

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA DE AGRONOMIA

**Factibilidad de la Implementación de pronosticadores automatizados para controlar el Tizón tardío de la papa en la zona sur de Chile. Estudio de casos.**

Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Agronomía.

**Mercedes del Pilar Flores Negrón**

VALDIVIA – CHILE

2006

PROFESOR PATROCINANTE

Juan Lerdón F.  
Ing. Agr., Dr. Agr.

---

PROFESORES INFORMANTES

Rodrigo Bravo H.  
Ing. Agr.

---

Héctor Uribe M.  
Méd. Vet., M.Sc., Ph.D.

---

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero empezar agradecer a mis padres, por el apoyo moral, aliento, sacrificio, esfuerzo de todos estos años de estudios y decirles que muchas gracias y juntos a mis hermanas, que los quiero mucho.

Quiero agradecer también, al INIA-Remehue, por haberme dado la posibilidad de realizar esta tesis en su establecimiento. Les agradezco a todos su excelente disposición y buena voluntad, en especial quiero dar gracias a Ivette Acuña y Mincy Vargas. A Rodrigo Bravo y Héctor Uribe que fueron mis informantes, que sin su ayuda no hubiera podido llevar a cabo esta tesis.

Deseo también agradecer a mi profesor patrocinante, Don Juan Lerdón, por la mejor disposición, voluntad y el constante apoyo brindado en todo momento, muchas gracias.

Finalmente quiero agradecer por su constante apoyo y preocupación a Rodrigo (mi pololo) y destacar también a la Sole, por ser una excelente amiga.

***Dedicada a mis padres, Rodrigo  
y Morelia y a mis hermanas  
Verónica y Camila.***

## INDICE DE MATERIAS

| Capítulo    |   | Página |
|-------------|---|--------|
| 1           | INTRODUCCION  | 1      |
| 2           | REVISION BIBLIOGRAFICA  | 3      |
| 2.1         | Antecedentes generales del rubro papa   | 3      |
| 2.2         | Evolución de la Superficie, Rendimiento y Producción  | 5      |
| 2.3         | Estratificación de los agricultores   | 12     |
| 2.3.1       | Estratificación de los agricultores para las principales<br>regiones productoras            | 14     |
| 2.4         | Principales zonas productoras de papas en Chile   | 15     |
| 2.5         | Precios de la papa  | 16     |
| 2.6         | El Tizón tardío de la papa  | 18     |
| 2.6.1       | Historia  | 18     |
| 2.6.2       | Patógeno  | 19     |
| 2.6.2.1     | Condiciones ambientales   | 20     |
| 2.6.3       | Síntomas  | 20     |
| 2.6.4       | Ciclo de vida del hongo   | 23     |
| 2.7         | Resistencia de <i>Phytophthora infestans</i> a Metalaxil en el<br>cultivo de papas en Chile | 24     |
| 2.8         | Control Integrado para Tizón tardío de la papa  | 25     |
| 2.8.1       | Pronóstico para Tizón tardío  | 26     |
| 2.8.1.1     | Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA`s)   | 27     |
| 2.8.1.1.1   | Procesos tecnológicos de la estación meteorológica  | 28     |
| 2.8.1.1.1.1 | Sistemas de Adquisición de Datos (Datalogger)   | 28     |
| 2.8.1.1.1.2 | Sensores Meteorológicos   | 29     |

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| 2.8.1.1.1.3 | Software Especializado  | 29 |
| 2.8.1.1.1.4 | Sistema de comunicación al servidor   | 35 |
| 2.8.1.1.1.5 | Sistema de comunicación a los usuarios  | 35 |
| 2.8.1.1.1.6 | Principales variedades de papas comercializadas en Chile                            | 36 |
| 2.8.2       | Experiencias extranjeras  | 40 |
| 2.8.2.1     | Pronósticos de Tizón tardío en los países bajos                                     | 40 |
| 2.8.2.2     | Pronósticos de Tizón tardío en Dinamarca, Noruega y Suecia                          | 41 |
| 3           | MATERIAL Y METODO   | 43 |
| 3.1         | Material  | 43 |
| 3.1.1       | Origen del proyecto   | 43 |
| 3.1.2       | Ubicación   | 43 |
| 3.1.3       | Duración del estudio y herramientas utilizadas                                      | 45 |
| 3.1.4       | Procesos tecnológicos   | 46 |
| 3.1.5       | Financiamiento  | 46 |
| 3.1.6       | Estudio económico financiero  | 46 |
| 3.2         | Método  | 47 |
| 3.2.1       | Procesos tecnológicos para la obtención de la alerta temprana de Tizón tardío       | 47 |
| 3.2.1.1     | Colecta de datos  | 47 |
| 3.2.1.2     | Publicación de los datos no procesados  | 51 |
| 3.2.1.3     | Publicación de la alerta para el Tizón tardío                                       | 53 |
| 3.2.2       | Evaluación de los resultados obtenidos de las parcelas experimentales               | 55 |
| 3.2.3       | Cuantificación económica de los resultados obtenidos de las parcelas experimentales | 58 |
| 3.2.4       | Elaboración de la estructura de costos e ingresos del proyecto                      | 58 |
| 3.2.5       | Evaluación económica del proyecto   | 59 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 4     | PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS   | 62  |
| 4.1   | Resultados de la alerta temprana para detectar el Tizón Tardío a través del modelo computacional | 62  |
| 4.2   | Resultados estadísticos de las parcelas experimentales   | 62  |
| 4.3   | Costos de cada tratamiento   | 71  |
| 4.3.1 | Costos de cada tratamiento en la IX Región   | 71  |
| 4.3.2 | Costos de cada tratamiento en la X Región  | 73  |
| 4.4   | Efecto del costo de aplicación de fungicidas sobre el rendimiento incremental                    | 76  |
| 4.5   | Estudio financiero del proyecto  | 77  |
| 4.5.1 | Inversiones previas a la puesta en marcha  | 77  |
| 4.5.2 | Costos anuales   | 79  |
| 4.5.3 | Reinversiones y nuevas inversiones   | 81  |
| 4.5.4 | Ingresos brutos anuales y flujo de caja anual  | 82  |
| 4.6   | Evaluación financiera del proyecto   | 85  |
| 4.6.1 | Cálculo del VAN y TIR  | 85  |
| 4.6.2 | Punto de equilibrio  | 86  |
| 4.7   | Estimación de la demanda potencial   | 86  |
| 4.8   | Estimación de la demanda real  | 90  |
| 5     | CONCLUSIONES   | 92  |
| 6     | RESUMEN  | 95  |
|       | SUMMARY  | 97  |
| 7     | BIBLIOGRAFÍA   | 99  |
|       | ANEXOS   | 107 |

## INDICE DE CUADROS

| Cuadro |  | Página |
|--------|--|--------|
| 1      | Superficie, valor total de las jornadas/hombre y producción de los cultivos trigo, maíz, papa, remolacha, poroto y arroz. Temporada 1996/1997          | 4      |
| 2      | Superficie de papas 2003-2005  | 6      |
| 3      | Evolución del Rendimiento Promedio Nacional de Papas   | 8      |
| 4      | Rendimientos Regionales de Papa temporada 2004-2005  | 9      |
| 5      | Evolución de la Producción Promedio Nacional de Papas  | 10     |
| 6      | Estratificación de Productores en el Rubro Papa  | 13     |
| 7      | Tipos de agricultores en la IV, IX y X Regiones  | 14     |
| 8      | Matriz ajustable que relaciona valores relativos de severidad y días favorables de lluvia para generar la recomendación de aplicación por el Blitecast | 32     |
| 9      | Variedades de papa de mayor importancia comercial en Chile   | 36     |
| 10     | Principales mercados de papas en Santiago (t)  | 39     |
| 11     | Estaciones Meteorológicas por localidad  | 44     |
| 12     | Forma de comunicación remota de las estaciones   | 48     |
| 13     | Ingredientes activos usados en cada tratamiento para las diferentes localidades  | 56     |
| 14     | Fechas de alarmas de Tizón tardío en las distintas localidades de la IX y X región. Temporada 2004-2005  | 62     |
| 15     | Media y desviación estándar de cada tratamiento en los distintos sectores de la IX y X Región  | 64     |
| 16     | Media y desviación estándar por lugar  | 65     |

|    |   |    |
|----|---|----|
| 17 | Determinación de costos de los productos fungicidas de la IX Región   | 73 |
| 18 | Determinación de costos de los productos fungicidas de la X Región  | 75 |
| 19 | Rendimiento Total (t) de cada tratamiento en los diferentes localidades de la IX y X Región                                       | 76 |
| 20 | Rendimiento adicional de cada tratamiento con respecto al testigo   | 76 |
| 21 | Costo de producir una tonelada de rendimiento adicional de cada tratamiento en las diferentes localidades de las regiones IX y X. | 77 |
| 22 | Activos fijos del servicio de alerta temprana   | 78 |
| 23 | Costos fijos anuales  | 79 |
| 24 | Depreciación (D) de los activos fijos   | 80 |
| 25 | Costos variables  | 81 |
| 26 | Reinversión de activos fijos, durante el período del proyecto   | 82 |
| 27 | Nuevas inversiones durante la vida del proyecto   | 82 |
| 28 | Costos anuales  | 82 |
| 29 | Flujo anual de caja   | 84 |
| 30 | Valor actual de los beneficios netos (VABN) y tasa interna de retorno (TIR)   | 85 |
| 31 | Número de explotaciones, superficie y producción según el tipo de productor y rango de rendimiento de la IX y X Región            | 87 |
| 32 | Determinación de la Superficie y Rendimiento promedio   | 87 |
| 33 | Manejo del Tizón tardío en diferentes tipos de agricultores   | 89 |
| 34 | Precio del servicio según la estimación de los posibles usuarios de acuerdo a las hectáreas de papa abarcadas por las E.M.A's     | 91 |

## INDICE DE FIGURAS

| Figura |  | Página |
|--------|--|--------|
| 1      | Evolución de la Superficie Nacional de papas   | 5      |
| 2      | Evolución de la Superficie destinada a papas en la IX Región                                 | 6      |
| 3      | Evolución de la Superficie destinada a papas en la X Región                                  | 7      |
| 4      | Evolución de la Producción de papas a nivel nacional   | 10     |
| 5      | Evolución de la Producción de papas en la IX Región  | 11     |
| 6      | Evolución de la Producción de papas en la X Región   | 12     |
| 7      | Evolución de los precios promedios anuales de la papa en los mercados mayoristas de Santiago | 17     |
| 8      | Tizón tardío en hojas formando zonas café atizonadas irregulares                             | 21     |
| 9      | Síntomas de Tizón tardío en tubérculos mostrando lesiones externas                           | 22     |
| 10     | Síntomas de Tizón tardío en tubérculos mostrando lesiones internas                           | 22     |
| 11     | Ciclo del Tizón tardío   | 23     |
| 12     | Algunas variedades que se comercializa en diferentes Mercados de Santiago                    | 40     |
| 13     | Recopilación de los datos  | 50     |
| 14     | Publicación de los datos en bruto  | 52     |
| 15     | Publicación de los datos para el Tizón tardío  | 54     |
| 16     | Medias mínimo cuadráticas de Rendimiento comercial (t/ha) para los cuatro tratamientos       | 66     |
| 17     | Medias mínimo cuadráticas de Rendimiento desecho (t/ha) para los cuatro tratamientos         | 67     |

|    |   |    |
|----|---|----|
| 18 | Medias mínimo cuadráticas de Rendimiento total (t/ha) para los cuatro tratamientos                        | 68 |
| 19 | Medias mínimo cuadráticas de Rendimiento comercial (t/ha) para los diferentes lugares de la IX y X Región | 69 |
| 20 | Medias mínimo cuadráticas de Rendimiento desecho (t/ha) para los diferentes lugares de la IX y X Región   | 70 |
| 21 | Medias mínimo cuadráticas de Rendimiento total (t/ha) para los diferentes lugares de la IX y X Región     | 71 |
| 22 | Superficie y Rendimiento promedio según el tipo de agricultor   | 88 |

**INDICE DE ANEXOS**

| Anexos |  | Página |
|--------|--|--------|
| 1      | Encuesta   | 108    |
| 2      | Valor de desecho                                       | 115    |
| 3      | Descripción de los ítems de costos (fijos y variables) | 116    |
| 4      | Punto de equilibrio en el año 3                        | 119    |

## 1 INTRODUCCION

La Papa (*Solanum tuberosum* L.) es un cultivo de gran importancia tanto social como económica para el país, ocupando el tercer lugar en superficie entre los cultivos anuales, el segundo lugar en cuanto al valor de su producción y el primer lugar en el valor total de las jornadas/hombre requeridas en su explotación. La producción para consumo en fresco se realiza principalmente en la zona norte y central, y la producción de semilla en la zona sur. Además, existen diferentes tipos de agricultores, diferenciándose en su nivel tecnológico, número de hectáreas y en la zona de producción.

Una de las grandes limitantes en la producción de papa son los problemas fitopatológicos, los que afectan tanto el rendimiento como la calidad de este. Dentro de las enfermedades de mayor importancia tanto a nivel mundial como aquí en Chile, es el Tizón tardío, que es causado por un hongo llamado *Phytophthora infestans*, el cual está presente en casi todas las áreas donde se cultiva la papa, provocando las mayores pérdidas de este producto en zonas templadas y húmedas.

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.

Existen tecnologías que ya han sido utilizadas y mejoradas en los países desarrollados para predecir el ataque del tizón, como son los sistemas de pronosticadores que están basados en el comportamiento del hongo de

acuerdo a variables meteorológicas que permiten determinar la posibilidad de aparición de la enfermedad. Esta información puede servir a las decisiones de cuándo y qué fungicida aplicar como complemento para el desarrollo de estrategias de manejo integrado de esta enfermedad y así hacer un uso eficiente y racional de los recursos para mejorar la calidad, productividad, medio ambiente y los ingresos netos del agricultor, al disminuir el número de aplicaciones.

De esta manera, en este estudio se describe el Tizón tardío para mayor conocimiento de la enfermedad de la papa desde sus síntomas (hoja, tallo y tubérculo) hasta el uso de los pronosticadores como una forma de poder minimizar los daños de esta enfermedad y cuantificar los beneficios del proyecto que se ejecutó en zonas importantes productoras de papa de la IX y X regiones por el INIA-Remehue.

La hipótesis de este estudio es: La implementación de pronosticadores automatizados para controlar el tizón tardío de la papa, en los casos estudiados, es factible y económicamente viable.

El objetivo general del trabajo es evaluar el uso de pronosticadores para controlar el Tizón tardío de la papa para agricultores de las regiones IX y X de Chile.

Los objetivos específicos son:

- Describir un sistema de alerta temprana para detectar presencia de Tizón tardío en el cultivo de la papa.
- Estimar los beneficios económicos en la producción de papa con un sistema de alerta temprana para el Tizón tardío.
- Determinar la factibilidad económica del servicio de alerta temprana para el tizón tardío.

## 2 REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Antecedentes generales del rubro papa.

En el mundo, la superficie ocupada con el cultivo de papas es de aproximadamente 18 millones de hectáreas con una producción cercana a los 300 millones de toneladas, de las cuales cerca de 170 millones son destinadas al consumo humano (FUNDACION CHILE, 2001). No obstante, en América, centro de origen de esta planta, no se produce en cantidades suficientes y anualmente se compra, fuera de la región latinoamericana, con un valor cercano a los 590 mil toneladas (AGROANALISIS SUR, 1998).

Es el alimento básico que más expande su superficie de plantación en los países en desarrollo, ahí donde –precisamente- se concentra la mayoría de la humanidad con los mayores problemas de alimentación y nutrición (SANTOS, 2000). Presentando una tendencia en la producción, con una participación creciente al pasar del 11% al 44% entre 1961 y el año 2001<sup>1</sup>.

Además, SANTOS y KALAZICH (1996), señalan que este incremento en la superficie de producción de este cultivo en los países en desarrollo se debe, principalmente, a su amplia adaptación, alto rendimiento por unidad de superficie y de tiempo, a su gran valor nutritivo y a las variadas formas de uso y de productos procesados que se pueden obtener a partir de él.

---

<sup>1</sup> Tapia, Bernabé. (2006). Ing. Agr. Oficina de estudios y políticas agrarias (ODEPA). Santiago. Comunicación personal.

En Chile, este cultivo es muy destacado por su importancia económica y social. Aunque ocupa el tercer lugar entre los cultivos anuales en cuanto a superficie, el valor de su producción está en segundo lugar y primer lugar en el valor total de las jornadas/hombre requeridas en su explotación (Cuadro 1) (SANTOS *et al.*, 2001).

**CUADRO 1 Superficie, valor total de las jornadas/hombre y producción de los cultivos trigo, maíz, papa, remolacha, poroto y arroz. Temporada 1996/1997.**

| Rubro        | Superficie (ha) | Valor total (US\$) |                    |
|--------------|-----------------|--------------------|--------------------|
|              |                 | J / h              | Producción         |
| Trigo        | 398.007         | 22.705.829         | 302.240.246        |
| Maíz         | 86.196          | 8.567.391          | 108.422.744        |
| <b>Papa</b>  | <b>80.629</b>   | <b>33.004.670</b>  | <b>242.967.062</b> |
| Remolacha    | 41.66           | 24.576.272         | 131.802.497        |
| Poroto       | 30.193          | 14.312.525         | 30.674.063         |
| Arroz        | 25.748          | 2.422.916          | 20.782.990         |
| <b>Total</b> | <b>662.435</b>  | <b>105.589.603</b> | <b>836.889.602</b> |

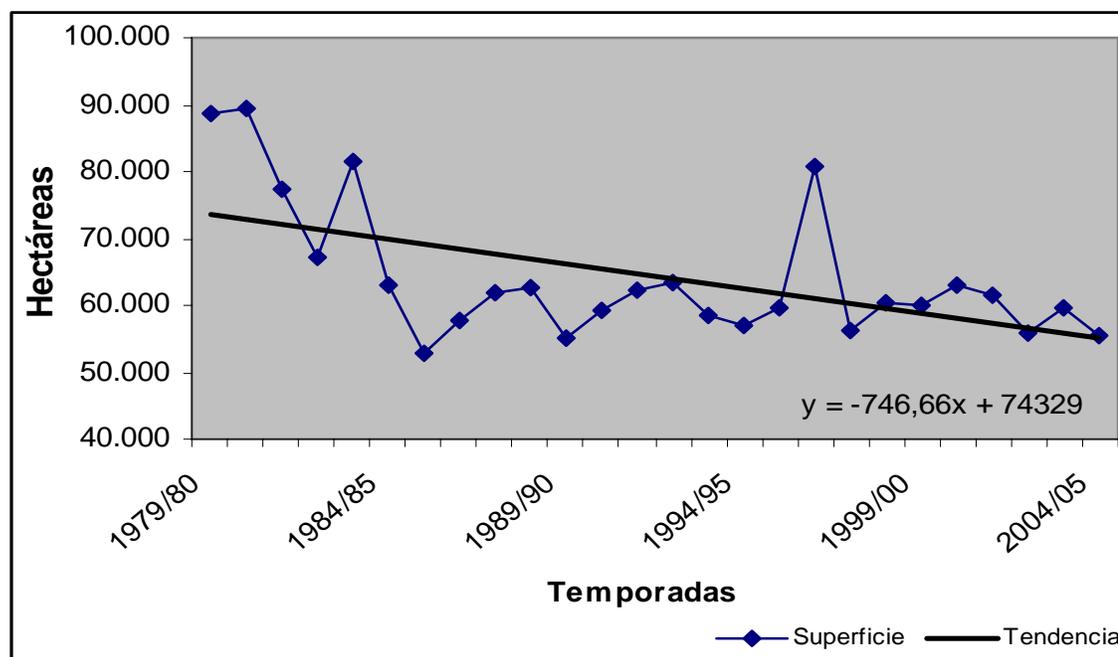
FUENTE: CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA), citado por SANTOS *et al* (2001).

El país posee excelentes condiciones para el cultivo de la papa, produciéndose durante todo el año, debido a que se distribuye a través de una amplia zona geográfica, destacándose principalmente desde la IV a la X región, ya que en regiones del extremo norte y sur, la producción es marginal (FUNDACION CHILE, 2001). Sin embargo, la VIII, IX y X regiones son las más importantes, concentrándose cerca del 70% de la producción nacional en estas regiones (AGROANALISIS SUR, 1999).

## 2.2 Evolución de la Superficie, Rendimiento y Producción.

Según FUNDACION CHILE (2001), la superficie destinada al cultivo de la papa ha presentado un comportamiento cíclico en el último decenio, habiendo alcanzado para la temporada 1996/1997 un máximo de 80.685 hectáreas y un promedio de 61.300 hectáreas durante el período 1989/1998.

En la Figura 1 se presenta la evolución de la superficie nacional de papas del período 1979/2005 y se observa, a través de un modelo lineal, una tendencia a la disminución de la superficie, con una caída anual promedio de 746 hectáreas por temporada. Sin embargo, en los últimos quince años, la superficie se ha mantenido en un valor cercano a las 60 mil hectáreas.



**FIGURA 1**

**Evolución de la Superficie Nacional de papas.**

FUENTE:

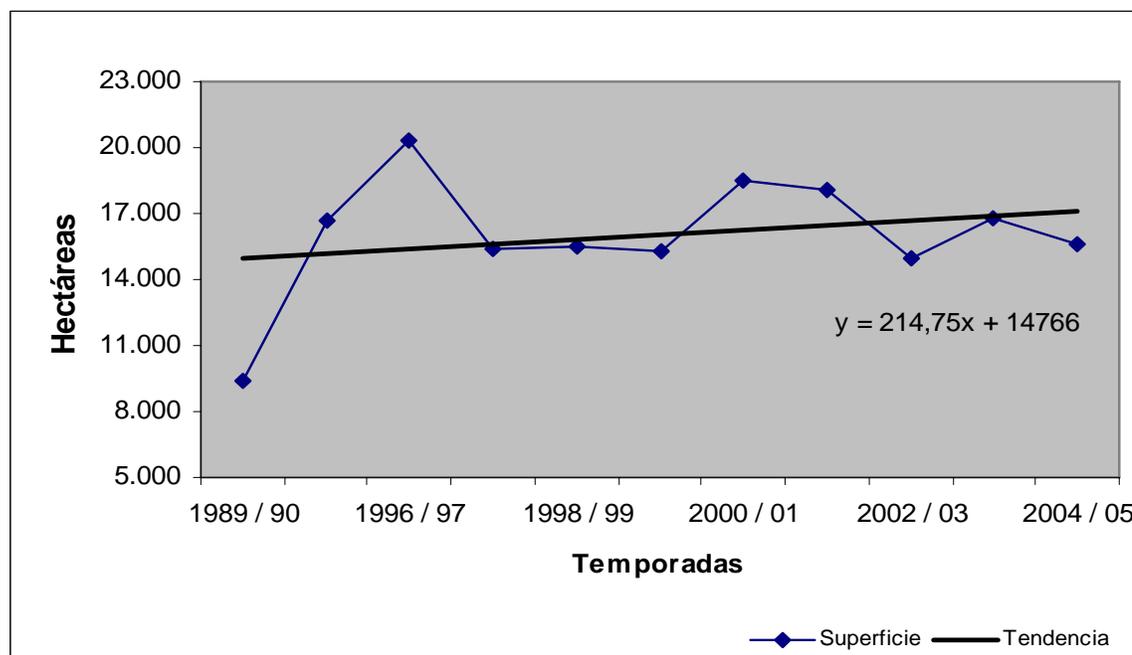
CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS (ODEPA), (2005).

El Cuadro 2 presenta la distribución por regiones de la superficie plantada con papa en las últimas dos temporadas, donde se muestra una disminución en un 7,1% menos que la temporada anterior según las cifras del ODEPA.

**CUADRO 2 Superficie de papas 2003-2005.**

| Región            | Superficie (ha) |               | var%        |
|-------------------|-----------------|---------------|-------------|
|                   | 2003/2004       | 2004/2005     |             |
| IV                | 5.400           | 4.960         | -8,9        |
| R.M.              | 1.200           | 1.550         | 22,6        |
| V                 | 4.000           | 3.260         | -22,7       |
| VI                | 3.450           | 2.820         | -22,3       |
| VII               | 3.800           | 2.800         | -35,7       |
| VIII              | 6.400           | 6.290         | -1,7        |
| IX                | 16.800          | 15.620        | -7,6        |
| X                 | 17.200          | 17.010        | -1,1        |
| Resto país        | 1.310           | 1.310         | 0,0         |
| <b>Total país</b> | <b>59.560</b>   | <b>55.620</b> | <b>-7,1</b> |

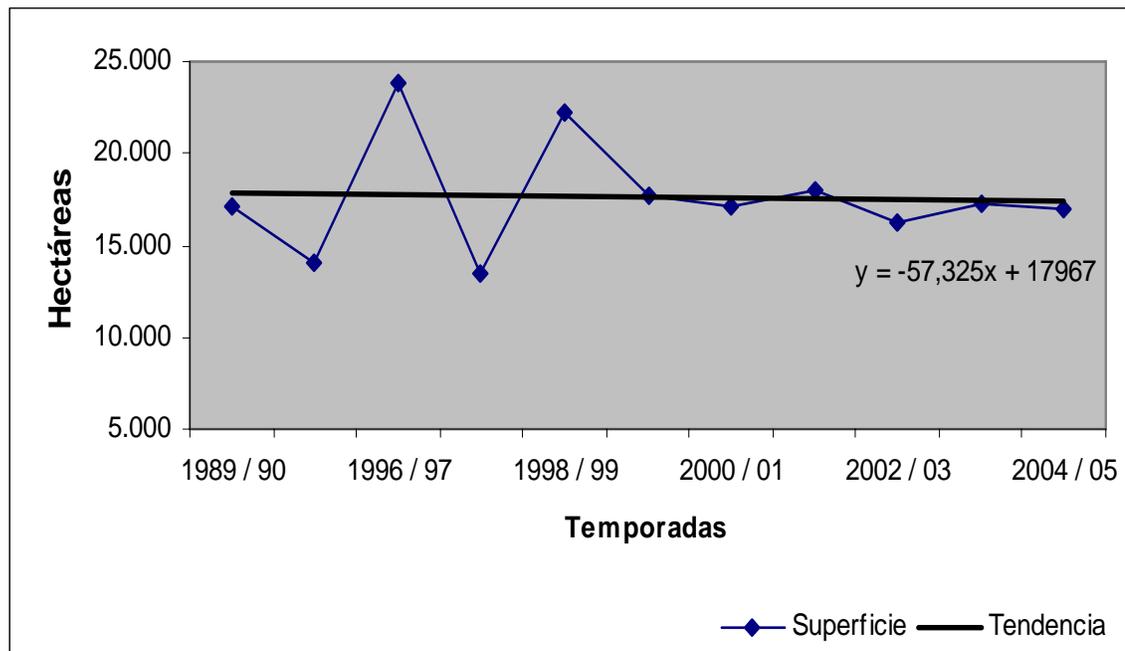
FUENTE: Elaboración propia en base a ODEPA (2005).



**FIGURA 2 Evolución de la Superficie destinada a papas en la IX Región.**

FUENTE: Elaboración propia en base a ODEPA (2005).

Al ajustar un modelo lineal a la serie de superficie entre las temporadas 1989/2005, de las regiones IX y X (Figura 2 y 3), se observa una tendencia al aumento de la superficie en la IX Región con una tasa de crecimiento anual de 200 hectáreas aproximadamente. Por otra parte, en la X Región se aprecia una tendencia a la disminución de la superficie destinada a papas, con una leve caída anual de 57 hectáreas aproximadamente.



**FIGURA 3 Evolución de la Superficie destinada a papas en la X Región.**

FUENTE: Elaboración propia en base a ODEPA (2005).

El promedio nacional para los rendimientos alcanzados entre las temporadas 1989/1990 y 2004/2005, alcanzó 17,76 toneladas por hectárea (Cuadro 3).

**CUADRO 3 Evolución del Rendimiento Promedio Nacional de Papas.**

| Temporada         | Rendimiento<br>(t/ha) |
|-------------------|-----------------------|
| 1989 / 90         | 15.21                 |
| 1996 / 97         | 16.17                 |
| 1997 / 98         | 14.05                 |
| 1998 / 99         | 16.45                 |
| 1999 / 00         | 16.48                 |
| 2000 / 01         | 19.17                 |
| 2001 / 02         | 21.24                 |
| 2002 / 03         | 19.53                 |
| 2003 / 04         | 19.21                 |
| 2004 / 05         | 20.06                 |
| Promedio(1989/05) | 17.76                 |

FUENTE: Elaboración propia en base a ODEPA (2005).

En los últimos años el rendimiento promedio nacional de papas ha mostrado una evolución positiva, pero en términos generales, sigue siendo muy bajo, comparado con el obtenido en países que logran una alta producción y exportación de derivados agroindustriales (Holanda, Canadá y EE.UU.), e incluso con países vecinos como Argentina (FUNDACION CHILE, 2001).

Entre las principales causas que han provocado este estancamiento en el rendimiento promedio nacional, se pueden mencionar la condición hídrica del cultivo (secano), el bajo uso de semilla certificada y la baja tecnología empleada (FUNDACION CHILE,2001).

Según estudios realizados por BRAVO y HOLMBERG (2003), al comparar los censos 1975/1976 y 1996/1997, se observa que la incorporación de riego a la superficie cultivada con papa no ha sido significativa a nivel nacional, incrementándose en solo un 1,54% la superficie de papa bajo riego,

impulsada básicamente por las zonas Centro Norte y Centro, no así Centro Sur y Sur donde el cultivo ocupa la mayor proporción de suelo.

El Cuadro 4, muestra los rendimientos promedios según Región correspondientes a la temporada 2004/2005, donde se observa que los mayores rendimientos promedios se obtuvieron en la X Región, los segundos mayores rendimientos se lograron en la IV Región. Por otro lado, la producción nacional de papas ha experimentado importantes variaciones debido a cambios en la superficie como en los rendimientos. Si se observa el Cuadro 5, se aprecia una tendencia positiva de la producción, no obstante, ésta no es constante, ya que hay importantes caídas en donde se igualan las producciones de períodos tan distantes como el de 1989/1990 y 1995/1996.

**CUADRO 4 Rendimientos Regionales de Papa Temporada 2004-2005.**

| Región     | Rendimiento<br>t/ha |
|------------|---------------------|
| IV         | 21,4                |
| V          | 16,5                |
| R.M.       | 13,2                |
| VI         | 20,0                |
| VII        | 15,1                |
| VIII       | 20,2                |
| IX         | 20,5                |
| X          | 22,3                |
| Resto país | 9,12                |
| Nacional   | 20,06               |

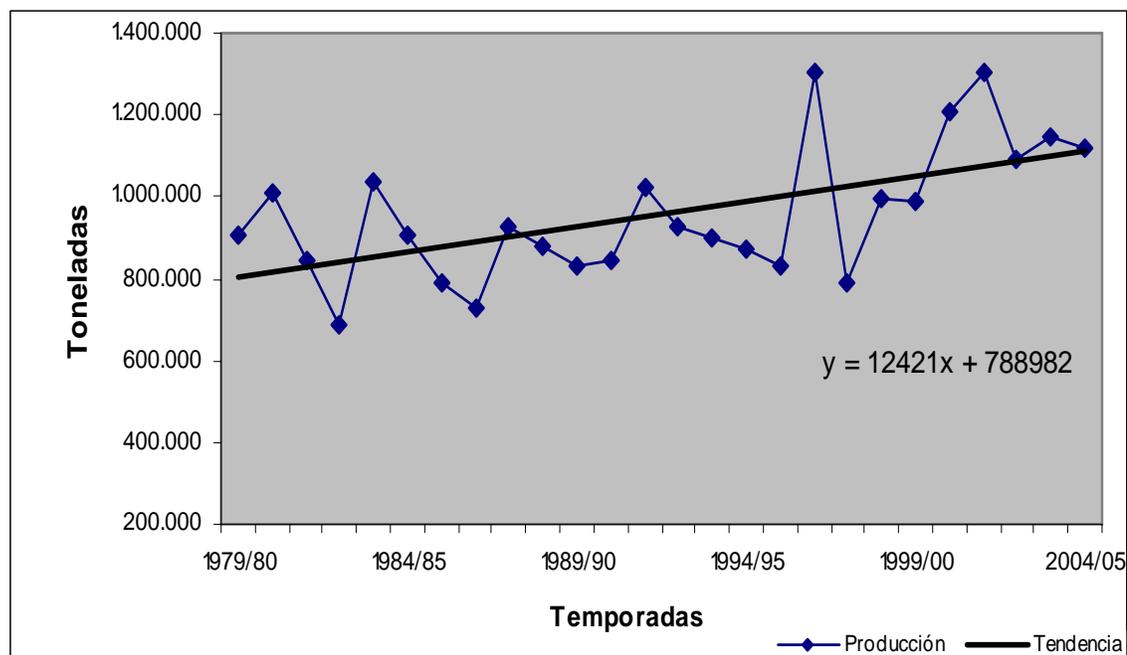
FUENTE: Elaboración propia en base a ODEPA (2005).

**CUADRO 5 Evolución de la Producción Promedio Nacional de Papas.**

| Temporada | Producción<br>(t) |
|-----------|-------------------|
| 1989 / 90 | 828.752           |
| 1990 / 95 | 912.466           |
| 1995 / 96 | 827.633           |
| 1996 / 97 | 1.304.819         |
| 1997 / 98 | 791.998           |
| 1998 / 99 | 994.694           |
| 1999 / 00 | 988.220           |
| 2000 / 01 | 1.210.044         |
| 2001 / 02 | 1.303.268         |
| 2002 / 03 | 1.093.728         |
| 2003 / 04 | 1.144.170         |
| 2004 / 05 | 1.115.736         |

FUENTE: Elaboración propia en base a ODEPA (2005)

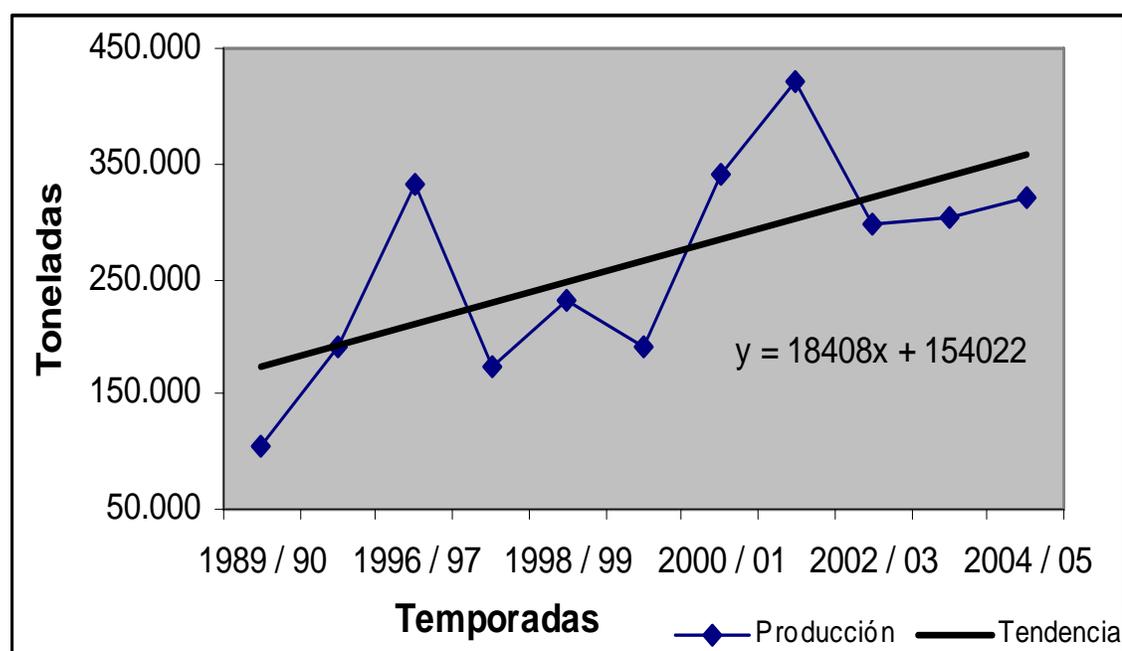
Si se ajusta el período de 1979/2005 a un modelo lineal (Figura 4), se obtiene una tendencia al aumento de la producción nacional, con un crecimiento de 12.421 toneladas anuales. Esto se indica por el efecto positivo de los rendimientos en la producción total.

**FIGURA 4 Evolución de la Producción de papas a nivel nacional.**

FUENTE: Elaboración propia en base a ODEPA (2005).

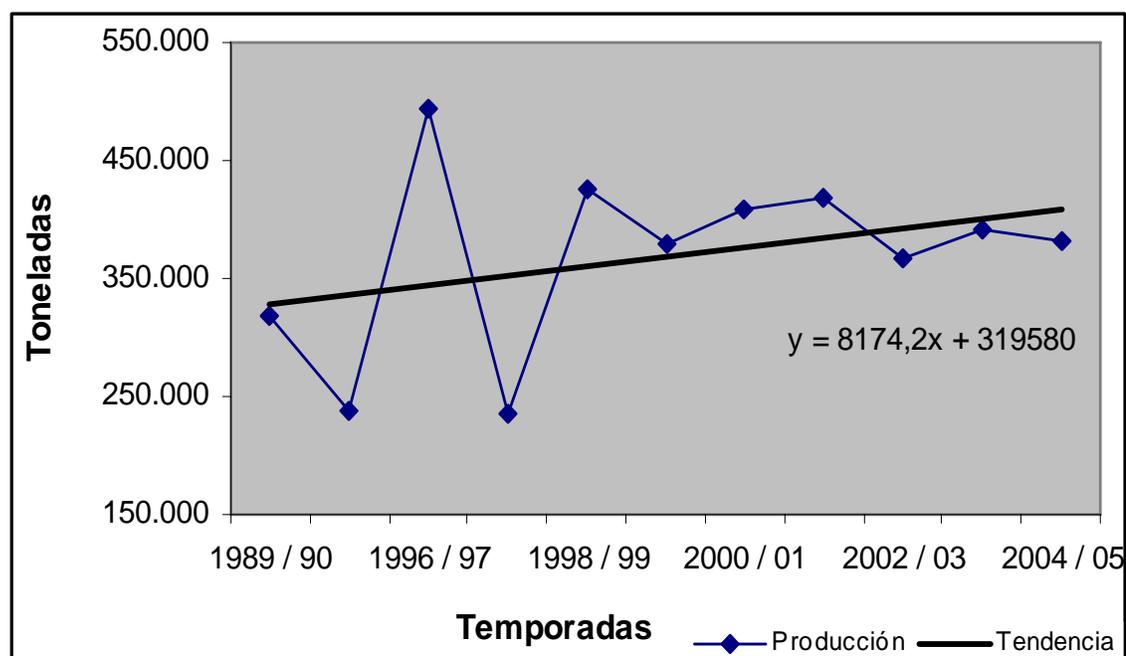
Según FUNDACION CHILE (2001), las principales regiones productoras de papas son la IX y X aportando en promedio el 61% de la producción nacional entre los años 1996/1998. A través de modelos lineales (Figura 5 y 6), se muestra una tendencia al aumento de la producción en estas regiones entre las temporadas 1989/2005, siendo mayor el crecimiento en la IX Región con 18.408 toneladas por temporada, que el de la X Región, con 8.174 toneladas por temporada.

A nivel nacional, el principal uso de la producción es la alimentación humana (65%), como producto fresco o procesado. Otros destinos son: tubérculos- semillas (16%) y consumo animal (5%); principalmente desechos. El restante corresponde a pérdidas (SANTOS *et al.*, 2001).



**FIGURA 5 Evolución de la Producción de papas en la IX Región.**

FUENTE: Elaboración propia en base a ODEPA (2005).



**FIGURA 6 Evolución de la Producción de papas en la X Región.**

FUENTE: Elaboración propia en base a ODEPA (2005).

### 2.3 Estratificación de los agricultores.

Según el último censo nacional agropecuario, existen 91.994 explotaciones agrícolas que se dedican al rubro de producción de papas, lo que lo convierte en el cultivo con mayor número de sembradores, seguido por el trigo, con 89.711 (TAPIA, 2001).

El Cuadro 6 se señala la estratificación de los productores para el rubro de la papa, de acuerdo al último Censo Agropecuario (INE, 1997). Ellos se clasifican en: pequeños productores; de tipo empresarial y de subsistencia, productores de tamaño mediano y el estrato grande, según la clasificación establecida por ODEPA.

**CUADRO 6 Estratificación de Productores en el Rubro Papa.**

| Datos                    | Tipo de productor |             |         |         |                   | Total<br>General |
|--------------------------|-------------------|-------------|---------|---------|-------------------|------------------|
|                          | Pequeño           |             | Mediano | Grande  | Sin<br>clasificar |                  |
|                          | Subsistencia      | Empresarial |         |         |                   |                  |
| Nº de explotaciones      | 26.080            | 59.483      | 3.872   | 1.546   | 1.013             | 91.994           |
| Superficie de riego (ha) | 1.072             | 11.155      | 5.437   | 10.809  | 167               | 28.640           |
| Superficie seco (ha)     | 7.502             | 34.451      | 5.408   | 4.809   | 168               | 52.337           |
| Superficie total (ha)    | 8.574             | 45.606      | 10.845  | 15.618  | 335               | 80.977           |
| Producción (t)           | 103.209           | 663.728     | 198.137 | 339.082 | 3.387             | 1.307.542        |
| Rendimiento (t/ha)       | 12                | 14.6        | 18.3    | 21.7    | 10.1              | 16.2             |

FUENTE: ODEPA, citado por TAPIA (2001).

Con los antecedentes del Cuadro 6 se aprecia la gran importancia social que tiene este rubro, especialmente por el predominio de los pequeños productores, representando el 93% de los agricultores y además, por abarcar una superficie de 67% del total de la superficie cultivada.

Existen diferencias notables entre los diferentes tipos de productores en este rubro; es así que los productores más grandes obtienen mejores resultados en sus cosechas, principalmente debido a su acceso a mejores tecnologías de producción (TAPIA, 2001).

De este modo, se puede indicar a través de este cuadro los rendimientos promedio alcanzados por los distintos tipos de productores que difieren en forma significativa a nivel nacional, en los que se encuentran productores que tienen sistemas de producción de subsistencia alcanzan 12 t/ha, en cambio, los grandes productores registran 21,7 t/ha. En cuanto a su superficie cultivada, también existen diferencias notables, es así que estas explotaciones cultivan en promedio 0,3 y 10 ha de papa, respectivamente.

**2.3.1 Estratificación de los agricultores para las principales regiones productoras.** En el Cuadro 7 se puede observar que los pequeños productores tanto de subsistencia como empresarial reúnen la mayor cantidad de explotaciones en las regiones IX y X. Al sumar ambas regiones se agrupan 18.860 explotaciones de subsistencia y 36.013 explotaciones de pequeños empresarios. También se destaca la mayor concentración de superficie del cultivo en la IV región, siendo representados por los grandes productores con 5.429 ha, lo que equivale al 35% del total nacional distribuidas en 111 explotaciones, con un promedio de 50 hectáreas aproximadamente por explotación.

Esto indica que la papa es cultivada mayoritariamente por pequeños productores, presentando desventaja frente a los de mayor tamaño, ya que estos logran generar importantes economías de escalas al poseer una alta tecnología productiva y a la vez tener más posibilidades de adquirir paquetes tecnológicos por empresas transnacionales que se instalen en el país (FUNDACION CHILE,2001)

**CUADRO 7 Tipos de agricultores en la IV, IX y X Regiones.**

|                       | Nacional | IV Región | %    | IX Región | %    | X Región | %    |
|-----------------------|----------|-----------|------|-----------|------|----------|------|
| <b>P.Subsistencia</b> |          |           |      |           |      |          |      |
| Nº Explotaciones      | 26.080   | 220       | 1,0  | 3.731     | 14,3 | 15.129   | 58,0 |
| Superficie (ha)       | 8.574    | 50        | 0,6  | 1.406     | 16,4 | 4.630    | 54,0 |
| <b>P.Empresarial</b>  |          |           |      |           |      |          |      |
| Nº Explotaciones      | 59.483   | 511       | 1,0  | 16.613    | 27,9 | 19.400   | 32,6 |
| Superficie (ha)       | 45.606   | 625       | 1,4  | 13.453    | 29,5 | 14.217   | 31,2 |
| <b>Mediano</b>        |          |           |      |           |      |          |      |
| Nº Explotaciones      | 3.872    | 166       | 4,0  | 409       | 10,6 | 784      | 20,2 |
| Superficie (ha)       | 10.645   | 940       | 9,0  | 2.293     | 21,5 | 2.478    | 23,3 |
| <b>Grande</b>         |          |           |      |           |      |          |      |
| Nº Explotaciones      | 1.546    | 111       | 7,0  | 234       | 15,1 | 436      | 28,2 |
| Superficie (ha)       | 15.618   | 5.429     | 35,0 | 3.218     | 20,6 | 2.498    | 15,9 |

FUENTE: FUNDACIÓN CHILE (2001).

## 2.4 Principales zonas productoras de papas en Chile.

LOPEZ (1994) propone cuatro zonas de producción, ubicadas entre los 30° y 44° L.S., es decir entre la IV y X Regiones, las cuales se describen a continuación:

- Zona Centro Norte: Comprende la IV y V Regiones del país, entre los paralelos 30° y 33° L.S. Por las condiciones climáticas permiten la producción de papa durante todo el año, donde se realiza exclusivamente bajo riego. Esta zona se ha orientado en la producción de papa temprana o “primores”. Aporta a nivel nacional el 18,5% de la superficie con un 17% de la producción, en cuanto al rendimiento es 14,2 t/ha, siendo más bajos que el promedio nacional, debido básicamente porque la principal campaña de cultivo se realiza en invierno (abril-agosto).
- Zona Central: Abarca las regiones VI, R.M. y VII, entre los paralelos 33° y 36° L.S. En esta zona también se utiliza el riego, en suelos por lo general de buena calidad y con la ventaja de estar cerca de los centros de consumo. Existe un mayor número de pequeños agricultores que en la zona norte, con más bajo nivel empresarial. A pesar de esto, la zona central representa el 25% de la superficie y la producción del cultivo a nivel nacional. En cuanto al rendimiento son similares al promedio nacional, siendo afectado al igual que en la zona norte la edad fisiológica de los tubérculos-semilla. En las plantaciones de otoño, la papa-semilla que viene de la zona sur está fisiológicamente joven, produciendo pocos tallos principales y con las bajas temperaturas afectan el rendimiento del cultivo, en cuanto a las plantaciones de verano no se tiene tubérculos-semillas de la zona sur, por lo que se usa de la zona cosechados recientemente y por lo tanto en latencia.
- Zona Centro-Sur: Incluye las regiones VIII y IX, comprendidas entre los paralelos 36° y 39°30` L.S. En esta zona el cultivo es de secano, sobre todo en la IX Región y sólo el 20% de la superficie se encuentra bajo riego, realizándose en el sector norte de la VIII Región. Aunque la principal producción esta destinada a la papa de guarda (plantaciones de primavera-verano), se ha

observado en este último tiempo la producción de papa primor en sectores costeros y protegidos de heladas. Contribuye con 29% de la superficie nacional y sólo aporta el 21,9% del total de la producción, lo que se explica por los bajos rendimientos promedios.

- Zona Sur: Comprende la X Región extendiéndose desde los 39°30` hasta los 44° L.S. El cultivo es de secano a pesar del déficit hídrico de los meses de diciembre y enero. Esta zona se ha convertido en la principal fuente de abastecimiento de tubérculos-semilla de buena calidad y es la única que está legalmente autorizada para producir semillas de categoría certificada. Los rendimientos obtenidos en esta zona son altos y son mayores al promedio nacional (39%), ocupando un 25% del total de la superficie y con un 34% de la producción nacional.

Además, AGROANALISIS SUR (1995) señala que la zona sur ofrece un ambiente muy favorable a la producción de papa, que es traducido en clima, suelo, sanidad, conocimiento tecnológico, agricultores y empresas.

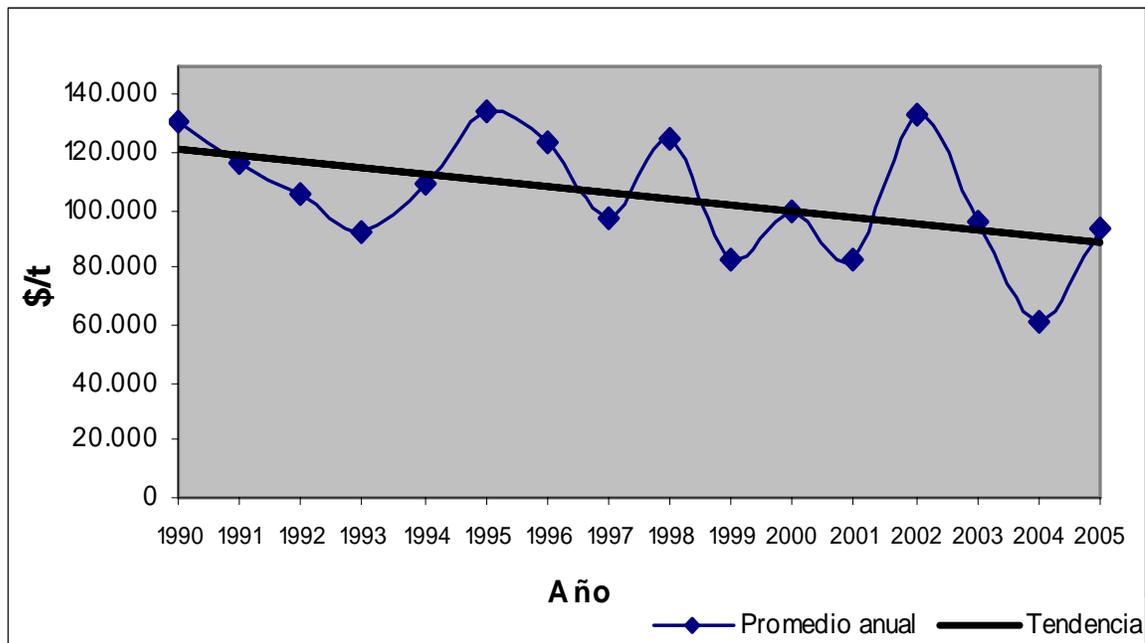
Se pueden distinguir dos tipos de papas según la época de cosecha, la papa que se cosecha desde Talca hasta la X región y aparece en el mercado desde marzo a septiembre y la papa temprana proveniente de las regiones IV, V y algunos de la Región Metropolitana que se encuentra en los meses de agosto a diciembre (FUNDACION CHILE, 2001).

## **2.5 Precios de la papa.**

Existe una estacionalidad en cuanto a los precios que presenta la papa durante todo el año, observándose en primavera (Septiembre a Noviembre) los mayores precios y los más bajos en verano (Diciembre-Marzo). Los precios en primavera suelen duplicar a lo observado en Marzo y Abril, ya que es la época de cosecha en la zona sur de la papa de guarda generándose una gran abundancia. Hay que destacar también, que entre una temporada a otra los

precios de la papa presentan fluctuaciones, debido principalmente, por las variaciones de la oferta, asociadas a cambios en la superficie y en el país (AGROANALISIS SUR, 1996).

La Figura 7 muestra la evolución de los precios promedios anuales de la papa en los mercados mayoristas de Santiago entre los años 1990/2005.



**FIGURA 7 Evolución de los precios promedios anuales de la papa en los mercados mayoristas de Santiago.**

FUENTE: ODEPA (2005).

AGROANALISIS SUR (1993), señala que el ciclo de precios de la papa dura entre 4 o 5 años, de los cuales 2 años son con precios altos. Los productores de la zona centro sur, que son tradicionalmente regiones paperas, no muestran grandes variaciones de precio, como lo que ocurre en la zona Central y Norte en que, cuando los precios de la papa consumo van en alza se aumenta mucho la siembra y eso hace que los otros años vengan deprimidos.

## **2.6 El Tizón tardío de la Papa.**

El Tizón tardío ocurre en casi todos los lugares donde se cultiva la papa. Por la forma repentina y espectacular en que se presenta esta enfermedad y por las pérdidas que ocasiona, está considerada como un problema serio a nivel mundial (FERNANDEZ, 1994). A su vez, AGRIOS (1996) señala que esta enfermedad es más virulenta en la mitad oriental de Norteamérica y en el noroeste de Europa, donde la papa es cultivada en grandes extensiones de superficie debido al clima húmedo y moderadamente frío que favorece tanto a la producción de estos tubérculos como la enfermedad que aparece en ellos.

HUAMAN (1984) señala que con niveles más bajos de infección la cosecha podría no ser apta para almacenamiento e incluso si esta enfermedad no es controlada, las pérdidas pueden llegar a 100%. Además, FERNANDEZ (1994) indica que estas pérdidas varían de un área a otra y de un año a otro, de las condiciones de temperatura y humedad existentes durante el período de crecimiento de las plantas y de las medidas de control aplicadas.

**2.6.1 Historia.** Esta enfermedad en varias oportunidades ha alcanzado proporciones desastrosas; es así como entre los años 1840 y 1850 fue la causante de la hambruna en Irlanda, provocando la muerte de más de un millón de personas y la emigración de otro millón y medio de personas hacia América de una población de ocho millones (RIOS,1999). Además, HUAMAN (1984) señala que esta enfermedad también hizo su aparición en Europa y en América del Norte, siendo tan severa como lo ocurrido en Irlanda pero se evitó en esas áreas la hambruna gracias a la existencia de una mayor variedad en los alimentos.

En 1950 un suceso histórico conmovió a la opinión pública nacional y preocupación en los agricultores por las nefastas consecuencias a la producción papera debido a la violenta irrupción a nuestro territorio del tizón

tardío de la papa (CIAMPI, 2001). Según CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA, SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG) (2000), esta enfermedad entró a Chile por el valle Mollarauco, pero se cree que estuvo presente antes en Chiloé.

**2.6.2 Patógeno.** La enfermedad es causada por el hongo *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary y afecta tanto al follaje (tallos y hojas) como a los tubérculos (RIOS, 1999). Según AGRIOS (1996), esta enfermedad es también destructiva en tomates y en varias otras especies de la familia de las solanáceas.

El micelio de este hongo se caracteriza por la ausencia de tabiques transversales (septas), desarrollándose intercelularmente y sólo sus extensiones (haustorios) entran a las células (HUAMAN, 1984).

La reproducción de este hongo ocurre de dos maneras, tanto asexual (vegetativa) como sexualmente (generativa). En la reproducción asexual, emergen los esporangióforos a través de los estomas en la superficie de las hojas después de tres a diez días de la infección; esto va a depender de las condiciones ambientales (HUAMAN, 1984). Los esporangios o conidias se forman en el extremo de los esporangióforos y estas pueden germinar directa o indirectamente (ICOCHEA, 1980).

La fase sexual de *P. infestans* ocurre al ponerse en contacto las estructuras sexuales de los grupos A1 y A2. El anteridio (células masculinas) fecunda el oogonio (células femeninas) para formar la oospora y estas germinan por medio de un tubo germinal para formar un esporangio y así iniciar un nuevo ciclo de vida (FERNANDEZ, 1994). ACUÑA y TORRES (2000), señalan que en las últimas dos décadas esta enfermedad ha retomado mucho más interés en la producción de este cultivo, debido a la rápida dispersión del

grupo de apareamiento A2, ya que había sido sólo reportado en México hasta fines de la década del 80, previamente el grupo A1 predominaba mundialmente. La presencia del grupo A2 permite la reproducción sexual del hongo favoreciendo la sobrevivencia invernal de éste y una rápida distribución del carácter agresivo y resistente en las nuevas razas, siendo reportado en Estados Unidos, Canadá, Europa, Asia y algunos países de Latinoamérica, como Argentina y Perú.

2.6.2.1 Condiciones ambientales. Los factores ambientales como temperatura y humedad influyen directamente en el desarrollo de esta enfermedad. La temperatura de 21°C sería la óptima para la formación del hongo, pero es capaz de mantenerse vivo a temperaturas de entre 0 y 28°C como límite en tejido hospedero. Para la germinación indirecta a través de zoosporas la temperatura más favorable es a los 12°C y para la germinación directa a través del tubo germinativo es de 22°C. En cuanto a la humedad relativa, esta debe ser superior a 95% para la formación de esporangios y se requieren menos de ocho horas de alta humedad para la producción de zoosporas bajo condiciones de temperatura favorable (FERNANDEZ, 1994).

**2.6.3 Síntomas.** La presencia de esta enfermedad, por lo general, es en sectores del potrero más frescos y sombríos. Las plantas severamente afectadas producen un olor característico como resultado de la destrucción del tejido vegetal y es muy similar al que despiden el campo después de haber aplicado productos desecantes (RÍOS, 1999).

SAG (2000), señala que los primeros síntomas aparecen en las hojas basales, generalmente se desarrollan en los bordes, como manchas de color verde oscuro, de aspecto aceitoso. Bajo condiciones de alta humedad, estas lesiones se agrandan rápidamente, adquiriendo una coloración negruzca,

rodeadas de un halo verde claro o amarillo, que separa el tejido sano del enfermo, como se puede apreciar en la Figura 8.



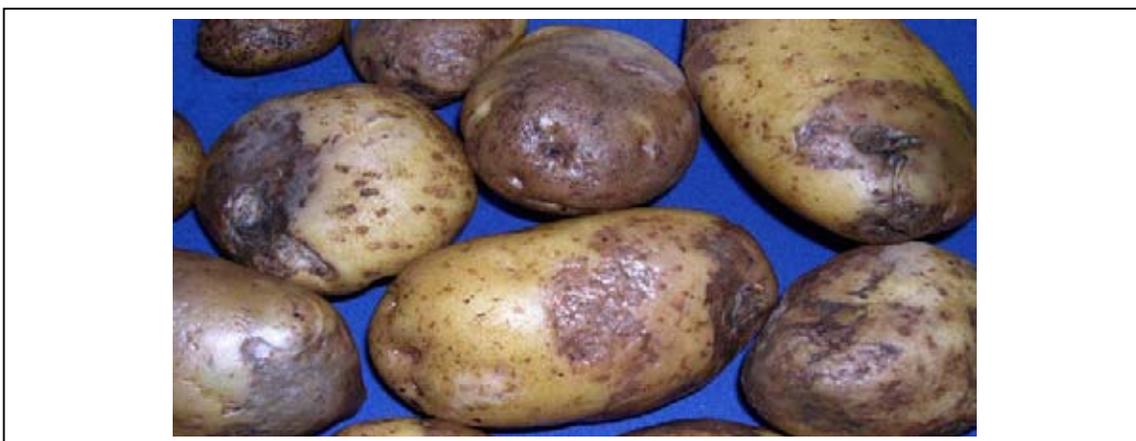
**FIGURA 8 Tizón tardío en hojas formando zonas café atizonadas irregulares.**

FUENTE: INIA (2003).

En condiciones de alta humedad o temprano en las mañanas, es posible distinguir el micelio del hongo de color blanco y de crecimiento aterciopelado, ubicándose en el envés de las hojas más bajas. Si las condiciones ambientales continúan, el follaje se afecta por completo causando la muerte de este, en caso contrario, si las condiciones son secas para la infección, la enfermedad se detiene permaneciendo latente hasta que las condiciones climáticas sean adecuadas para su propagación (ACUÑA, 2004a).

SAG (2000), señala que a un nivel mayor de ataque y bajo las condiciones favorables el hongo puede diseminarse a los tallos, ya sea por infección directa o por la extensión de la lesión del foliolo en forma longitudinal. Estas lesiones que se presentan en los tallos adquieren una coloración café púrpura y se debilitan rápidamente. Los tubérculos infectados desarrollan superficialmente lesiones secas bronceadas de coloración café y de forma irregular, estas lesiones pueden penetrar los primeros milímetros (15 mm) de la

pulpa del tubérculo, causando una pudrición seca y granulosa (Figura 9 y 10). Al interior del tubérculo la lesión es de color café cobrizo, de textura granular y firme. La invasión de estas lesiones por organismos secundarios, especialmente por bacterias pueden causar el desarrollo de pudrición blanda en almacenaje.



**FIGURA 9** Síntomas de Tizón tardío en tubérculos mostrando lesiones externas.

FUENTE: INIA (2003).



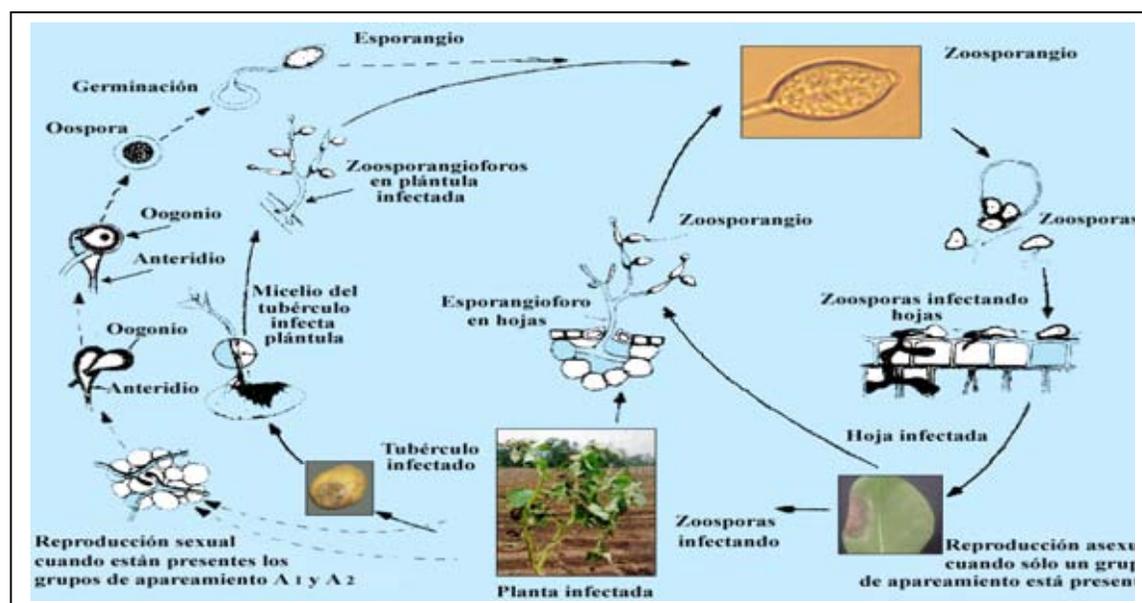
**FIGURA 10** Síntomas de Tizón tardío en tubérculos mostrando lesiones internas.

FUENTE: INIA (2003).

**2.6.4 Ciclo de vida del hongo.** En Chile se propaga por reproducción asexual, siendo los tubérculos semilla infectados la principal fuente de inóculo de la enfermedad, pero también están las plantas de papa espontáneas y/o tubérculos descartados presentes en el campo, cultivos de papa vecino y plantas hospederas silvestres (HIDALGO, 2001).

Inverna principalmente en forma de micelio en los tubérculos infectados. Al sembrar éstos, el micelio se desarrolla en los brotes nuevos, pero muchos de estos brotes mueren por acción del hongo, pero aquellos que sobreviven muestran lesiones, desarrollándose posteriormente esporangios que actúan como foco de infección, los cuales deben eliminarse en la selección para el almacenamiento (FERNÁNDEZ, 1979).

ACUÑA y TORRES (2000), señalan que “La infección de los tubérculos comienza cuando las zoosporas son lavadas por la lluvia desde las hojas y caen al suelo, donde infectan los tubérculos por las lenticelas o heridas” (Figura 11).



**FIGURA 11** Ciclo del Tizón tardío.

FUENTE: HOOKER, citado por ACUÑA y TORRES (2000).

## **2.7 Resistencia de *Phytophthora infestans* a Metalaxil en el cultivo de papas en Chile.**

El metalaxil es un fungicida sistémico de acción curativa que tiene gran efectividad sobre los oomicetes de este hongo, por lo cual, ha sido permanentemente utilizado para el control de *P. infestans* en la zona Centro Norte de Chile desde su introducción en 1997, debido a una severa epifitía de esta enfermedad ocurrida durante el invierno de ese año, provocando severos daños económicos, a pesar de los programas de aplicaciones químicas empleados para su control. Este fungicida en un comienzo fue aplicado solo, donde actúa sobre sitios muy específicos del patógeno y por su uso irracional facilitó un rápido desarrollo de resistencia en poblaciones de *P. infestans*. Este fenómeno fue detectado a principios de los años 80 en diferentes países de Europa, y posteriormente a comienzos de los años 90 en USA, Canadá, Ecuador y México. En función de esto, en Chile se condujo un estudio en el Centro Regional de Investigación Intihuasi durante las temporadas 1999 y 2000 para determinar el grado de sensibilidad *in vitro* a metalaxil de poblaciones de *P. infestans* que afectaban a cultivos de papa establecidos en la IV y V región de Chile donde los resultados demostraron que la totalidad de los aislamientos de *P. infestans* fueron resistentes a metalaxil (RIVEROS *et al.*, 2003).

En el sur de Chile, en la IX y X región el control químico que realizan los agricultores para esta enfermedad es principalmente con el uso de metalaxil, por este motivo en el INIA-Remehue evaluaron la resistencia *in vitro* al fungicida metalaxil con aislamientos de *P. infestans* colectados en la IX y X región durante la temporada 2004, cuyos resultados demostraron que las poblaciones de *P. infestans* no presentan resistencia *in vitro* al fungicida evaluado (INIA, 2005).

## 2.8 Control Integrado para Tizón tardío de la papa.

El control de Tizón tardío debe ser Integrado, es decir, se deben considerar todas las alternativas posibles para su control, siendo fundamental conocer bien la enfermedad, su sintomatología, la relación patógeno-cultivar-medio ambiente, las condiciones favorables, resistencia o susceptibilidad del cultivar y el objetivo de la producción (ACUÑA, 2003). Además, FERNANDEZ (1994) señala, que el objetivo del control integrado no es la erradicación de la enfermedad sino la producción más económica de la papa. Es decir, está enfocado hacia una reducción en el uso de fungicidas, mejorar la calidad del producto y a la vez garantizar una producción sostenible (SCHEPERS, 2005).

El CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP) (2005), considera los siguientes componentes para realizar el Manejo Integrado:

- Control legal. Para evitar la diseminación de las enfermedades como es el caso de *P. infestans*, los países han elaborado leyes que restringen o prohíben totalmente el movimiento libre de tubérculos de un país a otro, como son las aduanas, que son instituciones que vigilan este tipo de movimiento y están presentes en los puntos de entrada de cada país, ya sea, terrestre, marítimo y aéreo.
- Prácticas culturales. Son importantes para reducir los daños que ocasiona el Tizón tardío, tales como, utilizar variedades de papa más resistentes, usar semillas tubérculos sanos, eliminar tubérculos infectados, realizar aporques con la finalidad de evitar el contacto de los tubérculos con los esporangios que han sido transportados de las hojas hacia el suelo por las gotas de lluvias, destruir el follaje química o mecánicamente antes de la cosecha y evitar la cosecha en días lluviosos para que los esporangios no infecte a los tubérculos en almacenamiento.
- Control genético. Después de la epifitía causada por *P. infestans* en 1845 en Irlanda, científicos involucrados en el cultivo de papa, han trabajado en la

búsqueda de variedades resistentes hasta los días de hoy, ya que han aparecido aislamientos más agresivos del patógeno como es el A2.

- Protección con fungicidas. Para el control de esta enfermedad se puede emplear fungicidas de contacto como prevención de la enfermedad, ya que actúan en la superficie de las hojas sin ingresar al tejido foliar y los sistémicos como protección o mejor control que los de contacto, porque se movilizan internamente protegiendo a todo el follaje.

- Estrategia de control. Se basa en prevenir o en demorar el mayor tiempo posible el ingreso de la enfermedad en el campo, considerando las condiciones ambientales del lugar, la fecha de siembra, la variedad de papa, presión del inóculo existente y el uso de productos químicos.

Además, Bambawale *et al.* (1989), citado por GARRETT y DENDY (2005), señalan que otra práctica cultural para el manejo del Tizón tardío de la papa sería restringir los riegos en caso que se observara síntomas de esta enfermedad.

**2.8.1 Pronóstico para Tizón tardío.** Son herramientas que sirven para conocer cuándo, cómo y dónde aparecen los primeros síntomas de una patología y alertar a los productores para prevenir las consecuencias que podría traer como resultado de la infección (GOMEZ, 2002). ACUÑA (2004b), señala que los pronosticadores son modelos computacionales que usan datos climáticos para predecir las condiciones favorables para el desarrollo del tizón tardío como complemento del manejo integrado de esta enfermedad.

AGRIOS (1996) señala que en los últimos años se han desarrollado varios programas computacionales y no computacionales para predecir el primer período de infección y los subsecuentes del tizón tardío, y así, programar en forma oportuna las aplicaciones de fungicidas más adecuados para prevenir o reducir las infecciones mediante el análisis de todos los datos en una

computadora, asumiendo que el inóculo del hongo esta presente. Además, GUTIERREZ y ACUÑA (2005) indican que el sistema de pronosticadores está basado en información proveniente de estaciones meteorológicas automáticas (EMA`s).

2.8.1.1 Estaciones meteorológicas automáticas (EMA`s). MALDONADO *et al* (2003), señala que las estaciones meteorológicas automáticas han venido a reemplazar a las estaciones manuales en las que el observador debía leer tres veces al día, ya que estas disponen de datos en tiempo real, es decir, se puede leer la estación en el momento que se requiera, siendo instaladas en el lugar donde se desea monitorear la condición climática.

Además, hay que tener algunas consideraciones para la instalación de estas estaciones meteorológicas, tales como, ubicarlas en partes más elevadas, ya que en superficies inferiores se tiene un microclima y temperaturas más bajas. Otra recomendación es evitar que esté cerca de un monte por tener diferentes direcciones de vientos, es decir, lo ideal es que este en un área abierta con una distancia de 20-25 veces de ese obstáculo para que los datos sean representativos<sup>2</sup>. La accesibilidad es otro punto a considerar para la mantención y monitoreo de las EMA`s, como también, la construcción de una cerca alrededor de ella, con una altura de 1,5 mt y una distancia de 3 mt desde la estación a la cerca para evitar tanto, el acceso de gente extraña como de animales<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup>SECOR, G. (2005). Departamento de patología de plantas, Universidad de North Dakota. U.S.A. Comunicación personal.

<sup>3</sup>VALDEBENITO, A. (2005). Ing. en ejecución agrícola. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA-Remehue. Osorno. Comunicación personal.

2.8.1.1.1 Procesos tecnológicos de la estación meteorológica. Conocer tanto los componentes de la estación como su funcionamiento, es de gran importancia para saber como se transfieren los datos al servidor y a los usuarios que quieren participar de este servicio, como una herramienta para prevenir las consecuencias que podrían traer ciertas enfermedades a su productividad. A través de la normativa ISO 9000 se puede analizar este proceso. Esta es una familia de normas voluntarias que establecen modelos de aseguramiento de la calidad, siendo genéricas y aplicables a todas las industrias. Una de las ventajas de la implementación de la serie ISO 9000 es su nivel de ordenamiento en las actividades de la empresa, facilitando la comunicación interna y reduciendo, por lo tanto, las fricciones internas y descoordinaciones, como también, la reducción en los costos asociados a las faltas de calidad como trabajos rehechos, reparaciones o compensaciones por garantía, disminución de reclamos de los clientes, mejorando así el servicio hacia éstos, y la mayor confianza de la propia empresa en la calidad del producto o servicio, a través del control sistemático de las variables que condicionan la calidad (PROCHILE, 2005).

2.8.1.1.1.1 Sistemas de Adquisición de Datos (Datalogger). Es un pequeño computador que está encargado de monitorear en forma sistemática y programada los sensores de que dispone la estación meteorológica. Existiendo con configuración cerrada y abierta, la primera son equipos con sensores definidos en fábrica, es decir, no se puede incrementar el número de ellos, y además, no se puede incorporar sensores con configuración electrónica distinta, en cambio con configuración abierta tiene ventajas como, agregar nuevos sensores según las necesidades del propietario y la capacidad del equipo, siendo de tipo diferencial, pulso o voltaje, requiriendo para esto, personal que programe y configure las estaciones y los sensores<sup>4</sup>.

2.8.1.1.1.2 Sensores Meteorológicos. Existen en el mercado gran diversidad de tipos de sensores, pero se pueden clasificar de acuerdo a su fuente de alimentación, existiendo dos tipos de sensores, los pasivos, que son autogenerables, es decir, que no necesitan energía para su funcionamiento ya que trabajan con pulso como los de radiación solar, precipitación, velocidad de viento. El otro tipo de sensor son los activos, que funcionan a lo contrario a los pasivos, siendo los más comunes los de humedad relativa, temperatura y dirección de viento<sup>5</sup>.

2.8.1.1.1.3 Software Especializado. Para la colecta automatizada de información meteorológica en tiempo real, se desarrolla y evalúa un software computacional para el procesamiento de los datos meteorológicos obtenidos desde las estaciones, y acorde al modelo que se plantea utilizar, esta recolección de datos será permanente a través del tiempo, con una frecuencia diaria de bajada (MALDONADO *et al.*, 2003).

El autor citado anteriormente, señala que en la actualidad es posible identificar condiciones climáticas propicias para el desarrollo o ataque de plagas y enfermedades que afectan seriamente la calidad o productividad del cultivo, para ello se han creado modelos biológicos de alerta temprana que han sido encabezadas tanto en su evolución y utilización por los países desarrollados. Este tipo de tecnologías evita las aplicaciones por calendario que, además del costo, arriesgan dañar a los controladores naturales como también la resistencia del patógeno a productos químicos.

---

<sup>4</sup>MALDONADO, I. (2005). Ing. Agr. MSc. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA-Quilamapu. Chillán. Comunicación personal.

<sup>5</sup>FLORES, A. (2005). Ing. Civil Agrícola. Universidad de Concepción de Chile. Comunicación personal.

Según Mizubuti *et al.* (2002), citado por JARAMILLO (2003), los modelos de predicción y simulación deben ser validados previamente antes de ser utilizados para cierta zona en particular.

El autor citado anteriormente, señala que en el caso de los pronósticos de Tizón tardío causado por *P. infestans*, es necesario tomar ciertas precauciones, debido a que esta especie es multicíclica, es decir, se reproduce varias veces en el ciclo del cultivo, afectando directamente las medidas de control y erradicación del 100% del inóculo, cuyo nivel puede incrementarse en poco tiempo, las cuales esporulan y se diseminan rápidamente por todo el campo con cultivos.

JUAREZ *et al.* (2005), entrega una descripción del software Castor v2.0 desarrollado en el CIP, pero en general se puede decir, que este es un programa para el manejo de datos meteorológicos y de predicción del tizón tardío de papa que, compila varios modelos para poder usarlos y hacer comparaciones entre ellos. Estos modelos de predicción son: Hyre, 1954; Smith, 1956; Wallin, 1962; Ullrich y Schrodter, 1966; BLITECAST (Krause *et al.*, 1975); SIMCAST (Fry *et al.*, 1983; Grünwald *et al.*, 2000); Forsund, 1983; Winstel, 1993; NEGFY (Hansen *et al.*, 1995), en cuanto a la validación de estos modelos en una localidad, se deberán instalar ensayos de campo y registrar los datos climáticos por varias temporadas para así, probar cual de ellos se adecua a esas condiciones ambientales específicas. Los registros son almacenados en un formato estándar que genera reportes de clima horario, diario, cada 10 días y mensuales, y además, este sistema usa datos de clima (horarios o diarios) para predecir el riesgo de la enfermedad, inicio y frecuencia de aplicación de fungicidas.

BROOME (2005), entrega una descripción de los modelos anteriormente nombrados:

**a) BLITECAST:** es una versión computarizada que está integrada por los modelos de Hyre y Wallin. La primera parte del programa predice la ocurrencia inicial del Tizón tardío según el criterio de Hyre con los días favorables de lluvia o la acumulación de 18 valores de severidad de Wallin.

El modelo de Hyre, R. A., se basa en la lluvia diaria y las temperaturas ( $T^{\circ}$ ) máxima y mínima. Predice la irrupción de Tizón tardío 7 a 14 días después de la ocurrencia de 10 días consecutivos favorables para esta enfermedad. Los días son considerados favorables para el tizón cuando la  $T^{\circ}$  promedio de los 5 días esta bajo  $25,5^{\circ}\text{C}$  y la lluvia total para los últimos 10 días es de 3 cm o más. Los días con  $T^{\circ}$  mínima bajo  $7,2^{\circ}\text{C}$  son considerados desfavorables. En cuanto al modelo Wallin, J. R., este predice la primera ocurrencia del tizón tardío de la papa y las aplicaciones posteriores basadas en la acumulación estacional de los valores de severidad. Esos valores de severidad están basados en varias combinaciones de hrs. con humedad relativa (HR) de 90% o mayor y de la  $T^{\circ}$  promedio durante esos períodos. La acumulación de los valores de severidad se inicia a la emergencia de la planta.

La segunda parte del programa recomienda las aplicaciones de fungicidas basándose en los valores de días favorables de lluvia y los valores de severidad acumulados durante los 7 días previos. La acumulación de días favorables de lluvia y de los valores de severidad comienza cuando se empieza a diferenciar las hileras verdes de papas. Las aplicaciones posteriores son recomendadas de acuerdo a una matriz ajustable que correlaciona los valores de días favorables de lluvia con los valores de severidad (Cuadro 8).

**CUADRO 8 Matriz ajustable que relaciona valores relativos de severidad y días favorables de lluvia para generar la recomendación de aplicación por el Blitecast.**

| Total de número de días favorables de lluvias durante los últimos 7 días. | Valores de severidad durante los últimos siete días. |    |   |   |   |     |
|---|--|----|---|---|---|-----|
|   | < 3  | 3  | 4 | 5 | 6 | > 6 |
|   | Mensaje del número                                   |    |   |   |   |     |
| < 5   | -1   | -1 | 0 | 1 | 1 | 2   |
| >4  | -1   | 0  | 1 | 2 | 2 | 2   |

FUENTE: JUÁREZ *et al* (2005).

El Significado del mensaje del número es:

-1= No es recomendado aplicar.

0= Peligro del Tizón tardío (revisar las condiciones climáticas los siguientes 2 o 3 días. Si continúan las condiciones favorables del tizón, realizar aplicaciones cada 7 días por calendario).

1= Se recomienda aplicar cada 7 días por calendario.

2= Se recomienda aplicar cada 5 días por calendario.

Hay que tener presente que los días favorables se basan en acumulación de precipitación y los valores de severidad que, relacionan la duración de humedad relativa (HR) mayor a 90% y la temperatura media durante estos periodos de alta humedad (JUÁREZ *et al.*, 2005).

Este modelo fue validado en el oriente de Estados Unidos en 1972 y en otras partes del mundo subsecuentemente y fue modificado e incorporado dentro del programa computacional de manejo del cultivo Wisdom en 1983 y en 1987 fue usado en más de 11 mil hectáreas de papas en EE.UU.

**b) NEGFY:** Es un modelo computacional desarrollado en Dinamarca. Este modelo usa “pronósticos negativos” de Ullrich y Schrodter (1996) que pronostica el riesgo de ataque del Tizón tardío en la papa y el modelo de Fry *et al* (1983)

para establecer las aplicaciones posteriores durante la temporada. Los parámetros del modelo están basados sobre datos biológicos y meteorológicos obtenidos desde Foulom, Dinamarca, usando como medida temperatura, humedad relativa y precipitación para predecir la presencia del Tizón tardío. Se recomienda la primera aplicación del fungicida una vez que el valor de riesgo acumulado es sobre 160 y el valor del riesgo diario de acuerdo a lo calculado del modelo de “pronósticos negativos” es sobre 8. Los tratamientos subsiguientes deberán hacerse cuando se han acumulado lluvia mayor a 20 mm o el valor de riesgo previo al de la noche es 8 y el valor de umbral de tizón es 40 (para una variedad susceptible), 45 (para una variedad moderadamente susceptible) o 50 (para una variedad moderadamente resistente) como exceso. Hay que tener en cuenta que la unidad de la enfermedad y el valor de la precipitación es cero después de cada tratamiento con fungicida.

**c) Ullrich J. y Schrodter H.:** este es un modelo de “pronósticos negativos” que utiliza mediciones de temperatura, HR y lluvia para predecir cuando no es probable una epidemia de tizón tardío. Este modelo calcula número de horas que satisfacen las condiciones ambientales predefinidas, valores de riesgos y valores de riesgos acumulados, a partir de la emergencia del cultivo. Los valores de riesgo son calculados de acuerdo a una tabla que contiene el factor multiplicador, número de horas promedio de temperatura que están entre rangos u otras condiciones que deben ser satisfechas y además, requerimientos de humedad relativa (HR) o precipitación que también deben ser satisfechas.

En cuanto a la acción de umbral de la enfermedad, se espera cuando el valor de riesgo acumulado ha excedido el umbral de 150, pero los usuarios deben adaptarlo a las condiciones locales.

**d) Winstel, K.:** este modelo esta compuesto de dos fases. La fase 1 que predice la infección, la cual es precedida después que se han cumplido los siguientes requerimientos: después que la temperatura diaria promedio esta entre 10 y 23°C y entonces 10 o más horas con temperatura superior a 10°C y HR superior a 90% (tales periodos son considerados igual a la humedad de la hoja). En la fase 2, se establece el criterio para el crecimiento del patógeno, cuando la temperatura diaria máxima para dos días consecutivos esta entre 23 y 30°C, en el cual, debe ocurrir al menos a las 24 hrs. Pero no más allá de 10 días después de la fase 1.

Una de las limitaciones de este modelo, fue que se desarrollaron para variedades de papas precoces.

**e) Forsund, E.:** este modelo de predicción fue desarrollado en Noruega y fue utilizado en 1957. El modelo contiene cuatro criterios utilizados para obtener el riesgo del tizón tardío. Las siguientes condiciones son consideradas favorables para la enfermedad:

- T° diaria máxima entre 17-24°C.
- T° mínima  $\geq$  10°C.
- HR en la tarde  $\geq$  75%.
- Lluvia diaria  $\geq$  0,1 mm.

Las limitaciones de este modelo, es que no diferencia entre las condiciones de infección inicial y los eventos de infección posteriores, que proporcionan una alerta de riesgo de infección en cualquier momento de la temporada.

**f) Smith, L. P.:** este modelo fue propuesto por Smith como alternativa para reducir el número de predicciones invalidas del tizón tardío por las reglas de Beaumont en Inglaterra y Wales de acuerdo al criterio de Smith, iniciándose los tratamientos cuando han ocurrido dos días consecutivos con T° mínima de 10°C

(50°F) con al menos 11 hrs. de HR al 90% o más que son favorables al *P. infestans* en papa.

Las limitaciones actuales de este modelo, es el criterio de Smith de desarrollarlo para las condiciones de clima templado de Inglaterra y Wales y puede que no sea directamente utilizable para las condiciones de California.

2.8.1.1.1.4 Sistema de comunicación al servidor. De acuerdo a los diferentes tipos de comunicación que pueden existir desde la estación meteorológica al computador para que pueda ser procesada la información son los siguientes:

- Comunicación vía puerta serial RS 232 hasta 50 mt por cable.
- Comunicación vía puerta serial RS 232/RS 485 desde 200 a 1000 mt por cable.
- Comunicación vía modem dedicados hasta 18 Km, alámbricos con tendidos de cable.
- Comunicación vía telefónica de red fija, el cual, se hace un tendido de la línea telefónica.
- Comunicación vía telefonía GMS/GPRS (celular).
- Otro tipo de comunicación es por vías enlaces radiales<sup>6</sup>.

2.8.1.1.1.5 Sistema de comunicación a los usuarios. Existen varias formas de comunicación para que los usuarios se informen con respecto a las condiciones climáticas de las zonas donde estén las estaciones meteorológicas, y corroborar las condiciones de pronóstico de la enfermedad. En el caso del estado de North Dakota de USA utilizan para informar a los usuarios la comunicación de Hot-Line (información gratuita), teléfono 1800, correo electrónico, Internet, fax y, además dar recomendaciones, que son sugerenciales como no aplicar fungicidas, alerta del hongo en la zona

---

<sup>6</sup>ALEGRÍA, ERWIN. (2005). Empresa AMBIMET. Comunicación personal.

(prospectar) o aplicar fungicidas, este es el caso de Tizón tardío como manejo integrado de esta enfermedad, pero esta red de estaciones también es utilizada para diversas aplicaciones agrícolas en cultivos como la cebada, raps, maíz, remolacha, maravilla y trigo. Esta red agrometeorológica de la Universidad de North Dakota (NDAWN) está compuesta por un conjunto de 67 estaciones meteorológicas dispuestas a través del estado (GUTIERREZ y ACUÑA, 2005).

2.8.1.1.6 Principales variedades de papa comercializadas en Chile. Existen actualmente en el país 32 variedades inscritas en los registros de variedades aptas para certificación que mantiene el SAG hasta Agosto del 2005, siendo mostradas en el Cuadro 9 las de mayor importancia comercial en Chile.

**CUADRO 9 Variedades de papa de mayor importancia comercial en Chile.**

| Variedad           | Madurez    | Color Piel | Color Pulpa       | Reacción TTaF | Latencia | Aptitud |
|--------------------|------------|------------|-------------------|---------------|----------|---------|
| <b>Asterix</b>     | Semitardía | Roja       | Blca. amarillenta | MS            | Media    | F-C-PC  |
| <b>Atlantic</b>    | Semiprecoz | Blanca     | Blanca            | MS            | Media    | Ch-C    |
| <b>Cardinal</b>    | Semitardía | Roja       | Blca. amarillenta | MR            | Corta    | C       |
| <b>Desirée</b>     | Semitardía | Roja       | Blca. amarillenta | MS            | Larga    | F-C     |
| <b>Karu INIA</b>   | Semiprecoz | Roja       | Blca. amarillenta | MR            | Larga    | F-C     |
| <b>Pukara INIA</b> | Semitardía | Roja       | Blca amarillenta  | MR            | Media    | F-C-Ch  |
| <b>Rosara</b>      | Precoz     | Roja       | Amarilla          | MS            | Corta    | C       |
| <b>Shepody</b>     | Semiprecoz | Blanca     | Blanca            | MS            | Media    | PC      |
| <b>Yagana</b>      | Semiprecoz | Amarilla   | Amarilla          | MS            | Larga    | PC-C    |

TTaF: Tizón tardío del follaje

MS : Moderadamente susceptible

MR : Moderadamente resistente

F : Frita

C : Cocida

PC : Prefrito Congelado

Ch : Chips

FUENTE: Elaboración propia en base a SAG, (2005)<sup>7</sup>.

<sup>7</sup>SAG, Osorno. 2005. Comunicación personal.

En el Cuadro 9, se aprecia además el riesgo de tubérculo-semillas portadoras de enfermedades y/o plagas graves tales como el Tizón tardío. Por este motivo se muestra a parte de otras características, la reacción de esta enfermedad en las diferentes variedades presentadas, donde se desprende que las mayorías de las variedades presentan una reacción moderadamente susceptible.

A continuación se describe algunas variedades:

INIA (2004), entrega una caracterización para la variedad de origen holandés Desirée; pero en general se puede decir que las características principales para esta variedad son que, posee maduración semitardía (145 – 150 días) en plantaciones de Octubre en el Sur de Chile; la forma de los tubérculos es oval alargado; piel rosada; pulpa de color amarillo claro; ojos superficiales; rendimiento alto; buena calidad culinaria, resistente a la cocción, de sabor neutro; adecuada como papa de guarda, también utilizada para la elaboración de papa frita, recomendable para todas las zonas productoras de papa de Chile. ACHIPA (1999), también señala que esta variedad ha estado presente en nuestro país por más de treinta años, ya que vino a reemplazar a la famosa Corahila, variedad nativa del sur de Chile que desapareció lamentablemente con los primeros focos de tizón tardío en la década del 50. Con respecto de su reacción a esta enfermedad, se presenta medianamente sensible tanto en la planta como en sus tubérculos.

La variedad Yagana se caracteriza de la siguiente manera: Variedad de piel color amarillo intenso; color de pulpa amarilla; maduración semiprecoz (120 -130 días) en plantaciones de Octubre en el sur de Chile; moderada susceptibilidad al tizón tardío (*P. infestans*) y tizón temprano (*Alternaria solani*); su uso es principalmente para conservación en fresco y procesamiento como la elaboración de puré, papa frita y pre-frita congelada de tipo bastón (INIA, 2004).

En cuanto a la variedad Karu-INIA según KALAZICH *et al.* (2004), es un nuevo cultivar de papa creado en el año 1989 a partir del cruzamiento Yagana-INIA x Fanfare, por el programa de Mejoramiento Genético de la Papa del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), en el Centro Regional de Investigaciones Remehue, Osorno. Posee altos rendimientos y se adapta bien a la mayoría de las zonas y época del cultivo de la papa en Chile. Al igual que la variedad anteriormente descrita, la Pukara-INIA fue creada por el mismo Centro Regional de Investigaciones en el año 1982, el cruzamiento que dio origen a esta nueva variedad fue Yagana-INIA x Cleopatra, esta última es una variedad holandesa precoz de piel roja, también produce altos rendimientos con una producción temprana de tubérculos. Siendo ambas variedades moderadamente resistente a la enfermedad Tizón tardío.

En cuanto a las variedades de papas más comercializadas en Santiago, se puede encontrar, a través, de un informe mensual de papa que publica ODEPA presentando el volumen de algunas variedades que se tranzan en Santiago por los principales mercados de esta ciudad, como la Feria Lo Valledor, Vega Poniente y Venta Directa en el Mapocho, donde en el Cuadro 10 se presenta este tipo de mercado con sus respectivos volúmenes en toneladas de cada variedad como también, el volumen total tranzado por variedad . El volumen mostrado en este Cuadro abarca todo tipo de calidad, clasificándola por la homogeneidad del calibre, donde 1A incluye papa nueva y de cosecha, papa delgada nueva y de cosecha de 2A, papa muy buena nueva catalogada como EXTRA, semillón nueva y cosecha como S/E y revuelta nueva y cosecha como 3A.

**CUADRO 10 Principales mercados de papas en Santiago (t).**

| Variedad                 | Mercado              |                  |                               | Volumen Total (*)<br>(t) |
|--------------------------|----------------------|------------------|-------------------------------|--------------------------|
|                          | Feria Lo<br>Valledor | Vega<br>Poniente | Venta Directa<br>F.M. Mapocho |                          |
| Desirée                  | 91.480               | 7.625            | 568                           | 99.673                   |
| Asterix                  | 54.574               | 5.584            | 0                             | 60.158                   |
| Cardinal                 | 40.778               | 6.001            | 145                           | 46.924                   |
| Rosara                   | 35.914               | 1.240            | 35                            | 37.188                   |
| Yagana                   | 888                  | 0                | 0                             | 888                      |
| <b>Volumen Total (t)</b> | <b>223.633</b>       | <b>20.450</b>    | <b>747</b>                    | <b>244.830</b>           |

(\*) Volumen Total del año 2005.

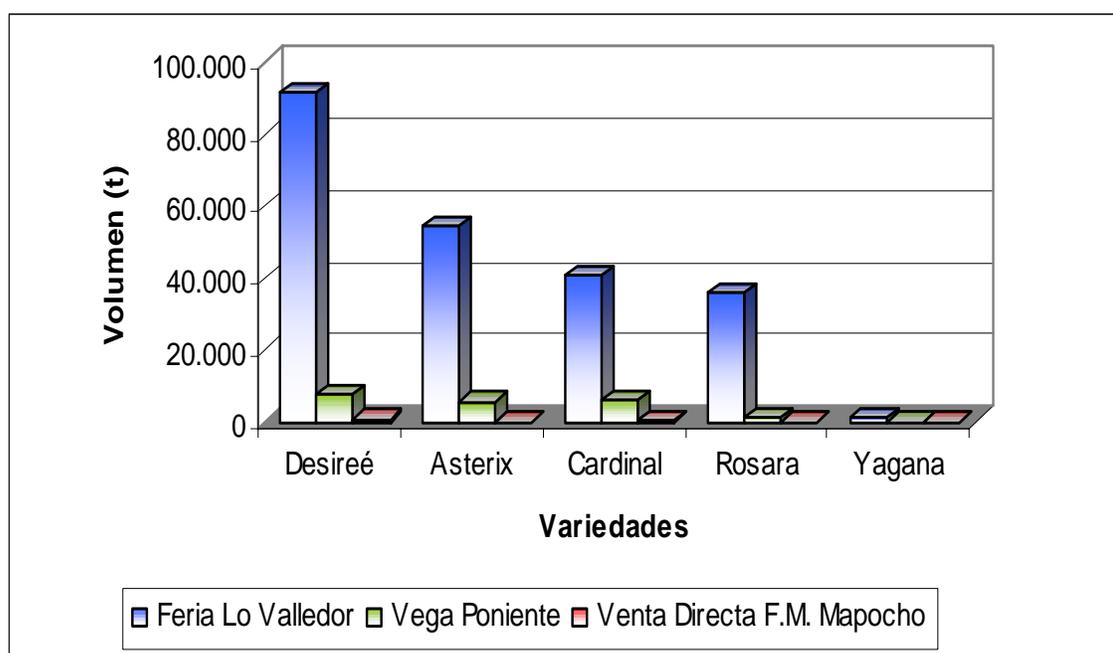
FUENTE: Elaboración propia en base a ODEPA, (2006).

En este Cuadro se puede observar que el mayor volumen tranzado en los principales mercados de Santiago corresponde a la variedad Desirée con 99.673 t de papa, seguido en menor cantidad la variedad Asterix con 60.158 t y el menor volumen de papas comercializadas lo representan la variedad Yagana con 888 t. En cuanto al volumen total tranzado por mercado, según este cuadro lo representa la Feria Lo Valledor con 223.633 t, teniendo los demás mercados un volumen muy bajo que, sumados estarían recién cubriendo un 9,5% de lo que se comercializa en la Feria Lo Valledor.

Con respecto al mayor volumen de papas tranzadas en Chile, que en este caso corresponde a la variedad Desirée, se debe a que en este país se consumen de preferencia variedades de piel color rojo, siendo un problema para la comercialización, ya que en el mercado mayorista se castiga el precio a variedades con otro color que no sea de color rojo o rosado (KALAZICH, 1994).

Para observar mejor que variedades de papas se comercializan en mayor medida en los principales mercados de Santiago, se presentan en la Figura 12, las variedades más importantes tranzadas es esta ciudad, donde se

aprecia que las variedades de piel roja son las que más se comercializan en los tres mercados, de los cuales el mercado más representativo en cuanto a volumen comercializado es la Feria Lo Valledor. Además, la variedad Desireé presenta el mayor volumen de venta, también se puede destacar que la variedad Yagana que es de piel amarilla solamente se comercializa en la Feria Lo Valledor con un volumen muy bajo, comparado con las demás variedades que se tranzan en ese lugar.



**FIGURA 12** Algunas variedades que se comercializa en diferentes Mercados de Santiago.

FUENTE: Elaboración propia en base a ODEPA, (2006).

**2.8.2 Experiencias extranjeras.** Para tener una visión más amplia sobre el tema, a continuación, se dan a conocer dos experiencias.

2.8.2.1 Pronósticos de Tizón tardío en los países bajos. El caso de Holanda. Cada año los agricultores aplican en grandes cantidades de fungicidas para

prevenir el Tizón tardío de la papa. Sin embargo, por el motivo medio ambiental, el Gobierno propuso reducir el número de aplicaciones de fungicidas y junto con el Plan de Protección de este cultivo, se ha conseguido reducir las aplicaciones en un 25% en el año 2000. Esta reducción puede ser económicamente atractiva para los agricultores junto con disminuir el riesgo de infecciones por esta enfermedad, para esto, se necesita optimizar el control del tizón tardío con los siguientes aspectos; métodos higiénicos, alternativas de variedades de papa, intervalos entre aplicaciones, correcto equipamiento para aplicar, alternativa de fungicidas y un sistema de apoyo para tomar decisiones. Otro aspecto que se tiene que incluir para la reducción del uso de fungicidas son los conocimientos de la epidemiología de la enfermedad (RIDDER *et al.*, 2005).

El sistema de apoyo para la toma de decisiones para el control de esta enfermedad según el autor citado anteriormente, es el ProPhy que ha sido desarrollado por Prolion y PAGV. En el año 1994 se desarrollaron tres campos experimentales (Colijnsplaat, Munnekezijl y Valthermond) con cultivares diferentes (Elkana, Astarte, Kartel, Bintje, Agria y Texla) y con diferentes tipos de fungicidas (Curzate M, Shirlan, maneb-tin y Topper) conducido por este sistema, donde resultó que los cultivares moderadamente susceptible y resistente (Kartel y Astarte) existió una mayor reducción en las frecuencias de aplicaciones, como también en los fungicidas que contiene cymoxanil, es decir, Curzate y Topper.

2.8.2.2 Pronósticos de Tizón tardío en Dinamarca, Noruega y Suecia. Una de las más serias enfermedades del cultivo de la papa en los países nórdicos es el tizón tardío, donde la mayoría de los agricultores controlan esta enfermedad con aplicaciones de fungicidas con intervalos regulares de 8-10 días desde el cierre de la hilera hasta el término de crecimiento del cultivo. En 1991 estos países se decidieron a desarrollar y validar el sistema de alarma para el tizón tardío llamado NEGFY, en 1992-1993 fue desarrollado por agricultores y en

1992-1994 fue validado a través de ensayos de campo en Dinamarca, Noruega y Suecia, usado para controlar químicamente el tizón tardío de la papa. En estos ensayos el número aplicaciones de fungicidas recomendados fue alrededor de 50% inferior que el numero de aplicaciones a esquema rutinario, esto debido a la demora en el tiempo de aplicación del fungicida inicial y el largo intervalo entre aplicaciones recomendado por este modelo (HANSEN *et al.*, 2005).

### 3 MATERIAL Y METODO

#### 3.1 Material.

A continuación se especifica el material utilizado para la elaboración del presente estudio.

**3.1.1 Origen del proyecto.** La presente tesis se enmarca dentro de la modalidad de estudios de factibilidad de proyectos –Título 1, Artículo 2- estipulado en el Reglamento de Tesis, de la Facultad de Ciencias Agrarias, para las carreras de Agronomía e Ingeniería en Alimentos.

Este estudio planteó analizar la posibilidad técnica y financiera de implementar una red de estaciones meteorológicas y procesamiento de datos para el pronóstico de Tizón tardío en zonas productoras de papa importantes en la zona sur, donde se instalaron 8 estaciones meteorológicas distribuidas en la IX y X Región.

**3.1.2 Ubicación.** El estudio tuvo lugar en 8 localidades, donde cada una de ellas se instalaron estaciones meteorológicas de diferentes marcas y modelos tal como se indica en el Cuadro 11. La elección del lugar donde se emplazaron estas estaciones meteorológicas, fue a través del GPS utilizando el sistema de coordenadas UTM para georeferenciar los sitios. Esto permitió además, coordinar con las empresas operadoras de telefonía y verificar la cobertura para la transmisión de datos desde las estaciones al servidor.

**CUADRO 11 Estaciones meteorológicas por localidad.**

| Región | Localidad          | Marca estación | Modelo estación | Propietario          |
|--------|--------------------|----------------|-----------------|----------------------|
| IX     | Carillanca         | Delta T        | DL 2            | INIA                 |
|        | Teodoro Schmidt    | HL-10          | HL -10          | Liceo Cristo Rey     |
|        | Tranapunte         | HOG            | Hog             | INIA                 |
|        | Lago Budi          | Delta-T        | DL 2            | U.Católica de Temuco |
| X      | Remehue (servidor) | HOG            | Hog             | INIA                 |
|        | La Pampa           | Campbell CR10X | CR10X           | INIA                 |
|        | Los Muermos        | HL-20          | HL-20           | FIA                  |
|        | Butalcura          | HL-20          | HL-20           | FIA                  |

El sitio donde se ubicaron estas estaciones en cada localidad se detalla a continuación:

**a) Novena región:**

- Estación Budi: La estación pertenece a la Universidad Católica de Temuco. El lugar de emplazamiento es el predio del Sr. Omar Vega a 2 km de Puerto Domínguez. Latitud 38°52' S y Longitud 73°14' W.
- Estación Teodoro Schmidt: Se localizó en la Comuna Teodoro Schmidt en el Liceo Cristo Rey. Latitud 38°59' S y Longitud 73°05' W.
- Estación Tranapunte: La estación se localizó en el Centro Experimental de INIA -Tranapunte en Carahue. Latitud 38°41' S y Longitud 73°21' W.
- Estación Carillanca: La estación se localizó en el Centro Experimental de INIA Carillanca, ubicada a 10 kilómetros de la ciudad de Temuco, camino Cajón, Vilcún. Latitud 38°41' S y Longitud 72°25' W.

**b) Décima región:**

- Estación Remehue: El lugar corresponde al Centro Experimental de INIA-Remehue ubicado a 8 kilómetros al norte de Osorno. Latitud 40°35' S y Longitud 73°08' W.
- Estación La Pampa: Corresponde a la Estación Experimental de INIA-La Pampa, ubicada a 6 kilómetros al norte de Purranque. Latitud 40°52' S y Longitud 73°12' W.
- Estación Los Muermos: Corresponde a un predio ubicado a 10 kilómetros de la ciudad de Los Muermos, de propiedad de Don Teodoro Rosemberg miembro de la red de productores de papa de Los Muermos. Latitud 41°28' S y Longitud 73°28' W.
- Estación Butalcura: Corresponde al predio del Centro Experimental de INIA- Remehue, ubicada al sur de Castro. Latitud 42°15' S y Longitud 73°39' W.

**3.1.3 Duración del estudio y herramientas utilizadas.** La fase de recopilación de antecedentes, se desarrolló durante el año 2005.

Para esta etapa de trabajo se requirió del siguiente equipamiento:

- Información primaria. Se eligieron casos de agricultores para analizar y cuantificar sus cultivos a través de cuestionarios que se realizaron a cada uno de ellos (Anexo 1). Los casos analizados no representan una muestra estadística sino solo el interés por colaborar en este proyecto. Esta información sirvió para hacer un análisis comparativo con este estudio en cuanto al número de aplicaciones de fungicidas que ellos realizan para controlar el Tizón tardío en sus cultivos de papa y el ahorro que pueden hacer ellos al utilizar un servicio de alerta temprana. También se consideró como fuente primaria, los datos de rendimientos obtenidos de las parcelas experimentales que fueron establecidas para determinar la calibración y efectividad del sistema de control. Estas

parcelas se encuentran en los lugares donde se instalaron las estaciones meteorológicas.

- Información secundaria. Se revisó literatura relacionada con el tema en la Biblioteca Central de la Universidad Austral de Chile, en Instituciones gubernamentales tales como, ODEPA, INE, INIA, entre otras.

**3.1.4 Procesos tecnológicos.** Para el análisis de los aspectos técnicos y tecnológicos del servicio que se requiere ofrecer para el desarrollo de estrategias de manejo integrado de Tizón tardío de la papa en la zona sur, se recurrió a seminarios, libros y entrevistas con especialistas en el tema.

**3.1.5 Financiamiento.** Este trabajo forma parte del proyecto “Uso de pronosticadores para el desarrollo de estrategias de manejo integrado del Tizón tardío de la papa en la zona sur de Chile”, que es co-financiado por Fundación de Innovación Agraria (FIA), el Laboratorio regional SAG Osorno-Servicio Agrícola y Ganadero, la Universidad Católica de Temuco, el INDAP X Región, la Red de Papa Los Muermos, la Cooperativa Huincullican, la Agrupación de Pequeños Productores Agrícolas Semillero de Chonchi y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA-Remehue .

**3.1.6 Estudio económico financiero.** Los antecedentes económicos para el siguiente estudio corresponden a la recopilación de los gastos hechos por el INIA, además, de cotizaciones a empresas para actualizar valores del mercado. Algunos valores fueron consultados a especialistas para complementar el estudio. Los análisis financieros fueron realizados personalmente en base a los indicadores económicos VABN, TIR y Punto de equilibrio con 10 estaciones meteorológicas.

## **3.2 Método.**

A continuación se presenta el método utilizado para el desarrollo de este estudio.

**3.2.1 Procesos tecnológicos para la obtención de la alerta temprana de Tizón tardío.** Bajo este ítem se realiza una descripción de toda la secuencia que implica obtener los datos meteorológicos desde las estaciones de medición hasta dar a conocer la alerta del tizón tardío a los usuarios, detallando para esto; la información requerida, los equipos utilizados, las necesidades de recursos humanos, y los productos generados. Conforme a lo dicho anteriormente, se utilizó la Normativa ISO 9000, como una herramienta para poder armonizar el proceso, identificar las áreas claves y modificar las acciones críticas para asegurar un buen control. Lo mencionado anteriormente, se analizará a través de la colecta y publicación de los datos que se describe a continuación.

**3.2.1.1 Colecta de datos.** Para la recopilación de los datos de los diferentes sectores de la IX y X región se necesitó el establecimiento de una red de estaciones meteorológicas. Una vez establecidas estas estaciones meteorológicas y la verificación de su funcionamiento, se implementó la comunicación remota para la colecta de datos en aquellas estaciones que por su configuración lo permitían; en aquellas que no se podía utilizar esta vía, los datos fueron enviados al servidor por correo electrónico. La forma de comunicación establecida para cada estación se indica en el Cuadro 12.

Todas las estaciones meteorológicas se comunican con el servidor que fue instalado en INIA- Remehue para poder recolectar los datos climáticos con una frecuencia diaria de bajada de los datos desde las estaciones al servidor y acorde a las exigencias del modelo de alerta de la enfermedad que se utilizó, esta recolección de datos fue permanente a través del año.

**CUADRO 12 Forma de comunicación remota de las estaciones.**

|    | Localidad       | Marca estación | Conección          | Comunicación | Comunicación                    | Observación  |
|----|-----------------|----------------|--------------------|--------------|---------------------------------|--|
| IX | Carillanca      | Delta T        | Internet           | En red       | Cable 485                       | Los datos se bajan de la estación a un computador de Carillanca y se envían a Remehue por e-mail<br>Falta recibir el chip de TELEFONICA pero la información se recibe en forma remota. |
|    | Teodoro Schmith | HL-10          | Celular TELEFONICA | En red       | Bluetree con chip de TELEFONICA |  |
|    | Tranapuente     | HOG            | Celular ENTEL      | En red       | Cable directo RS232             | No hay   |
|    | Lago Budi       | Delta-T        | Celular ENTEL      | En red       | Bluetree con chip de ENTEL      | Datalogger reparado.   |
| X  | Remehue         | HOG            | Cable directo      | En red       | Cable directo RS232             | La información se baja al servidor del sistema   |
|    | La Pampa        | Campbell CR10X | Celular ENTEL      | En red       | Bluetree con chip de ENTEL      | La información se baja en forma remota   |
|    | Los Muermos     | HL-20          | Celular ENTEL      | En red       | Bluetree con chip de ENTEL      | La información se baja en forma remota   |
|    | Butalcura       | HL-20          | Celular TELEFONICA | En red       | Bluetree con chip de TELEFONICA | La información se baja en forma remota   |

FUENTE: INIA (2005).

Para entender mejor como se obtuvieron los datos desde las estaciones al servidor, se presenta en la Figura 13 un flujograma en el cual se observa que, para la obtención de estos datos climáticos se necesitaron diferentes sensores que miden los siguientes parámetros: humedad relativa del aire (HR), precipitación (PP), temperatura ( $T^0$ ), velocidad del viento (VV), dirección del viento (DV) y radiación solar (RS); siendo los de mayor importancia para este estudio los tres primeros. Estos están unidos al datalogger, que lee y registra los datos en forma horaria para luego ser transferido al servidor. Es necesario destacar que, para un buen funcionamiento de este proceso, es esencial la mantención y monitoreo del datalogger, ya que si falla este generará pérdidas parciales de los datos de los sensores. La fuente de alimentación de energía del datalogger es por medio de un panel solar que alimentan las baterías, las que se recargan automáticamente. En cuanto a la vida útil de estas baterías, va a depender de los intervalos de muestreo y de los registros elegidos.

Los datos que entrega cada estación meteorológica fueron homologados a las siguientes unidades de medición:

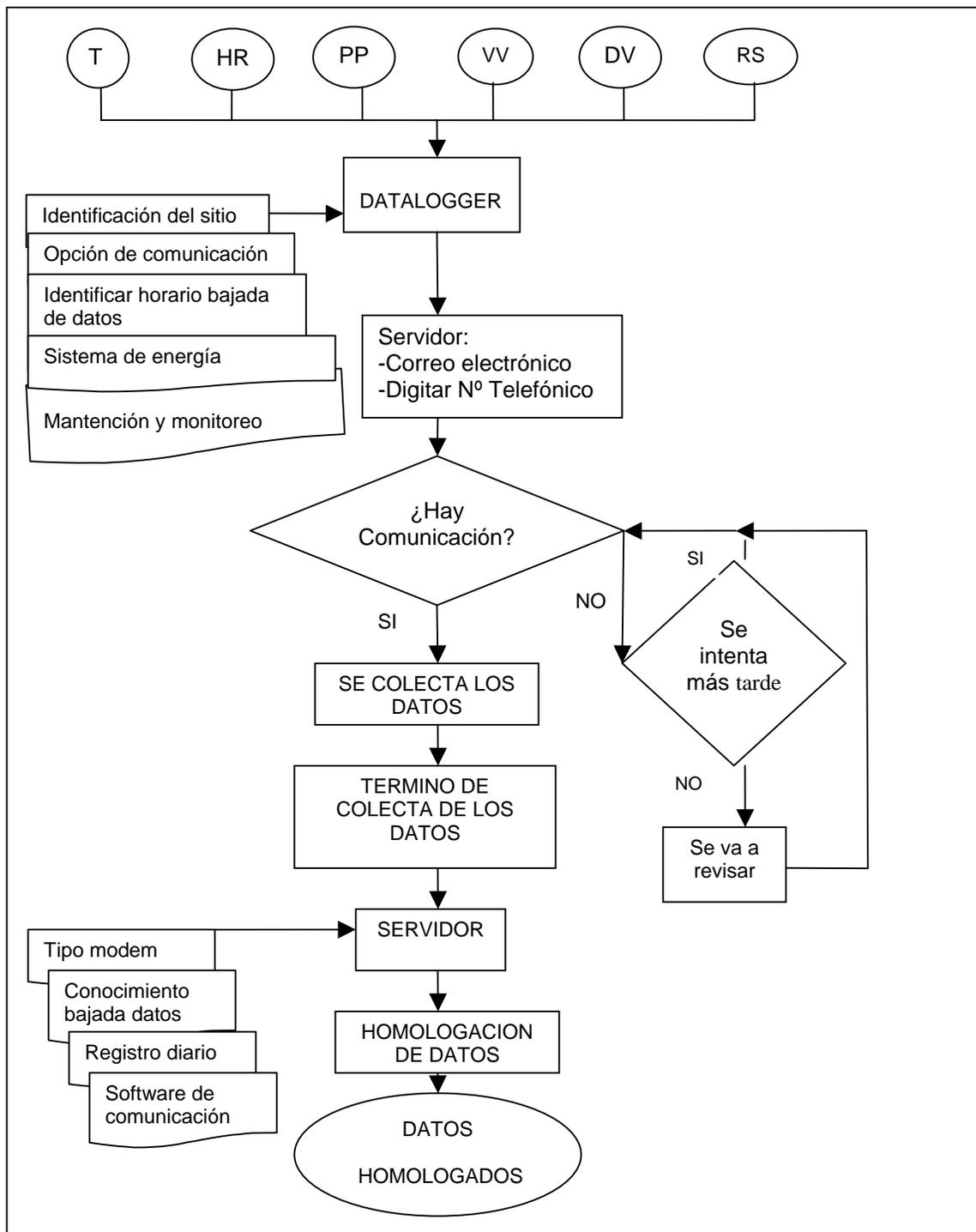
- Sitio de la estación
- Fecha; homologado a día/mes/año
- Hora; homologado a hora/minuto/segundo
- T° ; homologado a grados Celsius (°C)
- HR en %
- Radiación solar; homologado a Watt/m<sup>2</sup>
- Dirección de viento en N (norte); W (oeste); S (sur); E (este)
- Velocidad de viento; homologado a Km/ hr
- Precipitaciones; homologado a mm/m<sup>2</sup>
- Batería

Estos datos quedan almacenados en tablas individuales en archivos de extensión \*.txt.

Para la transferencia de datos al servidor, se necesitó que exista comunicación con la estación meteorológica, también que el servidor tenga un tipo de modem y software de comunicación para obtener estos datos.

Si no existe comunicación desde el servidor a la estación meteorológica, se intenta más tarde, y si continúa el problema, el encargado de mantención y chequeo va a inspeccionar la estación.

Con la red establecida, es posible comunicarse con las estaciones por dos vías, la primera es por correo electrónico donde las tablas son enviadas al servidor y guardadas por el administrador para su posterior procesamiento. La segunda vía, consiste en utilizar el servidor para “llamar” a las estaciones y obtener los datos por telefonía móvil.

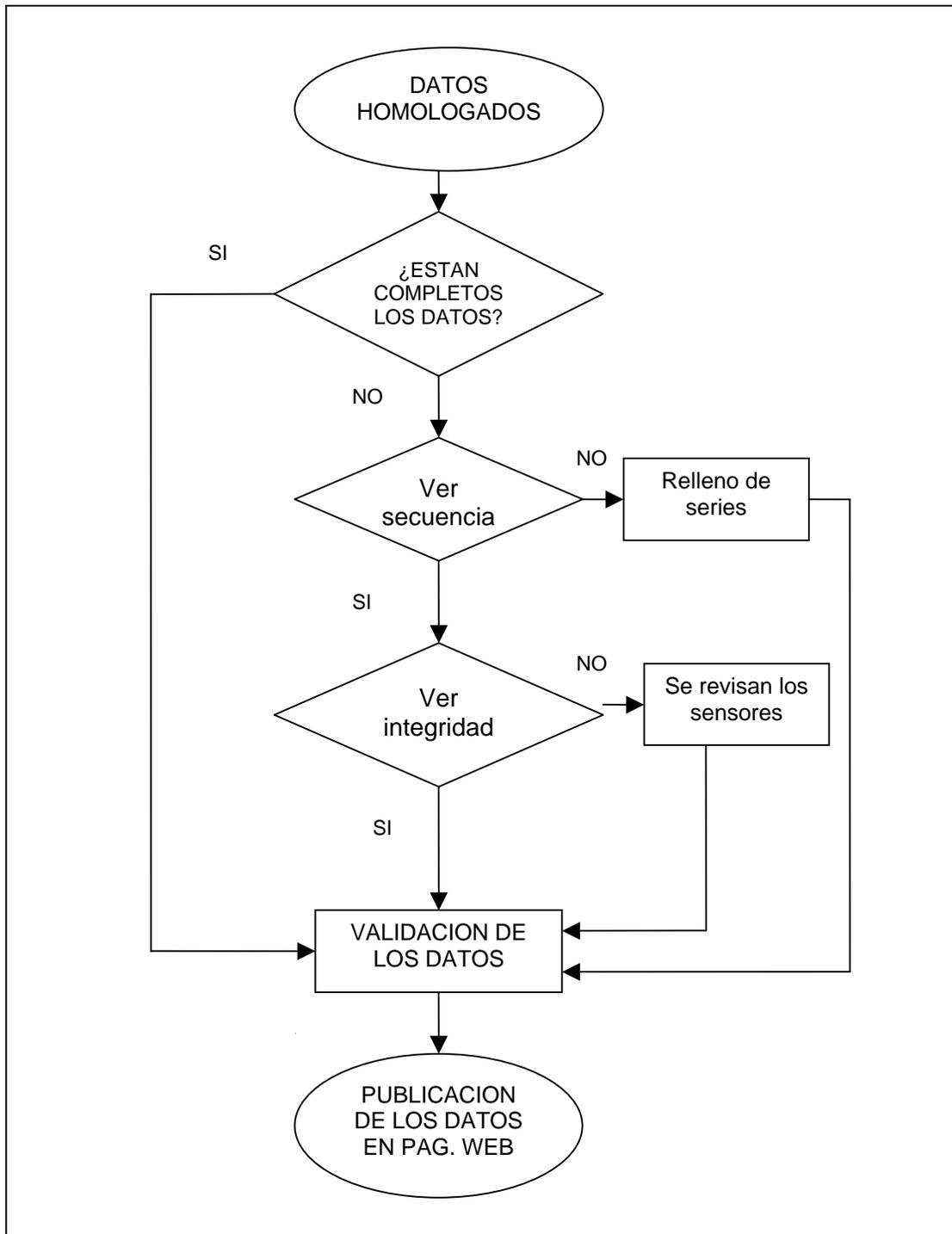


**FIGURA 13 Recopilación de los datos.**

**3.2.1.2 Publicación de los datos no procesados.** Una vez que están los datos homologados de acuerdo al flujograma anterior, se revisan si están completos para luego ser validados y posteriormente publicados a una página web que resume cada una de las estaciones.

Si los datos no están completos se revisa la secuencia de estos, en caso que falte alguno de ellos se rellena la serie y se identifican los datos faltantes, cuando, porque razón y con que método se hizo. Luego se examina la integridad de los datos, es decir, se relaciona entre parámetros para ver si hay error en la medición. En caso que exista error en la medición, se va a inspeccionar los sensores que diagnosticaron problemas, para luego ser llevados al servicio técnico, excluyéndose dichos datos del análisis.

La secuencia desde los datos homologados hasta la publicación de estos se presenta en la Figura 14.



**FIGURA 14** Publicación de los datos en bruto.

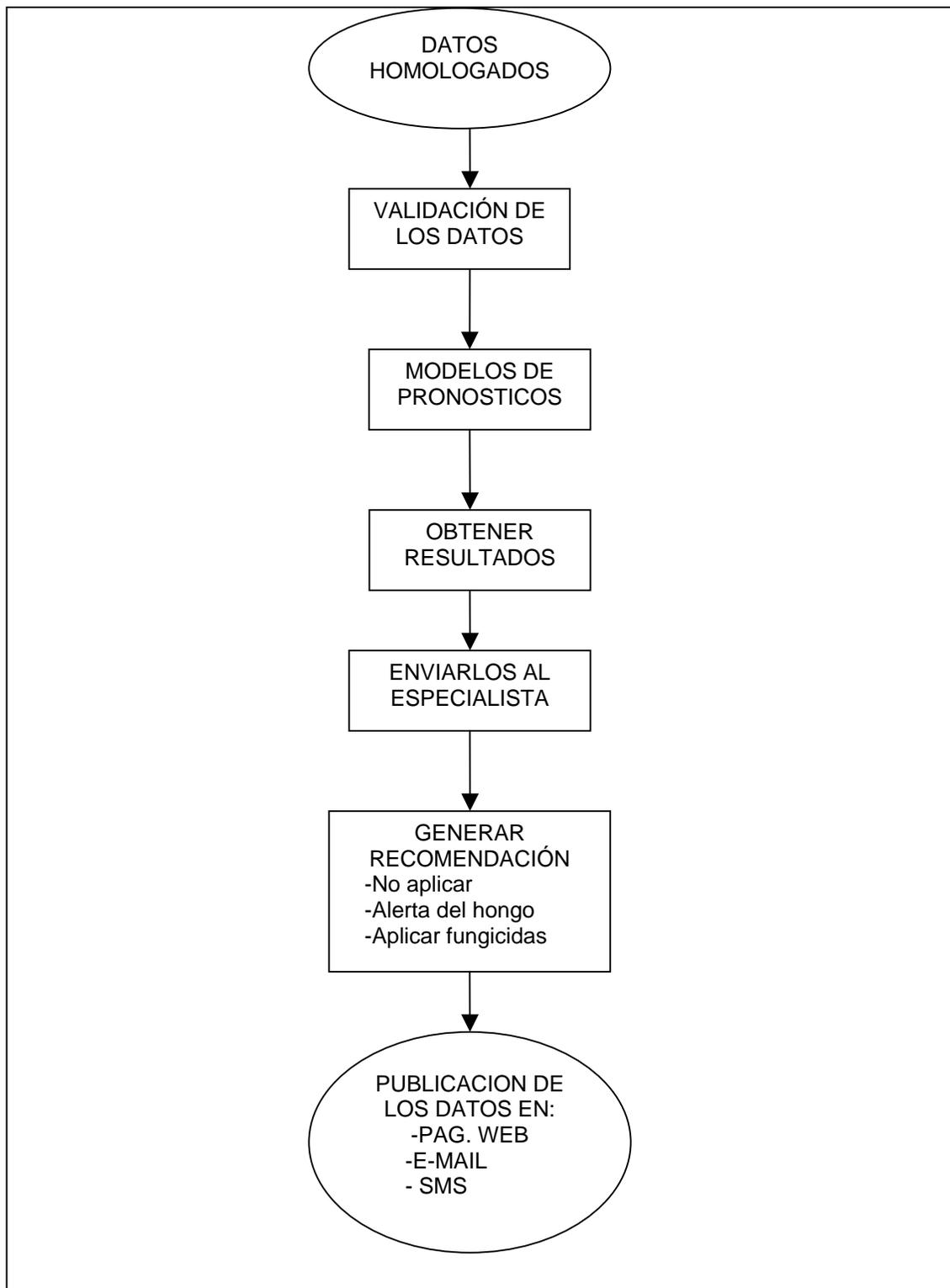
**3.2.1.3 Publicación de la alerta para el Tizón tardío.** La información de la alerta del Tizón tardío es publicada a los usuarios juntos con los datos no procesados que fue explicada anteriormente, en medios de comunicación tales como página web del proyecto, correo electrónico, mensaje de texto por celular (SMS), para que puedan tener acceso a su unidad y corroborar las condiciones de pronóstico para el tizón tardío en sus cultivos. Esta información es complementada con los resultados obtenidos en cada temporada de otras actividades, para completar el servicio de pronóstico, tales como resistencia varietal, evaluación de fungicidas, calibración de valores de severidad y presencia de inóculo.

Para complementar las recomendaciones de manejo integrado de Tizón tardío asociado a pronosticadores es necesario conocer si hay presencia de inóculo del agente causal al darse las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad. Esta información es fundamental para dar recomendación más adecuada del tratamiento químico a aplicar de acuerdo a la superficie, objetivo de la producción y condición económica del agricultor (INIA, 2003).

Para generar esta información y su posterior publicación se necesitó de un software para la alerta temprana del Tizón tardío, donde los datos de las variables climáticas obtenidas de las estaciones meteorológicas fueron procesadas a través del software denominado DACOM.

Para trabajar con el DACOM se necesitó de un operador y tiempo para el cálculo de las variables del pronóstico y así, poder sugerir que producto de fungicida utilizar junto con una recomendación técnica.

A continuación se muestra en la Figura 15 los pasos que se debe seguir para llegar a la publicación de estos datos.



**FIGURA 15** Publicación de los datos para el Tizón tardío.

**3.2.2 Evaluación de los resultados obtenidos de las parcelas experimentales.** Los resultados obtenidos de las parcelas experimentales de la temporada 2004-2005 sirvieron como información para medir las diferencias significativas de cada alternativa o estrategia, a través de análisis de varianza y regresiones múltiples mediante el software Statistical Analysis System (SAS) donde se establecieron relaciones entre una variable dependiente, Y, y dos o más variables independientes o explicatorias, X.

Las Alternativas o estrategias mencionadas son cuatro:

- ❖ Control sin aplicación o testigo (T1).
- ❖ Aplicaciones a calendario fijo (T2).
- ❖ Aplicaciones con el uso del sistema de alerta temprana (T3).
- ❖ Aplicación a calendario fijo alternativa (T4).

En la primera alternativa no se aplicó ningún producto fungicida, al ser el testigo en los ensayos experimentales. En la segunda y cuarta estrategia las aplicaciones de fungicidas se realizaron cada 10 ó 12 días desde el cierre de la hilera del cultivo, siendo la diferencia entre ambas, la utilización de diferentes productos. Para el T2 se utilizó Mancozeb al cierre de la hilera, luego Clorotalonil para el resto de las aplicaciones, en cambio el T4 los productos variaron según la localidad. Para el T3 las aplicaciones de fungicidas fueron con productos preventivos o curativos y se aplicaron de acuerdo a la alarma DACOM como una alerta por la presencia del tizón tardío en el cultivo. Dado que el sistema de redes meteorológicas aún no estaban implementadas en todas las localidades, se estimó la alarma para el tratamiento 3 según la indicación de las condiciones de INIA-Carillanca para las parcelas en la IX región y las condiciones de INIA-Remehue para las parcelas de la X región.

A continuación se presenta en el Cuadro 13, el detalle de los diferentes productos fungicidas que se utilizaron en cada tratamiento ubicados en

diferentes localidades de la IX y X región. La diferencia de productos que se aplicaron en algunos sectores en un mismo tratamiento (T3 o T4), se debió a las diferentes intensidades del ataque del hongo en las parcelas experimentales.

**CUADRO 13 Ingredientes activos usados en cada tratamiento para las diferentes localidades.**

| Región | Localidad       | Ingrediente activo*      |                                      |                          |
|--------|-----------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
|        |                 | T2                       | T3                                   | T4                       |
| IX     | Carillanca      | Mancozeb<br>Clorotalonil | Mancozeb<br>Clorotalonil             | Mancozeb                 |
|        | Teodoro Schmidt | Mancozeb<br>Clorotalonil | Clorotalonil                         | Sulfato cuprocálcico     |
| X      | La Pampa        | Mancozeb                 | Mancozeb                             | Thiuram                  |
|        |                 | Clorotalonil             | Clorotalonil                         | Mefenoxam + Mancozeb     |
|        | Remehue         | Mancozeb                 | Mancozeb                             | Thiuram                  |
|        |                 | Clorotalonil             | Clorotalonil<br>Mefenoxam + Mancozeb | Mancozeb<br>Clorotalonil |
|        | Los Muermos     | Mancozeb                 | Mancozeb                             | Mefenoxam + Mancozeb     |
|        |                 | Clorotalonil             | Clorotalonil                         | Thiuram                  |

\*Nombre comercial para cada ingrediente activo:

Mancozeb: Mancozeb 80 WP, Clorotalonil: Bravo 720, Mefenoxam+Mancozeb: Ridomil Gold MZ 68 WP, Thiuram: Pomarsol Forte 80% WG, Sulfato cuprocálcico: Caldo bórdeles.

Según Uribe (2000), señala que un modelo lineal es una función matemática estadística que describe los datos y debe reflejar el sistema de muestreo de la información, como también debe reflejar la naturaleza del problema del estudio. Además, SALVATORE (1982) indica que el análisis de regresión múltiple se usa para probar hipótesis acerca de la relación entre una variable dependiente,  $Y$ , y dos o más variables independientes,  $X_s$ , y para predicción.

Un modelo de regresión lineal múltiple se puede escribir como

$$Y_i = \mu + b_1X_{1i} + b_2X_{2i} + \dots + b_nX_{ni} + e_i \quad (4.1)$$

Donde:

Variable dependiente (Y): rendimiento

Variables independientes ( $X_n$ ): las diferentes alternativas o estrategias y el área agroecológica donde se establecerán las parcelas experimentales.

Para obtener los parámetros de la función, se calculó el coeficiente de posición de la función o intercepto,  $\mu$ , y los coeficientes de regresión parcial o pendiente de la función,  $b_i$ . Luego, para probar la significación estadística de los estimadores de parámetros de la regresión múltiple, se calculó la varianza de estos estimadores.

También se determinó el *coeficiente de determinación múltiple*,  $R^2$ , que representa el grado de explicación o influencia de las Xs sobre Y. Los valores oscilan desde 0 (cuando la ecuación estimada no explica nada de la variación en Y) a 1 (cuando todos los puntos se sitúan sobre la línea de regresión) y cuyo resultado se interpreta en porcentaje.

Para seguir con el análisis, se hizo una prueba de *significación global de la regresión*, F, para probar que los parámetros  $b_1$  y  $b_2$  no son igual a cero y que  $R^2$  es significativamente diferente a cero.

El modelo lineal estadístico usado en esta investigación fue el siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + T_i + L_j + TL_{ij} + e_{ijk} \quad (4.2)$$

Donde:

$y_{ijk}$  = Es la  $ijk$ -ésimo rendimiento de papa total, comercial o desecho

$\mu$  = Es el intercepto general

$T_i$  = Efecto fijo del i-ésimo tratamiento (i=1, 2, 3,4)

$L_j$  = Efecto fijo del j-ésimo lugar (j=1, 2,.....,8)

$TL_{ij}$  = Efecto fijo de la interacción entre el i-ésimo tratamiento y el j-ésimo lugar.

$e_{ijk}$  = Efecto aleatorio residual  $N(0, \sigma_e)$

Las diferencias entre tratamientos y lugares fueron cuantificadas mediante comparación de promedios mínimos cuadráticos aceptándose una probabilidad de significancia del 5%.

**3.2.3 Cuantificación económica de los resultados obtenidos de las parcelas experimentales.** Esto se determinó comparando el rendimiento adicional (t/ha) de cada tratamiento con respecto al tratamiento testigo y los costos incurridos en la aplicación de productos fungicidas (\$/ha) para cada parcela experimental establecida en las regiones IX y X.

**3.2.4 Elaboración de la estructura de costos e ingresos del proyecto.** Se estableció la estructura de inversión, costos operacionales e ingresos brutos para confeccionar el flujo de caja anual y así, contribuir al cumplimiento del cuarto objetivo.

**Depreciación.** Entre los costos fijos, existe un costo llamado Depreciación, que corresponde a la pérdida contable del valor del activo debido al desgaste y obsolescencia en el tiempo. Esta fue calculada en forma lineal, considerando el costo de inversión y los años de vida útil (LERDON, 2004).

Aunque la depreciación no constituye un egreso, es posible restarlo a los ingresos para reducir las utilidades y, por ello, los impuestos, cuando se tributa según la renta efectiva. La fórmula siguiente, describe la forma de hacerlo.

$$\text{Depreciación} = (V_i - V_r) / N \quad (4.3)$$

Donde:

$V_i$  = valor de compra

$V_r$  = valor residual

$N$  = años de vida útil

Cabe destacar que el valor residual de los activos se ajustará al 10% del valor inicial o de compra (SAPAG y SAPAG, 1995).

**Valor de desecho.** En el esquema de flujo de caja se incluye el valor de desecho (VD) del proyecto. Para el cálculo de este valor, según SAPAG Y SAPAG (1995) propone la fórmula basada en el valor de los activos:

$$VD = V_i - \text{Depreciación acumulada} \quad (4.4)$$

Donde  $V_i$  corresponde al valor inicial de los activos fijos depreciables, a la cual se le resta la depreciación acumulada al término del proyecto (10<sup>o</sup> año).

**3.2.5 Evaluación económica del proyecto.** Finalmente, para cumplir con el último objetivo se realizó el cálculo de algunos indicadores económicos, tales como VABN, TIR y Punto de equilibrio, que permiten medir la viabilidad económica del servicio de alerta temprana. El horizonte de evaluación del proyecto es de diez años, al considerar la vida útil del principal elemento de la estación, el datalogger, que es la unidad encargada de monitorear en forma sistemática los sensores de la estación meteorológica.

**Criterio del valor actual de los beneficios netos (VABN).** El criterio de este indicador según SAPAG y SAPAG (1995), el proyecto debe aceptarse si este valor es igual o superior a cero, donde el VABN es la diferencia entre los ingresos y egresos de inversión, expresados en moneda actual.

El VABN se resume en la siguiente ecuación:

$$VAN = \sum_{t=1}^n [(R_t - C_t) / (1 + i)^t] - I \quad (4.5)$$

Donde:

I, es la inversión inicial en el Año 0

R1, R2, R3,...Rn, son los ingresos brutos derivados del proyecto durante los años 1, 2, 3, n, donde n es la duración total de la inversión para efectos del proyecto.

C1, C2, C3, ...Cn, son los costos de operación del proyecto durante los años1, 2, 3,...n donde los costos excluyen la depreciación y el interés al capital de inversión.

t= 1,...,n

“El criterio de decisión del VABN, establece que la inversión será rentable sólo si el valor actual de los flujos de beneficios netos es mayor que el valor actual de la inversión cuando se actualizan haciendo uso de la tasa de descuento pertinente para el inversionista “(LERDON, 2004).

Al aplicar este criterio, el VAN puede tener un resultado igual a cero, esto quiere decir que el proyecto renta exactamente lo mismo que se invirtió (SAPAG, 2000).

Dado la complejidad del cálculo del VABN, para proyectos de larga vida, se utilizó la función de la planilla de cálculo Excel, para estimar su valor.

**Criterio de la tasa interna de retorno (TIR).** La tasa interna de retorno es la tasa de descuento que hace que el valor presente de los beneficios sea

exactamente igual al valor presente de los costos, es decir que el valor presente de los beneficios netos sea igual a cero (LERDON, 2004).

Es decir, la tasa interna de retorno es una medida de rentabilidad de una inversión, mostrando cual sería la tasa de interés más alta a la que el proyecto no genera ni pérdidas ni ganancias (Sepúlveda, 1998 citado por CASTILLO, 1998).

**Punto de equilibrio.** “Punto de equilibrio, es aquel nivel de producción en el cual los ingresos brutos permiten cubrir los costos totales involucrados. Es decir, es el punto en que no se gana ni se pierde, y a partir del cual se generan utilidades” (LERDON, 2004).

Su cálculo se resume en la siguiente fórmula:

$$PE = \frac{\text{Costos fijos}}{1 - (\text{Costos variables} / \text{Ingresos brutos})} \times 100 \quad (4.6)$$

LERDON (2004), señala que “mientras más bajo sea el punto de equilibrio, la empresa se encontrará en una mejor posición ya que con un menor nivel de actividad cubrirá todos sus costos, quedando el remanente como utilidad”.

## 4 PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

### 4.1 Resultados de la alerta temprana para detectar el Tizón tardío a través del modelo computacional.

El Cuadro 14 muestra las fechas donde se dio alarma para aplicar productos fungicidas para el tratamiento 3, en las distintas localidades donde estaban ubicadas las parcelas experimentales. Con esto queda demostrado que es posible dar aviso e informar a los agricultores que la enfermedad, en este caso el tizón tardío, ha sido reportada y se ha generado su posterior recomendación, de acuerdo a la intensidad del hongo en el cultivo.

**CUADRO 14 Fechas de alarmas de Tizón tardío en las distintas localidades de la IX y X región. Temporada 2004-2005.**

| Localidad       | Fechas de alarmas del tizón tardío |        |        |        |        |
|-----------------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| INIA-Remehue    | 18-Ene                             | 07-Feb | 14-Feb | 25-Feb | 03-Mar |
| INIA-La Pampa   | 10-Ene                             | 21-Ene | 31-Ene | 10-Feb | 21-Feb |
| Los Muermos     | 10-Ene                             | 21-Ene | 31-Ene | 10-Feb | 21-Feb |
| INIA-Carillanca | 24-Ene                             | 07-Feb | 16-Feb | 02-Mar | 07-Mar |
| T. Schmidt      | 22-Dic                             | 08-Ene | 03-Feb |        |        |

FUENTE: INIA (2005).

### 4.2 Resultados estadísticos de las parcelas experimentales.

A continuación se presentan en este ítem los resultados de rendimiento obtenidos de las parcelas experimentales para determinar la efectividad del sistema de control para el Tizón tardío en el cultivo de papa, donde sirvieron para analizar cual de los cuatro tratamientos se obtienen mayor rendimiento comercial, desecho y total de estos a través de las medias mínimo cuadráticas y

además, se analizaron estos rendimientos en los diferentes lugares de la IX y X región utilizando también las medias mínimo cuadráticas.

INIA (2005), señala que los resultados obtenidos del tratamiento con el uso del sistema de alerta temprana (T3) dado por las estaciones meteorológicas situadas en la IX y X región, se obtuvieron del sistema DACOM ubicado en el INIA-Carillanca e INIA-Remehue. Al no existir en los otros lugares una conexión con el servidor central al momento de presentarse una alarma se daba aviso a los encargados de las parcelas para la aplicación de los fungicidas. Es importante destacar que muchas veces se presentan una serie de problemas al tratar de avisar esta alarma, tales como:

- El aviso se realiza por correo electrónico, pero éste correo no es leído a tiempo por los usuarios.
- El aviso no llega a la persona encargada.
- Muchas veces las parcelas están lejos de la persona encargada, por lo que la aplicación no se realiza en forma inmediata.
- Las instrucciones de seguimiento de las parcelas no fueron entendidas por los usuarios.

Por este motivo, no todos los resultados obtenidos entregan una información interesante para establecer la importancia del manejo de la enfermedad en las zonas evaluadas. Debido a esto, se descartaron tres parcelas experimentales, agregando además de los problemas recién mencionados, la falta de supervisión y control de malezas. Las parcelas que se excluyeron de este análisis son las que estaban situadas en el Lago Budi, Tranapunte y Butalcura.

En el Cuadro 15 se muestra la media y desviación estándar de cada tratamiento tanto de papa comercial, desecho y rendimiento total expresados en t/ha.

**CUADRO 15** Media y desviación estándar de cada tratamiento en los distintos sectores de la IX y X región.

| Tratamiento 1 |       |                |
|---------------|-------|----------------|
| Variable      | Media | Desv. Estándar |
| COMERCIAL     | 29,66 | 14,97          |
| DESECHO       | 3,94  | 4,14           |
| TOTAL         | 33,60 | 13,61          |
| Tratamiento 2 |       |                |
| Variable      | Media | Desv. Estándar |
| COMERCIAL     | 39,40 | 15,88          |
| DESECHO       | 2,41  | 1,378          |
| TOTAL         | 41,81 | 16,29          |
| Tratamiento 3 |       |                |
| Variable      | Media | Desv. Estándar |
| COMERCIAL     | 39,37 | 16,59          |
| DESECHO       | 2,56  | 1,64           |
| TOTAL         | 41,92 | 17,46          |
| Tratamiento 4 |       |                |
| Variable      | Media | Desv. Estándar |
| COMERCIAL     | 42,11 | 15,69          |
| DESECHO       | 2,16  | 1,38           |
| TOTAL         | 44,27 | 16,76          |

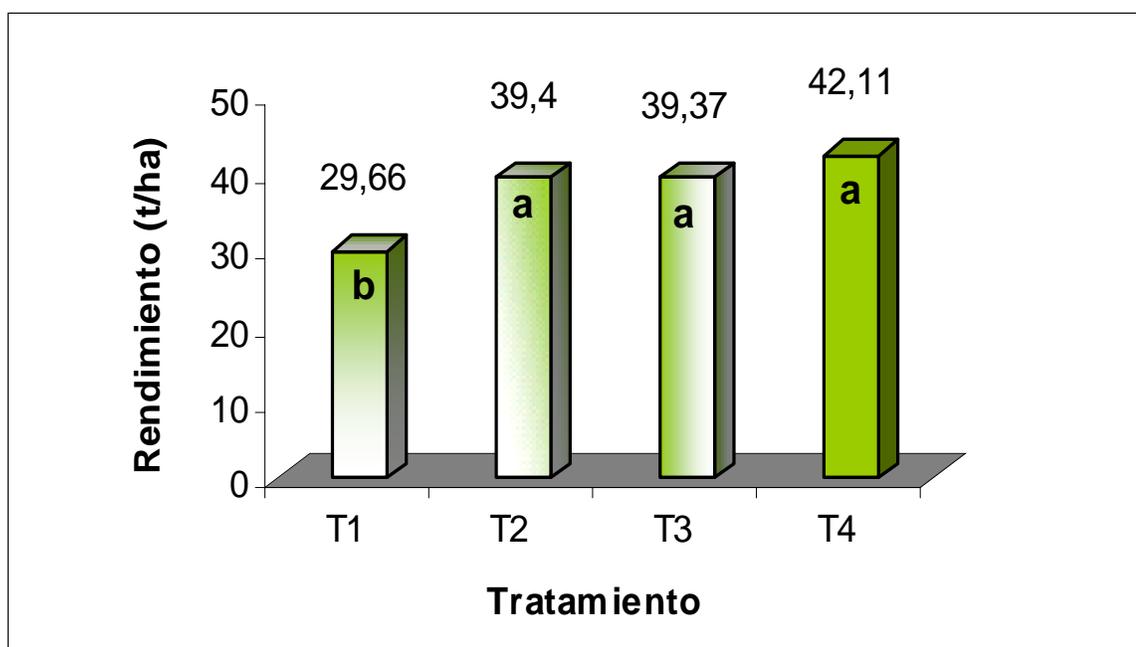
El Cuadro 16 presenta la media y desviación estándar del rendimiento de papa comercial, desecho y total de estos, expresados en t/ha de cada parcela experimental donde están situadas las estaciones meteorológicas de los distintos sectores de la IX y X región, como manejo integrado del tizón tardío.

**CUADRO 16 Media y desviación estándar por lugar.**

| Carillanca      |       |                |
|-----------------|-------|----------------|
| Variable        | Media | Desv. Estándar |
| COMERCIAL       | 18,03 | 3,03           |
| DESECHO         | 0,64  | 0,26           |
| TOTAL           | 18,67 | 2,91           |
| La Pampa        |       |                |
| Variable        | Media | Desv. Estándar |
| COMERCIAL       | 49,59 | 5,11           |
| DESECHO         | 4,07  | 1,27           |
| TOTAL           | 53,66 | 5,00           |
| Teodoro Schmidt |       |                |
| Variable        | Media | Desv. Estándar |
| COMERCIAL       | 25,71 | 10,27          |
| DESECHO         | 4,93  | 3,98           |
| TOTAL           | 30,64 | 6,62           |
| Los Muermos     |       |                |
| Variable        | Media | Desv. Estándar |
| COMERCIAL       | 37,61 | 5,35           |
| DESECHO         | 1,65  | 0,94           |
| TOTAL           | 39,26 | 5,74           |
| Remehue         |       |                |
| Variable        | Media | Desv. Estándar |
| COMERCIAL       | 57,22 | 9,51           |
| DESECHO         | 2,54  | 1,04           |
| TOTAL           | 59,76 | 9,79           |

En la Figura 16 se muestra gráficamente el rendimiento de la producción de papa comercial de los cuatro tratamientos, donde se observa a través de las medias mínimo cuadráticas diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) solamente en el tratamiento testigo o T1 con respecto a las demás. Entre los restantes tratamientos; aplicación a calendario fijo (T2), aplicación con sistema de alerta temprana (T3) y aplicación a calendario fijo alternativa (T4), no presentan diferencias significativas, por lo que se puede argumentar que en cualquier manejo que se haga a través de fungicidas para controlar el tizón tardío va a

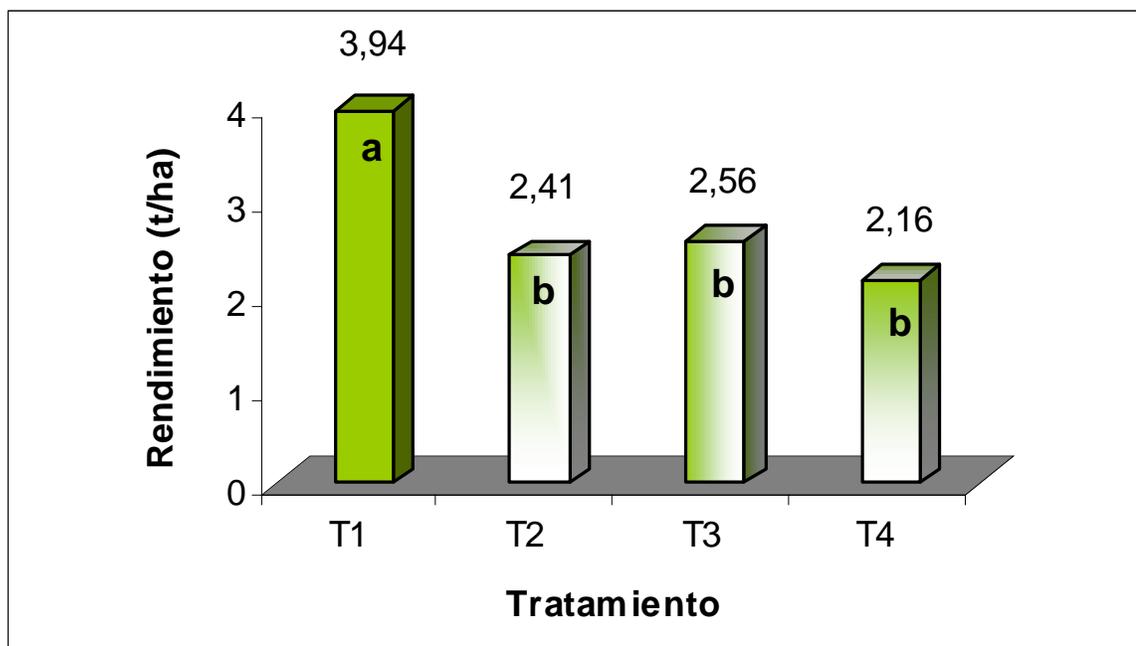
haber mayor rendimiento que sin control, al menos para las condiciones de manejo de estos ensayos.



Letras diferentes dentro de la columna indica diferencia estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ )

**FIGURA 16 Medias mínimo cuadráticas de Rendimiento comercial (t/ha) para los cuatro tratamientos.**

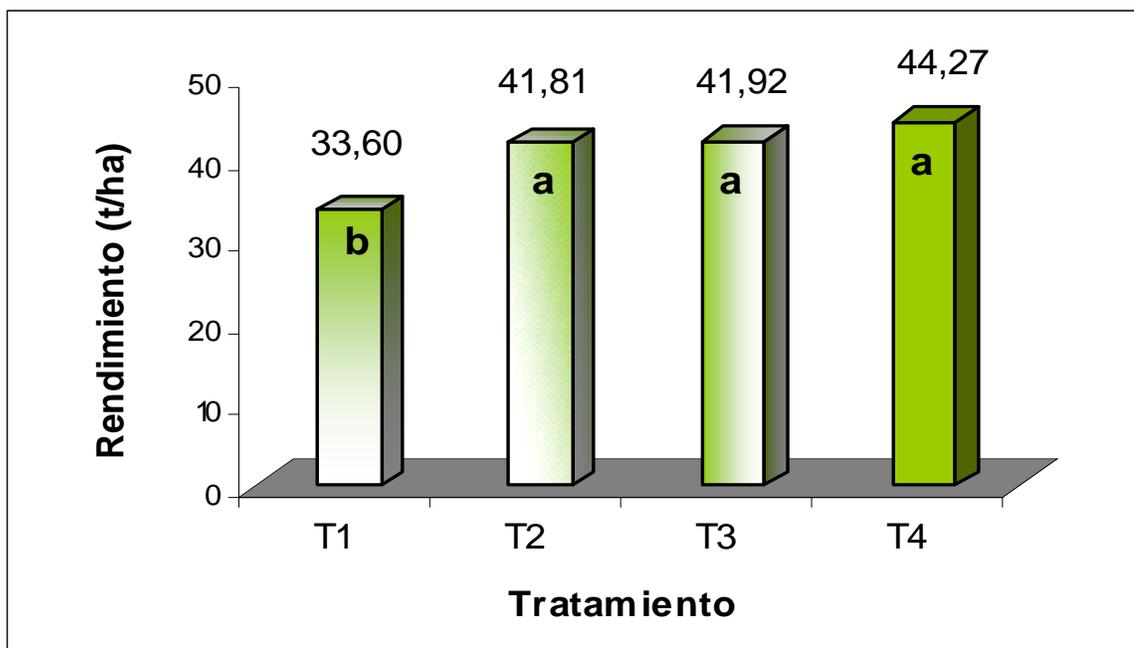
La Figura 17, muestra gráficamente los resultados obtenidos del rendimiento de papa desecho para los cuatro tratamientos, donde se observa que hay diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) solo en el tratamiento testigo o T1, en cuanto a los demás tratamientos, no presentaron diferencias significativas entre sí. Por lo tanto, se puede deducir que habrá mayor producción de papa desecho si no existe ningún control.



Letras diferentes dentro de la columna indica diferencia estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ )

**FIGURA 17 Medias mínimo cuadráticas de rendimiento desecho (t/ha) para los cuatro tratamientos.**

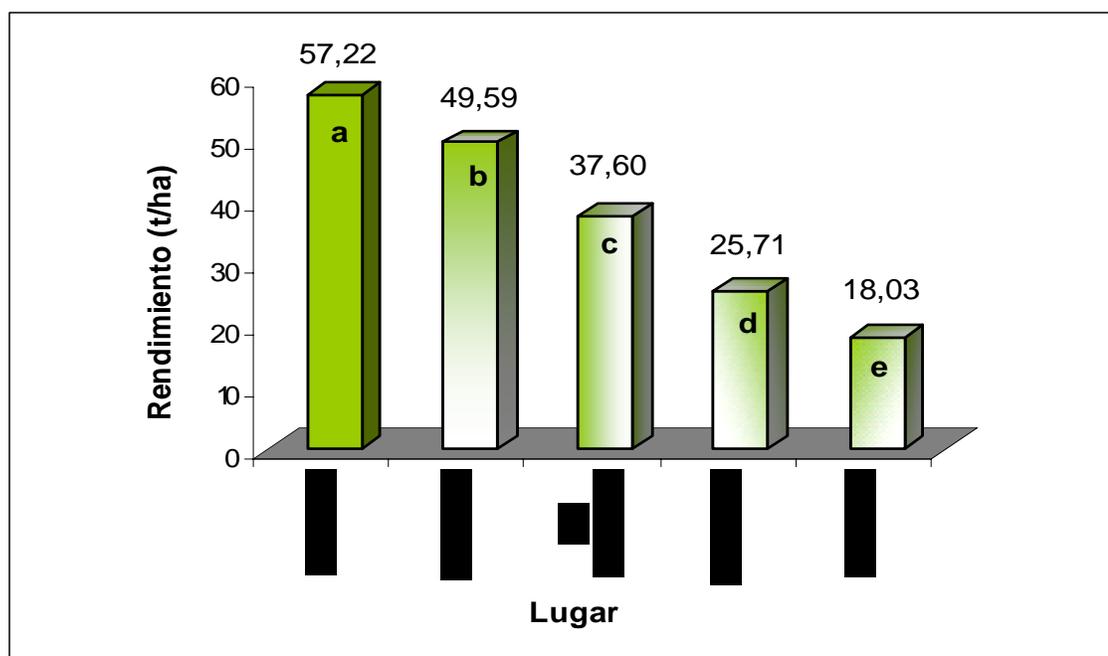
En la Figura 18 se muestran las medias mínimo cuadráticas del rendimiento total de la producción de papas de los cuatro tratamientos, donde se observa que existieron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) solamente en el tratamiento testigo o T1, lo que equivale a resultados muy similares a los de la Figura 16.



Letras diferentes dentro de la columna indica diferencia estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ )

**FIGURA 18** Medias mínimo cuadráticas del rendimiento total (t/ha) para los cuatro tratamientos.

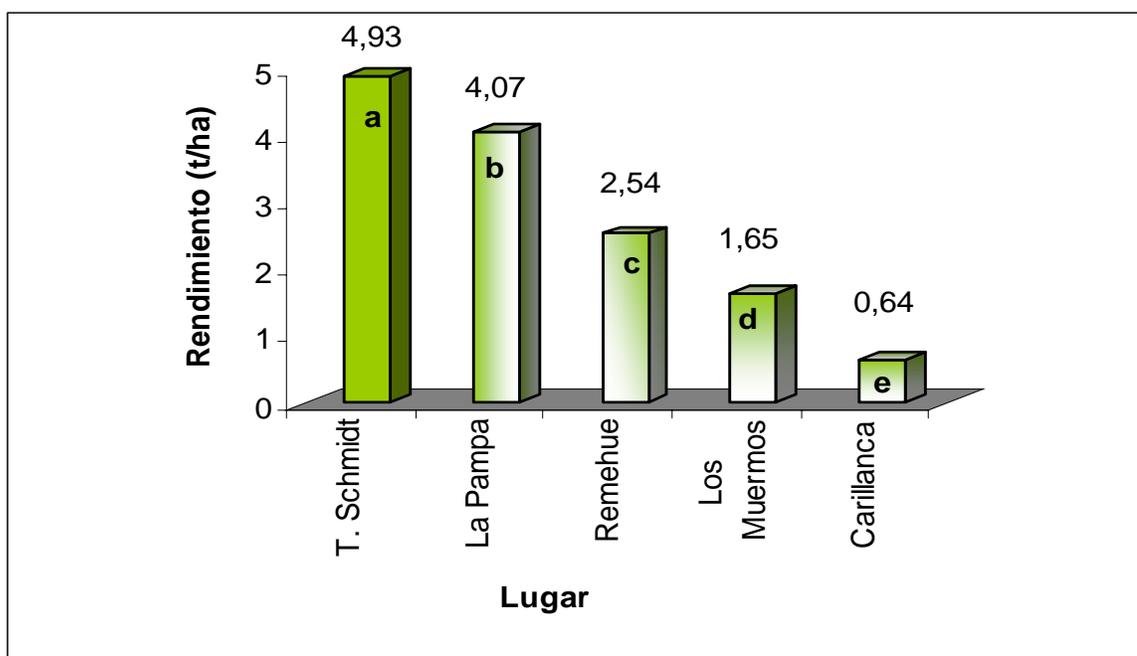
En la Figura 19 se presenta las medias mínimo cuadráticas de los rendimientos evaluados para producción comercial en los diferentes lugares de la IX y X región, donde se muestra que existe diferencia significativa en todos los lugares. El mayor rendimiento lo obtiene el sector Remehue, debido que en este sector se utilizó riego en los ensayos experimentales y no así, en los demás lugares. El menor rendimiento lo presenta los sectores Carillanca y Teodoro Schmidt.



Letras diferentes dentro de la columna indica diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0,05$ )

**FIGURA 19 Medias mínimo cuadráticas de rendimiento comercial (t/ha) para los diferentes lugares de la IX y X región.**

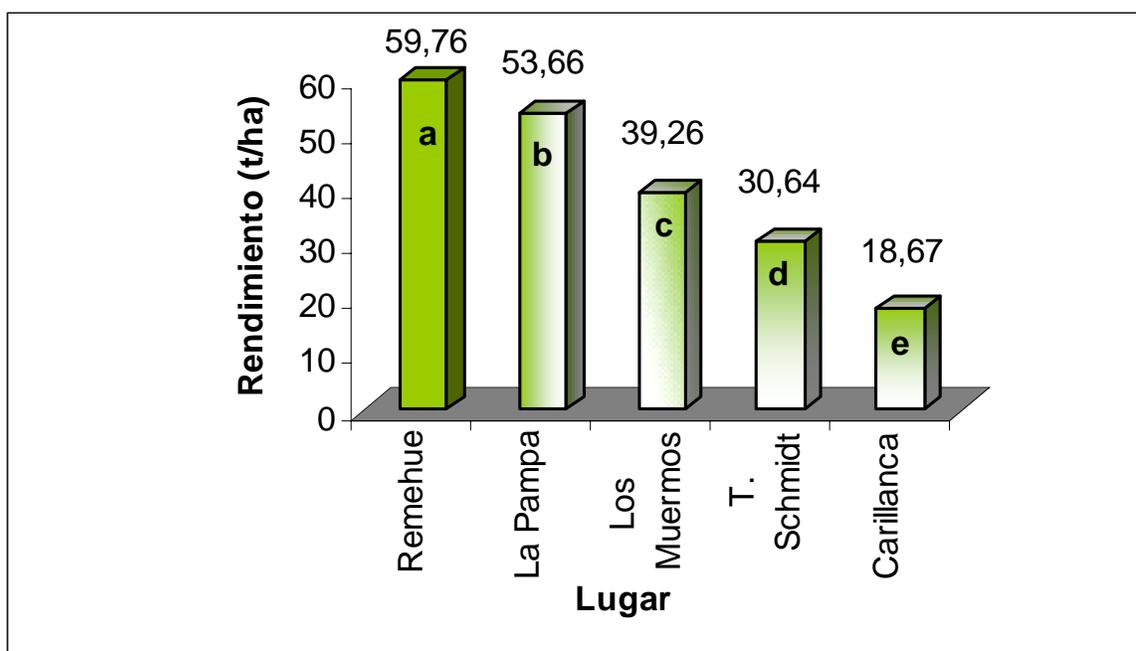
Las Medias mínimo cuadráticas de los rendimientos evaluados para papa desecho en diferentes lugares de la IX y X región se muestran en la Figura 20, donde se aprecia que existe diferencia significativa en todos los lugares, teniendo el mayor rendimiento de papa desecho en los sectores Teodoro Schmidt y La Pampa y el menor rendimiento lo presenta el sector Carillanca.



Letras diferentes dentro de la columna indica diferencia estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ )

**FIGURA 20 Medias mínimo cuadráticas de Rendimiento desecho (t/ha) para los diferentes lugares de la IX y X región.**

Las Medias mínimo cuadráticas de los rendimientos totales evaluados en diferentes lugares de la IX y X región se muestran en la Figura 21, donde se puede apreciar que existen diferencias significativas en todos los lugares, donde el sector que presentó mayor rendimiento total es el sector Remehue seguido por La Pampa y, el de menor rendimiento el sector Carillanca con un valor de 18,67 t/ha siendo significativamente menor que el resto de los lugares.



Letras diferentes dentro de la columna indica diferencia estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ )

**FIGURA 21 Medias mínimo cuadráticas de Rendimiento total (t/ha) para los diferentes lugares de la IX y X Región.**

### 4.3 Costos de cada tratamiento.

Este parámetro se utilizó para poder determinar que tratamiento es mejor en cuanto a sus costos de aplicación de fungicidas, al comparar entre tratamientos de cada lugar. En este ítem no se tomo en cuenta el tratamiento testigo, al no tener costos de aplicación de productos de fungicidas.

**4.3.1 Costos de cada tratamiento en la IX Región.** En el Cuadro 17 se presenta el costo de cada producto fungicida aplicado en cada tratamiento en los diferentes lugares de la IX región. Se observa que existe diferencias en el número de aplicaciones de productos de fungicidas entre los mismos tratamientos de cada lugar, por lo que es difícil comparar entre lugares sus costos. Debido a lo anteriormente indicado, se analizó por sectores.

- INIA-Carillanca: Sembrada el 4 Noviembre del 2004. Cultivar Desirée.

En esta parcela se realizaron todas las aplicaciones con productos de contacto. Al comparar el precio por aplicación entre tratamientos, el que presenta mayor costo por hectárea es el tratamiento con aplicación a calendario fijo (T2), al recibir 6 aplicaciones y, los tratamientos restantes, que son aplicación con el sistema de alerta temprana (T3) y aplicación a calendario fijo alternativa (T4), presentan el mismo número de aplicaciones, donde el que presenta menor costo por aplicación de fungicida, es T4 al recibir solamente el producto Mancozeb con un valor de \$56.860 /hectárea. Cabe destacar que en esta estación se utilizó el sistema DACOM de alarma. Esta parcela se estableció sin riego.

- Teodoro Schmidt (Liceo Cristo rey, Teodoro Schmidt, IX región): Sembrada el 14 de Octubre. Cultivar Desirée.

En esta parcela se estableció en el Liceo Cristo Rey de Teodoro Schmidt con una gran participación de los estudiantes en esta actividad. El T2 es el que presenta el mayor número de aplicaciones de fungicidas, por el cual tiene el mayor costo por aplicación, con \$90.176/hectárea al recibir una aplicación de Mancozeb y 4 de Clorotalonil, después le sigue con 4 aplicaciones el T4, con un costo de \$82.800/hectárea y el menor costo lo presenta el T3, con \$59.103/hectárea con 3 aplicaciones. Debido a lo anteriormente descrito, es importante tener en cuenta el costo de los productos fungicidas, ya que nos van a indicar que producto aplicar para disminuir el costo por hectárea. Esta parcela estuvo sin riego.

**CUADRO 17 Determinación de costos de los productos fungicidas de la IX Región.**

| Tipo de tratamiento | Nombre ingrediente activo | Nº aplicación | Dosis/ha | Total Dosis/ha | \$/producto* | \$/ha   |
|---------------------|---------------------------|---------------|----------|----------------|--------------|---------|
| <b>Carillanca</b>   |                           |               |          |                |              |         |
| A calendario fijo   | Mancozeb                  | 1             | 2,0 Kg   | 2,0 Kg         | 5.686        | 11.372  |
|                     | Clorotanilil              | 5             | 1,5 L    | 7,5 L          | 13.134       | 98.505  |
|                     |                           |               |          |                | Total        | 109.877 |
| Pronosticador       | Mancozeb                  | 1             | 2,0 Kg   | 2,0 Kg         | 5.686        | 11.372  |
|                     | Clorotanilil              | 4             | 1,5 L    | 6,0 L          | 13.134       | 78.804  |
|                     |                           |               |          |                | Total        | 90.176  |
| Alternativa         | Mancozeb                  | 5             | 2,0 Kg   | 10,0 Kg        | 5.686        | 56.860  |
|                     |                           |               |          |                | Total        | 56.860  |
| <b>T. Schmidt</b>   |                           |               |          |                |              |         |
| A calendario fijo   | Mancozeb                  | 1             | 2,0 Kg   | 2,0 Kg         | 5.686        | 11.372  |
|                     | Clorotanilil              | 4             | 1,5 L    | 6,0 L          | 13.134       | 78.804  |
|                     |                           |               |          |                | Total        | 90.176  |
| Pronosticador       | Clorotanilil              | 3             | 1,5 L    | 4,5 L          | 13.134       | 59.103  |
|                     |                           |               |          |                | Total        | 59.103  |
| Alternativa         | Sulfato cuprocalcico      | 4             | 3,0 Kg   | 12,0 Kg        | 6.900        | 82.800  |
|                     |                           |               |          |                | Total        | 82.800  |

\* Los precios de cada producto fungicida, fueron cotizados en diferentes empresas de insumos agrícolas de Osorno en Enero del 2005.

**4.3.2 Costos de cada tratamiento en la X Región.** En el Cuadro 18 se presenta al igual que el Cuadro anterior, el costo de cada producto fungicida aplicado en cada tratamiento en los diferentes lugares, pero en este caso de la X región, existiendo pocas diferencias en el número de aplicaciones de productos fungicidas al comparar el mismo tratamiento en diferentes lugares y, entre tratamientos en cada lugar.

En los sectores de la X región como IX región, se utilizaron los mismos productos (mancozeb y clorotanilil) para el tratamiento con aplicación a calendario fijo (T2). En la X región este tratamiento tuvo un costo de \$90.176 /hectárea en todos los lugares excepto en Remehue en que su costo de aplicación fue más alta al tener una aplicación más. En el sector de Los Muermos como La Pampa el costo por aplicación en el tratamiento pronosticador (T3) es el mismo, tanto en su precio como en el número de aplicaciones. En cuanto a la aplicación fijo alternativa (T4), el menor costo por

hectárea lo representa el sector Los Muermos al utilizar cuatro aplicaciones con el producto Thiuram.

A continuación se presenta el análisis por sector:

- INIA-Remehue (Osorno, X región): Sembrada el 10 de Noviembre del 2004. Cultivar Yagana.

En esta parcela se realizaron 6 aplicaciones en el tratamiento con aplicación a calendario fijo (T2) con productos de contacto y 5 en los tratamientos restantes. En los tratamientos restantes presentan un mayor costo por aplicación por hectárea al incluir el producto Ridomil (ingrediente activo son Mefenoxam-Mancozeb), cuyo valor es \$31.163/ha. El experimento estuvo bajo riego por aspersión.

- Los Muermos (predio Sr. Teodoro Rosemberg, Los Muermos, X región): Sembrada el 9 de Noviembre del 2004. Cultivar Desirée.

En esta parcela se realizaron todas las aplicaciones con productos de contacto. El tratamiento con aplicación a calendario fijo (T2) y el de pronosticador (T3) recibieron 5 aplicaciones, la primera aplicación fue con Mancozeb y el resto con Clorotalonil, mientras que el tratamiento con aplicación a calendario fijo alternativa (T4) recibió 4 aplicaciones de Thiuram, por lo que tuvo un menor costo que los otros tratamientos. Esta parcela se estableció sin riego.

- INIA-La Pampa (Purranque, X región): Sembrada el 18 de Noviembre del 2004. Cultivar Yagana.

Estas parcelas recibieron 5 aplicaciones en todos los tratamientos, todos con productos de contacto, excepto el tratamiento con aplicación a calendario fijo alternativa (T4) que recibió una aplicación de Ridomil, por ello el costo fue más alto que los demás tratamientos, con una diferencia de \$35.000 aproximadamente. Esta parcela se estableció sin riego.

**CUADRO 18 Determinación de costos de los productos fungicidas de la X Región.**

| Tipo de tratamiento | Nombre ingrediente activo | Nº aplicación | Dosis /ha | Total Dosis/ha | \$/producto* | \$/ha   |
|---------------------|---------------------------|---------------|-----------|----------------|--------------|---------|
| <b>La Pampa</b>     |                           |               |           |                |              |         |
| Calendario fijo     | Mancozeb                  | 1             | 2,0 Kg    | 2,0 Kg         | 5.686        | 11.372  |
|                     | Clorotanilil              | 4             | 1,5 L     | 6,0 L          | 13.134       | 78.804  |
|                     |                           |               |           |                | Total        | 90.176  |
| Pronosticador       | Mancozeb                  | 1             | 2,0 Kg    | 2,0 kg         | 5.686        | 11.372  |
|                     | Clorotanilil              | 4             | 1,5 L     | 6,0 L          | 13.134       | 78.804  |
|                     |                           |               |           |                | Total        | 90.176  |
| Alternativa         | Thiuram                   | 4             | 2,0 Kg    | 8,0 Kg         | 5.947        | 47.576  |
|                     | Mefenoxam + Mancozeb      | 1             | 2,5 Kg    | 2,5 Kg         | 31.163       | 77.908  |
|                     |                           |               |           |                | Total        | 125.484 |
| <b>Remehue</b>      |                           |               |           |                |              |         |
| Calendario fijo     | Mancozeb                  | 1             | 2,0 Kg    | 2,0 Kg         | 5.686        | 11.372  |
|                     | Clorotanilil              | 5             | 1,5 L     | 7,5 L          | 13.134       | 98.505  |
|                     |                           |               |           |                | Total        | 109.877 |
| Pronosticador       | Mancozeb                  | 2             | 2,0 Kg    | 4,0 Kg         | 5.686        | 22.744  |
|                     | Clorotanilil              | 2             | 1,5 L     | 3,0 L          | 13.134       | 39.402  |
|                     | Mefenoxam + Mancozeb      | 1             | 2,5 Kg    | 2,5 Kg         | 31.163       | 77.908  |
|                     |                           |               |           |                | Total        | 140.054 |
| Alternativa         | Thiuram                   | 1             | 2,0 Kg    | 2,0 Kg         | 5.947        | 11.894  |
|                     | Mancozeb                  | 1             | 2,0 kg    | 2,0 Kg         | 5.686        | 11.372  |
|                     | Clorotanilil              | 2             | 1,5 L     | 3,0 L          | 13.134       | 39.402  |
|                     | Mefenoxam + Mancozeb      | 1             | 2,5 kg    | 2,5 Kg         | 31.163       | 77.908  |
|                     |                           |               |           |                | Total        | 140.576 |
| <b>Los Muermos</b>  |                           |               |           |                |              |         |
| Calendario fijo     | Mancozeb                  | 1             | 2,0 kg    | 2,0 Kg         | 5.686        | 11.372  |
|                     | Clorotanilil              | 4             | 1,5 L     | 6,0 L          | 13.134       | 78.804  |
|                     |                           |               |           |                | Total        | 90.176  |
| Pronosticador       | Mancozeb                  | 1             | 2,0 Kg    | 2,0 Kg         | 5.686        | 11.372  |
|                     | Clorotanilil              | 4             | 1,5 L     | 6,0 L          | 13.134       | 78.804  |
|                     |                           |               |           |                | Total        | 90.176  |
| Alternativa         | Thiuram                   | 4             | 2,0 Kg    | 8,0 Kg         | 5.947        | 47.576  |
|                     |                           |               |           |                | Total        | 47.576  |

\* Los precios de cada producto fungicida, fueron cotizados en diferentes empresas de insumos agrícolas de Osorno en Enero del 2005.

#### 4.4 Efecto del costo de aplicación de fungicidas sobre el rendimiento incremental.

Para determinar el monto gastado de aplicación de fungicidas por cada tonelada adicional obtenida con respecto del tratamiento testigo (T1) se necesitó el \$/ha (Cuadro 17 y 18) y el rendimiento total (t/ha) de cada tratamiento en los diferentes localidades de las regiones IX y X (Cuadro 19).

**CUADRO 19 Rendimiento Total (t) de cada tratamiento en los diferentes localidades de la IX y X Región.**

|    | Carillanca | T. Schmidt | Remehue | La Pampa | Los Muermos |
|----|------------|------------|---------|----------|-------------|
| T1 | 16,65      | 21,28      | 46,53   | 48,27    | 35,25       |
| T2 | 20,12      | 30,65      | 61,41   | 54,60    | 42,25       |
| T3 | 18,40      | 31,76      | 65,54   | 54,72    | 39,18       |
| T4 | 19,54      | 38,88      | 65,53   | 57,04    | 40,35       |

En el Cuadro 20 se presenta el rendimiento adicional de cada tratamiento, al restar el tratamiento 2, 3 y 4 al tratamiento testigo.

**CUADRO 20 Rendimiento adicional de cada tratamiento con respecto al testigo.**

|    | Carillanca | T. Schmidt | Remehue | La Pampa | Los Muermos |
|----|------------|------------|---------|----------|-------------|
| T2 | 3,47       | 9,37       | 14,88   | 6,33     | 7,00        |
| T3 | 1,75       | 10,48      | 19,01   | 6,45     | 3,93        |
| T4 | 2,89       | 17,60      | 19,00   | 8,77     | 5,10        |

Con los resultados mostrados en el Cuadro 20 se puede obtener el costo/rendimiento adicional de cada tratamiento y así, mostrar que tratamiento es más económico en las diferentes localidades (Cuadro 21).

**CUADRO 21 Costo de producir una tonelada de rendimiento adicional de cada tratamiento en las diferentes localidades de las regiones IX y X.**

|    | Carillanca<br>(\$/t) | T. Schmidt<br>(\$/t) | Remehue<br>(\$/t) | La Pampa<br>(\$/t) | Los Muermos<br>(\$/t) |
|----|----------------------|----------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|
| T2 | 31.665               | 9.624                | 7.384             | 14.246             | 12.882                |
| T3 | 51.529               | 5.640                | 7.367             | 13.981             | 22.946                |
| T4 | 19.675               | 4.705                | 7.399             | 14.308             | 9.329                 |

En el Cuadro 21 se observa que, en el sector Carillanca, Teodoro Schmidt y Los Muermos el tratamiento más económico lo representa el T4 o aplicación fija alternativa. El sector Carillanca presenta una diferencia de \$11.990 con el T2 y \$31.854 con el T3. En el sector Teodoro Schmidt, esta diferencia no es tan significativa como en el sector anterior, existiendo una diferencia de \$4.919 con el T2 y de \$935 con el T3 y en el sector los Muermos la diferencia es de \$3.553 con el T2 y \$13.617 con el T3. En cuanto al sector Remehue y La Pampa se puede apreciar que el costo/rendimiento adicional de los tres tratamientos son muy similares, no pudiéndose hacer diferencias entre ellos y determinar cual es más económico.

#### **4.5 Estudio financiero del proyecto.**

Este estudio determinó la inversión para poner en marcha el proyecto, como también los costos totales anuales, el flujo de caja anual, para la evaluación económica.

Para uniformizar este estudio, todo el análisis económico se expresó en unidades de pesos netos (\$) sin IVA.

**4.5.1 Inversiones previas a la puesta en marcha.** Estos se componen del conjunto de bienes que no serán motivo de transacciones y donde se asume

que serán incurridos una sola vez y al inicio del proyecto y se denominan activos fijos.

En el presente proyecto la inversión se compone del siguiente equipamiento:

**CUADRO 22 Activos fijos del servicio de alerta temprana.**

| Equipamiento               | Costo unitario(\$) | Cantidad | Costo Total (\$)  |
|----------------------------|--------------------|----------|-------------------|
| Modulo de comunicación(*)  | 139.496            | 10       | 1.394.958         |
| PC genérico Servidor       | 504.201            | 1        | 504.201           |
| Batería (*)                | 30.000             | 10       | 300.000           |
| Estaciones metereológicas  |                    |          |                   |
| DL 2                       | 2.992.015          | 2        | 5.984.030         |
| Hog                        | 2.544.567          | 1        | 2.544.567         |
| HL-20                      | 2.400.000          | 3        | 7.200.000         |
| Vantage Pro2               | 1.550.000          | 1        | 1.550.000         |
| CR10X                      | 3.805.799          | 3        | 11.417.397        |
| Software pronosticador (*) | 1.500.000          | 1        | 1.500.000         |
| Cerco para estaciones      | 13.414             | 10       | 134.140           |
| <b>Total inversión</b>     |                    |          | <b>32.529.293</b> |

(\*) Fuente 8/

- Estaciones meteorológicas. El valor de las 10 estaciones meteorológicas fue valorizado según su valor de mercado, el cual fue cotizado en diferentes empresas de Santiago, tales como AMBIMET Ltda., IVENS S.A. y TECNIPAK.

- Cerco para estaciones meteorológicas. El costo de esta construcción necesaria para el proyecto fue determinado según los metros de construcción a un costo de \$880/m con una altura de 1.5 m. En este caso se necesitaron 12 m de malla para cercar una estación meteorológica y además, se necesitaron los polines para el soporte de este, que en total son 4 por cerco, cuyo valor unitario es de \$1.500. Estos valores fueron cotizados en la empresa Sodimac-Osorno.

---

8/ Bravo, Rodrigo. (2006). Ing. Agr. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA-Remehue. Osorno. Comunicación personal.

- PC genérico Servidor. El precio del computador se cotizó en una empresa de Osorno, las cuales tiene las siguientes características: Pentium III, 512 RAM y de 80 GB.

**4.5.2 Costos anuales.** Según el método de costeo gerencial, los costos se clasifican en estructurales o fijos y costos de operación o variables. Ambos costos se utilizaron a lo largo de la vida productiva del proyecto.

- Costos fijos. Son aquellos costos a incurrir durante la realización del presente estudio, independientes del nivel de servicios entregados en el proyecto. Los montos resultantes se aprecian en el Cuadro 23 y el detalle en el Anexo 3.

**CUADRO 23 Costos fijos anuales.**

| Costos fijos anuales      | Total anual (\$) |
|---------------------------|------------------|
| Salario 1 agrónomo (*)    | 2.160.000        |
| Salario 1 técnico (*)     | 1.680.000        |
| Salario 1 informático (*) | 1.200.000        |
| Costo de supervisión      |                  |
| viáticos                  | 120.000          |
| combustibles              |                  |
| Osorno-Temuco             | 176.774          |
| Osorno-Castro             | 192.456          |
| peajes                    |                  |
| Osorno-Temuco             | 108.000          |
| Osorno-Castro             | 54.000           |
| transbordador             | 157.464          |
| Internet                  | 111.780          |
| <b>Total costos fijos</b> | <b>5.960.474</b> |

(\*) Datos estimativos, según el mercado actual.

Cabe señalar que el costo del recurso humano, representado por un agrónomo, un técnico y un informático, será rebajado, al considerar únicamente las horas de trabajo para este proyecto. En cuanto al primero y segundo empleado, trabajarán 54 y 72 horas mensuales respectivamente, el tercer

empleado se considerará 45 horas mensuales, ya que tiene la función de hacer mantenimiento dos veces al mes al PC genérico Servidor por la cantidad de archivos almacenados y hacer respaldos de estos. Los montos resultantes pueden ser apreciados en el Cuadro 23.

En el Cuadro 24 se presenta los resultados de todos los Activos depreciados, utilizando una vida útil de 5 años para el módulo de comunicación y PC genérico Servidor y, 10 años para el resto de los activos.

**CUADRO 24 Depreciación (D) de los activos fijos.**

| Ítem                      | Unidad | Vida útil (años) | Valor inicial Vi (\$) | Valor residual Vr (\$) | D anual Total (\$) |
|---------------------------|--------|------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|
| Modulo de comunicación    | 10     | 5                | 139.496               | 13.950                 | 251.092            |
| PC genérico Servidor      | 1      | 5                | 504.201               | 50.420                 | 90.756             |
| Batería                   | 10     | 10               | 30.000                | 3.000                  | 27.000             |
| Estaciones metereológicas |        |                  |                       |                        |                    |
| DL 2                      | 2      | 10               | 2.992.015             | 299.202                | 538.563            |
| Hog                       | 1      | 10               | 2.544.567             | 254.457                | 229.011            |
| HL-20                     | 3      | 10               | 2.400.000             | 240.000                | 648.000            |
| Vantage Pro2              | 1      | 10               | 1.550.000             | 155.000                | 139.500            |
| CR10X                     | 3      | 10               | 3.805.799             | 380.580                | 1.027.566          |
| Software pronosticador    | 1      | 10               | 1.500.000             | 150.000                | 135.000            |
| Cerco para estaciones     | 10     | 10               | 13.414                | 1.341                  | 12.073             |
| <b>Total</b>              |        |                  | <b>15.479.492</b>     | <b>1.547.949</b>       | <b>3.098.561</b>   |

- Costos variables. Son aquellos costos que dependen de las unidades productivas. Dentro de este ítem se incluye el costo de comunicación, fungible e imprevisto. Este último comprende el costo con Mega bites (MB) dentro del ítem de comunicación y se considero un 20% más de llamada por estación meteorológica durante el año al tener problemas de comunicación. También, se adjunta al ítem de imprevistos el costo por supervisión a las estaciones que presentan dificultad en la entrega de los datos meteorológicos, para el cual se estimó 2 salidas de terreno por estación meteorológica al año en caso de un imprevisto en este problema (ver detalle en el Anexo 3).

En el ítem de comunicación en el Cuadro 25, se puede observar dos tipos de costo por llamada, el costo a través de MB, donde se calculó con cada bajada de datos que se hace diariamente desde cada estación meteorológica al servidor. Estos datos quedan almacenados en archivos que pesa aproximadamente 300 KB, que al transformarlo en MB es de 0.3 MB. La empresa que presta este servicio de comunicación es ENTEL y cobra \$405/MB, y se calculó con 8 estaciones que presentan este sistema. En cuanto al costo con prepago, lo utilizan 2 estaciones meteorológicas con una tarjeta que tiene un costo de \$2.835 cuya duración es de aproximadamente de 3 meses, la empresa que presta este servicio es MOVISTAR.

**CUADRO 25 Costos variables.**

| Ítem                          | Costo anual (\$) |
|-------------------------------|------------------|
| Comunicación                  |                  |
| valor fijo mensual            | 311.040          |
| costo con MB                  | 354.780          |
| costo con prepago             | 22.680           |
| Imprevistos                   |                  |
| Comunicación                  |                  |
| costo con MB                  | 70.956           |
| Costo por supervisión         |                  |
| Viáticos                      | 100.000          |
| Combustibles                  |                  |
| Osorno-Temuco                 | 294.624          |
| Osorno-Castro                 | 320.760          |
| Peajes                        |                  |
| Osorno-Temuco                 | 180.000          |
| Osorno-Castro                 | 70.000           |
| Transbordador                 | 262.440          |
| Fungibles                     | 405.000          |
| <b>Total costos variables</b> | <b>2.392.280</b> |

**4.5.3 Reinversiones y nuevas inversiones.** Durante el transcurso del proyecto, fue necesario reinvertir capital en bienes de corta vida útil, en este caso, el PC genérico Servidor y el Modulo de comunicación, ya que tienen una vida útil de 5 años cada uno. Además, se incorporó una estación meteorológica

en caso de una pérdida total de una de ellas en el quinto año de este estudio. El resumen de costos a incurrir, se aprecia en el Cuadro 26 y 27.

**CUADRO 26 Reinversión de activos fijos, durante el período del proyecto.**

| Ítem                   | valor (\$) | unidades | año 5     |
|------------------------|------------|----------|-----------|
| Modulo de comunicación | 139.496    | 10       | 1.394.958 |
| PC genérico Servidor   | 504.201    | 1        | 504.201   |
| Total                  |            |          | 1.899.159 |

**CUADRO 27 Nuevas inversiones durante la vida del proyecto.**

| Ítem                   | valor (\$) | unidades | año 5     |
|------------------------|------------|----------|-----------|
| Estación metereológica | 2.869.599  | 1        | 2.869.599 |
| Total                  |            |          | 2.869.599 |

Ahora, la suma de los costos totales se presenta en el Cuadro 28.

**CUADRO 28 Costos anuales.**

| Ítem             |           |
|------------------|-----------|
| Costos Fijos     | 5.960.474 |
| Costos variables | 2.392.280 |
| Total            | 8.352.754 |

**4.5.4 Ingresos brutos anuales y flujos de caja anual.** Los ingresos brutos producidos anualmente se utilizaron para solventar los costos totales anuales y de inversión, donde se necesitarán un total de \$15.322.512 anualmente para que el Valor actual de los beneficios netos (VABN) sea cero al 12% de la Tasa interna de retorno (TIR). Este interés se estipuló porque es una tasa que se

ocupa generalmente en los proyectos de investigación utilizando fondos públicos.

En cuanto al valor de desecho calculado, se deja estipulado que correspondió al monto de la inversión en activos fijos, más las reinversiones y nuevas inversiones en activos fijos realizadas al momento dado (5º año) (Anexo 2). Por tanto, al aplicar la ecuación 4.4, su valor contable será de \$4.687.729. El flujo de caja anual se presenta en el Cuadro 29.

**CUADRO 29 Flujo de caja anual**

| Item                      | año 0       | año 1      | año 2      | año 3      | año 4      | año 5      | año 6      | año 7      | año 8      | año 9      | año 10     |
|---------------------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Ingresos brutos</b>    |             | 15.322.512 | 15.322.512 | 15.322.512 | 15.322.512 | 15.322.512 | 15.322.512 | 15.322.512 | 15.322.512 | 15.322.512 | 15.322.512 |
| C. variables              |             | 2.392.280  | 2.392.280  | 2.392.280  | 2.392.280  | 2.392.280  | 2.392.280  | 2.392.280  | 2.392.280  | 2.392.280  | 2.392.280  |
| C. fijos                  |             | 5.960.474  | 5.960.474  | 5.960.474  | 5.960.474  | 5.960.474  | 5.960.474  | 5.960.474  | 5.960.474  | 5.960.474  | 5.960.474  |
| Gtos. Adm.                |             | 417.638    | 417.638    | 417.638    | 417.638    | 417.638    | 417.638    | 417.638    | 417.638    | 417.638    | 417.638    |
| Dep. activos fijos        |             | 3.098.561  | 3.098.561  | 3.098.561  | 3.098.561  | 3.098.561  | 3.098.561  | 3.098.561  | 3.098.561  | 3.098.561  | 3.098.561  |
| <b>Costos totales</b>     |             | 11.868.953 | 11.868.953 | 11.868.953 | 11.868.953 | 11.868.953 | 11.868.953 | 11.868.953 | 11.868.953 | 11.868.953 | 11.868.953 |
| <b>Utilidad bruta</b>     |             | 3.453.559  | 3.453.559  | 3.453.559  | 3.453.559  | 3.453.559  | 3.453.559  | 3.453.559  | 3.453.559  | 3.453.559  | 3.453.559  |
| <b>Impuesto (17%)</b>     |             | 587.105    | 587.105    | 587.105    | 587.105    | 587.105    | 587.105    | 587.105    | 587.105    | 587.105    | 518.034    |
| <b>Utilidad neta</b>      |             | 2.866.454  | 2.866.454  | 2.866.454  | 2.866.454  | 2.866.454  | 2.866.454  | 2.866.454  | 2.866.454  | 2.866.454  | 2.935.525  |
| <b>Dep. activos fijos</b> |             | 3.098.561  | 3.098.561  | 3.098.561  | 3.098.561  | 3.098.561  | 3.098.561  | 3.098.561  | 3.098.561  | 3.098.561  | 3.098.561  |
| <b>Activos fijos</b>      | -32.529.293 |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| <b>Reinversión</b>        |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| PC genérico               | -286.101    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Modulo de comun.          | -791.540    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| <b>Nueva inversión</b>    |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Estac. Met.               | -1.628.291  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| <b>V. desecho</b>         |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            | 4.687.729  |
| <b>Flujo de caja</b>      | -35.235.225 | 5.965.015  | 5.965.015  | 5.965.015  | 5.965.015  | 5.965.015  | 5.965.015  | 5.965.015  | 5.965.015  | 5.965.015  | 10.721.815 |

Nota: Las reinversiones e inversiones realizadas en el año 5, fueron actualizadas y sumadas a la inversión inicial, para calcular el VABN y TIR.

Indicadores económicos obtenidos del Cuadro 29:

VABN al décimo año (\$) 1

TIR al décimo año (%) 12.00

#### 4.6 Evaluación financiera del proyecto.

A continuación se calculan algunos índices económicos con el objetivo de analizar la rentabilidad del proyecto.

**4.6.1 Cálculo del VAN y TIR.** Para el cálculo de rentabilidad del proyecto se evaluaron dos indicadores económicos, la TIR y el VABN.

**CUADRO 30 Valor actual de los beneficios netos (VABN) y tasa interna de retorno (TIR).**

| Año | Flujo de caja  | Flujo de caja actualizado |
|-----|----------------|---------------------------|
| 0   | -35.235.225    | -35.235.225               |
| 1   | 5.965.015      | 5.325.906                 |
| 2   | 5.965.015      | 4.755.273                 |
| 3   | 5.965.015      | 4.245.780                 |
| 4   | 5.965.015      | 3.790.875                 |
| 5   | 5.965.015      | 3.384.710                 |
| 6   | 5.965.015      | 3.022.062                 |
| 7   | 5.965.015      | 2.698.270                 |
| 8   | 5.965.015      | 2.409.170                 |
| 9   | 5.965.015      | 2.151.044                 |
| 10  | 10.721.815     | 3.452.138                 |
|     | VABN (al 12%): | \$ 1                      |
|     | TIR            | 12%                       |

El Cuadro 30, muestra que la tasa interna de retorno (TIR) es de 12% y el valor actual de los beneficios netos (VABN) es de \$1 pesos aproximadamente.

De acuerdo al criterio del VABN, el proyecto sería aceptado ya que el resultado dio positivo y, con respecto al criterio del TIR, también indicaría la

aceptación de este proyecto al comparar la tasa interna de retorno  $r$  con la tasa utilizada como tasa de descuento  $i$ , presentando ambas el mismo resultado-12%. Con los resultados arrojados por estas dos herramientas financieras, nos están indicando que este proyecto no es una buena alternativa en cuanto a medir rentabilidad, ya que el objetivo que persigue este estudio es solo solventar los costos operacionales anuales sin perseguir utilidades.

**4.6.2 Punto de equilibrio.** El punto de equilibrio de este proyecto para el tercer año es de 39% (Anexo 4), lo que significa que el 39% de los ingresos brutos estaría cubriendo los costos totales; es decir, que en este punto no se gana ni se pierde, pero a partir del cual se generan utilidades.

#### **4.7 Estimación de la demanda potencial.**

A partir del VI Censo Nacional Agropecuario 1997 (ODEPA, 2002), sobre el cultivo de papa, en las regiones de La Araucanía y Los Lagos, información que se presenta en el Cuadro 31, donde se incluyen como variables el número de explotaciones, superficie cultivada con papa (ha) y producción (t) según el tipo de productor y rango de rendimiento, se puede definir el tipo de demandante para este servicio al calcular la superficie y rendimiento promedio de cada tipo de nivel productivo (bajo, medio y alto). La superficie promedio se puede obtener a partir de las variables tanto de superficie cultivada con papa como el número de explotaciones, y en cuanto al rendimiento promedio, se puede calcular con la superficie determinado anteriormente y la producción en toneladas de cada superficie cultivada con papa (Cuadro 32).

**CUADRO 31 Número de explotaciones, superficie y producción según el tipo de productor y rango de rendimiento de la IX y X Región.**

| Variables                          | Rendimiento       | Subsistencia | Pequeño<br>empresarial | Mediano | Grande | Sin<br>clasificar | Total  |
|------------------------------------|-------------------|--------------|------------------------|---------|--------|-------------------|--------|
| N° de explotaciones                | Bajo (15 t)       | 6.582        | 16.147                 | 342     | 186    | 81                | 23.338 |
|                                    | Medio (15 a 25 t) | 11.995       | 18.474                 | 683     | 380    | 119               | 31.651 |
|                                    | Alto (>25 t)      | 283          | 1.392                  | 168     | 104    | 10                | 1.957  |
| Superficie cultivada con papa (ha) | Bajo (15 t)       | 2.084        | 8.699                  | 970     | 1.264  | 20                | 13.037 |
|                                    | Medio (15 a 25 t) | 3.835        | 16.558                 | 3.032   | 3.392  | 36                | 26.853 |
|                                    | Alto (>25 t)      | 118          | 2.412                  | 768     | 1.060  | 2                 | 4.361  |
| Producción (t)                     | Bajo (15 t)       | 212          | 1032                   | 147     | 303    | 2                 | 1.696  |
|                                    | Medio (15 a 25 t) | 629          | 3052                   | 748     | 925    | 6                 | 5.360  |
|                                    | Alto (>25 t)      | 17           | 608                    | 223     | 365    | 0,5               | 1.215  |
| Total N° de explotaciones          |                   | 18.860       | 36.013                 | 1.193   | 670    | 210               | 56.946 |
| Total Superficie cultivada         |                   |              |                        |         |        |                   |        |
| Con papa (ha)                      |                   | 6.036        | 27.670                 | 4.770   | 5.716  | 58                | 44.250 |
| Total producción (t)               |                   | 858          | 4.692                  | 1.118   | 1.594  | 8,5               | 8.270  |

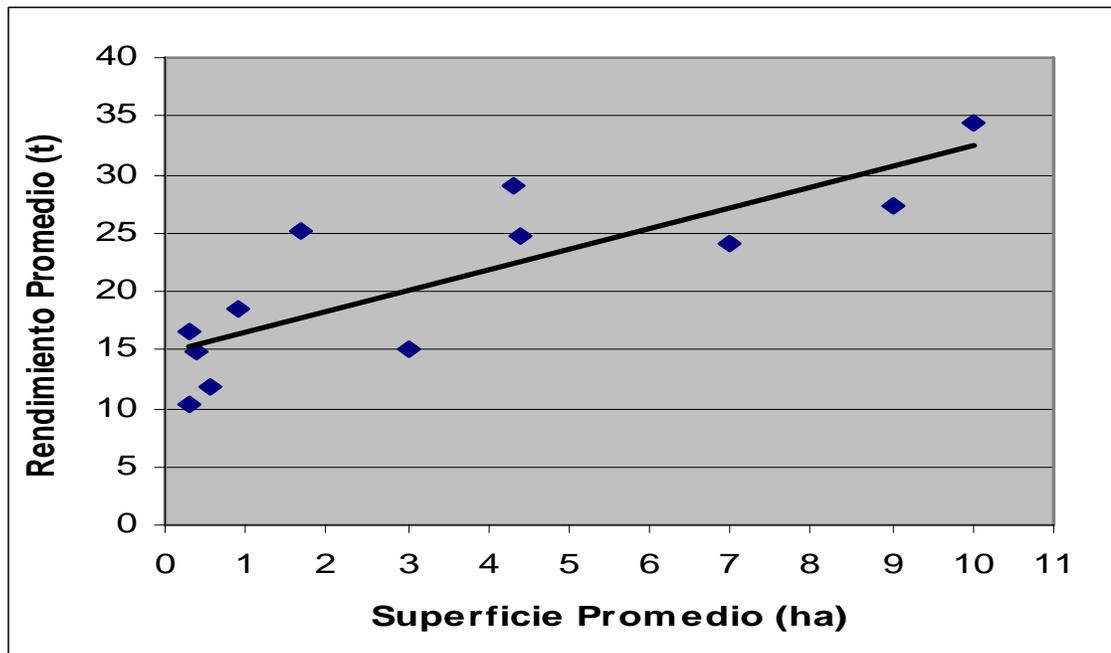
FUENTE: ODEPA (2002).

**CUADRO 32 Determinación de la Superficie y Rendimiento promedio.**

| Variables                      | Tipo agricultor según Rendimiento (t) |       |       |
|--------------------------------|---------------------------------------|-------|-------|
|                                | Bajo                                  | Medio | Alto  |
| <b>SUBSISTENCIA</b>            |                                       |       |       |
| Superficie promedio de cultivo | 0,32                                  | 0,32  | 0,40  |
| Rendimiento promedio           | 10,30                                 | 16,60 | 14,80 |
| <b>PEQ. EMPRESARIAL</b>        |                                       |       |       |
| Superficie promedio de cultivo | 0,54                                  | 0,90  | 1,73  |
| Rendimiento promedio           | 11,90                                 | 18,40 | 25,20 |
| <b>MEDIANO</b>                 |                                       |       |       |
| Superficie promedio de cultivo | 2,83                                  | 4,44  | 4,57  |
| Rendimiento promedio           | 15,10                                 | 24,70 | 29,00 |
| <b>GRANDE</b>                  |                                       |       |       |
| Superficie promedio de cultivo | 6,80                                  | 8,92  | 10,19 |
| Rendimiento promedio           | 24,00                                 | 27,30 | 34,50 |

Según la CORPORACIÓN DE FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN (CORFO) (1976), tomando como antecedente del Censo Nacional Agropecuario 1964/1965, en Chile, constituye cultivos de autoabastecimiento, aquellos que

tienen menos de 1 ha. o que anualmente cosechan menos de 50 qqm. De esta manera, en el Cuadro 32 se puede apreciar que los productores que siembran en pequeña escala presentan bajos promedios de rendimientos y un producto destinado fundamentalmente al autoabastecimiento, serían según la clasificación del tipo de productor, los de subsistencia y parte de los pequeños empresarios; dentro de estos, los que tienen rendimientos bajos y medios. Con respecto a los otros tipos de productores, ya sea, el mediano, grande y los pequeños empresarios con rendimiento alto, serían los productores que siembran en escalas mayores, con rendimientos superiores al promedio nacional y un producto destinado principalmente al mercado. Estos agricultores estarían representando el tipo de demandante que podría acceder a este servicio por las características recién mencionadas, donde se puede apreciar mejor en la Figura 22 que se presenta a continuación.



**FIGURA 22 Superficie y Rendimiento promedio según el tipo de agricultor.**

A continuación, se presenta en el Cuadro 33 la información recopilada por medio de encuestas a diferentes agricultores ubicados en los sectores de la IX y X región, para mostrar el manejo del tizón tardío en su cultivo. Se aprecia que agricultores con promedio de 50 hectáreas cultivadas, desarrollan manejo de esta enfermedad, con un costo muy alto, al utilizar productos curativos como Ridomil o Metalaxil, no así los pequeños agricultores que tienen en total entre 2-6 hectáreas cultivadas, los cuales no realizan ningún control para esta enfermedad.

**CUADRO 33 Manejo del Tizón tardío en diferentes tipos de agricultores.**

| Hectáreas cultivadas | Manejo del Tizón tardío en el cultivo | Incidencia del Tizón en el cultivo | Nombre comercial del producto | Dois de cada producto (Kg o L/ha) | \$/há Producto | Tipo de Rendimiento  |
|----------------------|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------------|----------------------|
| 25 há                | sí                                    | Baja                               | Ridomil Gold MZ               | 3,5 Kg                            | 43.628         | 70 t/ha Comercial    |
|                      |                                       |                                    | Bravo                         | 1,0 L                             | 8.756          | 7 t/ha Semilla       |
|                      |                                       |                                    | Score                         | 0,5 L                             | 27.750         | 3 t/ha Desecho       |
|                      |                                       |                                    | Mancozeb                      | 2,5 Kg                            | 7.108          |                      |
| TOTAL                |                                       |                                    |                               | 87.242                            |                |                      |
| 87 há                | sí                                    | Media                              | Ridomil Gold MZ               | 2,5 Kg                            | 31.163         | 50 t/ha Comercial    |
|                      |                                       |                                    | Bravo                         | 1,25 L                            | 10.945         | 12 t/ha Semilla      |
|                      |                                       |                                    | Mancozeb                      | 3,0 Kg                            | 8.529          | 3 t/ha Desecho       |
| TOTAL                |                                       |                                    |                               | 50.637                            |                |                      |
| 53 há                | sí                                    | Media                              | Ridomil Gold MZ               | 2,5 Kg                            | 31.163         | 50 t/ha Comercial    |
|                      |                                       |                                    | Mancozeb                      | 3,0 Kg                            | 8.529          | -----                |
|                      |                                       |                                    | Score                         | 1,0 L                             | 27.750         | -----                |
| TOTAL                |                                       |                                    |                               | 67.442                            |                |                      |
| 50 há                | sí                                    | Media                              | Metalaxil                     | 2,5 kg                            | 22.500         | 50 t/ha Comercial    |
|                      |                                       |                                    | Bravo                         | 1,0 L                             | 8.756          | 45 t/ha Semilla      |
|                      |                                       |                                    | Hortyl                        | 1,0 L                             | 5.500          | 2 t/ha Desecho       |
|                      |                                       |                                    | Mancozeb                      | 2,0 Kg                            | 7.108          |                      |
| TOTAL                |                                       |                                    |                               | 43.864                            |                |                      |
| 75 há                | sí                                    | Baja                               | Ridomil Gold MZ               | 2,5 Kg                            | 31.163         | 55-60 t/ha Comercial |
|                      |                                       | Media                              | Bravo                         | 1,2 L                             | 8.756          | 5-10 t/ha Semilla    |
|                      |                                       | Alta                               | Tatoo                         | 2,5 L                             | 32.450         | 2-5 t/ha Desecho     |
| TOTAL                |                                       |                                    |                               | 72.369                            |                |                      |
| 50 há                | sí                                    | Baja                               | Ridomil Gold MZ               | 2,0 Kg                            | 24.930         | -----                |
|                      |                                       |                                    | Fosfimax                      | 2,0 L                             | 10.000         | -----                |
|                      |                                       |                                    | Manzate                       | 2,0 Kg                            | 7.108          | -----                |
| TOTAL                |                                       |                                    |                               | 42.038                            |                |                      |
| 5 há                 | no                                    | -----                              | -----                         | -----                             |                | 50 t/ha Total        |
| 2 há                 | no                                    | -----                              | -----                         | -----                             |                | 45 t/ha Total        |
| 6 há                 | no                                    | -----                              | -----                         | -----                             |                | 50 t/ha Total        |

#### **4.8 Estimación de la demanda real.**

Según el Cuadro 31, se puede apreciar que la estimación de la demanda potencial de la IX y X región serían 3.255 explotaciones con una superficie de 12.898 hectáreas cultivadas con papa, lo que da un promedio por agricultor de 3,96 hectáreas, representados por el productor grande, mediano y el pequeño empresario; con rendimiento alto. De acuerdo a esto, la demanda real se evaluó a través del número de estaciones meteorológicas que presenta este estudio, con un total de 10 estaciones, donde cada una de ellas abarca una superficie de 40.000 hectáreas, obteniendo así, 400.000 hectáreas en total. En relación a lo anterior, al comparar el total de hectáreas de superficie que cubre este número de estaciones con las 12.898 hectáreas de superficie potenciales para este servicio de alerta temprana, se obtiene que por cada 31 hectáreas una hectárea debiera ser de papa, siendo este resultado imposible por considerar ya que no toda la superficie potencial de papa se ubicarán dentro del área de las 10 estaciones, por este motivo se muestra en el Cuadro 34 una estimación del precio del servicio equivalente a una cierta cantidad de usuarios posibles de acuerdo a la superficie que ellos abarcan dentro del área de las 10 estaciones meteorológicas. Esto porque no se puede asegurar una cantidad exacta de agricultores que se unirán a este servicio, por lo tanto en este Cuadro se observa diferentes números de usuarios y el precio del servicio que correspondería al costo anual por agricultor para la mantención de las estaciones, teniendo en cuenta que este valor va ser menor que el costo que hacen los agricultores con aplicación a calendario fijo y así generar un ahorro para el agricultor al disminuir el número de aplicaciones de fungicidas. El precio del servicio fue calculado entonces con el ingreso bruto del proyecto (\$15.322.512) y el número de los posibles usuarios, siendo cobrado durante la temporada del cultivo (6 meses).

**CUADRO 34 Precio del servicio según la estimación de los posibles usuarios de acuerdo a las hectáreas de papas abarcadas por las E.MA`s.**

| Nº de agricultores | Nº has de papa | Precio del servicio por agricultor (\$) |
|--------------------|----------------|---|
| 2525               | 1/40           | 6.068                                   |
| 1263               | 1/80           | 12.132                                  |
| 842                | 1/120          | 18.198                                  |
| 631                | 1/160          | 24.283                                  |
| 505                | 1/200          | 30.342                                  |
| 421                | 1/240          | 36.396                                  |
| 361                | 1/280          | 42.445                                  |
| 315                | 1/320          | 48.643                                  |
| 281                | 1/360          | 54.529                                  |
| 253                | 1/400          | 60.563                                  |
| 230                | 1/440          | 66.620                                  |
| 210                | 1/480          | 72.964                                  |

## 5 CONCLUSIONES

Un sistema de alerta temprana para detectar presencia de Tizón tardío en el cultivo de la papa, consiste en la recomendación de aplicación de fungicidas cuando se encuentran condiciones favorables para el desarrollo de esta enfermedad, señalando además, la ubicación donde la enfermedad ha sido reportada y para evitar el uso indiscriminado de fungicidas. Para esto, se utilizó la Normativa ISO 9000 para analizar el proceso desde la colecta de los datos climáticos hasta su posterior publicación, en el cual exige una serie de requisitos para el buen funcionamiento de este servicio. Según lo dicho anteriormente, este proyecto cumple con los requisitos exigidos, por lo que es aceptado como una alternativa de control de esta enfermedad y a la vez, de mejoramiento de los ingresos netos de los agricultores, al disminuir en algunas temporadas el número de aplicaciones.

Para establecer la efectividad del sistema de control para el tizón tardío de la papa, se utilizó el software SAS para comparar el rendimiento de 5 parcelas experimentales de la temporada 2004-2005. El cual, indico que no existe diferencia significativa entre los tratamiento T2, T3 y T4; excepto el tratamiento testigo (T1). Con esto, se puede concluir que cualquier control con productos fungicidas que se utilice se va a traducir en un mayor rendimiento, en comparación al no hacer ningún control. En cuanto el análisis que se hizo por sector, se obtuvo diferencias significativas en todos los lugares, donde el mayor rendimiento comercial y total fue en el sector INIA-Remehue, observándose el mayor rendimiento de desecho en el sector de Teodoro Schmidt.

En cuanto a los beneficios económicos en la producción de papa con un sistema de alerta temprana para el tizón tardío, se estimó a través del costo de fungicidas sobre el rendimiento incremental en las 5 localidades, donde dio como resultado que en el sector Carillanca, Teodoro Schmidt y Los Muermos, el tratamiento más económico lo representa el T4 o aplicación fija alternativa, al tener el menor costo/rendimiento adicional. En cuanto al sector INIA-Remehue y INIA-La Pampa se puede decir que el costo/rendimiento adicional de los tres tratamientos son casi iguales, donde no se puede hacer diferencias entre tratamientos y así determinar cual de ellos es más económico.

La demanda potencial del servicio de alerta temprana para el tizón tardío, se determinó según la información de la CORFO (1976), a partir del Censo Nacional Agropecuario 1964/1965, donde se pudo inferir que el productor mediano, grande y los pequeños empresarios con rendimiento alto, serían los productores que siembran en escalas mayores, con rendimientos superiores al promedio nacional y un producto destinado al mercado, siendo estos agricultores los que estarían representando el tipo de demandante que podría acceder a este servicio. En cuanto a la estimación de la demanda real, se estimó una cierta cantidad de agricultores posibles de acuerdo a la superficie que ellos abarcan dentro del área de las 10 estaciones meteorológicas y así poder cobrar el precio del servicio de alerta temprana, que corresponde al costo de mantención del servicio sin generar utilidades, teniendo en cuenta que este valor va a ser menor que el costo que hacen ellos con aplicación a calendario fijo.

De acuerdo a los indicadores de rentabilidad utilizados en este estudio (TIR y VABN), se desprende, de acuerdo al resultado del VABN, que el proyecto es rentable, siendo su resultado positivo (\$1) para el horizonte de 10 años en el cual fue evaluado. Con respecto a la tasa interna de retorno (TIR), esta es coincidente con el indicador anterior y señala la aceptación del proyecto

al comparar el índice obtenido con la tasa de descuento  $i$ , presentando ambas el mismo resultado- 12% -.

En consideración a lo anteriormente expuesto se acepta la hipótesis, en el sentido que la implementación de pronosticadores automatizados, para controlar el tizón tardío de la papa, es factible y económicamente viable, en los casos estudiados. No obstante, los resultados obtenidos podrían haber sido aún mejores, debido a que son los primeros indicios de una nueva tecnología que se quiere implementar para controlar el tizón tardío de la papa y que a futuro, se pretende mejorar con las experiencias que se ha adquirido en este proyecto.

## 6 RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objetivo de analizar la factibilidad de la implementación de pronosticadores automatizados para controlar el tizón tardío de la papa en la zona sur de Chile, a través de estudios de casos.

Se realizó un análisis del rendimiento obtenido de parcelas experimentales establecidas en la temporada 2004-2005 en zonas paperas importantes de la IX y X región, para el control de tizón tardío. En estas parcelas se compararon 4 tratamientos, siendo el T1: el testigo, sin aplicación de productos fungicidas; T2: aplicación a calendario fijo; T3: aplicación de acuerdo a la alarma DACOM y el T4: tratamiento calendario fijo alternativo. En cada lugar se establecieron estaciones meteorológicas para obtener información de temperatura, humedad relativa y precipitaciones. Dos de estas estaciones estaban conectadas vía telefonía móvil por lo tanto los datos de estas estaciones fueron utilizadas para estimar las alarmas de todos los sitios. También, se analizó en cada sector el costo/rendimiento incremental de cada tratamiento para determinar cual de ellos es económicamente factible de utilizar.

Para el análisis del funcionamiento del sistema de alarma en el tizón tardío de la papa se utilizó la Normativa ISO 9000, de modo de obtener una mayor confiabilidad en la recopilación de datos climáticos hasta su posterior procesamiento y así generar recomendaciones más exactas a los usuarios en el control de esta enfermedad.

El análisis económico financiero incluyó el cálculo de los siguientes índices: valor actual de los beneficios netos (VABN), tasa interna de retorno (TIR) y Punto de equilibrio.

De acuerdo a los resultados obtenidos de valores de \$1 y 12% de VABN y TIR respectivamente, se concluye que el sistema de pronóstico para la enfermedad en estudio es una alternativa viable para usuarios con rendimientos medios a altos.

## SUMMARY

The present study was carried out with the objective to analyze the feasibility of the implementation of a forecasting system to control potato late blight in the southern Chile, through case study.

The study considerer yield analysis of potato experimental plots established in the 2004-2005 growing season. In the experimental plots were evaluated four chemical treatments to control late blight, being T1: check control, unsprayed treatment; T2: scheduled spray; T3: sprayed according to DACOM forecasting system and T4: alternative scheduled chemical treatment. Weather stations were located close to the experimental sites. The weather data, such as daily temperature, relative humidity and rainfall, were obtained through remote connection for two of the stations. Then, the data for the other sites were estimated from those records. Additionally, the increasing cost/yield for each treatment and location was analyzed to determine economical feasible to be used.

For the analysis of the potato late blight forecasting system operation, the *Normativa ISO 9000* was followed to obtain confident weather data to process, and to generate exact recommendations to the users in the control of this disease.

The economic financial analysis included the calculation of the following indexes: Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR) and break even point.

According to this study, the potato late blight forecasting system obtained values of \$1 and 12% of VABN and TIR, respectively. Then, it is concluded that this system is a viable alternative to be implemented for users with medium and large yield.

## 7 BIBLIOGRAFIA

ACUÑA, I. 2003. Manejo integrado de enfermedades de la papa y tratamiento de semilla. . In: Seminario Avances en Producción de Papa en la IX Región. INIA Carillanca. Temuco, 3 de Septiembre. pp: 64-74.

\_\_\_\_\_. 2004a. El Tizón tardío de la papa y su manejo integrado. Especial de Papa. Revista Agrícola. Osorno, Chile. pp: 14–15.

\_\_\_\_\_. 2004b. Mejorando la calidad sanitaria de la papa con la incorporación de nuevas tecnologías de manejo productivo. Programas giras tecnológicas. Informe técnico. Fundación para la innovación agraria. pp: 9.

ACUÑA, I. y TORRES, H. 2000. El Tizón tardío de la papa. Osorno, Chile. Boletín N° 22.

AGRIOS, G. 1996. Tizón tardío de la papa. Fitopatología 1996. Limusa. México. pp: 317-324.

AGROANALISIS SUR. 1993. Situación actual del cultivo de la papa. Agosto (107):5-6.

\_\_\_\_\_. 1995. Papa. Análisis Actual y Perspectivas de la Producción. Enero (124):19-23.

\_\_\_\_\_. 1996. Papa. Mercado y Perspectivas para 1996/97. Diciembre (148):26-28.

\_\_\_\_\_. 1998. Principales mercados de papa consumo y semilla. Brasil y Venezuela. Junio (166):37-40.

\_\_\_\_\_. 1999. Papa. Exportaciones y Ventas a la Industria, dan más Estabilidad al Rubro. Agosto (180):40-44.

ACHIPA. 1999. Ficha técnica. Desirée. Agosto (2):13.

BRAVO, R. y HOLMBERG, G. 2003. Perspectivas y Desafíos tecnológicos del rubro papa. In: Seminario Avances en Producción de Papa en la IX Región. INIA Carillanca. Temuco, 3 de Septiembre. pp: 45-52.

BROOME, J. 2005. Disease Model Database. (On line). <<http://axp.ipm.ucdavis.edu/DISEASE/DATABASE/potatolateblight.html>> (6 abr. 2005).

CASTILLO, B. 1998. Estudio de factibilidad técnico-económico de un centro de acopio de papa en la localidad de Santa Rosa, comuna de Paillaco. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias agrarias. 124 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP). 2005. Tizón tardío. Manual de las enfermedades más importantes de la papa en el Perú. (On line). <<http://www.cipotato.org/training/Materials/HTorres/HTorresTT.pdf>> (23 sept. 2005).

CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE). 1997. VI Censo Nacional Agropecuario 1997. Resultados Preliminares. Impresos Universitaria S.A. Santiago. 443p.

CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA). 2003. In: Proyecto Uso de pronosticadores para el desarrollo de estrategias de manejo del Tizón tardío de la papa en la zona sur de Chile. INIA Remehue. Osorno, Diciembre. 118p.

CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA). 2004a. Desirée-INIA. Osorno, Chile. Informativo.

CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA). 2004b. Yagana-INIA. Osorno, Chile. Informativo.

\_\_\_\_\_. 2005. In: Proyecto Uso de pronosticadores para el desarrollo de estrategias de manejo del Tizón tardío de la papa en la zona sur de Chile. INIA Remehue. Osorno, Abril. 60p.

CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA, OFICINAS DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIAS (ODEPA). 2000. Clasificación de las explotaciones agrícolas del VI Censo Nacional Agropecuario según tipo de productor y localización geográfica. Documento de trabajo N° 5. (On line). <<http://www.odepa.cl/>> (11 mar. 2005).

CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA, OFICINAS DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIAS (ODEPA). 2005. Estadísticas macrosectoriales y productivas. (On line). <<http://www.odepa.cl/>> (4 abr. 2005).

CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA, OFICINAS DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIAS (ODEPA). 2006. Base de datos de precios agropecuarios (On line). <<http://www.odepa.cl/> > (20 abr. 2006).

CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA, SERVICIO AGRÍCOLA y GANADERO (SAG). 2000. Enfermedades y plagas de la papa en el sur de Chile. Proyecto "Control enfermedades de la Papa". pp: 2-3.

CIAMPI, L. 2001. La patología Vegetal en Chile. ACHIPA. Agosto (9):1-2.

FERNÁNDEZ, C. 1979. Tizón Tardío de la Papa. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Temuco, Chile. Boletín técnico N° 27.

\_\_\_\_\_. 1994. Enfermedades fungosas de la papa: Importancia, detección y control. Tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*). In: Metodología para mejorar la producción y uso de tubérculos-semillas de papa en Chile. Serie Remehue N°51. INIA. pp.89-98.

FUNDACIÓN CHILE. 2001. Cadenas agroalimentaria, Papas. (On line). <<http://www.funch.cl/fc/papas> > (8 abr. 2005).

GARRET, K. y DENDY, S. 2005. Prácticas Culturales para el Manejo del Tizón Tardío de la Papa. (On line). <[http://www.cipotato.org/gilb/Pubs/Proceedings\\_Bolivia/2.6%20Prácticas%20culturales%20para%20el%20manejo%20del%20tizón%20tardío%20de%20la%20papaOK.pdf](http://www.cipotato.org/gilb/Pubs/Proceedings_Bolivia/2.6%20Prácticas%20culturales%20para%20el%20manejo%20del%20tizón%20tardío%20de%20la%20papaOK.pdf)> (23 sept. 2005).

GÓMEZ, G. 2002. Experiencia cubana en la utilización de modelos sencillos de pronóstico para el Tizón tardío de la papa. Posibilidad de su uso en otros países del Caribe, Centro y Suramérica. (On line).

<[http://www.cipotato.org/gilb/Pubs/ALAP\\_LB\\_TOC/alap\\_th2.sv44.htm](http://www.cipotato.org/gilb/Pubs/ALAP_LB_TOC/alap_th2.sv44.htm)>  
(16 abr.2002).

GUTIERREZ, M. y ACUÑA, I. 2005. Gira tecnológica FIA. Visita a North Dakota (U.S.A) de profesionales y agricultores de la IX y X Región. ACHIPA. Enero (21):14-15.

HANSEN, J., ANDERSSON, B. y HERMANSEN, A. 2005. NEGFY- A system for scheduling chemical control of late blight in potatoes. pp:200-208.

HIDALGO, G. 2001. Enfermedades relevantes de los cultivos y su control. In: Agenda del salitre. SOQUIMICH. 11°ed. Santiago, Chile. pp: 523-552.

HUAMÁN, Z. 1984. El Tizón tardío. Botánica sistemática y Morfología de la papa. Centro internacional de la papa (CIP). Lima, Perú. Boletines de Información Técnica. pp:246-266.

ICOCHEA, T. 1980. Tizón tardío de la papa. Compendio de enfermedades de la papa. Centro Internacional de la Papa. Lima. Perú. pp: 56-60.

JARAMILLO, S. 2003. Monografía sobre *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. pp: 117.

JUÁREZ, H., AVILA, L. y HIJMANS, R. 2005. Modelos de predicción del Tizón tardío y el Programa Castor 2.0. Epidemiología y toma de decisiones para el manejo del Tizón. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. pp: 158.

- KALAZICH, J. 1994. Variedades de papa. In: Metodología para mejorar la producción y uso de tubérculos-semillas de papa en Chile. Serie Remehue N°51.INIA.p.51-59.
- KALAZICH, J., LOPEZ, H., ROJAS, J., ACUÑA, I., SAGREDO, B., SIERRA, C., INOSTROSA, J., BARRIENTOS, C., URIBE, M., WINKLER, A., CATALAN, P. y GUTIERREZ, M. 2004. Karu-INIA, Nuevo cultivar de papa para Chile. Agricultura Técnica (On line) 64(4):409-413. [http://alerce.inia.cl/agriculturatec/Documentos/v.64\(04\)/NR31526%20p%20409-413.pdf](http://alerce.inia.cl/agriculturatec/Documentos/v.64(04)/NR31526%20p%20409-413.pdf) (20 agos. 2005).
- LERDON, J. 2004. Formulación y evaluación de proyectos agrícolas. Apuntes para el curso de Formulación y Evaluación de Proyectos Agrícolas. Instituto de Economía Agraria. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 146 p.
- LOPEZ, H. 1994. El cultivo de la papa en Chile. In: Metodología para mejorar la producción y uso de tubérculos-semillas de papa en Chile. Serie Remehue N°51.INIA.p.13-22.
- MALDONADO, I., ORTEFGA, S. Y CRUZ, J. 2003. Sistema de alerta temprana. Red de estaciones meteorológicas automáticas. Tecnología INIA. Revista Tierra Adentro (Chile) 50: 20-21.
- PROCHILE. 2005. Normas certificables. ISO 9000. (On line). < [http://www.prochile.cl/servicios/medioambiente/medioambiente\\_normas\\_cert.php#9000](http://www.prochile.cl/servicios/medioambiente/medioambiente_normas_cert.php#9000)> (28 jul.2005).

- RIDDER, J., BUS, C. y SCHEPERS, H. 2005. Experimenting with a decision support system against late blight in potatoes (ProPhy) in The Netherlands. The Netherlands. pp:214-219.
- RÍOS, L. 1999. El Tizón tardío. Una amenaza permanente. Revista de la papa (Chile) 3: 13–14.
- RIVEROS, F., SOTOMAYOR, R., RIVERA, V., SECOR, G. y ESPINOZA, B. 2003. Resistencia de *Phytophthora infestans* (Montagne) de Bary a Metalaxil en cultivo de papas en el norte de Chile. Revista Agricultura Técnica. (Chile) 63: 117-124.
- SALVATORE, D. 1982. Análisis de regresión múltiple. Econometría. McGraw-Hill. 1º ed. México. pp: 112-132.
- SANTOS, J. Y KALAZICH, J. 1996. El cultivo de papa en Chile y sus proyecciones. Osorno, Chile. Boletín técnico N° 238.
- SANTOS, J. 2000. Diagnostico socioeconómico. Diagnostico, problemas y sugerencias para el desarrollo del cultivo de papa en la décima región de Chile. Documento de trabajo. INIA Remehue. Osorno, Enero. pp: 3-13.
- SANTOS, J., KALAZICH, J. Y SIERRA, C. 2001. Cultivos industriales. Papa. In: Agenda del salitre. SOQUIMICH. 11ºed. Santiago, Chile. pp: 657-672.
- SAPAG, R. y SAPAG, N. 1995. Preparación y evaluación de proyectos. 3º ed. Santa fe de Bogotá, D.C. Colombia. MacGraw-Hill 403 p.
- SAPAG, N. 2000. Preparación y evaluación de proyectos. 4ª ed. Santa fe de Bogotá, D.C. Colombia. MacGraw-Hill 404 p.

SCHEPERS, H. 2005. La Red Europea para el Manejo Integrado del Tizón Tardío. (On line).

<[http://www.cipotato.org/gilb/Pubs/Proceedings\\_Bolivia/4.1%20La%20red%20Europa%20para%20el%20manejo%20integrado%20del%20tizón%20tardíoOK.pdf](http://www.cipotato.org/gilb/Pubs/Proceedings_Bolivia/4.1%20La%20red%20Europa%20para%20el%20manejo%20integrado%20del%20tizón%20tardíoOK.pdf)> (18 sept. 2005).

TAPIA, B. 2001. Papas y Hortalizas. Temporada Agrícola N°17. ODEPA. pp:62-66.

URIBE, H. 2000. Genética pecuaria. Apuntes para el curso Genética pecuaria. Instituto de Zootecnia. Universidad Austral de Chile. Valdivia. pp: 32-177.

**ANEXOS**

## Anexo 1

### Encuesta

Nombre Productor :

.....

Nombre del Predio :

.....

Ubicación del predio :

.....

Hectáreas cultivadas : ..... ha.

Predio : ..... ha.

Destino del producto : \_\_\_\_\_ Consumo  
 \_\_\_\_\_ Primor  
 \_\_\_\_\_ Industrial  
 \_\_\_\_\_ Semilla

#### 1. Tipo de suelo:

¿Hizo análisis de suelo? \_\_\_\_\_ si \_\_\_\_\_ no

#### 2. Preparación de suelo:

Tipos de implementos a utilizar:

.....

.....

.....

Fecha : .....

Horas : .....

Costo/ hora : .....

¿Limpia o lava maquinaria antes de la preparación del suelo?

si  no

¿Limpia o desinfecta herramientas o equipos?

si  no

### 3. Semilla:

Tipo:  Certificada

Corriente

Procedencia:  La compra

La produce Ud. mismo

Cultivares:

Nombre del cultivar: .....

.....

.....

.....

¿Hizo desinfección de semilla?  Si  No

¿Cuándo hizo esta desinfección?

.....

¿Realizó algún otro tratamiento a la semilla?

.....

| Nombre del producto que utilizó | Dosis  |       |
|---------------------------------|--------|-------|
|                                 | Kg/ ha | \$/Kg |
|                                 |        |       |
|                                 |        |       |

**4. Plantación:**

Fecha de plantación: .....

Dosis plantación : ..... kg/ha

Sistema de plantación \_\_\_\_\_ Manual \_\_\_\_\_ Mecanizado

Profundidad de plantación (cms): .....

Tipo  
maquinaria:.....

Horas : .....

Costo/ hora: .....

Tipos de implementos a utilizar :

.....

Horas: .....

Costo/ hora: .....

Distancia de plantación (cms) Sobre hilera..... Entre  
hilera.....**5. Fertilización:**

| Nutriente que utilizó | Fecha de aplicación | Nombre del producto | Dosis Kg/ ha | Dosis \$/Kg | Número de aplicaciones |
|-----------------------|---------------------|---------------------|--------------|-------------|------------------------|
| NITROGENO             |                     |                     |              |             |                        |
| FOSFORO               |                     |                     |              |             |                        |
| POTASIO               |                     |                     |              |             |                        |

¿Usó estiércol u otro? \_\_\_\_\_ si \_\_\_\_\_ no

¿Cuál?

.....

Cantidad:

.....

Sistema de aplicación:

.....  
 .....

### 6. Pesticidas:

| Tipo de pesticida | Nombre del producto | Dosis Kg/ ha | Dosis \$/ha | Número de aplicaciones | Sistema de aplicación | ¿Cuánto demoró? |
|-------------------|---------------------|--------------|-------------|------------------------|-----------------------|-----------------|
| HERBICIDA         |                     |              |             |                        |                       |                 |
| FUNGICIDA         |                     |              |             |                        |                       |                 |
| INSECTICIDA       |                     |              |             |                        |                       |                 |

### 7. Riego:

¿Usó riego? \_\_\_\_\_ si \_\_\_\_\_ no

¿Frecuencia de riego?

.....  
 .....

Hora inicio: ..... Hora término: .....

Número de mano de obra utilizada: .....

8. ¿Realizó saneamiento? \_\_\_\_\_ si \_\_\_\_\_ no

¿Cuándo lo realizó?

.....

\_\_\_\_\_ Lo hizo usted \_\_\_\_\_ Lo mandó a hacer

¿Qué eliminó?

.....  
 .....

¿Cuánto demoró?

.....

9. ¿Tuvo inspecciones periódicas del SAG? \_\_\_\_\_ si \_\_\_\_\_ no

¿Cuántas?

.....

¿En qué fecha?

.....

¿Qué detectó?

.....

### 10. Cosecha:

Fecha de cosecha: .....

Sistema de cosecha: \_\_\_\_\_ Manual      \_\_\_\_\_ Mecanizado

Tipo de maquinaria: .....

Horas: .....

Costo/ hora : .....

Tipo de implementos a utilizar: .....

Horas: .....

Costo/ hora: .....

¿Cuánto demoró?

.....

Número de mano de obra utilizada:

.....

¿Qué regulación le hizo a la cosechadora?

.....

.....

Estado del suelo al momento de la cosecha      \_\_\_\_\_ Seco

\_\_\_\_\_ Húmedo

Momento del día que inició la cosecha      \_\_\_\_\_ Antes de 10 AM

\_\_\_\_\_ Después de 10 AM

Momento del día que terminó la cosecha

.....

Tipo de recolección \_\_\_\_\_ Saco: \_\_\_\_\_ abierto \_\_\_\_\_ A granel  
 \_\_\_\_\_ cerrado

¿Hará preselección previa al almacenaje? \_\_\_\_\_ si \_\_\_\_\_ no

#### 11. Rendimiento:

| Tipo de Rendimiento | t/ ha | \$/t |
|---------------------|-------|------|
| Comercial           |       |      |
| Semilla             |       |      |
| Desecho             |       |      |

### **Phytophthora infestans (Tizón tardío)**

1. ¿Cómo reconoce el Tizón tardío en el cultivo?

.....  
 .....

2. ¿Cuándo decide comenzar hacer las aplicaciones de los funguicidas?  
 (Estado fenológico del cultivo).

.....

3. Frecuencia de aplicaciones:

.....

4. ¿Cuántas aplicaciones hace en todo el ciclo del cultivo?

.....

5. ¿Cuál es la incidencia del Tizón en el cultivo?

| Incidencia | Nombre del cultivar |
|------------|---------------------|
| Baja       |                     |
| Media      |                     |
| Alta       |                     |

6. ¿Qué productos utiliza? \_\_\_\_\_ preventivos \_\_\_\_\_ curativos

7. Nombre comercial de los productos : 1-.....  
2-.....  
3-.....  
4-.....

8. Dosis de cada producto : 1-..... ( Kg o Lt/ha).  
2-..... (Kg o Lt/ha).  
3-..... (Kg o Lt/ha).  
4-..... (Kg o Lt/ha).

9. Forma de aplicación de los productos: \_\_\_\_\_ manual \_\_\_\_\_ mecanizada

10. Implementos a utilizar :  
.....  
.....

11. ¿Cuánto demora en aplicar el producto por hectárea? .....  
.....

12. ¿Cuánto mano de obra se ocupa por aplicación por hectárea  
.....

13. ¿Quién se lo recomendó?.....

14. ¿Dónde lo compra? .....

## ANEXO 2

## Valor de desecho

| Ítem                   | Unidad | Vida útil<br>(años) | Vi (\$)           | Vr (\$)          | D anual (\$)     | VD (10º<br>año) (\$) |
|------------------------|--------|---------------------|-------------------|------------------|------------------|----------------------|
| Modulo de comunicación | 10     | 5                   | 139.496           | 13950            | 251092           | 139496               |
| PC genérico Servidor   | 1      | 5                   | 504.201           | 50420            | 90756            | 50420                |
| Batería                | 10     | 10                  | 30.000            | 3000             | 27000            | 30000                |
| Estac. metereológicas  |        |                     |                   |                  |                  |                      |
| DL 2                   | 2      | 10                  | 2.992.015         | 299202           | 538563           | 598403               |
| Hog                    | 1      | 10                  | 2.544.567         | 254457           | 229011           | 254457               |
| HL-20                  | 3      | 10                  | 2.400.000         | 240000           | 648000           | 720000               |
| Vantage Pro2           | 1      | 10                  | 1.550.000         | 155000           | 139500           | 155000               |
| CR10X                  | 3      | 10                  | 3.805.799         | 380580           | 1027566          | 1141740              |
| Software pronosticador | 1      | 10                  | 1.500.000         | 150000           | 135000           | 150000               |
| Cerco para estaciones  | 10     | 10                  | 13.414            | 1341             | 12073            | 13414                |
| Nueva inversión        |        |                     |                   |                  |                  |                      |
| Estac. meteorológica   | 1      | 10                  | 2.869.599         | 286960           | 258264           | 1434800              |
| <b>Total</b>           |        |                     | <b>18.349.091</b> | <b>1.834.909</b> | <b>3.356.825</b> | <b>4.687.729</b>     |

### ANEXO 3

#### Descripción de los ítems de costos (fijos y variables).

##### Costos Fijos

- Salario 1 agrónomo:

Salario mensual = **\$ 600.000 c/u**

Horas de trabajo= 54 horas mensual

Entonces:  $\$600.000 * 0.3 * 12 \text{ meses} = \mathbf{\$ 2.160.000/anual}$

- Salario 1 técnico:

Salario mensual = **\$ 350.000 c/u**

Horas de trabajo= 72 horas mensual

Entonces:  $\$350.000 * 0.4 * 12 \text{ meses} = \mathbf{\$ 1.680.000/anual}$

- Salario 1 informático:

Salario mensual = **\$ 400.000 c/u**

Horas de trabajo= 45 horas mensual

Entonces:  $\$400.000 * 0.25 * 12 \text{ meses} = \mathbf{\$ 1.200.000/anual}$

- Costo de supervisión:

Viáticos: **\$120.000/anual**

$\$5.000 \text{ viaje/mes} * 24 \text{ salidas/anual}$

Combustibles:

Osorno-Temuco = **\$176.774/anual**

$\$594/L * 248\text{Km} / 10\text{Km/L} * 12 \text{ salidas/anual}$

Osorno-Castro = **\$192.456/anual**

$\$594/L * 270\text{Km} / 10\text{Km/L} * 12 \text{ salidas/anual}$

(Continúa)

## Continuación Anexo 3

## Peajes:

Osorno-Temuco = **\$108.000/añual**

\$1.500/peaje \* 2 peajes/viaje \* 12 salidas/añual

Osorno-Castro = **\$54.000/añual**

\$1.500/peaje \* 2 peajes \* 12 salidas/añual + \$500/peaje \* 1  
peaje/viaje \* 12 salidas/añual

Transbordador = **\$157.464/añual**

\$ 6.561/viaje \* 2 viajes \* 12 salidas/añual

- Internet: **\$ 111.780/añual**

\$9.315/mensual \* 12 meses

**Costos Variables**

- Comunicación:

Valor fijo mensual = **\$311.040/añual**

\$3.240/mensual \* 8 estaciones meteorológicas \* 12 meses

Costo con MB = **\$354.780/añual**

\$405/MB \* 0.3 MB/estación meteorológicas \* 8 estaciones \* 365 días

Costo con prepago = **\$22.6807añual**

\$945/mensual \* 2 estaciones \* 12 meses

- Imprevistos:

Comunicación

Costo con MB: \$354.780/añual \* 20% imprevisto/añual = **\$70.956/añual**

Costo por supervisión

Viáticos: \$5.000 viajes/mes \* 20 salidas = **\$100.000/añual**

Combustibles:

Osorno-Temuco: \$594/L \* 248Km / 10Km/L \* 20 salidas = **\$294.624/añual**

Osorno-Castro: \$594/L \* 270Km / 10Km/L \* 20 salidas = **\$320.760/añual**

(Continúa)

## Continuación Anexo 3

Peajes:

Osorno-Temuco: **\$180.000/añual** $\$1.500/\text{peaje} * 6 \text{ peajes/viaje} * 20 \text{ salidas/añual}$ Osorno-Castro = **\$70.000/añual** $\$1.500/\text{peaje} * 2 \text{ peajes} * 20 \text{ salidas/añual} + \$500/\text{peaje} * 1$   
 $\text{peaje/viaje} * 20 \text{ salidas/añual}$ Transbordador = **\$262.440/añual** $\$ 6.561/\text{viaje} * 2 \text{ viajes} * 20 \text{ salidas/añual}$ - Fungibles: **\$ 405.000/añual**

## ANEXO 4

## Punto de equilibrio en el año 3.

**Formula:**

$$PE = \frac{\frac{\text{Costos fijos}}{1 - (\text{Costos variables} / \text{Ingresos brutos})}}{\text{Ingresos brutos}} \times 100 =$$

Costo fijos: \$ 5.960.474

Costo variables: \$ 2.392.280

Ingresos Brutos: \$ 15.322.512

$$PE = \frac{\frac{5.960.474}{1 - (2.392.280/15.322.512)}}{15.322.512} \times 100 = 39\%$$