.
4. Conocer y actualizar las técnicas de recolección, aislamiento e identificación de genotipos y grupos de apareamiento de *P. infestans*. Esto apoyará la implementación en Chile de estas técnicas, lo que permitirá definir a futuro la condición de este patógeno en el país y respaldar futuras regulaciones fitosanitarias de internación de tubérculos de papa a Chile.
5. Capacitar en nuevas tecnologías a profesionales del Ministerio de Agricultura, Universidades, estudiantes, agricultores y potenciales usuarios referidas al manejo integrado de enfermedades de la papa, sistema de alerta temprano y su implementación en Chile, como una alternativa económicamente viables y ambientalmente amigable.



2. Antecedentes Generales:

En la base económica del Estado de Dakota del Norte (ND), la actividad agrícola ha disminuido su importancia de un 37 a un 25 % del valor de la producción total del Estado. No obstante, la actividad agropecuaria provee a la industria de importantes materias primas para su procesamiento dando valor agregado a la agricultura del Estado.

Los principales cultivos agrícolas de la región visitada son trigo, remolacha y papa, siendo en el caso de Trigo el Estado más importante en USA. La mayor parte de su producción agrícola se exporta a otros países, por ejemplo el principal mercado para el poroto es México. Este Estado es el primer productor de trigo, remolacha, porotos verdes, cebada y maravilla de Estados Unidos y el tercer productor de papas de este país. La producción de soya ha estado aumentando grandemente en los últimos años.

La agricultura es desarrollada por empresarios que cuentan en su dotación de recursos con predios de un tamaño aproximado de 600 hectáreas. La edad promedio de los agricultores es de 45 años.

Una característica muy importante de la agricultura del ND es la capacidad y fortaleza organizacional que tienen los agricultores. Estos se agrupan en asociaciones por rubro, y estas negocian con la industria los precios bases, bonificaciones y castigos de los productos agrícolas para cada temporada. Estas asociaciones, además, tienen niveles importantes de decisión en la investigación realizada por instituciones tales como el programa de investigación agrícola del Estado y la Universidad Estatal de Dakota del Norte (NDSU), aportando financiamiento y participando en la definición de líneas de investigación y en la discusión de normas de calidad y certificación. La Asociación de productores de papa de ND tiene más de 600 afiliados.

Otro aspecto importante de la producción agrícola en ND es el uso que realizan los agricultores del seguro agrícola, para enfrentar eventualidades climáticas o de incendios. Por otra parte, respecto al cultivo de la papa, la superficie promedio por agricultor es de 200 hectáreas con rendimientos de 50 t/ha en riego y 25 t/ha en seco, siendo el 50 % de la superficie del cultivo es bajo riego. Adicionalmente, entre un 80 a 90 % de la producción es contratada por la agroindustria procesadora, lo que le da bastante estabilidad a los precios del producto ya que los contratos son formales y contienen una serie de normas para la producción y aseguramiento de la calidad.

En el caso de la investigación agrícola ejecutada por NDSU, el financiamiento proviene en un 50 % de recursos federales, el 25 % estatales y el restante 25 % de proyectos privados.

Las actividades de investigación en que participan las asociaciones de agricultores son financiadas mediante aportes directos de los agricultores que pagan un porcentaje por unidad cosechada. También de los impuestos pagados por el petróleo consumido una parte es destinada a investigación agrícola.

En el caso particular de la papa, por ejemplo, la investigación es realizada principalmente por NDSU a través de sus departamentos de agronomía y de procesamiento de alimentos y el programa estatal de investigación agrícola.

Resulta destacable que muchas de las áreas de investigación desarrolladas por este Departamento apuntan directamente a satisfacer las necesidades de las Asociaciones de Productores del Estado, las cuales, a través del Comité State Board Agricultural Research (SBAR), constituido por 10 representantes de los productores designados por el gobierno, recomiendan las líneas de investigación a desarrollar en los distintos cultivos.



Para el financiamiento de la investigación, la ley establece que el 1% del impuesto del petróleo pagado por los agricultores sea derivado a este Comité, realizándose reportes anuales de los dineros invertidos en investigación.

Adicionalmente los agricultores aportan el 5% de las ventas de sus productos a las Asociaciones de Productores con el objeto de financiar directamente investigación aplicada. En el rubro papas el 90% de estos (600 productores) se encuentran asociados. Cada año las Asociaciones organizan conferencias donde se entregan los reportes de la investigación desarrollada la cual también es publicada en revistas técnicas.

Se visitaron las instalaciones del Departamento de Patología de Plantas de NDSU. Las líneas de investigación de este Departamento están orientadas a solucionar la problemática sanitaria de los principales cultivos producidos en ND.

En relación al cultivo de papa, los Programas de investigación desarrollados por la Universidad, contemplan el manejo integrado de enfermedades, mejoramiento genético para la obtención de variedades de alto potencial agronómico, con resistencia a Tizón tardío y otros problemas sanitarios, y caracterización de poblaciones de patógenos.

La Universidad también tiene a su cargo el Programa de Certificación de Semillas de papa del Estado, basado en una normativa legal propia de este Estado. En EE.UU. las normativas de certificación son independientes en cada estado, pero estandarizadas mediante el Comité de Certificación de la Asociación Americana de la Papa (PAA) a nivel nacional.

Otro de los programas desarrollados por esta Universidad corresponde a la implementación de una red meteorológica en todo el Estado, llamada NDAWN (North Dakota Agricultural Weather Network). Este programa se encuentra disponible en la página web de la Universidad (www.ndawn.ndsu.nodak.edu). El modelo NDAWN usa información meteorológica para estimar el desarrollo de cultivos, insectos y enfermedades. Este es un sistema manejado por un grupo interdisciplinario de meteorólogos, informáticos computacionales, entomólogos, fitopatólogos, fisiólogos, rubricistas y extensionistas. Basado en la información generada por este sistema, los especialistas de la Universidad entregan las recomendaciones técnicas a los agricultores de la región para toma de decisiones de manejo en los predios productivos.

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

Fecha Visita	Ciudad y/o Localidad	Institución/ Empresa	Actividad Programada	Actividad Realizada
8/8	Fargo, ND	En Hotel	Arribo a Fargo y Orientación para la Gira	Arribo a Fargo y Orientación para la Gira
9/8	Fargo, ND	North Dakota State University (NDSU)	-Visita a Laboratorio de Fitopatología. Taller Tizón tardío, manejo de enfermedades de la papa y pronosticadores -Visita a experimentos de campo "Control de Tizón Tardío"	- Taller de financiamiento de investigación. - Visita a Laboratorio de Fitopatología. Taller Tizón tardío, manejo de enfermedades de la papa y pronosticadores.
10/8	Fargo, ND	Estación experimental	-Taller de programación y uso de pronosticadores de Tizón	-Taller de programación y uso de pronosticadores de Tizón



		NSDU	tardío -Trabajo en laboratorio. Aislamiento, identificación y preservación de aislamientos de <i>P. infestans</i> -Visita producción comercial de papa bajo riego	tardío - Estrategias de manejo de Tizón tardío y elaboración de recomendaciones "hot line"
11/8	Fargo, ND Prosper, ND	North Dakota State University (NDSU)	-Taller de programación y uso de pronosticadores de Tizón tardío -Trabajo en laboratorio. Aislamiento, identificación y preservación de aislamientos de <i>P. Infestans</i> -Visita producción comercial de papa en seco	-Taller de programación y uso de pronosticadores de Tizón tardío - Trabajo en laboratorio. Aislamiento, identificación y preservación de aislamientos de <i>P. infestans</i> - Estrategias de manejo de Tizón tardío. Uso de sistema Dacom -Visita a experimentos de campo y producción comercial de papa y maquinarias. Prosper, ND.
12/8	Jamestown, ND. Tappen, ND	Cavendish Farms Black Gold Farm	Visita laboratorio e invernadero Visita a experimentos de papas de NDSU	-Visita a producción comercial de papa bajo riego, almacenamiento y maquinaria. Black Gold Farm. -Visita a Planta procesadora de papas fritas. Cavendish Farm.
13/8	Fargo, ND	North Dakota State University (NDSU)	-Visita a programa Estatal de Certificación de semillas -Taller de programación y uso de pronosticadores de Tizón tardío	-Visita a Northern Crops Institute -Visita a programa Estatal de Certificación de semillas -Taller de programación y uso de pronosticadores de Tizón tardío - Trabajo en invernaderos. Uso de cultivares resistentes, pruebas de apareamiento y experimentos en invernaderos
14/8	Fargo, ND	North Dakota State University (NDSU)	-Visita producción comercial de papa bajo riego y bodega de almacenamiento -Visita a planta procesadora de papas fritas	-Taller gira tecnológica a ND, aplicabilidad y proyecciones en Chile - Trabajo en laboratorio. Aislamiento, identificación y preservación de aislamientos de <i>P. infestans</i>
1/8	Fargo, ND	North Dakota State University (NDSU)	Salida de Fargo, regreso Santiago	Salida de Fargo, regreso Santiago



En lo fundamental se cumplió con todas las visitas programadas, sólo se cambió la visita a Lamb Weston French Fry Factory por la visita a Cavendish Farm que cumplió con el objetivo propuesto de conocer el proceso agroindustrial de papas.

Por otra parte, las únicas visitas que no se realizaron debido a condiciones climáticas fue Offut Farm, Park Rapids, Minnesota y a University of Minnesota Northwest Agricultural Experiment Station, East Grand Fork. En la primera se iba a visitar producción de papa bajo riego y en la segunda en seco. Las visitas no se pudieron hacer en otra oportunidad por problemas de agenda de quienes nos recibían.

También, se agregó al itinerario una visita a Northern Crops Institute donde conocimos los laboratorios de tecnología de alimentos. En el nos recibió la señora Bonnie Jacobson quien nos guió por los laboratorios de análisis de calidad de trigo, harina, fritura de papas, etc. Además nos mostró diferentes productos procesados desarrollados por el Instituto en asociación con la agroindustria local.

4. Resultados Obtenidos:

Los resultados obtenidos en la gira se analizan en la siguiente sección bajo los objetivos específicos propuestos:

1. Analizar las estrategias de manejo integrado de enfermedades de la papa utilizado en ND, especialmente el uso de pronosticadores para manejo de enfermedades de follaje.

Las estrategias de manejo para el control integrado de enfermedades de la papa diseñado por la NSDU, contempla los siguientes componentes:

Caracterización del agente causal. En la década del 80 entraron a EE.UU. nuevos genotipos de *P. infestans*, pertenecientes al grupo de apareamiento A2. Estos genotipos fueron más agresivos y resistentes a Metalaxil. Esto llevó a la implementación de nuevas estrategias de manejo y un monitoreo constante del cambio poblacional del hongo. Dakota del Norte no estuvo ajena a este fenómeno, por lo que la universidad tiene implementado un sistema de monitoreo del hongo con las últimas tecnologías, incluyendo identificación de grupos de apareamiento y genotipos mediante morfología, virulencia en plántulas diferenciales, resistencia in vitro a Metalaxil, electroforesis y técnicas moleculares.

Se trabajó en las técnicas de identificación de las poblaciones de *P. infestans* en laboratorio, invernadero y campo, obteniendo un buen conocimiento de estas tecnologías para aplicar en Chile.

Resistencia varietal a enfermedades: La universidad tiene un programa de mejoramiento de papa, el cual incluye la búsqueda de materiales resistentes a los principales problemas sanitarios.

Para Tizón tardío el sistema utiliza plántulas provenientes de semilla sexual, utilizando 200 plántulas de cada cruzamiento. Los materiales a evaluar se inoculan in vitro con genotipos de *P. infestans* con los 11 genes de virulencia del hongo. Se inoculan hojas

completamente desarrolladas de plántulas de 5 semanas. Se busca una resistencia horizontal. Se seleccionan solo las menos susceptibles. Después de la evaluación in vitro, las líneas más promisorias son evaluadas bajo condiciones de campo la próxima temporada. Se visitó parcelas de evaluación en las localidades de Tappen y Prosper. En estas localidades, paralelamente, se evalúan los materiales para características agronómicas. Se selecciona los materiales resistentes que presentan buenas características agronómicas y comerciales.

Se trabajo en laboratorio, invernadero y campo con los sistemas de inoculación, preparación de material, evaluación, análisis e interpretación de la información. Estas técnicas se podrán aplicar en Chile, primeramente con los cultivares comerciales, para en un corto plazo comenzar a evaluar los clones y líneas avanzadas del programa de mejoramiento de INIA.



Foto 1. Evaluación de germoplasma de papa para resistencia a tizón tardío.

- **Pronosticadores** : El uso de pronosticadores se ha desarrollado como una herramienta fundamental para el control de enfermedades en los cultivos y el uso racional de pesticidas químicos para su control. Los pronosticadores son sistemas que simulan las condiciones ambientales bajo las cuales existe la mayor probabilidad de aparición de una enfermedad

Se analizó el Programa de manejo de enfermedades implementado por NDSU, el cual utiliza el sistema computacional de pronóstico Wisdom basado en el modelo Blightcast



(1975), e incorporado al NDAWN. Esto permite definir la oportunidad del control químico del Tizón tardío y otras enfermedades de la papa. Esta información, se encuentra a disposición en la página web de la Universidad para ser utilizada por los productores de papa de esa región.

La información generada por el modelo computacional es analizada por el especialista, en el caso de enfermedades de la papa por el Dr. Secor, quien evalúa la información y genera una recomendación. Esta recomendación llega a los agricultores cada 2 días, mediante el sistema "hot line", que incluye envío mediante correo electrónico a los suscriptores, línea telefónica 800, o la página web de NDAWN.

La recomendación está basada en información de cultivares, fecha de plantación, uso sistema de riego, monitoreo de la enfermedad y condiciones climáticas. Las condiciones climáticas se analizan para grados de severidad acumulados para infección de *P. infestans* y días favorables para desarrollo de Tizón tardío. Además se considera la acumulación de días de crecimiento ó P days (Physiological days), para el desarrollo de tizón temprano. La recomendación generalmente se complementa con sugerencias de manejo cultural y químico. Durante nuestra visita tuvimos la oportunidad de manejar el software y hacer ejercicios de interpretación de la información gráfica y escrita del modelo.

Además se informó sobre una nueva alternativa de alerta temprana con el uso de pronóstico de tiempo, o sea con datos futuros. Este es un sistema utilizado en Holanda y que está siendo evaluado en Fargo por el Dr. Secor. Este sistema usa probabilidades de ocurrencia de condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades basadas en información satelital. Se analizó la interpretación de los datos y las recomendaciones asociadas. El Dr. Secor nos contactó con DACOM Plant Plus Online para que este sistema se evalúe en Chile.

Las recomendaciones de manejo químico entregadas por el Dr. Secor se basan en la experiencia de la investigación que ha realizado en ND en forma experimental y práctica. Así él ha llegado a la conclusión que aplicaciones de fungicidas preventivos antes del cierre de la hilera ayuda a proteger las hojas basales del inóculo de Tizón tardío proveniente de tubérculos semilla. El programa de aplicaciones comienza cuando cierra la entrehilera o sea acumularse 15 grados de severidad. Posteriormente las aplicaciones se realizan principalmente en forma preventiva con la frecuencia que el sistema de pronóstico lo indique. Al existir presencia del patógeno se recomienda aplicaciones curativas. Dado la presencia de grupos A2, no pueden tener en su programa fungicidas del grupo de las acilalaninas. El control de tizón temprano comienza cuando el pronosticador indica la acumulación de 300 Pdays.

Se realizó una visita a terreno a la Estación Experimental Tappen de esta Universidad, donde se mantienen los ensayos de campo para evaluación de control químico de Tizón tardío, basados en la aplicación de fungicidas preventivos, dado la presencia de cepas resistentes a metalaxilo en esta región. Durante esta visita se realizó un reconocimiento en terreno de síntomas de Tizón tardío y otras patologías presentes en los cultivo de papa. Se enfatizó e la importancia de un buen diagnóstico de la enfermedad en las estrategias de manejo, ya que existen sintomatologías similares al tizón causadas por otros hongos que pueden llevar a confusión.

Uno de los problemas en EE.UU. para el uso del sistema de pronóstico es la gran extensión del cultivo de papa (200 hectáreas promedio/agricultor) lo que hace que su aplicabilidad sea difícil, por lo incierto que sería esperar la alarma para luego comenzar

una aplicación que puede demorar una semana en completar todo el cultivo. Además la presencia de genotipos más agresivos y patogénicos con resistencia a productos curativos, hace que los agricultores no se arriesguen a tener la presencia de la enfermedad en su cultivo. Esto ha llevado a que en la producción comercial de papa en ND se realicen aproximadamente 18 aplicaciones químicas para el manejo de la enfermedad en condiciones de riego y 10 aplicaciones en seco. Aparte de la dificultad técnica que ello encierra, los costos de producción se elevan ostensiblemente restringiendo la rentabilidad del cultivo.

En este sentido Chile cuenta con las siguientes ventajas para el desarrollo y difusión de la estrategia mencionada:

- La superficie de cultivo en el país no es grande en la gran mayoría de los agricultores. Especialmente en los pequeños productores de papa de la IX y X región, la superficie es entre 1 a 5 hectáreas, por lo que se facilita seguir una recomendación bajo el sistema de pronosticadores.
- En la zona sur no existe presencia aún de genotipos resistentes a funguicidas curativos, los cuales en ND no se pueden utilizar. Por lo que las estrategias de manejo aún pueden considerar el uso de estos pesticidas.

Por lo anterior, es de vital importancia implementar en el país nuestras propias estrategias de manejo de enfermedades, considerando características de patógeno, condiciones climáticas, características agronómicas de los cultivares, sistemas de producción, objetivos de la producción, y alternativas químicas para su control basados en un sistema de pronosticadores de alerta temprana.



Foto 2. Análisis y evaluación del sistema de pronóstico para alerta temprana.



2. Evaluar en terreno los métodos de mecanización de tratamiento de semilla, follaje y almacenamiento y su adaptación bajo las condiciones productivas de Chile.

Mediante la visita a cultivos comerciales de papa en riego y en secano, se pudo observar las técnicas de mecanización utilizadas, los problemas fitosanitarios presentes en los cultivos y las condiciones de manejo y almacenaje utilizadas para minimizar los problemas fitosanitarios

Para cumplir con este objetivo se visitaron planteles comerciales de papa, en los sectores de Tappen y Prosper, con el fin de indagar con agricultores cuales son las medidas de protección fitosanitaria para asegurar altos rendimientos y protección sanitaria.

Tratamiento de semilla y plantación.

- Para asegurar éxito en la plantación los agricultores de ND utilizan en un 100 % semilla certificada la cual es trozada en un número de pedazos que va a depender del tamaño y forma del tubérculo usado pero siempre de un peso entre 50 y 70 gramos cada uno.
- La maquinaria para partir tubérculos semilla de 390 gramos esta diseñada a base de cuchillas que para el caso de variedades de papas redondas realiza al menos tres cortes a fin de evitar futuras trozos sin brotes o ciegos. Para el caso de variedades de papas de forma rectangular el número de cortes es superior, dado que estos tubérculos son cortados en forma transversal a su largo y ancho. Esto es posible dado que los cultivares que se utilizan presentan una distribución uniforme de ojos a lo largo de todo el tubérculo.
- Esta práctica es muy importante en la producción pues permite reducir los costos de semilla. Los kilos usados para sembrar son de 1.700 a 2.000 kg de semilla por hectárea. La papa que es sometida a esta faena es certificada con lo cual se aseguran altos grados de sanidad de los tubérculos.
- Los tubérculos una vez cortados son tratados con funguicidas que protegen el corte. Para esto se utilizan formulaciones que absorben la humedad libre del corte. La aplicación se realiza con maquinarias especializadas tipo tambor rotatorios recubiertos con gomas, para una buena homogenización de la aplicación y evitar golpes a los trozos de papa.
- Al momento de la plantación, totalmente mecanizada, se utiliza una aplicación al surco para el control de enfermedades del suelo. La sembrado tiene incorporada boquillas y tambores para la realización de esta labor en forma automática.



Foto 3. Maquinaria para cortar tubérculos y tratamiento de semilla y surco de plantación.

Desarrollo del Cultivo.

Este se planifica en función de los equipos de riego. En general se realiza con melgas circulares en función de la rotación del pivote, que es el equipo de riego de mayor uso en ND.

- Se utiliza fertirrigación incluyendo todos los macronutrientes
- Reducción de la dosis de semilla de papa por hectárea de cultivos con destino industrial a menos de 2000 kg por hectárea.
- Para el manejo de Tizón tardío los criterios aplicados en ND, incluyen ejecutar una primera aplicación antes del cierre de la hilera del cultivo. Otro criterio utilizado para esta primera aplicación es cuando el sistema de alerta indique un grado de severidad igual a 15. Las primeras aplicaciones al cultivo incluye productos preventivos de contacto.
- Los criterios de aplicación incluyen también diferenciar condiciones favorables y no favorables para el hongo. En el primer caso y con alta presión de tizón las aplicaciones tienen una periodicidad de cada 5 días. Para condiciones no favorables esta es más espaciada siendo de cada 10 a 14 días.
- Según los agricultores grandes el sistema de pronóstico para el control de enfermedades es utilizable por extensiones más pequeñas que las visitadas. En el caso de ellos que cultivan cerca de 700 ha les es muy difícil puesto que desde que comienzan la primera aplicación hasta que terminan con la misma demoran 6 a 7 días por lo cual resulta muy arriesgado seguir el sistema con pronosticadores. Para ellos es mas seguro

(para la inversión realizada) utilizar el sistema a “calendario fijo”, sin embargo, las recomendaciones realizadas por la NSDU mediante el sistema de alerta temprana les ha servido para orientar los productos a utilizar en el control químico.



Foto 4. Sistema de riego y aplicación de pesticidas al follaje.

Tratamiento post cosecha y almacenamiento.

Una vez realizada la cosecha de papa, estas tienen el siguiente tratamiento para acondicionarla para el almacenamiento. Se visitó las bodegas de almacenamiento de Black Gold Farm en la localidad de Tappen. Esta bodega tiene una capacidad para 26 t de papa, principalmente para agroindustria.

- Las bodegas utilizan la normativa de bioseguridad para almacenamiento de productos químicos.
- Tecnología de almacenaje predial. Bodega con ambiente controlado. La papa consumo es almacenada a 8° C. En trojas de 6 metros de altura.
- Se realizan aplicaciones de amonio cuaternario para limpieza de bodegas entre cosechas y lavados de ductos de ventilación.
- Capacidad de 5000 y 8000 t cada nave. Costo de un millón de dólares.
- Para sacar las papas de las bodegas, cuentan con sistemas de canales de agua para su transporte. Con este sistema de poco requerimiento energético se mueven las papas subterráneamente hasta el sector de selección. Este sistema además sirve para el lavado. Luego son transportadas a los camiones que llevarán la producción a la planta de procesamiento
- Las papas son llevadas en camiones refrigerados a la planta de procesamiento más cercana, aproximadamente 2 horas de viaje. Se visitó la planta Cavendish Farm, origen canadiense, ubicada en la localidad de Jamestown. Se observó todo el proceso de fabricación de papas prefritas congeladas en bastones y otros productos. Esta fábrica es la principal abastecedora de Wendy's, restaurant de comida rápida en EE.UU.

Muchos de los métodos observados para mecanización de tratamiento de semilla pueden ser adaptados a nuestras condiciones. Será necesario trabajar en la implementación, desarrollo y adaptación de maquinarias simples y económicas que utilicen sistemas similares. La alternativa interesante es el uso de semilla partida que

podría disminuir los costos de uno de los principales insumos en la producción de papa en Chile. Esta es una buena alternativa para la producción de papas agroindustriales donde los cultivares utilizados producen tubérculos de gran tamaño. Esta tecnología debe ser estudiada y adaptada a nuestras condiciones.



Foto 5. Bodegas de almacenamiento y selección.



Foto 6. Fabrica de papas prefitas congeladas



3. Conocer la implementación de redes meteorológicas y el sistema de manejo y procesamiento de datos relacionados al servicio de pronóstico de Tizón tardío de la papa que maneja NDSU para validar en Chile mediante el Proyecto FIA-PI-C-2003-1-A-017.

La red agrometeorológica de la NSDU (North Dakota Agricultural Weather Network) esta compuesta por un conjunto de 67 estaciones meteorológicas automáticas dispuesta a través del Estado. Esta red comenzó a operar el año 1990 con 15 estaciones y durante su existencia a crecido por el interés de productores y donantes completando la red existente actualmente.

El sistema supone que las mediciones hechas por las estaciones tienen un área de influencia con un radio de unos 30 kilómetros, es decir, más de 2800 kilómetros cuadrados, dada la topografía plana del Estado. Esto es un dato importante ya que en Chile la topografía es muy distinta y por lo tanto el supuesto de área de influencia de cada estación debería variar, por los microclimas que se forman en lugares con topografía accidentada.

La red en ND se utiliza para diversas aplicaciones en agricultura y para cultivos como la cebada, canola, maíz, papas, remolacha, maravilla y trigo.

Los datos son colectados por cada una de las estaciones en el sitio en que esta emplazada, se colectan mediante telefonía fija en un servidor web que mantiene la base de datos y en las mañanas se analiza la consistencia de los datos para realizar las aplicaciones. Si la información es consistente se utiliza para generar las recomendaciones a los agricultores, sino se analiza el error y para la medición que falló se utiliza la información histórica.

Esta información se chequea en asociación con la Universidad de Nebraska a través de High Plains Regional Climate Center, que mantiene una base de datos histórica de variables meteorológicas.

Las aplicaciones para utilizar los datos meteorológicos son las siguientes:

- Pronóstico de enfermedades: Mediante sistemas de simulación que se han realizado para distintos cultivos se analiza las condiciones ambientales existentes y en base a ellas se indica la posibilidad de la aparición y desarrollo de enfermedades. En el caso del cultivo de papa la aplicación apunta a pronosticar y dar alerta a los productores de las condiciones existentes para la aparición del Tizón tardío, construyéndose un mapa donde se indica el "grado de severidad" existente en la localidad donde esta la estación meteorológica, a lo que se adiciona una recomendación técnica preparada por el Dr. Secor y la señora Viviana Rivera. El modelo utilizado corresponde a Krause et al (1965). Para la comunicación con los agricultores existe un teléfono "Late Blight Hot Line"(1-888-482-7286) en el cual queda grabada la recomendación y el los grados de severidad por localidad. También existe la página Web <http://www.ndsu.nodak.edu/instruct/gudmesta/lateblight/hotlinesummer.html>, donde se puede acceder a la información de "grados de severidad" y las recomendaciones pertinentes.



- Riego: Esta aplicación consiste en utilizar la información de las estaciones para dar recomendaciones de riego para los cultivos calculando déficit hídrico con las mediciones de precipitaciones.
- Estado de crecimiento de los cultivos : para los cultivos mencionados anteriormente se predice el estado de desarrollo del cultivo mediante los grados días acumulados.
- Calendario de aplicaciones químicas : esta aplicación está relacionada a la alerta de enfermedades y señala la recomendación técnica correspondiente según la probabilidad existente de aparición de una enfermedad.

Las estaciones meteorológicas miden los siguientes parámetros:

- Temperatura del aire (máxima, mínima y promedio)
- Temperatura de suelo (cubierto y descubierto).
- Velocidad de viento.
- Dirección de viento (media y desviación Standard)
- Precipitaciones
- Humedad relativa
- Radiación solar.

Con estos parámetros se realizan las aplicaciones para dar información a los agricultores mediante una página Web y/o Fax

Para desarrollar y validar los modelos ha sido necesario disponer de una infraestructura que permita obtener datos meteorológicos de un nivel de consistencia tal que asegure obtener datos reales oportunos y sistemáticos, contar con un equipo de profesionales que mantenga la red y haga la calibración adecuada a los sensores, y que analicen la información dada por las estaciones. A esto se debe sumar la colaboración de especialistas por cultivo que permite dar valor a los datos colectados por las estaciones meteorológicas.

En lo referente a la observación de las tecnologías relacionadas con los sistemas de alerta meteorológica, la visita permitió:

- Conocer en detalle la meta a que se debe llegar en el desarrollo de los modelos de alerta temprana. Fue claro para todos que además de desarrollar y/o validar modelos es necesario disponer de una infraestructura que permita obtener datos meteorológicos de un nivel de consistencia tal que asegure obtener datos reales oportunos y sistemáticos.
- Conocer de parte del Dr. Enz encargado de Meteorología de la Universidad de ND, la necesidad de asegurar una óptima calibración del sensor de Humedad relativa, dada la sensibilidad que tiene el modelo de tizón a este parámetro.
- Analizar la relevancia que tiene la representatividad de un dato meteorológico, ya que en Chile a diferencia del Estado de Dakota del Norte, las condiciones propias de relieve topográfico son bastante accidentado e inducen a variaciones importantes en lo referente al comportamiento de las variables climáticas asociadas a dichas condiciones.
- Entender la importancia de la homogenización de los instrumentos utilizados para la eficiencia en los servicios técnicos y manejo de la información. Así la red de Fargo se determinó utilizar solo una marca y modelo de estación meteorológica para toda la red.



Foto 7. Análisis del sistema de redes meteorológicas de NDSU

4. Conocer y actualizar las técnicas de recolección, aislamiento e identificación de genotipos y grupos de apareamiento de *P. infestans*. Esto apoyará la implementación en Chile de estas técnicas, lo que permitirá definir a futuro la condición de este patógeno en el país y respaldar futuras regulaciones fitosanitarias de internación de tubérculos de papa a Chile.

La visita al Laboratorio de Fitopatología, permitió conocer los protocolos analíticos utilizados para la identificación de grupos de apareamientos del hongo *P. infestans* (A1 y A2). El Laboratorio cuenta con cepas de *P. infestans* de ambos grupos de apareamiento las cuales son utilizadas como patrones en estas pruebas. Se analizó, la importancia de conocer la presencia de grupos de apareamiento de este patógeno (A1 o A2) en Chile, ya que esta definición, es fundamental en el diseño de estrategias de control integrado de esta enfermedad.

También se conocieron las técnicas analíticas utilizadas para la determinación de resistencia *in vitro* a metalaxilo en cepas de este patógeno y los métodos de preservación y mantención de cepas de *P. infestans* en el laboratorio. Se obtuvo además información acerca de las pruebas de laboratorio para determinar los genes de virulencia presentes en las cepas del hongo, sistemas inoculación, preparación de inóculo,

cantidad de inóculo aplicado, analizándose las escalas de evaluación utilizadas y las pruebas estadísticas aplicadas en estos ensayos.

Se visitaron los invernaderos donde se mantienen los cultivares diferenciales de papa para la identificación de genes de virulencia del hongo, así como el germoplasma de papa utilizado en los ensayos de resistencia a *P. infestans*. Se observaron las instalaciones y condiciones necesarias para la realización de estos ensayos, las técnicas de micropropagación utilizadas y los sistemas de evaluación empleados.



Foto 8. Caracterización de genotipos y grupos de apareamiento de *P. infestans*

5. Capacitar en nuevas tecnologías a profesionales del Ministerio de Agricultura, Universidades, estudiantes, agricultores y potenciales usuarios referidas al manejo integrado de enfermedades de la papa, sistema de alerta temprano y su implementación en Chile, como una alternativa económicamente viables y ambientalmente amigable.

Esta gira a Fargo, ND, estuvo constituida por un grupo interdisciplinario de profesionales, académicos y agricultores, con intereses diferentes, pero con un fin común, aprender nuevas tecnologías para el manejo sanitario de las papas. Así se tuvo la oportunidad de conocer trabajos científicos de laboratorio, invernadero y campo, conocer organigrama de la universidad, programas de postgrado, financiamiento académico e investigación, sistema de manejo de datos computacionales, mecánica de instrumentos meteorológicos, plantaciones comerciales de papa, maquinarias, fábrica de procesamiento, programa de capacitación y negocios, etc., cubriendo los diferentes intereses. El objetivo de esta diversidad fue el de hacer un grupo de trabajo en Chile que sea capaz de trabajar en equipo en el tema de alerta temprana aplicada a la agricultura y manejo sanitario de la papa.

Como parte de las actividades de difusión se realizaron 3 seminarios, uno para estudiantes de agronomía y 2 para profesionales, técnicos y agricultores, donde se dio a conocer las tecnologías aprendidas y su aplicabilidad en Chile, enfatizando la importancia del proyecto FIA-PI-C-2003-1-A-017. Además se publicó un informativo divulgativo sobre reconocimiento de tizones en papa, tema ampliamente discutido en la gira y que será de gran utilidad para los agricultores.



Foto 9. Grupo participante de la Gira Tecnológica a Fargo, ND, EE.UU. y el Dr. Gary Secor.



5. Aplicabilidad:

El cultivo de la papa en Chile es el cuarto en importancia por la superficie agrícola ocupada, el rendimiento promedio nacional es alrededor de 20 t/ha. En la zona sur, IX y X región, se cultiva un 60 % de la superficie nacional, y por las condiciones edafoclimáticas es la zona por excelencia para el desarrollo del cultivo con rendimientos que fluctúan entre 18 a 23 t/ha.

Sin embargo, el cultivo realizado en la zona sur es mayoritariamente producido con baja incorporación de tecnologías, por lo que los rendimientos potencialmente podrían ser mucho más altos. Esta situación es explicada, en parte, por que el cultivo es realizado mayoritariamente, por pequeños agricultores con bajo nivel de organización.

Por otra parte, los precios de la papa tienen una alta fluctuación entre temporadas lo que hace riesgosa la adopción rápida de tecnologías por parte de estos productores.

En este contexto las tecnologías conocidas a través de esta gira si bien tienen una alta aplicabilidad necesitan validarse a las condiciones de Chile y de la X Región. Para cada tecnología en particular se analiza sus proyecciones en Chile.

Sistema de alerta temprana

Respecto a la “Alerta Temprana” para Tizón tardío es una tecnología de alta aplicabilidad en Chile la cual hay que validar. Esto se está haciendo dentro del proyecto FIA-PI-C-2003-1-A-017, con la validación experimental y la difusión de los resultados del proyecto que debe concluir con un diseño de manejo integrado para el Tizón tardío y la difusión del mismo entre agricultores de la IX y X Región.

Por la inversión requerida en una estación meteorológica y su operación es conveniente que esto se haga a través de un organismo que tenga las capacidades técnicas para realizar un plan de negocios y operar un sistema, y financiado con aportes privados constituyendo una red amplia con los productores agrícolas aprovechando las economías de escala que un productor individual no tiene.

Bajo esta lógica si existiese una red de estas características resultaría valioso implementar un conjunto de aplicaciones que sirvan para el manejo integrado de enfermedades y el uso racional del riego en cultivos como la papa y otros de importancia que permitan a los agricultores incrementar la competitividad de su actividad.

Por otra parte, desde el punto de vista de la estructuración de una red de estas características, las comunicaciones con las estaciones son de fundamental importancia, así mismo para poder comunicar resultados a los productores. En ND el sistema adoptado y más eficiente es mediante telefonía fija ya que cuentan con una red con bastante densidad incluso en sectores rurales. En Chile esta situación no es posible debido a la baja densidad de la telefonía fija en sectores rurales. Sin embargo, la telefonía móvil ofrece una solución tecnológica valiosa, puesto que además de poder establecer la comunicación con las estaciones en los diversos puntos, ofrece como una vía para canalizar información a los agricultores ya que es el principal canal de comunicación de ellos.



Junto con lo anterior, sería importante poder realizar algunas pruebas con Internet inalámbrica para explorar y diversificar caminos de comunicación que den más estabilidad a una red de este tipo.

Adicionalmente, las estrategias de manejo de Tizón tardío basados en control químico desarrolladas en Fargo están basadas en la presencia de genotipos del hongo muy agresivos, resistentes a Metalaxil bajo un sistema productivo altamente tecnificado. En Chile se pueden utilizar los mismos criterios respecto al manejo integrado de la enfermedad, pero es necesario desarrollar nuestras propias estrategias de manejo, de acuerdo a la caracterización de las poblaciones del hongo presentes, tecnificación y sistema productivo. Las estrategias de manejo adecuadas para las condiciones productivas del sur de Chile se están desarrollando a través del proyecto FIA-PI-C-2003-1-A-017.

Monitoreo de poblaciones de *P.infestans*

En cuanto a los aspectos fitopatológicos, la visita al laboratorio de fitopatología y el contacto con los especialistas de esta área permitió constatar en terreno las metodologías analíticas utilizadas para el diagnóstico y caracterización de cepas de *P.infestans*, el equipamiento e infraestructura necesaria para la realización de los análisis, y los procedimientos aplicados para la identificación de gran número de cepas dando garantía de un adecuado diagnóstico. En este sentido la identificación de grupos de apareamiento de *P.infestans* (A1 y A2) están basados en el enfrentamiento en medio de cultivo de una colonia del hongo de grupo de apareamiento desconocido con una colonia de *P.infestans* de grupo de apareamiento A1 y A2 en forma separada. La identificación se basa en la observación bajo la lupa de la presencia de esporas sexuales del hongo (oosporas) en el punto de unión de ambas colonias las cuales se producen solo entre colonias de distinto grupo de apareamiento, la implementación de este método de identificación no revierte mayores inconvenientes y resulta bastante aplicable a las condiciones de los laboratorios de fitopatología de Chile, sin embargo considerando la ausencia de cepas A2 del hongo en Chile la implementación de esta técnica de identificación en el país hacen necesario contar con cepas patrones A2 del hongo las cuales deben ser autorizadas para su introducción a Chile y manejadas en laboratorios oficiales del SAG bajo condiciones de cuarentena.

El creciente intercambio comercial entre los países y la fuerte presión de ingreso del grupo A2 de *P.infestans* desde los países vecinos a Chile, hacen necesaria la incorporación de este tipo de tecnología en los laboratorios oficiales de diagnóstico del SAG, esto permitirá conocer las características de las poblaciones de *P. infestans* presentes en el país y detectar oportunamente una posible introducción de poblaciones del hongo de origen desconocido, aplicando las medidas regulatorias para evitar la introducción de estas poblaciones al país

Por otra parte el conocer en detalle los procedimientos aplicados para la determinación de resistencia al fungicida Metalaxilo y la identificación de genes de virulencia del hongo, es otra herramienta útil en la caracterización de las poblaciones de este patógeno en Chile. La identificación de genes de virulencia se basa en la inoculación de hospederos diferenciales que presentan diferentes reacciones de resistencia frente a cada una de las cepas del hongo. Actualmente la aplicación de estas metodologías, se están desarrollando en Chile a través del Proyecto FIA-PI-C-2003-1-A-



017, obteniéndose a través de esta gira información mas detallada para un mejor desarrollo y ejecución de estas pruebas en este Proyecto.

El reconocimiento en terreno de síntomas de Tizón tardío y otras patologías presentes en los cultivo de papa de North Dakota, es otro aspecto destacable de esta gira. Se analizaron algunas sintomatología de otros patógenos que pueden ser confundidas con Tizón tardío y síntomas de virosis y fitoplasmas sobre los cultivares de papa, respecto a este último la observación de plantas afectadas por fitoplasmas, patógeno de gran relevancia e impacto económico en la producción de papa de esta región, constituye un nuevo aporte al diagnóstico y reconocimiento de esta importante patología desconocida y ausente en Chile.

Mecanización del cultivo

La papa en Chile es un cultivo que utiliza mucha mano de obra en labores como la plantación, cosecha y postcosecha. Dado que el costo de la mano de la obra va creciendo con el aumento de los ingresos del país y la escasez producto de menor población rural, resulta imprescindible tecnificar el cultivo mediante mecanización de algunas labores. Además, la mecanización facilitaría la aplicación de normas de manejo que aumenten la calidad y los rendimientos del cultivo en Chile, incrementando la productividad de la mano de obra y la competitividad agrícola.

Sin embargo, por ser un cultivo producido en superficies pequeñas (en relación a las de EEUU) las tecnologías de mecanización vistas en ND necesitan ser adaptadas a las condiciones de pequeñas o medianas explotaciones para que tengan aplicabilidad en Chile.

Uso de semilla certificada partida

Uso de semilla certificada en Estados Unidos es del 100% en las plantaciones comerciales con destino industrial. Lo anterior está asociado a exigencias de la propia Industria y Seguros del cultivo. En Chile la utilización de semilla certificada no supera el 5 %. La realidad Chilena utiliza semilla corriente básicamente por los altos valores de la semilla en Chile. Estrategas tendientes a reducir este valor son muy necesarias, en este sentido se pueden mencionar semilleros con ciclo completo de cultivo (150 días) de mayor rendimiento total, con la utilización de papa partida a la siembra. Esto generaría una mayor producción para los semilleros y una menor cantidad de kilos totales de semilla a la siembra para los agricultores, potenciando su uso. Esto traería importantes ventajas sanitarias especialmente tanto fungosas como virales y a una renovación más masiva del material actualmente en cultivo. No obstante lo anterior, existirían algunos costos adicionales asociados al costo de partir y a mayores productos agroquímicos para secar y desinfectar las semillas.



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

Institución/ Empresa	Persona de Contacto	Cargo/ Actividad	Fono/Fax	Dirección	E-mail
NDSU	Gary Secor	Professor			
NDSU	Viviana Rivera	Investigador de laboratorio			
NDSU	Gonzalo Rojas	Investigador asociado			
North Dakota Agricultural Weather Network	John Enz	NDAWN Director Agricultural Climatologist			
North Dakota Agricultural Weather Network	Barbara Mahoney	Asistente NDAWN			
Northern Crops Institute	Bonnie Jacobson	Tecnóloga en alimentos			
Northern Crops Institute	Patricia Berglund.	Director			
State Seed Department, USDA	Steve Marquardt	Director del Programa de Certificación de Semillas de Papa			
Cavendish Farms	Mark Urquhart	Gerente de procesamiento			
Black Gold Farm	John Nordgaard	Gerente de producción. Agrónomo			
Black Gold Farm	Justin Miller	Encargado de campo			



7. Detección de nuevas oportunidades y aspectos que quedan por abordar:

Para los profesionales involucrados en el proyecto FIA-PI-C-2003-1-A-017 resultó de mucha importancia la visita al laboratorio del Dr. Henz, meteorólogo e investigador a cargo de la red agrometeorológica de la NSDU, ya que la experiencia desarrollada por él y los profesionales de su laboratorio sería de gran utilidad para la aplicación en Chile. En esto la experiencia práctica en labores de mantención de equipos, principales problemas que tienen (pájaros, cazadores, etc), análisis de la consistencia de los datos, etc resultarían de gran utilidad para la ejecución del proyecto mencionado. Por lo expuesto, se está estudiando la posibilidad de realizar un proyecto de "Consultores Calificados" con el fin de poder contar con su colaboración en la estructuración de la red en Chile.

Por otra parte, y en función del mismo proyecto, fue posible incorporar la red de estaciones que se esta formando en Chile al proyecto DACOM, experiencia holandesa para el pronóstico de enfermedades de cultivos. Este contacto se realizó a través del Dr. Secor, el cual entre sus proyecto tiene un convenio con DACOM para validar los pronósticos en ND para el cultivo de la papa. Esto se implementara a partir de esta temporada en Remehue y Carillanca.

En relación a los aspectos fitopatológicos abordados en la gira, la reuniones y talleres con patólogos en temas relacionados con metodologías de diagnóstico, protocolos de identificación de poblaciones del hongo y técnicas de evaluación son un importante aporte al quehacer analítico que desarrolla el INIA, las Universidad Católica de Temuco y el Servicio Agrícola y Ganadero en el área de la sanidad vegetal del cultivo de la papa en la región sur de Chile. Durante la visita se pudo constatar y conocer los protocolos analíticos utilizados en la caracterización de poblaciones de *P.infestans* los cuales resultan de gran utilidad, frente al reconocimiento, diagnóstico y control de esta enfermedad. Toda la información obtenida resulto muy valiosa y aplicable para un mejor desarrollo y ejecución del Proyecto FIA-PI-C-2003-1-A-017 en el cual se encuentran participando INIA, la Universidad Católica de Temuco y el Servicio Agrícola y Ganadero representados por tres profesionales que participaron de esta gira.

En el ámbito del control integrado de esta enfermedad se pudo tomar conocimiento sobre la líneas de investigación desarrolladas, conociendo de cerca los programas de mejoramiento genético de este patógeno y las metodologías aplicadas para la detección de fuentes de resistencia a este patógeno en líneas avanzadas de papa. En este sentido si se considera la gran cantidad de germoplasma de papa con que cuenta el país y las posibilidades de encontrar fuentes de resistencia a este patógeno en dicho material, las metodologías aprendidas facilitarán la propuesta de Proyectos de investigación que aborden estos temas en el país.

El tema de mecanización en el cultivo de la papa como una herramienta de incorporación de nuevas tecnologías es clave para la mejorar la rentabilidad y calidad del cultivo de la papa. Es importante el desarrollar equipos adaptados a las condiciones de producción de nuestra zona, en cuanto a geografía, tipos de suelo y tamaño predial.



8. Resultados adicionales:

- Los agricultores pudieron conocer variedades de papa y de trigo que, por sus características de resistencia y/o precocidad, podrían ser probadas en Chile para su introducción. De esta manera, establecieron contacto para poder introducir las al país con el fin de realizar las pruebas pertinentes para su multiplicación en Chile.
- Así mismo fue posible conocer técnicas de cosecha de trigo aplicables en Chile y distintas a las nuestras.

9. Material Recopilado:

Tipo de Material	Nº	Caracterización (título)
Informativo divulgativo	1	Leaf Blight diseases of potato
Informativo divulgativo	2	Integrated pest management in North Dakota Agriculture
Informativo divulgativo	3	Guidelines for seed potato selection, handling and planting
Informativo divulgativo	4	Crop rotation for managing plant disease
Informativo Divulgativo	5	National Pest Alert. Soy Bean Rust
Informe Técnico	6	NDSU Potato Pathology 2003. Seed Treatment, In-Furrow and Foliar Fungicide Trials
Diseño experimentos campo 2004	7	NDSU Prosper Research plot 2004
Boletín N 49. State Seed Department	8	North Dakota Seed Certification. Rules, regulations and tolerances
Informativo divulgativo	9	Northern Crops Institute UPDATE
El software WISDOM (DEMO)	10	Integrated Pest Management, WISDOM, Professional software for Agricultural Systems
El manual del software (copia)	11	Integrated Pest Management, WISDOM, Professional software for Agricultural Systems
Fotos 1		Evaluación de germoplasma de papa para resistencia a tizón tardío.
Fotos 2		Análisis y evaluación del sistema de pronóstico para alerta temprana.
Fotos 3		Maquinaria para cortar tubérculos y tratamiento de semilla y surco de plantación
Fotos 4		Sistema de riego y aplicación de pesticidas al follaje.
Fotos 5		Bodegas de almacenamiento y selección.
Fotos 6		Fabrica de papas prefritas congeladas
Fotos 7		Análisis del sistema de redes meteorológicas de NDSU
Fotos 8		Caracterización de genotipos y grupos de apareamiento de <i>P. infestans</i>
Fotos 9		Grupo participante de la Gira Tecnológica a Fargo, ND, EE.UU. y el Dr. Gary Secor.
Fotos lab, inv y campo	digital	Set de fotos de actividades de laboratorio, invernadero y campo
Fotos Maquinarias	digital	Set de fotos maquinarias vistas en terreno
Fotos Pronosticadores	digital	Set de fotos de actividades realizadas referentes a pronosticadores y alerta temprana
Fotos Otros	digital	Set de fotos con otras actividades de interés realizadas



10. Aspectos Administrativos

10.1. Organización previa al viaje

a. Conformación del grupo

___ muy dificultosa ___ sin problemas algunas dificultades

El proyecto en su inicio se planteó con la participación de un grupo mayor. Sin embargo se pidió por la fuente de financiamiento disminuir el grupo solo a 6 personas. Esto llevó a una reorganización de los objetivos. Pero el objetivo principal que era el de conocer las redes y el sistema de alerta temprana, no se podía lograr sin la participación de Isaac Maldonado y Rodrigo Bravo. Por lo que se tuvo que trabajar para conseguir financiamiento adicional para su viaje. Finalmente este, con muchas dificultades, se consiguió.

b. Apoyo de la Entidad Responsable

bueno ___ regular ___ malo

Se contó con el apoyo de INIA en todo el trámite administrativo, especialmente en la reestructuración y financiamiento del grupo participante.

c. Información recibida durante la gira

amplia y detallada ___ aceptable ___ deficiente

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

bueno ___ regular ___ malo

La VISA de Carlos Paredes fue rechazada en una primera instancia, por la embajada dado falta de solvencia económica. Sin embargo esto fue reevaluado y se pudo conseguir.

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

10.2. Organización durante la visita (indicar con cruces)

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



El itinerario planteado en Fargo no se pudo cumplir como estaba estipulado, dado problemas de clima (llovía los primeros días) que forzó a realizar cambios, y problemas de última hora de algunas personas que nos recibirían (Minnesota). Sin embargo, el programa y los objetivos se cumplieron.

Por lo tanto, no existió inconveniente alguno que pueda haber dañado ni los objetivos de la gira ni el viaje o la estadía de los participantes.

Fundamental fue el apoyo y la acogida que recibió el grupo durante la estadía en Fargo de parte del Dr. Gary Secor y de Viviana Rivera, quienes se preocuparon de los más mínimos detalles para que la visita resulte todo un éxito.

11. Conclusiones Finales

La Gira Tecnológica “Mejorando la calidad sanitaria de la papa con la incorporación de nuevas tecnologías de manejo productivo” permitió conocer una realidad productiva, tecnológica, y de asociatividad distinta a la chilena, lo cual influyó positivamente al grupo integrante.

En lo productivo se conoció una agricultura compuesta por empresarios muy preocupados por el desarrollo tecnológico en los respectivos rubros, incluso en las empresas familiares. Si bien el tamaño promedio de los predios es grande (diferente a Chile) lo que facilita economías de escala para la adopción de tecnologías fue interesante conocer que existe un diálogo permanente con las instituciones investigadoras para generar competitividad en la agricultura.

También el encadenamiento que existe con la agroindustria es positivo pues les da a los agricultores cierta estabilidad y certidumbre al proceso productivo, donde se entienden directamente con la industria, con todas las formalidades que dan seguridad a ambas partes para el emprendimiento.

En lo tecnológico, la oferta existente esta conformada por un conjunto de innovaciones que permiten a los productores obtener rendimientos muy altos y gran calidad de la producción. En particular en papa las tecnologías que se conocieron son de alta aplicabilidad en Chile, sin embargo, deben pasar por una etapa de adaptación a las condiciones de tamaño de la explotación en Chile y de validación para poder entregar la información que permita convencer a los productores de sus ventajas y efectos en el rendimiento, la calidad y los costos de producción.

En este sentido las tecnologías objetivo de esta gira que fueron tratamiento de semilla y postcosecha, alerta temprana y manejo integrado de enfermedades tienen una perspectiva positiva dentro de los productores de papa de la IX y X Región. En esto INIA tiene el principal papel en la adaptación a las condiciones chilenas y en la divulgación de las ventajas en el uso de estas tecnologías para mejorar la calidad sanitaria de la producción de papa y la reducción de los costos de producción.

Finalmente, la asociatividad que existe entre los productores los ayuda enormemente a insertarse en el mercado con menos restricciones y mayor capacidad de negociación con autoridades públicas y empresas privadas.



12. Conclusiones Individuales:

Ivette Acuña: La gira a Fargo, ND, EE.UU. se gestó hace un tiempo a través del contacto con el Dr. Secor, con quien hemos estado desarrollando otros trabajos relacionados a la sanidad de la papa.

En Fargo, ND el sistema de pronóstico para tizón tardío está funcionando hace 10 años, inicialmente con los mismos problemas que nos estamos enfrentado en este momento en el proyecto que llevamos a cabo en Chile. Se pensó que sería muy ventajoso ver in situ las técnicas utilizadas, la mecánica de manejo, los criterios utilizados en la toma de decisiones, la administración de sistema, la realidad agrícola, etc, para así poder incorporar directamente algunas tecnologías y adaptar otras a nuestra realidad.

Creo que los objetivos se cumplieron plenamente por cuanto conocimos el sistema de caracterización de poblaciones de *P. infestans* y el monitoreo que realizan en ese estado del norte. Estas técnicas son directamente aplicadas en Chile, donde contamos con personal capacitado e infraestructura para llevarla a cabo. Personalmente, fue muy gratificante trabajar en un departamento de Fitopatología con las infraestructura y personal de alta calidad, como lo es NDSU.

Respecto al manejo de sistema de pronóstico, la experiencia del Dr. Secor fue de mucha ayuda pues compartir con él, discutir y analizar los criterios utilizados en la interpretación del pronóstico serán de mucha utilidad en la aplicabilidad y exactitud del sistema de alarma en Chile.

Adicionalmente conocer in situ los experimentos que se realizan en NDSU, sistema de evaluación y análisis de datos fue de mucha utilidad para compartir experiencias y aclarar ideas.

Finalmente, compartir con un grupo con intereses diversos pero con fines comunes, fue una experiencia muy enriquecedora tanto profesional como personalmente.

Mónica Gutiérrez: Esta gira, constituye un gran aporte a mi formación profesional y en consecuencia al quehacer analítico que me corresponde desarrollar en mi unidad, adquiriendo conocimientos y herramientas adicionales, para mejorar mi función y poder orientar y mejorar a futuro, las actividades de diagnóstico que me corresponde realizar en materias fitosanitarias del cultivo de papa en el Laboratorio Regional Osorno del Servicio Agrícola y Ganadero de la Décima región, ayudando además, a planificar y ejecutar en forma mas eficiente el proyecto FIA PI-C-2003-1-A-017 el cual fue recientemente adjudicado por INIA en asociación con el Laboratorio SAG Osorno y otras instituciones, cuyos profesionales también participaron en esta gira.

La aplicación de protocolos analíticos para la caracterización de poblaciones de *P. infestans*, es sin duda, de gran ayuda para facilitar el diagnóstico de este importante patógeno en el país, las cuales debieran ser incorporadas en los protocolos de diagnóstico utilizados en nuestro Servicio.

El equipamiento y la infraestructura observada para la realización de estos análisis, y los procedimientos aplicados pueden ser extrapolables a la condiciones de trabajo de nuestros laboratorios, debido a que el creciente intercambio económico entre los países y las posibilidades de introducción de poblaciones del hongo ausentes en el país a través de tubérculos de papa provenientes de otros países, justifican la necesidad de conocer las poblaciones de *P. infestans* presentes en el país. Esta información resulta muy valiosa para nuestro Servicio debido las exigencias que hoy



tiene nuestra institución sobre el conocimiento que debe tener del status de plagas y enfermedades de importancia económica para nuestro país, información que es utilizada como respaldo frente a otras instituciones y países y es útil para la elaboración futura de planes de mitigación de riesgos de esta enfermedad.

El contacto directo logrado con investigadores y especialistas facilitara el acceso a consultas directas en temas analíticos, así como también permitió obtener una visión global de las directrices que se están desarrollando en el área de la investigación fitopatológica del Tizón tardío de la papa, permitiendo orientar a futuro el quehacer del Servicio Agrícola y Ganadero hacia estas áreas de trabajo.

Con la información obtenida, se analizará y discutirá durante la reunión de criterios analíticos de los especialistas de Fitopatología del SAG a realizarse en el mes de noviembre de 2004, las proyecciones de la aplicabilidad de las tecnologías aprendidas y se traspasara el conocimiento adquirido a otros profesionales del área de nuestro Servicio que desarrollan actividades relacionadas con estas materias.

Jaime Solano: La gira cumplió plenamente con los objetivos personales. El conocer parte del sistema de producción agrícola de uno de los estados agrícolas más importantes de Estados Unidos, permitió capturar el alto grado de tecnificación aplicado por un país Desarrollado. Permitted también observar como las Buenas Prácticas Agrícolas se aplican en la agricultura y en especial para el beneficio de los trabajadores. En otro contexto especial mención merece el alto grado de interacción interdisciplinaria entre los profesionales que manejan los sistemas de alerta temprana ante un objetivo común. Es realmente impresionante como personal altamente especializado cumple cada uno una función en pro de un sistema integrado. Esto incluye especialistas en software, programadores, climatólogos, electrónicos, fitopatólogos, agrónomos, técnicos de terrenos, técnicos de invernaderos, mecánicos de maquinaria agrícola y los propios agricultores.

Iván Droppelmann: Deberíamos haber visitado más predios paperos, tanto de productores como de semilleros. Sería interesante un viaje con estos aspectos, pues lo que se ve directamente no se reemplaza con nada.

Es imposible no dejar de agradecer a todas las instancias involucradas en este viaje, ya que los conocimientos adquiridos serán irremplazables.

Carlos Paredes: En términos generales el viaje para mi resultó un éxito dado que es la primera oportunidad de realizar un viaje de esta naturaleza, primera ocasión además de salir de mi país.

En cuanto al tema exclusivo del viaje lo califico de bueno. En lo que se refiere al propósito de nuestra gira considero que se logró la mayoría de los objetivos. Puedo destacar principalmente el tema "Universidad de Dakota", me impresionó todo lo que allí vi, la magnitud de su estructura, la disciplina que rige en ella, la cantidad de alumnos que alberga, el cuidado de cada uno de sus detalles pero sobre todo la calidad humana y académica de las personas que nos recibieron y atendieron al interior de ella (el doctor G. Secor y Viviana).

En lo que respecta al propósito principal del viaje, el tema "tizón tardío" y sistema de "pronosticadores de tizón", sin duda que arrojó importante información la que en alguna medida pude recopilar limitándome a una mejor recuperación debido a que se requería un mayor nivel académico y conocimientos más amplios con respecto a esa materia y sin duda que a nuestros compañeros quienes trabajan en el tema naturalmente obtuvieron



grandes beneficios los cuales indudablemente traerían beneficios cumpliéndose de esta manera la intención del viaje.

Material de mucho valor también pude recopilar es frente al tema de la mecanización, material que obtuve en las diversas giras a terreno en las cuales pudimos observar una diversidad de elementos agrícolas de variados tamaños y funcionalidad, de los cuales algunos pudieran ser utilizados en nuestra necesidad agrícola rescatando de entre ellos por ejemplo: sembradoras de papas manuales, otras en gran escala, partidoras de semillas, almacenamiento de estas, tratamiento, etc., todo esto es de gran aporte para el rubro que secunda a mi labor agrícola que es el de fabricar en pequeña escala maquinaria para la agricultura la cual he ido incrementando en el último tiempo agregando a ella una mejor tecnología y recopilación de las diversas técnicas y funciones.

También de mucho interés fue visitar diversos predios agrícolas con una variedad de cultivos entre ellos trigo, soya, maíz y papa, las diversas costumbres en los sistemas de siembra, de riego, de división de predios entre otras curiosidades

Impresionante también fue visitar una procesadora de papas prefritas de nombre CAVENDISH con un gran nivel de producción con función de 24 horas y con un sistema de trabajo admirable.

En lo que respecta al viaje, en un momento fui motivo de preocupación por el tema de mi VISA la que no se me otorgaba, lo que originó diversas gestiones tanto del FIA, del equipo organizador del viaje y de funcionarios del parlamento lo que finalmente dio lugar a que se me otorgara la VISA.

En cuanto al viaje mismo ninguna objeción, como asimismo la estadía en el Hotel, la movilización en todas las giras del viaje, la traducción y cada actividad fue realizada con toda preocupación, sin dejar nada al azar, lo que me dejó satisfecho no quedándome más que agradecer a todos y a cada uno de los que organizaron este viaje, al organismo que lo financió y a mis compañeros que en todo momento mostraron simpatía y compañerismo lo que dejó un grato sabor, ese sabor que se logra cuando las cosas se hacen bien.

Pablo Serra: De acuerdo a lo observado el viaje a ND, sobre el uso de pronosticadores de Tizón en papas, solo me queda decir, que estuvo todo dentro de lo esperado ,no es que hayamos descubierto nada nuevo, por la sencilla razón, que se está usando en la mayoría de los países avanzados tecnológicamente, y con buenos resultados, creo que usarlos en Chile sería un adelanto muy grande, es más creo debiera ser una herramienta más para todos los agricultores, que se dedican a la siembra de papas.

Todo esto sería posible con la ayuda del estado, ya que nuestra agricultura sería mas limpia, debido al menor uso de químicos, lo que se transforma en una agricultura mas limpia, hoy tan de boga en los países industrializados.

No quiero terminar este comentario sin agregar que creo que estos viajes que se pueden realizar por intermedio de los diferentes instrumentos que disponemos en este momento, se sigan realizando con mayor frecuencia, y por el mayor número de agricultores, acompañados por técnicos, ya que un viaje a países avanzados tecnológicamente nos ahorran años de investigación, no hay necesidad de descubrir América ya la descubrieron hace siglos. aprendamos de experiencias de otros que nos llevan años de adelanto.

Quiero agradecer al grupo de personas que me tocaron en la gira realmente hubo una relación digna de destacarse.



Isaac Maldonado- Rodrigo Bravo: La visita respondió plenamente a lo que se esperaba de ella en el entendido que permitió ver que el enfoque que se tienen del trabajo que se realiza en Chile es totalmente pertinente y la diferencia estriba en que ellos se iniciaron en esta área en el año 1991, sin embargo fue relevante ver que el inicio de ellos es exactamente lo que se ha hecho en Chile por cierto con un nivel muy inferior de recursos económicos de infraestructura y por sobre todo en lo referente a recursos humanos calificados, creo que este tipo de giras ayudan a acortar los plazos de desarrollo de las tecnologías que se investigan, permitiendo además, aprovechar la experiencia del camino recorrido por quienes se iniciaron antes en su estudio y su aplicación.

La conclusión más relevante es que se ha desarrollado un servicio de alerta que es gratuito y está a disposición de los productores del estado, bajo diversas modalidades, Internet, línea 800, mensaje teléfono.

Un hecho relevante a destacar en las conclusiones es el referente a la necesidad de conformar equipo humano de alto nivel, independiente de donde ellos se encuentren, como en este caso en que:

- La red de estaciones meteorológicas se encontraban ubicadas en el Estado de North Dakota,
- Los datos se leían desde la Universidad de Nebraska, quienes los colectaban vía telefonía fija y les procesaban mediante un software especializado desarrollado por ellos mismos, el que permitía revisar si faltaban datos, para en esos casos proceder a estimarlos con el apoyo del equipo de estadística, que dispone de los algoritmos para obtener esta información.
- Una vez finalizado el trabajo en Nebraska se ingresaban a la base de datos para que una persona encargada de revisar la consistencia de estos en North Dakota, se asegura de que no hayan errores, producto de sensores defectuosos o descalibrados.
- Finalmente una vez terminado el control de calidad de los datos, se le entregaban al Dr. Secor, como responsable del modelo de alerta de Tizón.
- El Dr. Secor con la información meteorológica que recibía elaboraba el pronóstico, que se ingresa a la página WEB y queda a disposición de los productores del estado.

La conclusión más relevante en lo referente a las redes meteorológica fue el haber conocido cual es la meta a la que se debe postular en el desarrollo de esta tecnología en Chile.

Fecha: 15 de Noviembre de 2004

Nombre y Firma coordinador de la ejecución: Ivette Acuña Bravo

AÑO 2004