



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS
INIA

CONVENIO INIA-INDAP



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INDAP

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

Manual de Producción de Papa para la Agricultura Familiar Campesina (A.F.C.)

Editores:
JOSÉ SANTOS ROJAS
SANDRA ORENA ALVARADO



ISSN 0717-4829

BOLETÍN INIA Nº 147



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS
INIA

CONVENIO INIA-INDAP



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INDAP

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

Manual de Producción de Papa para la Agricultura Familiar Campesina (AFC)

Editores:
JOSÉ SANTOS ROJAS
SANDRA ORENA ALVARADO



ISSN 0717-4829

BOLETÍN INIA Nº 147

INDICE

PRESENTACION	5
José Santos Rojas, INIA Remehue	
MERCADOS PARA LA PRODUCCIÓN PRIMARIA Y PRODUCTOS DERIVADOS	9
Julio Kalazich Barassi, INIA Remehue	
José Santos Rojas, INIA Remehue	
PRINCIPALES PROBLEMAS Y SUGERENCIAS PARA EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE PAPA EN LA AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA DE CHILE	13
José Santos Rojas, INIA Remehue	
Julio Kalazich Barassi, INIA Remehue	
ELECCIÓN Y PREPARACIÓN DE SUELO Y APORCA	23
Claudia Barrientos Pinto, INIA Remehue	
FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE PAPA	33
René Bernier Villarroel, INIA Remehue	
Carlos Sierra Bernal, INIA Intihuasi	
VARIETADES DE PAPA	49
Julio Kalazich Barassi, INIA Remehue	
Horacio López T., INIA La Platina	
Boris Sagredo Díaz, INIA Remehue	
PRODUCCIÓN Y USO DE TUBÉRCULOS-SEMILLAS DE PAPA	65
José Santos Rojas, INIA Remehue	
Patricia Catalán Delgado, INIA La Pampa	

ZONAS, ÉPOCAS Y TIPOS DE PRODUCCIÓN.....	77
Horacio López T., INIA La Platina Julio Kalazich Barassi, INIA Remehue	
DENSIDAD DE PLANTACIÓN.....	91
José Santos Rojas, INIA Remehue Sandra Orena Alvarado, INIA Remehue	
ESTRATEGIAS DE RIEGO EN PAPA PARA LA ZONA SUR DE CHILE.....	101
José María Peralta Alba, INIA Carillanca	
PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE PAPA.....	115
Ivette Acuña B., INIA Remehue José Santos Rojas, INIA Remehue	
PRINCIPALES PLAGAS EN EL CULTIVO DE PAPA.....	133
Patricia Larraín S., INIA Intihuasi Ernestos Cisternas A., INIA Remehue	
ALMACENAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LA PAPA.....	147
José Santos Rojas, INIA Remehue Sandra Orena Alvarado, INIA Remehue	
MERCADOS, PRECIOS Y COSTOS DEL CULTIVO.....	161
Rodrigo Bravo Herrera, INIA Remehue Sandra Orena Alvarado, INIA Remehue	

PRESENTACIÓN*

El VI° Censo Nacional Agropecuario de 1997 señala que la superficie plantada con Papa (*Solanum tuberosum* L.) en Chile es de 80.977 hectáreas, con una producción de 1.307.542 toneladas y un rendimiento de 16,15 ton/ha. La papa se constituye así en uno de los cuatro cultivos alimenticios básicos en nuestro país, junto con el trigo, el maíz y la avena. El 93% de las explotaciones con papa en Chile corresponden a la Agricultura Familiar Campesina (AFC), quien planta 67% de la superficie y genera un 59% de la producción, logrando un rendimiento igual o inferior a las 14,6 ton/ha, según sea el estrato de productores (**Cuadro 1**).

Cuadro 1. Número de Explotaciones, Superficie, Producción y Rendimiento del Cultivo de Papa en Chile por tipo y tamaño de Explotaciones*.

Parámetros	Tamaño de las explotaciones											
	Pequeñas				Medianas		Grandes		Otras		Total General	
	Subsistencia		Empresarial									
		%		%		%		%		%		%
Explotaciones (n°)	26.080	28	59.483	65	3.872	4	1.546	2	1.013	1.1	91.994	100
Superficie (ha)	8.574	11	45.606	56	10.845	13	15.618	19	335	0.4	80.977	100
Producción (ton)	103.209	8	663.728	51	198.137	15	339.082	26	3.387	0.3	1.307.542	100
Rendimiento (ton/ha)	12.04	73	14.55	88	18.27	113	21.71	134	10.11	63	16.15	100
Superficie media (ha)	0.33		0.77		2.8		10.1		0.33		0.88	

* Fuente: ODEPA: en Base a VI° Censo Nacional Agropecuario, 1997.

La superficie plantada y la producción de papa restante obtenida en el país es realizada por medianos y grandes productores (**Cuadro 1**). Así visto, el cultivo de papa en Chile es realizado principalmente por el sector de la AFC, generando trabajo para unas 22.000 familias, dado que requiere cerca de 65 JH/ha, lo que significa el uso de unas 5.200.000 JH totales año por un valor de unos US\$ 42 Millones. Es decir, la papa es un rubro de gran importancia económica y social para este estrato de productores chilenos.

Por otra parte, también hay que considerar que la papa es un alimento básico de la población chilena. El consumo promedio anual per/cápita es de 54 kilogramos, aporta 94 calorías y 3,5 gramos de proteína a la dieta diaria de la población. Además, el uso de productos procesados de papa está en franca expansión en Chile, de manera similar a lo que ocurre en muchos otros países del mundo. Actualmente el consumo per/cápita de papa procesada en nuestro país es de alrededor de 1,3 kilogramos (Frito Lay, 2005). En Chile se procesa cerca de 120.000 toneladas de papa por las agroindustrias del rubro y - en parte - por el procesamiento artesanal (**Cuadro 1.1, Capítulo I**). Sólo la materia prima de papa utilizada por la agroindustria tienen un valor de alrededor de US\$ 14 Millones y los productos derivados de ésta se estima su valor por sobre los US\$ 80 Millones (INIA-CHILE- 2005).

Las 80.000 hectáreas plantadas con papa en el país requieren unas 200.000 toneladas de tubérculos-semillas de buena calidad al año, de las cuales unas 60.000 toneladas (30%) son producidas y comercializadas desde la región sur al resto de las zonas productoras del país. La zona sur de Chile, por sus condiciones sanitarias y edafoclimáticas excepcionales, puede producir un alto rendimiento en tubérculos-semillas de gran calidad. La superficie empleada en esta región para producir esta papa-semilla es alrededor de unas 3.000 hectáreas y el valor de venta de la producción representa alrededor de unos US\$ 15 Millones. Esta cifra - por supuesto - no considera el valor intrínseco que representa el uso de papa-semilla de buena calidad que sale anualmente desde la región sur hacia las demás zonas productoras del país. No obstante, es bien conocido que **en el cultivo de papa el éxito del sistema productivo se fundamenta en la calidad de la papa-semilla empleada.**

Sin embargo, es importante destacar que de las aproximadamente 60.000 toneladas de tubérculos-semillas que se comercializan como semilla anualmente en el país, sólo alrededor de unas 6.000 toneladas corresponde a material certificado. Lo demás está representado por semilla corriente o papa consumo transada en el mercado y utilizada con fines de reproducción. La baja calidad de la papa-semilla empleada en la multiplicación del cultivo es una causa importante del bajo rendimiento logrado en el país, como lo muestran las cifras entregadas en el VIº Censo Nacional Agropecuario de 1997 (**Cuadro 1**).

El desarrollo del rubro papa en Chile pasa por potenciar la producción de tubérculos-semillas de calidad de las variedades importantes en los diferentes tipos de mercados, la producción de materia prima de calidad para la agroindustria a precios competitivos y la elaboración de productos procesados con alto valor agregado. Todos estos productos de calidad son muy apreciados y requeridos tanto en los mercados internos como externos, siempre que sean producidos a precios competitivos.

El desafío de la AFC en el cultivo de papa es cómo organizarse en empresas que

consideren tanto la gestión productiva como comercial del rubro, al mismo tiempo que buscan las formas de organizar la producción a otra escala, la cual les permita acceder a la información, la tecnología, la mecanización, los insumos adecuados, al crédito y la asesoría técnica apropiada. Esta es la forma más rápida y eficaz de mejorar la productividad y calidad del rubro, generando así una producción de calidad estandarizada a precios competitivos que les permite acceder tanto a los mercados internos como externos.

I. MERCADOS PARA LA PRODUCCIÓN PRIMARIA Y PRODUCTOS DERIVADOS*

1.1 MERCADOS INTERNOS

El destino principal de la producción de papa en Chile (1.310.000 toneladas) es para alimentación humana como producto al estado fresco (810.000 toneladas) considerando un consumo de 54 kg/per/cap/año en una población de 15.000.000 habitantes. Los tubérculos-semillas empleados en la plantación del cultivo (200.000 toneladas) representan anualmente un 15% de la producción total (**Cuadro 1.1**). De este total de material de reproducción sólo unas 60.000 toneladas son transadas en el mercado, la cantidad restante usada proviene de la cosecha propia de los productores la cual reutilizan como semilla. Otra parte importante de la producción (120.000 toneladas) corresponde al uso como materia prima en la elaboración de productos alimenticios agroindustriales (puré en escamas, papa frita en hojuelas, papa frita en bastones, almidón, etc.) y también en componentes de preparados para la comida rápida en servicios en restaurantes, hoteles y otros. En la alimentación animal se emplean los desechos (tubérculos partidos, deformes o dañados), cantidad estimada en un 3% (40.000 toneladas). El resto de la producción (140.000 toneladas) está representada por pérdidas debidas a deshidratación, respiración, brotación y pudriciones ocurridas durante el almacenamiento de la producción (**Cuadro 1.1**).

Cuadro 1.1 Estimación del uso y valor de la producción de papa en Chile*.

Tipo de uso	Cantidad (ton)	Porcentaje (%)	Valor (US\$ Millones) **
1. Consumo fresco	810.000	62	93.0
2. Semilla	200.000	15	38.0
3. Materia prima para Agroindustria	120.000	9	14.0
4. Alimentación animal.	40.000	3	2.0
5. Pérdidas durante almacenamiento	140.000	11	-
Total:	1.310.000	100	147.0

* INIA-Osorno-CHILE; ** US\$ = \$520

Además, es importante destacar que sólo los productos procesados a partir de la materia prima (120.000 ton) destinada a la Agroindustria formal y artesanal representan un valor sobre los US\$ 80 Millones. Finalmente, también hay que considerar que el rubro papa integra a muchos otros sectores ligados a la economía, el desarrollo y los servicios, como son el transporte, los agroquímicos, los envases, las comunicaciones y demás servicios anexos ligados a la cadena agroalimentaria.

2.2 MERCADOS EXTERNOS

Chile ha adherido a una política económica globalizada de mercados abiertos y ha firmado y continúa estableciendo tratados de libre comercio (TLC) con los principales países y bloques económicos que existen en el mundo (U.S.A., Canadá, México; Comunidad Económica Europea; Corea, China, Japón, etc.), por lo tanto existen mercados externos para todo tipo de productos del rubro papa. Es importante destacar que sólo en América Latina y el Caribe se importan sobre 600.000 toneladas entre papas para el consumo fresco, semillas y productos procesados (**Cuadros 1.2 y 1.3**).

En el comercio internacional hay que considerar una serie de aspectos relevantes:

- La papa es consumida en el mundo por más de mil millones de personas.
- La tendencia muestra una participación creciente de los países en desarrollo en la producción mundial al pasar del 11% al 44% entre 1961 y el año 2001.

Cuadro 1.2 Comercio mundial de papas frescas año 2003*

Regiones	Importaciones		Exportaciones	
	Ton	Miles de US\$	Ton	Miles de US\$
Mundo	9.223.187	2.023.629	9.095.976	1.851.507
Asia	929.189	190.228	1.001.312	160.195
Africa	408.279	170.319	381.293	72.361
América Latina y Caribe	287.933	74.700	71.848	9.531
América Norte Desarrollada	619.777	167.831	737.205	195.661
Europa	6.951.900	1.410.840	6.827.729	1.389.607
Oceania	24.641	8.836	76.589	24.152

* Fuente: FAO, 2004/ODEPA, 2005

Cuadro 1.3 Comercio mundial de papas congeladas año 2003*

Regiones	Importaciones		Exportaciones	
	Ton	Miles de US\$	Ton	Miles de US\$
Mundo	3.702.216	2.584.722	3.905.627	2.629.379
Asia	588.355	472.553	23.494	16.880
Africa	8.397	6.220	7.497	4.037
América Latina y Caribe	343.341	180.116	72.116	39.086
América Norte Desarrollada	781.819	514.753	1.345.927	912.181
Europa	1.950.696	1.386.561	2.383.619	1.609.576
Oceanía	29.159	23.813	72.974	47.619

* Fuente: FAO, 2004/ODEPA, 2005

- Europa, es el continente que se posicionó como el mayor exportador de productos procesados. Así, por ejemplo el 2003 exportó el 61% de las papas congeladas y el 75% de las papas frescas del comercio mundial (**Cuadros 1.2 y 1.3**).
- Se observa una transformación en el hábito de consumo de la población al preferir más las papas procesadas (papas a la francesa, chips, etc.) sobre las papas frescas, especialmente en los países con mayores ingresos.
- La mayor parte de la producción mundial se destina a satisfacer el consumo interno de los países productores. El comercio exterior es relativamente pequeño, representando el año 2003 sólo 3% de la producción mundial.
- La mayor parte del comercio internacional (importaciones y exportaciones) se realiza entre los países desarrollados, principalmente en la Unión Europea.
- Hay un fuerte crecimiento del comercio de papa congelada: tasa de crecimiento anual 1980-2003 fue 13% (frescas, 3%).
- Los tubérculos-semillas de papa producidas en Chile ofrecen importantes ventajas sobre otros posibles competidores:
 - 1º) Garantía de alta calidad debido a las condiciones sanitarias, edafoclimáticas excepcionales de la zona sur de Chile,
 - 2º) Un control sanitario riguroso durante el proceso de producción, almacenamiento y certificación de la papa semilla realizado por la Unidad Técnica del Departamento Semillas del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) quien garantiza su calidad, lo que prestigia este producto tanto en Chile como en los mercados externos.

3º) Los tubérculos-semillas pueden llegar oportunamente y en condiciones fisiológicas óptimas para su plantación a los países centroamericanos y otras regiones tropicales y subtropicales del mundo. Esto representa una ventaja comparativa fundamental si se desea competir con semillas provenientes del Hemisferio Norte o de Europa, que son las fuentes tradicionales de abastecimiento de papa-semilla de los países latinoamericanos, que son nuestros mercados más cercanos.

II. PRINCIPALES PROBLEMAS Y SUGERENCIAS PARA EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE PAPA EN LA AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA DE CHILE*

Para poder aprovechar las ventajas que tiene Chile en la explotación comercial de la papa para abastecer los mercados internos y externos es preciso identificar los principales problemas que afectan el rubro tanto en lo tecnológico como en su comercialización.

2.1 PROBLEMAS NO TECNOLÓGICOS

- **Comercialización:** en esta fase es donde mejor se refleja las deficiencias en los procesos de gestión productiva y comercial del rubro. La producción se encuentra atomizada en más de 90.000 explotaciones, con superficies de plantación que son muy pequeñas (0,9 ha, promedio). Además, no hay canales únicos y definidos de comercialización y no existe una determinación de la calidad y/o estandarización del producto que se transa en los mercados; adicionalmente hay una larga y compleja cadena de comercialización. Los canales habituales son circuitos que se inician con el productor que transa su producto con un intermediario (camionero, comerciante, acopiador, y/o comisionista), el cual luego accede preferentemente a los mercados mayoristas de Santiago (principalmente Feria Lo Valledor, Vega Central y Vega Poniente). La falta de transparencia en las transacciones domina estos mercados, aunque en los últimos años se ha observado una mayor relación entre los productores, los supermercados y las agroindustrias de la papa.
- **Inestabilidad de los precios:** este es uno de los problemas más graves en el proceso de comercialización de la papa en el país (**Figura 2.1**), con una gran repercusión económica tanto a nivel de productores como de consumidores. Además, la estacionalidad de la cosecha debido a las diferentes zonas productoras en el país, también define una estacionalidad de los precios a nivel de los mercados mayoristas de Santiago (**Figura 2.2**).

La inestabilidad de los precios está muy ligada al total desconocimiento del tamaño de los mercados existentes en el país (materia prima para la agroindustria, papa para el consumo fresco, tubérculos-semillas, etc.) por parte de los productores, los que – además – carecen casi absolutamente de organizaciones productivas y/o comerciales. En una economía de mercado hay que “manejar los mercados”, de lo contrario se corre el riesgo de que los mercados manejen a los productores.

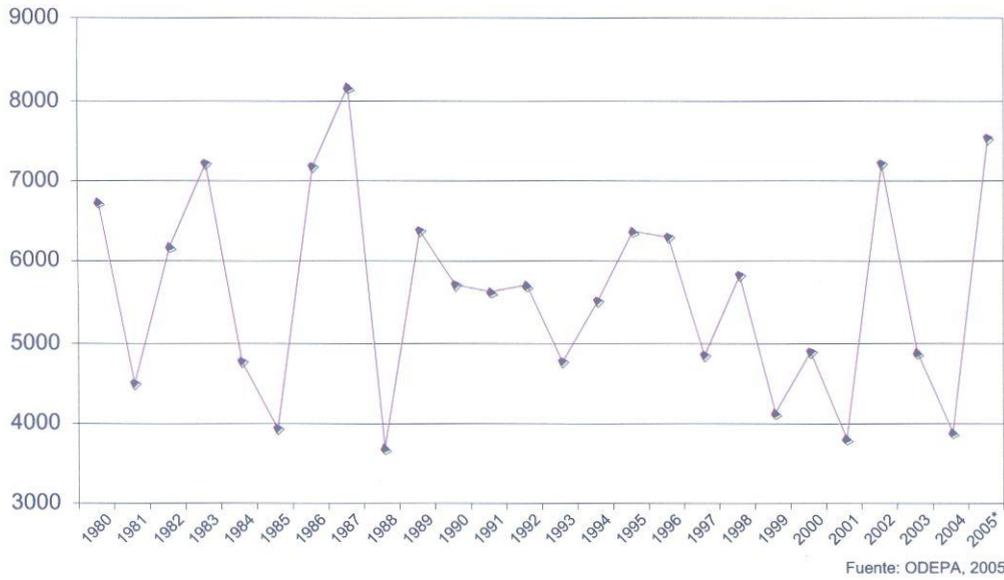


Figura 2.1 Papas: precio promedio anual en los mercados mayoristas de Santiago (\$ de Oct 2005/50 kg)



Figura 2.2 Papas: precio promedio mensual en los mercados mayoristas de Santiago (\$ de Oct 2005/50 kg)

- **Escasez de organizaciones productivas:** la carencia de organización de los productores de papa en sociedades y/o empresas de carácter comercial es otro factor que indirectamente tiene un gran impacto negativo en la gestión productiva y comercial del cultivo. La falta de este tipo organización formal de los productores no les permite generar volúmenes de un producto homogéneo, ni diseñar una estrategia que les lleve a mejorar su capacidad de negociación tanto a la hora de vender su producción, como al momento de comprar sus insumos, maquinaria y/o mejorar su acceso a la tecnología, la información y el crédito. Este problema es especialmente válido a nivel de los productores de papa que pertenecen a la AFC; no obstante, este mismo problema también se observa a nivel de los medianos y grandes productores (6% de las explotaciones) de la zona sur y - en general - a nivel de todo el país.

2.2 PROBLEMAS TECNOLÓGICOS

- **Bajo rendimiento del cultivo:** este problema es inducido principalmente por el déficit hídrico ocurrido durante el crecimiento y desarrollo del cultivo, especialmente en la zona sur de Chile (**Cuadro 2.1**) donde escasamente se emplea riego artificial. Además, esto se ve agravado por el uso de semilla de mala calidad y el deficiente control de malezas, enfermedades y plagas.

Cuadro 2.1 Precipitación, evaporación y temperatura promedio mensual durante primavera y verano en Osorno: promedio 21 años.

Parámetro	Primavera				Verano			
	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.
Precipitación (mm)	108	82	61	53	51	42	63	118
Evaporación (mm)	48	66	105	142	154	122	86	39
Balance hídrico (mm)	+60	+6	-44	-89	-103	-80	-23	+79
Temperatura (°C)	9.2	10.7	12.5	14.6	15.6	15.2	13.9	11.3
Radiación (Cal/cm ² /día)	284	381	470	528	512	447	329	211

Fuente: Centro Regional de Investigación INIA-Remehue, Osorno

La respuesta del cultivo de papa al riego artificial es muy alta, aún cuando la información para la aplicación de un riego optimizado no se tenga aún para todas las zonas productoras a lo largo del país (**Cuadro 2.2**).

Cuadro 2.2 Comparación del rendimiento total logrado en condiciones de riego y seco en diferentes regiones de Chile.

Región	Lugar	Latitud Sur	Rendimiento total (ton/ha)		
			Con riego*	Control Secano*	Censo 1997**
IV ^a	La Serena	29° 54'	54,6	25,0	17,6
VIII ^a	Chillán	36° 34'	50,5	34,0	11,9
VIII ^a	Cañete	37° 46'	54,0	28,4	11,6
IX ^a	Temuco	38° 41'	91,0	26,5	16,6
X^a	Osorno	40° 35'	83,6	58,8	19,8
XII ^a	Punta Arenas	53° 10'	38,0	7,8	9,8
Promedio:			62,0	30,1	14,4

Fuente: * Informes y Publicaciones INIA-CHILE.
 ** INE, Resultados Preliminares VI Censo Nacional Agropecuario, 1997.

Cuadro 2.2 muestra claramente que el rendimiento del cultivo de papa puede ser elevado considerablemente mediante el uso de las técnicas de riego a lo largo de todo el país. Esta tecnología probablemente jugará un papel destacado en el desarrollo futuro del rubro en sus diversos tipos de producción: tubérculos-semillas, papa temprana, papa de guarda y papa para procesamiento industrial (papa frita en hojuelas, pre-frita congelada, puré, harina, almidón y otros).

- **Mala calidad de los tubérculos-semillas empleados:** especialmente en los productores pertenecientes a la AFC, los que cubren casi el 60% de la superficie plantada con papa en el país. Anualmente se emplean 200.000 toneladas de la producción como tubérculos-semillas y sólo alrededor de un 6.000 toneladas (3%) corresponde a materiales de semilla certificada. Se estima que solamente unas 15.000 toneladas de tubérculos-semillas (8%) que se comercializan desde la zona sur corresponden a materiales de plantación de buena calidad y/o aceptable. Sin embargo, el empleo de tubérculos-semillas de buena calidad en el cultivo de papa es una condición básica para lograr un alto rendimiento y buena calidad en la producción. Este tipo de semilla es la única que responde al empleo de mejores técnicas de manejo agronómico y productivo (**Figuras 2.3 y 2.4**).

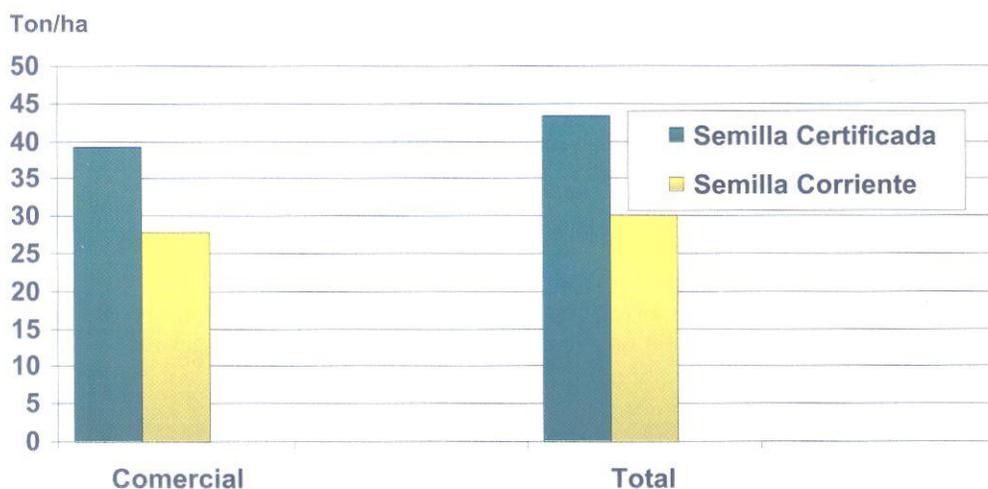


Figura 2.3 Rendimiento comercial y total obtenido con el uso de papa-semilla certificada y corriente de la variedad Desirée en San Ignacio.

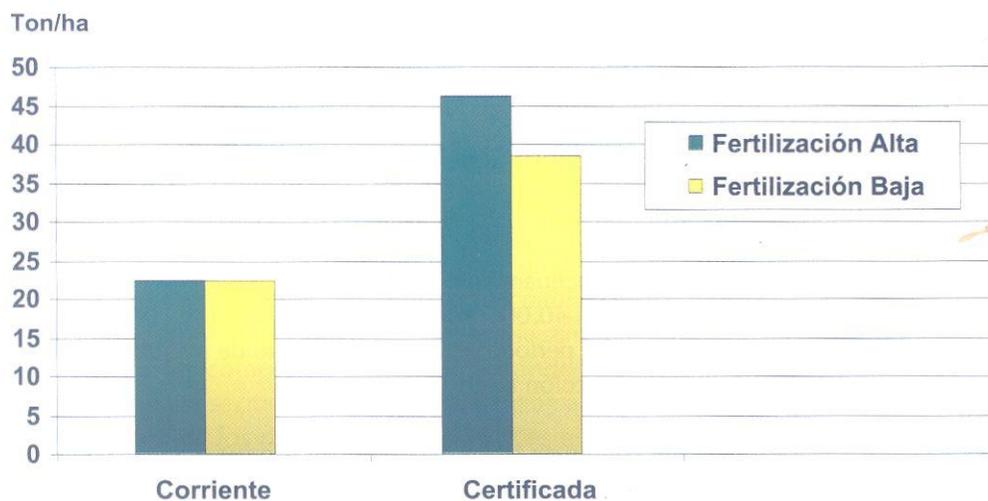


Figura 2.4 Comparación de rendimientos logrados en Chiloé con papa- semilla certificada v/s papa- semilla corriente con dos niveles de fertilización.

- **Daños y pérdidas causadas por enfermedades:** este factor, junto a otros problemas abióticos y de mal manejo de los tubérculos durante la cosecha, el transporte y el almacenamiento, son la principal causa del deterioro de la calidad de la producción. Así queda demostrado por prospecciones sanitarias hechas al follaje y a los tubérculos cosechados (**Cuadro 2.3**).

Cuadro 2.3 Resultados de una prospección sanitaria hecha en tubérculos de papa producidos por agricultores de Nueva Toltén en 1997.

Productor	Presencia de enfermedades (%)					% de Tubérculos	
	Rhizoctonia	Sarna Común	Costra Plateada	Pudrición Seca	Nemátodos	Enfermos	Sanos
1.	9	3	46	2	-	60	40
2.	23	20	7	-	13	63	37
3.	3	8	27	-	-	38	62
4.	24	9	33	-	-	66	34
5.	27	30	28	-	-	86	14
6.	11	15	-	-	-	26	74
Promedio	16	14	24	0.3	2	56	44

Fuente: Proyecto F.A.T. : INIA/Productores Nueva Toltén/ CORFO

Un estudio realizado por el S.A.G. sobre la incidencia de los patógenos más recurrentes en tubérculos de papa en la Décima Región muestra que estos fueron Sarna Plateada (*Helminthosporium solani*), Costra negra (*Rhizoctonia solani*), Sarna común (*Streptomyces scabies*), Pudrición húmeda (*Erwinia sp.*) y Pudrición seca (*Fusarium sp.*).

- **Carencia de infraestructura y tecnología de almacenamiento:** a nivel predial se estima que existe en el país una capacidad de almacenamiento de papas de alrededor de 400 mil toneladas. No obstante, la mayoría de esta capacidad está constituida por estructuras y/o bodegas que carecen de un acondicionamiento mínimo para una buena conservación de los tubérculos. Por otra, parte, también se estima que la capacidad de bodegas de almacenamiento especializado para tubérculos de papa en Chile no va más allá de unas 40.000 toneladas. De ahí que se considere que las pérdidas ocurridas durante el período de almacenamiento de los tubérculos sea a lo menos un 15% de la producción total.
- **Falta de mecanización del cultivo en todas las etapas de producción, recolección, transporte, selección y almacenamiento:** una mayor mecanización de estas faenas disminuirá los golpes y el manipuleo de la producción, se optimizará las faenas de cosecha y se reducirán los problemas y las pérdidas durante el almacenamiento. Esto permitirá generar una producción de alta calidad, estandarizada, oportuna y en los volúmenes requeridos, tanto por el consumo fresco como por la agroindustria. Hay que recordar que el procesamiento agroindustrial es el procedimiento que permite la incorporación de mayor valor agregado a la producción comercial de papa.
- **Deficiente aplicación de tecnología de producción:** este es un hecho común no sólo en la zona sur - principal área productora de papa - sino a lo largo de todo el país. La producción comercial de papa es una actividad altamente especializada

y requiere de un acabado conocimiento técnico y experiencia comercial si es que se quiere hacer de la explotación del rubro un negocio rentable en una economía globalizada y de mercados abiertos.

- **Lento y deficiente proceso de transferencia de tecnología:** cuando se compara los antecedentes de superficie, producción y rendimiento del rubro papa entre los últimos cuatro Censos Nacionales Agropecuarios, se puede apreciar que sólo en las últimas dos décadas ha habido un incremento significativo de la producción y el rendimiento tanto a nivel regional como nacional. Este incremento en la producción y el rendimiento del rubro observado en el último tiempo refleja que - en alguna medida - los esfuerzos realizados en investigación y transferencia de tecnología en el país han cumplido en parte su objetivo. No obstante, en una economía abierta a los mercados externos como la actual, donde se requiere generar productos de alta calidad y a bajo costo para ser competitivos, la información científica con resultados relevantes aplicables a los procesos productivos y de comercialización precisa de métodos rápidos y eficaces de transferencia de tecnología. Por supuesto que un proceso de transferencia de tecnología eficaz requiere contar no sólo con el conocimiento tecnológico, sino también va acompañado con personal profesional y técnico competente en la gestión productiva y comercial del rubro.

2.3 SUGERENCIAS Y PROPUESTAS

2.3.1 Política de desarrollo para la Agricultura Chilena. Existe una Política de Estado para la Agricultura Chilena Período 2000-2010 que especifica un *Programa de Apoyo a la Inserción de la Agricultura Familiar Campesina en el Desarrollo Económico Nacional*. Dentro de esta política se señala que existirán Programas Especiales de apoyo a la competitividad de las grandes macroregiones del país, donde específicamente se menciona que en el Programa Sur, dentro de la Sección de Cultivos Anuales, uno de los rubros que se prioriza es el Programa Papa. Para este rubro se indica que “se implementarán iniciativas dirigidas a aprovechar un gran potencial productivo de la región sur, buscando integrar la producción primaria con la industria procesadora para sustituir importaciones y, mas adelante, ampliar significativamente la exportaciones de papa industrializada”. Al mismo tiempo, se trabajará para consolidar las exportaciones de papa semilla y papa consumo. Todo ello requiere de un esfuerzo especial para mantener la condición sanitaria de este cultivo en Chile, lo que – entre otras cosas- supone la utilización masiva de semilla legal y el fortalecimiento de los actuales programas sanitarios ejecutados por el SAG.

El INIA profundizará el proceso de incorporación de la Agricultura Familiar Campesina como sujeto de su acción Institucional. Para esto: a) seguirá fomentando la participación de la representación campesina en sus niveles mas altos de decisión institucional

(Consejo Nacional y Consejo de los CRI) , b) fomentará su trabajo conjunto con las organizaciones campesinas, la inscripción y difusión de su “Red Tecnológica” lo que le permitirá un mayor acercamiento a los pequeños agricultores a la institución y a la información que esta genera, c) a través del convenio con INDAP, se apoyará y capacitará a los profesionales y técnicos del sistema de transferencia de tecnológica y d) se incrementará la difusión de tecnologías validadas a través de los grupos GTT orientados específicamente a la Agricultura Familiar Campesina. Complementariamente, el INIA se compromete a apoyar a la Agricultura Familiar Campesina en identificar el patrimonio genético que poseen, a mantenerlo y potenciar su utilización.

El INDAP generará, con participación de las organizaciones campesinas, un mecanismo de apoyo a la Agricultura Familiar Campesina predial y asociativa, que permita articular los recursos públicos para el financiamiento a la preinversión (etapas de identificación, formulación y presentación de proyectos) con el objetivo de facilitar el acceso de la Agricultura Familiar Campesina a las diferentes fuentes de recursos públicos y privados disponibles. Todo esto considerando el marco de la innovación, la investigación y desarrollo y transferencias de conocimientos para el mejoramiento tecnológico y de gestión de las explotaciones ligadas a este sector productivo.

2.3.2 Inserción al proceso exportador de papa. Esta es un área de mucho interés de desarrollar a futuro tanto para los grandes, medianos y pequeños productores de papa del país, una vez que hayan superados los problemas de incremento de rendimiento, calidad de producción y gestión comercial del rubro, dado las exigencias de calidad y competitividad en los mercados externos. Es importante considerar el hecho de que en todo negocio hay riesgos involucrados y cabe preguntarse ¿están preparados o dispuestos los productores de papa a correr estos riesgos si aún no tienen organizaciones productivas serias, responsables, infraestructura y equipos adecuados de producción, almacenamiento y selección para dar cumplimiento a las exigencias de los mercados externos? Si no fuese así, es mejor avanzar primero en la superación de estos problemas, progresar y afianzarse primero en el abastecimiento adecuado de los mercados internos con producciones de mejor calidad y a precios más competitivos.

La organización productiva y comercial de los productores de papa de la AFC es una exigencia básica para desarrollar un proceso de abastecimiento de los mercados internos y de exportación futura exitosa. Sólo si se está organizado, se cuenta con la infraestructura y equipos adecuados de producción, transporte, almacenamiento y selección, se tiene capital de operación y se está en condiciones de dar cumplimiento a requerimientos y compromisos adquiridos responsablemente, se puede pensar en la exportación de productos de papa con:

- Calidad y sanidad apropiada.
- Con control de producción y calidad estandarizada.
- Con oportunidad de entrega en cantidad, calidad y el tipo convenido.
- * Cumplimiento de estándares de calidad y sanidad aprobados y convenidos según legalidad imperante.
- Apoyo del Estado como facilitador de procesos y garantía de cumplimiento de normas legales, convenios, acuerdos y compromisos.

2.3.3 Defensa y protección del patrimonio fitosanitario de la papa de la región sur. Esta es una de las principales ventajas comparativas de Chile la cual es fundamental mantener para poder tener acceso con producciones de calidad tanto a los mercados internos como externos.

2.3.4 Desarrollar productos de papa con valor agregado y capacidad de competir y comercializar con éxito en los mercados internos y externos.

2.3.5 Afianzar la integración entre las actividades científicas y tecnológicas con las actividades productivas primarias de los productores y las agroindustrias de la papa. Esta es una condición esencial para desarrollar el rubro en el país y poder acceder en forma competitiva tanto a los mercados internos como externos.

2.3.6 Desarrollar investigación científica y tecnológica que permita a las agroindustria nacional crear nuevos productos de papa, o innovar los ya existentes, con los cuales puedan acceder con éxito a los mercados internos y externos. Lo señalado en los puntos 2.3.4 y 2.3.5 quizás pudieran ser realizados mediante un **Consortio Nacional de la Papa**, en que se incorporen todos los componentes de la Cadena Agroalimentaria de este rubro en el país. De este modo se integrarían el área científica y tecnológica, con el área de producción primaria, el área procesamiento agroindustrial y el área de gestión comercial de los productos generados, sean estos tanto para los mercados nacionales como internacionales.

2.3.7 Generar un proceso de transferencia de tecnología eficaz en que se pueda certificar competencia en el rubro al personal profesional, técnico y productores líderes, los cuales ya preparados y especializados estén en condiciones de apoyar un proceso de mejoramiento en la gestión productiva y comercial del rubro tanto hacia los productores de papa como al sector agroindustrial.

III. ELECCIÓN Y PREPARACIÓN DE SUELO Y APORCA*

La producción comercial de papa, y la de cualquier cultivo, tiene por objetivo el obtener el máximo del rendimiento potencial de la variedad que se esta cultivando, además se busca que este rendimiento cumpla con los estándares de calidad según el objetivo de producción (tubérculos-semillas, consumo fresco o procesamiento agroindustrial). En tal sentido la preparación de suelo y la aporca constituyen labores que marcarán la producción y la calidad de la cosecha, no olvidando que frente a las nuevas exigencias de producción, hoy aparece un nuevo concepto de calidad, el que se orienta a la producción inocua de los tubérculos y al medio ambiente donde se desarrolla el cultivo. Es decir, ahora no sólo debemos programar nuestro trabajo desde el punto de vista técnico y económico, sino que debemos armonizarlo con el cuidado del medio ambiente y la salud humana. Es entonces aquí cuando en la agricultura del siglo XXI aparece el concepto de aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA'S), una serie de especificaciones destinadas a asegurar la inocuidad de las cosechas, donde no sólo se consideran las labores propias del cultivo, sino que además, como parte integral se incluyen temas medio ambientales, de salud y seguridad de las personas que intervienen en alguna parte de la cadena productiva. Es decir, las BPA'S son una serie de medidas que los agricultores deben realizar desde el momento que toma la decisión de producir papa hasta la comercialización de los tubérculos. Es por tales motivos que cada una de las sugerencias y de recomendaciones consideradas en este manual incluyen los conceptos técnicos según las BPA'S especificadas para el cultivo de la papa.

3.1 CONCEPTOS GENERALES

La producción de papa debe recibir el mejor manejo agronómico por parte del productor, ya que de ello dependerá en gran medida, la posibilidad de un desarrollo vegetativo óptimo que asegure una producción de calidad esperada. Es durante la emergencia del cultivo en que influyen las condiciones de preparación del suelo y la de los tubérculos-semillas. Es por esto que la preparación del suelo debe ser hecha de tal manera que asegure una rápida emergencia de los tallos, una penetración profunda de las raíces y un buen drenaje.

Dentro de las principales ventajas que se pueden lograr con una buena preparación de suelo se pueden mencionar:

1. Obtención de una buena cama para los tubérculos-semillas, creando condiciones favorables para el establecimiento de la población de plantas deseada. Estas condiciones se refieren a: humedad adecuada, buena aireación y temperaturas apropiadas del suelo, las cuales permiten una efectiva emergencia, enraizamiento y tuberización de las plantas de papa.
2. Estimulación de la actividad microbiana y liberación de los nutrientes a la solución del suelo.
3. Destrucción de las malezas e insectos-plaga presentes en el suelo y que podrían atacar a las plantas y dañar el cultivo.
4. Buena aireación y mejor uso del agua en el suelo.
5. Amplio y vigoroso desarrollo de las plantas de papa.

Las técnicas utilizadas para lograr una buena preparación del suelo varían de acuerdo con las condiciones climáticas, el tipo de suelo, pendiente del terreno y mano de obra disponible. El momento más adecuado, la calidad y el costo de la preparación de suelo influyen en las diferentes operaciones, así como también en los rendimientos que se obtengan.

Para disponer de las mejores condiciones del suelo al momento de la plantación, se deben considerar una serie de factores a la hora de iniciar su preparación, como lo son: la elección del suelo y el tipo de textura, rotación de cultivos, topografía del terreno, pH, materia orgánica, compactación y drenaje del suelo, entre otros.

3.2 ELECCIÓN DEL SUELO

La elección del suelo de cultivo es uno de los factores más importantes y que influye directamente sobre el rendimiento y la calidad de la producción; si consideramos que la papa tiene un alto costo de producción, sólo se debería cultivar en el mejor suelo disponible. En tal sentido, varios factores deben ser considerados antes de que un campo se seleccione para el cultivo de papa; algunos de estos factores, por ejemplo, son la topografía, la textura y el drenaje del suelo, la rotación de cultivos y un buen aislamiento de otros cultivos de solanáceas (ají, pimiento, pepino dulce, etc.,) y malezas que puedan ser portadoras de plagas y enfermedades de la papa.

3.2.1 Rotación de cultivos

Es sabido que los potreros dedicados a la producción de papas se deben rotar con otros cultivos; el objetivo principal de esta práctica es evitar y retardar la acumulación de enfermedades e insectos que afecten al cultivo, mejorar el control de las malezas y las condiciones físico-químicas del suelo.

Al momento de planificar las plantaciones y la rotación de cultivos futuros en el predio es importante considerar lo siguiente:

- a. Duración de la rotación
- b. Cultivos usados en la rotación

El tiempo que debe transcurrir entre una y otra plantación de papa deberá estar determinada por los niveles de infestación de plagas y enfermedades durante el último cultivo de papa realizado en ese potrero. Normalmente se recomienda una rotación de cuatro años, ya que, rotaciones más cortas dan lugar a una acumulación muy alta de enfermedades y plagas en el suelo provocando daños durante la emergencia y desarrollo del cultivo que puede llegar a pérdidas de hasta un 30% la producción.

Como norma general, al momento de elegir que cultivos se usarán en la rotación con papa, se debe considerar lo siguiente:

- Evitar usar otros cultivos de solanáceas que sean hospederos de las enfermedades y plagas de la papa (tomate, tabaco, pimiento, etc.)
- Usar un criterio conservacionista del suelo en lo que se refiere a la materia orgánica, erosión y manejo de rastrojos, entre otros.
- El tipo de herbicidas utilizados en otros cultivos incorporados en la rotación, ya que estos podrían afectar la emergencia del cultivo de papa.

3.2.2 Textura del suelo

En el cultivo de la papa la textura del suelo determina fuertemente la infiltración del agua y la capacidad de retener la humedad del suelo, así como el nivel general de la fertilidad, la tendencia a formar terrones y la facilidad para el laboreo del suelo.

El cultivo de la papa requiere de un suelo fino, suelto y sin niveles compactos que impidan la penetración de las raíces, además que los niveles de compactación también restringen el drenaje del agua. Por otra parte, suelos con terrones y piedras reducen el

contacto de las raíces con el suelo causando la deformación en los tubérculos, ocasionando también daños al momento de la plantación, desarrollo del cultivo y la cosecha.

3.2.3 Topografía

Normalmente se eligen suelos de topografía plana o de lomaje suave para el cultivo y producción de papa, ya que a medida que aumenta la pendiente del potrero, la preparación de suelo, la plantación, aporca y cosecha incrementan en dificultad. Otro problema que puede surgir al elegir un potrero con pendiente es el riesgo a erosionar el suelo.

3.2.4 pH

El pH se refiere al grado de acidez o alcalinidad que presenta un determinado suelo. Un pH entre 7,1 y 14 indica una condición alcalina, mientras que un pH menor a 7,0 indica acidez; es decir que mientras más bajo es el pH mayor es la acidez del suelo. La importancia de la acidez del suelo radica en que la mayoría de los nutrientes están más fácilmente disponibles en suelos con un pH entre 6,0 y 7,0; bajo o sobre estos niveles la disponibilidad de nutrientes disminuye perjudicando el desarrollo del cultivo. Desde el punto de vista de la papa como cultivo se ha observado que éste se desarrolla mejor entre pH 5.5- 7.0. La absorción del P puede verse limitada tanto con alto como con bajo pH. En suelos con bajo pH (pH <5.5), la concentración de aluminio y el manganeso puede aumentarse hasta niveles tóxicos y también afectar la absorción de calcio y magnesio. Por otro lado, pH muy alcalinos (pH > 7.5) también pueden limitar la absorción de hierro, manganeso y zinc. Además, el pH también tiene influencia en la predisposición del cultivo a la presencia de ciertas enfermedades en los tubérculos, como por ejemplo la sarna común (*Streptomyces scabies*).

3.2.5 Materia Orgánica

Normalmente la materia orgánica se origina de los residuos de organismos que se descomponen en el suelo: plantas, animales, insectos y microorganismos. Es un componente muy importante del suelo ya que almacena y provee los nutrientes a la planta, reduce el riesgo de la erosión, aumenta porosidad del suelo, mejora la retención del agua y aumenta la biodiversidad, actividad biológica y sanidad del suelo. Para mantener un nivel de materia orgánica en los suelos se deben realizar rotaciones de cultivos que incluyan plantas forrajeras perennes; otra forma es la producción de cereales y la incorporación de los rastrojos producidos al suelo.

3.2.6 Compactación

El tráfico de equipos pesados y la labranza excesiva causan la compactación del suelo; cuando ello ocurre se puede identificar por los siguientes síntomas:

- Formación excesiva de terrones.
- Infiltración lenta del agua; se observa acumulación de agua en los sectores de mayor tráfico de maquinaria.
- Crecimiento deforme de raíces y tubérculos.

La importancia de la compactación radica en que las papas son muy sensibles a la condición física del suelo; un suelo compactado y apretado interfiere con la penetración de las raíces así como en la absorción del agua y de los nutrientes. Si una planta está sometida a estas condiciones adversas del suelo mostrará síntomas de estrés y la producción esperada disminuirá.

3.2.7 Drenaje del Suelo

El drenaje del suelo se refiere a la capacidad del agua de fluir hacia abajo o a través del perfil del suelo; normalmente se ve afectado por: la topografía, la uniformidad de los componentes materiales del suelo, nivel de la napa freática y el clima. Los suelos con buen drenaje tienen la suficiente salida superficial y/o movimiento hacia abajo del agua a través del suelo y dan lugar a períodos relativamente cortos de saturación, mientras que éste período es mayor en los suelos mal drenados.

El agua excesiva en el suelo limita la libre circulación del oxígeno necesario para el desarrollo del sistema radicular de la planta y de los tubérculos; además, la humedad producida aumenta la incidencia de enfermedades fungosas, y desde el punto de vista de la oportunidad de realizar algunas labores puede retrasar la preparación de suelo, la plantación y la cosecha. Y en casos extremos, la humedad excesiva del suelo puede causar la pudrición de los tubérculos-semillas provocando la pérdida total de la cosecha.

3.2.8 Grado de pedregosidad

Suelos libres de piedras son más apropiados que aquellos que las presentan, ya que la presencia de piedras y rocas en el suelo dificultan la preparación del suelo, la plantación y la cosecha, ya que la maquinaria y equipos usados pueden sufrir daños. Además, es importante indicar que en suelos muy pedregosos durante la cosecha se aumenta el daño a los tubérculos, disminuyendo su calidad.

3.3 PREPARACIÓN DE SUELO

Se entiende por preparación de suelo a las diferentes labores manuales o mecánicas que se le aplican con la finalidad de proporcionarle las condiciones favorables y necesarias para el buen crecimiento y desarrollo de las plantas de papa. Estas labores incluyen la utilización de implementos como arados, rastras, equipos combinados, etc. Las técnicas utilizadas para lograr una buena preparación del suelo varían de acuerdo con las condiciones climáticas, el tipo de suelo, la pendiente del terreno y la mano de obra disponible. Además la oportunidad de realizar las labores, la calidad y el costo de la preparación de suelo influyen en las diferentes operaciones que se programen para realizarla, así como también en los rendimientos que se obtengan.

Como norma general, el inicio de las labores se deben realizar cuando el suelo tenga un adecuado contenido de humedad, es decir, ni seco ni excesivamente húmedo, ya que en el primer caso la maquinaria tendrá mayor desgaste y será difícil regular la profundidad de la labranza, mientras que un suelo excesivamente húmedo equipos como rastras y arados quedan con barro adherido en sus discos dificultando se el trabajo y buen funcionamiento de estos. Lo ideal es que la preparación de suelo comience con la anticipación necesaria para disponer al momento de la plantación de un suelo profundo, mullido y con buena retención de agua. En general se sugiere utilizar implementos que suelten el suelo, como por ejemplo el uso de las rastras de disco que logran un buen mullimiento del terreno, además de un buen control de malezas al dejarlas expuestas al sol.

Últimamente los agricultores han modificado los métodos tradicionales de preparación de suelo y la mayoría realiza el control de malezas con la aplicación de herbicidas, práctica que hoy se conoce como barbecho químico. Una vez que el herbicida ha hecho su efecto se inicia la preparación de suelo; primero se debe pasar la rastra con el objetivo de picar el suelo, facilitando el trabajo del arado al cortar trozos de suelo más pequeños. Idealmente estas labores debieran hacerse con la anticipación suficiente para permitir la descomposición de la materia orgánica y lograr un buen control de malezas.

En lo referente a la labor de aradura del suelo empleando diversos tipos de arado, se puede decir que los más comunes son los de disco, de vertedera, el subsolador y de cincel; las diferencias entre uno y otros se refiere a la profundidad de trabajo y la forma de como invierten el pedazo de suelo.

Los arados de disco y de vertedera trabajan a una profundidad promedio de 22 cm y se caracterizan porque van invirtiendo el perfil del suelo siempre a una misma profundidad (**Figura 3.1**).

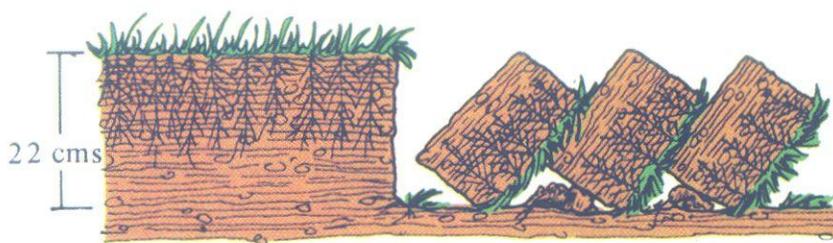


Figura 3.1 Inversión de suelo por efecto de la aradura.

La diferencia entre un arado de disco y uno de vertedera es la forma como invierten el suelo; el arado de vertedera fue desarrollado de tal manera que corta una lonja de suelo y le da vuelta en aproximadamente 130° . Esta característica lo hace un implemento muy indicado para la operación de voltear el pedazo de tierra; sin embargo, su acción mezcladora y de rotura es muy limitada (**Figura 3.2**).

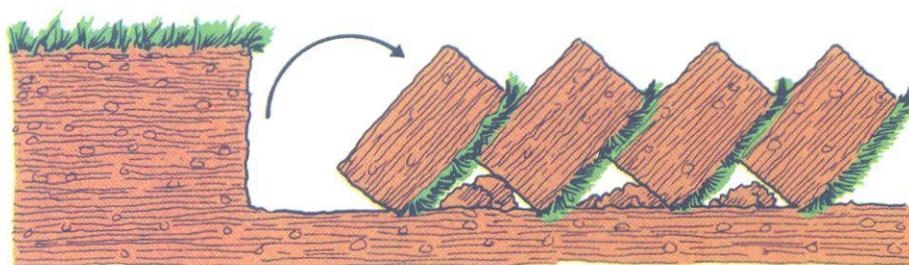


Figura 3.2 Inversión de suelo con arado de vertedera.

El arado de disco no voltea tan perfectamente como el arado de vertedera, pero además de voltear el suelo está haciendo al mismo tiempo el trabajo de mullir y mezclar el suelo (**Figura 3.3**).

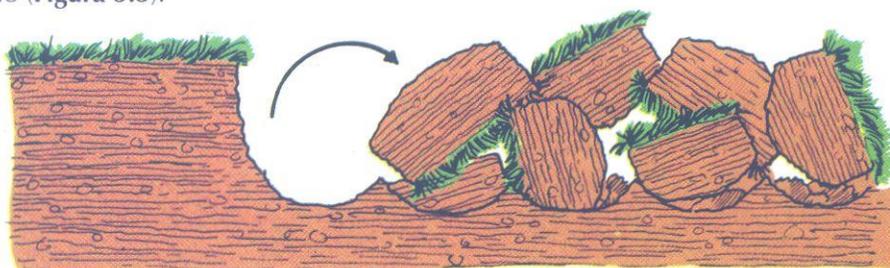


Figura 3.3 Inversión y mezcla del suelo con arado de disco.

Una ventaja de los implementos de discos es que generalmente son más resistentes a daños ocasionados por piedras o troncos, y por lo tanto se prestan muy bien para terrenos menos cultivados y más difíciles de preparar. Es por esta razón que siendo

una herramienta muy universal y robusta, el disco ha tenido mucho éxito en la agricultura familiar campesina. Sin embargo, bajo el concepto de una agricultura conservacionista a través de una labranza más cuidadosa y dirigida, los implementos de discos están siendo criticados y se considera que su uso no debe ser excesivo.

Otros tipos de arados disponibles en el campo son **los arados cincel y subsolador**; éstos, por su modo de acción al no invertir el pedazo de suelo, no alteran el perfil del mismo. Una forma simple de indicar su funcionamiento, es que al introducir el cincel en el suelo se causa la compresión de éste, el que finalmente escapa hacia arriba dejando una zona de rotura que parte desde la punta del cincel, con un ángulo de inclinación en suelos secos de aproximadamente 45° . El cincel además de romper el suelo lo deja con algo de micro relieve ondulado, tanto en la superficie como en el fondo por la zona de rotura, por lo que se recomienda después del arado hacer al menos dos pases cruzados para emparejar el perfil del suelo (**Figura 3.4**).

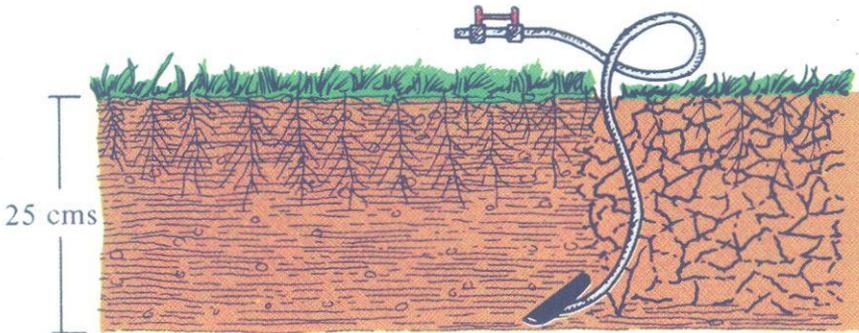


Figura 3.4 Efecto del arado cincel y subsolador sobre el perfil del suelo.

En aquellos suelos más livianos no es necesario invertir el suelo, sino que se recomienda pasar arado cincel para soltar el suelo y luego realizar rastrajes con el objetivo de mullir y emparejar el suelo.

A diferencia del arado cincel que trabaja en promedio a 25 cm, el arado subsolador puede trabajar bajo los 50 cm de profundidad. Según sea el caso y tipo de suelo es recomendable pasar subsolador cada cuatro a cinco años en los suelos livianos y más seguidos en los suelos arcillosos. Después del paso del arado subsolador es siempre conveniente pasar rastra de discos para nivelar el suelo y eliminar los terrones. Luego de la rotura del suelo con arado, y para afinar la preparación, se usa una rastra de resortes o vibrocultivador; su resultado dependerá de las condiciones de humedad del suelo.

Una labor importante que no se debe olvidar es la nivelación del suelo ya preparado, sobretodo bajo aquellas condiciones donde se ha programado una plantación con máquina. Aquí el suelo mullido y parejo es muy importante a fin de facilitar una buena

distribución de los tubérculos-semillas y los fertilizantes en la hilera, propiciar una emergencia uniforme y mejorar el drenaje superficial del suelo.

Cómo ya se indicó, los métodos de preparación de suelo a utilizar dependen, de una serie de factores tanto técnicos como económicos. En la actualidad los más conocidos por los agricultores son la preparación tradicional, reducida y conservacionista.

Sin duda la más usada por los pequeños productores agrícolas es la preparación de suelo de tipo tradicional, la que considera una aradura para invertir el suelo seguida por varias pasadas de rastra para romper los terrones (de tierra) y mullir el suelo. A pesar de ser este sistema muy usado, existe evidencia para afirmar que las prácticas tradicionales de labranza de cultivos anuales no son sustentables ya que inducen a erosión y contaminación ambiental, a la vez que disminuyen la productividad del suelo. La tendencia actual es hacer una labranza de tipo más conservacionista; así la disminución en el número de labores en la preparación del suelo se está haciendo cada vez más popular.

El número de labores se puede reducir al utilizar un arado de cincel o subsolador, con el cual se logra soltar el suelo sin invertirlo para luego continuar con rastra, rototiller o rotofresadora, obteniendo un suelo suelto y mullido con menos labores.

3.4 APORCA

La planta de papa en su parte inferior tiene, además de las raíces, los órganos que dan origen a los tubérculos, los cuales son llamados estolones. Cuando el suelo no está bien preparado estos estolones logran salir del suelo y se convierten en otra planta en lugar de formar tubérculos, reduciendo así el número de tubérculos producidos y en consecuencia el rendimiento. Para evitar este fenómeno se realiza la aporca, labor que consiste en arrimar tierra desde la entre hilera hasta la base de la planta formando un camellón de 30 a 40 cm de alto a lo largo de la hilera.

La aporca se hace cuando las plantas tienen aproximadamente entre 15 y 20 centímetros de altura. No es conveniente atrasar la aporca porque se destruye mucho el sistema radicular dado que al inicio del desarrollo de las plantas de papa las raíces crecen preferentemente en forma lateral.

La práctica de la aporca tiene las siguientes ventajas:

1. Evita que los estolones se conviertan en tallos, aumentando el número de tubérculos producidos por planta.
2. Permite, a través de la escarda realizada, eliminar las malezas que han conseguido desarrollarse alrededor de la planta de papa y en la entrehilera.

3. Mantiene la humedad del suelo en la zona alrededor de las raíces.
4. Evita que la luz llegue a los tubérculos y que éstos se verdeen.
5. Protege los tubérculos del daño producidos por enfermedades y plagas
6. Facilita la cosecha.

La práctica de la aporca se puede realizar manualmente con azadón o hualato, con arado de tiro animal o empleando un surcador mecánico montado en un tractor de cultivo. Una buena preparación del terreno, una adecuada selección del sistema de plantación y la práctica de la aporca pueden ser determinantes en el éxito de un cultivo de papa. Para lograr que esta labor de aporca sea eficiente y bien realizada se debe tener la precaución de:

1. No romper las raíces ni estolones
2. Solo se debe cubrir con tierra el área libre de la planta y raíces para dejarla sin malezas y con suelo suelto a su alrededor.
3. El suelo no se debería mover más para evitar la pérdida de agua.
4. La aporca se debe realizar en el preciso momento en que se requiere, con el grado de humedad adecuado en el suelo, evitando así una excesiva compactación de éste.

Es importante recalcar que durante la aporca se deben evitar los daños mecánicos a las plantas, aunque estos pueden ocurrir en la mayoría de las labores culturales realizadas al cultivo. Sin embargo, al momento de la aporca es frecuente encontrar daños cuando ésta se realiza a una altura avanzada de plantas. Así, ocurre que los tallos son quebrados por los implementos que se ocupan al realizar esta labor, independiente sea esta efectuada en forma manual, mecánica o por tracción animal.

La aporca es una importante medida de control del tizón tardío; las plantas que no son aporcadas tienden a afectarse más por el tizón que aquellas plantas que si están aporcadas. Además, la aporca reduce el riesgo a infectar los tubérculos porque el suelo acumulado en la base de la planta se constituye en un elemento de aislamiento o protección.

Es frecuente en algunas temporadas que las cosechas se atrasen debido a las lluvias y excesiva humedad en los campos; entonces el riesgo que los tubérculos se verdeen y disminuya la producción comercial es mayor. Cuando esto ocurre es posible, siempre y cuando las condiciones lo permitan, reaporcar el cultivo, aumentando la cantidad de tierra alrededor de la planta y evitando el verdeamiento por efecto de la luz.

IV. FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE PAPA*

La fertilización equilibrada del cultivo de papa, basada en el análisis de suelo, es una práctica de gran importancia en Chile, pues permite asegurar altos rendimientos y excelente calidad de la producción.

El cultivo de papa requiere de una inversión importante de capital, si se consideran todos sus factores de manejo en condiciones óptimas: preparación de suelos, control de malezas, tubérculos-semillas de buena calidad, plantación y fertilización, riego, control de enfermedades, etc. La fertilización generalmente representa entre el 18% al 25% de los costos totales de producción de este cultivo.

El potencial de producción de papa en suelos de la zona sur del país es alto, lográndose con relativa facilidad rendimientos muy superiores a las 35 ton/ha. Este alto rendimiento potencial se explica por las adecuadas condiciones de clima y suelo que presenta la región. El clima húmedo y fresco, de temperaturas templadas entre octubre y febrero, precipitaciones normalmente abundantes en primavera, asociado a las condiciones físicas y químicas de los suelos, favorecen el buen establecimiento y desarrollo del cultivo.

4.1 ANTECEDENTES GENERALES

En general, los suelos de la zona sur del país, trumaos, rojo arcillosos y ñadis, se caracterizan por su baja fertilidad, donde son particularmente importantes las deficiencias de fósforo, potasio y azufre, además de tener una marcada acidez. Los niveles de calcio y magnesio en general son adecuados, pero en algunos suelos que por razones de manejo han ido perdiendo las bases de intercambio, se pueden encontrar contenidos bajos de estos elementos. Este fenómeno es particularmente serio en predios de pequeños agricultores en los cuales la extracción de nutrientes ha sido permanente y sin reposición.

El nitrógeno, a pesar de ser un elemento muy abundante en la naturaleza, no puede ser omitido en una fórmula completa de fertilización del cultivo de papa. La determinación del nitrógeno a través del análisis de suelo no es un parámetro adecuado para diagnosticar la disponibilidad real de este nutriente, por lo cual se recurre a otros indicadores de orden práctico. El conocimiento del manejo anterior del suelo, en especial del cultivo

precedente, permite estimar el poder de suministro de nitrógeno por parte del suelo.

La actividad agrícola desarrollada por años ha provocado un serio deterioro del recurso suelo, y particularmente de su fertilidad a través de una degradación de las propiedades físicas, químicas y biológicas de éste. Una forma de contrarrestar esta pérdida de capacidad de suministro de nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de los cultivos por parte del suelo, es la aplicación de productos orgánicos (guanos, abonos verdes) e inorgánicos portadores de dichos nutrientes.

Antes de decidir si es necesario aplicar un fertilizante y cuánto hay que aplicar, en caso que haya que hacerlo, es preciso demostrar que el suelo no es capaz de proporcionar un determinado nutriente en cantidad suficiente para alcanzar un rendimiento cercano al máximo posible en un cultivo determinado. Así, para iniciar un plan eficiente de producción de papa se debe diagnosticar la condición de suministro de los elementos esenciales del suelo y establecer las estrategias y soluciones para que el nivel de dichos nutrientes sea suficiente para el desarrollo óptimo del cultivo. El método más utilizado para realizar un buen diagnóstico de la fertilidad actual de un suelo es el análisis químico de una muestra de tierra adecuadamente recolectada.

4.2 ACIDEZ DEL SUELO

La acidez del suelo puede expresarse en términos de pH (medido en agua o cloruro de calcio) o como porcentaje de saturación de aluminio (Al). La acidez de los suelos de la zona sur del país es una de las principales limitantes de la productividad de los cultivos anuales y praderas. Sin embargo, este no es un problema del suelo si no más bien de las especies de plantas que se desean establecer en él. Así, se tienen cultivos resistentes, tolerantes o sensibles a la acidez. La papa es una especie que se puede desarrollar bien en un suelo relativamente ácido (pH entre 5.2 -6.8), por lo que esta propiedad no constituye una limitante extrema para alcanzar un alto rendimiento.

4.3 NUTRIENTES PRINCIPALES

El cultivo de papa es altamente extractivo de nitrógeno, fósforo y potasio y – en menor medida – de calcio y magnesio. Se ha determinado que en un rendimiento de 40 toneladas de tubérculos, que es un rendimiento promedio fácil de lograr en muchas zonas productoras de Chile, el cultivo extrae aproximadamente las siguientes cantidades de macronutrientes:

Nitrógeno	(N)	=	120	Kg/ha
Fósforo	(P ₂ O ₅)	=	55	Kg/ha
Potasio	(K ₂ O)	=	160	Kg/ha
Calcio	(Ca O)	=	55	Kg/ha
Magnesio	(MgO)	=	30	Kg/ha

4.3.1 Nitrógeno (N)

La papa requiere de altas concentraciones de nitrógeno durante un corto periodo de tiempo. Algunas variedades, sin embargo, poseen un muy limitado sistema de raíces, razón por la que gran parte de este elemento no es utilizado eficientemente por la planta.

El déficit de nitrógeno es posible visualizarlo en una plantación de papa observando clorosis o amarilleos de las hojas. En caso de extrema deficiencia, las hojas basales se “amarillean” y pierden turgencia. El exceso de nitrógeno, en cambio, produce una coloración verde intensa de las plantas y un tono brillante y verde muy oscuro, provocando un retraso en la madurez del cultivo.

Debido a su movilidad en el suelo, el N puede tener una muy baja eficiencia de utilización si se aplica en dosis altas en épocas de alta precipitación pluvial. Por ello, frecuentemente se sugiere aplicarlo en forma parcializada durante el desarrollo del cultivo.

En experimentos desarrollados por INIA en un suelo trumao de Osorno se estudiaron tres fuentes de N (**Cuadro 4.1**), aplicadas en tres formas diferentes (**Cuadro 4.2**) bajo condiciones de secano.

Cuadro 4.1 Efecto de tres fuentes de N en el rendimiento de un cultivo de papa.

Fuente de N	Rendimiento total (ton/ha)
1. Urea	45,21
2. Fosfato diamónico	48,54
3. Salitre potásico	45,31

Cabe destacar que en el experimento que se presenta, además de la aplicación de N a través de las fuentes que se señalan en el cuadro 4.1, se utilizaron iguales cantidades de fósforo (P) y de potasio (K), para los tres tratamientos. De los resultados del cuadro 4.1 se puede concluir que es posible utilizar cualquiera de las tres fuentes probadas de N para alcanzar rendimientos adecuados de papa y que lo más importante es la fertilización completa y balanceada, sin descuidar los aspectos económicos involucrados (costo de la unidad de N).

Cuadro 4.2 Efecto de tres formas de aplicación y tres fuentes de N en el rendimiento de la papa (ton/ha).

Formas de Aplicación	Fuentes de Nitrógeno			Rendimiento promedio (ton/ha)
	Urea	Fosfato diamónico	Salitre potásico	
	Rendimiento (ton/ha)			
1. Antes de la plantación	39,69	43,44	40,63	41,25
2. A la plantación	49,38	52,19	49,69	50,42
3. Mitad a la plantación y mitad a la aporca	46,56	50,00	45,63	47,40
Rendimiento promedio	45,21	48,88	48,45	

Como se aprecia en el cuadro 4.2, la forma menos eficiente de aplicar el N es incorporado todo antes de la plantación, en cualquiera de las fuentes utilizadas, logrando un rendimiento promedio de 41,25 ton/ha. En cambio, aparece más recomendable hacerlo todo a la plantación, o en su defecto parcializando la aplicación de N a la plantación y a la aporca. No hay que olvidar que las condiciones de humedad y temperatura influyen notoriamente en la respuesta del cultivo a la aplicación de N.

4.3.2 Fósforo (P)

El fósforo es un elemento esencial determinante del crecimiento inicial de los tejidos vegetales, especialmente de las raíces. El P es particularmente importante en los suelos de origen volcánico de la zona sur del país, debido a su gran capacidad de retención (fijación) que tienen de este elemento. Este hecho obliga a hacer aplicaciones normalmente altas de fosfatos. Por las razones señaladas, la eficiencia de utilización del fósforo aplicado a suelos derivados de cenizas volcánicas no sobrepasa el 20%. En el caso del cultivo de papa, su deficiencia produce plantas pequeñas de color violáceo o amarillado por efecto de la acumulación de antocianinas. Cuando la deficiencia no es severa, se produce un color verde oscuro, pero las plantas presentan escaso crecimiento. Una adecuada fertilización fosfatada tiende a producir una oportuna y completa madurez del cultivo de papa.

4.3.3 Potasio (K)

Este elemento es de gran importancia en la nutrición de las plantas, especialmente para el cultivo de papa. El potasio es un elemento que participa en un gran número de funciones durante el desarrollo de las plantas y el proceso de tuberización, en las plantas, por lo cual su deficiencia puede afectar severamente los rendimientos de un

cultivo de papa. Su deficiencia produce plantas con hojas levemente cloróticas (amarillentas) y luego desarrollan puntos necróticos (quemaduras en los bordes de las hojas) dispersos y los tallos del cultivo son débiles y quebradizos. En el caso de la papa su deficiencia produce un tono bronceado especialmente de las hojas basales.

Para los suelos de la Décima Región de Los Lagos, la inclusión del nitrógeno, fósforo y potasio en las dosis adecuadas, de acuerdo al análisis de suelos, serán suficientes para alcanzar rendimientos cercanos a las 50 toneladas por hectárea.

4.4 ESTIMACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN DE LA PAPA SEGÚN BALANCE NUTRICIONAL

El nivel de fertilización del cultivo depende de varios factores y de las interacciones entre ellos. Entre estos factores destacan: el rendimiento esperado, el cultivar empleado y su precocidad, el tipo de suelo y clima del área de producción, las prácticas culturales realizadas tales como época de plantación, método de riego y el tipo de producto esperado (papa temprana, tubérculos-semillas, papa para la agroindustria, etc.), entre otros (**Cuadros 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 y 4.7** respectivamente).

Cuadro 4.3 Fertilización sugerida para un **rendimiento esperado** de 20,30 y 40 ton/ha en cultivos de papa desarrollados en diferentes zonas de Chile.

Zonas de Producción	Rendimiento (ton/ha)								
	20	30	40	20	30	40	20	30	40
	Nitrógeno (N) Kg/ha			Fósforo (P ₂ O ₅) kg/ha			Potasio (K ₂ O) kg/ha		
La Serena *	100	150	260	60	120	180	40	60	120
La Ligua - Cabildo	100	150	240	60	120	180	40	60	120
Curacaví	90	140	220	80	140	180	40	60	120
Las Cabras	90	140	200	80	160	220	40	70	140
Talca	80	120	200	100	180	250	40	80	160
Cañete	70	100	200	100	210	280	50	90	180
Novena Región	60	90	180	120	230	350	50	100	200
Décima Región	50	75	120	140	250	380	60	120	250

Fuente: Sierra, C., 2002

Cuadro 4.4 Nivel de fertilización requerida según **Largo del ciclo de desarrollo del cultivar.**

Factor	Largo del ciclo de desarrollo del cultivar		
	Precoces	Semi-tardíos	Tardíos*
Rendimiento esperado	Bajo	Medio Alto	Alto
Nivel de fertilización	Baja	Medio Alta	Alta

Fuente: Sierra, C, 2002

*: Estas variedades pueden necesitar fertilización parcializada, especialmente del nitrógeno, el cual puede aplicarse una parte en la plantación y otra parte durante la aporca.

Cuadro 4.5 Nivel de fertilización requerida según agrupación de **tipo de suelo.**

Tipo de Suelo	Nivel de Fertilización		
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Aluviales de la Zona Central (riego)	Alta	Baja	Media
Trumaos Zona Sur (secano)	Media-Baja	Alta	Alta
Rojos Arcillosos (secano)	Media	Media	Media

Fuente: Sierra, C, 2002

Cuadro 4.6 Rango de fertilización sugerida según **época de plantación.**

Factor	Época de plantación		
	Primavera	Verano	Otoño
Rendimiento esperado	Alto	Medio	Medio
Aporte de nutrientes del suelo	Medio alto	Alto	Bajo
Nivel de fertilización	Medio alta	Medio baja	Medio alta

Fuente: Sierra, C, 2002

Cuadro 4.7 Nivel de fertilización sugerida según **método de riego** utilizado.

Factor	Método de Riego		
	Surco	Aspersión	Goteo*
Rendimiento esperado	Medio	Alto	Muy Alto
Nivel de fertilización	Media	Alta	Alta

Fuente: Sierra, C, 2002

*: En este método de riego se podría adicionar una fertirrigación, lo que permite una aplicación diaria de nutrientes - especialmente de nitrógeno y potasio - logrando ajustarse muy bien con la demanda del cultivo.

La necesidad de fertilización del cultivo de papa obedece a una demanda de nutrientes minerales generada por las plantas que no es satisfecha debido a un suministro insuficiente de nutrientes por parte del suelo.

La papa, como la mayoría de las especies vegetales, presenta una gran demanda de nutrientes minerales primarios, como son nitrógeno, fósforo y potasio. Además, la papa requiere de otros nutrientes secundarios como calcio, magnesio y azufre y una serie

de otros micro nutrientes, especialmente cuando se pretende lograr altos niveles de productividad.

El análisis de suelo permite conocer el estado actual de los nutrientes disponibles en el suelo. Sin embargo, la necesidad de fertilización del cultivo también depende de los requerimientos nutricionales (demanda de elementos minerales) del cultivo para alcanzar un rendimiento determinado.

De esta forma la fertilización del cultivo puede ser definida por la siguiente relación:

$$\text{Fertilización} = \frac{\text{Demanda (rendimiento)} - \text{Suministro del suelo (análisis de suelo)}}{\text{Eficiencia}}$$

Por lo tanto, la cantidad de fertilizantes que será necesario aplicar al cultivo dependerá de la demanda, la que estará dada por el rendimiento esperado, menos el suministro de nutrientes del suelo, el que a su vez estará relacionado con el análisis de suelo. Pero esta relación también será modificada por la eficiencia de utilización de los fertilizantes por parte del cultivo (Rodríguez, 1990).

4.4.1 Estimación de la fertilización nitrogenada

Los suelos con contenidos más altos de materia orgánica (trumaos) pueden requerir menor fertilización nitrogenada que los suelos con menores contenidos o mas bajos (rojos arcillosos).

El laboreo continuado del suelo disminuye el suministro de nitrógeno. Por otra parte el manejo del suelo con praderas de rotación larga, que incluyan forrajeras leguminosas, permite mantener un adecuado suministro de nitrógeno. Debido a que el nitrógeno es un elemento que puede sufrir importantes variaciones en su disponibilidad para las plantas, desde que se obtiene la muestra de suelo hasta que se realiza la fertilización, la determinación que se hace mediante el análisis químico de la muestra de suelo entrega una información que no permite necesariamente una adecuada interpretación. Por esto, se utilizan criterios de manejo anterior del suelo para estimar los requerimientos de este nutriente (**Cuadro 4.8**).

Cuadro 4.8 Estimación de la fertilización nitrogenada según diferentes manejos, tipos de suelo y rendimientos esperados en condiciones de secano.

Tipo de suelo y manejo	Rendimiento esperado (ton/ha)			
	25	35	45	55
	Dosis de N kg/ha			
1. Rojo arcilloso con pradera degradada.	90	140	210	300
2. Rojo arcilloso pradera con leguminosas durante 3 años	60	100	180	250
3. Trumao con pradera degradada	50	75	160	220
4. Trumao con pradera leguminosa de 5 años	40	60	75	140

Fuente: Sierra, C, 2002

Por otro lado, si el suelo en que se cultiva una variedad de papa corresponde a uno que es intensivamente usado y bien manejado, el riesgo de deficiencias de elementos minerales es mínimo, por lo que el rendimiento final logrado depende casi exclusivamente de los aportes de macronutrientes como el nitrógeno, el fósforo y el potasio. Más aún, si bien los requerimientos del cultivo de papa en potasio y fósforo son más elevados que en nitrógeno, el nitrógeno es mayor limitante de la producción en la mayoría de los suelos del mundo. El nitrógeno incrementa el número y tamaño de las hojas y su efecto se expresa en un aumento del follaje, reflejándose en un rápido desarrollo de la canopia y por ende en un mayor índice de área foliar (IAF) de la planta. Sin embargo, dado que un IAF entre 3 y 3.5 es suficiente para maximizar la intercepción de la radiación solar, un aumento de IAF sobre 4 quizás no se ve reflejado ni en un aumento de la productividad ni en un incremento de la tasa de producción de materia seca.

Sin embargo, para el caso de un tipo de producción especializada como el procesamiento agroindustrial de papa, el efecto del Nitrógeno sobre el rendimiento de un cultivar o variedad apropiada para este destino de producción entrega resultados importantes. Así, se puede demostrar en una evaluación realizada en el Centro Regional de Investigación Remehue del INIA en Osorno durante la temporada 1998-1999 con el cultivar Shepody.

La **figura 4.1** muestra que hay un efecto positivo en el rendimiento del cultivar Shepody con la aplicación creciente de nitrógeno. Se incrementó tanto el rendimiento de los calibres consumo (> 6.5 cm \varnothing), rendimiento comercial (incluye los tubérculos calibres consumo y semilla) y el rendimiento total. Sin embargo, el peso promedio de los tubérculos fue excesivamente alto, al menos el doble del necesario para la elaboración de papas prefritas en bastones (french fries), por lo que también debería incrementarse al menos el doble la población de tallos principales por hectárea.

El rendimiento más alto (60,08 ton/ha) y número de tubérculos/ha (131.579) en tubérculos tipo consumo y/o para el procesamiento de papa prefrita en bastones se obtuvo con el tratamiento de 320 Kg/N/ha. El peso promedio de los tubérculos para este tratamiento

fue de 463 gramos (**Cuadro 4.9**). Este nivel de rendimiento puede ser considerado muy bueno, dado que Shepody es un cultivar de desarrollo semi-precoz bajo las condiciones edafoclimáticas del sur de Chile.

ton/ha

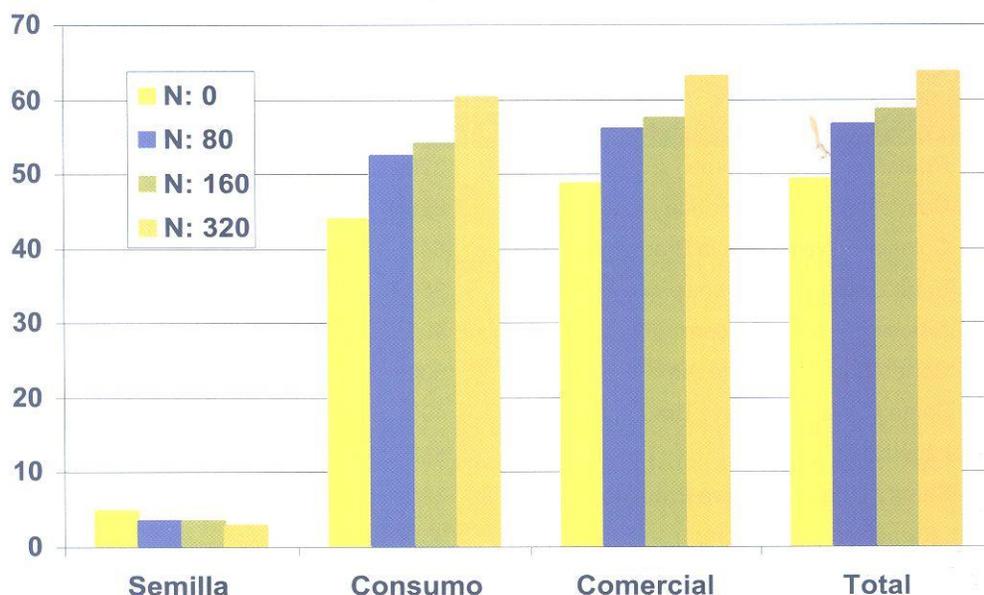


Figura 4.1 Rendimientos en tubérculos-semillas, consumo, comercial y total obtenidos en el cultivar Shepody con diferentes niveles de fertilización nitrogenada.

Cuadro 4.9 Peso promedio de tubérculos tamaño consumo (>6.5 cm Ø) logrado en el cultivar Shepody con diversos niveles de fertilización nitrogenada.

Tratamientos	Tubérculos Consumo > 6.5 cm Ø		
	Rendimiento (ton/ha)	Nº tubérculos/ha	Peso promedio (gr)
1. N 0	43.86 c	108.719 d	410.7
2. N 80	52.37 b	116.693 c	454.6
3. N 160	53.96 b	128.921 b	423.0
4. N 320	60.08a	131.579 a	463.6

Por otro lado, en diversos experimentos realizados también en la Décima Región en condiciones de secano con el cultivar Spartaan y usando urea como fuente de nitrógeno, se logró establecer diversos grados de respuesta a la fertilización con nitrógeno y fósforo (**Cuadro 4.10**).

Si se considera el análisis en conjunto de todos los experimentos, la respuesta más frecuente al nitrógeno en rendimiento fluctúa entre 5 y 10 ton/ha, con un rendimiento

medio aproximado de 44 ton/ha. Es decir, la fertilización nitrogenada incrementa desde un 11.4 % hasta un 22.8 % el rendimiento promedio. Estos resultados se lograrían con dosis de aproximadamente 120 kg de N /ha.

Cuadro 4.10 Efecto de la fertilización con Nitrógeno y Fósforo sobre el rendimiento en la Variedad Spartaan en distintas localidades y series de suelo.

Localidad	Serie de Suelo	Dosis		Rendimiento máximo (ton/ha)	Incremento producción (ton/ha)
		N	P ₂ O ₅		
		kg/ha	kg/ha		
1. Remehue	Osorno	128	320	54	5.0
2. Castro	Dalcahue	128	320	43	6.9
3. Colonia-El Ñadi	Nueva Braunau	128	640	42	14.0
4. Entre Lagos	Puyehue	120	350	41	10.0
5. Crucero	Crucero	128	400	31	6.5
6. Corte Alto	Corte Alto	120	600	45	9.0
7. Santa María	Nueva Braunau	120	400	30	5.0
8. Lago Natri	-	128	532	44	24.0
9. Santa María	Nueva Braunau	120	320	50	1.0
10. Remehue	Osorno	120	350	56.5	6.6
Promedio:				44	8.8

4.4.2 Estimación de la fertilización fosfatada

El fósforo es un elemento generalmente deficiente en los suelos trumaos y rojos arcillosos de la zona sur. Además, los suelos trumaos presentan un mayor poder de fijación de fósforo que los rojo arcillosos. Esto significa que las dosis de P₂O₅ requeridas por el cultivo de la papa serán más altas en un suelo trumao que en un suelo rojo arcilloso en condiciones de secano (**Cuadros 4.11 y 4.12**).

Cuadro 4.11 Estimación de la fertilización fosfatada en suelos trumaos según diferente disponibilidad de fósforo en el suelo y rendimiento esperado.

Nivel de P - Olsen (ppm)	Rendimiento esperado (ton/ha)			
	25	35	45	55
	Dosis de P ₂ O ₅ kg/ha			
1 - 5	200	330	460	600
6 - 10	100	200	360	470
11 - 15	80	120	250	350
16 - 25	60	70	150	240
> 26	50	60	100	140

Fuente: Sierra, C., 2002

Cuadro 4.12 Fertilización estimada de fósforo en suelos rojos arcillosos según distinta disponibilidad de fósforo inicial y diferente rendimiento esperado.

Nivel de P - Olsen (ppm)	Rendimiento esperado (ton/ha)			
	25	35	45	55
	Dosis de P ₂ O ₅ kg/ha			
1 - 5	160	260	360	440
6 - 10	90	170	280	360
11 - 15	70	110	200	280
16 - 25	50	75	110	190
> 26	40	60	70	110

Fuente: Sierra, C., 2002

La respuesta del cultivo de la papa al fósforo aplicado como fertilizante generalmente es alta en los suelos trumaos de la zona sur, debido a la alta capacidad de retención de fosfato por parte de estos suelos, causado por su carga neta positiva e impidiendo que el fósforo sea absorbido por las plantas. Por otra parte, en el cultivo de papa este fenómeno se agudiza mucho más, debido al escaso sistema radicular que posee. La retención de fósforo en suelos de origen volcánico ha sido muy estudiado y la única práctica agronómica que favorece su eficiencia de utilización por parte de la planta de papa es la localización a un lado y bajo el tubérculo-semilla, esto es 5 cm bajo y 5 cm a un lado del eje central de plantación.

La experiencia demostrada a través de experimentos desarrollados muestran que la mayor o menor respuesta al fósforo se asocia claramente con el mayor o menor historial de fertilización fosfatada del potrero previo al cultivo. Así por ejemplo, en un suelo de la Serie Osorno con escaso historial de fertilización fosfatada la respuesta del cultivo es alta, incrementándose desde 10 ton/ha hasta 50 ton/ha con 320 kg de P₂O₅ en condiciones de secano (**Figura 4.2**). Por otro lado, en el caso de un experimento realizado en Castro, en un suelo Serie Dalcahue, la respuesta al fósforo prácticamente no se manifiesta (**Figura 4.3**), esto se explica por el historial previo de fertilización fosfatada aplicada al suelo. Es decir, el cultivo aprovecha el efecto residual de tres años de fertilización anterior.

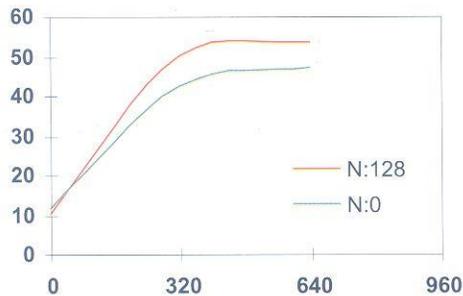


Figura 4.2 Efecto de la fertilización con Nitrógeno y Fósforo en la variedad Spartaan en Suelo Serie Osorno, localidad Remehue.

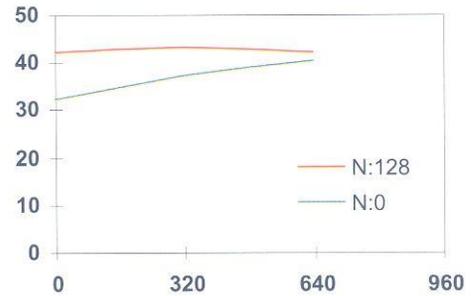


Figura 4.3 Efecto de la fertilización con Nitrógeno y Fósforo en la variedad Spartaan en Suelo Serie Dalcahue, localidad Castro.

Cuadro 4.12 Fertilización estimada de fósforo en suelos rojos arcillosos según distinta disponibilidad de fósforo inicial y diferente rendimiento esperado.

Nivel de P - Olsen (ppm)	Rendimiento esperado (ton/ha)			
	25	35	45	55
	Dosis de P ₂ O ₅ kg/ha			
1 - 5	160	260	360	440
6 - 10	90	170	280	360
11 - 15	70	110	200	280
16 - 25	50	75	110	190
> 26	40	60	70	110

Fuente: Sierra, C., 2002

La respuesta del cultivo de la papa al fósforo aplicado como fertilizante generalmente es alta en los suelos trumaos de la zona sur, debido a la alta capacidad de retención de fosfato por parte de estos suelos, causado por su carga neta positiva e impidiendo que el fósforo sea absorbido por las plantas. Por otra parte, en el cultivo de papa este fenómeno se agudiza mucho más, debido al escaso sistema radicular que posee. La retención de fósforo en suelos de origen volcánico ha sido muy estudiado y la única práctica agronómica que favorece su eficiencia de utilización por parte de la planta de papa es la localización a un lado y bajo el tubérculo-semilla, esto es 5 cm bajo y 5 cm a un lado del eje central de plantación.

La experiencia demostrada a través de experimentos desarrollados muestran que la mayor o menor respuesta al fósforo se asocia claramente con el mayor o menor historial de fertilización fosfatada del potrero previo al cultivo. Así por ejemplo, en un suelo de la Serie Osorno con escaso historial de fertilización fosfatada la respuesta del cultivo es alta, incrementándose desde 10 ton/ha hasta 50 ton/ha con 320 kg de P₂O₅ en condiciones de secano (**Figura 4.2**). Por otro lado, en el caso de un experimento realizado en Castro, en un suelo Serie Dalcahue, la respuesta al fósforo prácticamente no se manifiesta (**Figura 4.3**), esto se explica por el historial previo de fertilización fosfatada aplicada al suelo. Es decir, el cultivo aprovecha el efecto residual de tres años de fertilización anterior.

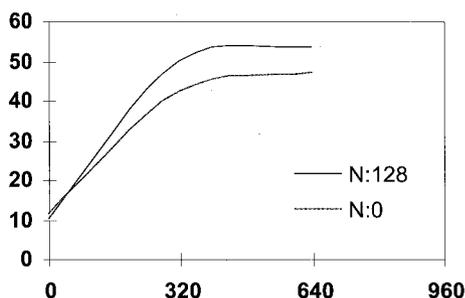


Figura 4.2 Efecto de la fertilización con Nitrógeno y Fósforo en la variedad Spartaan en Suelo Serie Osorno, localidad Remehue.

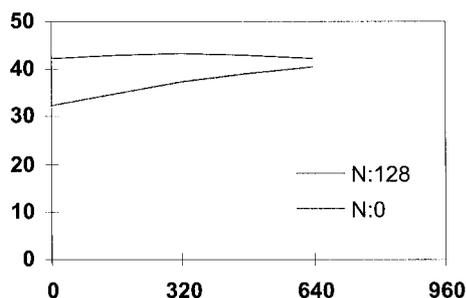


Figura 4.3 Efecto de la fertilización con Nitrógeno y Fósforo en la variedad Spartaan en Suelo Serie Dalcahue, localidad Castro.

De otro lado, la respuesta del cultivo de papa a la aplicación de fósforo es muy superior a la respuesta al nitrógeno aplicado. Del mismo modo, si se consideran el promedio de 10 experimentos estudiados y realizados en la Décima Región en condiciones de secano (**Cuadro 4.13**), la respuesta promedio sobre el rendimiento del testigo alcanza a 20.3 ton/ha adicionales cuando se aplican 380 kg P₂O₅ /ha como promedio de todos los experimentos analizados. Sin embargo, el valor promedio de 20.3 ton/ha presenta una variabilidad que va desde escasos incrementos de rendimiento de tan sólo 2 ton/ha hasta 40 ton/ha. Cabe señalar que el incremento más frecuente de rendimiento es cercano a las 20 ton/ha; así en 8 de los 10 experimentos el aumento de rendimiento por efecto del fósforo es igual o superior a las 18 ton/ha.

Finalmente, si se considera que el rendimiento promedio de los 10 experimentos alcanza a 44 ton/ha aproximadamente y que el incremento promedio debido al fósforo es de 20.3 ton/ha esto significa que este elemento permite incrementar el rendimiento de papa en un 46%.

Cuadro 4.13 Efecto de la fertilización con Nitrógeno y Fósforo en condiciones de secano sobre el rendimiento en la Variedad Spartaan en distintas localidades y series de suelo.

Localidad	Serie de Suelo	Dosis		Rendimiento máximo (ton/ha)	Incremento producción (ton/ha)
		N	P ₂ O ₅		
		kg/ha	kg/ha		
1. Remehue	Osorno	128	320	54	40
2. Castro	Dalcahue	128	320	43	2
3. Colonia-El Ñadi	Nueva Braunau	128	320	42	25
4. Entre Lagos	Puyehue	120	350	41	27
5. Crucero	Crucero	128	400	31	10
6. Corte Alto	Corte Alto	120	400	45	40
7. Santa María	Nueva Braunau	120	532	30	15
8. Lago Natri	-	128	532	44	40
9. Santa María	Nueva Braunau	120	320	50	3
10. Remehue	Osorno	120	350	56.5	20
Promedio			380	44	20.3

4.4.3 Estimación de la fertilización potásica

La papa es un cultivo de altos requerimientos de potasio. La cantidad de potasio que se debe aplicar al cultivo depende principalmente de dos factores:

- rendimiento esperado del cultivo y
- contenido de potasio disponible en el suelo.

Este último parámetro puede ser conocido mediante la realización de un análisis del suelo a emplear previo a la plantación del cultivo.

Se estima que 100 kg de papa extraen 400 gr de K_2O . Esto significa que 50 toneladas de tubérculos extraen 200 kg de K_2O , aproximadamente.

En el **Cuadro 4.14** se presenta una estimación de la fertilización potásica que debe ser aplicada al cultivo de papa en condiciones de secano según diferentes niveles de rendimiento esperado y su disponibilidad de K en el suelo.

En el caso de este elemento, algunos suelos pueden presentar niveles medios a altos de disponibilidad de K, sin embargo la velocidad de reposición de este elemento a la solución del suelo puede ser lenta y manifestar deficiencia para el siguiente cultivo de la rotación.

Se deben aplicar dosis muy altas de K cuando el suelo presenta una disponibilidad muy baja de este nutriente y se pretende cosechar altos rendimientos. Cuando el rendimiento esperado es moderado y el nivel de K del suelo es alto ($>$ de 0,64 cmol(+)/kg de K) el cultivo puede no requerir la aplicación de fertilizante potásico.

Cuadro 4.14 Fertilización estimada de potasio en suelos trumaos según disponibilidad inicial y diferente rendimiento esperado.

Potasio de intercambio (cmol(+)/kg)	Rendimiento esperado (ton/ha)			
	25	35	45	55
	Dosis de K_2O kg/ha			
< - 0,12	140	250	360	460
0,13 - 0,25	100	140	250	350
0,26 - 0,38	80	120	160	240
0,39 - 0,64	60	100	120	180
> - 0,64	50	80	100	120

Fuente: Sierra, C., 2002

Sin embargo, en ensayos de investigación se ha evaluado el efecto de diferentes dosis de potasio en el rendimiento y en la calidad de la producción de Materia Prima para el Procesamiento de Papa.

La **figura 4.4** muestra que dosis crecientes del KCl aumentaron los rendimientos en forma significativa en tubérculos aptos para el procesamiento desde 11.17 ton/ha a 30.48 ton/ha y 41.43 ton/ha con dosis crecientes de 0, 160 y 640 U. de KCl/ha, respectivamente. Del mismo modo, el **Cuadro 4.15** muestra un incremento en el número y rendimiento de los tubérculos aptos para el procesamiento industrial con las dosis mayores de fertilización.

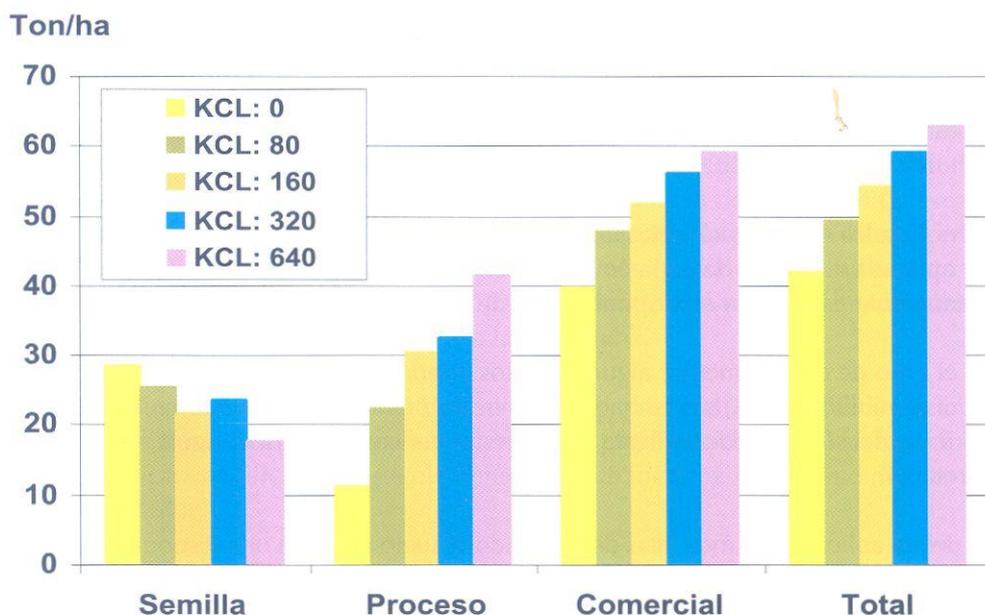


Figura 4.4 Efecto de diferentes niveles del KCl en los rendimientos/ha en tubérculos-semillas, proceso, comercial y total en el cultivar Ranger Russet durante la temporada 1999/2000.

Cuadro 4.15. Efecto de diferentes niveles del KCl en el número de tubérculos/ha en los calibres semilla y papa para el procesamiento y/o consumo en el cultivar Ranger Russet durante la temporada 1999/2000.

Tratamientos	Tubérculos - semilla/ha (calibres entre 2.8 y 6.5 cm Ø)			Tubérculos procesos/ha (calibres sobre 6.5 cm Ø)	
	Nº	Peso promedio (gr)		Nº	Peso promedio (gr)
1. KCl 0	265.709	a	107	38.810	d
2. KCl 80	251.237	a	101	76.582	c
3. KCl 160	192.549	ab	112	99.707	b
4. KCl 320	198.280	ab	118	102.639	b
5. KCl 640	157.728	b	112	130.988	a
C. V. :	22.89			15.91	

Finalmente y del mismo modo, si se consideran el promedio de 22 experimentos estudiados y realizados en la Décima Región (**Cuadro 4.16**), se puede apreciar que en las 22 localidades la respuesta promedio sobre el rendimiento del testigo alcanza a 5.8 ton/ha adicionales por la aplicación de Potasio cuando se aplican entre 100 y 200 kg de K_2O /ha como promedio de todos los experimentos analizados. Esto sugiere un claro beneficio de la aplicación de este elemento en la producción de papa.

Cuadro 4.16 Efecto de la fertilización con Potasio sobre el rendimiento de papa en 22 localidades y series de suelo de la Décima Región.

Localidad	Serie de Suelo	Rendimiento (ton/ha)		
		N-P-K	N-P	Diferencia
1. Punahue	Sta. Bárbara	21.3	16.2	5.1
2. Ignao	Vivanco	29.3	25.7	3.6
3. Huacamalal	Puyehue	46.2	44.6	1.6
4. Entre Lagos	Puyehue	42.3	36.8	5.5
		34.8	30.8	4.0
5. Remehue	Osorno	54.0	39.9	14.1
6. La Pampa	Osorno	28.9	26.2	2.7
7. Remehue	Osorno	35.8	26.7	9.1
8. Purranque	Osorno	26.2	22.0	4.2
9. Remehue	Osorno	53.1	46.2	6.9
10. Remehue	Osorno	24.4	21.6	2.8
11. Remehue	Osorno	39.8	38.1	1.7
		37.5	31.5	5.9
12. Corte Alto	Corte Alto	21.9	20.1	1.8
13. Cuatro Vientos	Corte Alto	39.6	29.1	10.5
14. Corte Alto	Corte Alto	34.5	31.1	3.4
15. Corte Alto	Corte Alto	42.0	35.2	6.8
		34.5	28.9	5.6
16. Los Muermos	Nva. Braunau	39.1	33.3	5.8
17. Totoral	Nva. Braunau	29.6	22.0	7.6
18. Sta. María	Nva. Braunau	23.9	20.4	3.4
19. Sta. María	Nva. Braunau	35.0	21.3	13.7
20. Sta. María	Nva. Braunau	49.8	36.8	13.0
		35.5	26.8	8.7
21. Castro	Chonchi	44.8	44.5	0.3
22. Tara	-	45.8	42.3	3.5
		45.3	43.4	1.9
Promedio		36.9	30.9	5.8

Fuente: Sierra, C, 2002

4.5 CONCLUSIONES:

- El análisis de suelo es una herramienta adecuada para diagnosticar el estado actual de la fertilidad de un suelo, en especial respecto de las disponibilidades de fósforo y potasio.
- Se debe considerar el rendimiento esperado del cultivo para estimar en forma más ajustada la cantidad de fertilizantes que se deben aplicar.
- Como método de diagnóstico del suministro de nitrógeno es importante considerar el manejo anterior del suelo.
- La sola aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio en una mezcla balanceada permite alcanzar un rendimiento satisfactorio de papa, siempre que se consideran también otros factores de producción, tales como uso de una variedad adecuada, semilla de buena calidad, cultivo libre de enfermedades y plagas, etc.

V. VARIEDADES DE PAPA*

5.1 ANTECEDENTES GENERALES

En Chile la papa se cultiva prácticamente en todo el país, aunque las explotaciones de mayor importancia económica se encuentran entre la III y la X regiones, ya sea por la superficie plantada o por los precios alcanzados. A lo largo de estas regiones se presentan diferentes condiciones edafoclimáticas con distintas épocas de cultivo, lo que implica utilizar variedades que se adapten a condiciones de climas muy determinados y para propósitos diferentes.

Así, un factor muy importante en el éxito de la explotación comercial de la papa, junto a otras variables como calidad de semilla y manejo agronómico, es la correcta elección de la variedad a emplear. Los siguientes factores son los que se deben considerarse para elegir adecuadamente una variedad de papa:

- a. **Aceptación por el mercado:** considera color de piel y pulpa, forma, sabor, etc.
- b. **Destino de la producción:** papa primor, guarda, procesamiento agroindustrial.
- c. **Potencial de rendimiento** y adaptación en el área de producción.
- d. **Nivel de resistencia a las enfermedades y plagas graves** del cultivo en el área de producción.

En Chile actualmente existen 80 variedades registradas en la Lista de Variedades Descritas Oficialmente en el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). De estas solo 32 se encuentran inscritas en el Registro de Variedades de Papa Aptas para Certificación y de las cuales se puede acceder a papa-semilla legal de buena calidad (**Producción y uso de tubérculos-semillas de papa, Capítulo VI**).

Dentro de este último grupo existen 20 variedades libres y 12 variedades protegidas. Estas últimas están inscritas en el Registro de Variedades Protegidas del SAG y poseen derecho de propiedad intelectual.

El cultivo de una variedad protegida, ya sea para consumo o procesamiento, requiere de la autorización del obtentor o su representante para su cultivo, lo que puede implicar el pago de un derecho conocido internacionalmente como 'Royalty'. Este derecho de propiedad o royalty que se debe pagar por el uso de una variedad protegida es para

que el obtentor recupere el costo en el que incurrió en los 12 o más años que demoró en desarrollar la variedad y continuar así su actividad de crear nuevas y mejores variedades para el futuro. Generalmente las variedades de papa protegidas, por ser productos de última generación de los programas de mejoramiento, poseen mejores atributos agronómicos y de calidad que las otras variedades, generando mayor rentabilidad y/o precios en los mercados.

Chile actualmente está suscrito a la Convención 78 de la Unión de Propietarios de Variedades Vegetales (UPOV), la que regula la protección y el comercio de variedades vegetales en los países suscritos. En el país, la protección de las variedades de cultivos anuales es de 15 años y el de frutales y otras especies perennes es de 18 años. A partir del año 2008, Chile, en virtud de los Tratados de Libre Comercio (TLC) suscritos, deberá suscribirse a la Convención 91 de la UPOV, la que impondrá nuevas y mayores exigencias a quienes usan variedades protegidas.

Las variedades autorizadas para certificación y registradas en el Registro respectivo y sus características principales se describen en forma resumida en el **Cuadro 5.1**. Si bien no existen estadísticas precisas respecto del área ocupada por cada una de las variedades, se estima que Desirée, es la más cultivada en Chile con alrededor del 50% del área (unas 30.000 ha). Le siguen en importancia, las variedades Yagana-INIA, Cardinal, Asterix y Rosara con otro 40%, y luego Karu-INIA y Pukará-INIA como variedades emergentes, además de otras variedades con porcentajes menores, principalmente de uso agroindustrial como Atlantic, Shepody y FL's (Frito-Lay).

5.2 DESTINO DE LA PRODUCCION

5.2.1 Variedades para consumo fresco:

Se define como consumo fresco a la papa sin procesamiento previo que se destina al consumo del hogar y se obtiene habitualmente en ferias, supermercados u otro tipo de establecimientos. El consumidor chileno de papa fresca prefiere papas de tamaño medio (100 gr.) y oval alargadas. El color de la piel de la papa no tiene relación alguna con la calidad culinaria, sin embargo en Chile hay una marcada preferencia por papa de piel roja, tendencia que disminuye en importancia en el sur de Chile. No obstante, se estima que la preferencia por variedades de piel roja o rosada al momento de vender la producción se debe más bien a un factor de comercialización a nivel de mayoristas que a una preferencia de los consumidores.

En producción de papa para consumo fresco podemos distinguir dos tipos de cultivo y de variedades para ellos:

a. Variedades de papa de guarda. Las variedades de papa de guarda son usadas principalmente en las plantaciones de primavera en las Zonas Centro-Sur y Sur del país. La principal característica de este tipo de cultivo es que después de la cosecha, la papa es almacenada por un periodo de tiempo que puede ir desde 2 a 7 o más meses. Las principales características que debe tener una variedad para este tipo de cultivo son:

- Período de reposo de las papas intermedio a largo (mayor a 4 meses)
- Período vegetativo del cultivo intermedio a largo (mayor a 130 días)
- Buenas características para almacenamiento prolongado
- Alto potencial de rendimiento

Entre estas variedades destacan en Chile Desirée, que ocupa la mayor superficie de plantación, y Yagana-INIA que, a pesar de su color de piel amarillo, ha logrado posicionarse en el mercado nacional, especialmente en la Xa Región. Otras variedades que se destacan en este tipo de producción son Rosara, Karu-INIA, Pukará-INIA y Romano.

b. Variedades de papa temprana y/o primor. Empleadas preferentemente en plantaciones de Otoño e Invierno en lugares donde existe menor riesgo de heladas, especialmente en la Zona Centro Norte del país. Las condiciones ambientales durante el desarrollo de este tipo de cultivo son días cortos, baja luminosidad, temperaturas moderadas durante el día y bajas durante la noche. Estas condiciones ambientales no permiten que las variedades expresen su máximo potencial de rendimiento; no obstante, su producción obtiene los mejores precios del mercado, ya que la cosecha se realiza, preferentemente, entre los meses de agosto y noviembre, período en el que se alcanzan los mejores precios, debido a que la producción de la cosecha de guarda de la zona sur ha sido ya entregada en su totalidad al mercado. Las características principales que deben reunir las variedades de papa temprana son:

- Período de reposo corto o intermedio de los tubérculos (menor a 4 meses)
- Rápido inicio de tuberización y llenado rápido de los tubérculos
- Período vegetativo del cultivo corto o intermedio (90 a 120 días)
- Adaptación a crecimiento bajo condiciones sub-óptimas de desarrollo: fotoperíodo corto, temperaturas y luminosidad baja.

La producción de papa primor realizada con plantaciones de verano se conoce como “papa cuaresmera”. Normalmente se planta en el mes de enero en la zona central y se caracteriza porque las condiciones de cultivo entre plantación y cosecha son muy diferentes, partiendo con altas temperaturas y días largos y completando el ciclo en Mayo, con bajas temperaturas y días cortos. A las características requeridas

en las variedades para plantaciones tempranas de primavera, hay que agregar que las variedades para cultivo de papa cuaresma o verano en la zona central, deben ser capaces de crecer con temperaturas de sobre 25 y 30 °C, que sin duda no son óptimas para un buen crecimiento de las plantas y donde ellas puedan expresar todo su potencial.

Las variedades más populares para cultivos primos en la zona central, entendiendo como tales el cultivo temprano de primavera y verano, son Cardinal, Pukará-INIA, Rosara y Asterix. Independientemente de aquello, variedades como Desirée, Yagana-INIA y Karu-INIA se usan con frecuencia en cultivos tempranos de primavera en la misma zona, aunque por poseer un período de latencia más prolongado sus semillas no brotan rápidamente y no son muy aceptadas para la ejecución de ambos cultivos en una temporada.

Las variedades Atlantic y Panda se usan en la IVa Región en cultivos de invierno y en la zona central para cultivos tempranos de primavera o de guarda, primordialmente para la agroindustria de papas fritas en hojuelas, pero no para consumo fresco.

5.2.2. Variedades para procesamiento agroindustrial.

Difieren fundamentalmente de aquellas para consumo fresco por sus características físico químicas y organolépticas, especialmente en el contenido de materia seca, azúcares reductores, textura, sabor y otros parámetros. Existen numerosos tipos de productos procesados a partir de la papa, no obstante las más importantes en Chile son la industria de la papa frita en bastones (french fries), papa frita en hojuelas (chips), puré en escamas o gránulos y almidón.

- a. **Papa frita en bastones:** las variedades para papa frita en bastones (y pre-frito congelado) deben tener un alto contenido de sólidos totales (óptimo de 24%) y bajo contenido de azúcares reductores (el óptimo es menor a 0,5% en base a peso fresco). La forma de los tubérculos debe ser alargada (óptimo con más de 80% mayor a 10 cm largo) y oval-redonda (cilíndrica) para minimizar las pérdidas. La calidad industrial de la producción lograda por una variedad puede ser afectada considerablemente por factores climáticos, de suelo y de manejo agronómico del cultivo principalmente fertilización, riego y almacenamiento.

En Chile, existe una industria que se dedica a la producción de papa pre-frita congelada (UNISUR), ubicada en Llanquihue, Xa Región, la que el año 2005 abasteció aproximadamente el 50% (5.000 toneladas) de las necesidades nacionales, fundamentalmente en base a las variedades Yagana-INIA (70%) y Shepody (20%). Para ello requiere procesar alrededor de 10.000 toneladas de papa fresca. El otro

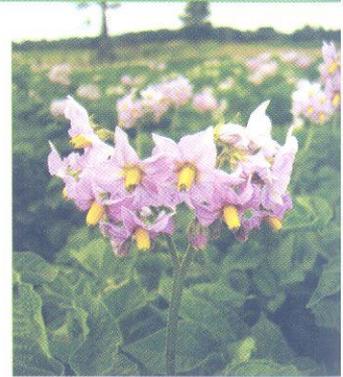
50% que el mercado nacional requiere se importa de Argentina, EE.UU., Canadá y Europa. También en el país existe producción artesanal de papa frita en bastones comprando en el mercado papa fresca y pelando y friendo las papas en pequeñas industrias caseras, sin existir estadísticas de este tipo de producción, la que usa principalmente las variedades Yagana-INIA y Desirée.

- b. Papa frita en hojuelas o Chips.** Las principales características que deben tener las variedades para esta industria son un contenido de sólidos alto (óptimo de 24%), y muy bajo contenido de azúcares reductores (el óptimo es menor a 0,33% en base a peso fresco). La forma de los tubérculos debe ser redonda y de un diámetro superior a 50 mm (Ø óptimo 65 mm). Las principales variedades utilizadas por esta industria son Atlantic, cultivares FL's (**Cuadro 5.1**) y en menor proporción Desirée. Un tipo de producto que entra en esta categoría de papa chips es la hojuela hecha en base a puré (tipo láminas fritas) como Krizpo, que es un producto nacional de Corpora Tres Montes. Las principales industrias elaboradoras de papa Chips son Evercrisp (Frito-Lay), ICB (Marcopolo) y Corpora Tres Montes (Krizpo), siendo la primera de estas (Evercrips) la que tiene mayor participación en el mercado.
- c. Puré instantáneo y almidón.** Las variedades para puré instantáneo deben poseer sobre el 20% de materia seca y un moderado contenido de azúcares reductores (inferior a 0,6%). La variedad Yagana-INIA es la más usada para la producción de Puré. La única industria que utiliza papa nacional para producir Puré es UNISUR, la que produce la mayor parte del Puré consumido en el país (70%), exportando también parte de su producción. El resto se importa y es envasado en el país. Para la producción de almidón se necesita igualmente variedades de un alto contenido de materia seca, pero también con un alto contenido de almidón (mayor de 18%). Para la elaboración de ambos tipos de productos lo importante es el rendimiento, no tanto la forma, el color o el aspecto de los tubérculos.

5.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES DE PAPA CULTIVADAS EN CHILE

ASTERIX - SZ

Origen (Pedigree)	: Cardinal x SVP Ve 709.
Creador y propietario	: HZPC HOLANDA.
Representante en Chile	: Semillas SZ Sociedad Anónima.
Año Inscripción	: 1991. Propiedad vigente en Chile.
Clasificación	: Consumo fresco y procesamiento.



DESCRIPCION

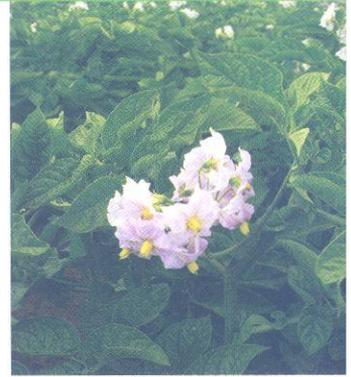
Forma de tubérculo	: Oval alargado.
Ojos	: Superficiales.
Piel	: Roja.
Pulpa	: Amarilla.
Planta	: Buen desarrollo de follaje, planta alta, tallos erectos, cubriendo bien la entre hilera, hojas de color verde oscuro, produce abundantes flores de color rojo/violeta.

CARACTERISTICAS

Rendimiento	: Alto.
Materia Seca	: Alta.
Madurez	: Semitardía.
Enfermedades	: Medianamente susceptible al tizón tardío de la hoja (<i>Phytophthora infestans</i>), buena resistencia al tizón de tubérculo, moderada susceptibilidad al virus del enrollamiento de las hojas de papa (PLRV), susceptible a Virus A, resistente a virus X, medianamente susceptible a virus Yn, moderada resistencia a sarna común (<i>Streptomyces scabies</i>). Resistente al Nematodo dorado (<i>Globodera rostochiensis</i> Raza Ro1).
Almacenamiento	: Muy bueno. Tiene un período de reposo de 6 - 7 meses.
Calidad para Consumo	: Muy buena, firme a la cocción, de muy buen sabor, color y textura suave. Excelente para todo tipo de preparación culinaria.
Utilización	: Consumo fresco y procesamiento. Adecuada para la elaboración de papa frita y papa chips. Recomendable para todas las zonas productoras de papa de Chile.

ATLANTIC

Origen (Pedigree)	: Wauseon x Lenape.
Creador y propietario	: USDA - USA.
Año Inscripción	: 1976. Variedad libre en Chile.
Clasificación	: Consumo fresco y procesamiento.



DESCRIPCION

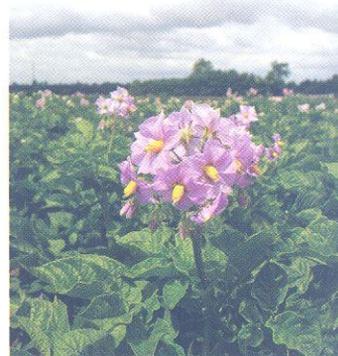
Forma de tubérculo	: Ovalado a redondo.
Ojos	: Superficiales.
Piel	: Blanca de superficie escamosa.
Pulpa	: Blanca.
Planta	: Desarrollo intermedio, semierecta, hojas grandes de color verde claro, flores de color violeta pálido.

CARACTERISTICAS

Rendimiento	: Medio a alto.
Materia Seca	: Aproximadamente 24% en seco en el Sur de Chile.
Madurez	: Semiprecoz en plantaciones de Octubre en el Sur de Chile.
Enfermedades	: Inmune al virus X de la papa (PVX) y moderadamente sensible al virus del enrollamiento de las hojas de la papa (PLRV). Resistente al Nemátodo dorado (<i>Globodera rostochiensis</i> Raza Ro1), resistente a sarna común (<i>Streptomyces scabies</i>) y a marchitez por verticillium (<i>Verticillium</i> sp.).
Almacenamiento	: No apta para almacenamiento prolongado. Tiene un período de reposo de 4 meses.
Calidad para Consumo	: Buena calidad culinaria, resistente a la cocción.
Utilización	: Consumo fresco y procesamiento. Excelente para la elaboración de papa frita en hojuelas (Chips). Recomendable para todas las zonas productoras de papa de Chile.

CARDINAL

Origen (Pedigree)	: Tulner/de Vries 54-30-8xSVP 55-89.
Creador y propietario	: Agrico HOLANDA.
Año Inscripción	: Variedad Libre en Chile.
Clasificación	: Consumo fresco.



DESCRIPCION

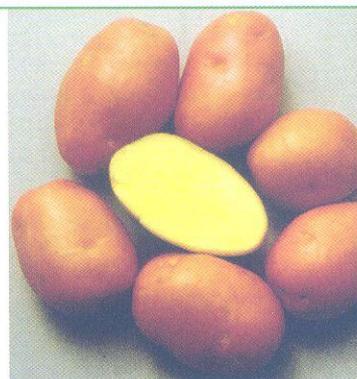
Forma de tubérculo	: Oval alargado.
Ojos	: Superficiales.
Piel	: Roja.
Pulpa	: Amarilla clara.
Planta	: Buen desarrollo de follaje, tallos fuertes, cubriendo bien la entre hilera, resiste bien a la sequía.

CARACTERISTICAS

Rendimiento	: Alto.
Materia Seca	: Bajo.
Madurez	: Semiprecoz
Enfermedades	: Resistente al tizón tardío de la hoja (<i>Phytophthora infestans</i>), y medianamente resistente a tizón de tubérculo, moderada resistencia al virus del enrollamiento de las hojas de papa (PLRV), moderada resistencia a virus X y virus Y, moderada resistencia a sarna común (<i>Streptomyces scabies</i>). Resistente al Nematodo dorado (<i>Globodera rostochiensis</i> Raza Ro1).
Almacenamiento	: Medio. Tiene un período de reposo de 3 - 4 meses.
Calidad para Consumo	: Buena, firme a la cocción, de color claro en los guisos, de sabor neutro. Leve tendencia a decolorarse después de la cocción.
Utilización	: Consumo fresco. Muy recomendable para siembra temprana en IV ^a y V ^a regiones.

DESIREE

Origen (Pedigree)	: Urgenta x Depesche.
Creador y propietario	: ZPC - HOLANDA.
Año Inscripción	: 1962. Variedad libre en Chile.
Clasificación	: Consumo fresco y procesamiento.



DESCRIPCION

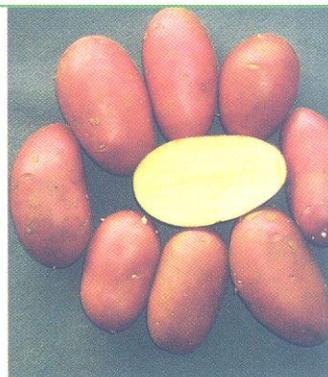
Forma de tubérculo	: Oval alargado.
Ojos	: Superficiales.
Piel	: Rosada.
Pulpa	: Amarillo claro.
Planta	: Desarrollo intermedio, semierecta, buen vigor, follaje de color verde grisáceo oscuro, presenta abundantes flores de color rosado pálido.

CARACTERISTICAS

Rendimiento	: Alto.
Materia Seca	: Aproximadamente 22% en secano en el Sur de Chile.
Madurez	: Semitardía (145 - 150 días) en plantaciones de Octubre en el Sur de Chile.
Enfermedades	: Buena resistencia al virus Y de la papa (PVY) y moderada susceptibilidad al virus del enrollamiento de las hojas de la papa (PLRV). Susceptible a sarna común (<i>Streptomyces scabies</i>).
Almacenamiento	: Bueno. Tiene un período de reposo de 4 - 5 meses.
Calidad para Consumo	: Buena calidad culinaria, resistente a la cocción, de sabor neutro.
Utilización	: Adecuada como papa de guarda. También se utiliza para la elaboración de papa frita. Recomendable para todas las zonas productoras de papa de Chile.

KARU - INIA

Origen (Pedigree)	: Yagana x Fanfare.
Creador y propietario	: INIA - CHILE.
Liberada	: 2002. Propiedad vigente en Chile.
Clasificación	: Mercado Fresco y procesamiento.



DESCRIPCION

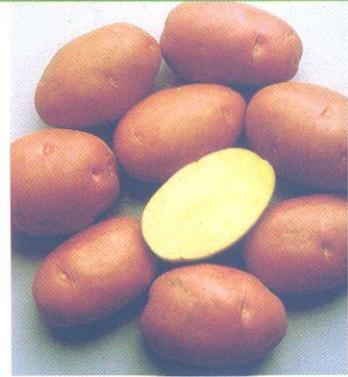
Forma de tubérculo	: Oval alargado.
Ojos	: Muy superficiales.
Piel	: Roja.
Pulpa	: Amarilla.
Planta	: Gran desarrollo de follaje, cubriendo bien la entre hilera. Sin embargo, en las primeras semanas después de emergencia es de crecimiento lento. Hojas de color verde intenso, produce abundantes flores de color violeta.

CARACTERISTICAS

Rendimiento	: Muy alto.
Materia Seca	: Aproximadamente 22% en secano en el Sur de Chile.
Madurez	: Semi precoz (135 - 145 días), en plantaciones de octubre en el Sur de Chile.
Enfermedades	: Moderada resistencia al virus del enrollamiento de las hojas de papa (PLRV), poco sensible al virus Y (PVY). Moderada susceptibilidad al tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>) y a sarna común (<i>Streptomyces scabies</i>). Moderada resistencia a pudrición seca (<i>Fusarium sp.</i>) y a pudrición blanda (<i>Erwinia carotovora ssp.</i>). Resistente al Nemátodo dorado (<i>Globodera rostochiensis</i> Raza Ro1).
Almacenamiento	: Bueno. Tiene un período de reposo de 5 meses en bodegas con ventilación natural en el sur de Chile.
Calidad para Consumo	: Muy buena, resistente a la cocción, de muy buen sabor, color y textura suave. Muy buena para todo tipo de preparación culinaria.
Utilización	: Consumo fresco y procesamiento. Adecuada para la elaboración de papa frita tipo bastón.

PUKARA - INIA

Origen (Pedigree)	: Cleopatra x Yagana.
Creador y propietario	: INIA - CHILE.
Año Inscripción	: 1993. Propiedad vigente en Chile.
Clasificación	: Consumo Fresco.



DESCRIPCION

Forma de tubérculo	: Oval alargado.
Ojos	: Medianamente profundos.
Piel	: Rojo intenso.
Pulpa	: Amarilla.
Planta	: De buen vigor, semierecta, forma numerosos tallos principales, el follaje es verde oscuro y las flores (abundantes) son de color rosado.

CARACTERISTICAS

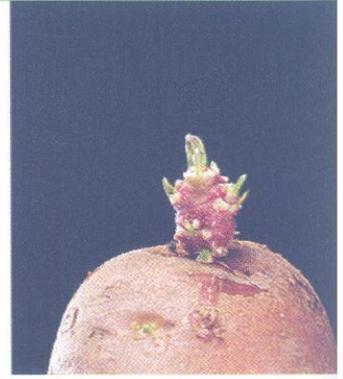
Rendimiento	: Alto.
Materia Seca	: Aproximadamente 21% en seco en el Sur de Chile.
Madurez	: Período vegetativo semitardío (140 - 145 días) correspondiente a plantaciones de Octubre en el Sur de Chile. Sin embargo, tuberiza precozmente con un rápido llenado de tubérculos.
Enfermedades	: Alta resistencia de campo al virus del enrollamiento de la hoja (PLRV), y mediana resistencia a sarna común (<i>Streptomyces scabies</i>). Susceptible al Nemátodo dorado (<i>Globodera rostochiensis</i>).
Almacenamiento	: Bueno. Presenta un período de reposo de 4 meses.
Calidad para Consumo	: Excelente, resistente a la cocción, agradable sabor y mediana harinosidad. No presenta pardeamiento posterior a la cocción.
Utilización	: Adecuada como papa de guarda y especialmente como papa temprana por su rápida tuberización y llenado de tubérculos. Recomendable para todas las zonas productoras de papa del país.

ROMANO

Origen (Pedigree)	: Draga x Desiree.
Año Inscripción	: 1978.
Clasificación	: Consumo fresco.

DESCRIPCION.

Forma de tubérculo	: Oval redondo.
Ojos	: Medianamente superficiales. a semi profundos.
Piel	: Roja.
Pulpa	: Crema.
Planta	: Tallos poco numerosos y gruesos, altura de planta mediana a baja, hojas muy grandes de color verde claro, flores escasas a ausentes de color rojo violáceo.



CARACTERISTICAS

Rendimiento	: Bueno, mediano a alto.
Materia Seca	: Mediana a bajo contenido.
Madurez	: Semiprecoz.
Enfermedades	: Mediana resistencia de campo al virus del enrollamiento de las hojas de papa (PLRV), bastante sensible al virus X de papa (PVX) y buena resistencia al virus Y (PVY). Resistente al Nemátodo dorado (<i>Globodera rostochiensis</i> Raza Ro1), bastante sensible al tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>) e inmune a la sarna verrugosa.
Almacenamiento	: Muy bueno, posee un largo período de almacenamiento de 7 - 9 meses.
Calidad para Consumo	: Bastante firme a la cocción, propensa a decolorarse después de la cocción.

ROSARA

Origen (Pedigree)	: Secura x 2605 77.
Creador y propietario	: SOLANA - Alemania.
Año Inscripción	: 1990.
Clasificación	: Consumo fresco y procesamiento.



DESCRIPCION

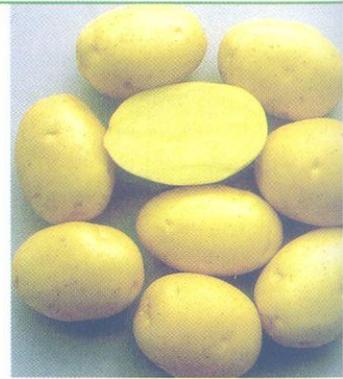
Forma de tubérculo	: Ovalado.
Ojos	: Superficiales.
Piel	: Roja.
Pulpa	: Amarilla.
Planta	: Presenta un moderado a buen desarrollo de follaje, hojas de color verde pálido, produce ocasionalmente flores de color rojo violeta.

CARACTERISTICAS

Rendimiento	: Potencial mediano a alto en cosechas a madurez total y un rendimiento mediano en cosechas tempranas.
Materia Seca	: Aproximadamente 22% en secano en el Sur de Chile.
Madurez	: Muy temprana (100 - 120 días).
Enfermedades	: Alta a muy alta resistencia de campo al virus del enrollamiento de las hojas de papa (PLRV), alta resistencia a virus Y (PVY). Alta resistencia a pie negro (<i>Erwinia carotovora spp</i>) y al Nemátodo dorado (<i>Globodera rostochiensis</i> Raza Ro1), mediana a alta resistencia al tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>) y tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>) y alta resistencia a sarna común (<i>Streptomyces scabies</i>).
Almacenamiento	: Muy bueno. Tiene un período de mediano a largo.
Calidad para Consumo	: Buena, del tipo multipropósito, sabor moderado a bueno, color y textura suave. Excelente para todo tipo de preparación culinaria.
Utilización	: Consumo fresco.

YAGANA - INIA

Origen (Pedigree)	: Hydra x 904/61.
Creador y propietario	: INIA - CHILE.
Año Inscripción	: 1983. Variedad libre en Chile.
Clasificación	: Consumo fresco y procesamiento.



DESCRIPCION

Forma de tubérculo	: Ovalado.
Ojos	: Superficiales.
Piel	: Amarillo intenso.
Pulpa	: Amarilla.
Planta	: Buen desarrollo de follaje, cubriendo bien la entre hilera, hojas de color verde pálido, produce abundantes flores de color violeta.

CARACTERISTICAS

Rendimiento	: Muy alto.
Materia Seca	: Aproximadamente 22% en seco en el Sur de Chile.
Madurez	: Semiprecoz (120 - 130 días), en plantaciones de Octubre en el Sur de Chile.
Enfermedades	: Alta resistencia de campo al virus del enrollamiento de las hojas de papa (PLRV), inmune al virus X de papa (PVX) y poco sensible al virus Y (PVY). Resistente al Nematodo dorado (<i>Globodera rostochiensis</i> Raza Ro1), moderada susceptibilidad al tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>) y tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>) y buena resistencia a sarna común (<i>Streptomyces scabies</i>).
Almacenamiento	: Muy bueno. Tiene un período de reposo de 6 - 7 meses.
Calidad para Consumo	: Muy buena, resistente a la cocción, de muy buen sabor, color y textura suave. Excelente para todo tipo de preparación culinaria.
Utilización	: Consumo fresco y procesamiento. Adecuada para la elaboración de puré, papa frita y pre-frita congelada tipo bastón. Recomendable para todas las zonas productoras de papa de Chile.

Variedades de Papa

Cuadro 5.1 Variedades certificadas de papa 2003/2004.

VARIEDAD	MADUREZ	COLOR FLOR	COLOR PIEL	COLOR PULPA	FORMA TUBERCULO	REACCION A ENFERMEDADES					LATENCIA	APTITUD	RVP**
						TTF	PLRV	PVX	PVY	ND			
AMADEUS	Semiprecoz	Blanca	Roja	Blanca amarillenta	Oval redondeada	MR	MR	MR	MR	R	Media	CF	L
ASTERIX	Semiprecoz	Violeta azulado	Roja	Blanca amarillenta	Oval alargada	MS	MS	MS	MS	R	Media	FB, FCh, CF	P
ATLANTIC	Mediana	Violeta rojizo	Blanca	Blanca	Ovalada	MS	MR	R	S	R	Media	FCh, CF	L
BARAKA	Semiprecoz	Violeta rojizo	Amarilla	Blanca amarillenta	Oval aplastada	MR	MS	R	R	S	Larga	FB, CF	L
BERBER	Precoz	Blanca	Amarilla	Amarilla	Oval alargada	MS	MR	MR	MR	R	Corta	CF	L
BINTJE	Semitaridia	Blanca	Amarilla	Blanca amarillenta	Oval alargada	S	MR	MS	MS	S	Media	FB, CF	L
CAESAR	Semiprecoz	Blanca	Amarilla	Blanca amarillenta	Oval alargada	MS	MR	MR	MR	R	Larga	FB, CF	P
CARDINAL	Semiprecoz	Violeta azulado	Roja	Blanca amarillenta	Oval alargada	MR	MR	MR	MR	R	Corta	CF	L
CORNADO	Semitaridia	Violeta rojizo	Roja	Blanca amarillenta	Oval redondeada	R	MR	R	R	R	Media	CF	L
DESIREE	Semitaridia	Violeta rojizo	Roja	Blanca amarillenta	Oval alargada	MS	MS	MR	R	S	Larga	FB, CF	L
FL-1833	Semiprecoz	Blanca	Blanca	Blanca amarillenta	Ovalada	S	MS	MS	MS	MR	Larga	FCh, CF	P
FL-1867	Semiprecoz	Blanca	Blanca	Blanca amarillenta	Ovalada	S	MR	MR	MS	S	Media	FCh, CF	P
FL-1879	Semiprecoz	Blanca	Blanca	Blanca	Ovalada	S	MS	-	-	S	Larga	FCh, CF	P
FLORISSANT	Semitaridia	Blanca	Amarilla	Blanca amarillenta	Oval redondeado	MS	MR	MR	MR	R	Larga	FB, FCh, CF	L
GRANOLA	Semitaridia	Violeta rojizo	Amarilla	Amarilla	Oval redondeado	S	MR	MR	MR	R	Media	CF	L
INNOVATOR	Semiprecoz	Blanca	Amarilla	Blanca amarillenta	Oval alargada	MR	MR	MR	MR	R	Media	FB, FCh, CF	P
KARU INIA	Semiprecoz	Violeta azulado	Roja	Blanca amarillenta	Oval alargada	MR	MR	R	MR	R	Larga	FB, CF	P
KENNEBEC	Semitaridia	Blanca	Blanca	Blanca	Oval redondeado	MS	S	MS	MR	S	Media	FCh, CF	L
MONALISA	Semiprecoz	Blanca	Amarilla	Blanca amarillenta	Oval alargada	MS	MR	MR	R	S	Larga	CF	P
ONA INIA	Semiprecoz	Violeta rojizo	Roja	Blanca amarillenta	Oval alargada	MS	MR	MR	MR	S	Muy corta	FB, FCh, CF	L
PUKARA INIA	Semitaridia	Violeta rojizo	Roja	Blanca amarillenta	Oval alargada	MR	MR	MR	MR	S	Media	FB, FCh, CF	P
RANGER RUSSET	Mediana	Violeta rojizo	Café	Blanca	Alargada	MS	MS	MR	MR	S	Media	FB	L
RED SCARLET	Semiprecoz	Violeta rojizo	Roja	Blanca amarillenta	Oval alargada	MS	MR	MR	MR	R	Media	CF	P
RODEO	Tardia	Violeta rojizo	Roja	Amarillo pálido	Oval alargada	MS	MR	MR	MR	R	Media	CF	P
ROMANO	Semiprecoz	Violeta rojizo	Roja	Blanca amarillenta	Ovalada	MS	MS	MR	R	T	Larga	CF	L
ROSARA	Precoz	Violeta rojizo	Roja	Amarilla	Oval alargada	MS	MR	MS	R	R	Corta	CF	L
RUSSET BURBANK	Muy tardia	Blanca	Café	Blanca amarillenta	Alargada	MS	MS	MS	MS	S	Media	FB	L
SHEPODY	Mediana	Violeta rojizo	Blanca	Blanca	Oval alargada	MS	MR	MS	MS	S	Media	FB	L
SYMPONIA	Semitaridia	Violeta azulado	Roja	Blanca amarillenta	Oval alargada	MS	MS	MR	R	R	Media	FB, CF	L
VICTORIA	Semiprecoz	Blanca	Amarilla	Amarilla	Ovalada	MS	MR	MR	MR	R	Larga	FB, FCh, CF	L
VIVALDI	Semitaridia	Blanca	Amarilla	Amarilla	Oval alargada	MR	MR	MR	MR	S	Larga	CF	P
YAGANA INIA	Semiprecoz	Violeta rojizo	Amarilla	Amarilla	Oval alargada	MS	R	R	MS	R	Larga	FB, CF	L

Abreviaturas:

TTF: Tizón tardío del follaje.

PLRV: Virus del Enrollamiento

PVX: Virus X

PVY: Virus Y

N. D. : Nematodo Dorado

R: Resistente

MR: Moderadamente resistente

MS: Moderadamente susceptible

S: Suceptible

T: Tolerante

CF: Consumo fresco

FB: Frita bastones

FCh: Frita chips

P: Variedad Protegida

L: Variedad Libre

Fuente: Servicio Agrícola y Ganadero, SAG. Departamento de Semillas.
Asociación Nacional de Productores de Semillas A.G., ANPROS

VI. PRODUCCIÓN Y USO DE TUBERCULOS-SEMILLAS DE PAPA*

El rendimiento y la calidad de la producción obtenida en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) son el resultado de la acción e interacción de los factores genético (variedad o cultivar), **calidad de la semilla**, medio ambiente (suelo, clima y biota) y tecnológico o conocimiento empírico y/o científico aplicado al proceso productivo. Es decir, la papa es un cultivo complicado y difícil porque el éxito en su explotación comercial está íntimamente ligado a la capacidad que tiene el productor de asociar, conjugar e integrar apropiadamente todos los factores señalados anteriormente. A esto hay que agregar también que el cultivo de papa tiene un elevado costo de producción debido a la gran cantidad de capital invertido en el uso de insumos (semilla, fertilizantes, pesticidas, etc.), en el arriendo o uso del suelo, la maquinaria, la energía, la infraestructura, la mano de obra y la tecnología.

La reproducción vegetativa de la papa mediante el empleo de “tubérculos- semillas” permite establecer un cultivo vigoroso y obtener una producción genética y fenotípicamente uniforme. Sin embargo, este sistema de reproducción también conlleva el riesgo de que estos órganos de multiplicación sean portadores de enfermedades y plagas graves que pueden dañar seriamente el rendimiento y la calidad de la producción. De ahí que el **usar tubérculos- semillas sanos y fisiológicamente aptos en el momento de la plantación es un requisito básico para lograr éxito en la explotación comercial de este rubro**. Sin embargo, la producción y obtención de tubérculos- semillas de buena calidad es un proceso difícil y costoso, razón por la cual este insumo representa entre el 30% y el 60% de los costos totales del cultivo entre los productores de la Agricultura Familiar Campesina (AFC), que son la mayoría tanto en Chile como en los demás países en desarrollo. De ahí que es muy importante desarrollar estrategias que permitan mejorar la calidad de la semilla de papa que utilizan este estrato de productores teniendo como base inicial el uso de semilla certificada y/o de buena calidad, como también otras técnicas complementarias.

6.1 ANTECEDENTES GENERALES

Entre las enfermedades más importantes que afectan el rendimiento y la calidad de la producción del cultivo de Papa (*Solanum tuberosum* L.) en el mundo, y también en Chile, están las causadas por virus. Estas enfermedades infectan sistémicamente todos

los órganos vegetativos de la planta y causan el fenómeno conocido como “degeneración de la papa”, o pérdida progresiva e irreversible de los rendimientos del cultivo cuando el productor utiliza reiteradamente tubérculos-semillas infectados por virus que son de su propia cosecha. Esto es, el plantel de producción se torna cada vez más débil, con plantas cada vez más pequeñas que también van reduciendo tanto el número como el tamaño de los tubérculos, afectando así tanto el rendimiento total como la producción comercial del cultivo (**Fotos 6.1 y 6.2**). Este fenómeno ha sido observado desde hace mucho tiempo en Chile, dado que los cultivares nativos y las variedades introducidas o creadas en el país van perdiendo su capacidad de rendimiento, pureza varietal y calidad de producción cuando no están sometidas a un proceso de certificación. De ahí que uno de los principales objetivos de un Programa de Certificación de Semilla de Papa sea el control de las enfermedades producidas por virus.

Consideradas en conjunto, las enfermedades producidas por virus son las que causan las mayores pérdidas de rendimiento del cultivo de papa en Chile debido principalmente a que el uso de semilla certificada cubre menos del 10% de la superficie plantada en el país. El restante material de multiplicación utilizado en el cultivo tiene origen propio, proviene del intercambio con otros productores y/o es comprado a camioneros, acopiadores y comerciantes. Este tipo de semilla no garantiza sanidad y pureza varietal dado que la mayoría proviene de plantales de producción de papa consumo. Desafortunadamente a este tipo de materiales de multiplicación tiene acceso la mayoría de los productores de papa de la Agricultura Familiar Campesina (AFC), los cuales representan el 93 % de las explotaciones del rubro en el país, cubren el 67% de la superficie plantada y producen el 59% de la producción total de papa.

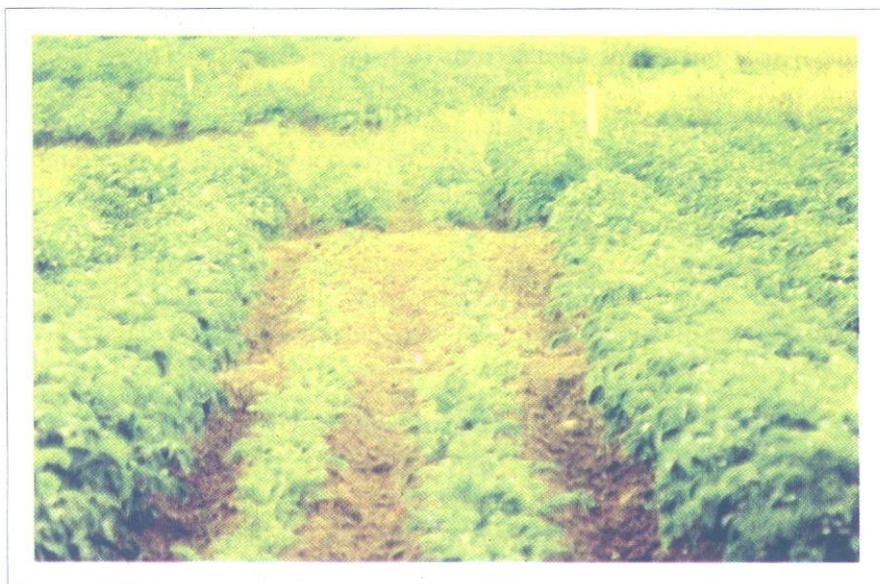


Foto 6.1 Efecto de PLRV en el crecimiento del follaje en la variedad Spartaan.

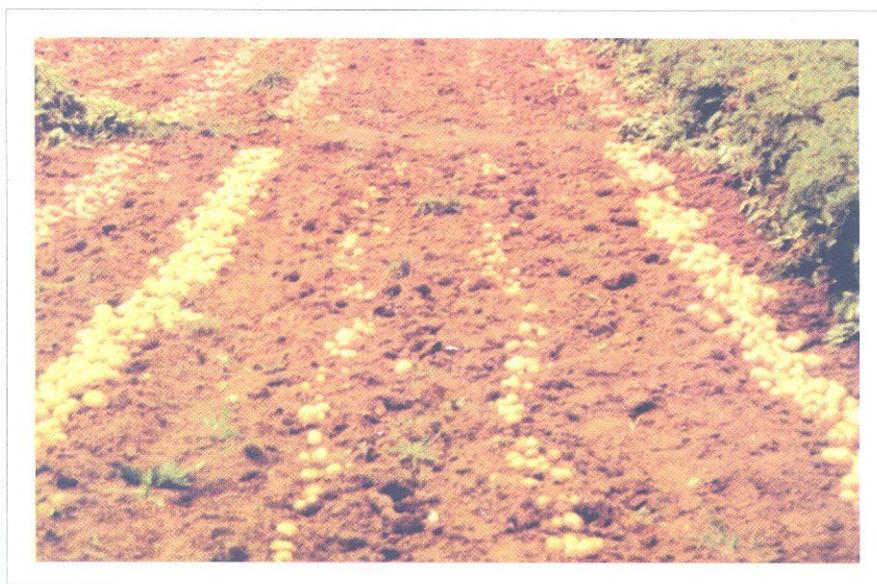


Foto 6.2 Efecto de PLRV sobre el rendimiento total de la variedad Spartaan.

6.2 MEJORANDO LA CALIDAD DE LA SEMILLA PROPIA.

La mayoría de la papa-semilla usada por los productores en Chile es proveniente de su propia cosecha, la cual está destinada principalmente a los mercados de consumo fresco. Dado que en este tipo de cultivo no se realiza ninguna práctica de manejo y cuidado agronómico como los que se hacen a un material orientado a la multiplicación de tubérculos-semillas, el producto resultante utilizado como papa-semilla es frecuentemente de mala calidad. Esto es especialmente válido en el estrato de productores pertenecientes a la AFC, quienes venden o se comen los mejores tubérculos y dejan los desechos (papas pequeñas y deformes) como materiales para la plantación. Estos tubérculos pequeños y deformes son muchas veces justamente el resultado de la producción de plantas afectadas por patógenos, especialmente de enfermedades virales. Por esta razón, vamos a explicar una metodología para adquirir y/o mejorar la calidad de los tubérculos-semillas utilizados por los productores, dado que ***el uso de tubérculos-semillas de buena calidad es la base del éxito productivo en el cultivo de papa.***

6.2.1 Compra de semilla certificada o de buena calidad. Este es el camino ideal para iniciar un sistema de mejoramiento de la calidad de semilla utilizada por un productor de papa. Este tipo de semilla posee una pureza varietal y calidad sanitaria garantizada por un sistema oficial de certificación. Aunque la semilla certificada es generalmente un poco más cara y no siempre es de fácil acceso para los productores de la AFC, resulta ser la más apropiada para iniciar un proceso de mejoramiento de

la calidad de la semilla utilizada por aquellos productores que acostumbran usar más de una vez la semilla comprada. Hay que recordar que el valor de la semilla representa entre el 20 y 40 % de los costos totales del cultivo, razón por la que el productor de papa no siempre compra semilla para cada campaña y decide utilizar materiales propios de su cosecha para ser usados como semilla en las siguientes temporadas de plantación.

6.2.2 Compra de semilla de buena calidad de origen conocido.

Existen empresas y productores en la zona sur de Chile - o en las áreas libres de enfermedades cuarentenarias - las cuales tienen prestigio de producir y vender tubérculos-semillas de papa de buena calidad. Una manera anticipada de conocer la calidad de esos materiales es visitar directamente sus planteles de semilla durante la floración (mes de Diciembre y hasta la primera quincena de Enero). Si estos planteles son vigorosos, uniformes y con plantas que presentan flores de un mismo color, es un buen indicio que el material de multiplicación que podrían generar son de buena calidad.

6.2.3 Rotación apropiada. En el establecimiento del semillero es importante utilizar un suelo bien preparado que no haya tenido un cultivo de papa al menos cuatro años antes o en el que no existan “plantas de papa remanentes” (huachas), porque en ellas pueden sobrevivir virus y otros patógenos los que posteriormente pueden contaminar al cultivo sano. Un excelente ejemplo de este fenómeno es el cultivo de papa temprana realizado como monocultivo en la IV^a Región, donde la semilla certificada utilizada en la plantación entra en contacto inmediato con plantas remanentes infectadas de cultivos anteriores.

6.2.4 Aislamiento del semillero. Un plantel destinado a producir tubérculos-semillas sanos para uso del productor debe establecerse separado de otras plantaciones de papa para el consumo o la industria. Además, debe estar aislado de otros cultivos (tomate, ají, pimiento, tabaco, alfalfa, etc.) o malezas (tomatillo, chamico, etc.) que pueden ser portadoras de enfermedades y/o plagas o de sus vectores. En todo caso, un plantel destinado a producir tubérculos-semillas se ubica en dirección contraria a los vientos predominantes durante el ciclo de desarrollo a fin de evitar que los vectores alados lleguen a él desde planteles vecinos o de cultivos infectados (**Cuadro 6.1**).

Cuadro 6.1. Infección lograda en dos parcelas de papa separadas a diferente distancia de una misma fuente de inóculo de PLRV (3%) y expuestas a vientos predominantes del Sur-Oeste *.

Distancia de la fuente de infección	Nivel de Infección con PLRV (%)	
	Primaria (1)	Secundaria (2)
1. Plantas a 50 m.	19.9	18.1
2. Plantas a 70 m.	2.6	5.3

(1): Infección de las plantas durante la temporada de cultivo.

(2): Infección en los tubérculos cosechados.

* Fuente: INIA Remehue-Osorno, Temporada 1974-1975.

La distancia de aislamiento del semillero de papa de otros cultivos de la misma especie debería ser de al menos de 200 metros cuando los predios son grandes, pero si son pequeños la aislación puede reducirse a una mera barrera física que puede consistir en una franja compuesta por hileras densas de maíz, de avena o de trigo.

Dado que el índice de multiplicación del cultivo de papa es 1:10, el tamaño del plantel destinado a producir tubérculos semillas propios debería ser 1/10 de la superficie a plantar en la temporada siguiente. Es decir, si esta superficie fuese 1 hectárea, el semillero debería tener a lo menos una dimensión de 0,1 hectárea.

6.2.5 Descarte o “roguing”. Esta práctica consiste en eliminar del semillero de papa todas las plantas enfermas (cloróticas, muy pequeñas, deformes, etc.), atípicas o que no correspondan a la variedad en multiplicación (**Foto 6.3**). Aquí existe la dificultad que tanto la detección como la identificación de las enfermedades virales bajo condiciones de campo es difícil, tanto que a veces se requiere de métodos muy sofisticados y complejos. Sin embargo, **la sintomatología** producida en las plantas por estos patógenos (**Fotos 6.4, 6.5 y 6.6**) es la más utilizada en los programas de producción de papa-semilla tanto para eliminar plantas enfermas como para calificar el estado sanitario del plantel en cuanto a enfermedades virales en condiciones de campo.

El descarte debe hacerse temprano en la mañana, ojala en días nublados y frescos, evitando los momentos muy soleados y calurosos porque los síntomas producidos por los virus tienden a enmascarse o no percibirse con claridad.



Foto 6.3 Descarte o “roguing” de plantas enfermas, atípicas y pequeñas.



Foto 6.4 Virus del enrollamiento de las hojas de la papa (PLRV).



Foto 6.5 Mosaico rugoso (PVY+PVX).



Foto 6.6 Enanismo, arrocetamiento y enrollamiento de las hojas (PVM).

6.2.6 Protección química del semillero. La utilización de insecticidas sistémicos en el control de vectores puede ayudar a disminuir la dispersión de virus persistentes como el Virus del Enrollamiento de las Hojas de la Papa (PLRV) (**Cuadro 6.2**).

Cuadro 6.2. Efecto de insecticidas sistémicos en el control indirecto de PLRV en parcelas con un 100% de presión de inóculo.*

Distancia de la fuente de infección	Plantas Sanas		Plantas infectadas con PLRV	
	Nº	%	Nº	%
1. Parcelas con Insecticida sistémico	662	84,7	120	15,3
2. Parcelas sin insecticidas (control)	378	51,1	377	49,9

* Fuente: INIA- Remehue, Temporada 1975-76.

La utilización de insecticidas sistémicos es ineficaz en el control indirecto de enfermedades causadas por virus no persistentes, tales como PVY, PVA o PVS. Algunos de estos virus pueden controlarse mejor con insecticidas de contacto y emulsiones de aceites minerales; sin embargo, el uso de estos últimos productos también pueden afectar el rendimiento.

6.2.7 Reducción del ciclo de desarrollo del cultivo. Todas aquellas técnicas que tienden a disminuir el tiempo de exposición del semillero a las infecciones en el campo mejoran la calidad de los tubérculos-semillas logrados. Así, por ejemplo, la prebrotación de los tubérculos-semillas antes de la plantación permite acortar el ciclo de desarrollo del cultivo en aproximadamente dos semanas. Mas aún, la prebrotación permite elegir los tubérculos con brotes vigorosos y eliminar aquellos sin brotes o con brotes débiles (**Fotos 6.7 y 6.8**) con lo que también se logra aumentar tanto el rendimiento como la calidad de la producción.

La optimización de prácticas agronómicas y manejo del semillero (fecha y densidad de plantación, fertilización y aporte hídrico balanceado, etc.) tienden a acelerar el ciclo de desarrollo del cultivo y lograr que los tubérculos-semillas alcancen mas rápido el tamaño apropiado. Cuando existe riesgo de infecciones tardías o cuando los tubérculos-semillas ya han alcanzado un tamaño apropiado se puede también proceder a la eliminación del follaje mediante métodos mecánicos y/o químicos empleando un herbicida de contacto no sistémico (Diquat ó Paraquat). En este caso, la cosecha debe hacerse a lo menos tres semanas después de la eliminación del follaje a fin de dar tiempo al proceso de término de la formación de las capas de células que conforman la piel que protege los tubérculos-semillas. Por esta razón, en la cosecha deba evitarse todo tipo de daño o maltrato a los tubérculos causados por golpes, cortes y/o picaduras.

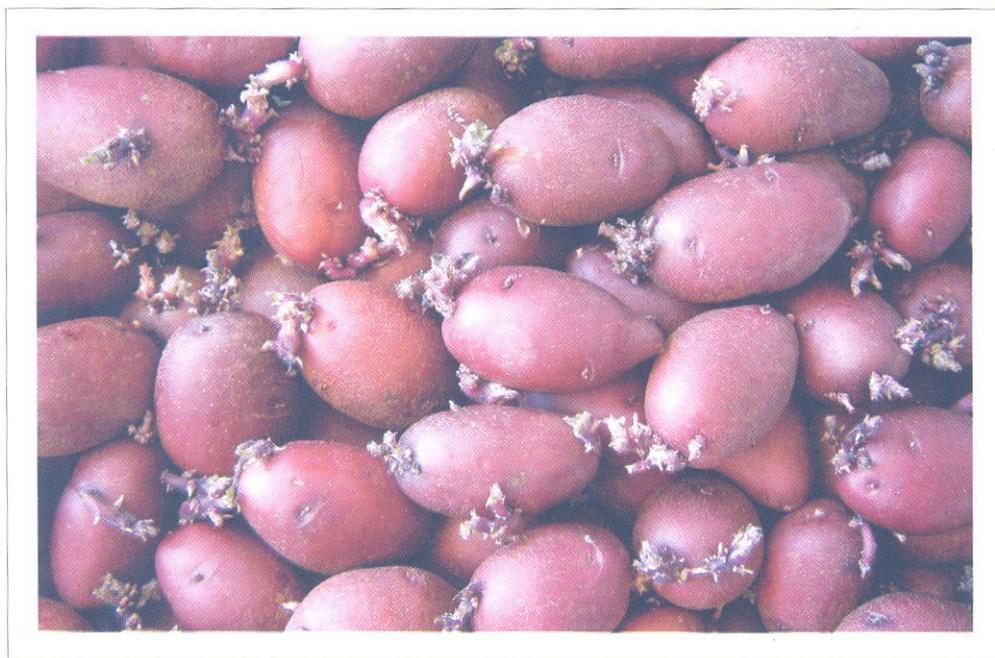


Foto 6.7 Prebrotación de los tubérculos semillas antes de su plantación.



Foto 6.8 Cultivo de papa con tubérculos-semillas prebrotados (A) v/s sin prebrotar (B) en la variedad Mirka.

6.2.8 Cosecha, selección y almacenamiento adecuado. La cosecha debe realizarse con tiempo seco inmediatamente después que el follaje se haya secado o se haya terminado de afirmar la piel de los tubérculos-semillas. Es recomendable la recolección en envases pequeños (canastos, cajas, etc.) fáciles de manipular y transportar, evitando así los golpes o maltrato a los tubérculos.

- **Selección de los tubérculos-semillas:** después de la cosecha se eliminan todos aquellos tubérculos afectados por enfermedades, plagas, cortados, con daño y también los deformes a fin de almacenar en la bodega solamente tubérculos sanos y bien conformados.
- **Desinfección y almacenamiento:** antes de ser almacenados los tubérculos-semillas se liberan de la tierra y también se podrían desinfectar a fin de eliminar los patógenos superficiales que pueden ir adheridos a su piel.
- **Condiciones ambientales apropiadas durante el almacenamiento:** los tubérculos-semillas se almacenan en trojes, jabs o a granel en un ambiente con apropiada temperatura (idealmente a 4°C), ventilación y humedad ambiental para que mantengan todas sus reservas nutritivas y potencialidad productiva. Una vez que los tubérculos-semillas han pasado el período de dormancia y se inicia la fase de “dominancia apical”, se les puede eliminar el brote apical y dejarlos expuestos a luz difusa indirecta en bandejas o estantes, o expuestos al efecto de la luz natural en corredores a lo menos seis semanas antes de su plantación. De esta manera los tubérculos-semillas originan brotes vigorosos que emergen rápidamente del suelo formando un plantel uniforme de rápido crecimiento y desarrollo el cual puede terminar su ciclo dos semanas antes que el sistema tradicional.
- **Clasificación de los tubérculos-semillas:** pasado el período de almacenamiento los tubérculos-semillas son clasificados por calibres para ser usados en la plantación según su tamaño y objetivo de producción. La distancia sobre hilera está determinada por el objetivo de producción; así por ejemplo para producir tubérculos-semillas la distancia de plantación en el llano central de la zona sur debería ser tal que permita lograr poblaciones entre 200.000 y 300.000 tallos principales (que tienen sistema radicular independiente) por hectárea (**Cuadro 6.3**).

Cuadro 6.3. Población de plantas, tallos y rendimientos promedio logrados en la variedad Pukará-INIA utilizando cuatro diferentes calibres de tubérculos-semillas: Temporada 1998-1999.

Tratamientos (calibres)	Número			Rendimiento (ton/ha)			
	Plantas/ha	Tallos/ha	Tallos/ Planta	Semilla (2.8-6.5 cm.)	Sobrecalibre (6.5 cm.)	Comercial	Total
1. 2.8-3.5cm	39.734 n.s	78.682 c	2,0 c	15,80 b	52,39 n.s	68,19 n.s	68,97 n.s
2. 3.5-4.5cm.	39.734 n.s	131.313 bc	3,3 bc	21,17ab	48,14 n.s	69,31 n.s	70,10 n.s
3. 4.5-5.5cm.	39.734 n.s	164.275 b	4,1 b	26,22a	43,26 n.s	69,48 n.s	70,57 n.s
4. 5.5-6.5cm.	40.000 n.s	235.513a	5,8a	29,84a	42,70 n.s	72,54 n.s	73,86 n.s
L.S.D.	966	68.758	1,7	10,30	14,72	11,08	10,92
C.V. (%)	1,14	21,49	21,54	21,12	15,04	7,56	7,34

Nota: Letras distintas indican diferencias significativas (P 0.05 %) seg_n Prueba de Tukey

Dado que los tubérculos pequeños producen menos tallos principales que tubérculos más grandes (**Cuadro 6.3**), los tubérculos-semillas más chicos deben plantarse a menor distancia que los de mayor tamaño para conseguir una densidad apropiada de tallos principales por hectárea para producción de papa-semilla. Así, por ejemplo, en el caso de la variedad Pukará-INIA la densidad de plantación de los tubérculos mas pequeños podría ajustarse para lograr homologar el número de tallos principales obtenido por los tubérculos de mayor tamaño. En el caso del ejemplo señalado en Cuadro anterior, los tubérculos-semillas fueron plantados a 75 cm entre hileras y a 33 cm sobre la hilera, por lo tanto si los tubérculos pequeños se plantasen a 11cm sobre hilera podría tener una población de tallos principales similar (236.000) al logrado con los tubérculos semillas de mayor calibre (**Cuadro 6.3**).

6.3 SELECCIÓN CLONAL

Cuando el productor de papa no tiene acceso a la compra o intercambio de tubérculos-semillas de papa de buena calidad, entonces puede intentar mejorar su propio material de multiplicación. Para ello, si los tubérculos a usar como papa-semilla están aún en la bodega de almacenamiento, entonces puede comenzar seleccionando los tubérculos más sanos, limpios o sin daños o síntomas causados por enfermedades o plagas. Ojala los tubérculos-semillas seleccionados tengan un peso de alrededor de 80 gramos (tamaño de un huevo de gallina) y que sean del mismo color de piel de la variedad que se desea multiplicar. Dos meses antes de la plantación de esta papa-semilla seleccionada se pueden someter a prebrotación mediante luz difusa natural, eliminando todos aquellos tubérculos sin brotes o con brotes débiles y dejando solo aquellos con brotes sanos y vigorosos. Después de la plantación, se siguen todas aquellas recomendaciones señaladas anteriormente para mejorar la calidad de papa-semilla.

Si el caso fuese que el plantel de papa ya está creciendo en el campo, entonces se procede a seleccionar una parte equivalente al 20 % de la superficie a plantar en la campaña siguiente. Aquí, en esta superficie seleccionada, se practica el descarte o “roguing”, se protege con insecticidas sistémicos y de contacto y durante la floración se eliminan todas aquellas plantas que tienen un color de flor distinta a la variedad que se desea multiplicar. Cuando el agricultor tiene ya la habilidad de reconocer plantas enfermas en su plantel o puede diferenciar entre plantas de papa sanas y enfermas, entonces - poco después de la floración – puede proceder a seleccionar todas aquellas plantas sanas marcándolas o eliminando su follaje a fin de cosecharlas en forma separada. Este trabajo se llama “**selección clonal**”, o elección de las mejores plantas a fin de usar su producción como tubérculos-semillas en la campaña siguiente (**Fotos 6.9 y 6.10**). Esta misma labor también podría ser realizada en un plantel de papa con follaje ya seco; en este caso la cosecha se hace planta a planta y se selecciona la producción de aquellas plantas que logran una mayor producción de tubérculos bien conformados, limpios y sanos. El resultado que se consigue con un proceso de selección clonal en el cultivo de papa es un mejoramiento asombroso de la calidad de los tubérculos-semillas. En la temporada siguiente ya se puede apreciar un enorme progreso en los rendimientos y calidad de producción obtenida a partir del uso de estos tubérculos-semillas seleccionados. La **selección clonal** es un método eficaz, conocido y aplicado por largo tiempo en todo el mundo en numerosos programas de multiplicación de papa-semilla certificada para mejorar la calidad de la semilla producida.

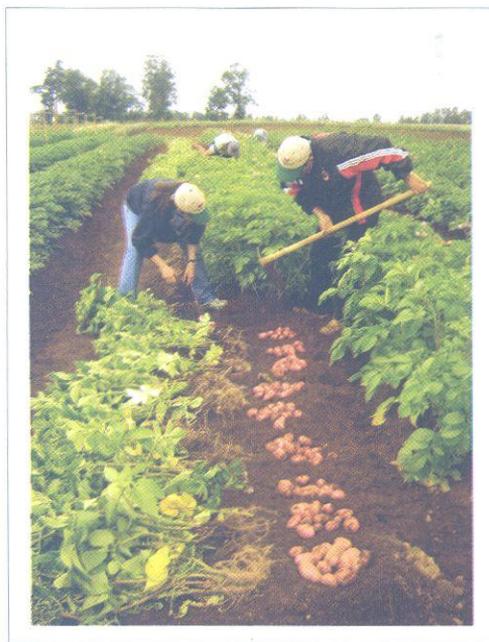


Foto 6.9. Cosecha planta a planta para realizar selección clonal en verde.

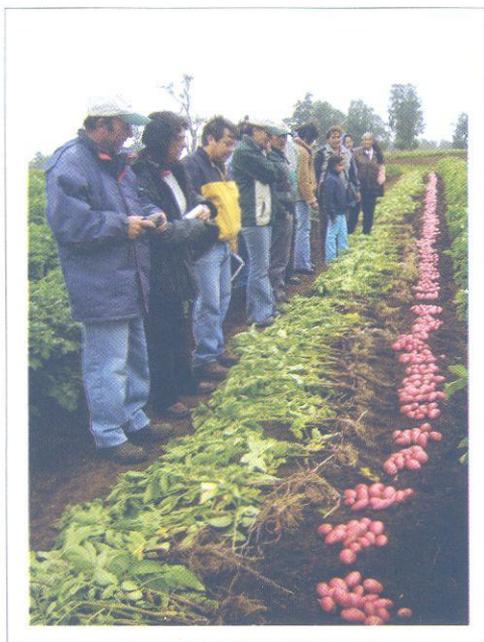


Foto 6.10. Enseñando el método de selección clonal a productores de la AFC.

VII. ZONAS, EPOCAS Y TIPOS DE PRODUCCIÓN*

La papa en Chile es un cultivo muy importante tanto desde el punto de vista alimenticio como económico; ocupa el tercer lugar en área después del trigo y el maíz, el segundo en producción después del trigo, y el primero en rendimiento por hectárea. Además, la papa es un cultivo de una gran importancia social, siendo el que genera mayor uso de mano de obra entre todos los cultivos anuales, con más de 5 millones de jornadas hombre al año, por un valor superior a los US\$33 millones.

Al contrario de la creencia popular, la papa es un alimento de alta calidad, destacando su balance proteína-energía con una relación favorable del contenido de calorías-proteínas vs calorías totales. También destaca su contenido de vitaminas, especialmente vitamina C, aminoácidos esenciales (contiene más lisina que los cereales) e importantes minerales, principalmente fósforo, potasio y calcio. Una proyección hacia el 2020 indica que el cultivo de papa crecerá más rápido que cualquier otro cultivo en los países en desarrollo, por lo que jugará un rol clave en la seguridad alimentaria de una población mundial en expansión con grandes necesidades alimenticias.

7.1 SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DE LA PAPA EN EL PAÍS

La papa se cultiva a lo largo todo Chile, sin embargo el área principal de producción se concentra entre las Regiones IV^a y X^a. Sin embargo, la mayor cantidad de explotaciones agrícolas, superficie y producción del cultivo la papa esta concentrada en las regiones X^a, IX^a y VIII^a (**Cuadro 7.1, Figura 7.1**).

Cuadro 7.1 Número de explotaciones, superficie, producción y rendimiento de la papa en las diferentes regiones de Chile*.

Regiones	Explotaciones (N°)	Superficie (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)
I ^a	190	62	67	1,08
II ^a	52	12	20	1,67
III ^a	41	69	1.132	16,41
IV ^a	791	6.997	123.839	17,70
V ^a	1.455	2.373	25.033	10,55
R.M.	2.151	4.896	72.842	14,88
VI ^a	3.429	3.156	40.615	12,87
VII ^a	7.814	6.547	83.729	12,79
VIII ^a	17.170	11.896	129.272	10,87
IX ^a	21.059	20.392	332.583	16,31
X ^a	35.887	23.859	494.438	20,72
XI ^a	951	456	2.508	5,50
XII ^a	562	215	1.469	6,83

*Fuente: ODEPA, en base VI° Censo Nacional Agropecuario, 1997.

Fuente INE, VI° Censo Nacional Agropecuario, 1997.

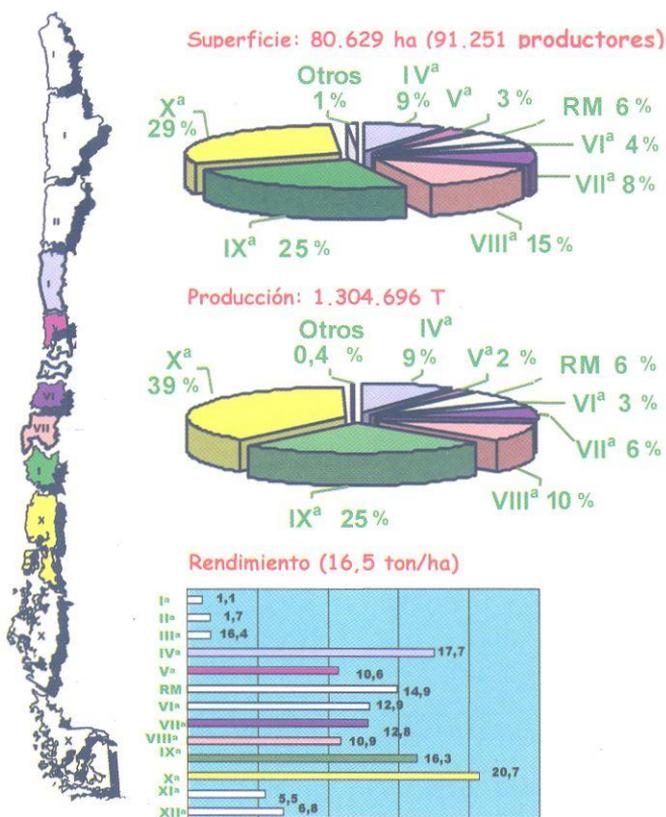


Figura 7.1 Antecedentes del cultivo de papa en Chile.

De acuerdo al VI° Censo Nacional Agropecuario 1997, en Chile el 93 % de las explotaciones con papa, que representan el 67% de la superficie cultivada y el 59% de la producción total de este cultivo en el país, corresponde al estrato de productores pertenecientes a la Agricultura Familiar Campesina (AFC). El 6% restante de las explotaciones agrícolas, que cubren el 31% de la superficie explotada y que generan el otro 41% de la producción total, son catalogadas al estrato de medianos y grandes agricultores (ODEPA, 2001).

7.2. ZONAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA Y SUS CARACTERÍSTICAS

Considerando las características productivas del cultivo de papa - modeladas por las condiciones ambientales de suelo y clima, plagas y enfermedades presentes, tipos de producción y otras – el país se puede dividir en las siguientes zonas productoras:

- I. Zona Norte
- II. Zona Central
- III. Zona Centro-Sur
- IV. Zona Sur

Cada una de estas zonas tiene sus propias características productivas. A continuación se hace una caracterización de cada una de estas zonas en términos de área, producción, rendimiento, variedades, tipo de cultivo, épocas de plantación y cosecha, principales enfermedades y plagas de importancia cuarentenaria presentes y principales plagas insectiles que atacan al cultivo de papa en cada zona.

I. Zona Norte

Esta zona abarca el área cultivada entre las regiones I^a a V^a, sin embargo como se aprecia en el **Cuadro 7.1**, la producción se concentra en las regiones IV^a y V^a, con una muy pequeña participación de las regiones I^a, II^a y III^a. La superficie promedio de plantación en las explotaciones de la IV^a Región es considerada alta (8,8 ha), comparada con el resto del país; en esta región alrededor de 110 agricultores plantan unas 5.500 hectáreas y producen 102.500 toneladas, lo que representa el 83% del total de la producción regional. En cambio en la V^a Región los agricultores con explotaciones más grandes son sólo cerca de 42 y generan el 27% de la producción de papa de esa región. Unos 1.600 productores (62%) “empresariales pequeños” de esta zona, distribuidos en las regiones IV^a y V^a, producen el 5,3% y el 37% de la papa de estas regiones, respectivamente.

Esta **Zona Norte** se caracteriza por su capacidad de producir papa durante todo el año,

especialmente en la IV^a región, pero la mayor superficie de plantación (alrededor del 60%) se concentra entre los meses de Marzo a Mayo para cosechar **papa temprana** o primor entre Septiembre y Octubre. Vale decir, en este tipo de producción el cultivo crece y se desarrolla esencialmente entre otoño e invierno, período con temperaturas bajas, alta humedad ambiental, baja luminosidad y fotoperíodo corto.

Otra tipo de producción importante en esta **Zona Norte** es la que se realiza plantando en Junio-Julio (aproximadamente un 15%), la que tiene por objeto multiplicar la papa-semilla proveniente de la **Zona Sur** (X^a y IX^a regiones) para ser usada el año siguiente en la plantación de Marzo a Mayo. Este material plantado en invierno se cosecha entre Noviembre y Diciembre. En el futuro probablemente este tipo de material de reproducción provendrá de la zona sur de cosechas realizadas a fines de primavera e inicios de verano, o papa-semilla cosechada a fines de otoño y almacenada en condiciones de baja temperatura (alrededor de 4°C).

Un tercer tipo de plantación de importancia en la **Zona Norte** es la que se realiza entre Diciembre y Enero (12 %, aproximadamente) para cosechar en mayo, llamada "**papa cuaresmera**".

En la Zona Norte, la IV^a región se caracteriza por usar la tecnología de producción de papa más avanzada del país. Una alta proporción de las más de 5.000 toneladas de papa-semilla certificada producida en la Zona Sur se utiliza en esta región. Por otro lado, en los últimos años en la IV^a región se han incorporado varios cientos de hectáreas bajo riego tecnificado (pivote central y cinta) que están cambiando la productividad del cultivo de esta región. Para seguir aumentando los rendimientos y mejorando la competitividad del cultivo en esta región es necesario mejorar al menos en los siguientes factores:

- a) **Mejoramiento de la calidad de la papa-semilla a utilizar en la plantación.** No obstante ser esta zona la que usa más papa-semilla certificada en el país, ésta es utilizada para hacer papa-semilla para la época principal de plantación (Abril-Mayo), porque la papa-semilla certificada proveniente del sur viene latente o fisiológicamente muy joven para esta época de plantación. Una de las alternativas es plantar papa-semilla de la zona sur cosechada en Diciembre o Enero y trasladada a la zona de uso previo a su plantación (Abril-Mayo) para una mejor ambientación y adaptación, o también mejorar las condiciones de almacenamiento de la papa-semilla hija de certificada que se destinará a la plantación en la siguiente campaña. Hay que mejorar la selección de la papa-semilla hija de certificada antes de entrar al almacén y también mejorar las condiciones de éste, como es la aireación de las pilas o trojas. La condición actual de muchos de los almacenes que existen en la Zona Norte no tiene relación alguna con la gran inversión que significa la plantación de una hectárea de papa en esta zona.

Cuando se utiliza papa-semilla producida en esta misma región el peligro más grande es usar tubérculos infectados con el carbón de la papa (**Foto 7.1**), cuyos síntomas pueden a veces pasar totalmente desapercibidos, como lo han demostrado estudios realizados por el INIA en la IV^a región. Aun eliminando los tubérculos-semillas con tumores antes de la plantación, los tubérculos siguen siendo portadores de la enfermedad y una fuente importante de inoculación del hongo en el suelo (**Figura 7.2**).



Foto 7.1 Tubérculo con un tumor del carbón de la papa.

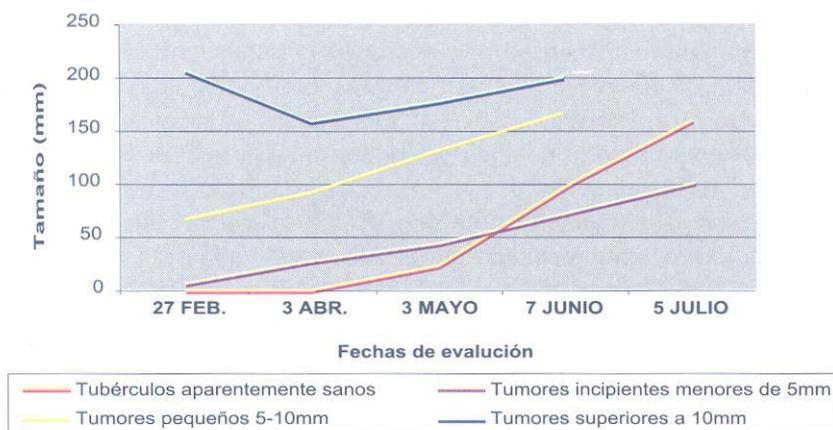


Figura 7.2 Evolución de los tumores del carbón de la papa bajo condiciones de almacenamiento en La Serena.

- b) Uso de rotación del cultivo y control de las enfermedades de suelo.** Normalmente, debido a la escasez de superficie, el uso continuo del suelo durante todo el año, una alta proporción de suelo que se arrienda, la rotación de cultivo es muy corta o simplemente inexistente. Este tipo de manejo favorece la multiplicación de patógenos del suelo (*Fusarium*, *Rhizoctonia*, etc.) que afectan la calidad de la papa-semilla a utilizar en las campañas siguientes.

Destacan aquí en esta zona la fuerte incidencia de las plagas del Nematodo dorado (*Globodera rostochiensis*, raza Ro1) y el Carbón de la papa (*Thecaphora solani*), ambas plagas del suelo, las que ligadas a la nula o escasa rotación del cultivo de papa han terminado por contaminar prácticamente casi todos los suelos de la zona. Estas enfermedades y plagas tienen grandes posibilidades de dispersión a otras áreas, como consecuencia del traslado de papa-semilla, maquinarias y equipos de un predio a otro, usualmente arrendado por el mismo productor. Una rotación más amplia, de tres a cuatro años, con la inclusión de otros cultivos como maíz dulce, pimiento, lechuga, apio y tomate, disminuyen las pérdidas económicas y la cantidad de inóculo en el suelo. En el último tiempo se observa en la región una mayor presencia de cultivos invernales de lechuga y plantaciones de alcachofa.

El Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) ha ocasionado fuertes pérdidas en las últimas temporadas debido a los intensos ataques a los cultivos de invierno, favorecidos por un clima húmedo y frío matinal, con tardes más calurosas y soleadas. La gran cantidad de aplicaciones de fungicidas para controlar esta enfermedad, que en promedio alcanzan usualmente a más de 6 en la temporada de invierno, genera alzas en los costos de producción.

En la Vª Región no existen grandes problemas con Carbón de la papa y Nematodo dorado, aunque en el cultivo de invierno sí se presentan serios ataques de Tizón tardío y en la comuna de Cabildo - con un clima más seco - hay también incidencia de Tizón temprano (*Alternaria solani*) en el cultivo de verano.

En La Zona Norte, especialmente en la IVª región, hay plagas insectiles como la polilla de la papa (*Pthorimaea opercullella*) y la mosca minadora de la hoja (*Lyriomyza huidobrensis*), que son particularmente relevantes de controlar para obtener una buena cosecha. Un estudio reciente realizado por el INIA en el Valle del Elqui, donde se consultó a 45 productores de papa con una superficie de muestreo de 1.400 hectáreas, demostró que estos agricultores aplican insecticidas en un promedio de 10 veces por campaña de cultivo para controlar estas plagas. Esta cifra es muy alta, pudiéndose rebajar considerablemente el número de aplicaciones de pesticidas si los productores emplearan normas de manejo integrado de plagas.

La variedad más importante cultivada en la Zona Norte es Cardinal, variedad que ocupa aproximadamente una superficie superior al 85% del área de cultivo. Algunas otras variedades como Asterix, Rosara y Panda cubren gran parte del área cultivada restante; Pukará-INIA se está empezando a cultivar en algunas comunas de la Vª región, como La Ligua y Cabildo.

II. Zona Central

Esta zona comprende las regiones Metropolitana (RM y VI^a), con una superficie de cultivo de papa de alrededor de 8.000 hectáreas y unas 5.500 explotaciones agrícolas (**Cuadro 7.1**). En promedio, el 88% de los productores de papa de la Zona Central son considerados pequeños productores; no obstante, se observan diferencias entre las dos regiones que conforman esta zona productora. En la RM un 25% de los productores de papa son considerados medianos y grandes, en tanto que en la VI^a región solo el 5% de los productores están en este estrato. Sin embargo, no se observan diferencias grandes de rendimiento entre estratos.

La principal ventaja de la Zona Central en la producción de papa es su cercanía a los grandes mercados, como son Santiago, Valparaíso, Viña del Mar y Rancagua. También el cultivo en esta zona es enteramente de riego, caracterizándose por producciones de “**papa temprana**”, con plantaciones a fines de Julio-mediados de Agosto y cosechas en Noviembre y Diciembre (50%), y por su producción de “**papa cuaresmera**” (la mayor de este tipo entre las zonas productoras), con plantaciones en Enero y Febrero y cosechas en Mayo (35%).

El cultivo de verano para obtención de **papa cuaresmera** generalmente es de bajo rendimiento debido principalmente a la alta temperatura durante el crecimiento y desarrollo del cultivo y la no disponibilidad de papa-semilla con edad fisiológica adecuada. Para solucionar este problema los agricultores comúnmente aplican ácido giberélico (AG) a la papa-semilla a usar, la que casi siempre es propia y fisiológicamente muy joven. Sin embargo, aún tratando la papa-semilla con AG - lo que a menudo hacen no el momento adecuado (**Cuadro 7.2**) - obtienen generalmente un cultivo con plantas que tienen un sólo tallo principal.

Cuadro 7.2 Momento de aplicación del Acido Giberélico (pastilla) a la papa-semilla y su efecto sobre el rendimiento de la papa.

Tratamientos	Rendimiento (ton/ha)	Porcentaje (%)	Diferencia (ton/ha)
Papa-semilla madura sin AG (control)	10.73	68.8	- 4.87
Papa-semilla madura con AG aplicado 24 horas antes de la plantación (*)	15.60	100	0.00
Papa-semilla madura con AG aplicado inmediatamente después de cosechada	17.46	111.9	+ 1.86
Papa-semilla inmadura (pelona) con AG aplicado inmediatamente después de cosechada	18.93	121.3	+ 3.33

(*) Tratamiento normal del agricultor

Estos resultados muestran que para romper pronto la latencia y llegar con una papa-semilla con brotes al momento de plantación, el tratamiento de los tubérculos-semillas con ácido giberélico debe realizarse lo mas pronto después de la cosecha. Sin embargo, antes de realizar el tratamiento con AG los tubérculos deben haber pasado el período de cicatrización o “curado” a fin de lograr estabilidad y firmeza de la piel y obtener suberización de las heridas; esto se logra en un período de alrededor de dos semanas después de la cosecha. Pasada esta etapa, se realiza una selección cuidadosa de los tubérculos-semillas que serán tratados, eliminando todo aquellos que presenten síntomas de infección causados por hongos, bacterias y/o daños provocados por nemátodos e insectos. Especial cuidado se debe tener con la eliminación de tubérculos que presenten síntomas de pudrición blanda, causada por la bacteria *Erwinia carotovora*.

El efecto del Acido Giberélico (AG) en el rompimiento de la latencia de diez variedades de papa, evaluado a los 49 días después de la aplicación, muestra que las variedades de corta latencia y de período vegetativo semi-precoz, como son Pukará-INIA, Rosara y Cardinal tienen 100% de brotación a los 41 días. Por tanto, estas variedades son muy apropiadas a un sistema de una segunda plantación, aún sin la aplicación de AG (Figura 7.3).

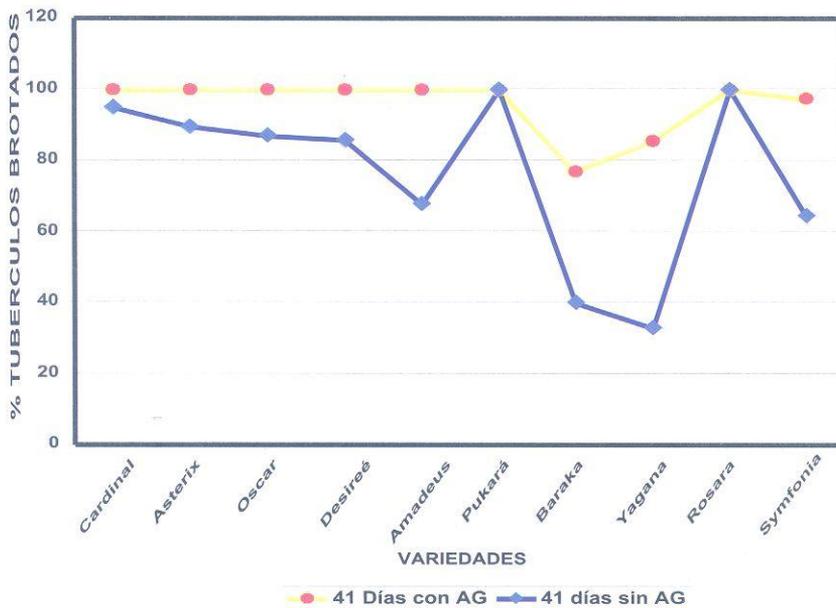


Figura 7.3 Efecto del A.G. en diez variedades de papa evaluado en la brotación de los tubérculos a los 49 días después de su aplicación.

Las variedades Yagana-INIA, Baraka, Symfonia, Amadeus y Desirée muestran un porcentaje demasiado alto de tubérculos sin brotar cuando no reciben aplicación de AG, lo que en esas condiciones no hace aconsejable su uso para una pronta segunda plantación. En el resto de variedades se ve que todas responden al tratamiento con AG,

aunque variedades como Yagana-INIA y Baraka, de larga latencia, presentan una menor respuesta al efecto del AG, con porcentajes cercanos al 80% de tubérculos brotados (**Figura 7.3**).

El tratamiento con AG se hace disolviendo una pastilla de 2 gramos en 100 litros de agua (20 ppm), se agrega algún producto adherente y luego se revuelve bien a fin de lograr una buena dilución del producto en el agua. Posteriormente, los tubérculos-semillas enmallados se sumergen en la solución por 1 a 2 minutos. El envase de malla facilita la aplicación del producto y el escurriendo del exceso de líquido; finalmente los tubérculos-semillas se dejan secar a temperatura ambiente.

La otra solución que usan muchos agricultores de la zona central para tener papa-semilla apta para las plantaciones de verano es traer papa de la Zona Norte (IV^a o V^a región) cosechada en Septiembre-Octubre. Esta práctica, desgraciadamente ha ocasionado la dispersión del Nemátodo dorado y el Carbón de la papa en ciertas áreas de la Zona Central, como por ejemplo en la comuna de Las Cabras y Puangue.

Las variedades más cultivadas en la Zona Central son Desirée y Cardinal. Esta última es la más utilizada en las plantaciones para obtener *papa-temprana* y *papa cuaresmera*. Pequeñas superficies de la variedad Yagana-INIA son plantadas en algunas comunas de la Región Metropolitana.

El principal problema sanitario de la zona central es el Tizón tardío, la cual en los últimos dos a tres años ha ocasionado grandes pérdidas en los cultivos tempranos de primavera, obligando a los productores a incrementar la frecuencia de aplicación de fungicidas. La falta de renovación frecuente de la papa-semilla con semilla certificada también ocasiona el deterioro de los rendimientos, debido al incremento de la infección con PLRV, PVX, PVY y otros virus en los tubérculos utilizados como papa-semilla. Es decir, debiera renovarse el material de multiplicación con semilla certificada a lo menos cada dos a tres años, independientemente de la variedad que se use.

La polilla de la papa es la plaga más importante en la zona central con fuertes ataques en el cultivo de verano. Una rotación de cultivo más larga y una frecuencia adecuada de riego y aporcas más altas tienden a disminuir los daños provocados por esta plaga.

Es pertinente señalar que en esta zona, al igual que en el resto del país, gran parte de la superficie con cultivo de papa se concentra en la Agricultura Familiar Campesina, donde la disponibilidad del recurso suelo es escasa, y la rotación para ser efectiva debe contar con cultivos que realmente sean una alternativa económica para el productor.

Control de malezas. En el último tiempo se ha incrementado la utilización de herbicidas, tanto en la zona norte como central, descartando la limpia manual a un segundo plano, debido al alto costo de mano de obra que esto implica y la dificultad creciente de

contar con ella en el momento oportuno.

Las ventajas de un control químico de malezas, cuando se usan los productos y dosis adecuadas y con los implementos correctos y en buen estado de uso son:

- adaptable a pequeñas como grandes superficies
- rápidos de aplicar con maquinaria adecuada
- mas económico que la limpia a mano
- alta selectividad de los productos apropiados y sin daño para el cultivo
- buen efecto residual

En la zona central se está usando una mezcla de Glifosato y Linuron, en dosis de 1.0 lt/ha de cada producto en 400 a 600 litros de H₂O/ha, para el control de malezas preemergente al cultivo. La mezcla debe aplicarse en suelo húmedo de preemergencia del cultivo y con malezas en activo crecimiento, lo que ocurre normalmente 10 a 12 días post-plantación. El tratamiento tiene un muy buen efecto residual de tal manera que el cultivo emerge completamente limpio.

Cuando es necesario, se puede hacer un tratamiento de post-emergencia con plantas de no más de 20 a 30 cm de altura (6 hojas verdaderas), utilizando una mezcla de metribuzin (0.8 lt/ha) y un graminicida efectivo (Quizalofop, Clethodim, Fluazifop-butil, Diclofop metil, etc.) en las dosis señaladas por el fabricante, las que normalmente fluctúan entre 1.5 a 2.0 lt/ha. Se debe agregar algún adherente y mojar bien, con una cantidad de agua no menor a 400 litros de agua/ha. (**Fotos 7.2** y **Fotos 7.3**).



Fotos 7.2. Momento óptimo de aplicación de mezcla de Roundup + Linuron.



Fotos 7.3 Efecto de control de malezas en papa con una mezcla de Roundup + Linuron. Izquierda con herbicida; derecha sin herbicida.

Las plagas no cuarentenarias que afectan el cultivo en esta zona son la polilla de la papa, la más importante, y la polilla del tomate.

III. Zona Centro-Sur

Esta zona abarca las regiones VII^a y VIII^a, excluyendo en esta última la provincia de Arauco. En ella se cultivan 12.752 ha de papa en 20.307 explotaciones agrícolas, de las cuales el 90% son productores de la AFC con un promedio de solo 0,63 ha por explotación. Según el VI° Censo Nacional Agropecuario de 1997, solo un 30% del área con cultivo de papa de esta zona está bajo riego; en esta zona durante la época de desarrollo del cultivo hay un constante déficit hídrico, lo que explica en alguna medida los bajos rendimientos logrados (11,6 ton/ha), muy por debajo del promedio nacional. Por otro lado, en las regiones VII^a y VIII^a hay un alto número de agricultores pequeños, considerados de subsistencia (alrededor del 25%), que son los que tienen menos acceso a tecnología. Con las nuevas obras de riego en construcción en esta zona, se puede esperar a futuro un incremento en los rendimientos, lo que será una condición muy importante para poder competir mejor con la zona central, más cercana a los grandes centros de consumo, y también con la zona sur, con mayor potencial de rendimiento, y por lo tanto con menor costo de producción. Para aprovechar mejor el potencial que ofrece el uso del riego, el agricultor deberá hacer un esfuerzo adicional

de tratar de usar papa-semilla de mejor calidad, factor que junto al riego y la fertilización es el más relevante entre los factores tecnológicos que influyen el rendimiento y la calidad de producción.

En esta zona la variedad más cultivada es Desirée; otras variedades con superficies menores son Rosara y Romano.

En la zona centro sur hay plagas y enfermedades cuarentenarias presentes que se han dispersado con papas traídas desde zonas infectadas y utilizadas como papa-semilla. Es el caso de Marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) presente en algunas áreas de la VIIª región y en varias comunas de la VIIIª región; el nematodo dorado, presente en la VIIª región en el área de San Clemente, y Carbón de la papa, presente en dos comunas de la VIIIª región, Coelemu y Cobquecura.

IV. Zona Sur

La principal característica de esta zona sur es la de ser - por Ley de la República- la única zona del país que está facultada para producir semilla certificada de papa. Esta zona incluye las regiones IXª, Xª, XIª, XIIª y la provincia de Arauco en la VIIIª región. En esta zona sur hay 62.437 productores que cultivan 50.306 ha y producen 839.431 toneladas. Estas cifras representan el 68% de los productores, el 62% de la superficie y 68% de la producción total del país.

Esta zona tiene el rendimiento promedio más alto del país, 16.7 ton/ha, levemente por superior al promedio nacional. Destaca el rendimiento de la Xª Región, con un promedio de 20.8 ton/ha, un 28% más alto que el nacional (16,5). Es importante destacar que dentro del estrato de pequeños productores empresariales, la Xª región tiene el rendimiento más alto del país con 20.0 ton/ha, incluso muy superior a la IXª región. En esta zona hay todavía un escaso uso de riego, con solo un 11% del total, concentrándose gran parte de ese total en la IXª región. En esta última región hay 2.032 ha bajo riego, el 40% de las cuales son plantadas por agricultores grandes. Sin embargo, es importante destacar que en la IXª región también hay 358 ha de papa bajo riego entre pequeños agricultores empresariales. En la provincia de Arauco, con 4.328 productores de papa, la gran mayoría de ellos son pequeños agricultores, plantan una superficie de 5.489 ha (1,3 ha/productor). Solo 59 ha están bajo riego, siendo el cultivo de secano uno de los principales factores que influyen los bajos rendimientos de la provincia (11.6 ton/ha). Esta provincia, incorporada recientemente por SAG dentro del área autorizada para la producción de semilla certificada, tiene un interesante potencial, por su mayor cercanía a zonas usuarias de papa-semilla certificada y también por la posibilidad de utilizar tecnología de riego tecnificado. El riego deberá constituirse en el principal factor tecnológico que incremente los rendimientos, la calidad y la

rentabilidad del cultivo en toda esta zona durante los próximos años. Experimentos realizados por el INIA en esta zona sur han mostrado rendimientos de 91 ton/ha y 83,6 ton/ha en la IX^a y X^a regiones, respectivamente. También en zonas tan extremas para el cultivo de papa como es Magallanes, por ejemplo, el uso del riego logró incrementar el rendimiento de 8 ton/ha a 38 ton/ha. Trabajos desarrollados por el INIA en la región de Aysen han determinado que esta región también tiene un alto potencial de rendimiento, especialmente la provincia de Aysen, la cual también tiene un buen potencial para exportar papa a ciudades vecinas de Argentina.

En la zona sur, las variedades más importantes en uso son Desirée y Yagana-INIA. Esta última variedad, concentra su uso principalmente en la X^a región, donde es la variedad empleada por la agroindustria de puré y el prefrito congelado. Un alto porcentaje del PGB de exportación del país en papa procesada corresponde a puré, el cual se hace también en un alto porcentaje con la variedad Yagana-INIA. Otras variedades que se cultivan en menor escala en la Zona Sur son Rosara, Panda, Pukará-INIA, Atlantic y últimamente se han incorporaron también las variedades Shepody y Ranger Russet para uso en procesamiento de papa prefrita congelada.

Esta zona sur, principalmente la X^a región, desde principios de los 80's ha estado exportando papa-semilla certificada a varios países latinoamericanos, principalmente Brasil, en un promedio de alrededor de 600 toneladas anuales por un valor FOB de US\$600.000. Sin embargo, el mercado latinoamericano de semilla es muy superior a esa cantidad. Un estudio de ODEPA (1999) indica que el total de países latinoamericanos tiene una demanda de papa-semilla de 42.000 toneladas anuales, por lo que hay un amplio espacio para crecer en este mercado. Si a lo anterior se le suma el potencial de producción de materia prima posible de industrializar como prefrito congelado y puré, la zona sur, con adecuados incentivos, puede transformarse en una gran zona productora de papa para exportación. La demanda de Brasil por papa prefrita congelada se ha ido incrementando aceleradamente, siendo Argentina uno de sus principales abastecedores. Este país en 1998, exportó a Brasil 40.287 toneladas de este producto por un valor de US\$ 37,7 millones.

Entre las deficiencias que es necesario mejorar para lograr producciones a costos competitivos y con la calidad adecuada en esta zona, están el riego, uso de papa-semilla de calidad, y mejorar la infraestructura de almacenamiento de papa. En toda la zona sólo existe una capacidad para almacenamiento tecnificado de papa (ambiente controlado) estimada en 20.000 toneladas (2,4% del total producido).

Otro de los aspectos importantes de señalar para mantener las expectativas de producción y exportación de papa desde esta zona sur se refiere a la fitosanidad. La zona sur está declarada por el SAG como libre de las principales enfermedades y plagas cuarentenarias que afectan a la papa. Sin embargo, en años recientes se han encontrado pequeños

focos de carbón de la papa en predios de la IX^a región y en la Provincia de Arauco. En esta Zona Sur se deberá jugar un rol preventivo muy importante a fin de evitar tanto la entrada como dispersión de enfermedades o plagas cuarentenarias, por lo que se requiere una participación activa del sector privado productor, donde cualquier sospecha de la presencia de estas plagas debe ser denunciada de inmediato a la oficina del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) más cercana.

Entre las plagas insectiles no cuarentenarias presentes en esta zona sur, la de mayor relevancia son los áfidos o pulgones (*Myzus persicae*, *Macrosiphon euphorbiae*), por ser transmisores de virus, especialmente del Virus del Enrollamiento de la Hoja de la Papa (PLRV) y del virus Y (PVY). Otra plaga, que puede cobrar cierta importancia, especialmente en superficies pequeñas de producción, es el Pilme (*Epicauta pilme*), el cual en algunos años secos se presenta con mayor intensidad.

VIII. DENSIDAD DE PLANTACIÓN*

Condiciones básicas ideales de una apropiada cama de siembra para recibir los tubérculos-semillas de papa en el momento de su plantación es un suelo bien mullido, con una temperatura entre 12 °C y 16° C y con una humedad aprovechable del suelo de alrededor de 75%. Estas condiciones estimulan una rápida emergencia y un establecimiento apropiado del cultivo. Suelos secos o muy húmedos no son convenientes, al igual que temperaturas muy frías o muy calientes dado que favorecen la acción de patógenos (bacterias, hongos) y estimulan los desórdenes fisiológicos. También debe evitarse trabajar un suelo muy húmedo para no favorecer su compactación y pérdida de su estructura, lo que restringe el aire, la emergencia y el desarrollo de las raíces y la absorción de los nutrientes. Por otra parte hay que destacar que en el cultivo de papa el valor de los tubérculos-semillas representa alrededor del 35% de los costos directos, de modo que la densidad de plantación es muy importante no sólo desde el punto de vista del rendimiento y objetivo de producción, sino también desde el punto de vista económico.

Tradicionalmente la **densidad de plantación** de un cultivo de papa se expresa como **el número de plantas de papa creciendo en una determinada área o superficie**, ya sea plantas por m² o plantas por hectárea. Sin embargo, cada planta de papa (**Foto 8.1-A**) - que tiene origen en un tubérculo-semilla - está constituida de varios tallos principales, los cuales poseen sus propias raíces, estolones y tubérculos y se comportan como si fuesen verdaderas plantas individuales (**Foto 8.1-B**). Por lo tanto, la verdadera densidad de plantación de un cultivo de papa es el resultado de la multiplicación del número de plantas multiplicado por el número de tallos principales que posee cada planta en una determinada superficie de suelo. Es decir, la verdadera densidad de plantación es equivalente al **número de tallos principales por unidad de superficie**.

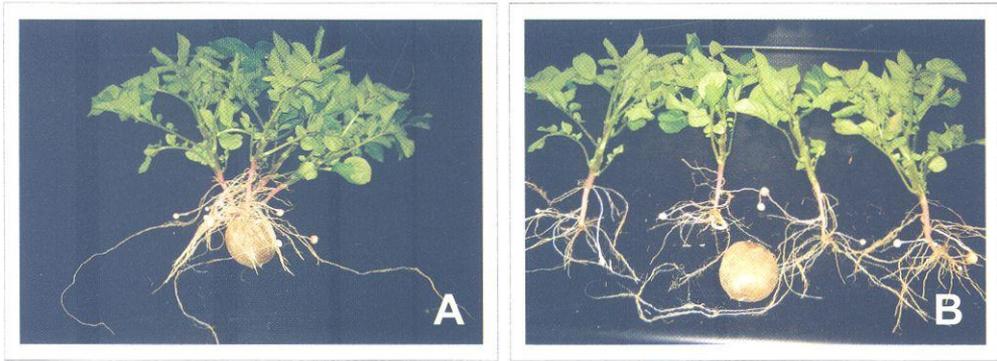


Foto 8.1 Planta de papa de la variedad Desirée a los 45 días después de la plantación (A) mostrando cuatro tallos principales los cuales tienen sus propias raíces, estolones y tubérculos en desarrollo (B).

La densidad real de tallos está determinada por el número de tallos principales que emergen y sobreviven después de la plantación y afecta tanto el número como el tamaño de los tubérculos formados y también a la tasa de multiplicación del cultivo. Además, la densidad de plantación también tiene una gran influencia en el rendimiento; a medida que aumenta la densidad de plantación se aumenta también el rendimiento, pero esto ocurre hasta un cierto límite, sobre el cual el rendimiento comienza a decaer por exceso de competencia entre las plantas (**Figura 8.1**).

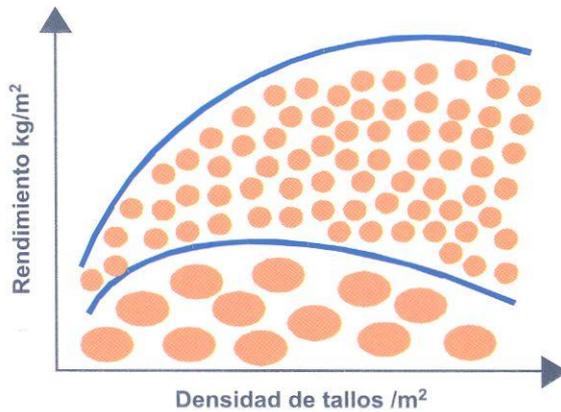


Figura 8.1. El incremento en la densidad de tallos aumenta el rendimiento hasta cierto nivel, pasado el cual el tamaño de los tubérculos tiende a disminuir.

La densidad de plantación, regulada por la distancia de plantación de los tubérculos-semillas entre y sobre hilera, puede variar según diversos factores tales como: la variedad, tamaño de los tubérculos y su edad fisiológica, destino de la producción (consumo fresco, producción de tubérculos semilla, papa para la industria, etc.), tipo de suelo y su fertilidad, condiciones de riego y otros factores. Así, por ejemplo, si el destino de la plantación es papa para el consumo fresco (tubérculos entre 80-130 gr), necesita

una densidad de plantación menor que si fuera para producción de tubérculos-semillas (30-90 gr), y sería aún menor si el objetivo fuese generar papas para elaboración de prefritos en bastones (100-300 gr) (**Figura 8.2**).

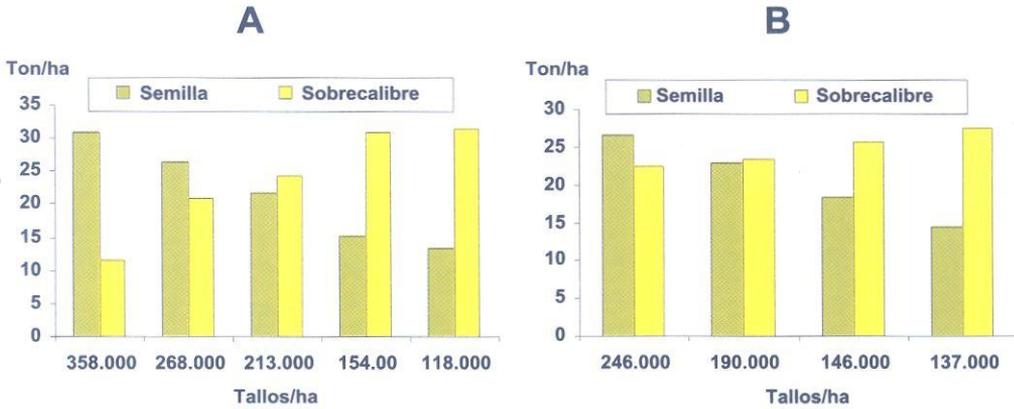


Figura 8.2 Efecto de diferentes densidades de tallos por hectárea en el rendimiento de tubérculos-semillas y sobrecalibre en el cultivar Shepody (**A**: 1999-2000) y Karu- INIA (**B**: 2002-2003), respectivamente.

Es importante destacar que las variedades difieren entre si en el número de tallos principales que generan los diferentes calibres de tubérculos-semillas (**Cuadro 8.1**).

Cuadro 8.1 Número de tallos principales en tres tamaños de tubérculos-semillas de seis variedades de papa almacenados durante seis meses en Osorno, sur de Chile.

Variedad	Tamaño de Tubérculos semillas		
	Semillita (3.5-4.5 cm) (aprox 60 grs.)	Semilla (4.5-5.5 cm) (aprox 90 grs.)	Semillón (5.5-6.5 cm) (aprox 130 grs.)
1. Desirée	3.7	4.2	4.7
2. Yagana	4.4	4.8	5.7
3. Kennebec	2.8	3.2	5.2
4. Ultimus	3.8	4.6	5.8
5. Pimpernel	4.8	6.8	7.2
6. Corahila	4.9	6.8	7.8

Fuente: Programa Papa INIA, Remehue, Osorno.

Sin embargo, también es importante destacar que variedades distintas generando similar número de tallos principales en un mismo calibre de tubérculos-semillas plantados, pueden diferir profundamente en el número y tamaño de los tubérculos producidos (**Cuadros 8.2, 8.3 y 8.4**).

Densidad de Plantación

Cuadro 8.2 Población de plantas, tallos y rendimientos promedio logrados en la variedad Desirée utilizando cuatro diferentes calibres de tubérculos-semillas.

Tratamientos (calibres)	Número (N°)			Rendimiento (ton/ha)		
	Plantas/ha	Tallos/ha	Tallos/planta	Semilla (2.8-6.5 cm)	Sobrecalibre (> 6.5 cm.)	Comercial
1. 2.8-3.5cm	39.469 n.s.	56.885 d	1.4 c	13.76 c	48,14ab	61.90 n.s
2. 3.5-4.5cm.	39.469 n.s.	82.935 c	2.1 b	20.98 bc	46.12ab	67.09 n.s
3. 4.5-5.5cm.	39.734 n.s	97.554 b	2.5ab	24.18ab	57,39a	81.57 n.s
4. 5.5-6.5cm.	40.000 n.s	111.111a	2.7a	33.25a	32.90 b	66.15 n.s
L.S.D.	1.663	1.280	0.39	9.96	19.53	20.68
C.V. (%)	1.99	6.99	8.55	20.61	20.17	14.25

Cuadro 8.3 Población de plantas, tallos y rendimientos promedio logrados en la variedad Pukará-INIA utilizando cuatro diferentes calibres de tubérculos-semillas.

Tratamientos (calibres)	Número (N°)			Rendimiento (ton/ha)		
	Plantas/ha	Tallos/ha	Tallos/planta	Semilla (2.8-6.5 cm)	Sobrecalibre (> 6.5 cm.)	Comercial
1. 2.8-3.5cm	39.734 n.s	78.682 c	2,0 c	15,80 b	52,39 n.s	68,19 n.s
2. 3.5-4.5cm.	39.734 n.s	131.313 bc	3,3 bc	21,17ab	48,14 n.s	69,31 n.s
3. 4.5-5.5cm.	39.734 n.s	164.275 b	4,1 b	26,22a	43,26 n.s	69,48 n.s
4. 5.5-6.5cm.	40.000 n.s	235.513a	5,8a	29,84a	42,70 n.s	72,54 n.s
L.S.D.	966	68.758	1,7	10,30	14,72	11,08
C.V. (%)	1,14	21,49	21,54	21,12	15,04	7,56

Cuadro 8.4 Población de plantas, tallos y rendimientos promedio logrados en la variedad Yagana-INIA utilizando cuatro diferentes calibres de tubérculos-semillas: temporada 1998-1999.

Tratamientos (calibres)	Número (N°)			Rendimiento (ton/ha)		
	Plantas/ha	Tallos/ha	Tallos/planta	Semilla (2.8-6.5 cm)	Sobrecalibre (> 6.5 cm.)	Comercial
1. 2.8-3.5cm	39.468 n.s	78.150 d	2,0 d	39,78 b	24,52 n.s.	64,30 b
2. 3.5-4.5cm.	39.734 n.s	122.541 c	3,1 c	52,02ab	20,68 n.s.	72,69ab
3. 4.5-5.5cm.	39.734 n.s	163.743 b	4,1 b	58,65a	16,32 n.s.	74,97ab
4. 5.5-6.5cm.	40.000 n.s	229.931a	5,7a	63,67a	15,46 n.s.	79,14a
L.S.D.	13.665	27.356	0,7	13,74	13,25	11,42
C.V. (%)	1.62	8.77	8.82	12.23	32.78	7.48

Nota: Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0.05$ %) según Prueba de Tukey.

Los **Cuadros 8.3 y 8.4** muestran variedades que, aún teniendo un comportamiento similar en el número de tallos/planta y tallos/ha (Yagana-INIA y Pukará-INIA), difieren significativamente en el rendimiento logrado en tubérculos-semillas (\emptyset entre 2,8 cm y 6,5cm) (**Figura 8.3**). Por otra parte, variedades que difieren significativamente en el número de tallos/planta y tallos/ha (Desirée y Pukará-INIA) muestran un rendimiento semejante (**Figura 8.4**). Esto se debe a que tanto el número como el tamaño de los tubérculos formados son características controladas principalmente por el genotipo, y por tanto difieren en cada variedad.

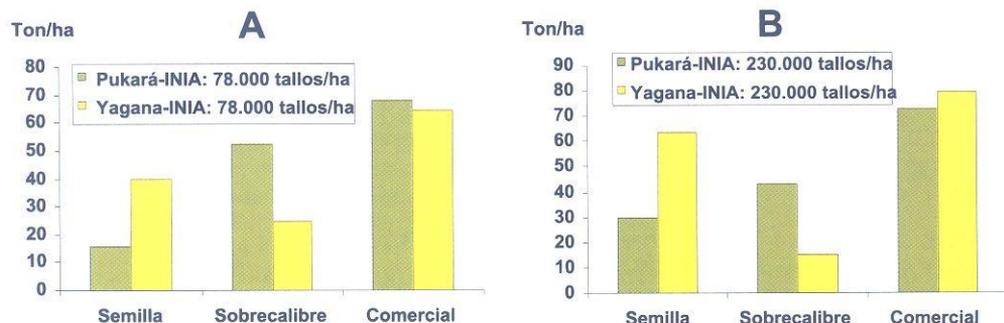


Figura 8.3 Comparación del rendimiento en tubérculos-semillas (2,8-6,5 cm \emptyset), sobrecalibre (>6.5 cm) y comercial obtenidos en las variedades Pukará-INIA y Yagana-INIA con densidades de 78.000 tallos/ha (A) y 230.000 tallos/ha (B).

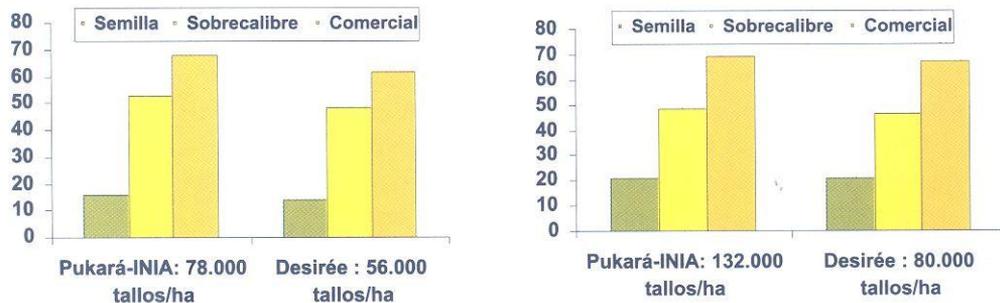


Figura 8.4 Comparación del rendimiento de tubérculos-semillas (2,8-6,5 cm \emptyset), sobrecalibre (>6.5 cm) y comercial obtenidos en las variedades Pukará-INIA y Desirée con densidades de tallos distintas en ambas variedades.

Es decir, los productores de papa necesitan conocer el comportamiento de cada variedad que utilizan bajo las condiciones de producción, manejo y almacenamiento de los tubérculos-semillas en el medio ambiente o entorno local. Esto es, los productores necesitan separar y plantar los tubérculos-semillas por tipo de calibre en cada variedad empleada, conocer el número de tallos principales que forma cada calibre y evaluar también tanto el número y tamaño de los tubérculos formados por los diferentes calibres. De esta manera podrán ajustar la distancia de plantación de los diversos calibres de

cada variedad usada para conseguir la densidad de tallos principales apropiada a su objetivo de producción. Así, por ejemplo, en el Centro Experimental La Pampa del INIA en Osorno se ajusta las distancias de plantación para cada una de las variedades en multiplicación según el calibre de tubérculos-semillas usado. En general, la distancia de plantación se ajusta para lograr densidades de plantación que produzcan entre 200.000 y 300.000 tallos principales/ha, según sea la variedad empleada. Con estas densidades de tallos principales/ha se ha logrado el máximo rendimiento en los calibres de tubérculos-semillas considerados en las normas de certificación (entre 2,8cm - 6,5 cm Ø), de acuerdo a las prácticas y manejo agronómico aplicados actualmente en ese Centro Experimental del INIA en Osorno. Antecedentes preliminares en la zona sur de Chile indican que los mejores rendimientos en tubérculos sobre-calibre (6.5 cm Ø.) se obtienen con poblaciones entre 80.000 y 140.000 tallos principales por hectárea, en tanto que tubérculos para el consumo fresco se logran con poblaciones de entre 140.000 y 200.000 tallos principales por hectárea.

Si consideramos los antecedentes de los **Cuadros 8.2, 8.3 y 8.4** podemos inferir que plantando 40.000 tubérculos-semillas de cada uno de los cuatro calibres, lograremos una población mayor de tallos principales a medida que se aumenta el calibre o tamaño de la papa-semilla (**Figura 8.5**). El incremento de población de tallos principales que ocurre al aumentar el calibre de los tubérculos-semillas conlleva a una competencia por los metabolitos producidos en la planta y distribuido entre sus órganos. Esto conduce a una obtención de tubérculos cada vez más pequeños a medida que incrementa el número de tallos principales por unidad de superficie. Por supuesto que esto también tiene su límite, dado que si la plantación es demasiado densa se pierde parte de la población e incluso muchas plantas no logran siquiera emerger (**Cuadro 8.5**). Sin embargo, es muy importante recordar que el tamaño de los tubérculos logrado en un cultivo de papa no sólo es el resultado de la densidad de plantación usada, sino que también influyen otras prácticas agronómicas y de manejo como son el tipo y preparación del suelo, fertilización, riego y control de malezas, entre otras.

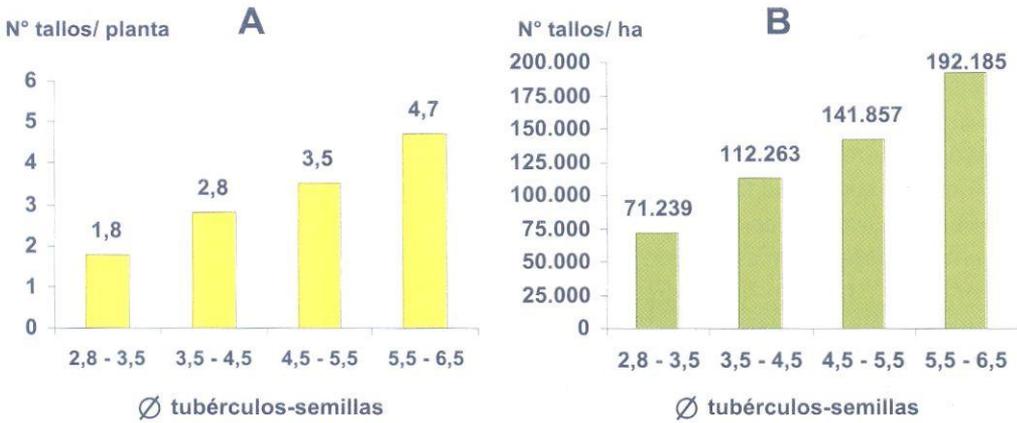


Figura 8.5 Promedio de tallos principales por planta (A) y por hectárea (B) logrados utilizando cuatro diferentes calibres de tubérculos-semillas con las variedades Desirée, Pukará-INIA y Yagana-INIA: Temporada 1998-1999.

Cuadro 8.5 Población de plantas reales promedio y porcentaje de emergencia logrados en las variedades Karu-INIA, Shepody y Ranger Russet utilizando tubérculos partidos con cinco poblaciones distintas: Temporada 2002-2003.

Tratamientos Población/ha (unidades de plantación)	Variedades					
	Karu-INIA		Shepody		Ranger Russet	
	Plantas reales/ha	% emergencia	Plantas reales/ha	% emergencia	Plantas reales/ha	% emergencia
1. 125.000	90.625	73	98.958	79	94.271	75
2. 83.000	73.438	88	76.563	92	63.021	76
3. 63.000	58.854	93	62.500	99	54.688	87
4. 50.000	45.834	92	50.521	100	40.104	80
5. 42.000	36.979	88	40.104	95	34.375	82
Prom: 72.600	61.146	84	65.729	91	57.292	79

Otros factores que también determinan y afectan la densidad de tallos principales de un cultivo de papa se señalan a continuación:

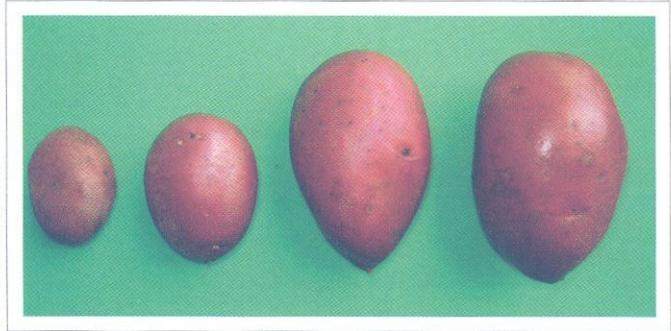
Medio ambiente. Buenas condiciones de suelo (estructura, preparación, humedad, fertilidad, etc.) y de clima (apropiada luminosidad, lluvias, temperatura, etc.) permiten obtener una mayor densidad de tallos y lograr mejores rendimientos. Una alta densidad de tallos en condiciones desfavorables, antes que aumentar el rendimiento, reducen el número como el tamaño de los tubérculos.

Método de plantación. Cualquiera sea el modo de plantación empleado, se debe evitar golpear y dañar los brotes de tubérculos-semillas porque así se favorece la formación de tallos principales y se genera una emergencia uniforme del cultivo.

Número de brotes plantados. Depende tanto del número de tubérculos-semillas plantados como del número de brotes por tubérculo-semilla, lo que está en directa relación tanto con el tamaño de los tubérculos-semillas como de la variedad empleada en la producción. Por lo ya visto, tubérculos-semillas de mayor tamaño forman un mayor número de tallos principales que tubérculos más pequeños, los cuales al tener una menor superficie también tienen un menor número de yemas y brotes (**Cuadro 8.6**). Hay variedades que producen un mayor número de brotes y tallos principales que otras variedades; así mismo, las variedades a menudo también difieren entre sí en el número y tamaño de tubérculos que forman, dado que estas características son reguladas genéticamente. De ahí que es básico que el productor de papa conozca muy bien las características de las variedades que usa, su comportamiento agronómico y manejo productivo.

Cuadro 8.6. Calibres de tubérculos-semillas de la variedad Karu-INIA sin prebrotar y prebrotados utilizados en la plantación del cultivo de papa.

**Tubérculos-semillas
sin brotes**



**Tubérculos-semillas
prebrotados**



Ø tubérculos-semillas (cm)	2.8 – 3.5	3.5 – 4.5	4.5 – 5.5	5.5 – 6.5
Calibre semilla (nombre)	Semillita 1	Semillita 2	Semilla	Semillón
Peso aproximado (grs)	30	60	90	130

Tratamiento de los tubérculos-semillas. El manejo agronómico del cultivo destinado a producir tubérculos-semillas, las condiciones de post-cosecha o de almacenamiento y de pre-plantación de los tubérculos-semillas pueden afectar considerablemente el

número de brotes y tallos principales que estos forman. Así, por ejemplo, el desbrotado y el corte de los tubérculos-semillas vigorosos frecuentemente incrementan el número de brotes (**Cuadro 8.7**). Por otro lado, la prebrotación de los tubérculos-semillas les permite desarrollar brotes firmes y vigorosos (**Foto 8.3**), lo que reduce el daño durante la plantación.

Cuadro 8.7 Comparación de tallos principales formados y rendimiento logrados por tubérculos enteros y partidos en tres calibres diferentes ((Ø 3,5-4,5; Ø 4,5-5,5; Ø 5,5-6,5) de la variedad Ranger Russet en Osorno: Temporada 1999/2000.

Tratamientos	Tallos Principales (Nº)		Rendimiento	
	Por unidad	Totales por unidad	Semilla (ton/ha)	Tubérculos (Nº)
1. Tub. Grandes enteros	4.1	4.1	21.16ab	280.757ab
2. Tub. Grandes enteros partidos en 3	2.2	6.6	33.93a	358.899a
3. Tub. medianos enteros	2.5	2.5	26.57 b	278.654ab
4. Tub. medianos enteros partidos en 2	2.5	5.0	29.98 ab	283.433ab
5. Tub. Chicos enteros	2.1	2.1	17.44 c	158.780 c
6. Tub. Chicos enteros partidos en 2	1.8	3.6	24.61 b	243.503 bc
C.V. (%):			14.13	17.34



Figura 8.3 Prebrotado de tubérculos-semillas (A) y estructuras (B) para el acondicionamiento de la prebrotación de la papa-semilla.

Edad fisiológica de los tubérculos-semillas. Cuando los tubérculos están fisiológicamente muy jóvenes forman menos brotes y tallos que aquellos con mayor edad fisiológica. Sin embargo, si los tubérculos están muy viejos, los brotes son demasiado débiles y a veces ni logran emerger a la superficie del suelo (**Capítulo XII, Figura 12.3**).

IX. ESTRATEGIAS DE RIEGO EN PAPA PARA LA ZONA SUR DE CHILE*

Este cultivo de papa se adapta bastante bien a una amplia gama de condiciones, dadas sus características de requerir un clima templado, con temperaturas medias diurnas óptimas de entre 18° a 20°C, y temperaturas nocturnas inferiores a 15°C para iniciar la tuberización. En Chile, dados estos requerimientos, la superficie con importancia comercial se concentra entre la IV^a y la X^a regiones, siendo las de mayor importancia la IX^a y X^a regiones, las que en la temporada agrícola 2001/2002 en su conjunto representaban el 59% de la superficie y el 64% de la producción nacional.

La Región de La Araucanía concentra una de las mayores superficies cultivadas con papas del país, con alrededor de 18.000 ha durante la temporada 2001/2002. El área de distribución regional de mayor importancia del cultivo es en el sector costero de la provincia de Cautín en las comunas de Carahue, Puerto Saavedra, Toltén y Teodoro Schmidt, denominado como la “**franja papera**”. Estas cuatro comunas reúnen el 65% de la superficie regional de papa y los agricultores campesinos obtienen rendimientos que fluctúan entre 12,8 y 17,7 ton/ha en “papa primor o temprana” y “papa de guarda”, respectivamente. La comuna de Freire, por otra parte, presenta una superficie de alrededor de 2.130 ha, de las cuales sólo 624 hectáreas se encuentran bajo riego, siendo la comuna con la mayor superficie bajo esta condición en la región. Otro aspecto relevante relacionado con el cultivo es que solo el 10% de la superficie de la región está bajo riego, siendo el 90% restante de secano.

Por otra parte, la importancia de la X^a Región de los Lagos en su contribución a la superficie sembrada con papa es indiscutible. Durante la temporada 2001/2002 se contabilizaron 17.110 ha, lo que representa un 27,1 % de la superficie nacional destinada a este rubro. Los rendimientos promedio alcanzan a los 23,9 ton/ha, considerados muy bajos en relación al potencial de rendimiento de la región. Uno de los factores que influye en este bajo rendimiento, entre otros, es el déficit hídrico que se produce a fines de primavera y verano. En esta región un porcentaje muy menor de los suelos cultivados con papa están bajo riego (inferior al 5%), lo cual impide que la gran mayoría de la superficie cultivada no se le suplemente agua en los períodos críticos.

El agua es un factor de gran importancia para los cultivos ya que interviene en una serie de procesos fisiológicos de gran relevancia para el rendimiento y la calidad de la

cosecha, entre otros:

- La fotosíntesis y la respiración
- El transporte de nutrientes y productos de la fotosíntesis
- La turgencia de las células y,
- El control de la temperatura foliar

Para el cultivo de la papa, en forma particular, la mantención de un buen estado hídrico a nivel celular es de gran relevancia, dado que es un cultivo sensible a la falta de humedad. Presenta características de bajo arraigamiento, gran volumen de follaje y alto rendimiento, por lo cual un déficit de agua resulta en disminuciones importantes en el rendimiento final y en la calidad del producto a cosecha.

El déficit hídrico tiene un efecto significativo en los rendimientos. Este efecto es variable ya que depende de las condiciones climáticas de cada año y región en particular. Se observa que, cuando los demás factores de producción y tecnologías disponibles están presentes, el regar puede lograr incrementos de rendimiento importantes. La **figura 9.1** muestra el resultado de ensayos de rendimiento en papa logrados en la Xª Región bajo condiciones de riego y secano¹. El incremento de rendimiento por este concepto puede alcanzar sobre el 100%.

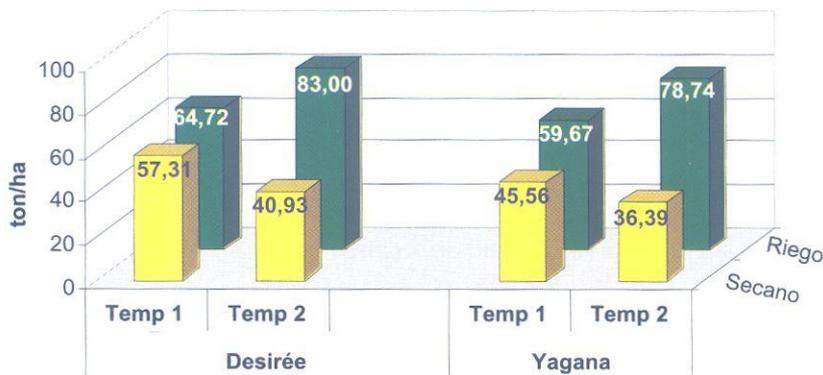


Figura 9.1 Efecto general de la aplicación de riego en rendimiento en papa.

Adicionalmente, el déficit hídrico tiene una fuerte influencia en la calidad de la cosecha. La distribución de calibres de cosecha mejora en la medida que el cultivo se riega adecuadamente, obteniéndose a la cosecha mayores porcentajes de papa de tipo comercial con aplicación de riego que en secano. La **figura 9.2** muestra la importancia del riego en la distribución de calibres a la cosecha.

¹ Información obtenida de ensayos de INIA Remehue, período 2001 al 2003.

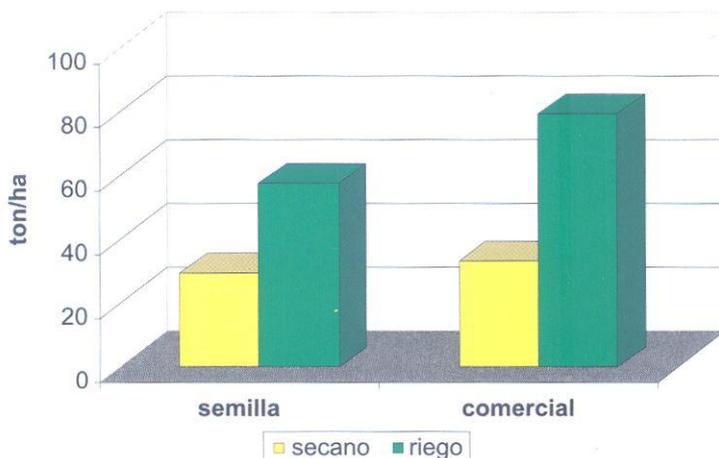


Figura 9.2 Efecto del riego en el rendimiento comercial en papa.

Cuando la papa es destinada a industria, el riego y - en forma especial el manejo fino de éste - tiene un rol fundamental al influir en las características físico químicas del producto, lo que redunda en un mejor o peor comportamiento frente a los procesos industriales, como por ejemplo el color de fritura.

9.1 DISPONIBILIDAD DE AGUA EN PERÍODOS FENOLÓGICOS

Los cultivos responden de forma diferenciada al déficit de agua dependiendo del estado fenológico en que se encuentren. De esta forma, no es lo mismo tener estrés hídrico al inicio del período vegetativo, que a floración o en cosecha. Esta respuesta diferenciada se debe a que el agua tiene estrecha relación con procesos fisiológicos internos de la planta, y en el cultivo de la papa se reconocen al menos 4 períodos fenológicos y que se observan en la **figura 9.3**, corresponden a:

- a) Establecimiento, definido entre los 15 a 25 días después de la plantación;
- b) Período vegetativo, que se subdivide a su vez en:
 - a. Período 1a, que fluctúa entre 15 a 20 días.
 - b. Período 1b, que fluctúa entre 15 a 20 días adicionales los que coinciden con el período de estolonización e iniciación de los tubérculos.
- c) Período de formación de la cosecha o crecimiento acelerado de los tubérculos, con una duración de entre 45 a 55 días.
- d) Período de maduración, con una duración de entre 10 a 15 días.

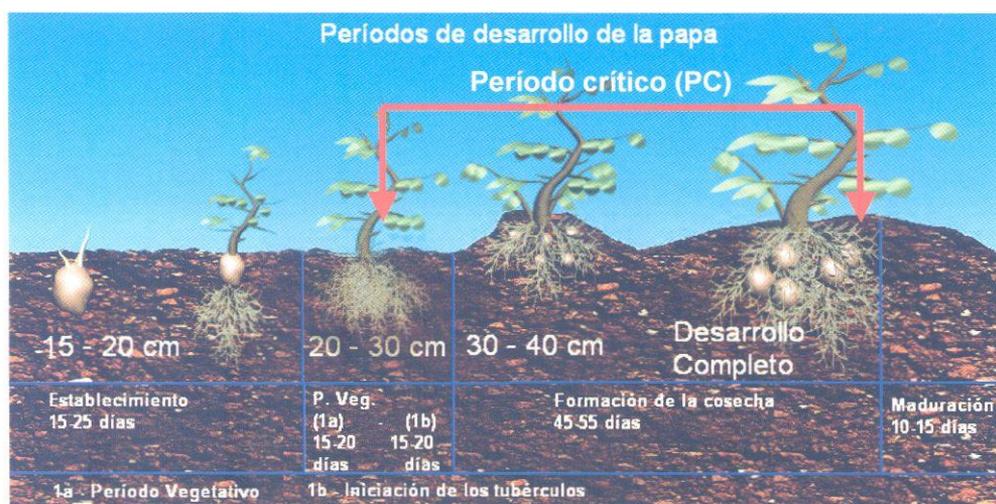


Figura 9.3 Períodos de desarrollo de la papa asociados a los períodos críticos de déficit hídrico.

La duración de estos períodos fenológicos depende de la acumulación de temperaturas sobre un cierto umbral mínimo, por lo tanto en la medida que la temperatura media del aire aumenta, la acumulación de temperaturas se hace más rápida y por ende los períodos fenológicos se suceden más rápidamente. Esta acumulación de temperaturas se denomina días-grado, y cada período fenológico requiere un número mínimo de ellos para que se produzca.

El cultivo de la papa es sensible al déficit hídrico durante los períodos 1b y c, es decir, entre inicio de la estolonización, la formación y el desarrollo o llenado de tubérculos; mientras que los períodos menos sensibles son la fase inicial de desarrollo y la fase final o maduración.

En la Región de La Araucanía, la papa es cultivada con diversos objetivos de producción y comercialización, situación que afecta directamente a su desarrollo fenológico, y en consecuencia, a las necesidades hídricas y a la disponibilidad de agua en el suelo.

En primer lugar, se habla de una “papa temprana”, cuyo objetivo comercial es el consumo en fresco, pero es cosechada antes de completar su período vegetativo y, por lo tanto, es difícil de almacenar. Normalmente, se planta a fines de julio y, mayoritariamente en agosto, teniendo una emergencia entre 30 a 40 días post-plantación, un inicio de la tuberización alrededor de 15 a 20 días después de la emergencia y una cosecha alrededor de 100 días posterior a la plantación.

En segundo lugar, en esta región se cultiva una “papa de guarda en suelo de lomas”, la que es también destinada al consumo fresco, pero que puede ser almacenada ya que

es cosechada habiendo completado su período vegetativo. Normalmente se planta entre septiembre y octubre y su emergencia se produce entre 20 y 30 días después de la plantación, lo que comparativamente es más rápido que en la “papa temprana”, dadas las mayores temperaturas que se producen en ese período del año. El inicio de la tuberización se produce normalmente entre 15 a 20 días posterior a emergencia y la cosecha es una vez completados unos 120 días de período vegetativo total. Su potencial de rendimiento es mayor que en caso de la “papa temprana”.

Por último, se habla de una “papa de guarda en suelos de vega”, la que es destinada a consumo en fresco, pero dado que se cosecha completamente madura, es posible de almacenar por largos períodos. Su plantación se realiza entre noviembre a diciembre, y su emergencia se produce unos 15 días después de la plantación; el inicio de la tuberización unos 15 a 20 días después de la emergencia y, la cosecha es normalmente realizada entre unos 120 a 150 días después de la plantación.

En la X^a Región, por su parte, la papa es plantada desde finales de septiembre a finales de octubre, con un inicio del desarrollo de los tubérculos a mediados de diciembre. Estas diferencias en la fecha de plantación inciden directamente en la disponibilidad de agua en el suelo, dado que en condiciones de secano el abastecimiento de agua depende solamente de la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo a salidas de invierno, y de aquellas lluvias de primavera o verano que puedan ocurrir.

En este sentido, el riego bajo las condiciones de la IX^a y X^a regiones es usado como complemento a las precipitaciones. Sin embargo, para un cultivo como la papa el entender el riego como un suplemento de las precipitaciones puede conducir a equivocaciones en la toma de decisiones de la oportunidad del riego, con el efecto consiguiente sobre disminución de rendimiento o calidad de la producción. El riego debe ser manejado utilizando la precipitación como un componente del balance hídrico.

Cultivos de papa plantados más temprano o con un período vegetativo más corto tienen, en general, mayor oportunidad de utilizar el agua almacenada en el suelo durante el invierno y las lluvias primaverales que pudiesen ocurrir. Aquellas plantaciones más tardías sufrirán, con mayor seguridad, la necesidad de aplicar riego, dado que las probabilidades de precipitaciones disminuyen en frecuencia y cantidad hacia el final de la primavera y el verano. La escasez de agua, en forma especial en los períodos fenológicos sensibles, redundará en disminución de los rendimientos y afectará la calidad del producto a cosechar, en forma especial en la distribución de los calibres de los tubérculos. Estos períodos de escasez hídrica se centran desde finales de noviembre a finales de febrero para las condiciones de las regiones IX^a y X^a. La evapotranspiración, reflejada por la evaporación de bandeja, es muy superior a la precipitación media esperada (**Figura 9.4**) en dicho período. Cuando se dan las condiciones de que la precipitación es inferior a la media esperada, los rendimientos

son fuertemente afectados, en modo especial cuando no existe infraestructura de riego disponible.

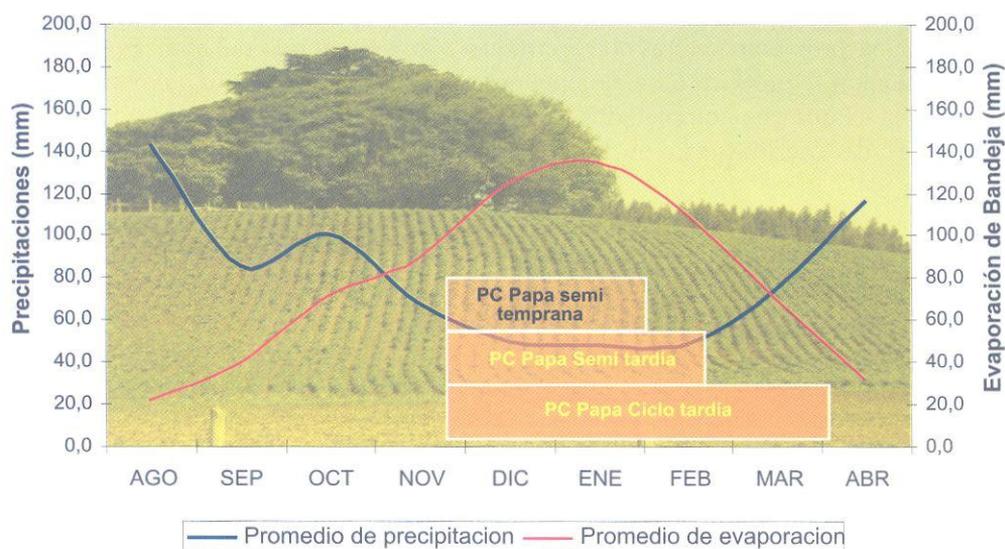


Figura 9.4 Relación precipitación – evaporación para la zona del Centro Experimental La Pampa en Osorno, Xª Región.

Para entender mejor la disponibilidad de agua en el suelo, se explicarán los principales aspectos de física de suelos que dicen relación con este fenómeno.

9.1.1 Retención de agua por el suelo

El suelo está constituido por dos componentes principales, una fracción sólida formada por material mineral y materia orgánica y una fracción porosa, la cual está normalmente llena de aire y agua. Cada suelo, dependiendo de sus características, es capaz de contener más o menos agua en su espacio poroso; es así como suelos más arenosos contienen menos agua en términos volumétricos que aquellos más arcillosos.

El **cuadro 9.1** muestra los valores de retención de agua, en términos volumétricos porcentuales, de algunas series de suelo del sur de Chile en los cuales se cultivan papa.

Cuadro 9.1 Caracterización físico-hídrica de algunas series de suelos de la IX^a y X^a regiones, asociadas al cultivo de la papa.

Serie Barros Arana - Vilcún - Temuco					
Profundidad	CDC (%)	PMP (%)	Da (gr/cm ³)	Humedad Retenida (%)	Humedad Retenida (mm)
0 – 20	64	39	0,8	20,0	40,0
20 – 41	66	45	0,8	16,8	33,6
41 – 53	63	40	0,8	18,4	40,5
				Total:	114,1
Serie Freire					
Profundidad	CDC (%)	PMP (%)	Da (gr/cm ³)	Humedad Retenida (%)	Humedad Retenida (mm)
0 – 16	84	52	0,80	25,6	41,0
16 – 34	99	68	0,82	25,4	45,8
34 – 60	98	67	0,85	26,4	68,7
60 – 69	78	61	0,95	16,2	14,5
				Total:	170,0
Serie Osorno					
Profundidad	CDC (%)	PMP (%)	Da (gr/cm ³)	Humedad Retenida (%)	Humedad Retenida (mm)
0 – 13	72	48	0,91	21,8	28,4
16 – 25	68	47	0,82	17,2	20,6
25 – 47	73	41	0,82	26,2	57,7
47 – 81	81	58	0,69	15,9	44,4
				Total:	151,1

9.1.2 Profundidad de suelo y retención de agua

La retención de agua es volumétrica, por lo tanto depende de la profundidad de suelo considerada. Sin embargo, a pesar de que el suelo es capaz de retener, por ejemplo 280 mm de agua por metro cúbico, el agua que realmente interesa es aquella contenida en la profundidad de suelo que las raíces puedan explorar. En este sentido, el cultivo de la papa es de arraigamiento poco profundo, generalmente no superior a los 40 cm por lo cual, el agua disponible para abastecer su desarrollo es escasa. En este mismo ejemplo, el agua disponible alcanzaría sólo a 112 mm. Este concepto, en conjunto con la tasa de evapotranspiración, determina la frecuencia de riego y, a modo comparativo, se observa que un cultivo de papa debe regarse con mayor frecuencia, y con menores volúmenes, por ejemplo, que un cultivo de alfalfa, especie que posee una profundidad de raíces mucho mayor.

9.1.3 Concepto de umbral crítico

Adicionalmente, no toda el agua retenida y disponible (diferencia entre CDC y PMP) es igualmente disponible para las plantas. Los cultivos, en la medida que el agua del suelo está siendo extraída y se agota, requieren de un gasto energético creciente a objeto de mantener la demanda evapotranspirativa. Este gasto energético, cuando se hace limitante para el rendimiento, está relacionado con un nivel de agua en el suelo. El concepto se denomina “umbral crítico” y generalmente es un porcentaje del agua disponible total. En el caso del cultivo de papa, este umbral es de aproximadamente un 30% a un 40% de la diferencia entre CDC y PMP. Esto implica que la papa es un cultivo sensible al déficit hídrico y, en el caso del ejemplo, la humedad de suelo debe reponerse cuando se han gastado unos 33,6 a 44,8 mm de agua (30 a 40% de 112 mm). Si la reposición de agua se hace después de atravesar dicho umbral crítico, los rendimientos se verán afectados.

El período fenológico de menos sensibilidad al déficit hídrico corresponde al de maduración, por lo tanto si es que existe un abastecimiento limitado de agua, durante este período las aplicaciones de agua podrían ser restringidas sin afectar en forma tan significativa los rendimientos.

9.1.4 Relaciones contenido de agua y estatus energético del agua en el suelo

El agua consumida por los cultivos es aportada desde el agua almacenada en el suelo proveniente de las lluvias o el riego artificial. Esta agua es transportada desde el suelo a las hojas, donde es finalmente transpirada, usando como vía de transporte la diferencia de energía que tiene el agua en el suelo y aquella en la atmósfera. En general, existe una relación entre la cantidad de agua que existe en el suelo y la energía que dicha agua tiene. Esta relación es conocida como curva característica del agua en el suelo y depende de factores intrínsecos del suelo como ser textura, tipo de arcillas y contenido salino, entre otros.

La **figura 9.5** muestra, a modo de ejemplo, un gráfico que representa esta relación entre energía y contenido total de agua en el suelo. El área marcada en verde representa la tensión útil donde las plantas se desenvuelven adecuadamente.

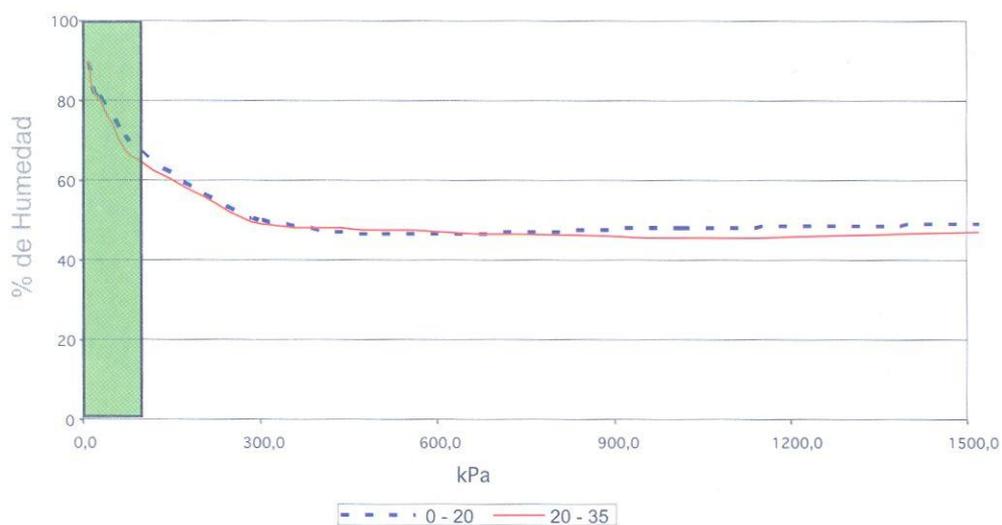


Figura 9.5 Curva característica para dos profundidades de la Serie Carillanca.

Los conceptos de Capacidad de Campo (CDC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP), entonces, se asocian a valores de energía o tensión, dado que el agua en el suelo entre dichos valores está retenida en contra de la fuerza de la gravedad. Estos conceptos son de gran relevancia para el manejo del riego de un cultivo tan sensible como la papa, principalmente por que el contenido de aire en el suelo está intrínsecamente unido al contenido de agua de éste, al ocupar ambos el mismo espacio poroso. En la medida que el suelo tiene menor contenido de humedad, hay más aire disponible, y a la inversa, cuanto más agua tenga el suelo, el aire disponible se reduce lo que puede producir condiciones de asfixia radicular. Por otra parte, el agua retenida en el suelo se mueve por diferencia entre estos valores de energía y la energía que tiene el agua en el interior de las hojas y, a su vez, de la energía del agua en la atmósfera. Esto produce que en aquellos días nublados, con alta humedad ambiental, el consumo de agua sea menor que en aquellos días soleados, de alta radiación y altas temperaturas.

Entonces, lo importante en el riego, es entender que el agua del suelo está retenida en contra de la gravedad, y tiene una energía reflejada como tensión de succión. Las diferencias de energía con el agua contenida en las hojas y con la atmósfera producen su movimiento y consumo. En la medida que el agua es consumida, la energía del agua remanente en el suelo se hace más pequeña, y la diferencia de energía con el agua en el interior de las hojas se hace menor, lo que produce menor velocidad de abastecimiento desde el suelo a las hojas. Cuando esta energía del agua en el suelo llega a un valor crítico, el cultivo se resiente por falta de abastecimiento de agua, la temperatura foliar se incrementa y los rendimientos pueden verse afectados. Esto es lo que se conoce como Umbral de riego, concepto anteriormente descrito.

9.2 DEMANDA DE AGUA POR EL CULTIVO

La demanda de agua por el cultivo de papa depende de varios factores. En primer lugar está influida por el ambiente o las condiciones climáticas. En este sentido, un cultivo de papa en el sector de Angol, presenta una demanda de agua superior a uno de la zona de Freire y, a su vez, también superior a uno ubicado en el sector costero de la región, o a algunas zonas de la Xª Región.

La demanda global de agua está gobernada en términos climáticos, por la Evapotranspiración Potencial de la zona (ETP). La ETo corresponde a la evapotranspiración de un cultivo de referencia (generalmente una pradera de unos 10 cm de alto, bien regada) y es la fracción de la ETP que interesa desde el punto de vista del manejo del riego.

En segundo lugar, el estado de desarrollo juega un rol fundamental en la demanda de agua por un cultivo. En la medida que un cultivo se desarrolla y crece, la demanda de agua aumenta, comenzando desde valores muy pequeños hasta alcanzar valores cercanos o incluso superiores a la ETo. Esto se denomina Evapotranspiración de cultivo (ETc) y la relación entre ETc y ETo, para cada período fenológico, está dada por el coeficiente de cultivo (k_c). Por lo tanto:

$$ETc = Eto \cdot kc$$

La obtención de ETo se realiza mediante distintos procedimientos. En primer lugar, se puede utilizar una bandeja de evaporación Clase A (**Figura 9.6**) y, mediante un coeficiente de bandeja (entre 0,7 y 0,8) obtener directamente a partir de mediciones de evaporación de agua. Otro mecanismo es utilizar una estación meteorológica automática y, a través de fórmulas empíricas como Penmann-Monteith u otras que utilizan registros agrometeorológicos (radiación solar, temperaturas, viento, humedad relativa) determinarla diariamente o incluso cada hora (**Figura 9.7**).

El valor de k_c representa la relación entre ETc/ETo y, en general, a pesar de que muestra variación en términos regionales, es posible utilizar valores de la literatura. El **cuadro 9.2** muestra algunos valores de este coeficiente para el cultivo de la papa en la IXª Región. Jerez y otros, 1995. Manual de Riego para el Sur de Chile.

Cuadro 9.2 Valores de k_c para el cultivo de la papa en la IXª región.

Coeficiente de cultivo						
Cultivo	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Papa	0,25	0,41	0,7	0,77	0,74	0,59



Figura 9.6 Vista de un evaporímetro de bandeja Clase A usado para estimar ET_c .



Figura 9.7 Estación agrometeorológica automática, la que apropiadamente usada, puede estimar evapotranspiración de cultivos.

Este coeficiente es dependiente de la fenología del cultivo. Un cultivo que se desarrolla en 100 días, tendrá una distribución de coeficientes diferente que uno que se desarrolle en 140 o 160 días.

La demanda de agua entonces varía a lo largo de la estación de crecimiento del cultivo, desde valores muy bajos al inicio del período de desarrollo, hasta alcanzar un máximo en el período de máximo desarrollo vegetativo y luego disminuye hacia el período de maduración.

La demanda de agua a nivel de las regiones del sur de Chile (IX^a y X^a) por este cultivo es variable, pudiendo alcanzar valores de 450 a 550 mm para la temporada. El riego suplementa aquella demanda que no es suplida por la precipitación efectiva que ocurre durante la estación de crecimiento.

9.3 DETERMINACIÓN DEL MOMENTO DE RIEGO

La determinación del momento de riego es uno de los aspectos más complejos del manejo del riego dado que se debería conocer, por un lado la demanda del cultivo y, por otro, la precipitación efectiva y, por último, el estado hídrico del suelo. Estos tres aspectos en su conjunto son indispensables al querer manejar apropiadamente el riego de este cultivo.

La demanda del cultivo es posible estimarla, entre otros métodos, a partir de la lectura de la evaporación diaria desde una bandeja de evaporación Clase A (**Figura 9.6**).

El procedimiento para utilizar la información de bandeja es el siguiente: se debe generar un registro de la información diaria colectada desde la bandeja, y combinarla con antecedentes de coeficiente de cultivo asociado al periodo fenológico, caracterización físico-hídrica del suelo, umbral crítico de riego y precipitación efectiva.

Ejemplo de Programación de Riego en Papa.

Suelo	Freire	
Profundidad de raíces	45	cm
Retención de humedad	115,8	mm
Umbral de riego	35	%
Contenido de humedad mínimo	75,27	mm
Agua a reponer en cada riego	40,53	mm

Día	Evaporación de bandeja	Coefficiente de Bandeja	Evapotranspiración de referencia (ET _o) en mm	Coefficiente de Cultivo	Evapotranspiración de cultivo (ET _c) (mm)	ET _c acumulada (mm)	Agua en el suelo (mm)	Agua a aplicar (mm)
0							115,8	
1	4,5	0,8	3,6	0,7	2,5	2,5	113,3	
2	3,8	0,8	3,04	0,7	2,1	4,6	111,2	
3	2,6	0,8	2,08	0,7	1,5	6,1	109,7	
4	4,2	0,8	3,36	0,7	2,4	8,5	107,3	
5	4,5	0,8	3,6	0,7	2,5	1,0	104,8	
6	5,6	0,8	4,48	0,7	3,1	14,1	101,7	
7	5,3	0,8	4,24	0,7	3,0	17,1	98,7	
8	6,4	0,8	5,12	0,7	3,6	20,7	95,1	
9	4,4	0,8	3,52	0,7	2,5	23,1	92,7	
10	4,2	0,8	3,36	0,7	2,4	25,5	90,3	
11	4,3	0,8	3,44	0,77	2,6	28,1	87,7	
12	4,5	0,8	3,6	0,77	2,8	30,9	84,9	
13	5,8	0,8	4,64	0,77	3,6	34,5	81,3	
14	6,3	0,8	5,04	0,77	3,9	38,4	77,4	38,4
15	6,7	0,8	5,36	0,77	4,1	42,5	111,7	
16	6,4	0,8	5,12	0,77	3,9	46,4	107,7	
17	5,8	0,8	4,64	0,77	3,6	50,0	104,2	
18	6,3	0,8	5,04	0,77	3,9	53,9	100,3	
19	4,8	0,8	3,84	0,77	3,0	56,8	97,3	
20	5	0,8	4	0,77	3,1	59,9	94,2	

Se observa que cada día se descuenta la evapotranspiración producida, del agua disponible del suelo, hasta que se alcanza el valor umbral determinado, donde debe regarse con un volumen similar al perdido, más lo requerido adicional por concepto de eficiencia del método de riego utilizado.

En el caso de lluvias, cuando son mayores a los 15 mm, deben considerarse en el balance general, agregando agua al suelo en forma proporcional al excedente sobre los 15 mm. De esta forma, al registrarse precipitaciones, los riegos se realizarán más espaciadamente y al no haberlas, más seguido.

Una forma más directa y precisa de estimar el momento de realizar el riego es realizar un monitoreo del estado hídrico del suelo. Como se mencionó anteriormente, el contenido de humedad del suelo corresponde con al estatus de succión del agua en el suelo, o presión negativa. Esta presión negativa o succión es diferente, para cada nivel de humedad, en cada suelo y puede ser registrada por un tensiómetro u otros instrumentos como Watermarks® que miden la tensión del agua en el suelo (**Figura 9.8**).



Figura 9.8 Tensiómetro y Watermarks®, equipos que permiten medir la tensión del agua en el suelo.

Con apropiada calibración, es posible leer en dichos instrumentos, instalados en la zona de raíces del cultivo, valores críticos de succión o tensión del agua en el suelo y decidir el momento del riego. Dichos valores críticos van a depender del propósito del cultivo.

X. PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE PAPA*

El cultivo de papa es atacado por una serie de enfermedades causadas por diferentes microorganismos patógenos. Dentro de estos, los hongos constituyen uno de los principales problemas fitosanitarios de este cultivo. Estos patógenos afectan tanto al tubérculo como al follaje, pudiendo producir importantes reducciones de rendimiento y calidad.

En el cultivo de la papa en la zona sur las enfermedades como el tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y el tizón temprano (*Alternaria solani*) se consideran las principales enfermedades foliares de la papa causadas por hongos y constituyen un significativo riesgo para este cultivo tanto a nivel de campo como en almacenaje limitando la producción, calidad, tamaño y contenido de materia seca de los tubérculos y su comercialización. Adicionalmente, la incidencia de hongos y bacterias más recurrentes en tubérculos de papa en la zona sur son Rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*), Pudrición seca (*Fusarium* spp.), Sarna plateada (*Helminthosporium solani*), Sarna polvorienta (*Spongospora subterranea*, Sarna común (*Streptomyces scabies*) y Pudriciones blandas (*Erwinia carotovora*), muchas de las cuales causan problemas tanto en almacenamiento como en campo, afectando el rendimiento y la calidad de los tubérculos cosechados. Igualmente, las enfermedades causadas por virus son las principales responsables de la disminución de rendimiento por el uso de semilla de mala calidad. Estas enfermedades atacan sistemáticamente todos los órganos vegetativos de la planta y causan el fenómeno conocido como “degeneración de la papa”; pérdida progresiva e irreversible de los rendimientos del cultivo cuando el productor utiliza reiteradamente tubérculos-semillas infectados de su propia cosecha.

10.1 ENFERMEDADES FUNGOSAS

10.1.1 El tizón tardío de la papa

Agente causal: *Phytophthora infestans*

Síntomas y ciclo de la enfermedad: La enfermedad afecta hojas, tallos y tubérculos. Los primeros síntomas aparecen en las hojas inferiores, generalmente en los bordes, como pequeñas manchas acuosas de color verde oscuro. Bajo condiciones de alta

humedad, estas lesiones se expanden rápidamente formando zonas café atizonadas irregulares. Un borde amarillo pálido alrededor de la lesión separa el tejido sano del enfermo. En condiciones de alta humedad o temprano en las mañanas, es posible distinguir el micelio del hongo como un crecimiento aterciopelado de color blanco en el envés de las hojas más bajas (**Foto 10.1-A**). Si las condiciones de alta humedad continúan, todo el follaje se afecta, colapsa y muere. En cambio, si le siguen condiciones ambientales secas a la infección, la enfermedad se detiene y permanece latente hasta que las condiciones óptimas se repitan.

En los tallos se forman lesiones de color café púrpura por infección directa o por extensión de la lesión de los pecíolos de las hojas. Los tallos afectados se tornan frágiles y quebradizos.

Los tubérculos afectados forman lesiones externas de color café púrpura de forma irregular y hundida. Al cortar el tubérculo, el tejido inmediatamente bajo la lesión es de color café cobrizo, de textura granular y firme (**Foto 10.1-B**).

El patógeno inverna como micelio en tubérculos infectados en bodega o campo. Cuando el hongo alcanza la parte aérea de la planta, produce las estructuras reproductivas. Éstas son dispersadas por el agua de lluvia y el viento depositándose en hojas y tallos húmedos, donde inician una nueva infección. Bajo condiciones húmedas, una gran cantidad de nuevas infecciones puede ser producida en una estación de crecimiento. La infección de los tubérculos comienza cuando el hongo es lavado por la lluvia desde las hojas y cae al suelo, donde infecta los tubérculos por las lenticelas o heridas. Los tubérculos también pueden infectarse al momento de cosecha al tomar contacto con follaje enfermo o con tubérculos enfermos durante la manipulación y selección de semilla.

La severidad del Tizón Tardío dependerá principalmente de las condiciones ambientales predominantes durante el cultivo. El hongo crece y se multiplica mejor en humedades relativas cercanas al 100% y temperaturas de entre 15 y 25°C. Una vez que la infección se produce, la enfermedad se desarrolla más rápidamente a temperaturas de 21°C.

Control: El Tizón Tardío puede ser exitosamente controlado con una combinación de medidas sanitarias tales como: **Uso de semilla sana** ya que la semilla infectada es una fuente importante de infección. **Mantener una buena cobertura de los tubérculos con aporca**, ya que el hongo infecta los tubérculos al ser lavadas por el agua de lluvia desde el follaje. Es importante **observar las plantas constantemente** durante el desarrollo del cultivo, especialmente las hojas basales y zonas más húmedas del terreno. Se debe evitar la presencia de la enfermedad. Es recomendable hacer una **aplicación con productos fungicidas preventivos antes del cierre de la hilera** y/o a los primeros síntomas en el sector. Además, **comenzar un tratamiento químico si las condiciones son apropiadas**

para el desarrollo de la enfermedad. Es importante la **rotación de productos químicos** y mezclas de ingredientes activos con diferentes modos de acción sobre el hongo durante la temporada para evitar el desarrollo de resistencia. **Destruir el follaje** (química o mecánicamente) antes de la cosecha ya que el follaje infectado puede infectar tubérculos cosechados. **Eliminar papas infectadas** a la cosecha y durante la selección debido a que tubérculos infectados pueden infectar tubérculos sanos en labores de manejo. **Destruir plantas voluntarias y desechos de papa** que pueden ser fuente del hongo para la próxima temporada. El **uso de variedades más resistentes** es recomendable, aunque no existen cultivares inmunes a esta enfermedad, algunos son más tolerantes que otros.



Foto 10.1. Tizón tardío en hojas (A) y Tubérculos (B y C)

10.1.2 El Tizón Temprano de la Papa

Agente causal: *Alternaria solani*

Síntomas y ciclo de la enfermedad: Los síntomas en hojas se presentan como lesiones circulares, de color marrón oscuro con anillos concéntricos, que no sobrepasan las venas de las hojas, presentándose primero en las hojas basales más viejas (Foto 10.2). Variando según las condiciones ambientales y la susceptibilidad del cultivar, las lesiones se agrandan de 0.5 a 2 cm. de diámetro desarrollando áreas cloróticas alrededor y entre las lesiones. Bajo condiciones de sequedad, el tejido dañado cae dejando un orificio. Las hojas pueden ponerse cloróticas, secarse y morir produciendo una defoliación. Lesiones similares pueden producirse en pecíolos y tallos. Las infecciones en los tubérculos desarrollan lesiones irregulares, hundidas, con bordes elevados, distribuidas desuniformemente en la superficie del tubérculo. Estas lesiones comienzan con una coloración gris a púrpura tornándose luego negras. El tejido bajo la lesión es de color café oscuro, duro y seco y puede extenderse hasta 2 ó 3 cm.

El inóculo de *A. solani* sobrevive de un año a otro en restos de plantas o sobre la superficie del suelo y en tubérculos enfermos. Las hojas más jóvenes son más resistentes al hongo, pero al envejecer los síntomas típicos se desarrollan mostrándose principalmente en las hojas inferiores de la planta. Estas lesiones en las hojas inferiores son la fuente del hongo para desarrollar una infección grave al final de la temporada. La infección

foliar se favorece por temperaturas de alrededor de 25°C y humedad. La lluvia estimula la enfermedad, pero no es necesaria si hay rocío abundante y frecuente. El patógeno que está en el follaje o en la superficie del suelo infecta los tubérculos al momento de la cosecha. Tubérculos dañados son más susceptibles a la infección.

Control: Para el control de tizón temprano se deben considerar tres puntos importantes: **Precaución durante el manejo del cultivo**, debido a que el desarrollo de la enfermedad está relacionado con el vigor y la maduración del cultivo, toda medida tendiente a estimular el vigor y evitar la senectud temprana de la planta reduce la incidencia de la enfermedad, por ejemplo fertilización y riego. Si cultivares de diferentes precocidades son usadas, la plantación debe organizarse en forma tal que el viento no vaya de los cultivares más precoces a los más tardíos, ya que puede llevar el hongo. La eliminación previa a la cosecha del follaje evita la infección de los tubérculos, así también el dejar los tubérculos en el suelo hasta que la piel esté madura, evita daños mecánicos que facilitan la infección. Debido a que el hongo sobrevive en los desechos de plantas, todos los residuos vegetales infectados deben ser sacados del campo después de la cosecha. La rotación de cultivos ayuda a reducir el inóculo en un campo, ya que el hongo no puede persistir por períodos muy largos. El **control químico en el momento adecuado** puede controlar efectivamente el tizón temprano. Esto es hacer aplicaciones preventivas, especialmente si el cultivo está cerca de un cultivo de papa plantado más temprano y que presentó problemas de tizón temprano. La mayoría de los fungicidas disponibles en el mercado para el control de tizón tardío, controlan también tizón temprano, pero es necesario confirmar esta información con un especialista. Los cultivares de papa muestran diferentes **niveles de resistencia** de campo al tizón temprano, pero en general la susceptibilidad está asociada a la maduración temprana.



Foto 10.2. Tizón temprano en hojas

10.1.3 Rizoctoniasis

Agente causal: *Rhizoctonia solani*

Síntomas y ciclo de la enfermedad: El síntoma más conocido de la rizoctoniasis es la presencia de esclerocios sobre la superficie del tubérculo (**Foto 10.3**), también conocido como Costra Negra. Este esclerocio puede variar en tamaño desde muy pequeño, plano, como punteado negro hasta grandes masas irregulares que cubren una gran parte del tubérculo. Esta fase del desarrollo de la enfermedad es importante como inóculo transmitido por semilla. Las plantas son más afectadas temprano en la primavera donde los brotes bajo el suelo se necrosan y mueren antes de emerger. Los brotes secundarios que se desarrollan luego son menos vigorosos, emergiendo tardíamente y produciendo una población menos homogénea de plantas. Las **fotos 10.4, 10.5 y 10.6** muestran las lesiones características producidas en los estolones y tallos, son canchales café a negro con hendiduras. Estos canchales pueden continuar creciendo y llegar a estrangular los tallos o estolones, produciendo deformación de tubérculos, tubérculos más pequeños, tubérculos aéreos, amarillamiento y enroscamiento de hojas.

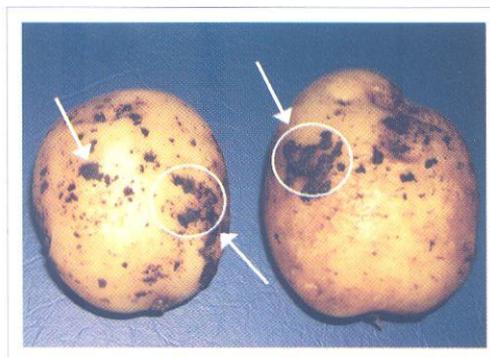


Foto 10.3 Rizoctoniasis: Costra negra en tubérculos.

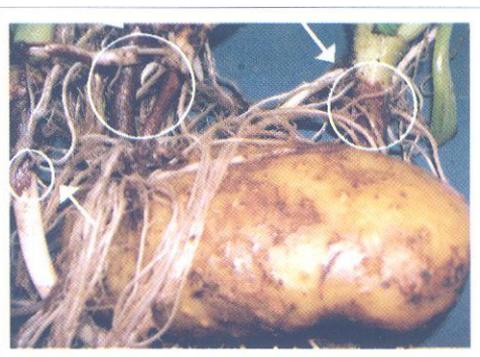


Foto 10.4 Rizoctoniasis: daño por canchales en brotes y tallos.

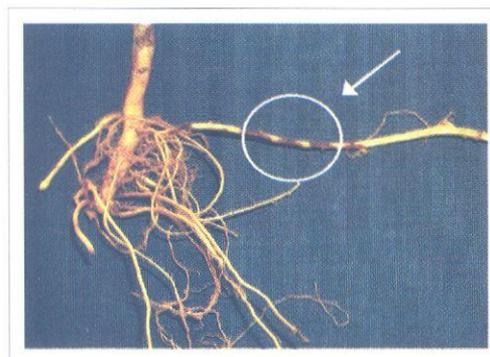


Foto 10.5 Rizoctoniasis: daño de canchales en estolones.



Foto 10.6 Rizoctoniasis: tubérculos aéreos producidos por canchales en el tallo principal.

Control: El control de esta enfermedad debe ser mediante un **manejo integrado**, ya que una sola medida no es suficiente. Por ejemplo, **rotación de cultivos** a lo menos 3 ó 4 años con cultivos no susceptibles tal como cereales; prácticas que induzcan una **rápida emergencia** y desarrollo de las plantas: prebrotación de tubérculos-semillas, plantación poco profundas y suelo con temperaturas más altas, ya que así se reducirá el daño a brotes nuevos; el uso de **semilla libre de esclerocios** disminuirá la probabilidad de daño a brotes nuevos; no dejar los tubérculos mucho tiempo en el suelo después del secado del follaje, así disminuirá la formación de esclerocios sobre los tubérculos; **tratamientos químicos a la semilla** protegerán los primeros brotes emergentes y tallos del ataque del hongo. Es importante tener presente que la efectividad de un tratamiento de semilla no solo depende del fungicida utilizado, sino también de otros factores, tales como calidad de semilla, momento de aplicación, equipos de aplicación, etc. (Vea sección Instructivos aplicación de semilla).

10.1.4 Pudrición Seca o Fusariosis

Agente causal: *Fusarium spp.*

Síntomas y ciclo de la enfermedad: La sintomatología más común es la pudrición del tubérculo-semilla en el campo (**Foto 10.7**) o pudrición seca (**Foto 10.8**) en el almacenamiento. También puede producir marchitez de plantas y decoloración del sistema vascular. *Fusarium* es un hongo que se encuentra en el suelo y también en la semilla, produce gran cantidad y tipos de unidades reproductivas, todas capaces de infectar papas, y producir estructuras de resistencia que sobreviven por muchos años en el suelo.

Una característica importante de *Fusarium* es que necesita una herida para infectar el tubérculo. La infección ocurre generalmente al momento de cosecha y plantación. Estas labores provocan heridas y cortes, muchas de las cuales no se ven a simple vista, pero sirven de punto de entrada para este patógeno.

Control: Para el control y manejo de esta enfermedad se deben considerar tres puntos de gran importancia. **Prevenir las heridas en tubérculos**, ya que magulladuras, golpes y heridas en la cosecha y manipuleo de la semilla son puntos de infección del hongo. **Dar condiciones apropiadas para que las heridas sanen rápidamente** en tubérculos recién cosechados en almacenamiento o en semilla cortada previo a la plantación, esto evitará que se produzcan infecciones. Las condiciones adecuadas incluyen temperaturas moderadas (10-13°C), alta humedad y buena ventilación por al menos 10-14 días postcosecha. En el caso de semilla cortada se debe tomar las mismas consideraciones para que suberize el corte. También es importante evitar suelos muy fríos, muy calientes, saturados o muy secos al momento de la plantación. Adicionalmente, se puede considerar

un **tratamiento de semilla** para proteger las heridas de la entrada del hongo. Las aplicaciones de fungicidas sólo prevendrán las nuevas infecciones pero no curará las ya establecidas.

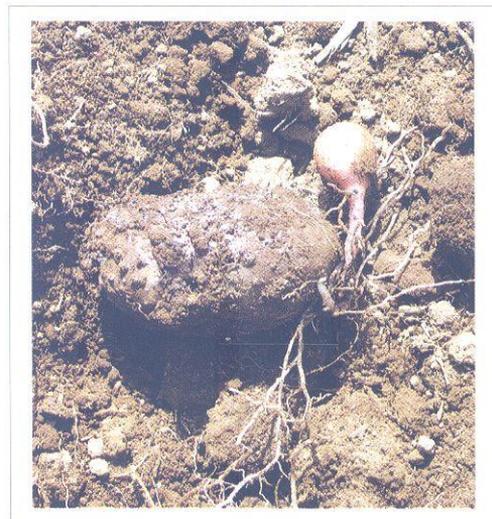


Foto 10.7. Pudrición de semilla causada por *Fusarium* spp.

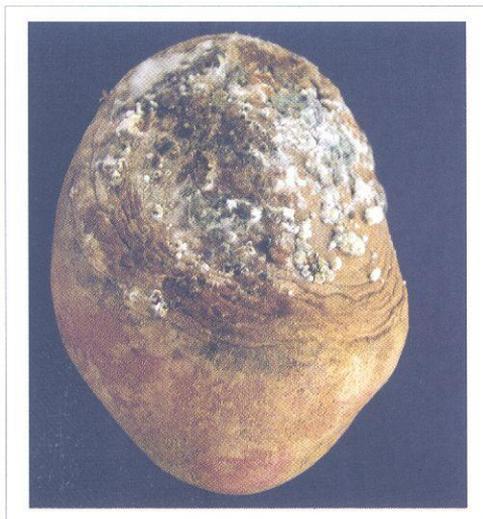


Foto 10.8. Pudrición seca causada por *Fusarium* spp.

10.1.5 Sarna Plateada

Agente causal: *Helminthosporium solani*

Síntomas y ciclo de la enfermedad: Los síntomas iniciales se presentan como pequeños puntos circulares de color castaño claro, con márgenes indefinidos que se agrandan hasta cubrir gran parte del tubérculo. Las áreas afectadas presentan un color plateado brillante, de ahí el nombre de la enfermedad, especialmente cuando el tubérculo está húmedo (**Foto 10.9**). Los tubérculos pueden sufrir una fuerte deshidratación durante el almacenamiento, si el área comprometida es muy extensa.

La transmisión del hongo es principalmente a través de semilla enferma que infecta el suelo. La infección del tubérculo ocurre en el suelo a través de las lenticelas y la piel. Cuanto más permanecen los tubérculos en el suelo, mayor es la probabilidad de infección y severidad de la enfermedad. Las condiciones mínimas para la infección son de 3^oC y 90% de humedad relativa. La enfermedad continúa incrementándose durante el almacenamiento, donde se pueden producir nuevas infecciones si las condiciones de alta temperatura y humedad prevalecen.

Control: El control de la sarna plateada está dado principalmente a través del **uso de semilla sana**. Los tubérculos deben ser cosechados lo antes posible para **evitar exposición al patógeno en el suelo**. Se debe **ventilar en el almacenamiento** dando condiciones que permitan una rápida suberización de heridas y secado de los tubérculos, así se evitará la infección secundaria. También se describen algunos tratamientos químicos que podrían ser efectivos como tratamientos de semilla, tales como metil tiofanato, EBDC, etc.

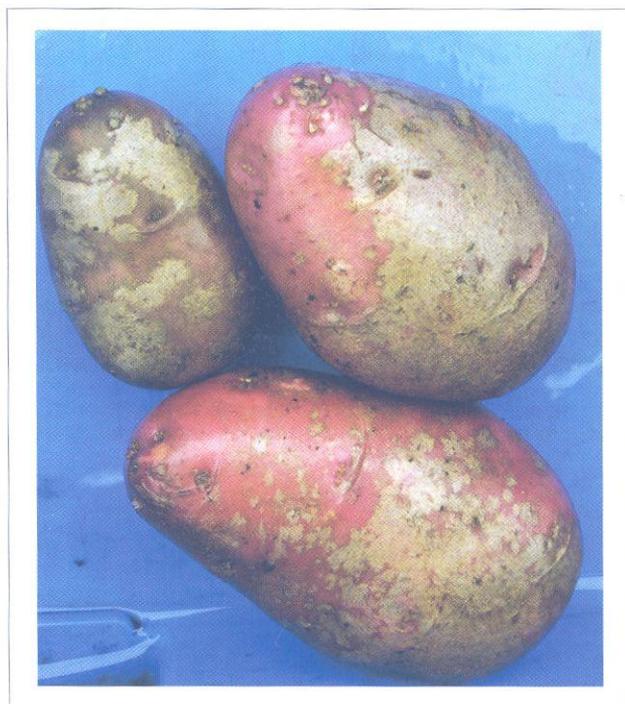


Foto 10.9 Sarna plateada en tubérculos de papa.

10.1.6 Sarna Polvorienta

Agente causal: *Spongospora subterranea*

Síntomas y ciclo de la enfermedad: Los síntomas de la enfermedad se expresan en raíces, estolones, brotes y tubérculos. Muchas veces esta enfermedad en tubérculos se confunde con la sarna común. Al inicio se observan pequeños granos, como ampollas, de color claro en la superficie del tejido. Posteriormente, estas ampollas se convierten en pústulas abiertas y oscuras que contienen una masa polvorienta de esporas del hongo, de color castaño oscuro (Foto 10.10).

El hongo forma esporas de resistencia las cuales pueden permanecer hasta 6 años en el suelo y pueden sobrevivir al paso del tracto digestivo de animales. Por lo tanto, el hongo se disemina fácilmente por movimiento de suelo contaminado, semillas enfermas o animales. También, tubérculos enfermos en almacenamiento pueden ser más susceptibles a pudriciones por otros patógenos.

La infección se favorece bajo condiciones de suelos fríos y húmedos, por lo que se ve favorecida en suelo de mal drenaje. Potencialmente, este hongo puede ser vector del virus Mop Top de la papa.

Control: Para el control de esta enfermedad es necesario tomar varias medidas preventivas que eviten el ataque y la diseminación del hongo, entre éstas se nombran las siguientes: **Utilizar semilla libre de sarna polvorienta**, para no contaminar suelos limpios. **No plantar papas en suelos contaminados y de mal drenaje**, ya que aumenta la posibilidad de infección del cultivo. **Realizar rotaciones largas**, 3 a 10 años, especialmente si cultivos previos de papa han desarrollado síntomas y presentan problemas de drenaje.



Foto 10.10 Sarna polvorienta en tubérculos de papa.

10.2 ENFERMEDADES BACTERIANAS

10.2.1 Sarna Común de la Papa

Agente causal: *Streptomyces scabies*

Síntomas y ciclo de la enfermedad: Los síntomas de la sarna son muy variables. Generalmente son lesiones corchosas irregulares, levantadas, cafesosas, de tamaño variable, que se desarrollan en cualquier lugar de la superficie del tubérculo. Los síntomas de la enfermedad no se desarrollan en la parte aérea de la planta. A veces los síntomas se desarrollan sólo como una capa superficial de tejido corchoso que cubre gran parte de la superficie del tubérculo (sarna russet), o como lesiones de hasta 1cm

de profundidad, café oscuras con el tejido bajo la lesión de color café claro y translúcido (sarna profunda) (**Foto 10.11**). En el mismo tubérculo pueden presentarse ambos tipos de lesiones. Los síntomas se desarrollan durante la estación de crecimiento, pero el período de infección es cuando el tubérculo se está formando. Los tubérculos maduros ya no son susceptibles a la infección, pero las lesiones ya formadas pueden seguir expandiéndose a medida que el tubérculo crece, aumentando la severidad del daño. Los síntomas de sarna son más severos cuando el tubérculo se desarrolla bajo condiciones templadas y secas. Así, suelos que se secan rápido son más conductivos a la sarna. El patógeno sobrevive indefinidamente en suelos infestados dispersándose de un suelo a otro a través de tubérculos infectados, por suelo o guano contaminado.

Control: Muchos estudios se han efectuado respecto al **manejo cultural** de esta enfermedad. Se recomienda por ejemplo, incorporar abonos verdes, evitar el uso de guano animal, rotar con cultivos no susceptibles, usar tubérculos-semillas sanos, etc. Sin embargo, se ha determinado que la humedad del suelo juega un rol muy importante en el manejo de la sarna. Así, un **aumento en el agua del suelo** tiende a disminuir su incidencia. Por lo tanto, el riego es una norma de manejo recomendada mundialmente. El efecto del agua en el control de la sarna se explicaría por el aumento de la microflora en el suelo el cual favorecería el desarrollo de microorganismos antagonistas no patogénicos que invaden las lenticelas antes que el agente patógeno. Igualmente, el **uso de variedades resistentes** o menos susceptibles junto a la integración de varias prácticas de manejo es importante para un control exitoso de esta enfermedad.



Foto 10.11 Sarna Común en tubérculos de papa.

10.2.2. Pie Negro y pudriciones blandas de la papa

Agente causal: *Erwinia carotovora* spp *carotovora* y
Erwinia carotovora spp *atroseptica*

Síntomas y ciclo de la enfermedad: Los síntomas de la enfermedad ocurren en cualquier estado de desarrollo de la planta. Los tallos de las plantas infectadas muestran una pudrición de color negro, la cual, generalmente empieza con la pudrición del tubérculo-semilla y se extiende hacia arriba en el tallo (**Foto 10.12**). Las plantas afectadas detienen su desarrollo y son de crecimiento erecto y envarado. El follaje se vuelve clorótico, los folíolos tienden a envolverse hacia arriba, luego se marchitan y mueren.

El tejido del tubérculo afectado por pudrición blanda es húmedo, de color crema o canela y de consistencia blanda, fácilmente separable del tejido sano, y a medida que avanza el daño adquiere un olor desagradable, debido a la presencia de organismos secundarios (**Foto 10.13 A -B**).

Se considera que la principal fuente de la bacteria en el cultivo, es la pudrición del tubérculo-semilla y que el pie negro y la pudrición blanda ocurre sólo cuando las condiciones ambientales favorecen el crecimiento de la bacteria.

La infección puede ocurrir en el tallo a través del sistema vascular en cualquier momento después de la multiplicación del patógeno en el tubérculo madre podrido. Una vez en el tallo, la bacteria puede permanecer en dormancia o puede causar una infección si las condiciones son favorables. Al igual, la contaminación de los tubérculos hijos ocurre después que el tubérculo-semilla se pudre y la bacteria es liberada en el suelo y es llevada por el agua hasta los tubérculos nuevos. Las bacterias localizadas en las lenticelas o en la superficie de los tubérculos hijos durante el almacenaje, permanecen en estado latente hasta que se presenten condiciones ambientales o situaciones predisponentes a la infección, entonces se activan e inician la pudrición. Las condiciones que favorecen la infección son: una película de agua sobre el tubérculo que produce anaerobiosis en el tejido, mala aireación, alto inóculo de la bacteria en las lenticelas, tubérculos golpeados, etc.

Control: El control del pie negro y las pudriciones húmedas es muy difícil, por lo que debe enfocarse en forma de **manejo integrado**. El método más adecuado de control, principalmente cuando el problema es la infección latente del tubérculo madre, es usar **tubérculos-semillas proveniente de material** limpio de *Erwinia*, lo cual se puede conseguir a través de esquejes, por multiplicación rápida *in vitro* o por semilla botánica. Al mismo tiempo, al existir tubérculos infectados en forma latente, se debe **prevenir que la enfermedad se exprese**. Esto se puede lograr utilizando un cultivar con resistencia a pie negro y pudriciones blandas, plantando en suelos de buen drenaje que no haya

tenido papa el año anterior, restringiendo el movimiento en el cultivo que provoque daño y disperse la enfermedad, descartando plantas con pie negro para disminuir la fuente de inóculo, evitando daños mecánicos que aumenten la susceptibilidad a la pudrición y favoreciendo un buen almacenamiento de los tubérculos. En general, muchos de los problemas que se producen en el almacenamiento pueden prevenirse, mediante algunas medidas de manejo tales como: evitar daños mecánicos, heridas y contusiones de los tubérculos durante la cosecha y el transporte, evitar llevar a bodega papas mojadas con exceso de humedad y tierra adherida y también, se debe limpiar a fondo la bodega antes de la cosecha, eliminando restos de papas y otros materiales.



Foto 10.12 Pie Negro en plantas de Papa.

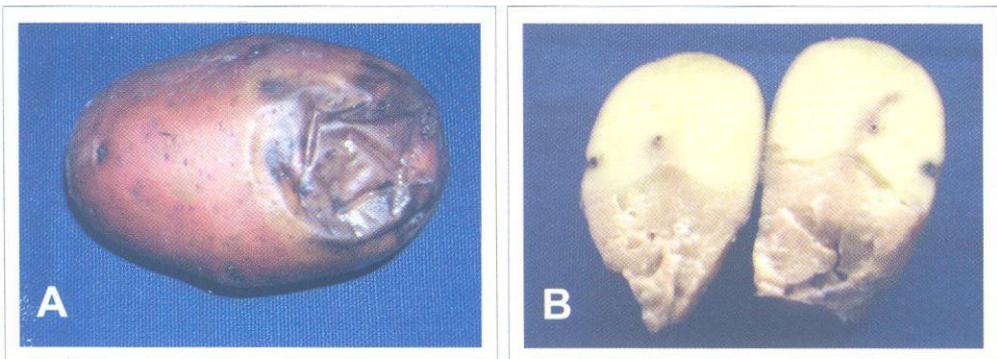


Foto 10.13 Pudrición Blanda en tubérculos de papa (A y B).

10.3 ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS

Agentes causales y diseminación: Se conocen aproximadamente 25 diferentes virus y un viroide que infectan el cultivo de papa bajo condiciones naturales y – frecuentemente - uno o más virus pueden estar presentes simultáneamente en una misma planta. No obstante lo anterior, son sólo algunos pocos virus los que causan los daños mas grandes al cultivo en la mayoría de las regiones productoras de Chile y el mundo.

Características de los principales virus que afectan naturalmente al cultivo de Papa en la mayoría de las zonas productoras de Chile

Virus	Síntomas principales	Variante o strains	Transmisión natural
PLRV	Enrollamiento de las hojas		Afidos, persistente
PVY	Mosaico, necrosis, caída de hojas	PVY ^o PVY ⁿ PVY ^C	Afidos, no persistente
PVX	Mosaico, infección latente		Mecánica
PVS	Bronceamiento, moteado, infección latente	Común Andino	Afidos, no persistente, mecánica
PVM	Encrespamiento, mosaico		Afidos, no persistente, mecánica
AMV	Cálico, mosaico		Afidos, no persistente

Control: En la agricultura moderna existen dos métodos efectivos de control de las enfermedades ocasionadas por virus en el cultivo de papa: **variedades resistentes** creadas mediante un proceso de mejoramiento genético, y esquemas de **producción de semilla libre de virus** de las variedades comerciales importantes. El control de enfermedades virosas mediante mejoramiento genético parece ser el método más conveniente, no obstante es un procedimiento que debe ser mirado a largo plazo y que también es costoso. Además, este método no es excluyente de la producción de papa-semilla libre de virus porque es imposible crear variedades que sean resistentes a la mayoría de los virus.

En la producción de tubérculos-semillas sanos se deben elegir zonas o áreas con baja densidad de vectores y de fuentes de inóculo de los virus. Además, durante el desarrollo del semillero se practican labores específicas como el descarte de plantas enfermas (roguing); protección del semillero mediante insecticidas sistémicos; prohibición del paso de personas, máquinas y animales entre las plantas cuando estas están cubriendo la entre hilera; corte del follaje y cosecha temprana del cultivo a fin de evitar las infecciones ocasionadas por las migraciones tardías de áfidos infectivos.

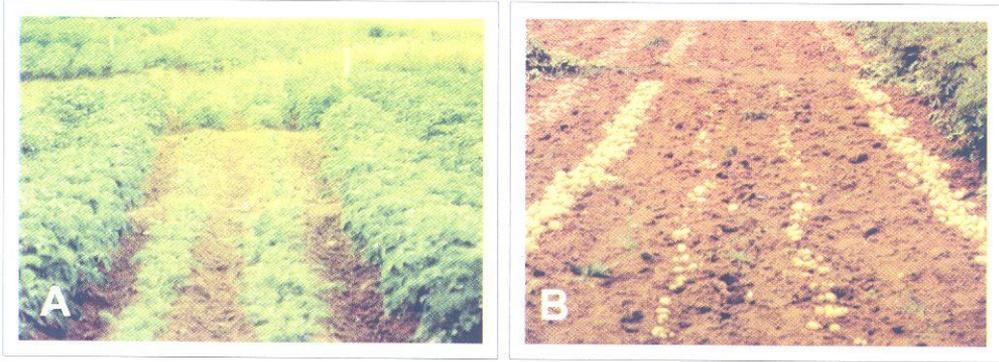


Foto 10.14 Efecto del Virus del Enrollamiento de la hoja (PLRV) sobre el crecimiento del follaje (A) y el rendimiento de la variedad Spartaan (B).

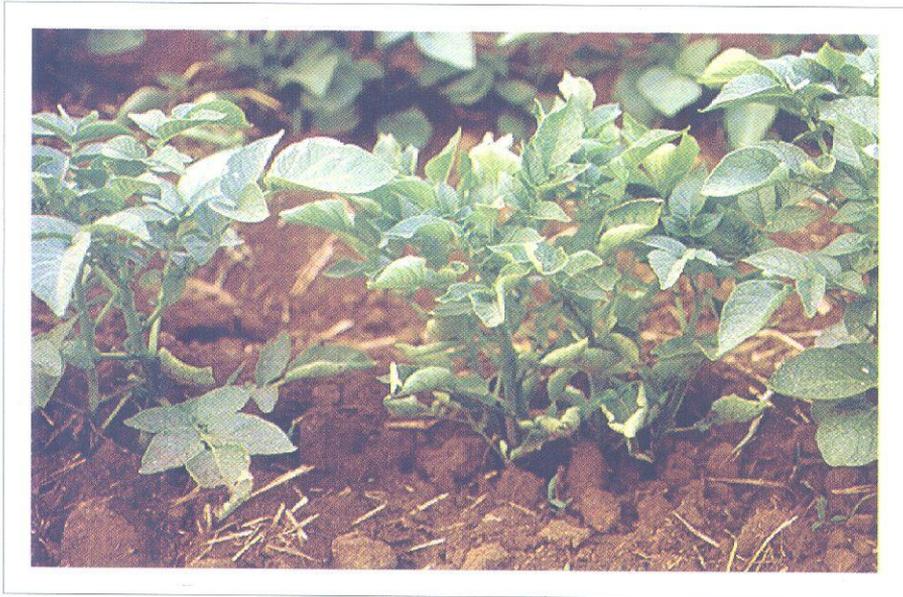


Foto 10.15 Síntomas secundarios de PLRV en el follaje de una planta de papa.

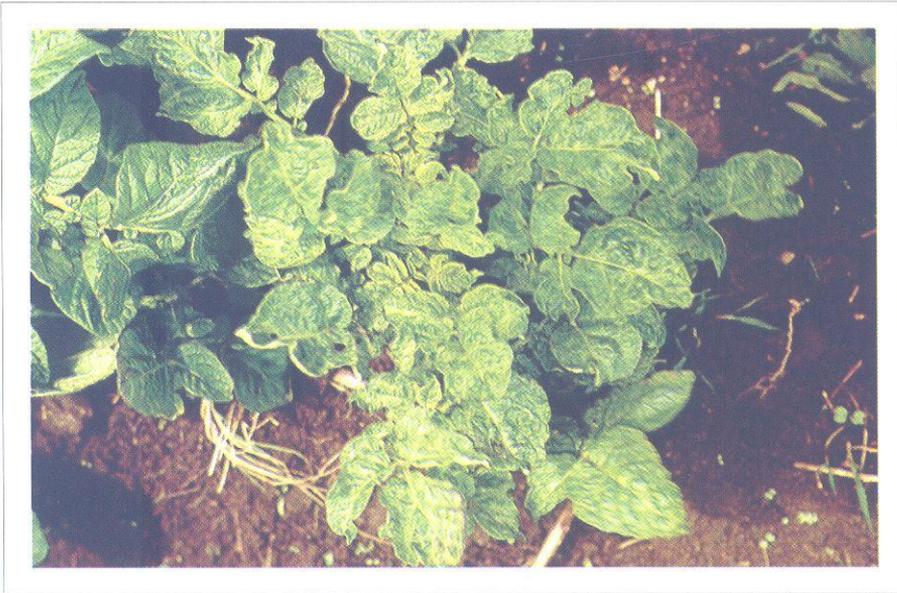


Foto 10.16 Síntomas de encarrujamiento y moteado en hojas de papa causado por Virus Y y Virus X.

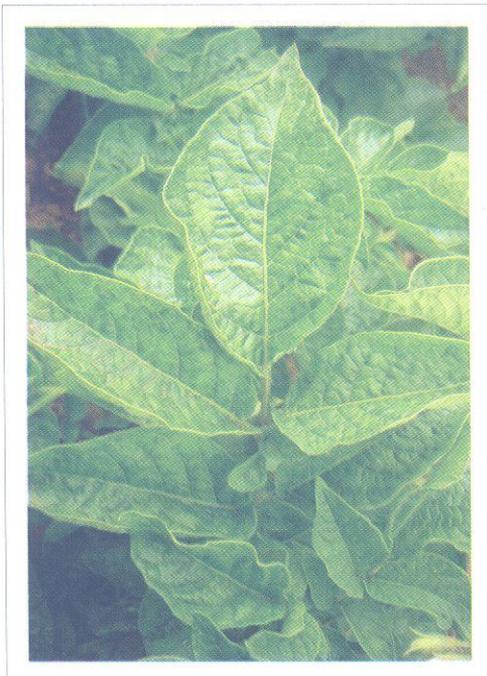


Foto 10.17 Síntomas de Mosaico en hijas de Papa causado por Virus X.

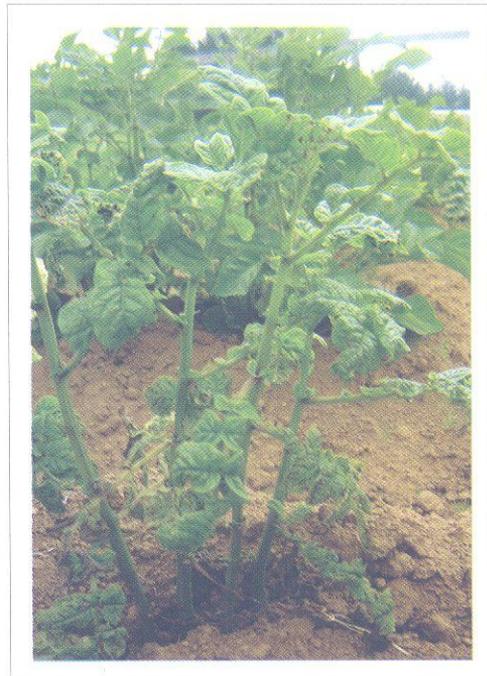


Foto 10.18 Mosaico rugoso y hoja colgante causado por Virus Y.

10.4 INSTRUCTIVO DE DESINFECCIÓN DE TUBÉRCULOS – SEMILLAS DE PAPA

Uno de los factores más importantes en el establecimiento de un cultivo es la calidad sanitaria de los tubérculos-semillas. Hay muchas enfermedades que pueden ser transmitidas por los tubérculos-semillas o estar presentes en el suelo donde se va a desarrollar el cultivo.

Dado la forma de propagación vegetativa de la papa mediante tubérculos-semillas, siempre existe la posibilidad de la presencia de algún patógeno en ellos. La desinfección de la papa-semilla es una alternativa para proteger heridas producidas por la manipulación de los tubérculos y para evitar el ataque de enfermedades durante los primeros estados de desarrollo de las plantas producidas por patógenos presentes en los tubérculos-semillas y/o en el suelo.

La desinfección de semilla ha demostrado proteger las plantas de problemas causados por hongos tales como *Fusarium*, *Rizoctonia* y *Helminthosporium*, principalmente. Se debe tener presente que una desinfección de semilla **NO** reemplaza el uso de una semilla de buena calidad.

10.4.1 Manejos que reducen daños de patógenos a la semilla:

- a) Evite o minimice daños durante manipulación de tubérculos de papa en la cosecha y durante el almacenamiento. Los patógenos están en el suelo y el punto de entrada son las heridas producidas en las labores de plantación, prácticas culturales, cosecha, transporte, selección, etc.
- b) Coseche tubérculos de papa maduros, con piel firme y con suelo sin exceso de humedad. Tubérculos con piel firme son menos propensos a heridas y golpes.
- c) Desinfecte equipos utilizados durante la cosecha, almacenamiento, plantación y labores agrícolas. Estos equipos pueden ser fuente de contaminación.
- d) Limpie y desinfecte las bodegas de almacenamiento antes de guardar los tubérculos. Elimine restos de tierra, tubérculos y desechos de la temporada anterior. Éstos son fuente de muchos patógenos que contaminarán los tubérculos almacenados.
- e) Al almacenar tubérculos, reduzca al mínimo la cantidad de tierra y desechos que entran a bodega. Elimine tubérculos enfermos, deformes y con excesivo daño mecánico. Estos traen patógenos desde el campo.

10.4.2 Consideraciones en el tratamiento de semilla:

- a) Al desinfectar en postcosecha, o sea tubérculos que serán almacenados, tenga presente que solo se debe aplicar pesticidas a los tubérculos que serán usados como papa-semilla. Los tubérculos desinfectados no pueden destinarse a consumo humano o animal.
- b) Para tratamientos de papa-semilla en postcosecha o previo a la plantación, utilice productos para las enfermedades que quiere controlar, en las dosis recomendadas y con registro para el cultivo que quiere tratar. El uso de subdosis puede inducir el desarrollo de razas resistentes de los patógenos al pesticida utilizado.
- c) Evalúe la calidad sanitaria de los tubérculos-semillas y el historial del suelo donde se plantarán. Esto le indicará cuales son los problemas potenciales a controlar.
- d) Tenga presente la susceptibilidad del cultivar de papa a las enfermedades a controlar.
- e) Los tubérculos tratados deben quedar con una **buena cobertura** del producto desinfectante utilizado, ya sea éste en polvo o líquido. En aplicaciones líquidas, mantenga una buena agitación de la mezcla para evitar precipitados.
- f) Evite mojar demasiado los tubérculos-semillas en la desinfección, utilice el mínimo de agua posible de acuerdo al sistema de aplicación. Ideal no más de 2 litros de volumen total por tonelada. Un exceso de humedad en los tubérculos inducirá a la manifestación de otros problemas sanitarios, tales como pudriciones. Ventile los tubérculos después de la aplicación.
- g) Una vez tratados los tubérculos-semillas realice la plantación lo antes posible. Mientras tanto, mantenga los tubérculos en un lugar fresco y bien ventilado. No se debe guardar los tubérculos desinfectados en sacos plásticos.
- h) Tenga presente la relación beneficio- costo al realizar un tratamiento de semilla.

10.4.3 Precauciones en la aplicación del desinfectante de semilla:

- a) Para la aplicación del producto se debe leer detenidamente la etiqueta del envase y seguir las instrucciones del fabricante del producto.
- b) El personal debe utilizar los elementos de protección acordes al producto que se está aplicando. En caso de aplicar mezclas, deberán usarse las protecciones indicadas por el producto de mayor toxicidad o aquél que requiera mayores precauciones.

- c) Chequear el buen funcionamiento de los equipos, que las boquillas tengan un gasto uniforme, que no escurra líquido por la máquina, entre otros.
- d) No coma, beba o fume durante la manipulación y/o aplicación del producto.
- e) La eliminación de excedente de la solución aplicada, debe realizarse en unidades de reciclaje si existen o aplicados en campos en barbechos, asegurando que las dosis no excedan de lo permitido.
- f) Los equipos utilizados para la aplicación, deben ser rigurosamente lavados, esto incluye al equipamiento de protección personal.
- g) El agua de lavado del equipo debe eliminarse en sitios eriazos, en barbecho, o en bordes de caminos interiores. Nunca se debe eliminar cerca de viviendas, bodegas, galpones, ni acequias, tranques u otra fuente de agua.
- h) Todo el personal que trabaja en la dosificación y aplicación de productos fitosanitarios debe ducharse y cambiarse ropa una vez terminadas sus faenas de aplicación de productos.

XI. PRINCIPALES PLAGAS EN EL CULTIVO DE PAPA*

Los insectos asociados al Cultivo de Papa en Chile, no superan las 60 especies, muchas de las cuales no causan daños económicos, debido fundamentalmente al buen control natural de muchas de ellas. Sin embargo, existen algunas especies que es necesario combatir en algunos momentos claves del desarrollo del cultivo. Varias son las medidas individuales que se pueden implementar para el control de insectos en papa; pero la mejor estrategia es hacerlo bajo un programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP).

Para llevar a cabo un MIP en el cultivo de papa es preciso conocer y compartir la premisa básica que existe detrás de este concepto, “NO existe ningún método por sí sólo capaz de controlar una plaga”..., por lo tanto es necesario utilizar complementariamente las distintas tácticas y estrategias de control. El MIP es una filosofía del control de plagas cimentada en principios ecológicos. En la práctica, envuelve el uso de varias tácticas de control, basado en el conocimiento del cultivo, la plaga y sus enemigos naturales, para poder evitar así las pérdidas en el cultivo y minimizar el efecto sobre el ambiente. Un programa MIP implica la correcta identificación y conocimiento de la biología y ecología de la plaga y sus enemigos naturales y el efecto de estos últimos sobre la plaga; así mismo, conocer como monitorear y utilizar los umbrales de control para decidir cuando intervenir.

11.1 INSECTOS PLAGAS

11.1.1 Polillas de la Papa, Lepidoptera: Gelechiidae: *Phthorimaea operculella* (Zeller) ; *Symmetrischema tangolias* (Gyen) ; *Tuta absoluta* (Meyrick).

En Chile la polilla de la papa *P. operculella* se encuentra distribuida entre las Regiones I^a y X^a e Islas de Pascua y Juan Fernández. Sin embargo, esta polilla está más adaptada a ambientes más cálidos y secos, razón por la que en la zona Sur de Chile no debiera constituir un problema. Además de atacar a la papa, esta polilla también puede atacar a otros cultivos de la familia Solanaceae.

Descripción y Biología: el adulto es una polilla angosta, pequeña, de 8 a 10 mm de largo con alas anteriores de color café grisáceo con pequeños moteados negros, y las alas posteriores de color gris más claro (**Foto 11.1-A**). Los huevos son amarillo cremoso, elípticos y muy pequeños (0,5 mm)(**Foto 11.1-B**). La larva , recién emergida mide 1 mm de largo y, en su máximo desarrollo, alcanza a 1,5 cm, presenta cuatro estadios larvales (**Foto 11.2**). La pupa mide entre 5 a 8 mm de largo y es de color café claro, brillante. Esta se forma dentro de un capullo de seda.

Los adultos son de hábitos nocturnos y durante el día permanecen escondidos bajo el follaje, desechos, terrones o en las paredes de las bodegas. Los huevos son colocados en forma aislada, o en pequeños grupos, en hojas, tallos, tubérculos, restos vegetales o en el suelo cerca de los tubérculos y también pueden ser encontrados en sacos y contenedores utilizados en el almacenamiento de la producción. A los pocos días emerge una pequeña larva, la cual comienza a alimentarse y a crecer. Cuando termina de alimentarse, la larva teje un capullo de seda en la superficie del suelo o en restos vegetales para iniciar el estado de pupa.

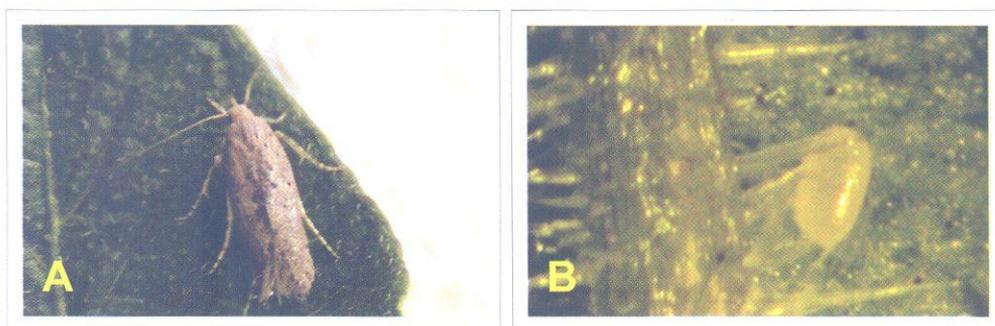


Foto 11.1 Estado adulto (A) y huevo (B) de polilla de la papa.

El daño de este insecto es causado por la larva, la cual, al alimentarse, realiza galerías en hojas (**Foto 11.2B**), tallos, brotes y tubérculos. El daño económico que produce esta polilla es el deterioro que provoca a los tubérculos, ya sea en el campo o durante su almacenamiento, los cuales al ser atacados pierden el valor comercial.

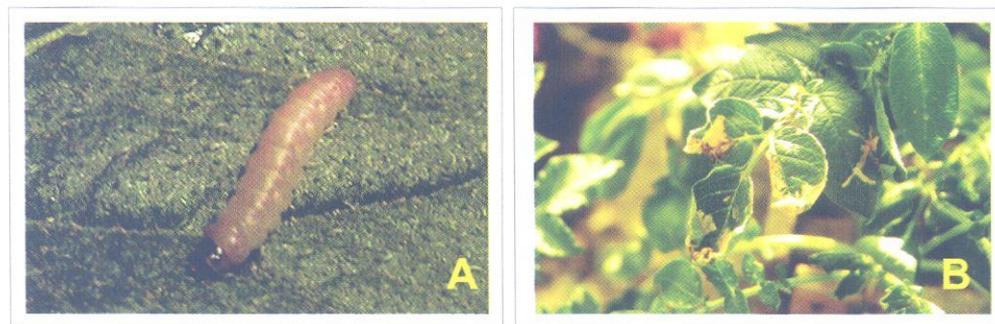


Foto 11.2 Estado larval (A) y daño de polilla de la papa en follaje (B).

Control cultural: todas las medidas de limpieza y selección de los tubérculos-semillas que lleven a una reducción del foco de infestación inicial son de suma importancia antes de comenzar el cultivo. Después de la cosecha es necesario eliminar el rastrojo infestado, ya sea enterrando o destruyendo los tubérculos que no fueron cosechados y/o apilados. Otro aspecto del manejo que puede ayudar a disminuir la infestación de esta plaga es el riego. Los suelos húmedos libres de grietas presentan menores intensidades de ataque de la polilla. Cualquier medida que reduzca la exposición de los tubérculos a la ovipostura de las hembras, reducirá el daño a las papas. La aporca alta, por ejemplo, evita que el insecto llegue a infestar los tubérculos. Ello se debe a que las polillas no pueden alcanzar los tubérculos cubiertos con más de 5 cm de suelo, ni las larvas a aquellos cubiertos con más de 10 cm de suelo. Durante el almacenamiento de la producción el principal factor que determina la tasa de desarrollo de los insectos es la temperatura. A mayor temperatura, mayor velocidad de desarrollo; por lo tanto es recomendable proporcionar un lugar fresco a los tubérculos con el fin de reducir el ataque de la plaga.

Control químico: en el campo no es factible controlar químicamente a las larvas que se encuentran bajo el suelo atacando los tubérculos, por lo tanto las aplicaciones deben hacerse en el follaje para controlar a los adultos, larvas y huevos.

11.1.2 Gusanos Cortadores y Cuncunillas de follaje Lepidoptera : Noctuidae

Agrotis bilitura (Guenée);

A. ipsilon (Hüfn.);

A. malefida (Guenée);

A. subterranea (F.);

Copitarsia turbata (Herrich-Schaeffer);

Peridroma clerica (Butler);

P. saucia (Hüb.); *Pseudaletia impuncta* (Guenée);

Syngrapha gammoides (Bl.)

Los adultos del gusano cortador de la papa *A. bilitura* son polillas nocturnas de cuerpo robusto, las cuales son fuertemente atraídas por la luz. Estas colocan sus huevos generalmente sobre plantas, pero pueden hacerlo sobre el suelo desnudo. Las larvas en sus primeros estadios se alimentan durante el día del follaje de una gran variedad de plantas.

Posteriormente a partir del cuarto estadio adquieren un fuerte fototropismo negativo, enterrándose en el día y saliendo a la superficie sólo por la noche para alimentarse del follaje. En Chile está entre las Regiones I^a y la X^a, e Islas Juan Fernández. Es una especie muy polífaga. En Chile se señala a 23 plantas cultivadas como hospederos.

También se ha comprobado que esta plaga puede completar su ciclo biológico en diez especies de malezas de diferentes familias.

Descripción y Biología: sus huevos de color blanco cremoso miden 0,5 mm de diámetro. En la superficie presenta estrías paralelas. Las larvas recién emergidas miden aproximadamente 1 mm, son de color crema, con la cabeza café oscura casi negra. Posteriormente pasan por seis estadios para alcanzar un largo de 5 cm (**Foto 11.3A**). La pupa mide alrededor de 2,2 cm de largo. Su coloración inicial es ámbar, después - cuando se acerca la emergencia del adulto - se oscurece hasta llegar a pardo oscuro. Los adultos miden hasta 4,3 cm de envergadura. La característica principal que permite reconocer a esta especie fácilmente es la mancha negra rectangular en el centro de cada una de sus alas anteriores. El resto del ala presenta un color gris castaño, uniforme. Las alas posteriores son más cortas y más anchas, de color blanco y aspecto sedoso. Estas polillas son activas en la noche, momento en que las hembras colocan sus huevos en las hojas, brotes y tallos, excepcionalmente los ponen en la superficie del suelo. Al eclosionar las pequeñas larvas, deambulan por un tiempo hasta comenzar a alimentarse de preferencia en la cara inferior de las hojas. Durante los primeros tres estadios son de hábitos diurnos, en cambio en los últimos tres estadios evitan la luz, enterrándose en los primeros centímetros del suelo durante el día y saliendo a comer el follaje de sus hospederos durante la noche. En estos últimos estadios causan el mayor daño debido a que son capaces de alimentarse de los tubérculos (**Foto 11.3B**) o cortar tallos de plantas pequeñas cerca de la superficie del suelo. Al terminar su desarrollo, las larvas dejan de alimentarse y pupan a profundidades que no exceden los 10 cm. Estos insectos invernan en el suelo en el estado de larva y pupa.

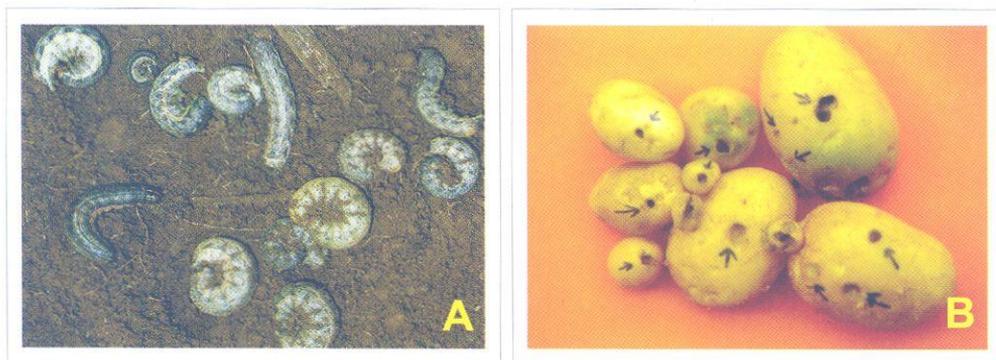


Foto 11.3 Larvas (A) y daños (B) en tubérculos causados por gusanos cortadores.

Control cultural: una buena preparación del suelo destruye muchas larvas mecánicamente y expone a otras a la acción de pájaros y a la deshidratación.

Control natural: los gusanos cortadores son comúnmente controlados por parasitoides y predadores. Entre los primeros se destacan los dípteros taquínidos *Bonnetia comta* (Fallen) y los himenópteros ichneumónido, *Trachysphyrus nigricornis* (Brullé).

Control químico: cuando se aplican insecticidas al suelo antes de la plantación, el daño de gusanos cortadores rara vez se presenta. En cambio en cultivos no protegidos, cuando se produce un ataque de gusanos cortadores, el control con insecticida al suelo es efectivo sólo si realiza temprano en la mañana o bien durante la noche, cuando las larvas están en la superficie. El uso de cebos tóxicos es también una alternativa de control más selectiva y eficaz en momentos determinados del cultivo.

11.1.3 Cuncunilla Negra

Lepidoptera: Hepialidae
Dalaca chilensis (Viette)

Es una especie nativa que se encuentra distribuida entre las regiones IX^a y X^a. Ataca principalmente a especies herbáceas pratenses en lugares de baja intensificación agropecuaria. La papa es el único cultivo intensivo donde se ha determinado ataque de este insecto.

Descripción y Biología: el adulto es una mariposa de 2,4 a 4 cm de expansión alar. La coloración de las alas anteriores del macho es castaño amarillenta y la de la hembra, castaño oscuro a pardo. Los huevos son pequeños (0,5 mm) y esféricos. Cuando están recién puestos son de color blanco y al cabo de unas horas se tornan negros brillantes. La larva alcanza entre 5 y 6 cm en su máximo desarrollo (**Foto 11.4-A**). Es blanca, translúcida cuando se encuentra en los primeros estadios y, posteriormente, se torna blanca amarillenta al final de su desarrollo. La pupa o crisálida mide entre 1,5 a 2,5 cm de largo. Es de color café claro brillante. Los adultos son de hábitos nocturnos y durante el día permanecen escondidos bajo el follaje de las praderas. El periodo de vuelo masivo, determinado los últimos diez años en Osorno, X^a Región de Chile, se produce en Mayo, periodo durante el cual oviponen. Una hembra puede colocar entre mil a dos mil huevos al azar sobre el suelo. A temperatura ambiente la larva demora, en promedio, 128 días en eclosionar. La emergencia de las primeras larvas se produce desde fines de Agosto en adelante. Durante los meses de Marzo y Abril se encuentran larvas de últimos estadios de desarrollo, y también comienzan a observarse las primeras pupas.

Estas últimas se localizan bajo el suelo, donde previamente la larva construyó una galería tapizada de seda. Su ciclo estacional transcurre durante un año. Las larvas, con su aparato bucal masticador, construyen galerías de gran diámetro en el interior de los tubérculos. Estas normalmente están recubiertas con tierra e impiden la comercialización de la papa, o deprecian el producto para mercado frescos e industrialización. Las galerías hechas por las larvas facilitan la entrada de patógenos que promueven las pudriciones de los tubérculos. La real importancia económica de esta especie se desconoce. Sólo se tienen antecedentes de campo de áreas costeras de la X^a Región,



Foto 11.4 Estado larval (A), adulto (B) y daños en tubérculos (C) de cuncunilla negra.

provincias de Osorno y Llanquihue, en cultivos de productores medianos y pequeños, donde en algunos años los daños en tubérculos superan el 80%.

Control cultural: por su ciclo estacional esta especie es más relevante en aquellos casos donde la cabecera de rotación es pradera y cuando la preparación de suelo es deficiente. Una buena preparación de suelo en forma oportuna, permitirá reducir las densidades de este insecto.

Control químico: para el combate químico de las cuncunillas negras en praderas en las Regiones IX^a y X^a se utilizan productos reguladores de crecimiento y piretroides.

11.1.4 Pulgones Hemiptera: Aphididae

Myzus persicae (Sulzer) ;

Macrosiphum euphorbiae (Thomas) ;

Aulacorthum solani (Kalt)

Rhopalosiphum rufiabdominalis (Sasaki)

En Chile existen varias especies de pulgones asociados al cultivo de papa, pero entre estas sólo estas cuatro especies colonizan comúnmente este cultivo. En la zona central, centro sur y sur, sobre el 95% de los pulgones en papa corresponden a *Myzus persicae* (pulgón verde del duraznero) y el resto a *Macrosiphum euphorbiae* (pulgón de la papa).

Descripción y Biología: *M. persicae* es cosmopolita distribuida en Chile entre las Regiones I^a y XII^a e Isla de Pascua. Este pulgón es muy polífago, posee más de 400 especies de plantas hospederas. En papa esta especie se ubica preferentemente en las hojas basales. Las hembras ápteras miden entre 1,2 y 2,6 mm. El cuerpo de forma de almendra, con su parte más ancha en la sección media del abdomen, es de color brillante, variando desde amarillo pálido a verde azulado o rojizo. Los tubérculos de las antenas son prominentes y apuntan hacia adentro y los cornículos son hinchados en su extremo distal. Las patas y cornículos son del mismo color del cuerpo. Las formas aladas, presentan una mancha negra característica en la parte central del abdomen.

M. euphorbiae es cosmopolita, en Chile se encuentra entre las Regiones I^a y XII^a (**Foto 11.5**). También posee numerosos hospederos. Las hembras ápteras presentan cuerpo alargado de aproximadamente 3 mm, comúnmente de color verde claro, pero también pueden ser amarillas o rosadas; a veces presentan estrías dorsales más oscuras. Los tubérculos de las antenas son grandes y dirigidos hacia fuera. La cauda es larga y aguzada y los cornículos largos, más largos que la distancia entre sus bases. Los cornículos y patas generalmente son del mismo color que el cuerpo. Las formas aladas son de color semejante a los pulgones ápteros.

Todos los pulgones mudan 4 veces antes de convertirse en adultos. Una vez que el estado reproductivo es alcanzado, el número promedio de descendientes por hembra será variable (60-75) de acuerdo a la especie y otros factores determinantes del potencial reproductivo como la temperatura. En todas las especies de pulgones el período reproductivo es aproximadamente el doble que el período de maduración. La máxima reproducción ocurre generalmente 5-10 días después de lograr la madurez. La temperatura es el principal factor que influye en el crecimiento de la población del pulgón verde del duraznero con una reproducción óptima a 21°C. Los pulgones pueden dañar a las plantas de papa directamente alimentándose de savia y son también capaces de transmitir varias enfermedades virosas. El principal cuidado con los pulgones en la Zona Sur de Chile, zona productora de papa-semilla certificada, es su rol como vectores en la transmisión de virus. La detección temprana de pulgones inmigrantes alados es extremadamente importante para los productores de papa-semilla, los cuales desean minimizar la dispersión del virus del enrollamiento de la hoja de la papa (PLRV), del virus Y (PVY) y otros virus transmitidos por áfidos.

Monitoreo: Las trampas pegajosas amarillas proveen un buen monitoreo de los pulgones alados, conveniente, efectivo y barato. Estas deben ubicarse verticalmente clavadas a una estaca a una altura de 30 cm sobre la canopia de las plantas.

Control cultural: el uso de papa-semilla certificada libre de virus, disminuye la dispersión potencial de enfermedades virosas transmitidas por los pulgones vectores. Las malezas presentes en canales de riego; bordes de camino y patios del predio y otras áreas no cultivadas, contribuyen directamente con el problema de pulgones. Malezas de los géneros ***Malva***; ***Solanum***, ***Brasica*** y ***Lisimbrium*** sirven como hospederos tempranos en la temporada para ***M. persicae***; ***M. euphorbiae*** y ***A. solani***., donde estas plagas incrementan sus poblaciones antes de dispersarse a los cultivos de papa. Muchas de estas malezas pueden también constituir reservorios de los virus transmitidos por áfidos al cultivo de papa. Es también importante eliminar plantas voluntarias (huachas) de papa que constituyen reservorio de estas plagas y también de los virus que estas transmiten. La cosecha del cultivo en el momento oportuno minimiza una colonización tardía de pulgones e infecciones producidas por virus.

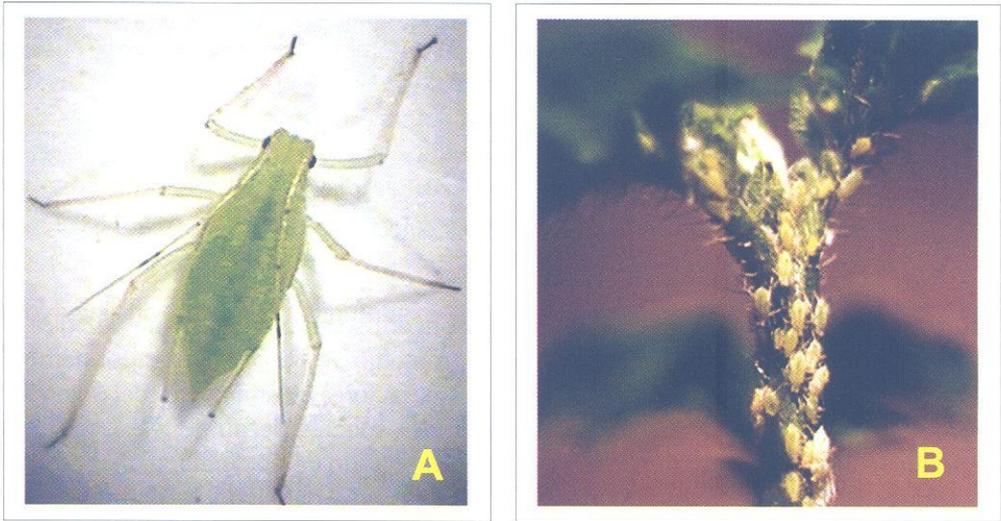


Foto 11.5. Pulgón de la papa (A) *M. euphorbiae* y (B) brote fuertemente infestado.

Control natural y biológico: los enemigos naturales y controladores biológicos de los pulgones en ocasiones pueden reducir fuertemente las tasas de crecimiento de las poblaciones de los pulgones. El rol de los enemigos naturales en el control de los pulgones que afectan a la papa en Chile permanecerá incierto hasta que sus efectos sean cuantificados. Prado (1991), señala para Chile a las avispidas Aphidiidae: *Aphidius colemani*; *A. ervi* y *Ephedrus persicae*, como parasitoides de *M. persicae*, y a numerosos predadores de las familias Chrysopidae, Coccinelidae; Cecidomyiidae y Syrphidae, sobre *M. persicae*; *M. euphorbiae* y *A. solani*. Además señala al hongo *Entomophthora aphidis*, atacando a poblaciones de *M. persicae*. Gerding, (1991-95), determinó a los parasitoides *Aphidius ervi*, *A. rophalosiphi*, *A. uzbekistanicus*, *A. colemani*, y *A. picipes*, sobre *M. persicae*, y *A. ervi* y *A. sp.* sobre *M. euphorbiae* y *A. solani*, en cultivos de papa en distintas localidades de Arauco.

Control químico: Los insecticidas proveen rápido y efectivo control de pulgones en el cultivo. Sin embargo, es importante evitar el uso repetido de insecticidas de amplio espectro debido a la reducción de los parasitoides y predadores.

11.1.5 Pilme de la Papa

Coleopeta: Meloidae
Epicuata pilme (Molina)

Este insecto se encuentra ampliamente distribuido en Chile entre las Regiones I^a y X^a y también en áreas de Argentina. Infesta una gran cantidad de especies cultivadas tales como alcachofa, ají, alfalfa, betarraga, porotos, haba, papa, tomate, trébol blanco y trébol rosado.

Descripción y Biología: Los adultos miden 14 mm de largo, con élitros blandos, flexibles, de color negro (**Foto 11.6-A**). Las antenas son largas y filiformes. Los huevos son alargados y cilíndricos. Las larvas de este insecto sufren grandes transformaciones a medida que crecen (hipermetamorfosis). En la zona sur, los adultos emergen a partir de octubre, y desde diciembre a enero las hembras grávidas oviponen en laderas bien drenadas, protegida del frío. Los huevos son depositados a 2 ó 3 cm de profundidad en grupos de 40 a 250. Las larvas rara vez son observadas, se alimentan de huevos de langostas y no dañan a las plantas. La duración del ciclo de vida no ha sido determinada, pero podría tratarse de una especie anual. El pilme produce importantes defoliaciones en papa (**Foto 11.6-B**), pero rara vez los ataques que ocurren antes de la floración son de importancia. Las defoliaciones severas durante la floración pueden producir daños considerables.

Control cultural: la preparación temprana del suelo es una buena medida para exponer los estadios larvales a la acción de depredadores y a condiciones de medio ambiente (luz, temperatura). Las plantaciones realizadas en los meses de julio o agosto, escapan del daño causado por pilmes, pues la infestación no coincide con el momento de mayor susceptibilidad del cultivo.

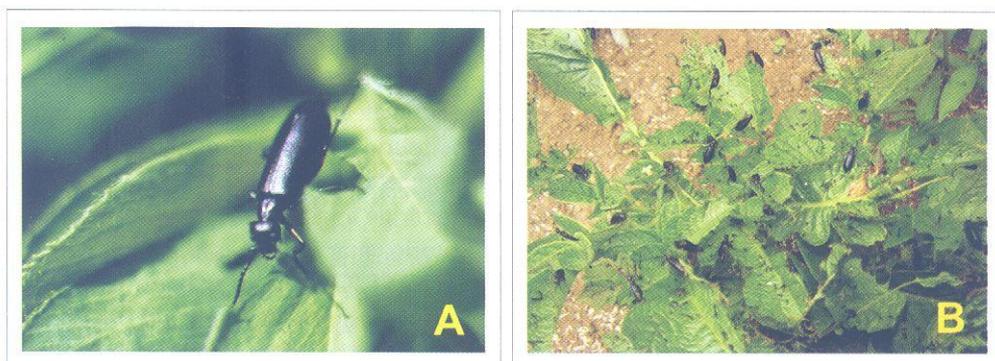


Figura 11.6 Adulto de *Epicuata pilme* (A) y de foliación en una planta papa (B).

Control químico: el combate químico no es una práctica necesaria, a menos que el ataque se produzca durante la floración del cultivo con una alta presión de población de pilme. Lo ideal es hacer aplicaciones localizadas, por lo que se recomienda primero hacer un muestreo en el cultivo con el fin de ubicar focos de infestación, los que se inician principalmente por el borde del cultivo.

11.1.6 Gusanos Alambre Coleoptera : Elateridae

Conoderus rufangulus (Gyllenhal) ;

Cosmesis sp.; *Grammophorus minor* Schwartz; *G. niger* Solier y
Medonia deromecoides Schwartz)

Las especies de elatéridos que atacan a la papa en Chile son nativas del país, encontrándose algunas de ellas en países vecinos. *C. rufangulus* (Vª a VIIª Region), *G. minor* (Vª a IXª Region), *G. niger* (IVª a XIª Región), y *M. deromecoides* (IXª a Xª Region), son especies altamente polífagas, que se alimentan de plantas de cultivos y malezas.

Descripción y Biología: Los adultos de *C. rufangulus* miden de 8 a 12 mm. Son negros, con fina pubescencia gris. El protórax es algo más largo que ancho, finamente punteado. Los ángulos posteriores del protórax son cortos, agudos y dirigidos hacia atrás. La larva, conocida como gusano alambre, es alargada y cilíndrica de hasta 1,4 cm de largo (**Foto 11.7-A**). La biología de las especies de elatéridos chilenos se desconoce. Habitualmente los adultos son activos en el periodo primavera- verano y en otoño e invierno se refugian bajo la corteza o de hojas secas. En primavera las hembras ponen los huevos en el suelo, de los cuales emergen las larvas que se alimentan de raíces y dañan a los tubérculos de papa. Los ciclos biológicos pueden ser largos, pero en la mayoría de las especies el ciclo es anual. El daño causado en la planta por gusano alambre puede presentarse en los tubérculos-semillas recién plantados, los cuales son destruidos por las larvas, en raíces y raicillas de las plantas y en tubérculos ubicados bajo el suelo, en los que produce una red de galerías interiores que afecta su valor comercial. En otro caso afecta el vigor de las plantas al dañar los tejidos conductores. Los daños que provocan depende de la época; en primavera después de la plantación, especialmente si el clima se presenta frío y lluvioso, el ataque se dirige a las plantas jóvenes afectando su supervivencia. En verano o principios de otoño, atacan zonas de la planta con abundante tejido, como el caso de tubérculos (**Foto 11.7-B**), en los que forma galerías. El factor más importante asociado con el ataque de gusanos alambres en papas es la rotación cultural. Los ataques son mayores cuando se cultiva papa después de hospederos favorables, como son las praderas. Otro factor importante en el ataque es el momento de plantación de la papa; las plantaciones tempranas son más atacadas que las tardías. En suelos secos existe mayor ataque, pues cuando el suelo se seca los gusanos alambres buscan la humedad de las plantas de papa, aumentando de esta manera el daño.

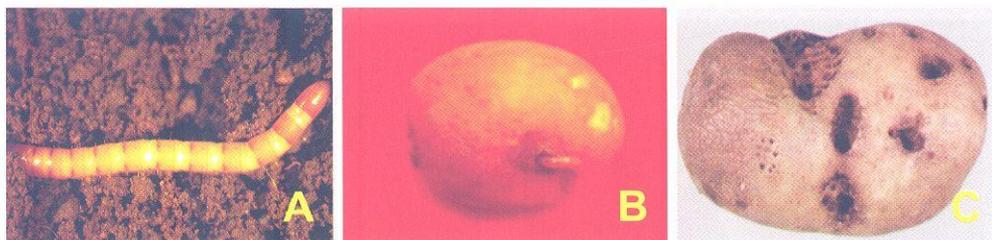


Foto 11.7 Larva (Gusano Alambre)(A), y tubérculos con galerías (B y C).

Control cultural: los cultivos escardados, en vez de pradera, o bien barbechos de verano previos al cultivo de papa tienden a reducir las poblaciones del insecto. Las preparaciones de suelo a fines de primavera llevan a las pupas a la superficie, donde quedan expuestas a la deshidratación y al ataque de predadores. La cosecha temprano en verano, antes del movimiento ascendente de las larvas, reduce los daños.

Control químico: el control químico debe implementarse antes de la plantación, incorporando los productos con el último rastraje.

11.1.7 Gusanos Blancos Coleoptera: Scarabaeidae *Hylamorpha elegans* (Burm)

Esta especie nativa se distribuye en Chile desde la V^a Región a la X^a Región, asociada preferentemente a praderas y cultivos herbáceos como avena, ballica, cebada, centeno, trébol rosado, trigo y papa.

Descripción y Biología : los adultos miden hasta 1,8 cm de color verde metálico (Foto 11.8-A). Las larvas son de cuerpo alargado, cilíndrico de color blanco y en reposo se curvan formando una "C" (Foto 11.8-B). La cabeza y patas son prominentes y de color rojo y abertura anal en forma de medialuna. Al completar su desarrollo las larvas pueden alcanzar los 2,7 a 5 cm. Pupan en el suelo y su color es café. Los adultos emergen para acoplarse y depositar sus huevos (30 a 40). Entre las Regiones V^a y X^a esta especie presenta una generación al año. Entre noviembre y febrero los adultos se encuentran activos alimentándose del follaje de vegetación natural. Después de la copula las hembras entierran sus huevos en forma agrupada. Las larvas emergen en enero (7,5 mm) y continúan su desarrollo hasta octubre. En octubre aparecen las primeras pupas en celdas bajo el suelo, ubicadas entre 10 y 25 cm de profundidad. Los gusanos blancos mastican los tubérculos de papa dejando orificios grandes, profundos y curvos. Muchas veces este daño abarca la mayor parte del tubérculo. Los ataques son más comunes en suelos trumaos y también en suelos donde la preparación de suelo ha sido mínima después de una empastada. En localidades de la IX^a Región se ha registrado ataques de gusano blanco, donde un 30 % de los tubérculos han sido afectados.

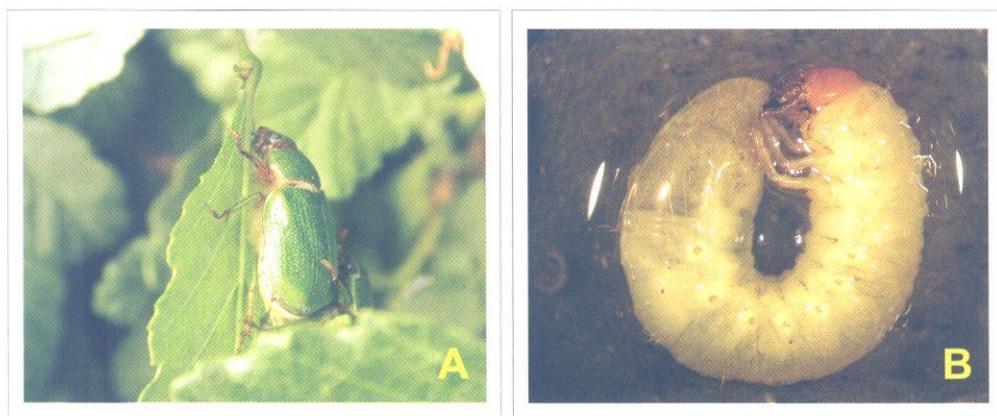


Foto 11.8 Estado Adulto y larva del Gusano blanco (*H. elegans*)

Control cultural: buena preparación de suelo.

Control químico: Incorporación de insecticida al suelo con el último rastraje.

Control biológico: Hongo Entomopatógeno INIA, cepa *H. elegans*

Control natural: este gusano es predado por larvas de asílidae, carabidos y parasitado por un Tachinidae *M. barrosi* y por el hongo *M. anisopliae*, *B. bassiana* y *B. vermiconia*. En el cultivo de papa pocas veces se requiere tomar medidas de control para este insecto.

11.1.8 Gusano Blanco del Fréjol Curculionidae : Curculionidae *Graphognathus leucoloma* (Boheman)

En Chile se halla entre la 1ª Región y Xª Región e Isla de Pascua. Es un insecto muy polífago, alimentándose de más de 200 especies de plantas.

Descripción y Biología: Los adultos miden de 1 a 1,5 cm. Son de color gris con finos pelos blancos (Foto 11.9-A). La larva, de color blanco cremoso, sin patas, mide de 1 a 1,5 cm de largo (Foto 11.9-B). La cabeza es castaño claro y retraída en el cuerpo. Las mandíbulas son negras proyectadas hacia adelante. El cuerpo está cubierto de pelos largos y ralos. Los huevos son blancos y ovalados. En la naturaleza sólo se ha encontrado hembras, las que se reproducen por partenogénesis. Los huevos son depositados en grupos de 20 a 60, directamente en el suelo o bien en troncos, donde la hembra los adhiere con un pegamento. Se estima que tiene un ciclo de uno a dos años. Las hembras

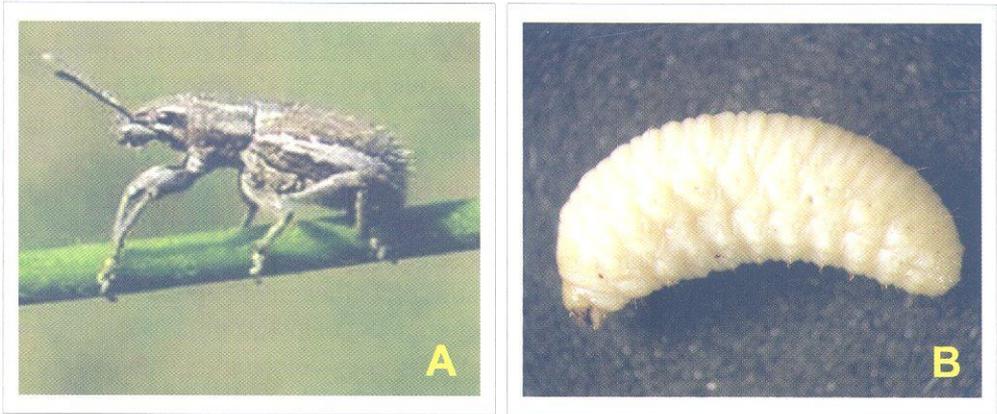


Foto 11.9 Adulto (A) y estado de larva (B) del Gusano Blanco del Frejol.

adultas viven varios meses y colocan alrededor de mil huevos. En la zona centro sur de Chile los adultos emergen entre noviembre y febrero, pero esporádicamente se les puede encontrar todo el año. En sectores de la costa de la IX^a Región (Toltén) se ha observado hasta un 50 % de los tubérculos de papas dañadas por las larvas de este insecto, lo que afecta directamente la estética y calidad del producto a comercializar.

Control cultural: una buena preparación de suelo y el cultivo de un cereal o gramíneas como cabecera de rotación baja las densidades de este insecto. Precultivo de leguminosas incrementa las densidades.

Control químico: en condiciones de alta infestación es necesario incorporar insecticidas al suelo con el último rastraje.

11.1.9 Minador de las chacras Diptera : agromyzidae *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard)

En Chile se encuentra entre la I^a Región y XI^a Región e Isla de Pascua y Juan Fernández. Es un insecto muy polífago, alimentándose de un gran número de especies hortícolas y de plantas ornamentales y malezas de distintas familias.

Descripción y Biología: Los adultos son de color negro con escutelo, frente, genas y patas de color amarillo (**Foto 11.10-A**). Las hembras (2,3 mm) son un poco más grandes que los machos (1,8 mm) y presentan un prominente ovipositor. Los huevos son levemente arriñonados, blanco opalescente, (miden 0,28 x 0,15 mm), siendo puestos en forma aislada bajo la epidermis de las hojas. Las larvas vermiformes de color blanco cremoso, construyen galerías las que van aumentando de tamaño en la medida que crece la larva, al final de su desarrollo alcanzan los 3 mm, saliendo de la galería y

pupando. La pupa es cilíndrica de color variable entre amarillo a café oscuro, localizándose sobre las hojas y el suelo. A temperatura de 22°C y 70 % de humedad relativa la duración del ciclo es de 22, 5 días. En los meses de invierno el desarrollo del insecto se ve limitado por las menores temperaturas y en verano por la acción de enemigos naturales. El daño principal es causado por la larva al horadar las superficie foliar (**Foto 11.10-B**) y secundariamente por el ovipositor de las hembras, ello reduce la capacidad fotosintética y causa muerte prematura de la hojas. Si el ataque ocurre en periodo de formación de tubérculos, la defoliación puede reducir rendimiento y calibre. Daños de importancia económica se han determinado específicamente en la IV Región. El uso de trampas adhesivas amarillas son una herramienta efectiva para monitorear las poblaciones de la plaga.

Control genético: Usar variedades que presentan mayores niveles de resistencia al ataque de moscas minadoras. Actualmente sólo se han seleccionado algunos clones que han mostrado mayor resistencia a la plaga.

Control cultural: El manejo de la época de plantación, rotación, método de riego, fertilización, control de malezas, eliminación de rastrojos y cultivos adyacentes incidirán sobre las densidades de población de la plaga

Control natural: Parasitoides como *Opius sp.*, *Ganaspidium sp.*, *Didimotropis cercius*, *Diglyphus sp.*, *Halticoptera circulus*, *H. patellana*, *Euparacrias phytomyzae* y *Lamprotatus tubero* han sido determinados para mosca minadora en Chile. Siendo *E. phytomyzae* el responsable del 95,3% del parasitismo en el Valle del Elqui.

Control químico : La determinación de la aplicación de un insecticida deberá estar sustentada en el monitoreo del insecto (>130 adultos/trampa/día) y el estado fenológico del cultivo. Especial cuidado deberá tenerse con el cubrimiento de parte media y baja de planta ya que en esta parte se localiza la mayor densidad de población de la plaga.

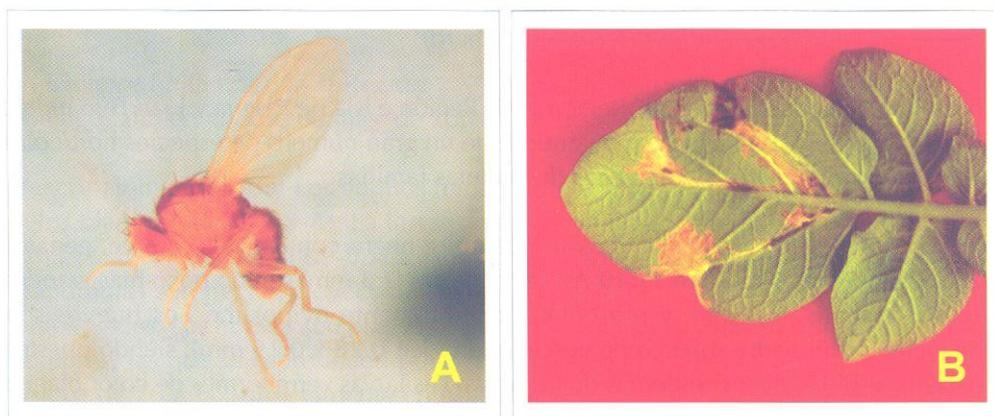


Foto 11.10 Adulto (A) y daños en hojas (B) de mosca minadora

XII. ALMACENAMIENTO Y CONSERVACION DE PAPA*

En la explotación comercial de papa (*Solanum tuberosum* L.), el almacenamiento y conservación de los tubérculos son aspectos claves para asegurar el éxito de la empresa. Por una parte, los tubérculos-semillas deben llegar al momento de la plantación en condiciones sanitarias y fisiológicas óptimas para poder expresar su potencialidad productiva y - de otro lado - las papas destinadas al consumo fresco o al procesamiento agroindustrial necesitan mantener las características físicas y organolépticas que garanticen su comercialización y/o la generación de productos procesados de buena calidad. Es decir, el período de almacenamiento y conservación de los tubérculos debe considerarse como parte integral de un sistema de producción de papa el cual se inicia con la plantación y termina con la preparación del material cosechado para su posterior comercialización y/o utilización. Entre estas dos etapas puede haber un período prolongado en el que el almacenamiento y conservación de la producción puede ocupar un largo espacio de tiempo. Durante esta fase las pérdidas pueden ser considerables si las papas no se tratan bien y se manejan bajo condiciones ambientales apropiadas. De ahí que es esencial conocer tanto los principios que regulan una buena conservación de los tubérculos así como también los diferentes métodos de almacenamiento que les permite a las papas mantener y preservar su vida útil, y sus características productivas y comerciales.

12.1 ANTECEDENTES GENERALES

Son varios los factores que inciden en un buen almacenamiento y conservación de las papas. Entre éstos destacan: la estructura, morfología y composición físico-química de los tubérculos, la variedad empleada, el manejo agronómico durante el desarrollo del cultivo, la cosecha, el transporte y la recepción de los tubérculos en la bodega de almacenamiento. También son importantes los aspectos relacionados con el manejo de post-cosecha, los cuales deben considerar como base los procesos fisiológicos que rigen una buena conservación de los tubérculos, como también las condiciones ambientales en que ésta se desenvuelve. Por eso, es muy importante conocer el efecto de cada uno de los factores en el manejo y conservación de la papa, especialmente considerando que los tubérculos son órganos vegetales vivos que consumen oxígeno y desprenden dióxido de carbono y calor. Además, las papas contienen entre 75 a 80% de agua, lo que las hace muy perecibles y por lo tanto deben ser manejadas y tratadas con mucho cuidado y delicadeza.

12.2 FACTORES DEL CULTIVO QUE AFECTAN LA CONSERVACIÓN

Existen numerosos factores previos al almacenamiento de los tubérculos que afectan su conservación e inciden en la calidad del producto. Se puede señalar que alrededor del 70% de los problemas habidos durante el almacenamiento se relacionan en forma directa o indirecta con el manejo agronómico del cultivo, la cosecha, el transporte y el proceso de manipulación de las papas durante el entrojado y la selección final del producto antes de su uso o comercialización.

12.2.1 Estado sanitario del cultivo: una buena sanidad del cultivo es esencial para obtener una producción que soporte bien el período de almacenamiento. Así, los cultivos que han sido afectados por enfermedades como tizón tardío, fusariosis y pie negro, por ejemplo, su producción corre el riesgo de sufrir serias pérdidas por pudriciones durante el almacenamiento.

12.2.2 Grado de malezas presentes en el cultivo: las malezas no sólo afectan el rendimiento de la papa al competir por la luz, el agua y los nutrientes del suelo, sino que también dificultan la cosecha, aumentando los daños mecánicos producidos por los implementos y/o herramientas de cosecha. Por lo tanto el cultivo debe estar limpio no solo durante su desarrollo sino también al momento de la cosecha.

12.2.3 Fertilización: se ha observado que la fertilización juega un rol importante en la conservación de los tubérculos. Una sobredosis de nitrógeno tiende a aumentar la susceptibilidad a los golpes durante la cosecha y el transporte de las papas. El potasio, en cambio tiende a proporcionarles una mayor firmeza y resistencia a los golpes.

12.2.4 Madurez del cultivo: la cosecha debería ser realizada cuando el cultivo ha alcanzado su madurez total, esto es, el follaje de las plantas se ha secado totalmente. Cuando es necesario cosechar prematuramente antes de alcanzar la completa madurez del cultivo - como ocurre generalmente en la producción de tubérculos-semillas - debe eliminarse o secarse el follaje al menos tres semanas antes de la cosecha. Así se logra una mayor firmeza de la piel de los tubérculos, resistiendo mejor el manejo durante la cosecha, el transporte y manipulación durante el almacenamiento. Las papas inmaduras son sensibles a los daños debido a que las capas que conforman la piel que las protege no se han terminado aun de formar completamente.

12.2.5 Daños mecánicos durante el desarrollo del cultivo: los daños mecánicos ocasionados a los tubérculos durante el desarrollo del cultivo se producen de muchas formas y ocurren en todas las etapas de crecimiento de las plantas. Desde lesiones producidas por los implementos que se utilizan en las labores culturales (control de malezas, aporcadas, aplicación de plaguicidas, riego) y ataques de insectos del suelo, hasta las operaciones de recolección y embalaje en la fase final. Sin embargo, los mayores daños – aproximadamente el 70% - ocurren durante la cosecha, el transporte y manipulación de la producción en el momento del entrojado y la selección final para su uso o comercialización (**Figura 12.1**).

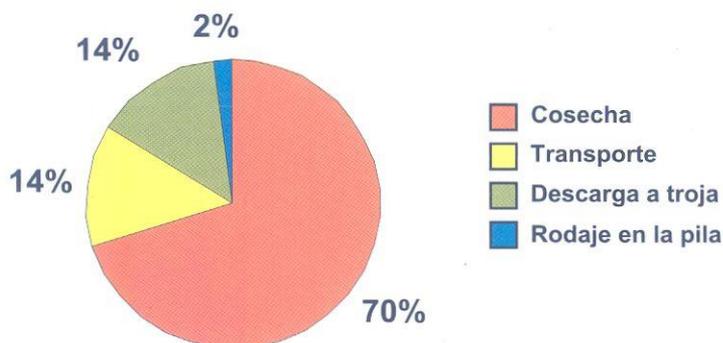


Figura 12.1 Intensidad de daño en los tubérculos durante la cosecha, transporte y almacenamiento de la producción.

12.3 COSECHA Y RECOLECCION.

12.3.1 Condición del suelo: al momento de la cosecha el suelo debe tener un contenido de humedad adecuada - ni muy seco ni muy húmedo - a fin de recolectar tubérculos sanos, secos y limpios. La temperatura del suelo también juega un rol importante; así, por ejemplo, las temperaturas muy frías (menos de 12°C) aumentan la susceptibilidad de las papas a los daños por golpes. Temperaturas entre 15° C y 20° C son ideales para la cosecha de los tubérculos.

12.3.2 Momento y forma de recolección: la cosecha debe realizarse al momento de secarse totalmente el follaje del cultivo a fin de evitar la acumulación de patógenos en los tubérculos o el daño que pueda ocurrir por exceso de humedad en el suelo. Luego de la cosecha los tubérculos se dejan airear a la intemperie por algunos momentos a fin de disminuir la humedad superficial y facilitar el secado y la eliminación de la tierra adherida a ellos.

La recolección de las papas se hace en forma cuidadosa en canastos, cajones o sacos

pequeños evitando dañarlas por golpes. Además, durante la recolección deben separarse inmediatamente todas las papas que estén partidas, picadas o lesionadas por la acción de los implementos de cosecha y también aquellas que presenten signos de ataque de insectos y/o enfermedades.

12.3.3 Transporte y manejo de la producción: los tubérculos no deben golpearse ni pisarse durante el transporte, la descarga y selección a fin de evitar pérdidas posteriores durante el período de almacenamiento. Para trabajar sobre los tubérculos se puede utilizar un tablón montado sobre sacos con paja o sobre fardos de pasto u otro material que permita amortiguar el pisado ocasionado a las papas.

12.3.4 Selección cuidadosa: para obtener una buena conservación de los tubérculos, es indispensable almacenar solo papas secas, limpias y sanas. De ahí que antes de proceder al almacenamiento, se eliminan todos los tubérculos partidos, con cortes, golpeados y dañados por insectos y enfermedades.

12.3.5 Bodega seca, limpia y adecuada: es muy importante que la bodega de almacenamiento esté limpia y desinfectada; si tiene piso de tierra, éste debe estar seco, compacto y liso. Es indispensable también que la bodega esté libre de goteras y de anegamientos y que también tenga buena ventilación.

12.4 COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO DE LOS TUBÉRCULOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO.

Después de la cosecha y durante el almacenamiento de la producción en los tubérculos de papa continúa ocurriendo una serie de cambios y procesos fisiológicos entre los cuales destacan: suberización, respiración, deshidratación, brotación y cambio en su composición química.

12.4.1 Suberización: durante las primeras semanas después de la cosecha hay una gran actividad en los tejidos de los tubérculos para terminar de formar la piel que los protege (epidermis y peridermis) y cicatrizar las magulladuras o heridas. Las condiciones ambientales más adecuadas para que ocurra este proceso son temperaturas de alrededor de 15°C, humedad relativa alta (alrededor de 90%) y buena ventilación. Por esta razón, después del inicio del almacenamiento, los tubérculos se dejan expuestos al ambiente natural en la bodega por unas tres semanas para el secado y cicatrización de heridas, para luego comenzar un proceso de enfriamiento paulatino hasta llegar a

5°C a las seis semanas después de iniciado el almacenamiento (Figura 12.2).

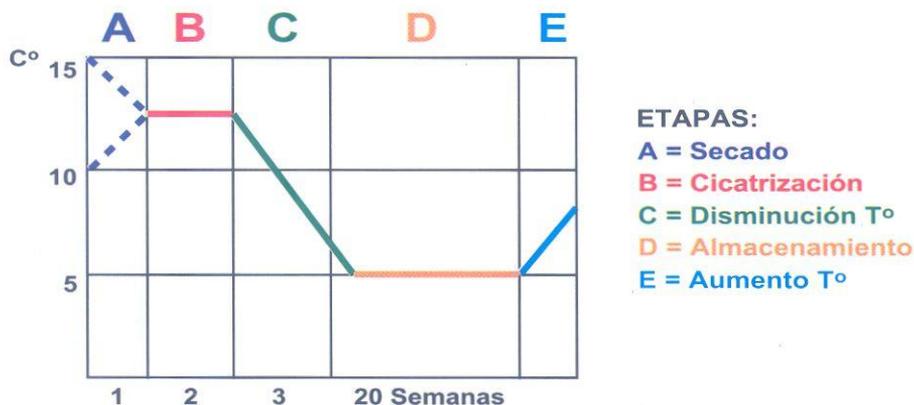


Figura 12.2. Manejo de la temperatura durante las diferentes etapas del proceso de almacenamiento de los tubérculos de papa.

La suberización y cicatrización de las heridas de los tubérculos tiene dos importantes ventajas:

- Existe una menor pérdida de humedad y peso durante el período de almacenamiento, contribuyendo así a mantener la calidad y presentación de las papas.
- Impiden la penetración de organismos patógenos por las heridas o áreas dañadas debido a que la cicatrización aumenta la resistencia a la entrada de enfermedades de una manera casi similar a como lo hace una piel sana.

12.4.2 Deshidratación: la tensión del vapor de agua bajo la piel porosa de los tubérculos corresponde a la del aire saturado. Por lo tanto, si el aire está bajo el punto de saturación se produce inevitablemente evaporación del agua de los tubérculos. La tasa de evaporación es tanto mayor cuanto mas grande sea la diferencia entre la humedad relativa del aire y la existente a nivel de las lenticelas de las papas, incrementándose aun más a mayor temperatura ambiental. Así, por ejemplo, la pérdida por deshidratación puede llegar a un 12% en un período de almacenamiento de seis meses a una temperatura entre 10°C y 16°C y una humedad relativa del aire entre 50% y 60 %. Esta pérdida se puede reducirse a la mitad o menos si la temperatura se baja a 5° C y se incrementa la humedad ambiental (90%) durante el almacenamiento.

La deshidratación de los tubérculos los ablanda y arruga, perdiendo así su valor comercial y de uso. Esta deshidratación se acelera cuando a través de las papas se hace circular un volumen de aire mayor que el necesario para lograr el enfriamiento deseado y si el aire tiene una baja humedad relativa.

12.4.3 Respiración: la respiración es un proceso vital que proporciona la energía requerida para mantener vivos los tejidos de los tubérculos. En este proceso, los azúcares son convertidos en agua y dióxido de carbono mediante la captación de oxígeno del ambiente, liberando a su vez calor. Los azúcares utilizados son formados por la hidrólisis a partir del almidón acumulado, aumentando con ello las pérdidas de materia seca de los tubérculos.

La tasa de respiración de las papas depende de la temperatura de almacenamiento, la madurez de los tubérculos, ocurrencia de heridas, el contenido de azúcares y el grado de brotación. La respiración tiende a ser más lenta entre los 2° C y 4°C, aumentándose el proceso respiratorio sobre y bajo este rango (**Cuadro 12.1**).

Cuadro 12. 1. Producción de calor y CO₂ a diferentes temperaturas.

	Temperatura (°C)					
	1	5	10	15	20	25
Producción de calor en Kcal/ton/24 hrs.	480	200	250	282	480	660
Producción de CO ₂ en g/ton/24 hrs.	192	80	100	113	192	264

En resumen, los efectos más marcados de la respiración son la producción de calor, la pérdida de materia seca y el aumento del CO₂. Una aireación apropiada de las papas almacenadas les permite respirar normalmente y a la vez eliminar el calor y los gases producidos por el proceso de respiración.

12.4.4 Brotación: desde el inicio de la formación de los tubérculos hasta el momento de la cosecha y parte inicial del período de almacenamiento las papas se encuentran en estado de "dormancia"; es decir, no brotan por estar bajo el efecto de inhibidores naturales. Este período puede durar desde uno a varios meses dependiendo de la variedad, las condiciones de cultivo, lesiones o daños y la temperatura de almacenamiento.

La transición del período de dormancia al de crecimiento activo de brotes en las papas es gradual. Durante esta fase, la primera yema que inicia la brotación es la apical, la cual también impide la evolución de la brotación en las yemas laterales. Este fenómeno es denominado "dominancia apical" y está regulado por hormonas; si se remueve el brote apical las demás yemas inician su crecimiento. Este es un factor clave cuando se va a utilizar tubérculos-semillas "prebrotaados" en la plantación. Los tubérculos que se encuentran entre el final del período de dormancia y el inicio de brotación apical se les denominan "fisiológicamente jóvenes". Por el contrario, tubérculos que están al final del período de brotación múltiple y el término de su

capacidad de brotación se les llama "fisiológicamente viejos" (Figura 12.3). En este último caso las papas emiten brotes delgados, ramificados y débiles, lo que se traduce en plántulas pobres que producen muy bajo rendimiento.

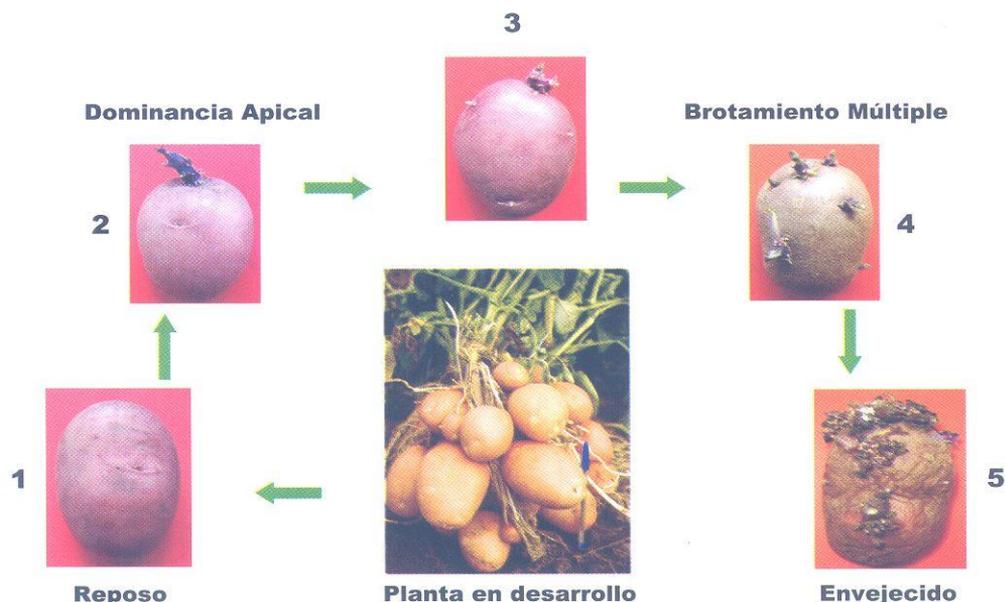


Figura 12.3. Edad fisiológica de los tubérculos de papa.

Los tubérculos-semillas con mayor potencial productivo son aquellos que se encuentran al inicio de la fase de brotación múltiple; es decir, son capaces de emitir varios brotes que generan tallos y plantas vigorosas con gran potencial productivo. La brotación de los tubérculos a medida que progresa causa pérdidas muy altas de peso. El brote por sí solo es una pérdida directa de materia seca. Además, los brotes incrementan la superficie de exposición para la evaporación de agua e incrementa la tasa de respiración de los tubérculos.

Para reducir y manejar el crecimiento de los brotes después del término del período de dormancia, los tubérculos pueden almacenarse a bajas temperaturas (entre 4°C y 6°C), o exponerlos a luz difusa natural cuando se van a utilizar como tubérculos-semillas; la luz es inhibitoria del crecimiento de los brotes, dejándolos cortos y vigorosos. Por último, otra forma de manejar la brotación de las papas cuando se utilizan en el consumo fresco o el procesamiento agroindustrial es la utilización de compuestos químicos llamados inhibidores de brotación, como podría ser el CIPC.

12.4.5 Cambios en la composición química: durante el almacenamiento ocurren una serie de cambios químicos importantes en los tubérculos los cuales pueden ser muy afectados por el ambiente de almacenamiento. Entre los cambios relevantes se puede mencionar el contenido de almidón, azúcares, agua y materia seca, entre otros.

- **Almidón:** representa entre el 60-80% del contenido de materia seca total de los tubérculos y su cantidad depende de varios factores: la variedad, madurez, patrón de crecimiento, dosis de nitrógeno y potasio, clima y ambiente de almacenamiento. Se estima que un tubérculo consume mensualmente el 0,3% de su peso en forma de materia seca y gana el 0,15% de su peso en agua durante el proceso de respiración.

El almidón tiende a disminuir a medida que se almacenan los tubérculos a más bajas temperaturas debido a una mayor hidrólisis de éste hacia azúcares. Esto también ocurre cuando se inicia la brotación; papas almacenadas por 2 ó 3 meses presentan sólo el 70% del contenido original de almidón.

- **Azúcares:** la sacarosa, fructuosa y glucosa (estos dos últimos se les denomina "azúcares reductores"), son los principales azúcares en la papa. Tubérculos destinados al procesamiento de papas fritas en hojuelas (chips) y en bastones (french fries) deben tener un bajo contenido de azúcares reductores para lograr obtener productos de buena calidad. El contenido de azúcar aumenta marcadamente en tubérculos almacenados a temperaturas bajo 5°C, pero este fenómeno puede revertirse elevando la temperatura entre 15°C y 20°C por espacio de dos a cuatro semanas.
- **Efecto ambiental:** las temperaturas extremas de almacenamiento - tanto altas como bajas - dañan los tubérculos. Temperaturas menores a -1° C ó -2°C congelan los tubérculos y los dejan expuestos a pudriciones. Temperaturas superiores a 30°C aumentan fuertemente el proceso respiratorio, generando una gran demanda de oxígeno y liberando grandes cantidades de CO₂, y energía (**Figura 12.4**). En esas condiciones la respiración puede ser tan intensa que las células interiores del tubérculo no pueden obtener suficiente oxígeno y tampoco eliminar el exceso de CO₂, provocándose así la muerte de las células. Ese desorden fisiológico produce la enfermedad llamada "corazón negro".

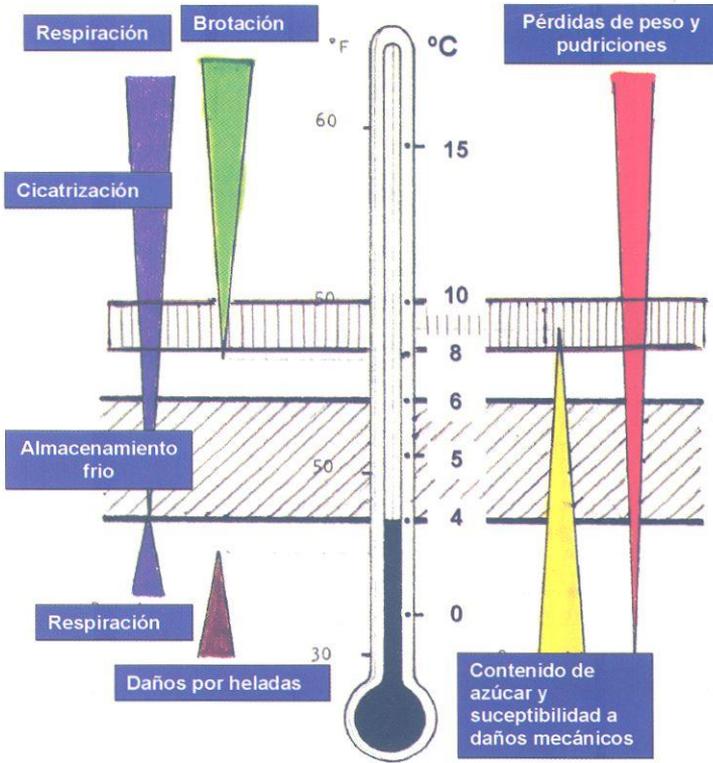


Figura 12.4 Efecto de la temperatura sobre la composición físico-química de los tubérculos de papa durante su almacenamiento.

12.5 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL ALMACENAMIENTO

12.5.1 Ventilación: la función de la ventilación es remover el exceso de calor y CO_2 producido el proceso de respiración y a la vez oxigenar los tubérculos. Las acumulaciones muy altas de CO_2 desplazan el oxígeno, creando un ambiente que favorece la fermentación, y con ello la pudrición de los tubérculos. La concentración óptima de CO_2 fluctúa entre el 2 y 4%.

La ventilación puede ser realizada por movimiento natural de aire (convección) o bien mediante aire forzado:

- **Ventilación natural:** las papas almacenadas a granel o en pilas de sacos producen calor, por lo cual se hace imprescindible la ventilación. La cantidad de calor que se intercambia depende de la velocidad del aire cerca de la superficie de los

tubérculos y la diferencia de temperatura entre las papas y el aire a su alrededor. La resistencia al intercambio de aire es mayor a medida que aumenta el tamaño de la pila de papa y también cuando la distribución de las papas sobre el piso no es uniforme (**Foto 12.1-A**). Además, se dificulta el movimiento del aire cuando las papas se apilan en sacos de plástico con alta resistencia al paso del aire (**Foto 12.1-B**). Sin embargo, se puede mejorar la ventilación de los tubérculos almacenándolos en mallas y apilándolas sobre un piso de fardos de pasto dejando espacio para el paso de aire y el tránsito de personal (**Foto 12.1-C**).



Foto 12.1 Tubérculos de papa almacenados a granel sobre piso de tierra (A), en sacos plásticos muy cerrados (B) y en bolsas de malla plástica aperchadas sobre un piso hecho de fardos de paja (C).

Existen varios métodos que pueden ser usados para mejorar el movimiento natural del aire y el intercambio de calor. Por ejemplo, colocando los tubérculos sobre un piso de rejilla que permite al aire circular libremente, o usando ductos y chimeneas de ventilación distribuidas a lo largo del piso y/o en la troja. Cuando se usan ductos de ventilación y la temperatura del aire es baja se puede almacenar papas a una altura entre 1,5 m y 2m, en cambio cuando la temperatura del aire es alta, especialmente en papas recién cosechadas, no debería almacenarse a más de un metro de altura.

- **Ventilación forzada:** con este sistema el movimiento del aire es uniforme debido a que el ducto por donde se insufla el aire se estrecha hacia el final a partir del frente de aire. La capacidad del ventilador y el acondicionamiento del sistema de ductos pueden ser ajustados a la velocidad del aire y la distribución requerida. Es importante destacar que es necesario que la velocidad del aire a través de la pila o troja sea uniforme para que las papas sean enfriadas y/o secadas por igual en el mismo nivel.

Normalmente se requiere de equipos que tengan una capacidad de ventilación de 100-120 m³/aire/1.000 kg de tubérculos/hora. La velocidad del aire en ductos en que la sección transversal se va estrechando es de 6 m/seg, en cambio en ductos con sección transversal constante es de 3,5 m/seg.

12.5.2 Humedad relativa : el ritmo de la evaporación será mayor cuanto mas sea la diferencia entre la humedad relativa del aire y la de los tubérculos, incrementándose aún más a medida que aumenta la temperatura ambiental. Un porcentaje de humedad relativa excesiva (100%) es igualmente perjudicial, ya que ésta puede condensarse y humedecer los tubérculos

Resultados experimentales indican que la humedad relativa óptima para almacenar papas está entre el 90% y 95%. Un contenido de humedad relativa ambiental apropiado es un factor igualmente importante para la cicatrización de las heridas. La cicatrización más rápida se obtiene con una humedad relativa del aire de 80% o más. Con una baja humedad relativa (por ejemplo, 30%) se interfiere la cicatrización normal.

12.5.3 Luz: las papas destinadas al consumo humano no deben quedar expuestas a la luz porque se produce un verdeamiento de ellas, generando sustancias tóxicas para el ser humano conocidas como alcaloides (solanina y otras). Para evitar este verdeamiento los tubérculos deben ser almacenados en lugares oscuros, o bien hay que cubrirlos con una capa de paja, u otro elemento que ayude a evitar el paso de la luz, pero que permita el intercambio gaseoso.

Por el contrario, los tubérculos destinados a semilla, idealmente deben almacenarse en presencia de luz, puesto que ésta tiene un efecto inhibitorio sobre el desarrollo de los brotes. Los brotes que crecen en presencia de luz son cortos y vigorosos permitiendo generar cultivos con una mayor densidad de tallos, un período vegetativo más reducido y un mayor rendimiento.

12.6 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

Para lograr un ambiente adecuado a la conservación de los tubérculos de papa se han diseñado diferentes sistemas de almacenamiento, los que van desde los mas sencillos y rústicos (**Foto 12.2**) hasta los mas complejos y sofisticados con ambiente o atmósfera controlada (**Foto 12.3**). Los factores que hay que considerar y que permiten elegir el sistema mas apropiado de almacenamiento son muchos y variados. Entre los factores principales destacan: condiciones climáticas del lugar, la cantidad de tubérculos a almacenar y duración del período de almacenamiento, el objetivo de uso de los tubérculos y los recursos financieros disponibles.



Foto 12.2 Sistema sencillo de almacenamiento de papa-semilla con luz difusa natural.

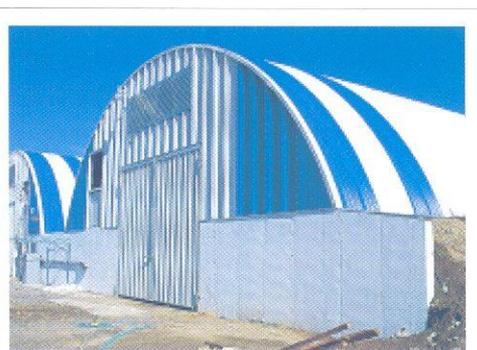


Foto 12.3 Sistema de almacenamiento con ambiente de atmósfera controlada.

Entre los sistemas de almacenamiento mas comunes destacan:

12.6.1 Sistemas al aire libre: son los más baratos y consisten desde dejar las papas guardadas en los mismos camellones de plantación, hasta almacenarlas en montones con un acondicionamiento especial para protegerlos del agua de lluvia y/o nieve, el frío, la luz, las enfermedades y plagas. El acondicionamiento de estas estructuras también debe permitir el intercambio expedito de los gases y el agua de respiración y transpiración de los tubérculos almacenados.

Los sistemas de almacenamiento al aire libre son recomendables sólo por un corto período de tiempo (1-2 meses). En Chile hasta el momento se carece de estudios científicos o técnicos que permitan validar o recomendar sistemas de almacenamiento de papas al aire libre.

12.6.2 Almacenamiento a granel bajo techo: los tubérculos de una misma variedad quedan esparcidos sobre una superficie a una altura no mayor a 2 metros (**Foto 12.4**). Un aspecto clave para mantener los tubérculos en buenas condiciones es la implementación de un sistema de ventilación del almacén que permita asegurar el intercambio de los gases de respiración. Así, por ejemplo, una buena ventilación puede lograrse poniendo sobre el suelo una tarima de listones (**Foto 12.5**) que permita la entrada de aire lateral, o también pueden usarse ductos triangulares (**Foto 12.6**) o redondos perforados horizontales que cumplen un objetivo similar al de la tarima. Cuando además se agrega ductos verticales perforados a una cierta distancia se puede mejorar la ventilación por convección (originada por diferencias de temperatura); este es el sistema mas utilizado en almacenes prediales para pequeños y medianos volúmenes de papa. Sin embargo, el almacenamiento a granel puede usarse también para grandes volúmenes de tubérculos cuando se tiene un sistema de aire forzado que facilita la ventilación utilizando aire a presión que se mueve a través de ductos perforados

distribuidos entre las papas almacenadas.

12.6.3 Almacenamiento en trojas: consiste en almacenar las papas en compartimentos o secciones especiales de la bodega, denominadas “trojas”, (**Foto 12.7**) las cuales se ubican a un lado o ambos lados del interior de la bodega, dejando un pasillo central de circulación para carga y descarga de los tubérculos. Es un sistema muy recomendado cuando se trabaja con más de una variedad, con tubérculos de diferentes tamaños y/o categorías o se tiene producción para diferentes usos. Existe una gran variedad de diseños y tamaños de trojas, desde pequeñas para almacenamiento predial hasta unas de gran tamaño (30-50 ton) tanto en bodegas de almacenamiento como de acopio. La ventilación de las trojas se puede lograr con una implementación o equipamiento similar a la señalada para el almacenamiento a granel.

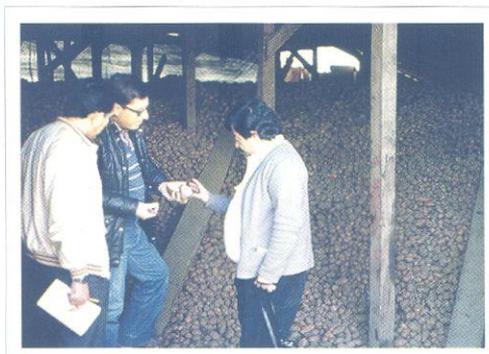


Foto 12.4 Almacenamiento a granel.

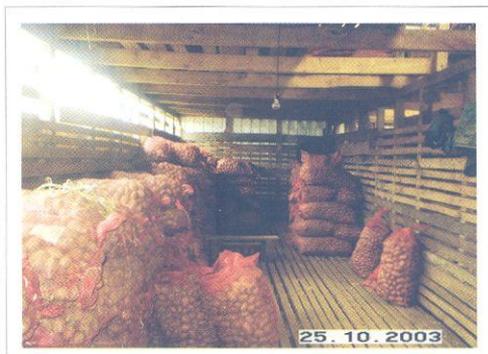


Foto 12.5 Almacenamiento en bolsas de malla sobre tarima de listones.



Foto 12.6 Entrada de aire lateral a la troja a través de ductos triangulares.

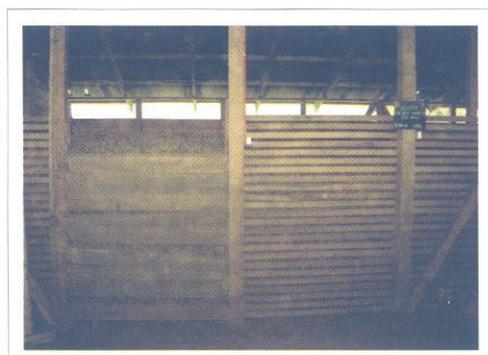


Foto 12.7 Almacenamiento en trojas con paredes listoneadas.

12.6.4 Almacenamiento en cajones paletizados: es un sistema en que los tubérculos se almacenan en grandes cajas de madera o plásticas ranuradas (**Foto**

12.8), las que a la vez de servir de estructuras de almacenamiento también son unidades de transporte de las papas.

12.6.5 Almacenamiento en bandejas o estantes (Foto 12.9 y 12.10):

este sistema es empleado principalmente en la “prebrotación de los tubérculos-semillas con luz difusa” antes de su plantación a fin de acortar el ciclo de desarrollo, ya sea con el objetivo de producción de tubérculos-semillas más sanos o en la producción de papa temprana o primor. La prebrotación de los tubérculos con luz difusa permite una emergencia más rápida y también una aceleración del ciclo de desarrollo del cultivo, acortándolo en alrededor de 2 semanas en comparación con el cultivo tradicional. Los brotes emitidos por tubérculos guardados en la oscuridad son largos y etiolados. Por el contrario, los brotes formados por tubérculos expuestos a luz indirecta son cortos, gruesos y vigorosos (Foto 12.11), lo que permite una emergencia rápida después de su plantación. Además, tubérculos prebrotados producen tallos y raíces más vigorosos resistentes a las enfermedades y el cultivo logra una mayor rendimiento y calidad de la producción.

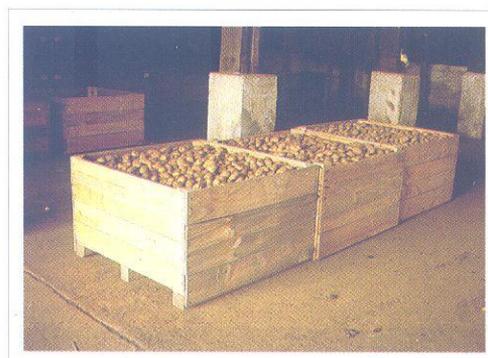


Foto 12.8 Almacenamiento en cajones paletizados.



Foto 12.9 Almacenamiento en bandejas.

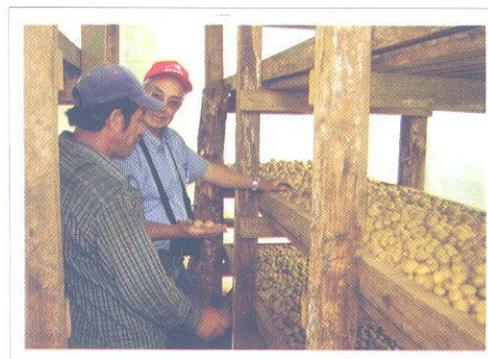


Foto 12.10 Almacenamiento de tubérculos-semilla en estantes.



Foto 12.11 Tubérculos-semillas prebrotados con luz difusa natural.

XIII. MERCADOS, PRECIOS Y COSTOS DEL CULTIVO*

La papa es un cultivo de un alto costo de establecimiento y cosecha, y de grandes cambios en el precio que se obtiene por su producción, debido principalmente a las fluctuaciones del valor que hay en el mercado (**Figura 13.1**).

Los precios en el mercado nacional tienen un comportamiento muy particular, donde se registran oscilaciones de gran amplitud entre temporadas, debido a las variaciones en la superficie plantada y también a variaciones dentro de una temporada como producto de una escasez temporal, conformando así una curva estacional de precios. Debido a estas grandes variaciones, el cultivo de la papa es un rubro riesgoso, por lo que tanto el conocimiento de los costos de producción y del comportamiento del mercado constituyen herramientas de decisión importantes para los productores, pues relacionando el rendimiento obtenido y el costo total se puede tener una estimación del margen neto obtenido.

13.1 MERCADO DE LA PAPA

Los precios de la papa en el mercado interno tienen un comportamiento cíclico; años de precios altos producen un aumento en la superficie de plantación en la temporada siguiente, lo que normalmente trae consigo un aumento de producción y una disminución de los precios de venta. Por otro lado, una temporada de bajos precios causa el efecto contrario; los productores disminuyen sus superficies de plantación, lo que genera una menor oferta y un alza en los precios. De esta forma, se producen importantes variaciones anuales de los precios en el mercado interno (**Figura 13.1**), lo que genera inestabilidad en la rentabilidad del rubro e inseguridad en los productores, la mayoría de los cuales son productores de papa en pequeña escala. Así, estos agricultores realizan sus plantaciones cada temporada con la incertidumbre de si será un "año bueno" o un "año malo" para este cultivo. Además, se debe considerar que los precios a nivel mayorista y los precios a nivel de productor, generalmente presentan aún mayores variaciones, todo esto agravado por la carencia de organizaciones productivas y de comercialización de los agricultores pertenecientes a la AFC.

Figura 13.1 Variación promedio anual del precio de la papa a nivel mayorista en el mercado Lo Valledor de Santiago (1).



Figura 13.2 Variación promedio mensual del precio de la papa a nivel mayorista en el mercado Lo Valledor de Santiago (2).



La **Figura 13.1** muestra el comportamiento cíclico del precio anual de la papa observado en base a los precios logrados en el mercado de Lo Valledor de Santiago. En la **Figura 13.2** se muestra los precios promedios mensuales de las tres últimas temporadas y el precio promedio entre los años 2000-2005, donde se aprecia que los mejores precios se obtienen a fines de invierno e inicios de primavera, o entre Agosto y Noviembre.

Esta inestabilidad y variación de los precios de la papa consumo tiene importantes repercusiones en el precio de la papa-semilla y también en la industria de los derivados de papa, que aún no cuenta con un valor de referencia estable de la materia prima en el mercado. De esta forma, en años de precios bajos la agroindustria cuenta con abundante oferta y ella es una buena alternativa de mercado para los productores. De otro lado, en años de escasa oferta y altos precios, la agroindustria tiene dificultades para abastecerse en el mercado de consumo en fresco, el que ejerce una importante competencia al ofrecer mayores precios a los productores.

Debido a las altas variaciones en el precio de cada temporada, la producción de papa es una actividad asociada a un alto riesgo, por lo cual es necesario que los productores conozcan con la mayor precisión posible cuáles son los costos en que incurren al realizar el proceso productivo. Por lo anterior, resulta necesario poder registrar los gastos realizados durante la temporada para poder saber si se obtuvo ganancias o pérdidas en la producción de papa y poder comparar los resultados respecto a otros cultivos o respecto a otras temporadas del mismo cultivo. Teniendo en cuenta que el productor no puede controlar el precio, pero si puede controlar los costos dentro de ciertos márgenes, el buen conocimiento de ellos debiera resultar en mejores decisiones. A esto hay que agregar también que el cultivo de papa tiene un elevado costo de producción debido a la gran cantidad de capital invertido en el uso de insumos (semilla, fertilizantes, pesticidas, etc.), el uso o arriendo del suelo, la maquinaria, la energía, la infraestructura, la mano de obra y la tecnología.

13.2 CONCEPTOS DE COSTOS

Los **costos de producción** son una relación de eficiencia económica entre el costo total para la obtención de un producto determinado y el rendimiento obtenido en una unidad de producción, dado un sistema productivo o tecnología utilizada. Conocido también como costo unitario o costo medio, sirve como una referencia de la competitividad de un producto frente a los precios de mercado.

Los **costos de producción** se pueden utilizar como una medida de eficiencia, como una medida de referencia respecto al precio y también para comparar respecto a los resultados logrados en temporadas o por otras empresas.

En general, los costos corresponden a todos aquellos elementos que son involucrados o consumidos en un proceso productivo y son transformados en él, para obtener un producto que se va a comercializar en el mercado. Asignando los valores monetarios de cada elemento y/o material involucrado en un ítem, es posible obtener "**lo que cuesta**" cada unidad de producto destinado a la venta.

Existen diversas formas de clasificar los costos según los criterios que se utilicen, sin embargo y con el fin de realizar una ejemplificación sencilla, se utilizará el criterio de costos directos e indirectos. Esta forma de estimación de costos es ampliamente utilizada y es la que se presenta con mayor frecuencia en las publicaciones de fichas técnicas u otras similares que circulan en el mundo agrícola.

Conceptualmente, los **costos directos** corresponden a costos que son derivados de la utilización de recursos productivos tales como insumos (fertilizantes, pesticidas, semilla, etc.), que se transforman en el proceso productivo y que son fácilmente asignables a un rubro. Por otra parte, los **costos indirectos**, corresponden a aquellos que se originan en el proceso productivo, pero que sin embargo no resulta fácil asignarlos directamente a un rubro, por lo cual se contabilizan en una cuenta distinta al rubro y se distribuyen entre las diversas actividades de la empresa o del productor de acuerdo a algún criterio conveniente.

Tomando en cuenta estas definiciones, los costos directos en un cultivo de papa corresponderían al valor de la mano de obra utilizada, las horas de uso de maquinaria, los fertilizantes, los tubérculos-semillas empleados, etc. Vale decir, todos aquellos costos que se pueden asignar en forma inequívoca al rubro. Por otra parte, los costos indirectos que se tienen son, por ejemplo, el uso de bodegas y los caminos del predio, por los que se debe considerar su mantención y reparación; los gastos de electricidad, derechos de agua, etc. Es decir, todos aquellos costos que no resultan fácilmente asignables solo al rubro papa, sino que su valor se debe distribuir también entre los demás rubros que se tienen, considerando algún criterio conveniente que permita posteriores análisis y toma de decisiones.

Considerando que existen una diversidad de materiales y recursos que se utilizan en el proceso productivo del cultivo de papa es conveniente ordenarlos, para obtener datos que ayuden a realizar un análisis económico lo más cercano posible a la realidad.

En general, para el caso de los cultivos anuales, y en particular el cultivo de papa, una conveniente clasificación es agrupar los materiales y recursos de la siguiente manera (Items):

- **Materiales de uso directo:** dentro de este ítem, se consideran los tubérculos-semillas, los fertilizantes, los herbicidas, funguicidas e insecticidas, sacos, etc.
- **Mano de obra de uso directo:** aquí se consideran los costos relacionados al trabajo empleado en las diversas labores del proceso productivo, tales como: plantación, fertilización, riego, saneamientos, aporca, aplicación de agroquímicos, cosecha y selección, entre otros.
- **Maquinarias e implementos de uso directo:** corresponde a los costos realizados en el proceso productivo por la utilización de maquinarias e implementos.

- **Otros costos directos:** Corresponde a otros costos que no caben en las definiciones anteriores tales como análisis de suelo, asesoría técnica, arriendo de suelo, etc.

Sin embargo, al momento de asignar los valores de costos para cada recurso o material involucrado en el proceso productivo podemos encontrar dificultades, como es el caso del uso de la mano de obra y las maquinarias e implementos. En estos casos, a veces no resulta tan sencillo, pues muchas veces corresponden al uso de mano de obra familiar no remunerada o al uso de maquinarias propias del agricultor, donde no existe un desembolso directo de dinero, pero que sin embargo tienen un valor de mercado. Es aquí donde es necesario distinguir y diferenciar dos conceptos: **el gasto y el costo.**

El costo, como se dijo, corresponde a la utilización del conjunto de recursos productivos en un proceso de transformación, dentro del cual algunos corresponden a insumos comprados por el productor y por los cuales realiza un desembolso de dinero, lo que corresponde al concepto de gasto; por los demás en los recursos utilizados no se realiza un gasto de dinero, al menos en parte, pero si existe un desgaste del recurso. Un ejemplo de esto es la maquinaria propia, ya que para utilizarla es necesario comprar petróleo (gastar dinero) o aceite, etc. Pero además existe un costo que es dependiente del tiempo y el uso, puesto que el valor de un tractor nuevo es mayor que el valor del mismo tractor después de dos años de uso, es decir, existe una desvalorización del recurso con el tiempo y el uso.

Cuando las maquinarias son arrendadas, la asignación de costos es sencilla puesto que el prestador de servicios cobrará una cantidad determinada por hora o por hectárea, lo que se asignará al cultivo en forma inequívoca. Sin embargo, cuando la maquinaria es propia es necesario establecer un proceso de costo más complejo pero igualmente útil, donde se determina el costo de uso de la maquinaria (petróleo, aceite, reparaciones, depreciación, etc) y ese valor se traspaasa al cultivo en la cantidad utilizada.

13.3 INDICADORES PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS Y EL USO DE REGISTROS.

Para el análisis de resultados productivos y económicos de un rubro es necesario establecer un sistema de registros que permita elaborar indicadores que resuman el desempeño comercial de un rubro. Los registros pueden ser desde muy sencillos a muy complejos; no obstante, lo que hay que tener siempre en cuenta es que deben ser útiles, por lo tanto, la información a recoger en ellos debe tener dos condiciones:

- 1° Que sea fácil de coleccionar y
- 2° Que sirva para realizar los análisis que al productor le interesan y necesita.

No obstante lo anterior, el productor debiera contar con información mínima, como

por ejemplo, kilos o toneladas de papa cosechadas, o bien una referencia como ser número de sacos cosechados y peso aproximado de ellos; destino de la producción obtenida, en términos de su distribución por calibres comerciales y calidad sanitaria, por ejemplo: tubérculos consumo, papa-semilla, desecho, etc., que le permita establecer los indicadores siguientes:

- Producción total, medida en kilos o toneladas.
- Producción obtenida por categoría: consumo, semilla y desecho.
- Rendimiento, expresado en toneladas o kilos por hectárea.
- Costo total.
- Costo por hectárea.
- Costo por tonelada, kilogramos o por saco de un peso determinado.

Los indicadores arriba señalados son los mínimos con que debiera contar un productor de papa y servirán para establecer relaciones de desempeño respecto a otros productores o a otros rubros explotados por él mismo. Con los tres primeros se puede revisar los ingresos obtenidos, con los tres últimos, el costo del cultivo. Al relacionarlos, se puede establecer el margen bruto, y así estimar la magnitud de la ganancia o pérdida del cultivo para una temporada dada, tal como se explicará más adelante. La obtención de estos indicadores antes señalados requieren de información sistemática de lo realizado en el proceso productivo.

13.3.1 Registros productivos

Para la realización de un análisis simple se propone un sistema de registros que permita coleccionar información de manera sencilla y poder estimar los indicadores presentados anteriormente, es decir: producción total (ton ó kg), producción diferenciada por categoría (papa consumo, semilla, desecho), rendimiento (ton/ha), costo total anual de la producción, costo por hectárea y/o por unidad de venta (tonelada, kilo, saco etc).

Como se muestra en la **Figura 13.3**, el registro de datos para realizar la evaluación considera realizar un seguimiento a cada una de las labores desarrolladas durante la campaña de cultivo de papa que involucren recursos productivos. Estos se separan de acuerdo a grandes grupos, para así poder realizar análisis parciales y después con toda la información procesada se pueda resumir y traducir en indicadores relevantes para la toma de decisiones.

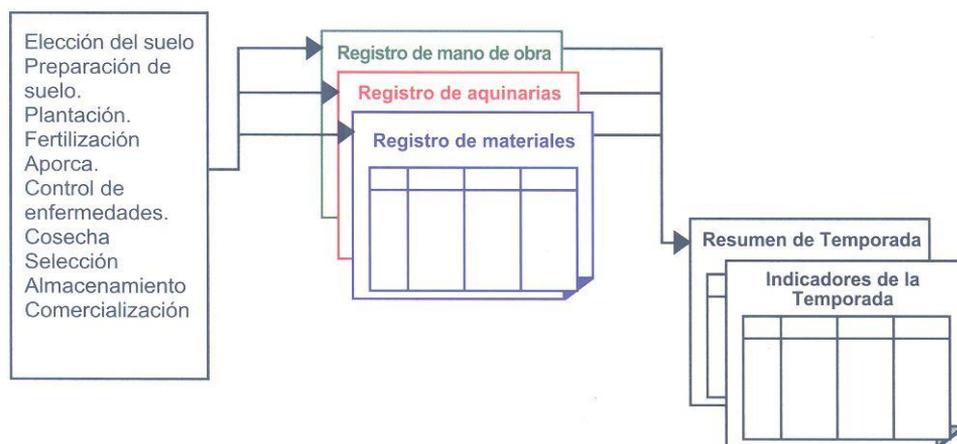


Figura 13.3 Flujo de información para la construcción de registros productivos y económicos.

Un paso previo a la elaboración de registros es definir qué información se quiere obtener, luego desagregar el proceso productivo y clasificar cada uno de los posibles recursos a utilizar en agrupaciones o categorías que llamaremos “ítem”. De esta manera y de acuerdo a lo señalado anteriormente, se deben tener al menos los siguientes registros:

- Registro de mano de obra utilizada en el cultivo.
- Registro de materiales utilizados en el cultivo.
- Registro de maquinarias e implementos utilizados en el cultivo.
- Registro de otros costos.
- Registro resumen de indicadores y resultados.

Estos registros permiten efectuar el seguimiento del cultivo, realizar resúmenes y también construir indicadores de eficiencia técnica y económica para evaluar los resultados obtenidos.

Para construir registros adecuados se debe tener siempre en cuenta cuál es la información necesaria para que se puedan tomar buenas decisiones, y este será el criterio que va a dominar el grado de detalle que se quiera. Para ilustrar este caso se presentan a continuación algunos registros de amplio uso, los cuales buscan obtener los datos necesarios para la construcción de los indicadores apropiados.

Cada registro permite coleccionar en detalle suficientes datos y resumir los aspectos relevantes a cada grupo (Items) de costos y recursos (mano de obra, materiales, etc.) para, finalmente, con el registro resumen poder calcular los indicadores de interés. Es importante señalar, que los registros deben indicar la temporada, la superficie de suelo ocupada, el potrero y el rubro a que se refieren los datos.

a. Registro de mano de obra

En este registro (**Cuadro 13.1**) se busca establecer el costo de la mano de obra involucrada en las labores del cultivo y las cantidades utilizadas, como así mismo la fecha en que se realizaron las diferentes labores del cultivo. Este es un registro de mano de obra directa del cultivo, por lo tanto si hubiera personal permanente que realice labores en él, debiera asignarse la cantidad de horas o días trabajado en el cultivo para asignar el valor monetario respectivo. El registro de mano de obra debe permitir sumar el costo total de la mano de obra directa y el número total de personas empleadas en él.

En el caso en que parte o la totalidad de la mano de obra utilizada sea familiar no remunerada, un criterio apropiado sería contabilizarla utilizando valores de mercado, es decir, la cantidad de dinero que se paga a trabajadores externos por hora o día trabajado. Señalar que la mano de obra familiar no tiene valor alternativo sería subestimar los costos de producción.

Cuadro 13.1 Registro de mano de obra directa en el cultivo.

REGISTRO DE MANO DE OBRA				
Temporada: 2004-2005		Rubro: Papa Consumo		
Potrero: La Esquina		Superficie: 3.4 hectáreas		
Labor	Fecha	Cantidad (JH)	Valor Unitario (\$)	Costo Total (\$)
Plantación	10 Octubre	5	8.000	40.000
Cosecha	20 Febrero	85	8.000	680.000
Cargar sacos	20 Febrero	4	25.000	100.000
Total:				(a) \$ 820.000

b. Registro de materiales

El registro de materiales (**Cuadro 13.2**) es aquel donde se van anotando todos los insumos utilizados en el cultivo, tales como fertilizantes, fungicidas, semilla, etc. Es conveniente anotar en los registros al momento de la adquisición de los materiales y en la proporción que es utilizada en el rubro. Por ejemplo, lo más probable es que el agricultor compre una sola vez en el año todos los fertilizantes que va a utilizar en los diferentes rubros. Sin embargo, debe anotar en el registro de materiales sólo lo correspondiente al cultivo de papa, y de igual forma debe proceder con otros materiales utilizados (pesticidas, sacos, etc.).

Otro dato importante a considerar al momento de registrar los materiales es la cantidad de insumos que se aplican al cultivo. Este valor no solamente sirve para multiplicarlo por el precio unitario y obtener el costo total, sino que para fines de asesoría o

recomendación técnica. Por ejemplo, se puede recordar y comprobar si las dosis aplicadas corresponden a las recomendadas. Muchas deficiencias en los rendimientos o en la calidad de la producción y que redundan en los resultados económicos se pueden explicar por aplicaciones bajas o muy altas de insumos como fertilizantes o pesticidas. De ahí que esta información es de gran utilidad a la hora de revisar los factores de éxito o de debilidad en los resultados logrados.

Cuadro 13.2 Registro de materiales directos utilizados en el cultivo.

REGISTRO DE MATERIALES				
Temporada: 2004-2005 Potrero: La Esquina			Rubro: Papa Consumo Superficie: 3.4 hectáreas	
Materiales	Fecha	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Costo Total (\$)
Herbicida	1º Sept.	3,4 lt.	8.900	30.260
Semilla	2 Octubre	8.160 kg	120	979.200
Fertilizante (Mezcla)	3 Octubre	5.100 kg.	230	1.173.000
Fungicida	10 Octubre	6.8 kg.	25.000	170.000
Total :				(b) \$ 2.352.460

c. Registro de maquinarias

Respecto al registro de maquinarias e implementos (**Cuadro 13.3**) es necesario establecer una diferencia si las maquinas son propias o arrendadas. Si son arrendadas, el registro es sencillo, pues se anota como costo lo que fue pagado y el número de horas ocupadas en la labor tal como se señala en el **Cuadro 13.3**. Dicho registro es similar a los anteriores y los datos solicitados son labor, maquina y/o implemento utilizado, fecha, horas, valor unitario y costo total.

Cuadro 13.3 Registro de maquinarias e implementos utilizada en el cultivo.

REGISTRO DE MAQUINARIAS E IMPLEMENTOS					
Temporada: 2004-2005 Potrero: La Esquina			Rubro: Papa Consumo Superficie: 3.4 hectáreas		
Materiales	Fecha	Maquinaria y/o implemento	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Costo Total (\$)
Preparación de suelo	1sept.	Tractor e implementos	17 horas	12.000	204.000
Plantación	10 oct.	Plantadora	3,4 has	50.000	170.000
Aporca	5 dic.	Tractor y equipo	7 horas	15.000	105.000
Aplicación fungicida	8 ene.	Tractor y equipo	3,5 horas	12.000	42.000
Cosecha	20 feb.	Arrancadora	3,4 has	50.000	170.000
Total :					(c) \$ 691 .000

d. Registro de producción

El registro de producción tiene como finalidad documentar la producción del cultivo para poder estimar el rendimiento del cultivo y los ingresos que se van a obtener. Respecto a esto, es posible realizar una estimación sencilla completando el **Cuadro 13.4** u otro similar. Sin embargo, un cuadro así de resumido supone que toda la producción se vende en un mismo momento a un único precio, en tanto, muchos agricultores, almacenan al menos parte de su producción y la van vendiendo en forma parcializada y/o a diferentes clientes. En este caso, además del registro de producción y venta resumido que se presenta en el **Cuadro 13.4**, es bueno tener un registro de ventas donde se anote la fecha de la venta, la cantidad de sacos, el precio unitario, y el ingreso total para cada una de las ventas parciales realizadas.

Cuadro 13.4 Registro de producción y ventas del cultivo.

REGISTRO DE PRODUCCIÓN Y VENTAS				
Temporada: 2004-2005 Potrero: La Esquina			Rubro: Papa Consumo Superficie: 3.4 hectáreas	
Tipo de Producción	Producción	Unidad	Precio (\$)	Ingreso Total (\$)
Consumo	2.380	Sacos 50kg	3.500	833.000
Semilla	850	Sacos 50kg	5.000	4.250.000
Desecho	170	Sacos 50kg	1.000	170.000
Total :	3.400			(d) \$ 5.253.000

e. Registro de resultados

El registro de resultados (**Cuadro 13.5**) resume toda la información anterior para establecer indicadores de productividad y ganancias o pérdidas de la realización del cultivo.

En el ejemplo mostrado en el **Cuadro 13.5**, se puede ver que primero se realiza un resumen de los costos del cultivo para las 3,4 hectáreas, en la columna costo total. La información de esta columna proviene de los totales en los registros parciales de mano de obra (a), materiales (b), maquinarias (c), otros costos (**Cuadros 13.1, 13.2 y 13.3**). A un lado del costo total, se pueden ver los costos por hectárea para cada ítem, los cuales sumados entregan el valor del costo total por hectárea, también se puede calcular como un valor referencial, el porcentaje que significa cada uno de los ítems mencionados en el costo total.

En este cuadro, se ha incorporado la producción total del cultivo, dato necesario para estimar el costo directo/saco, el cual es un valor de referencia para comparar los precios

para cada temporada, y servir como unidad de análisis para estimar posibles bajas o alzas en los costos, producto de variaciones en los precios de insumos o en los rendimientos del cultivo. Otro dato importante a señalar en un resumen es el rendimiento del cultivo, pues este permite una comparación con otras temporadas, con otros agricultores y si se realizan fichas por potreros, permite compararlos entre ellos.

Cuadro 13.5. Resumen de la temporada e indicadores de resultado.

RESUMEN DE LA TEMPORADA E INDICADORES DE RESULTADO			
Temporada: 2004-2005 Potrero: La Esquina		Rubro: Papa Consumo Superficie: 3.4 hectáreas	
Item de Costo Directo	Costo Total \$	Costo/ha (\$)	Porcentaje (%)
Mano de obra (a)	820.000	241.177	21.22
Materiales (b)	2.352.460	691.900	60.89
Maquinarias (c)	691.000	203.235	17.89
Otros			
Total	3.863.460	1.136.312	100
Producción Total (sacos):	3.400	1.000	
Producción Comercial (sacos):	3.230	950	
Costo/saco: (\$/saco de 50kg.)	\$ 1.196	\$ 1.196	
Rendimiento Total (ton/ha):	170	50	
Rendimiento Comercial (ton/ha):	161,5	47,5	

Resultados	Total (\$)	Resultado/hectárea (\$)
Ingresos por ventas	5.253.000	1.545.000
Costos directos	3.863.460	1.136.312
Margen Bruto	1.389.540	408.688

En la segunda parte del **Cuadro 13.5**, se resumen los ingresos, costos directos, y el margen bruto del cultivo, con lo cual se puede estimar ganancias o pérdidas del cultivo para el conjunto de la superficie plantada, y por hectárea.

El margen bruto, que es la diferencia entre los ingresos brutos y los costos directos, permitiendo al agricultor cuantificar las ganancias, y el margen bruto/ha. Además, el margen bruto permite comparar el resultado obtenido en la producción comercial de papa con los resultados de otros rubros existentes en el predio, lo que sumado a otros antecedentes puede servir para tomar la decisión de qué rubro producir o priorizar en las campañas siguientes.

11.4 CONCLUSIONES

Los sistemas agropecuarios requieren cada día mayores niveles de información para la toma de decisiones, lo que es una debilidad en la agricultura nacional, pues no se tiene el hábito de registrar datos que ayuden a establecer indicadores de productividad y resultados económicos de las actividades realizadas.

Para tomar decisiones informadas es necesario que los agricultores se guíen con su experiencia y expectativas, pero además, es necesario que cuenten con herramientas que les permita cuantificar los costos de producción y poder realizar comparaciones con los ingresos, para obtener el margen de ganancia o pérdida, y para así poder comparar los resultados de cada temporada y también entre otros cultivos que realiza.