

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

ANTECEDENTES TECNICOS PARA EL CULTIVO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LA REGION DE AYSÉN.



EDITOR
DIEGO ARRIBILLAGA GARCIA

COYHAIQUE, CHILE, 2013

BOLETÍN INIA Nº 272



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

ANTECEDENTES TECNICOS PARA EL CULTIVO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LA REGION DE AYSÉN.

EDITOR
DIEGO ARRIBILLAGA GARCIA

COYHAIQUE, CHILE, 2013

ISSN 0717-4829

BOLETÍN INIA Nº 272

ÍNDICE

Introducción	5
Características generales del cultivo de la papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.).	7
Requerimientos edafoclimáticos del cultivo.	15
Calidad de la papa-semilla.	21
Producción y manejo del cultivo de papa.	25
Cosecha.	47
Almacenaje.	51
Experiencia productiva realizadas en la Región de Aysén.	63
Enfermedades que afectan al cultivo de la papa.	73
Costos del cultivo y registro de labores.	79
Bibliográfica.	87

Autores: Magdalena Mansilla González, Ingeniero Agrónomo
Diego Arribillaga García, Ingeniero Agrónomo

Editor: Diego Arribillaga García
Ingeniero Agrónomo

Representante legal: Hernán Felipe Elizalde Valenzuela, Director INIA-Tamel Aike

Mansilla, M Arribillaga, D., 2013. Boletín N° 272. Antecedentes Técnicos para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L), en la Región de Aysén. Julio 2013. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA Tamel Aike. Coyhaique, Chile. 88 p.

ISSN 0717 – 4829.

SE AUTORIZA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL CITANDO AL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. MINISTERIO DE AGRICULTURA, CHILE.

Diseño y diagramación	:	Felipe Geoffroy Mansilla
Diseño portada	:	Diego Arribillaga García.
Impresión	:	Imprenta América Ltda.
Cantidad de ejemplares	:	500 unidades

1. Introducción.

En Chile, la papa se cultiva desde Arica a Magallanes, ocupando el cuarto lugar dentro de los cultivos anuales, después de trigo, maíz y avena. El principal destino de la producción nacional es el consumo en fresco para el mercado interno, mientras que las exportaciones, que no superan las 1.600 toneladas anualmente, son menores, siendo las principales exportaciones, de semilla a Brasil y fresco a Argentina. A nivel nacional, la papa cumple un rol indispensable en la alimentación, teniendo un consumo promedio nacional de 58 kilos anuales por habitante, en los últimos cinco años, siendo este valor aún mayor, por hábito alimenticio, en la zona sur del país.

Según Odepa, la superficie nacional promedio plantada de las últimas tres temporadas ha sido 48.254 ha, aumentando un 19% el 2013 en relación a la temporada anterior. En la Región de Aysén según el último Censo Agropecuario del año 2007, se cultivaban 185,2 ha, de las cuales 33,5 ha, se cultivan bajo riego y 151,7 ha en seco, con un rendimiento promedio de 103,9 qqm/ha.

En cuanto al rendimiento promedio a nivel nacional, durante la temporada 2011/2012, se alcanzaron 22.87 ton/ha. Si se toma en consideración un consumo per capita en la Región de Aysén de 70 Kg./año (mayor al nacional) y una población de 104.843 habitantes al año 2010, estimando el rendimiento nacional, se estaría abarcando un 57,7% de la demanda regional.

En la Región de Aysén, el rubro presenta un gran potencial, debido al clima, disponibilidad de superficie, aislamiento, sanidad y demanda regional. Dentro de las oportunidades que ofrece en términos sanitarios es que está regulada por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), como un Área Libre de Plagas cuarentenarias de la papa, lo cual le permite producir semilla de calidad en todas sus categorías, con posibilidades de comercializarla dentro del país, como hacia el exterior.

Mediante el presente boletín técnico, se pretende poner a disposición de los productores de papa, las principales herramientas que le permitan realizar manejos adecuados al cultivo, de forma de mejorar la rentabilidad y calidad de su producción.

2. Características generales del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.)

La papa es una planta que pertenece a la familia de las Solanáceas. La planta puede desarrollar frutos con semillas viables, sin embargo, para cultivos comerciales la forma de propagación es a través de un tubérculo semilla. Dentro de la planta, es factible diferenciar las siguientes partes de la planta (Figura 1).

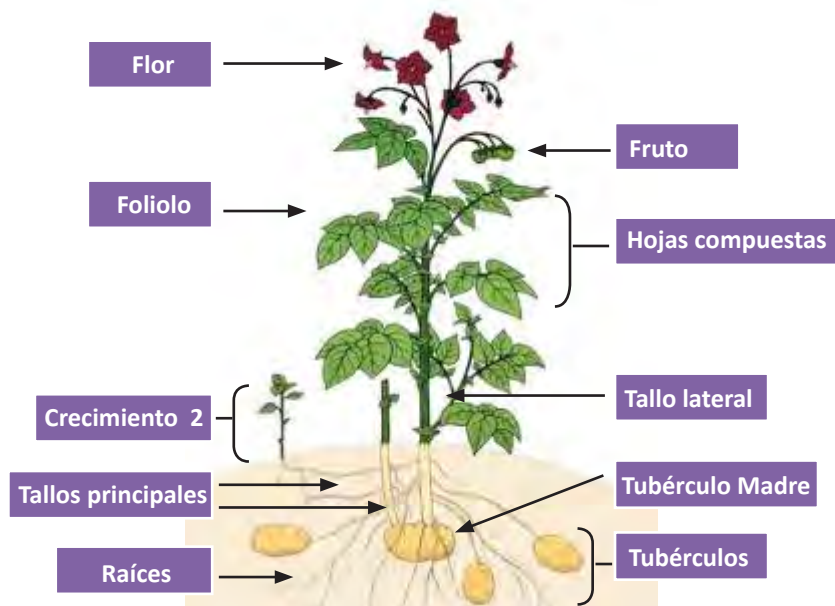


Figura 1. Morfología de la planta (*Solanum tuberosum*)

2.1 Morfología.

Tallos principales y hojas: Constituyen los órganos de fotosíntesis de la planta. Los tallos

se originan de las yemas del tubérculo madre. Las hojas, normalmente son compuestas, esto quiere decir, que tienen un peciolo con varios folíolos laterales y uno terminal.

Flores y frutos: Las flores de las papas tienen ambos sexos, presentando el cáliz, corola, estambre y pistilo. Dependiendo de la variedad, los colores pueden ser diversos variando desde blanco al morado. El fruto corresponde a una baya (el tomatillo), que contiene desde ninguna hasta más de trescientas semillas. Su importancia radica en su utilización en mejoramiento genético para obtención de nuevas variedades.

Estolones: Son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo a partir de yemas de la parte subterránea de los tallos principales. En los extremos de los estolones generalmente se forman los tubérculos.

Raíces: Las plantas que se desarrollan a partir de tubérculos, producen raíces adventicias en los nudos de la parte subterránea de los tallos principales y en los estolones. Normalmente la planta enraíza hasta 60 cm, concentrándose entre los 30-40 cm, la mayor cantidad de raíces (Figura 2).

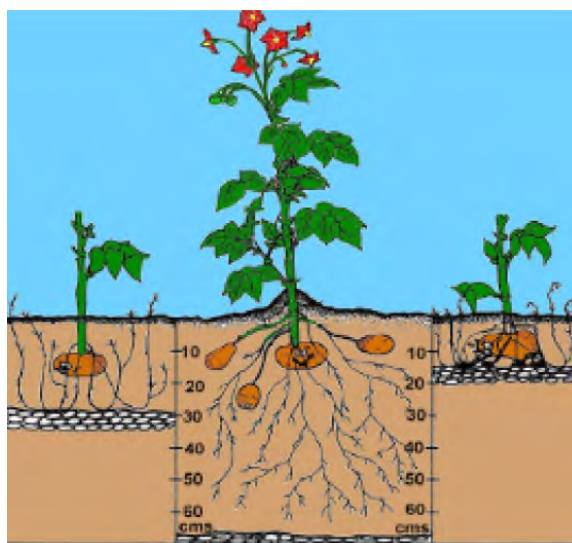


Figura 2. Distribución de raíces en el perfil del suelo.

Tubérculos: El tubérculo se forma en el extremo del estolón (Figura 3 A), como consecuencia de la acumulación de reservas, constituyendo el principal órgano de reserva de la planta. La cantidad de elementos que componen el tubérculo, puede variar de-

pendiendo de la variedad y de las condiciones de crecimiento, sin embargo en forma general, se puede señalar que posee un 80% de agua y 20 % de materia seca. Por el alto contenido de agua del tubérculo, es que se pone énfasis en los manejos de éste una vez cosechado, de forma de disminuir al mínimo las pérdidas por golpes y pudrición.

En la Figura 3 B, se puede observar que un tubérculo posee dos extremos. Uno es el Talón, el cual va conectado el estolón y el otro extremo es el distal. En su parte exterior se distribuyen los ojos o yemas siguiendo una espiral (3 D). Estos darán origen a los brotes y posteriormente a tallos principales. Se ubican además en la superficie del tubérculo, las lenticelas que le permiten al tubérculo realizar el intercambio gaseoso. Al hacer un corte transversal del tubérculo (3 C), se puede observar desde el exterior al interior: Piel o peridermo, corteza, xilema, parénquima de reserva y tejido medular.

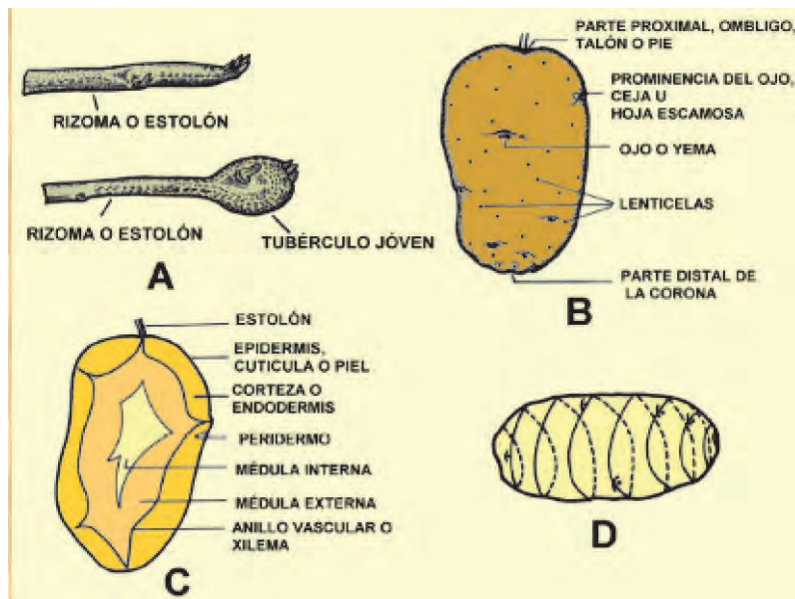


Figura 3. Morfología del tubérculo y del estolón.

Brotes: Los brotes se desarrollan a partir de las yemas que se encuentran en los ojos del tubérculo, los cuales pueden variar en número dependiendo de la variedad, calibre del tubérculo, etc. Estos brotes darán lugar a los tallos principales y a la nueva planta, como se observa en la Figura 4.b, con 7 tallos principales.



Figura 4. Tubérculos en estado de brotación múltiple (a) y tallos principales (b).

2.2 Fenología y eco fisiología del cultivo de papa.

En el cultivo de papa, los procesos más importantes que tienen lugar son; fotosíntesis y respiración. Como resultado de la fotosíntesis se generan carbohidratos y durante la respiración estos se consumen. Los carbohidratos que no se utilizan en la respiración, se distribuyen por diferentes partes de la planta, siendo el principal destino los tubérculos. Es por ello, que un alto rendimiento puede deberse a una alta tasa de crecimiento del tubérculo o que el cultivo disponga de un largo período para acumular carbohidratos en los tubérculos. Por ello, el rendimiento se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento} = \text{Producción por día} \times \text{Número de días}$$

2.2.1 Plantación a emergencia.

Una vez que se ha realizado la plantación del tubérculo semilla, el brote comienza a desarrollarse dependiendo de las temperaturas, humedad, grado de brotación del tubérculo. Este período dura, en general, entre 15 a 30 días. A los 6 °C, comienza el crecimiento, pero es muy lento, a los 9 °C, el crecimiento es lento y se maximiza a los 18 °C. El conocer la temperatura de suelo es importante al momento de programar la época de plantación, ya que ésta se debe iniciar cuando la temperatura del suelo haya alcanzado por lo menos 7-8 °C. Como se señala anteriormente, temperaturas inferiores retrasan el proceso de brotación y emergencia, pero temperaturas superiores, pueden estresar el tubérculo y generar enfermedades. Durante esta fase la plántula sobrevive de las reservas contenidas en el tubérculo-madre y por las giberelinas presentes en la región subapical. En esta etapa se debe tener el cultivo libre de malezas.

Es necesaria una adecuada humedad en el suelo para que haya producción de raíces. La conjunción de dos factores; humedad del suelo y bajas temperaturas, no solo retrasa la emergencia de la planta sino que favorece el desarrollo de problemas fitosanitarios, como los producidos por el hongo *Rhizoctonia solani*. Se espera que la emergencia del cultivo sea lo más rápida posible (Figura 4 a).

2.2.2 Crecimiento vegetativo e inicio de la tuberización.

Una vez producida la emergencia, comienza el crecimiento de la parte aérea de la planta y de las raíces. El cultivo en condiciones óptimas de crecimiento (20-23 °C) puede llegar a cubrir totalmente el suelo (cierre de hileras), en 40 -45 días después de emergencia. Lo ideal es que este período, hasta cierre de hilera, sea lo más corto posible. Paralelamente se produce la tuberización, que va a depender del tipo de crecimiento de la variedad, según sea de ciclo corto o ciclo largo.

- Ciclo corto: crecimiento moderado de la parte aérea, crecimiento temprano de los tubérculos y maduración temprana, lo que se traduce en un alto rendimiento en un período de tiempo relativamente corto.
- Ciclo largo: mayor desarrollo del follaje. tuberización y maduración más tardía.

La elección de una u otra por parte del productor, va a depender de ciertos factores como son; período de cultivo, época de cosecha y de las condiciones climáticas, entre otros. En el caso de riesgo de heladas tardías o tempranas, sequía en el último período de cultivo, las variedades de ciclo corto aventajan a las de ciclo largo y producen los mayores rendimientos. En caso contrario, si se dispone de un período mayor de crecimiento, sin riesgos de heladas y riego, la alternativa para alcanzar mayores rendimientos, sería una variedad de ciclo largo.

El contenido de humedad del suelo en esta etapa juega un rol fundamental. Generalmente el contenido de humedad influye directamente sobre el número de tubérculos y el desarrollo del follaje, los cuales se ven afectados por un déficit de agua. Por otro lado, bajos niveles de agua, puede resultar en mayores porcentajes de sarna común en tubérculos.

En esta etapa la planta se independiza del tubérculo madre en cuanto a la nutrición y comienza el proceso fotosintético o de asimilación necesario para la formación de hidratos de carbono que serán transportados a la zona de crecimiento aéreo (follaje, brotes, flores y frutos), y subterráneo (raíces, estolones y tubérculos)

La capacidad y velocidad de desarrollo de vegetación por parte de planta y de la tuberización depende de muchos factores entre ellos; la edad fisiológica de la semilla, tratamiento de la semilla, duración del día y temperatura, intensidad de luz, nitrógeno, densidad de plantación, disponibilidad de agua y variedad.

En relación a la edad fisiológica, mientras más avanzada esté, con mayor rapidez llega el cultivo al cierre de hilera. Por otro lado, si se prebrota o se corta el tubérculo, de igual manera este período se adelanta. En cuanto a la duración del día y a la temperatura, se puede señalar que:

- Con días cortos y temperaturas bajas, las plantas tuberizan pronto, los estolones son cortos y la vegetación no alcanza gran desarrollo.
- Con días largos y temperaturas moderadas, la tuberización se retrasa y la vegetación se desarrolla más.

En general las altas temperaturas favorecen el crecimiento vegetativo y las bajas temperaturas el crecimiento de los tubérculos. La energía necesaria para que se produzca una asimilación en la planta proviene directa o indirectamente de la luz del sol. Alrededor de la mitad del espectro de la radiación solar es de la longitud de onda adecuada para ser utilizable para la fotosíntesis, que es la comprendida entre 400 y 700 nanómetros. Cuanto mayor sea la intensidad de la luz, mayor es la fotosíntesis. La intensidad de luz depende del ángulo de incidencia de los rayos y de la nubosidad del cielo. Normalmente, cuanto mayor sea la altitud del terreno, mayor es la intensidad de la luz.

Si se pretende acortar el período de crecimiento, ya sea para obtener primores o semilla, los niveles de nitrógeno no deben ser altos (en relación a los análisis de suelo) y se debe establecer el cultivo a una alta densidad de plantación (150-180 mil tallos/ha).

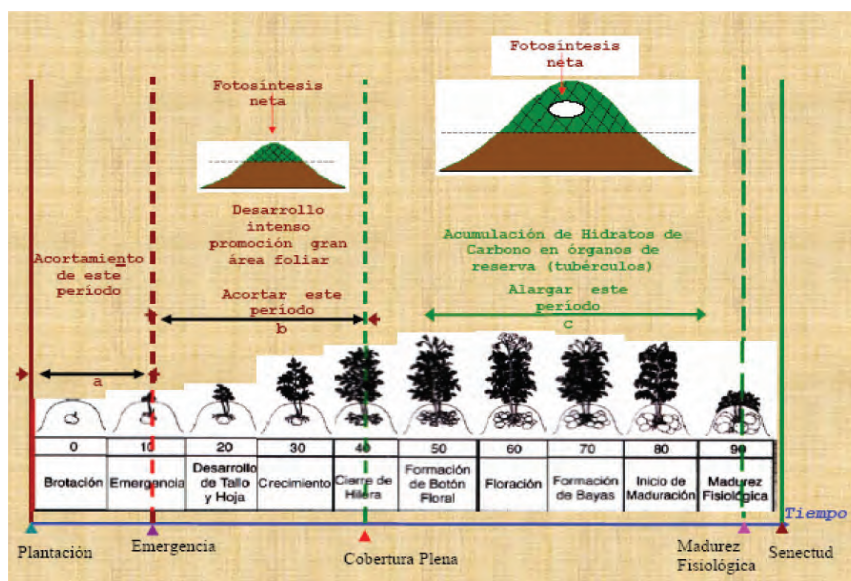
2.2.3 Llenado de tubérculos.

Después de terminado el proceso de tuberización, se inicia el llenado de los tubérculos. Este ocurre continuamente en el tiempo, por lo tanto, en este estado se deben proveer todas las condiciones para lograr el óptimo crecimiento de los tubérculos, principalmente por el intenso proceso fotosintético que ocurre con una máxima área foliar en el que se encuentran las plantas. Particular importancia cobra el adecuado suministro de agua, nitrógeno y potasio. Un déficit hídrico en este período puede inducir a una senescencia temprana de las plantas, crecimientos secundarios, protuberancias, crecimientos agrietados, bajo rendimiento. Mientras que cambios bruscos en la humedad del suelo puede provocar el denominado “corazón hueco”. En el caso de existir un exceso de humedad, se puede producir lenticelosis o aumento en el tamaño de las lenticelas en los tubérculos,

que afectan la apariencia de la papa. Lo ideal es que este período pueda durar la mayor cantidad de tiempo (Figura 5).

2.2.4 Maduración de los tubérculos.

Esta etapa se inicia con la senescencia de tallos y hojas. Este proceso es lento pero sostenido en el tiempo. En muchas variedades este proceso culmina con la caída de las plantas. Sin embargo, después de la caída, el tejido aéreo puede mantenerse parcialmente verde y activo. Se puede decir que la planta de papa alcanza su completa madurez natural cuando los tubérculos no continúan aumentando de peso, su piel está firme (no se desprende al presionarla con los dedos) y el follaje se encuentra seco. En la etapa de maduración el déficit hídrico provoca un acortamiento de la dormancia y aumenta el contenido de azúcares reductores.



Fuente: Contreras, A. 2009.

Figura 5. Fenología y ecofisiología del cultivo de papa.

En forma general, como se observa en la figura 5, en un cultivo comercial se debe acortar el período entre plantación y cierre de hileras, de forma que el cultivo llegue lo más pronto a su máxima capacidad de “fabricación” de carbohidratos. Una vez alcanzado la máxima capacidad de la fábrica, se espera que este período hasta senescencia sea lo más largo posible, ¿Cómo se logra? prebrotando la semilla, plantando en suelos con condiciones de temperatura y humedad adecuada, un aporte balanceado de nutrientes, buena prepara-

ción de suelo, principalmente. Posteriormente, mantener el cultivo libre de malezas, con aporte de nutrientes, y un adecuado manejo del riego, permite alargar el período vegetativo y de esta manera obtener mayores rendimientos. La duración para cultivo de primores y semilleros será menor, ya que la idea es que la papa llegue a su estado de senescencia. En el primer caso, para llegar en un momento estratégico al mercado y en el segundo para obtener los calibres esperados y no coincidir con los pick de población de áfidos. Para lograr esto, principalmente, se maneja la fertilidad, los niveles de nitrógeno son bajos, de fósforo altos y la densidad de plantación es mayor.

3. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo.

El cultivo de la papa, presenta distintos requerimientos de suelo, clima, riego, durante su proceso de desarrollo, que condiciona su potencial productivo

3.1 Suelo.

El cultivo de papa prefiere suelos con texturas ligeras, arenosos o francos, con buen drenaje y contenido de materia orgánica, libre de pedregocidad que pueda afectar el crecimiento y forma de tubérculos. Aunque las papas toleran suelos ácidos con un pH de hasta 5, el pH ideal para este cultivo se encuentra entre 5,5 y 6,5. Los análisis de pH de suelo, realizados durante las últimas dos temporadas a un grupo objetivo de productores de papa, se presentan en el cuadro 1, los resultados promedio por sector, de la acidez del suelo, permiten concluir que en general estos suelos no presentan una limitación para la producción de papa. En el caso de pH, cercanos e inferior a 5,5, es necesario utilizar fertilizantes que no acidifiquen el suelo.

Cuadro 1. Acidez promedio de suelos destinados al cultivo, por sector.

SECTOR	pH
LAGO ATRAVESADO	5,65
SEIS LAGUNAS	5,56
SALTO CHICO	6,01
VALLE SIMPSON	5,91
SANTA ELENA	6,31
EL CLARO	5,86
COYHAIQUE BAJO	6,14
CERRO NEGRO	5,66
CHILE CHICO	6,55
PUERTO AYSÉN	5,96

Fuente: Laboratorio de suelo, INIA Tamel Aike 2013.

Se sabe que la planta, en comparación a otros cultivos, posee un sistema radicular débil. Esta característica, puede afectar el rendimiento cuando existen capas impermeables que imposibilitan a la raíces de alcanzar mayor profundidad y por ende limita la disponibilidad de agua durante las épocas más secas. Es por ello, que necesita una buena preparación de suelo que permita además de un adecuado enraizamiento en profundidad en el suelo, una rápida emergencia.

Otro factor importante en la emergencia, es el contenido de humedad del suelo, lo ideal es realizar la plantación cuando tiene un contenido medio de humedad, con una consistencia blanda, caracterizada por la friabilidad (se desmenuza con cierta facilidad).

Al estar muy seco por un lado, la semilla pierde peso retrasando la emergencia y número de tallos, caso contrario, si está demasiado húmedo, la semilla se pudre debido a la carencia de oxígeno.

3.2 Temperatura.

Los factores climáticos que afectan directamente el crecimiento del cultivo son: la radiación, la longitud del día y la temperatura. La radiación diurna determina el crecimiento y la producción del cultivo, la longitud del día determina la iniciación de la tuberización y la temperatura influye en la eficiencia de la fotosíntesis durante el día y en las pérdidas por la respiración por la noche.

La temperatura óptima para la producción de papas es aproximadamente entre 20 - 25 °C durante el día y alrededor de 10-12 °C por la noche. Con temperaturas nocturnas más bajas respecto a las diurnas, el proceso de la respiración disminuye, quemando menos materia seca y por ende la planta la almacena en forma de almidón en los tubérculos. Los días largos en combinación con temperaturas relativamente altas suelen retrasar la iniciación de la tuberización y estimular el crecimiento de follaje.

La papa es una especie sensible a heladas. Temperaturas de 0 °C causan problemas al cultivo. Puede provocar clorosis o manchas con o sin deformación de hojas. Heladas de mayor intensidad (1 a 2 °C bajo cero), pueden causar importantes daños en la parte aérea de las plantas, provocando marchites en las hojas, que al descongelarse tienen un aspecto húmedo, para luego secarse con la destrucción del follaje. (Figura 6).



Figura 6. Sintomatología en planta de papa causada por heladas.

En relación a la temperatura de suelo, la papa requiere mínimo 6 °C para emerger. Luego durante el desarrollo del cultivo temperaturas óptimas fluctúan entre 14 °C y 19 °C.

3.3. Agua.

Las plantas necesitan un aporte continuo de agua, ya que mediante el agua se realizan los procesos de fotosíntesis y absorción de nutrientes. Solamente una pequeña parte se utiliza en la fotosíntesis (2%). El agua es el medio de transporte dentro de la planta para los compuestos orgánicos y minerales y juega un rol fundamental en la evapotranspiración. Mediante la apertura y cierre de los estomas, la planta regula los procesos de transpiración y captación de anhídrido carbónico (CO₂). Cuando hay suficiente agua, los estomas permanecen abiertos, por otro lado cuando hay déficit hídrico, estos se mantienen cerrados y la captación de anhídrido carbónico es menor, lo cual dificulta los procesos de fotosíntesis se realicen, y por ende afecta el rendimiento.

La planta requiere agua en cada fase de desarrollo, sin embargo su demanda cambia según el estado vegetativo, en que se encuentre (Figura 7). Las etapas claves en las cuales no es recomendable que la planta tenga déficit son;

- Inicio de tuberización: disminuye número de tubérculos y aumenta porcentaje de sarna común en la piel.
- Crecimiento y llenado final de tubérculos: aparición de grietas, crecimientos secundarios y deformación.



Fuente: Contreras, A. 2009.

Figura 7. Distribución de los requerimientos de agua y puntos críticos durante el cultivo.

Por otro lado, es importante que se realice un manejo adecuado en cuanto a la cantidad de agua que se aplique mediante el riego. Riegos excesivos pueden afectar la calidad industrial del tubérculo, ya que disminuye la materia seca. Además, para el caso de producción de semilla, riegos tardíos alargan el período de maduración y aumenta la sensibilidad a golpes y enfermedades. Por ello, al disponer de un sistema de riego, es necesario contar con equipos adecuados, como tensiómetros, bandejas de evaporación, entre otros, que permitan determinar de mejor forma cuándo y cuánto regar.

En cuanto a la cantidad de agua requerida, el cultivo una vez que ha cerrado hileras, puede evaporar una cantidad de 100 a 120 mm por mes, lo que indicaría que por temporada tendría una demanda de alrededor de 400 mm. En la figura 8, se puede observar que la precipitación promedio registrada en la zona intermedia de la Región de Aysén, alcanza los 860 mm, de los cuales un 60% precipita durante los meses de abril a agosto.

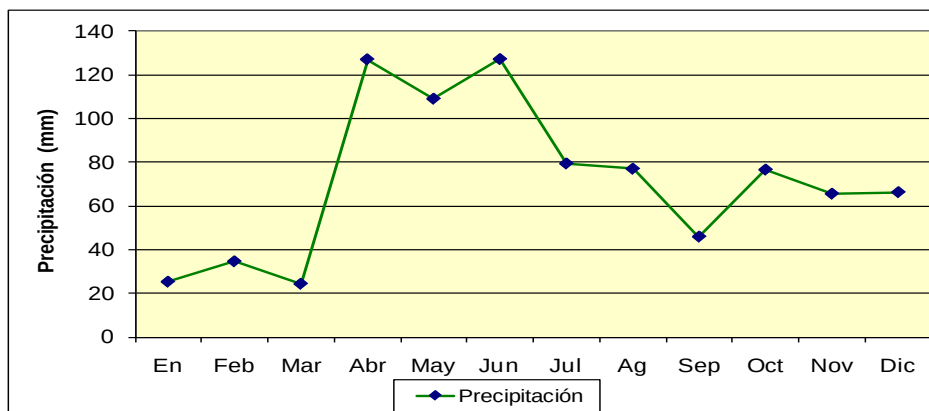


Figura 8. Precipitaciones promedio mensuales de las últimas 4 temporadas, en la Zona Intermedia (Valle Simpson).

En la zona de microclima, Chile Chico, las precipitaciones son aún menores (Figura 9), alcanzando desde octubre a marzo en promedio los 85 mm. Es por ello que los productores de esta zona, están obligados a regar para lograr que el cultivo se pueda desarrollar en buenas condiciones.

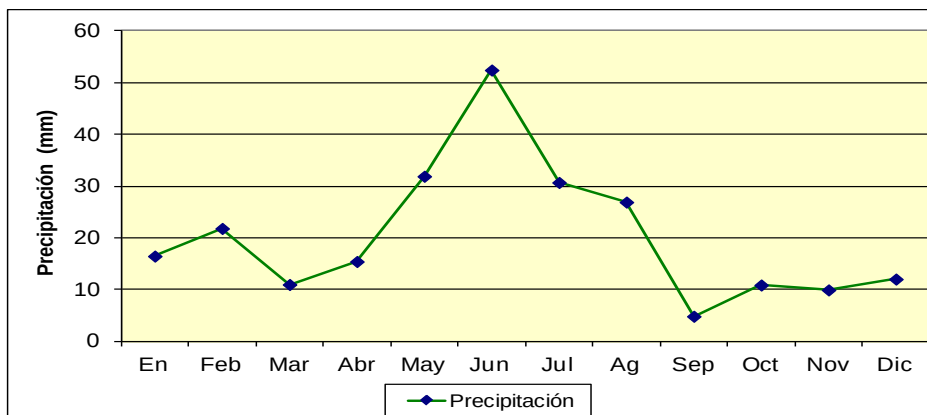


Figura 9. Precipitaciones promedios mensuales de las últimas temporadas, en la Zona de Microclima. (Chile Chico).

Para el caso de la zona húmeda (Figura 10), durante el período de crecimiento del cultivo, se alcanzan precipitaciones promedios de alrededor de 700 mm, por lo cual no habrían déficit hídricos en esta zona.

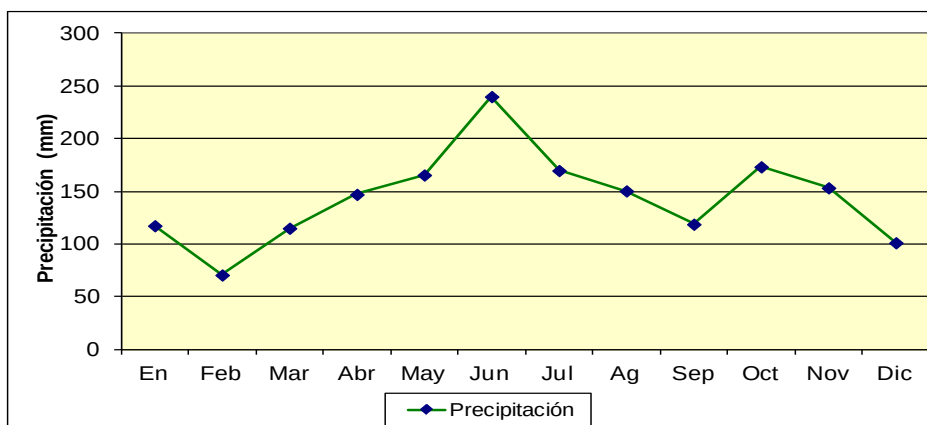


Figura 10. Precipitaciones promedios mensuales de las últimas temporadas, en la Zona Húmeda. (Puerto Aysén).

4. Calidad de la papa-semilla.

El día de hoy existe nuevas tecnologías y conocimientos aplicables al cultivo de forma de hacerlo más rentable, sin embargo, no hay respuesta en los cultivos sino se utiliza una semilla de calidad. La calidad se define en base a tres criterios: **Identidad y Pureza Varietal**; **Estado Fitosanitario**; y **Edad Fisiológica**. Es necesario tomar todas las medidas posibles de protección durante la cosecha, la clasificación y el almacenamiento, con el fin de mantener al máximo el potencial de rendimiento de la papa-semilla.

4.1. Pureza varietal.

Está relacionada con el porcentaje de igualdad de plantas y tubérculos que se obtiene producto de un proceso de multiplicación. Este parámetro le permite al productor poder tener en su lote, una producción de papa con las mismas características de la papa-semilla utilizada, tanto morfológicas como características propias de la variedad como; cualidad culinaria, potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades, etc.

Este parámetro se mide más fácilmente cuando el cultivo se encuentra en floración, por otro lado, observaciones en la arquitectura de la planta, coloración y forma de las hojas, ayuda a poder distinguir aquellas que no corresponden a la variedad que se esta cultivando. Para los lotes destinados a semilla certificada, el productor en época de floración debe recorrer el lote marcando todas aquellas plantas que sean distintas, de forma que lo que coseche corresponda por lo menos en 98 % a la variedad cultivada (Figura 11). En semilla certificada este valor debe fluctuar entre 98 y 100%, esto quiere decir que por cada 100 plantas no debieran estar presentes más de 2 fuera de tipo (distintas).



Figura 11. Planta fuera de tipo (a). Productor marcando plantas fuera de tipo (b).

4.2 Estado fitosanitario.

Está relacionado a la carga de enfermedades que pueda tener una papa-semilla (Figura 12). De este parámetro depende directamente la calidad de la cosecha y rendimiento a alcanzar. En producción de semilla se debe cumplir con ciertos rangos de porcentajes de enfermedades en el tubérculo, los cuales el productor al momento de comprar una semilla debe verificar en la etiqueta correspondiente. Si existiera alguna discordancia entre lo que estipula la etiqueta y lo que el productor observa en el tubérculo o durante el desarrollo del cultivo, existen instancias en el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), para hacer las observaciones pertinentes.

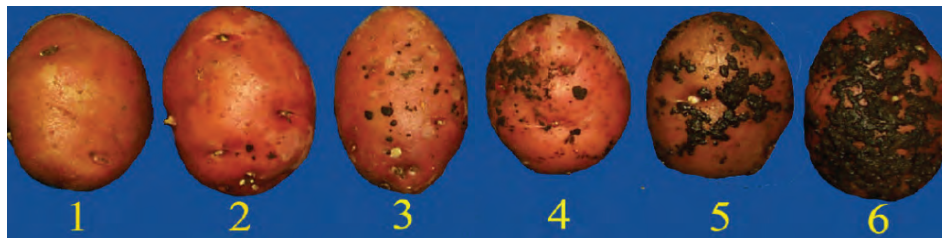


Figura 12. Niveles de infección del tubérculo con el hongo *Rhizoctonia solani*.

4.3 Edad fisiológica.

Una vez cosechados los tubérculos, pasan por diversos estados fisiológicos. Comienzan con un período de dormancia, luego el tubérculo pasa a un estado de dominancia apical, en el cual la yema apical comienza a brotar mientras que las demás aun están inhibidas. Caso contrario, el tubérculo va perdiendo gradualmente esta dominancia apical y las demás yemas comienzan a brotar, pasando a un estado de rotación múltiple. Este es el momento ideal para plantación, ya que pasado este estado, el tubérculo comienza a

envejecer y a perder su vigor y calidad como semilla (Figura 13).



Figura 13. Estados fisiológicos de un tubérculo de papa.

4.3.1 Período de latencia.

Una vez que el tubérculo fue cosechado, este no tiene la capacidad de generar brotes hasta que haya transcurrido un determinado período de tiempo, lo cual se denomina período de latencia. La mayor o menor duración de este período, depende principalmente de: madurez del tubérculo al momento de la cosecha, la variedad, condiciones de suelo y clima durante el cultivo, y temperaturas de almacenamiento. Generalmente un tubérculo cosechado antes de alcanzar su madurez brota antes que un tubérculo maduro.

4.3.2 Dominancia apical.

Este proceso comienza por un proceso hormonal en el tubérculo. La yema apical comienza primero a crecer en desmedro de las demás. La duración de este período depende de la temperatura de almacenamiento y al desbrote. Tubérculos almacenados a 4 °C alarga la duración, mientras que almacenados a temperaturas superiores a 15 °C, la dominancia apical pasa a brotación múltiple. No se recomienda plantar tubérculos con dominancia apical ya que por lo general solo desarrollaran un solo tallo principal, que se ramificara intensamente. En estos casos, antes de plantar, lo que se debe realizar es desbrotar la semilla, esto quiere decir remover el brote. De esta forma se estimula la brotación de las demás yemas, lo que dará origen a varios tallos por planta.

4.3.3 Brotación múltiple.

En esta etapa comienza la brotación de varias yemas al mismo tiempo. —Durante este período influye el tipo de almacenaje juega un rol fundamental en el tipo de brote que

genere el tubérculo. Si se almacena en oscuridad, los brotes son escasos, de color blanco, delgado y altamente susceptible al desprendimiento por acción mecánica. En condiciones ideales, se espera que el productor almacene su papa-semilla en una bodega que le llegue luz indirecta (luz difusa). De esta manera, los brotes que se generaran serán cortos, fuertes, de color oscuro y de mayor resistencia a enfermedades y al desprendimiento.

4.3.4 Senectud.

A medida que el tubérculo avanza en la etapa anterior, va envejeciendo. En esta etapa no es recomendable desbrotar ya que el tubérculo pudo haber perdido su capacidad de rebrotamiento o puede solo formar brotes débiles. No es aconsejable dejar que los tubérculos lleguen a esta etapa para ser plantados.

5. Producción y manejo del cultivo de papa.

El primer paso antes de comenzar a producir papa, es establecer y tener claro cuál será el **objetivo productivo** que se tendrá. Esto quiere decir, cuál mercado es el objetivo; se producirá para primores, papa de guarda, semilla (nacional o exportación) y/o papa para procesamiento. De acuerdo al objetivo que se tenga, irán de la mano distintos manejos y formas de comercialización, además de las exigencias que se debe cumplir para el caso por ejemplo de producción de semilla. Una vez que se define el objetivo productivo, ya se puede tener claro que manejos y decisiones se tomarán, para tener los mejores resultados en rendimiento y calidad de la producción.

5.1 Elección de la variedad.

Al momento de elegir una variedad a cultivar, el productor debe hacerse una serie de preguntas, ¿Cuál es mi destino de producción?, papa para guarda, primor, para procesamiento (papa frita, puré), ¿Qué historial de enfermedades se tiene en el potrero?, presencia de Tizón, pie negro, sarna común, etc. ¿Cuál es el período de crecimiento que dispone?, 3 meses, 5 meses. Una vez que se responden estas preguntas, ya se puede orientar mejor el productor, si se elige entre una variedad de ciclo corto o largo, con ciertas cualidades culinarias y/o con resistencias a enfermedades. A continuación se detalla en el siguiente cuadro, las características de las principales variedades de papa cultivadas en la Región de Aysén.

Cuadro 2. Características de las principales variedades cultivadas.

VARIEDAD	MADUREZ	COLOR PIEL	REACCION A ENFERMEDADES				Latencia	APTITUD
			TTF	PLRV	PVX	PVY		
Yagana-INIA	semiprecoz	Amarilla	MS	R	R	MS	larga	FB,CF, Fch
Pukara-INIA	semitardía	Roja	MR	R	R	MR	media	CF
Desirée	semitardía	Roja	MS	MS	MR	R	larga	CF
Karú-INIA	semiprecoz	Roja	MR	MR	R	MR	larga	FB, CF
Patagonia-INIA	semitardía	Roja	MR	MR	R	MR	larga	CF

Fuente: Informativos INIA Remehue.

TTF: Tizón tardío **PLRV:** Virus del enrollamiento **PVX:** Virus X **PVY:** Virus Y **R:** Resistente **MR:** Mod. Resistente **MS:** Moderadamente susceptible **S:** Susceptible **CF:** Consumo fresco **FB:** Frita bastones **Fch:** Frita chips.

La papa semilla que se adquiera, siempre debe ser legal e idealmente certificado. Para ello se debe comprar a productores o empresas que tengan inscritos sus lotes de producción de semilla en el SAG. Una vez que el material es entregado este debe estar en mallas de 50 kg. e identificadas con una etiqueta que dependerá de la categoría de semilla que se trate (Figura 14a y 14b).



Figura 14. Papa-semilla envasada y etiquetada (a). Tipos de papa-semilla legal y no legal (b).

5.2 Manejo del suelo.

Para el establecimiento y manejo del cultivo de papa, se deben realizar una serie de labores y manejos al suelo, las cuales se describen a continuación;

5.2.1 Rotación de cultivo.

Es uno de los factores más importantes de considerar al momento de manejar la sanidad de los cultivos. Cuando se practica el monocultivo, es decir, cultivar una misma especie durante muchos años en el mismo sector sin rotación, aumenta la cantidad de inóculo de enfermedades y plagas y por otro lado, afecta las condiciones físico-químicas del suelo. El período que debiera transcurrir entre una y otra plantación de papa, va a depender de los niveles y tipo de infestación de plagas y enfermedades identificadas durante el último cultivo de papa. Sin embargo, en forma general se recomienda que las plantaciones de papa no debiesen realizarse en el mismo lugar por más de 2 a 3 temporadas seguidas. Cultivos para rotar: Avena, trigo, nabo forrajero, entre otros, y establecimiento de praderas para eliminar papas hospederas “huachas”, cuando las labores de cosecha fueron deficientes o se espera producir semilla en ese lote luego de 4 temporadas.

5.2.2 Preparación de suelo.

Corresponde a la manipulación física del suelo, el objetivo de modificar aquellas características que afectan la brotación de semillas y posteriores etapas de crecimiento del cultivo. Esta labor, es una de las más importantes en la producción de papa, ya de ella depende el adecuado crecimiento de la planta y por ende el rendimiento de los cultivos. Aunque las labores de preparación de suelo dependen de muchos factores, como tipo de suelo, clima y recursos en maquinaria que disponga cada agricultor, se puede recomendar en forma general, que el objetivo es mullir el suelo en profundidad, incorporar materia orgánica y controlar malezas. Para lo cual, se puede utilizar, el arado cincel para mullir en profundidad, las rastras y arados para romper material vegetal e incorporarlas y finalmente rotovator, vibrocultivadoras o rotofresadoras para afinar cama de semilla, para que no queden terrones de más de 3 cm de diámetro. Si bien la época depende de cada lugar, el inicio de las labores debe ser cuando el suelo esté con un contenido bajo de humedad, es decir, ni seco ni excesivamente húmedo.

Si se tiene una pradera degradada, en otoño es ideal para comenzar a prepararla. Primero con un rastraje se corta la parte vegetal, si se pretende incorporar fertilizante orgánico (Guano de animal), este se aplica en la superficie y se incorpora con un arado, de disco o vertedera. Posteriormente, se deben pasar rastrajes livianos y equipos para afinar cama de semilla y controlar malezas. Lo ideal que las últimas labores se realicen apenas unos días antes de plantar, para tener menos malezas durante la emergencia del cultivo.

En presencia de suelo, con alto contenido de materia orgánica y sueltos, se puede utilizar arado cincel para soltar el suelo en profundidad y en la superficie se puede mullir con rastras, rotofresadoras o rotovator (Figura 15). Si la preparación de suelo se realiza

durante la primavera, para que no se retrase la plantación, se recomendaría hacer un barbecho químico, para una rápida descomposición y evitar problemas de malezas. Esta práctica consiste en aplicar un herbicida no selectivo para poder iniciar una preparación de suelo libre de malezas, que puedan dificultar la labor. Presenta una serie de ventajas como son; control eficaz de malezas viejas y perennes, ahorro de tiempo y costo de preparación, al pasar menos veces los equipos y menos riesgo de compactación, entre otras. Los herbicidas más utilizados son los de ingrediente activo Glifosato (herbicida sistémico, no selectivo) y Paraquat (de contacto, no selectivo). Cuando se aplica glifosato, como no es residual (no queda en el suelo), se puede plantar inmediatamente luego de la preparación de suelo. A continuación se presenta una serie de maquinarias utilizadas en la preparación de suelo.



a



b



c



d



Figura 15. Maquinaria utilizada en preparación de suelo. (a) Arado cincel incorporador de rastros. (b) Arado vertedera. (c) Rotovator. (d) Arado de disco. (e) Arado cincel. (f) Rastra Tandem. (g) Rastra Offset.

5.4 Selección y preparación de la papa- semilla.

Antes de plantación, el productor debe realizar diversas prácticas para disponer del material que se va a plantar en óptimas condiciones. Sin embargo, esta labor idealmente debe comenzar la temporada anterior, pero no en la bodega, sino en campo, eliminando plantas enfermas, fuera de tipo, anormales, de manera de no llevar este material a bodega.

5.4.1 Calibre.

En Chile, los calibres a comercializar de papa-semilla están regulados por la norma de certificación del SAG. Los calibres van desde 25 mm hasta los 65 mm, habiendo una diferencia de no más de 10 mm entre el calibre mayor y menor; esto quiere decir; 25/35 semillita, 35/45 semilla 1, 45/55 semilla 2, 55/65 semillón. La utilización de un calibre u otro, presenta algunas ventajas y desventajas que se detalla en Cuadro 3.

Cuadro 3. Uso y ventajas según calibre de papa-semilla utilizado.

PAPA SEMILLA GRANDE	PAPA SEMILLA PEQUEÑA
Produce menos brotes por kg. de semilla	Produce más brotes por kg. de semilla
Produce emergencia más temprana	Produce emergencia más tardía
Más brotes por tubérculo, mayor producción por planta	Pocos brotes por tubérculo, menor producción por planta
Puede plantarse más profundo	Requiere plantarse más superficial
Menor probabilidad de presencia de virosis	Mayor probabilidad de virosis
En caso de heladas, mejor recuperación del cultivo	Menor recuperación del cultivo, en caso de heladas
Necesita más kg/ha de semilla	Necesito menos kg/ha. de semilla

Fuente: Contreras, A. 2008.

En general, la inclinación de uno y otro calibre va depender de factores climáticos y económicos. Sin embargo, para las condiciones climáticas de la Región en general, utilizar calibres de mayor tamaño genera ciertas ventajas. Por ejemplo, si el cultivo se ve afectado por una helada tiene mayor probabilidad de que se recupere y por otro lado, si las temperaturas son bajas al momento de la plantación y la papa-semilla es atacada por el hongo *Rhizoctonia solani*, es más factible un rebrote.

Independiente del tamaño de la semilla, antes de plantar, se recomienda calibrar la semilla, de forma de plantar todos los tubérculos de un cierto calibre juntos y no de todos los tamaños mezclados. Una vez calibrada, se ajusta la distancia de plantación. En general, mientras más grande la papa-semilla, mayor distancia sobre hilera, mientras más pequeña, menor distancia, que puede fluctuar entre los 18 a 35 cm. (Figura 16 y 17).



Figura 16. Calibración manual de semilla. (a) Productor local calibrando manualmente. (b) Calibradora artesanal.



Figura 17. Calibración de papa con maquina eléctrica, Coyhaique.

5.4.2. Desbrote.

El número de tubérculos por planta va a depender del número de tallos que se generen por cada papa-semilla. Una forma de estimular la brotación, es remover el brote apical cuando el tubérculo se encuentre en el estado de dominancia apical.

5.4.3. Ruptura de latencia.

Cuando el período entre cosecha y plantación es corto (2 a 3 meses), hay métodos para que el tubérculo, adelante su período de brotación. A continuación se describen algunos métodos.

5.4.3.1 Corte de papa-semilla.

El tubérculo que se utiliza en este caso en general es el calibre semillón, el más grande, de 5.5 a 6.5 cm. Esta práctica además de estimular la brotación, permite aumentar el número de tallos por tubérculo, mejorar distribución de tallos, utilizar menor semilla y por ende ahorrar dinero. Sin embargo, es importante para evitar la transmisión de enfermedades, desinfectar cada vez que se corta un nuevo tubérculo (jarro con agua y cloro) el instrumento que se ocupe (cuchillo, corta pluma, etc.). Se debe asegurar dejar 2 a 3 ojos por trozo y el corte debe ser longitudinal (Figura 18). Por otro lado, para mejorar el porcentaje de emergencia y disminuir pérdidas por pudrición, se recomienda hacer el corte un par de semanas antes de plantar dejando unidos los trozos, para que suberize el área cortada, separando los trozos definitivamente al momento de la plantación. Este material cortado se puede dejar en mallas o en cajas de forma que le llegue luz difusa. Esta práctica es aconsejable sólo en aquellos casos cuando hay escasez de semilla, esta tiene un alto costo y/o el material es alta calidad.



Figura 18. Productor local realizando corte de tubérculos (a). Corte longitudinal del tubérculo (b).

5.4.3.2 Prebrotado:

La prebrotación es el mecanismo de exponer la papa-semilla en cajas o mallas (idealmente) a luz difusa (Figura 19). Esta técnica permite dar mayor uniformidad a la emergencia, adelantar la emergencia, el inicio de la tuberización y el cultivo en general, alrededor de 15 días. Es recomendable hacerlo 2 meses antes de plantación. En caso de que los tubérculos al llevarlos al prebrotado, tengan el brote apical, es mejor removerlo.

Esta técnica otorga grandes beneficios para aquellos productores locales, que por riesgos de heladas, cuentan con un período corto de crecimiento (100-120 días) y/o en otros casos, al momento de plantar, las temperaturas de suelo aún son bajas (igual o menor a 6°C).



Figura 19. Tubérculos prebrotados, variedad Pehuénche-INIA (a). Invernadero Prebrotación, productor local (b).

5.4.3.3 Acido giberélico (AG).

La papa-semilla se sumerge por 5 minutos en agua combinada con AG, en una concentración de 5 ppm. Luego debe ser llevada a una bodega con luz difusa hasta la planta-

ción. Resguardo de aplicar dosis mayores, ya que produce efectos negativos como; tallos que se ramifican y se alargan demasiado, sistema radicular poco desarrollado.

5.4.4 Desinfección.

En el manejo integrado de enfermedades, se encuentra la práctica de desinfección del tubérculo-semilla antes de plantación, en prealmacenaje y al suelo al momento de la plantación. La desinfección de semilla y del suelo, se realiza para proteger principalmente al cultivo contra problemas derivados del ataque de *Rhizoctonia solani* (Rizoctoniasis), *Fusarium* spp. (Pudrición seca) Y *Helminthosporium solani* (Sarna plateada). Para el caso de otras enfermedades como las producidas por virus o bacterias, el uso de desinfectantes no es recomendable, ya que no tendrá un efecto sobre la sanidad del tubérculo. La elección de desinfectar o no, va a depender del historial del suelo en el cual se va a plantar, de la susceptibilidad de la variedad a *Rhizoctonia* y *Fusarium* principalmente y además de la calidad de la papa semilla que se está utilizando. En caso de plantar en suelos fríos, con variedades susceptibles y en potreros con registro de fallas de emergencia, se hace necesario desinfectar. En Cuadro 4, se presenta listado de productos químicos, utilizados para el tratamiento de enfermedades en papa.

Cuadro 4. Productos químicos registrados para el tratamiento de papa-semilla*.

Nombre comercial	Ingrediente Activo	Problema a controlar	Tratamiento	Dosis	Modo de acción
Celest 025	Fludioxonil	Rizoctoniasis, Sarna plateada	Pulverización TPS	1 l/ton de TPS	Contacto
		Sarna común			
		Pudrición seca, Sarna plateada	Pulverización TPS	0,5 l/ton de TPS	
Tecto 500 SC	Thiabendazole	Sarna común			Sistémico
		Rizoctoniasis	Inmersión TPS	0,34 L/100 L de agua	
		Pudrición seca, Sarna plateada	Aspersión al surco de plantación	2,25 L/ha	
		Ojo de Buey, Rizoctoniasis	Pulverización en post cosecha	4 L/100 L de agua	
Moncut 40 SC	Flutolanil	Rizoctoniasis	Pulverización TPS	0,25 a 0,35 L/ton TPS	Sistémico
			Aspersión al surco de plantación	2 L/ha	
Impulso	Azoxistrobina	Rizoctoniasis	Aspersión al surco de plantación	3 L/ha	Sistémico
Anagran Plus	Carbendazime/manzocéb	Rizoctoniasis, Pudrición seca	Espolvoreo TPS	1 a 2 Kg/ton de TPS	Contacto y sistémico
		Sarna plateada			
Priori	Azoxistrobina	Rizoctoniasis	Aspersión al surco de plantación	3 L/ha	Contacto y sistémico
Monceren 250 FS	Pencicuron	Rizoctoniasis	Pulverización TPS	1 l/ton de TPS	Contacto
			Aspersión al surco de plantación	3 a 5 lt/ha	
Strepto plus WP	Sulfato de Estreptomicina Clorhidrato de oxitetraciclina	Pudrición blanda	Inmersión del TPS	60 a 120 gr en 200 a 400 lt de agua. Cambiar la solución cuando se torna barrosa.	Sistémico
Shirlam 500 SC	Fluazinam	Sarna polvorienta	Aspersión al surco de plantación Pulverización al TPS	1 a 2 L/ton de TPS	Sistémico
Basamid G	Dasomet	Rizoctoniasis, Pudrición seca	Incorporación en el suelo, 15 a 20 cm	350 600 Kg/ha	Fumigante del suelo

* Los productos químicos señalados en este cuadro, no corresponden a una recomendación de INIA, sino a un resumen de lo descrito por los fabricantes.

Al momento de elegir y aplicar un producto químico para la desinfección, es importante leer la etiqueta y verificar:

- Que se indique que es un producto utilizado en papa.
- La dosis indicada por el fabricante y respetar en la aplicación.
- Seguir las recomendaciones de seguridad (vestimenta y manipulación).
- Las enfermedades que controla. Para ello, se debe conocer historial del potrero, enfermedades presentes en el material a utilizar y susceptibilidad de la variedad, de esta manera se sabrá que enfermedades se debe controlar y que producto químico utilizar.
- Forma de aplicación. Se debe tener en cuenta con que equipos se cuenta. Ya que si no se dispone de los equipos adecuados, la aplicación puede ser deficiente y no lograr los resultados esperados.

5.4.5 Equipos y formas de aplicación.

Los equipo para aplicación de productos o técnicas, corresponden al espolvoreo y la utilización de pulverizadoras, las que se describen a continuación:

5.4.5.1 Espolvoreo.

Consiste en la aplicación del producto en polvo sobre el tubérculo semilla. La aplicación del desinfectante en polvo se puede aplicar en máquinas, en trompos o en la tolva de plantación. En la tolva, se coloca una capa de papa-semilla, se aplica uniformemente el polvo, luego otra capa de papa-semilla, desinfectante y así sucesivamente. El movimiento interno de la tolva hará que el producto se mezcle de mejor manera con la semilla.

5.4.5.2 Pulverización y aspersión.

Consiste en la aplicación del producto en forma líquida sobre el tubérculo semilla. Para hacer una aplicación en líquido, se utilizan máquinas estacionarias que aplican homogéneamente el producto con un bajo volumen, como el modelo Mantis Mafex 80 (Figura 20). Además, algunas plantadoras tienen incorporado un sistema de aspersión, que moja al tubérculo antes de caer al surco de plantación y/o el interior del surco.



Figura 20. Máquina estacionaria de ultra bajo volumen.

En el caso de no contar con estas máquinas, el productor también puede utilizar una bomba de espalda o un equipo nebulizador para desinfectar tubérculo semilla y/o surco (Figura 21). Lo importante a considerar, es que se debe aplicar uniformemente el producto y que el tubérculo-semilla no se moje excesivamente. Para el caso de desinfección al suelo, debe estar con un contenido medio de humedad y se debe hacer un buen mojado.



Figura 21. Desinfección con bomba de espalda.

5.5 Plantación.

Antes y durante la plantación existen una serie de decisiones técnicas a considerar, para poder lograr que esta etapa vital del cultivo, sea un éxito.

5.5.1 Época de plantación.

La época de plantación depende de varios factores, sin embargo los más significativos a considerar son el **ciclo de la variedad** a utilizar, **objetivo productivo** y el **clima** de la zona. Para que la papa comience su desarrollo necesita temperaturas mínimas de suelo de alrededor de 6 °C, si se planta con temperaturas de suelo inferiores, simplemente la papa-semilla duerme, siendo afectada por las bajas temperaturas y enfermedades como la rizoctoniasis. En general y por las condiciones de la Región, aunque es necesario evaluarlo en cada sector, una buena época de plantación sería durante el mes de octubre.

En la figura 22, se puede observar que durante las últimas cuatro temporadas, en la Zona Intermedia, las temperaturas de suelo sobre los 6°C, se comienzan a registrar a fines de septiembre, por lo cual desde esta fecha sería recomendable comenzar las plantaciones.

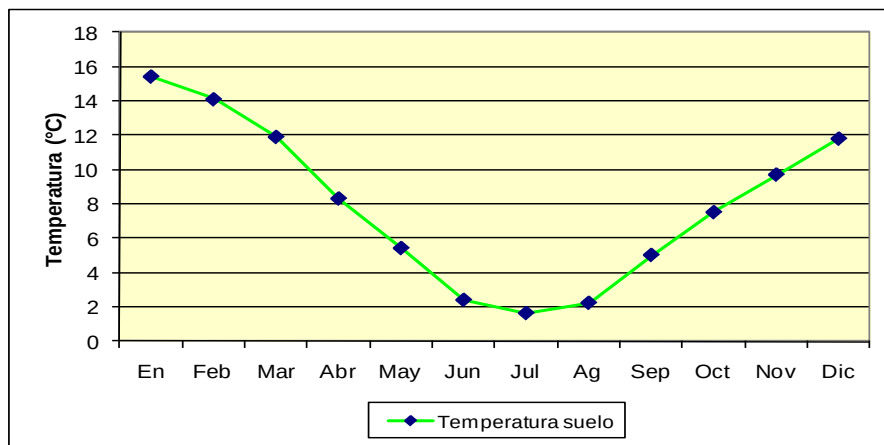


Figura 22. Distribución de las temperaturas promedio de suelo de las últimas cuatro temporadas, en la Zona Intermedia (Valle Simpson).

Para la zona de microclima (Figura 23), las temperaturas de suelo adecuadas para la plantación se alcanzan ya en el mes de septiembre, sin embargo se registran aún temperaturas mínimas inferiores a 0°C, siendo recomendable realizar la plantación en el mes de Octubre, con el objeto de no exponer el cultivo a heladas tardías de fines de septiembre, primera quincena de octubre.

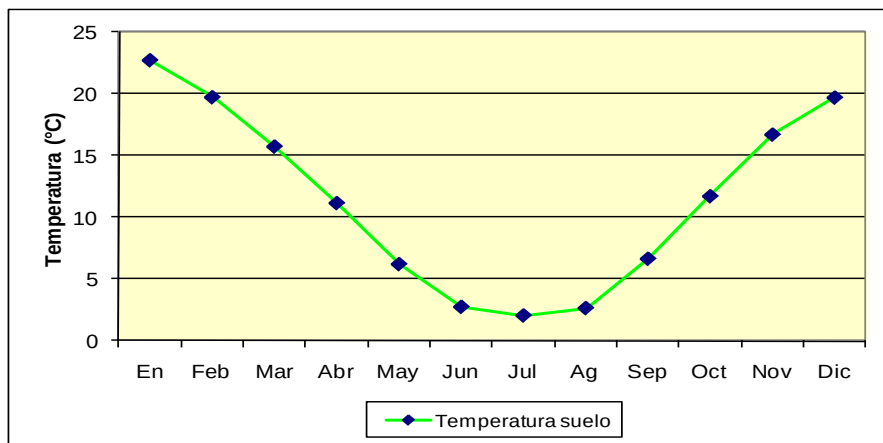


Figura 23. Distribución de las temperaturas promedio de suelo de las últimas cuatro temporadas en la Zona de Microclima (Chile Chico).

5.5.2 Profundidad de plantación.

La profundidad de plantación óptima depende de muchos factores. Se puede hacer una plantación superficial o más bien profunda, la decisión de una u otra va a depender de ciertas condiciones (Cuadro 5).

Cuadro 5. Profundidad de plantación según factores bióticos y abióticos.

PLANTACION SUPERFICIAL (5-8 cm)	PLANTACION PROFUNDA (10-12 cm)
Baja temperatura de suelo	Temperatura elevada del suelo
Disponibilidad de riego o alta pluviometría.	Condiciones de sequía durante la temporada
Posible ataque de <i>Rhizoctonia solani</i> .	Posible presencia de tizón tardío.
Cosecha mecanizada	Zona con gran exposición al viento
Falta de vigor del tubérculo-semilla	Alto vigor del tubérculo-semilla

Fuente: Contreras, A. 2008.

5.5.3 Densidad de plantación.

Uno de los principales factores a considerar en el cultivo de papa, es la densidad de plantación, ya que de ella va a depender el número de plantas por metro cuadrado y el número de tallos que finalmente determinará el rendimiento y distribución de calibres.

La densidad de plantación, se define como el resultado de multiplicar el número de plantas por el número tallos principales que posee cada planta, en una determinada superficie de suelo. Por lo cual, la densidad real es el número de tallos por unidad de superficie.

La densidad de tallos principales por hectárea va a depender del objetivo productivo, ya sea para:

Producción de papa-semilla: 250 a 300 mil tallos/ha

Producción de papa-temprana: 150-180 mil tallos/ha

Producción de papa consumo: 150 a 200 mil tallos/ha.

Para obtener la densidad deseada se debe conocer primero el número de tallos que genera cada variedad en sus distintos calibres y de esta forma ajustar la distancia de plantación. A continuación se detallan algunos ejemplos.

Ejemplo 1.

Para la variedad Karu, destino papa consumo, se requieren 150 mil tallos/ha como mínimo o 15 tallos/metro cuadrado. Si se utiliza un tubérculo-semilla de calibre 5,5-6.5 cm, este genera 3 tallos por tubérculo. ¿A qué distancia, por lo cual, se debe plantar?.

$15 \text{ tallos/metro}^2 \times 0,85 \text{ cm (distancia entre hilera)} = \text{se requieren } 12,75 \text{ tallos/metro lineal.}$

$\frac{12,75 \text{ tallos/metro}}{3 \text{ tallos}} = 4,25 \text{ tubérculos/metro lineal} = 1 \text{ metro: } 4,25 = 0,24 \text{ m} = \mathbf{24 \text{ cm.}}$

Ejemplo 2.

Para la variedad Desireé, destino papa consumo, se requieren 150 mil tallos/ha como mínimo o 15 tallos/metro cuadrado. Si se utiliza un tubérculo-semilla de calibre 5,5-6.5 cm, este genera 4,2 tallos por tubérculo. ¿A qué distancia, por lo cual, se debe plantar?.

$15 \text{ tallos/metro}^2 \times 0,85 \text{ m (distancia entre hilera)} = \text{se requieren } 12,75 \text{ tallos/metro lineal.}$

$\frac{12,75 \text{ tallos/metro}}{4,2 \text{ tallos}} = 3 \text{ tubérculos/metro lineal} = 1 \text{ metro: } 3 = 0,33 \text{ m} = \mathbf{33 \text{ cm.}}$

De los ejemplos antes señalados, se puede observar como un mismo calibre no necesariamente genera los mismos tallos y por ende no se plantan a una misma distancia. Por ello, la importancia de conocer los tallos que genera la variedad utilizada en sus distintos calibres.

En resumen, se puede indicar que la distancia entre hileras, va desde los 75 a 85 cm, y la distancia sobre hilera entre 18 y 33 cm. Sin embargo, la distancia específica va a depender de:

- Objetivo productivo; si es papa-semilla, papa consumo, industria. Si se quiere obtener calibres mayores, tendrá que plantarse más distanciado y viceversa para calibres menores.
- Nº promedio de tallos principales de cada variedad, lo cual va a depender del calibre a utilizar y el manejo de la semilla (p.e prebrotado).
- Altura de camellón que se pretende obtener, si es más alto dejar más espacio entre hilera.

5.5.4 Forma de plantación.

Hay dos formas de plantación, la **manual** y la **mecanizada**, en todos sus grados. La desventaja del sistema manual frente a la mecanizada, es que la primera es más imprecisa, no se puede regular de manera acertada la cantidad de tubérculos a colocar (densidad de plantación), la aplicación de fertilizante no es uniforme, las profundidades son excesivas (15-20 cm) o irregulares y demanda alta mano de obra que incrementa los costos, 2 JH versus 10 JH/ha. La plantación mecanizada, por otra parte, permite una mejor distribución de la papa-semilla, de los fertilizantes, de la profundidad de plantación y se disminuyen los costos. En el mercado existe una variedad de tipos que se pueden ajustar a cada situación y realidad productiva (Figura 24 y 25). En la Región actualmente, la plantación se realiza en forma manual y por medio de plantadoras básicas de dos hileras, con tolva de fertilización (Figura 26).



Figura 24. Formas de plantación en la Región Aysén. Plantación mecanizada sector Salto Chico (a) y Plantación manual Chile Chico (b).

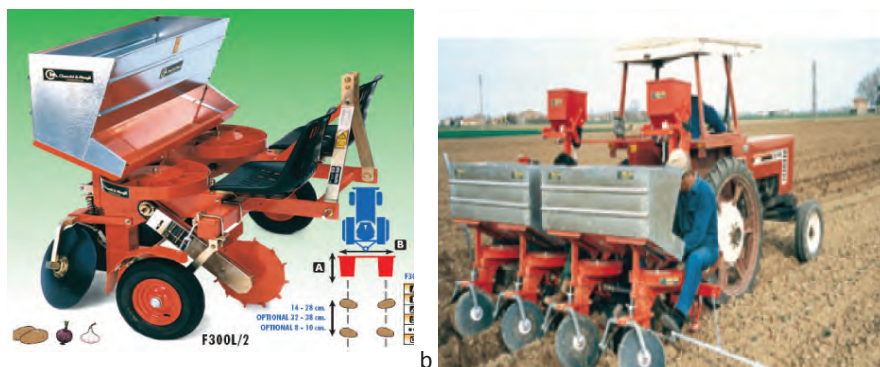


Figura 25. Tipos de plantadoras semiautomáticas disponibles en el mercado, de 2 hileras (a) y de 4 hileras (b).



Figura 26. Plantadora automática, con tolva de fertilizante y desinfección.

5.6 Fertilización del cultivo.

La fertilización depende de varios factores, por un lado de la demanda del cultivo, que se estima según el rendimiento esperado; y, por otro, del suministro del suelo, que se determina mediante un análisis de suelo. Esta relación podrá ser modificada además según la eficiencia de utilización de los fertilizantes por parte del cultivo.

El análisis de suelo entrega información sobre la acidez del suelo, materia orgánica, macro y micro nutrientes, entre otros. Al tomar estos valores, se puede lograr calcular una adecuada dosis de fertilizantes, para que de esta forma el rendimiento del cultivo no se vea limitado por la escasez de nutrientes minerales o asumir costos innecesarios al sobrestimar la dosis.

$$\text{Dosis} = \frac{\text{Demanda} - \text{Suministro}}{\text{Eficiencia de fertilización}}$$

Los principales nutrientes que necesita el cultivo son Nitrógeno (N), Fósforo (P2O5), Potasio (K2O), Calcio (CaO) y Magnesio (MgO). La absorción mayoritariamente ocurre entre emergencia e inicio de floración. El cultivo, para un rendimiento de 40 toneladas, extrae aproximadamente las siguientes cantidades de macronutrientes:

Nitrógeno (N)	=	120 Kg/ha
Fósforo (P2O5)	=	55 Kg/ha
Potasio (K2O)	=	160 kg/ha
Calcio (CaO)	=	55 Kg/ha
Magnesio (MgO)	=	30 Kg/ha.

5.6.1 Análisis de suelo.

Para poder calcular una dosis de fertilización adecuada, se debe realizar un análisis de suelo para la posterior lectura del técnico asesor. Para ello, se debe tomar una muestra de suelo en el potrero donde se plantará durante la temporada, utilizándose un barreno o pala y bolsas plásticas (Figura 27). En la unidad de muestreo se puede realizar un recorrido en zig-zag, tomando varias submuestras cada cierta distancia, a una misma profundidad (0-30 cm), teniendo como resultado una muestra de 1 Kg, la cual se envía al laboratorio especializado.



Figura 27 Toma de muestra de suelo con barreno.

En el cuadro 6 se puede observar los valores promedio por sector arrojados por análisis de suelo realizados a productores de papa de la región durante la temporada 2012 y 2013.

De acuerdo a lo establecido por Cornforth, (1998), un 70 % de los predios analizados, cuentan con un nivel de fósforo (P) bajo, entre 10 y 20 mg/kg. En cuanto al Potasio (K), un 40 % de los sectores analizados se encuentra en un rango medio, entre 195 a 312 mg/

kg y un 40 % con un nivel bajo, entre 117 y 195 mg/kg. Lo anterior reafirma la importancia de realizar análisis de suelo para aplicar las dosis de fertilizantes adecuados.

Cuadro 6. Resultados promedio de los análisis de suelo realizados en distintos sectores destinados al cultivo de la papa, año 2011 y 2012.

SECTOR	N	P	K	S	M.O.	Ph
	mg/Kg				%	
Cerro Negro	33	16,76	192,16	2,55	10,3	5,66
Coyhaique Bajo	23	17,6	488,5	0,92	9,34	6,14
El Claro	32,2	33,48	125,46	2,47	11,39	5,86
Lago Atravesado	70,16	17,6	171,95	2,12	11,87	5,65
Lago Barroso	27,5	13,15	67,85	0,87	6,97	5,47
Salto Chico	50,8	14,37	293,78	3,14	11,63	6,01
Sector Las Chacras *	18	9,6	228,6	0,5	2,35	6,55
Santa Elena	33,5	12,26	236,6	5,3	13,85	6,14
Seis Lagunas	25,33	20,4	147,57	1,08	9,17	5,5
Valle Simpson	55	12,55	244,53	2,48	13,03	5,91

Fuente: Laboratorio de suelo, INIA Tamel Aike.

* Chile Chico, Región de Aysén.

5.6.2 Rol de los nutrientes.

En el cuadro 7, se presentan las funciones, exceso y deficiencias, de los principales cinco nutrientes, necesarios para el desarrollo del cultivo de la papa.

Cuadro 7. Funciones de los nutrientes en el desarrollo del cultivo y efecto de las deficiencias y excesos en este.

N I T R O G E N O	Funciones	Constituye el elemento más importante en la formación del área fotosintética de la planta; hojas y tallos Aumenta el rendimiento comercial
	Exceso	Bajo contenido de materia seca Alto contenido de azúcares reductores Crecimientos secundarios Favorece crecimiento del follaje en desmedro de la tuberización Puede favorecer aparición de corazón hueco y deformaciones Oscurece el color de la papa frita Agrietamiento de la piel del tubérculo
	Deficiencia	Amarillamiento general Escaso desarrollo de la vegetación Calibres pequeños Bajo contenido de materia seca Alto contenido de azúcares reductores

F O S F O R O	Funciones	Contribuye a adelantar la tuberización e incrementar número de tubérculos
		Integrante de numerosos componentes de la papa
		Favorece el desarrollo radicular
		Desarrollo más temprano del cultivo (precocidad)
	Exceso	Niveles excesivos no reportan efectos adversos
		Crecimiento retrasado, plantas pequeñas, con hojas arrugadas
		Plantas con menos raíces y estolones de lo normal
	Deficiencia	Hojas verde oscuro, pudiendo los márgenes ser marrones
		Menor contenido de materia seca
		Mayor contenido de azúcares reductores

P O T A S I O	Funciones	Rol importante en la síntesis y migración de azúcares y almidón
		Favorece el desarrollo radicular
		Incrementa resistencia a heladas y a la sequía
		Confiere mayor firmeza a la piel y resistencia a los tubérculos
		Influye en el rendimiento comercial (diámetro)
	Excesos	En forma de cloruros, disminuye el contenido de materia seca
	Deficiencias	Susceptibilidad de tubérculos a daños y oscurecimiento de la pulpa
		Pobre desarrollo radicular
		Bronceado de hojas en su parte superior y pecas castañas en envés
		En fases avanzadas se puede presentar necrosis severa

Mg	Funciones	Componente de la clorofila
		Rol importante en la fotosíntesis
	Deficiencias	Hojas presentan color verde pálido entre las nervaduras de hojas mas viejas
		de hojas mas viejas

C A L C I O	Funciones	Elemento necesario para la división y crecimiento celular
		Participa en diversos procesos metabólicos
	Excesos	Un sobre encalado tiene acción depresiva en la nutrición del cultivo
	Deficiencias	Presencia de corazón hueco, mancha marrón interna y centro marrón
		Brotes no emergen de la superficie del suelo, y si lo hacen son
		plantas débiles

Fuente: Adaptado de Contreras, A. 2008.

5.6.3 Distribución de los fertilizantes.

Al aplicar los fertilizantes al momento de la plantación, se debe tener precaución de que no queden en contacto con la papa-semilla, ya que se puede afectar a los brotes e incluso podrirse. Por ello, estos deben ir localizados debajo y a un lado del tubérculo semilla. Cuando se planta manualmente se recomienda que se aplique el fertilizante en el fondo del surco, se aporque un poco con tierra y luego se deposite la papa-semilla. Los fertilizantes fosforados que se apliquen, al ser poco móviles dentro del perfil del suelo, se recomienda que se incorporen al momento de la plantación y localizado en la zona radicular, para que sean más efectivos. Cuando se aplican abonos nitrogenados, algunos productores prefieren parcializarlo. Este método se recomendaría en el caso de utilizar una variedad de ciclo largo (Desireé, Romano, entre otras.), al tener suelos arenosos y al existir lixiviación a causa de una alta pluviometría durante el período de emergencia. En este escenario se puede aplicar de un 30 a 50 % del total a la aporca.

5.7 Labores culturales.

Básicamente las labores culturales, que requiere este cultivo, en la Región de Aysén, es el control de malezas y labores de aporca.

5.7.1 Control de malezas.

Se pueden utilizar diversos sistemas; control mecánico, herbicidas de contacto y herbicidas con efecto residual. La elección de uno u otro y su dosis, va a depender de diversos factores a considerar; método de preparación de suelo, tipo de suelo, malezas a controlar, época de aplicación, desarrollo del cultivo, entre otros (Figura 28).



Figura 28. Malezas presentes en el cultivo; Quinguilla *Chenopodium álbum* (a), Mil en rama (b), Yuyo *Brassica campestris* (c).

En ensayos realizados en la comuna de Aysén, se analizaron diversos métodos de control de malezas (cuadro 8). Una vez que se determinó el rendimiento, se logró determinar que los mejores resultados se obtuvieron con los tratamientos 4 y 5. A modo de ejemplo, se puede señalar que el tratamiento más productivo, T 5, permitió obtener un 43% más de producción que el tratamiento testigo (T 1).

Cuadro 8. Tratamientos evaluados en el control de malezas.

TRATAMIENTO	LABORES REALIZADAS
1	Labranza tradicional + aporca
2	Labranza tradicional + control mecánico + aporca
3	Herbicida de contacto + herbicida tradicional + aporca
4	Labranza tradicional + herbicida postemergente + aporca
5	Herbicida de contacto + labranza tradicional + herbicida postemergente + aporca

Fuente: Mejías, J y Teuber, O. 1998.

En Chile, existen un sinnúmero de productos químicos para controlar malezas en los cultivos, de preemergencia y post emergencia de cultivo (Cuadro 9). A continuación, se indica los ingredientes activos de los productos más recomendados para ser utilizados en el cultivo de la papa. Las dosis de cada producto, se indica en sus etiquetas y las medidas de seguridad a tomar al manipular estos químicos. Estas indicaciones deben respetarse, de forma de hacer un buen uso de ellos. La forma de aplicación puede ser mediante una bomba de espalda o por medio de una pulverizadora.

Cuadro 9. Ingredientes activos utilizados para el control de malezas en el cultivo de la papa.

INGREDIENTE ACTIVO	MALEZAS A CONTROLAR	MOMENTO DE APLICACIÓN
Clomazone	Maleza hoja ancha y gramínea	Pre emergencia del cultivo. Se recomienda agregar Metribuzin
Glifosato	Amplio espectro	Barbecho químico, pre plantación
Linuron	Maleza hoja ancha y gramínea	Pre emergencia del cultivo
Metabenzthiazuron	Maleza hoja ancha y gramínea	Pre emergencia del cultivo
Metribuzina	Maleza hoja ancha y gramínea	Desde preemergencia hasta 10 cm de altura de planta
Pendimetalin	Maleza hoja ancha y gramínea	Pre emergencia del cultivo y malezas
Propaquizarop	Malezas y gramíneas	Aplicar desde emergencia de malezas
Quizalofop-etil	Malezas y gramíneas	Post emergencia de malezas
Quizalofop-p-etil	Malezas y gramíneas	Aplicar en post emergencia del cultivo

Fuente: Información entregada por empresas agroquímicas.

5.7.2 Aporcado.

Esta práctica consiste en acumular tierra alrededor del cuello de la planta, en forma manual, semi mecanizada y mecanizada. Cumple la función de proteger a los tubérculos del sol, del frío, de animales, favorece la aireación, rompe la capilaridad del suelo y por ende mantiene la humedad. Además protege de la contaminación a los tubérculos cuando ha habido presencia de tizón. El momento ideal para realizar esta labor es cuando la planta tiene entre 20 a 25 cm. En el caso de que el follaje quede algo tapado con la tierra, en ningún caso provoca daño, solo retraso en el desarrollo.

6. Cosecha.

La cosecha es una de las labores más costosas ya que requiere un mayor número de personas y por otro lado, demanda una mejor organización que cualquier otra labor en el cultivo de papa. En este cultivo la forma de cosecha puede ser manual, semimecanizada y mecanizada.

La forma manual consiste en arrancar, recoger y ensacar a mano los tubérculos, utilizando para ello diferentes implementos manuales tales como azadones, gualatos o picotas, baldes plásticos y canastos de mimbre. La semi mecanizada consiste en arrancar las plantas en forma mecanizada con una arrancadora de papa o un arado arrancador, para recoger y ensacar a mano en campo, o ensacar sobre la máquina. Por último y la de mayor inversión es la cosecha mecanizada que consiste en arrancar, recoger y ensacar automáticamente los tubérculos, usando medios completamente mecanizados. En la Región de Aysén, la mayoría de los productores han cosechado sus cultivos de forma manual, con la ayuda de herramientas como gualatos, azadones y haciendo la recolección en baldes plásticos y/o canastos de mimbre que llevan a sacos de 50 Kg., para su posterior traslado a bodega o papera. Sin embargo, ya algunos productores se han comenzado a mecanizar con la adquisición de arrancadoras y cosechadoras (Figura 29 y 30).

La cosecha manual presenta muchas desventajas en comparación con la mecanizada, por un lado hay un porcentaje importante de pérdidas por tubérculos partidos, sobre todo si no se dispone de personal capacitado y por otro, demanda una alta cantidad de mano de obra aumentando los costos. La elección de un sistema u otro depende fundamentalmente del tamaño del predio a ser cosechado, pero en forma general se recomendaría poder adquirir arrancadoras de papa (Figura 29), para aquellos que manejen superficies mayores a 0,5 ha, que se ajustan bien a distintas pendientes y a tractores de potencia media (30-80 hp), dependiendo de la máquina. Para el caso de la adquisición de una cosechadora de papa (Figura 30), se debería hacer un estudio de caso, para ver factibilidad de la inversión.

Puntos importantes de considerar al momento de la cosecha.

- Al momento de la cosecha, el suelo no debe estar demasiado húmedo, para que los tubérculos no se almacenen mojados y/o con mucha tierra adherida, para ello los tubérculos se pueden airear al lado del surco de cosecha antes de guardarlos en sacos.
- Como en la Región, se cosecha principalmente entre los meses de marzo y mayo, y las temperaturas son más bajas (Figura 22), los tubérculos tienen una mayor susceptibilidad a los daños por golpes. Es por ello, que idealmente la cosecha se pueda realizar solo en aquellos días que presenten temperaturas sobre los 8°C.
- Como la papa se compone mayoritariamente por agua, es fundamental que no se golpeen demasiado durante la manipulación, ya que se tendrá mayores pérdidas luego en el almacenaje.
- No llevar a almacenaje papas partidas, con heridas o con pudriciones.
- Almacenar preseleccionado el material a conservar (consumo, semilla, descarte)
- Preparar la bodega con anterioridad a la cosecha. Desinfectarla con cloro, sacar restos de papas, verificar que no haya goteras y/o agujeros donde puedan ingresar ratones, verificar ductos de ventilación (si son suficientes). En el caso de tener piso de tierra, que se encuentre compacto y liso. En el caso de piso de cemento, colocar un piso falso, para ello se puede hacer un entablado o colocar varios palett, con una altura mínima de 10 cm del cemento para que circule el aire.
- En el caso de cosechar papa de guarda, el momento a cosechar deber ser cuando el tubérculo ha suberizado completamente, esto quiere decir que al pasar el dedo, no se desprenda la piel.



a



b

Figura 29. Arrancadora de 1 hilera (a). Arrancadora de 2 hileras (b).



Figura 30. Demostración de cosecha con arrancadora, sector Salto Chico, Coyhaique.



Figura 31. Cosechadora de papas.

Además de las cosechadoras y arrancadoras, existen otros tipos de cosechadoras con mayor tecnología, las cuales se presentan a continuación en la Figura 32 y 33.



Figura 32. Cosechadora con descarga en maxisacos (a). Línea de selección sobre cosechadora (b).



Figura 33. Cosechadora automática.

7. Almacenaje.

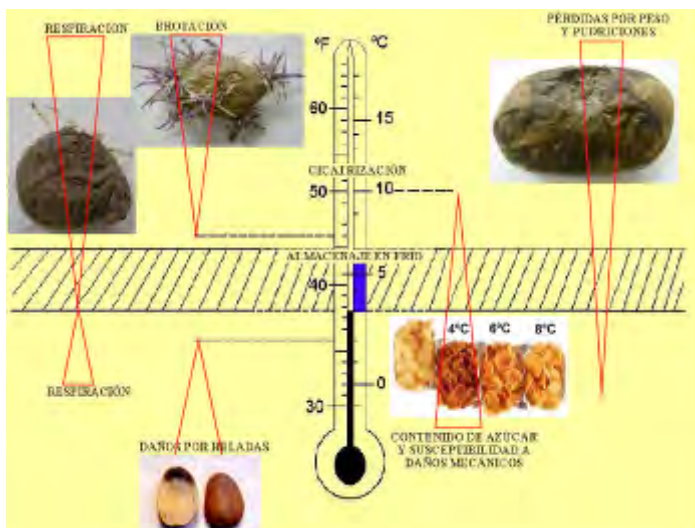
En una explotación comercial de papa, el almacenamiento y conservación de los tubérculos son aspectos claves para asegurar el éxito de la empresa. Antes de elegir un método de almacenaje es importante tener información sobre las condiciones climáticas del sector y el período de latencia de las variedades a almacenar. Por otro lado, si se quiere mejorar un sistema de almacenaje se debe evaluar antes si el costo de la operación es menor que valor de las pérdidas por almacenaje, de forma que la inversión sea justificada desde el punto de vista económico.

Para el correcto almacenaje de los tubérculos y reducir las pérdidas al mínimo, se requiere dar ciertas condiciones de temperatura y humedad, con una buena ventilación. Como se puede observar en la figura 34, el tubérculo cambia su composición química y se altera al ir variando la temperatura de almacenamiento. Por ejemplo, con temperaturas inferiores a los 2 °C, hay posibilidad de que se produzcan daños por congelamiento, lo que se traduce en una pudrición blanda en el tubérculo. Por el contrario, temperaturas altas, sobre los 30 °C, el proceso respiratorio aumenta considerablemente, provocando desordenes fisiológicos en el tubérculo, que se conoce como “corazón negro”. Por otro lado, cuando se almacena papa para fritos, a temperaturas inferiores a 5 °C, los azúcares reductores aumenta, lo cual provoca que el color de la fritura sea más oscuro y por ende de menor calidad. En una experiencia en la Región de Aysén, se evaluaron en fritura distintas variedades de papa, las cuales fueron cosechadas en el mes de mayo en el sector Coyhaique Bajo. Todas las variedades presentaron una coloración oscura con la fritura.

En general, se considera que una temperatura de 4 a 5 °C y una humedad relativa de 90-95% es ideal para el almacenaje prolongado de papas para consumo fresco (4 a 5 meses) y entre 10-12 °C para procesamiento de papa para fritos. Tubérculos colocados en humedad relativa baja, pierden humedad y se ponen blandos y sueltos. Las papas blandas son susceptibles de daños por presión y por machucaduras.

La ventilación juega también un rol fundamental. La ventilación tiene por objeto mantener en las papas almacenadas un rango óptimo de temperatura y de humedad relativa

del aire. El sistema de ventilación está basado en el principio general de introducir aire frío desde el exterior de la bodega, cuando la temperatura de esta es superior a la de afuera. Sin embargo, también la ventilación puede efectuarse por **convección** (diferencias de temperaturas), dentro de una bodega, para lo cual se puede implementar internamente un sistema con pisos falsos, paredes con pallet, ductos de ventilación, etc, que permitan que internamente circule el aire.



Fuente: Contreras, A. 2009.

Figura 34. Efecto de la temperatura en el estado interno y externo del tubérculo.



Figura 35. Coloración de fritura de distintas variedades cosechadas en el mes de mayo 2012. Sector Coyhaique Bajo, Coyhaique.

7.1 Sistemas de almacenaje bajo techo.

El primer paso antes de diseñar y construir una bodega, es determinar el tamaño en función de lo que se contempla almacenar. Cada tonelada de tubérculo, a granel ocupa entre 1,5 a 1,6 m³, donde 1 m³, representa alrededor de 650 Kg. En condiciones de ventilación natural o convección, no es recomendable que se almacene a más de 2 metros de altura, de forma de evitar diferencias excesivas de temperatura en la pila. De acuerdo a lo anterior se puede obtener una relación de metros cuadrados y toneladas de tubérculos almacenados (Cuadro 10). Por ejemplo, si se estima una cosecha de 50 toneladas para la temporada y se almacena con una altura de pila de 2 metros, se necesitaría construir una bodega de 40 m², ya que también hay que considerar pasillos. En el caso de bodegas más grandes, es importante considerar además de pasillos, el acceso a la bodega, tanto externamente como internamente, con espacio suficiente para carga y descarga. Una vez que se ha determinado el volumen de almacenamiento se puede diseñar la bodega en relación a la forma, materiales, ubicación, etc.

Cuadro 10. Capacidad de almacenaje en bodega.

	Altura de pila m ²		
Toneladas	1,5	2	3
25	25	20	12
50	50	40	25
100	105	80	50
200	500	380	250
1 m3 papas=	650 kg= 0,65 ton		
25/0,65= 38,5 / 1,5 (altura de pila)=25,5 m ²			

Fuente: Adaptado de Contreras, A. 2009.

7.1.1 A granel.

Usado para grandes volúmenes de una misma variedad y categoría, por lo cual casi no se usa paredes internas que delimiten el espacio. Debe poseer una buena ventilación, efectuada por convección (diferencias de temperatura) o por ventilación con aire forzado. Estos sistemas, al igual que los demás, pueden mejorarse utilizando ductos de ventilación en la base de los montones. Estos ductos pueden hacerse de madera, de coligue, pudiendo tener forma triangular o cuadrada en su sección transversal o ser tubos de pvc o de otro material que se perforan antes de instalarlos (Figura 36).

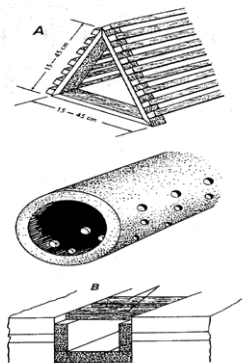


Figura 36. Ductos de ventilación utilizado en la base de las pilas de papa.

7.1.2 En trojas.

Es el sistema más eficiente y consiste en acondicionar la bodega en secciones más pequeñas (trojas). Es el sistema más usado, especialmente en los programas de producción de semilla. Una forma de mejorar estas bodegas es utilizando ductos de ventilación en la base de los montones de papa o ubicarlos de forma vertical en la pila (Figura 37).



Figura 37. Almacenamiento en troja (a). Ductos de ventilación, material Colihue (b).

La separación máxima entre los ductos no debiera exceder los 2 m. a fin de lograr una buena ventilación de los tubérculos (Figura 38). Los ductos deben ubicarse de tal manera que el aire externo tenga fácil acceso a ellos, permitiendo el acceso de aire a la bodega, sin embargo, sólo cuando la temperatura exterior no sea inferior a 4º C. Si la temperatura exterior es menor, lo ideal es que la papera cuente con un sistema de aislación para que no se afecte la papa por las bajas temperaturas (inferiores 2ºC). Algunas ventajas de almacenar en trojas son:

- ✓ Permite mantener separado en un mismo almacén, variedades, etapas o categorías diferentes de tubérculos-semilla, facilitando un mejor manejo y control de ellos.
 - ✓ Permite separar en forma eficiente diferentes lotes de semillas.
- Permite su armado y desarmado durante la temporada, facilitando la limpieza.

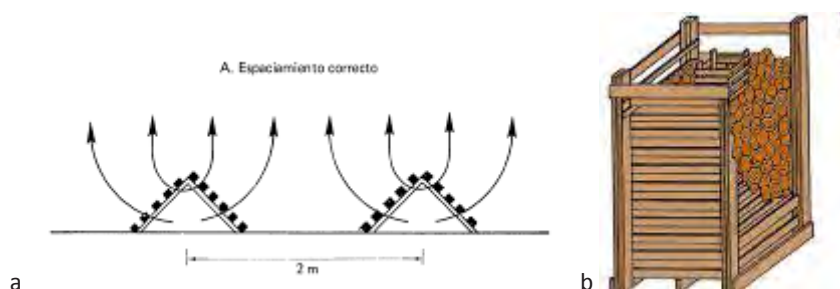


Figura 38. Espaciamento entre ductos (a). Ubicación vertical de los ductos (b).

Importante considerar:

- La altura hasta la cual se puede levantar la pila de papa almacenadas es variable, pero en términos generales se puede señalar que en la papa para consumo se puede llegar hasta 2 metros, y para semilla a 1,5 metros. Alturas mayores pueden significar fluctuaciones excesivas de temperatura en la pila y las papas del fondo sufrirán más (manchas por presión).
- Las paredes de la bodega, deben tener por lo menos un metro de altura por encima del almacenamiento.
- Nivelar la superficie de las pilas o trojas, ya que a mayor superficie expuesta se producirá una mayor deshidratación (Figura 39).



Figura 39. Distintas formas de ordenamiento de los tubérculos en la troja.

7.1.3 Almacenamiento en unidades individuales.

Uno de los envases más útiles de almacenamiento son los cajones de madera que almacenan entre media a una tonelada (Figura 40 b), pero requieren un manejo mecánico para su traslado. Estos cajones, tanto por los costados como en la base llevan tablas espaciadas para facilitar la ventilación. Una opción a las cajas, es armar secciones dentro de la bodega, con fardos de pasto (Figura 40 a).



Figura 40. Almacenamiento en cajones de fardos (a). Almacenamiento en cajones paletizados (b).

Otra forma, es almacenar en mallas, sobre todo la cosecha que se destina a semilla (Figura 41a). Es importante apilar y ordenar las mallas por secciones, dejando espacios entre cada una, sobre pallet, para facilitar la ventilación y movimiento de aire (Figura 41b).



Figura 41. Almacenamiento en mallas y cajones plásticos (papa semilla) (a).
Mallas sobre pallet (b).

Para almacenar aquellos materiales de alta calidad y poder prebrotarlos antes de plantación, una forma de almacenarlos es en cajas de madera o plásticas, que se ordenan una sobre otra (Figura 42).

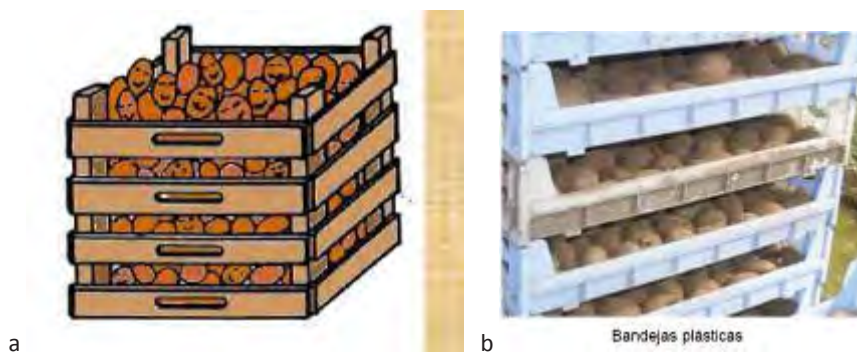


Figura 42. Bandejas de madera (a) y plásticas para almacenar semilla (b).

7.1.4 Sistemas de almacenaje en tierra.

En la Región de Aysén, la mayoría de los productores locales no cuentan con una bodega construida con un material aislante, por lo cual y ante las temperaturas invernales (inferiores a 0 °C) almacenan su papa en el suelo, cubriéndola con tierra, en este caso el rol de aislante. La forma de almacenar pilas de papa en el suelo y sus numerosas modificaciones son las más simples. El sistema consiste en acomodar los tubérculos cosechados en montones, los cuales se cubren con capas alternadas de paja y tierra, cada una con 15 cm de espesor mínimo (Figura 43).

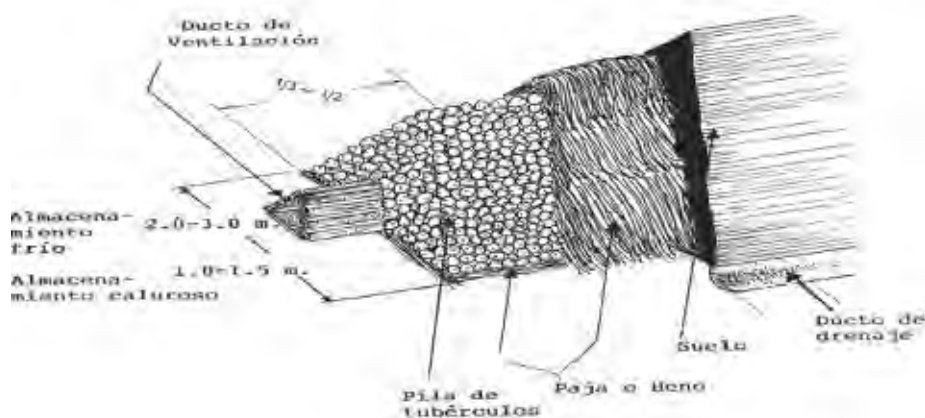


Figura 43. Estructura de un tipo de parva de almacenamiento.

Para mejorar estas estructuras, se colocan ductos de ventilación en la base de las pilas de papas. Con respecto al uso de plásticos, en general no se recomiendan ya que aumenta considerablemente los riesgos de condensación de agua sobre los tubérculos, pero en los lugares donde las lluvias son intensas, el uso de estos, impide que penetre el agua lluvia y generen pudriciones. En el caso de utilizar chimeneas de ventilación, debe evitarse que dejen pasar agua al interior de la parva, para ello al caño se le coloca un protección en forma de campana.

Para preparar los montones, las papas se acomodan sobre una cama de paja, dependiendo del ancho, **de las condiciones climáticas** y el largo, **de la cantidad que se quiere guardar**. Como las temperaturas en la zona son bajas, el ancho puede ser hasta 3 metros. Con respecto a la altura, esta se da en forma natural, en relación al ángulo de descanso de la pila (puede ser desde la mitad a un tercio del ancho). Si se necesitara almacenar por ejemplo 3 toneladas en una parva (Figura 43), con un ancho de pila de 3 metros, el largo de la parva debiese ser 2,38 metros (Cuadro 11).

Cuadro 11. Capacidad de almacenaje de una parva.

ANCHO DE LA PILA (mts)	CAPACIDAD POR METRO DE LARGO (TON)
1	0,14
1,5	0,31
2	0,56
2,5	0,89
3	1,26

Fuente: Adaptado de Booth, R y Shaw, R.

Para un correcto almacenamiento y poder elegir de mejor manera los materiales a utilizar para la construcción de una bodega, es necesario conocer las temperaturas mínimas registradas en la zona de almacenaje. A continuación se presentan las temperaturas promedio mínimas registradas durante las últimas cuatro temporadas en la zona intermedia (Coyhaique). De la figura 44 se puede señalar que, para el caso del sector Valle Simpson, las temperaturas mínimas registradas, se presentan en el mes de Julio, alcanzando en promedio -9°C (bajo cero), considerando que ya los tubérculos a los 2°C , pueden comenzar a manifestar problemas. Por otro lado, se puede señalar que desde el mes de abril, las bodegas ya deben estar acondicionadas para soportar temperaturas inferiores a 0°C .

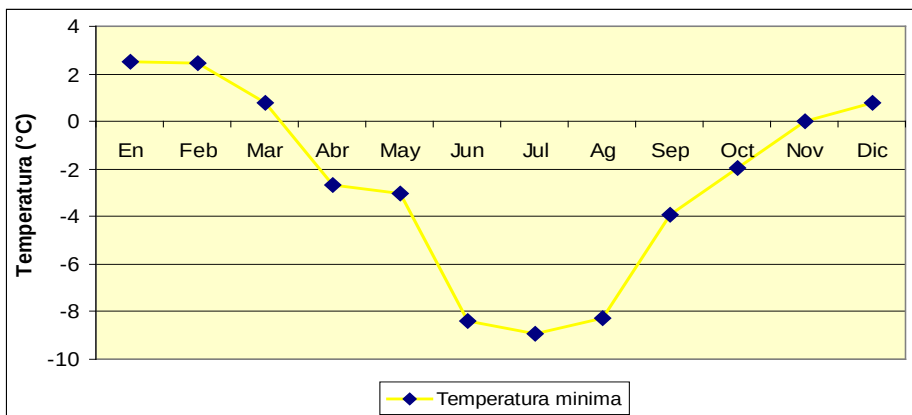


Figura 44. Variación de la temperatura promedio mínima absoluta de las últimas cuatro temporadas en la Zona Intermedia (Valle Simpson).

Para el caso de Chile Chico (Figura 45), las temperaturas mínimas, también se registran en el mes de julio, pero estas alcanzan a -6 °C (bajo cero), siendo por lo tanto las condiciones de la zona intermedia más extremas para el almacenaje de papa.

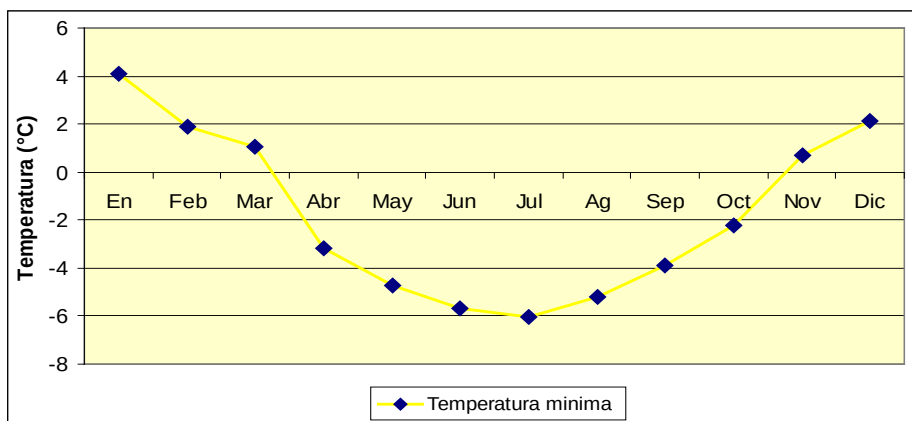


Figura 45. Variación de la temperatura promedio mínima absoluta de las últimas cuatro temporadas en la Zona de Microclima (Chile Chico).

En el caso de la zona húmeda (Aysén) (Figura 46), las temperaturas mínimas de las últimas diez temporadas, se han registrado en el mes de julio, alcanzando -3.7 °C (bajo cero), temperatura muy superior a las registradas en la Zona Intermedia y Micro Clima. De las tres zonas, con respecto a los registros de temperatura, la Zona Húmeda tendría menos riesgo de pérdida por pudrición asociado a daños por bajas temperaturas.

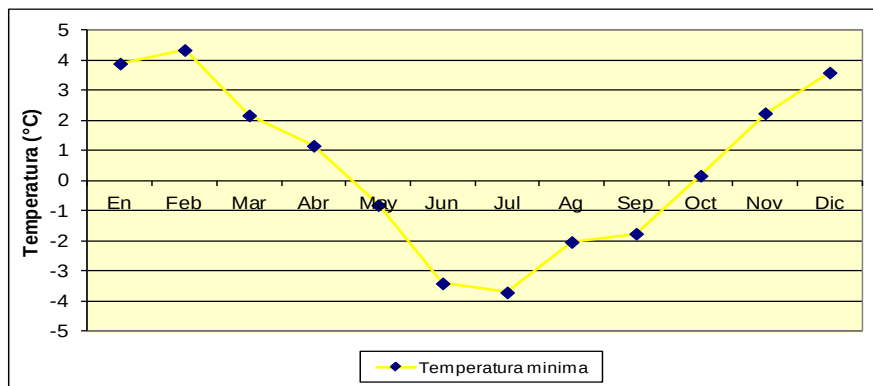


Figura 46. Variación de la temperatura promedio mínima absoluta de 10 años en la Zona Húmeda (Puerto Aysén).

Se recomienda que en las bodegas de almacenaje, se pueda ir monitoreando la temperatura tanto interna como externa. En el interior de la bodega, en las trojas por ejemplo, es importante registrar la temperatura de la pila de papas a unos 50 cm debajo de la capa superior. Para hacer esto, el termómetro se puede colocar dentro de un tubo (manguera de agua) con un pedazo de hilo, el cual se sujeta a un corcho, dejando el fondo del tubo abierto. Esta práctica va a permitir tomar mejores decisiones con respecto a la aislación de la bodega y ventilación, ya que va a entregar información sobre la diferencia de temperatura externa e interna.

En una investigación realizada en la zona intermedia (Coyhaique), se evaluaron tres tipos de estructuras de almacenaje durante dos temporadas, en el sector de Santa Elena.

1. **Silo.** Excavación en el suelo, en un lugar alto, para evitar infiltraciones. Luego se colocaron en forma alternada capas de papas, paja, tierra, plástico y material vegetal.
2. **Bodega.** Estructura con piso de cemento y paredes de madera, forradas en su exterior con zinc y con planchas de cholguán en su interior. En su interior además las paredes estaban provistas de aislantes térmicos (planchas de plumavit y papel fieltro). Contó con ventilación en la base de la troja, para ello se hicieron canaletas que podían abrirse manualmente. Y en la parte superior, se instaló un caño de ventilación, el cual también se abría manualmente.
3. **Papera.** Excavación de 1,5 m de profundidad. En la zona interior, donde se almacenaron las papas, se recubrieron las paredes con madera y fueron aisladas con papel fieltro. A nivel del suelo, se colocó una tapa. Sobre esta, se construyó una infraestructura de paredes de madera y techo de zinc.

La variedad evaluada correspondió a Desireé y el período fue desde principios de julio hasta mediados de octubre, durante dos temporadas. Como resultado, se concluyó que la estructura que obtuvo menores pérdidas por deshidratación y pudrición fue la papera, en comparación al silo y la bodega. Sin embargo, la papera tiene la restricción de no poder almacenar grandes volúmenes, por lo cual, para un productor que almacene grandes volúmenes y tenga el capital para invertir, la bodega acondicionada de igual manera cumple una buena función.

8. Experiencia productiva realizada en la Región de Aysén.

Durante las últimas dos temporadas INIA Tamel Aike, ha llevado a cabo evaluaciones productivas de distintas variedades de papa. A continuación se presentan los principales resultados.

8.1 Evaluación productiva de 8 variedades de papa y 2 líneas experimentales para consumo fresco y procesamiento en la comuna de Coyhaique, temporada 2011-2012.

Durante el mes de octubre de 2011, comenzaron las labores de preparación de suelo, para establecer una unidad en el sector Coyhaique Bajo, Comuna de Coyhaique, Región de Aysén. (Figura 47).



Figura 47. Establecimiento de las parcelas demostrativas, durante la temporada 2011-2012.

Se utilizó una dosis estándar de 150 kg/ha de Nitrógeno, 300 kg/ha de Fósforo P₂O₅ y 180 kg/ha de Potasio KCL, en base a los requerimientos determinados en el análisis de suelo (Cuadro 12).

Cuadro 12. Análisis de suelo en zona de establecimiento de ensayo.

Identificación	N	P	K	S	pH	M.O
Ensayo de diferentes variedades	mg/kg					
	23	19,84	480	1,33	6,38	10,47

Se evaluaron 8 variedades y 2 líneas experimentales de INIA (Cuadro 13). Se estableció el ensayo entre el 15 y 22 de noviembre del año 2011. La plantación fue manual con una distancia entre hilera y sobre hilera de 85 cm y 33 cm, respectivamente, teniendo una densidad por lo tanto de 3 tubérculos por metro lineal, a una profundidad de plantación de aproximadamente 10 cm.

Cuadro 13. Características y aptitud culinaria de las variedades y líneas experimentales utilizadas en los módulos.

			REACCION A ENFERMEDADES					
VARIEDAD	MADUREZ	COLOR	TTF	PLRV	PVX	PVY	Latencia	APTITUD
		PIEL						
Yagana-INIA	semiprecoz	Amarilla	MS	R	R	MS	Larga	FB, CF
Puyehue- INIA	semitardía	Roja	MR	MS	MR	MR	Larga	CF
Ona-INIA	semiprecoz	Roja	-	R	MS	MS	Corta	CF, Fch
Desirée	semitardía	Roja	MS	MS	MR	R	Larga	CF
Karú-INIA	semiprecoz	Roja	MR	MR	R	MR	Larga	FB, CF
Patagonia-INIA	semitardía	Roja	MR	MR	R	MR	Larga	CF
Purén-INIA	tardía	Amarilla		MS			Larga	F
Pehuenche-INIA	Tardía	Roja	MR	R	S	S	Larga	CF
R 89054-34	-	Amarilla	-	-	-	-	-	F
R 91193-1	-	Amarilla	-	-	-	-	-	F

Fuente: Informativos INIA Remehue.

TTF: Tizón tardío **PLRV:** Virus del enrollamiento **PVX:** Virus X **PVY:** Virus Y **R:** Resistente **MR:** Mod. Resistente **MS:** Moderadamente susceptible **S:** Susceptible **CF:** Consumo fresco **FB:** Frita bastones **Fch:** Frita chips.

8.1.1 Resultados y discusión.

En la figura 48, se muestra el peso promedio de los tubérculos, por cada variedad y línea experimental. La variedad que en promedio presentó el mayor peso, fue Karu, con 235 gr., le siguió la variedad Purén y la línea 91193-1, con 158 gr., y 146 gr., respectivamente. Por otro lado, las que presentaron en promedio un menor peso por tubérculo, fueron Desiree con 104 gr, seguida por Pehuenche y Yagana, con 95 y 67 gr., respectivamente.

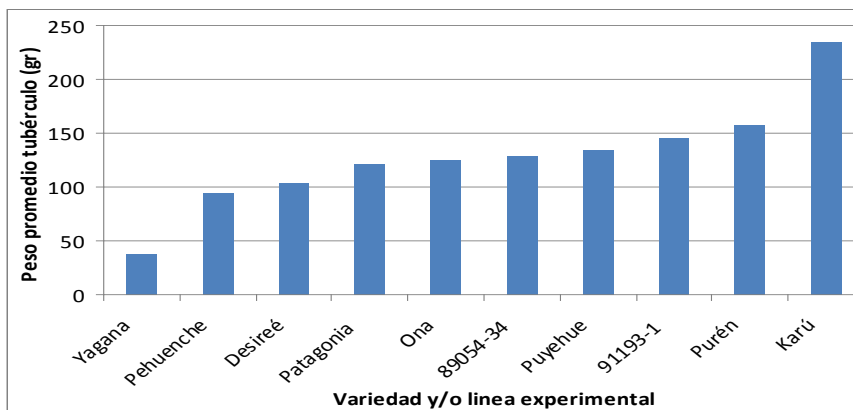


Figura 48. Peso promedio de tubérculo por variedad y línea experimental.

En general, para las producciones de consumo, se espera obtener mayormente tubérculos con un peso entre 80 y 150 gr., es decir alrededor de 120 gr. como promedio, por lo cual, la densidad de plantación (3 tubérculos/m lineal) que se ocupó en variedades como Patagonia, Ona, Puyehue y la línea 89054-34, sería la adecuada para obtener calibres comerciales en un porcentaje mayor. Diferente es el caso de Yagana, que a la densidad establecida, se obtuvieron calibres menores. Esto se explicaría por el mayor número de tallos por planta que genera esta variedad (4 a 5 en promedio), por lo cual, si se plantan a una menor distancia una de otra, existe mayor competencia produciendo tubérculos de menor tamaño. Lo contrario ocurre con la variedad Karú que genera un número de tallos menor (2 a 3 en promedio), existiendo menor competencia y resultando en la conformación de tubérculos de un calibre mayor.

Por otro lado, el resultado de las variedades en general pudo haber estado influenciado por la edad fisiológica de los materiales, que al estar más avanzada, el tubérculo tiende a formar más tallos y con ello menor peso por tubérculo.

En relación a los resultados de este parámetro avaluado, se puede señalar que el peso promedio de los tubérculos depende de la variedad, de la densidad de plantación y de la edad fisiológica de la papa-semilla, principalmente. En definitiva, cada variedad presenta un comportamiento distinto en lo que respecta al número como el tamaño de los tubérculos.

El otro parámetro evaluado fue el rendimiento total, que considera todos los calibres y el descarte y el rendimiento comercial, que corresponde al que se comercializa, según el objetivo productivo. En la figura 49, se muestra el rendimiento total por cada variedad y línea. Se destaca el rendimiento de la variedad Karú-INIA con 54 ton/ha. (Figura 50),

seguido de Purén con 51 ton/ha y de Puyehue con 47 ton/ha, por otro lado Desireé, fue la alcanzó el menor rendimiento con 30 ton/ha.

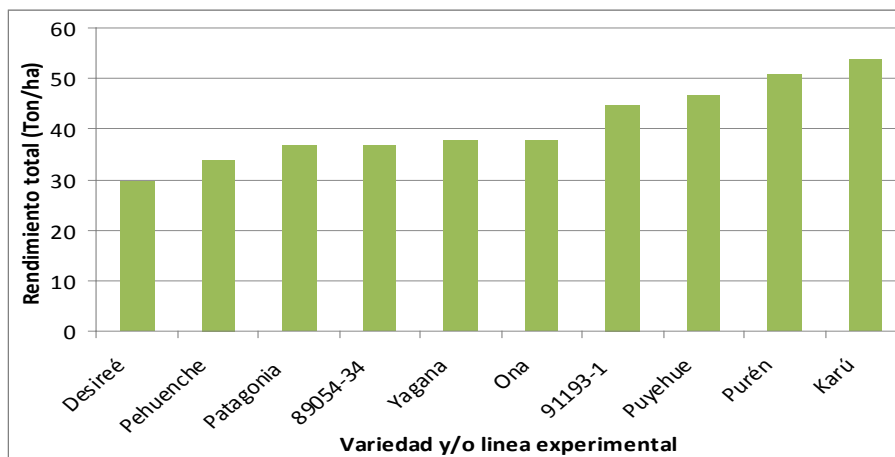


Figura 49. Rendimiento alcanzado en ensayos durante temporada 2011-2012.



Figura 50. Variedad Karú-INIA. Presentación de tubérculos (a). Cultivo en estado de floración en la unidad (b).

En relación al rendimiento comercial, en la figura 51, se presentan los porcentajes para cada calibre, los cuales son diferentes, en todas las variedades. Las que obtuvieron un mayor rendimiento comercial, fueron Karú, con 89 % de papa consumo, Puyehue con un 82 %, Purén con 77%. Lo esperable dentro de una producción comercial, es obtener a lo menos un 70% de producción comercial. Las variedad Yagana y Ona no alcanzaron estos valores, lo cual se explicaría por el comportamiento propio de la variedad, la densidad de plantación y la edad fisiológica avanzada en el caso de Ona.

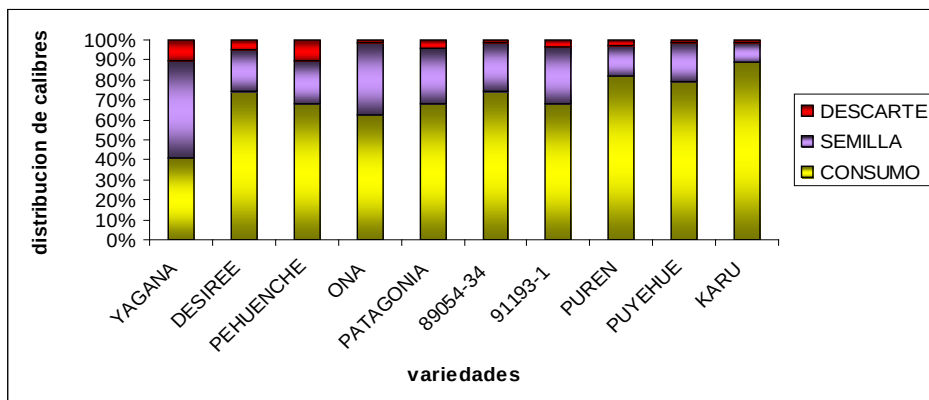


Figura 51. Distribución de los calibres en las variedades y líneas evaluadas durante la temporada 2011/12, Comuna de Coyhaique.

8.2 Evaluación productiva de 3 variedades de papa, bajo un marco de plantación de alta densidad, en la comuna de Coyhaique.

La Región de Aysén, es una de las zonas a nivel nacional que se encuentra calificada por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), como zona libre de Plagas Cuarentenerias y por lo cual resguardada por un marco legal. Esta ventaja, le permite poder producir y comercializar papa-semilla en todas sus categorías. Es por ello, que se buscó identificar el potencial de 3 variedades en seco, bajo un marco de plantación de alta densidad y fertilización dirigida al objetivo de producción de papa-semilla.

Se evaluaron las variedades Desireé, Patagonia y Karú en el sector Salto Chico. Se utilizó una dosis de 110 kg/ha de Nitrógeno, 300 kg/ha de Fósforo P₂O₅ y 120 kg/ha de Potasio KCL y 24 kg de azufre, de acuerdo a análisis de suelo (Cuadro 14). Para cumplir con esta dosis se aplicó en total, 13 sacos de Fosfato diamónico, 4 de Muriato de potasio y 1 saco de azufre. Estos se mezclaron y fueron aplicados por la máquina plantadora al surco de plantación. Se estableció el ensayo entre el 23 y 24 de noviembre del año 2011, mediante una plantación mecánica. En cuanto a la profundidad de plantación, ésta correspondió aproximadamente a 8 cm.

Cuadro 14. Análisis de suelo en zona de establecimiento de ensayo.

Identificación	N	P	K	S	pH	M.O
Ensayo de 3 variedades de papa.	mg/kg					
	50	7,6	262	1,35	6,04	13,5

Fuente: Laboratorio INIA Tamei Aike.

De acuerdo a los resultados presentados en el cuadro 15, se puede destacar el rendimiento de Karú, sobre las 43 Ton, pero con un bajo porcentaje de papa semilla (40 %) versus las otras variedades, donde Desiree y Patagonia, obtuvieron 68 % y 59 % de papa semilla, respectivamente. Lo anterior radica en la diferencia de tallos principales que genera cada variedad y por ende en la distribución de calibres final en la cosecha.

Cuadro 15. Resultados obtenidos de la evaluación de tres variedades en la comuna de Coyhaique.

Variedad	Distancia SH (cm)	Distribución calibres (%)			Rendimiento (ton/ha)
		Consumo	Semilla	Descarte	
Desiree	25	29	68	3	32
Karú-INIA	25	56	40	4	43
Patagonia-INIA	25	34	59	7	34

Fuente: INIA Tamei Aike.

8.3 Evaluación del rendimiento del cultivo, en la comuna de Coyhaique, durante la temporada 2012-2013.

Se establecieron en el mes de octubre, en conjunto con productores locales, parcelas demostrativas, con las variedades Desiree, Karú, Patagonia, Baraka, Yagana, Romano, Granola, Rodeo, Línea experimental 1 (R 89054-34), línea experimental 2 (R 91193-1).



Figura 52. Parcelas establecidas en la comuna de Coyhaique, Escuela Agrícola 2012-2013.

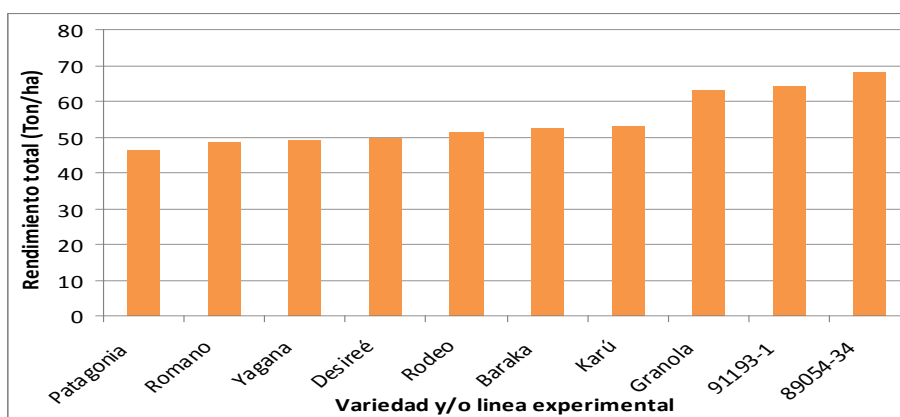
En relación a la fertilización mineral, se aplicaron 150 unidades de nitrógeno, 160 unidades de fósforo. No hubo aplicación de potasio por los niveles arrojados en el análisis de suelo (Cuadro 16).

Cuadro 16. Análisis de suelo realizado en lugar de parcelas, temporada 2012-13.

Identificación	N	P	K	S	pH	M.O
Ensayo de diferentes variedades.	mg/kg					
	23	15,4	497	0,5	5,9	8,2

Fuente: Laboratorio INIA Tamel Aike.

En la Figura 53, se presentan los rendimientos total obtenidos por cada variedad y línea, donde se destaca el rendimiento de las líneas experimentales, con más de 65 Ton/ha, Karú-INIA con 54 ton/ha., seguido de Granola con 64 ton/ha y Karú y Baraka, con 53 Ton/ha, por otro lado Patagonia, Romano y Yagana, presentaron un potencial productivo inferior a las 50 ton/ha.



Fuente: INIA Tamel Aike.

Figura 53. Rendimientos promedios obtenidos en la comuna de Coyhaique, temporada 2012-13.





Figura 54. Jornadas de evaluación de rendimientos con alumnos de la Escuela Agrícola y productores de papa de la Región de Aysén.

8.4 Cálculo de rendimiento.

Cuando al cultivo aún le falta un período de crecimiento, pero el precio es conveniente, el productor se propone cosechar como “primor”, es decir antes de tiempo y poder vender su producción, alcanzando el cultivo entre 100 a 120 días, desde plantación. En la Figura 55, se observa una planta de la variedad Karú cosechada a los 110 días después de plantación, con 22 tubérculos ya formados de los cuales 12 ya tenían un calibre de consumo (mayor 5 cm de diámetro).



Figura 55. Planta cosechada de la variedad Karú a los 110 días después de plantación, sector Coyhaique Bajo.

Para tomar una adecuada decisión, sobre el momento de cosecha versus el precio establecido por el mercado, es importante disponer de una herramienta de decisión, que le permita al productor saber que rendimiento tiene a la fecha, y de esa manera realizar una estimación de los ingresos que obtendría. A continuación se detalla con un ejemplo de cómo se calcula el rendimiento, antes de la cosecha.

Cálculo de Rendimiento de la plantación.

a) Variedad Pukara destino consumo, 1 ha de plantación. 145 días de plantación.

Primero, al azar se marcan en la hilera de plantación 3 metros lineales. Se cuenta el número de plantas y se cosecha el total de la producción de estas plantas. Luego se separan y se pesan, según el criterio del productor, en categoría consumo, semilla y descarte. Se toma medida de distancia entre hilera y se hace el siguiente cálculo:

- 12 plantas en 3 metros lineales
- Peso total: 15 kg
- Peso papa consumo: 11 kg
- Peso papa semilla: 3,5 kg
- Peso descarte: 0,2 kg
- Distancia entre hilera: 0,85 m

- 3 metros x 0,85 m = 2,55 m² tenemos 15 kg, ¿Cuánto rendimiento tenemos por ha?

$$\frac{10.000 \times 15}{2,55} = 58 \text{ ton}$$

9. Enfermedades que afectan al cultivo de la papa.

A continuación se presentan algunas de las principales enfermedades que han sido detectadas en el cultivo de la papa en la Región de Aysén.

9.1 Sarna polvorienta.

- o Enfermedad causada por el hongo *Spongophora subterranea*.
- o Los síntomas son pústulas de color castaño purpúreo, formando lesiones con forma de granos (Figura 56).
- o Al medio de la lesión, deja una depresión superficial.
- o La infección se produce por las lenticelas, heridas, durante el crecimiento de los tubérculos.
- o Se transmite por medio de tubérculos enfermos y por el suelo.

Control integrado:

- Plantar tubérculos semilla sanos.
- Hacer rotaciones de 8 a 10 años con hospederos no susceptibles. (rabanito y papa es susceptible).
- Plantar en suelos con buen drenaje.
- Evitar alimentar animales con tubérculos infectados.
- Desinfectar maquinaria previa a la preparación de suelo.



Figura 56. Tubérculos afectados por *Spongospora* detectados en predios de la Región de Aysén.

9.2 Pie negro o pudrición blanda.

- Enfermedad producida por la bacteria *Pectobacterium carotovora*.
- Los síntomas ocurren en cualquier estado de desarrollo de la planta.
- Se inicia con la pudrición del tubérculo y luego del tallo, observándose una pudrición de color negro en este.
- Las plantas afectadas detienen su crecimiento, el follaje se vuelve amarillento, las hojas tienden a enrollarse hacia arriba para luego marchitarse y morir (Figura 57).
- En el tubérculo, la pudrición es húmeda, de color crema, blanda, fácilmente separable de la parte sana. Luego presenta un olor desagradable.
- Las condiciones que favorecen la infección son: mala aireación, tubérculos mojados y golpeados, etc.

Control integrado:

- Plantar tubérculos semilla libre de *Pectobacterium*.
- Plantar en suelos con buen drenaje.
- Descartar plantas con pie negro durante el desarrollo del cultivo.
- Disminuir los daños a los tubérculos durante la cosecha y almacenamiento.
- Evitar llevar papas mojadas y con demasiada tierra adherida al almacenaje.
- Limpiar la bodega antes de almacenar la cosecha de la temporada.
- Utilizar variedades menos susceptibles en aquellos potreros que tuvieron alta incidencia, luego de algún cereal: Karu, Rosara.
- Manejo integrado si se quiere cultivar la variedad Pukara, con rotación de cultivo.



Figura 57. Planta afectada por *Pectobacterium*. Chile Chico.

9.3 Nematodo del nudo.

- El organismo causal es el nematodo *Meloidogyne sp.*
- Los síntomas se observan más claramente en los tubérculos, los cuales se vuelven deformes, presentando protuberancias y agallas que les dan apariencia verrucosa.
- Ingresan a través de los tejidos de las raíces y estolones (Figura 58).
- Se transmite por medio de tubérculos enfermos y por el suelo.

Control integrado:

- Plantar tubérculos semilla sanos.
- Control químico.



Figura 58. Tubérculos con protuberancias producidos por *Meloidogyne* sp.

9.4 Virus.

Existen más de 20 virus capaces de afectar los diversos órganos de la planta causándole distintos tipos de daño, desde algunos muy suaves, hasta otros muy severos que pueden ocasionar la pérdida casi total de la producción (Figura 59). Existen varios mecanismos de diseminación de virus, pero los virus más dañinos de la papa son transmitidos por insectos vectores, especialmente áfidos.

Los principales virus son:

- a) Enrollamiento PLRV: virus del enrollamiento. Se transmite por áfidos y es la responsable de las más altas reducciones en el rendimiento en todo el mundo. Los síntomas se hacen evidentes principalmente en las hojas jóvenes, las cuales se muestran erectas, enrolladas y pálidas.
- b) Mosaico Rugoso (PVY): los síntomas difieren ampliamente en relación con la variante y la variedad del cultivo, desde muy suave hasta una necrosis severa y muerte de las plantas afectadas.

Medidas de prevención y control.

- Selección clonal (Elección de las mejores plantas en un lote de plantación).
- Siembra de tubérculos libres de virus (Programa de certificación de semillas).
- Cosecha adelantada.
- Descarte de plantas infectadas.
- Extracción y destrucción de plantas voluntarias (saneamiento), dentro y en los alrededores del campo de cultivo.
- Control de áfidos con insecticidas sistémicos.

Variedades menos susceptibles a PLRV:

CARDINAL, KARU, PUKARA, RODEO, ROSARA, YAGANA, PUYEHUE.

Variedades susceptibles a PLRV:

PATAGONIA, BARAKA, DESIREE, ROMANO.

Variedades menos susceptibles a PVY:

BARAKA, CARDINAL, CORNADO, DESIREE, KARU, PUKARA, RODEO, ROMANO, ROSARA., YAGANA.

Variedades susceptibles a PVY:

PATAGONIA, PUREN, ATLANTIC.





Figura 59. Sintomatología de plantas afectadas por virosis.

10. Costos del cultivo y registro de labores.

El precio de la papa en el País, tiene un comportamiento bastante fluctuante en cada temporada, generado con ello a los productores una gran incertidumbre sobre los resultados económicos de su cultivo, al no conocer el precio de venta de su producto. En la figura 60, se puede observar la fluctuación en cuanto a la superficie plantada y la producción a nivel nacional, desde el año 2000 hasta la fecha. Resultado de estas variaciones, es que el precio no se mantiene estable dentro de ciertos rangos, haciendo por tanto, que la producción de papa, sea una actividad con alto riesgo. Es por ello, que el poder conocer los costos asociados a la producción, cobra vital importancia, ya que permite tomar mejores decisiones, saber cuánto realmente se está marginando y poder comparar los resultados con otros rubros de la región.

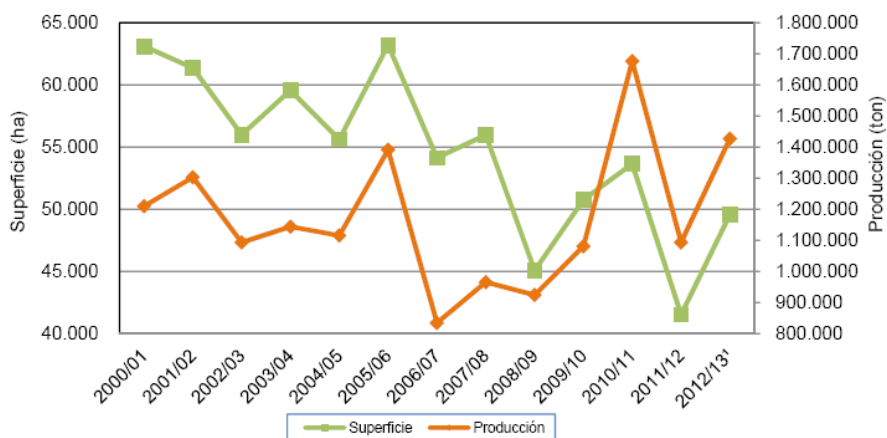
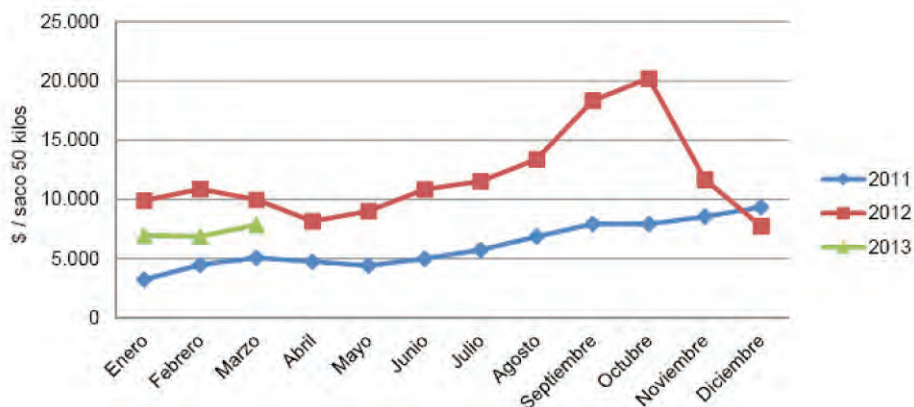


Figura 60. Variación de la superficie y producción de papa a nivel nacional, desde el año 2000 al 2013.

En la Figura 61, se presentan los precios de las últimas tres temporadas, del saco de papa de 50 Kilos, en el mercado mayorista de Santiago. En general se aprecia una tendencia

de alza en los precios a salida de invierno, que coincide con la menor oferta de este producto, sin embargo como se señaló anteriormente, existe una alta fluctuación tanto en la superficie plantada como en la producción.



Fuente: Odepa

Figura 61. Variación promedio mensual de los precios de papa en los mercados mayoristas de Santiago, desde el año 2011 al 2013.

Para determinar el costo de producción por hectárea, por saco y/o por kg., producido, se debe tomar en consideración todos los costos asociados al cultivo e incluso valorizar aquellos que realiza el mismo productor, como por ejemplo la preparación de suelo, cosecha, entre otros.

Para lograr este objetivo se necesita tener registro de:

- Mano de obra utilizada en el cultivo.
- Insumos utilizados.
- Labores realizadas con maquinarias.
- Cosecha: producción obtenida por categoría (semilla, descarte, consumo).
- Ventas; volumen y precios.

Lo anterior va a permitir al productor saber:

- Rendimiento total y comercial obtenido.
- Costo total por ha, tonelada, kg o por saco.

De acuerdo a resultados arrojados por un diagnóstico realizado a 22 productores de la Región de Aysén, sólo uno conoce sus costos por unidad de producto. Este escenario sería representativo de la mayoría de los productores, que tienen un desconocimiento

total o parcial de sus costos de producción, lo que les impide determinar los costos unitarios de cada saco que quieran vender y por lo tanto, de los ingresos finales que obtienen por concepto de este rubro productivo. A continuación se detalla tabla de costos de producción de papa en la comuna de Coyhaique, sobre una pradera natural (Cuadro 17).

Cuadro 17. Tabla de costos para la producción de 1 ha. de papas en condiciones de secano en la Región de Aysén. (Pesos de 2013)

Item	Unidad	Unidad	Costo	Costo	Porcentaje
		hectárea	unitario (\$)	hectárea (\$)	del costo
Preparación de suelo					
Barbecho químico	Hr.	2	45.000	90.000	2,4
Glifosato	Lt.	3	5.500	16.500	0,4
Aradura y/o sucesivos rastrajes	Hr.	8	25.000	200.000	5,4
Rotovator	Hr.	2	25.000	50.000	1,4
Plantación					
Semilla	Kg.	3500	500	1.750.000	47,1
Desinfectante de semilla	Kg.	3	13.000	39.000	1,1
Desinfección de semilla	JH	2	12.000	24.000	0,6
Plantación mecanizada	Sacos	60	1.800	108.000	2,9
Fertilización	Kg.	990	420	415.800	11,2
Control de malezas					
Herbicidas	Lt.	1,5	27.000	40.500	1,1
Aplicación de herbicidas	Hr.	2	45.000	90.000	2,4
Aporca					
Arado aporcador	Hr.	2	25.000	50.000	1,4
Cosecha					
Cosecha mecanizada	Sacos	600	1.000	600.000	16,2
Sacos	Sacos	600	200	120.000	3,2
Transporte y descarga	Sacos	600	200	120.000	3,2
COSTOS TOTALES				3.713.800	100

Fuente: INIA TAMEL AIKE.

En la producción de papa local, la mano de obra utilizada, se destina mayoritariamente en las labores de plantación, cosecha y selección de papa-semilla y papa-consumo para venta. Años atrás, se demandaba en la Región, mano de obra adicional, ya que para la preparación de suelo y la aporca se empleaba tracción animal (yunta de bueyes), ante la nula oferta de servicios para la preparación de suelo, lo cual ha ido cambiando en la actualidad. Sin embargo, es importante que los productores se vayan mecanizando, ya que se observa una mano de obra cada vez más escasa.

En el cuadro 17, se consideró el costo de una plantación mecanizada versus la manual, ya que durante la última temporada comenzaron empresas regionales a ofrecer servicios de plantación mecanizada. En relación a la cosecha, durante las últimas temporadas, la mayoría de los productores han cosechado sus papas con herramientas como hualatos, azadones, etc., sin embargo la adquisición de arrancadoras (Figura 62) y cosechadoras de papa por parte de algunos productores, con seguridad irá revirtiendo esta tendencia.



Figura 62. Arrancadora de papa, sector Lago Barroso, Comuna de Coyhaique.

En cuanto a los insumos utilizados en el cultivo, se considera el costo de la semilla, productos químicos, fertilizantes, sacos, entre otros menores. Considerando recomendaciones de fertilización para 22 productores de papa locales, se puede señalar que la fertilización en la zona no debiese considerar más de 1000 kg de fertilizantes por hectárea, que fue lo que se consideró en el cuadro 18, con valores de venta de empresas regionales. En cuanto a la semilla, se consideró para calcular costos, semilla certificada, la cual no se encuentra en la zona, ya que sólo hay disponible semilla corriente. El costo por Kg, más el flete aproximadamente para la temporada 2013, fue de \$500. Con respecto a productos químicos, actualmente sólo se utilizan desinfectantes y herbicidas, otros productos como fungicidas o pesticidas en general no se aplican.

Una vez calculados los costos, se debe recopilar las ventas realizadas y los precios promedios a las cuales se comercializó. A continuación, se presenta en el cuadro 18 los valores promedio sobre sacos producidos según categoría, en base a un rendimiento de 30 ton/ha, y precio calculado de acuerdo al promedio hasta el mes de julio 2013.

Cuadro 18. Registro de producción y venta por categoría.

REGISTRO DE PRODUCCIÓN Y VENTA				
Tipo de producción	Producción	Unidad	Precio (\$)	Ingreso total (\$)
Consumo	420	saco 50 kg	14.000	5.880.000
Semilla	150	saco 50 kg	18.000	2.700.000
Desecho	30	saco 50 kg	1.000	30.000
Total				8.610.000

Fuente: INIA Tamei Aike

A continuación se presentan los indicadores estimados según la tabla anterior, en base a un rendimiento promedio de 30 ton y el margen bruto, que es la diferencia entre los ingresos brutos y los costos directos. Este valor permite al productor cuantificar las ganancias por hectárea. Además, de comparar el resultado obtenido en la producción comercial de papa con los indicadores económicos de otros rubros. Por otro lado, esta información puede servir como antecedente al momento de priorizar inversiones dentro del predio, superficies destinadas al rubro, tiempo de dedicación, capacitación y elección de proyectos, entre otros.

El margen bruto, que arroja este ejercicio es de \$ 4.896.200 (Cuadro 19), sin embargo es importante considerar, que uno de los principales problemas que afrontan los productores regionales, es mantener un adecuado proceso de almacenaje, donde las pérdidas que se presentan pueden superar el 30%. Por lo cual, este margen bruto puede verse disminuido drásticamente, al existir pérdidas durante el almacenaje. De todas maneras, lo planteado anteriormente, sirve de herramienta al productor, para conocer los costos asociados al cultivo y las posibles ganancias de acuerdo al rendimiento obtenido. De acuerdo a este último punto, se puede señalar además que al generar un mayor rendimiento por hectárea, los costos por unidad, ya sea por Kg, por saco, disminuye y por ende aumentan las ganancias. Un elemento que se relaciona directamente al rendimiento, es la calidad de la papa semilla, por ello se recomienda utilizar papa semilla certificada, renovar el material cada 2 a 3 años y/o cultivar un lote como semillero de papa.

Cuadro 19. Indicadores y margen bruto de una 1 ha de papa, en la Región de Aysén.

Indicadores	Resultado/ha
Rendimiento total (Ton/ha)	30
Rendimiento comercial (Ton/ha)	21
Producción total (sacos)	600
Producción comercial (sacos)	420
Costo/saco 50 kg (\$) / Kg	6198/ 124
Indicadores	Resultado/ha (\$)
Ingresos por venta	8.610.000
Costos directos	3.713.800
Margen bruto	4.896.200

Fuente: INIA Tamei Aike

Un punto muy importante para no subestimar los costos de producción, es que se debe valorizar la mano de obra familiar no remunerada y/o el costo de las jornadas (JH) del mismo productor que lleva a cabo la mayoría de las labores. Se debe dar un valor de mercado a las jornadas dedicadas al cultivo, de igual manera que si se contratara a personal externo. En el caso de tener personal permanente, pero que se dedica además a otras actividades dentro del campo, se contabiliza sólo las jornadas que trabajo en el cultivo y se otorga un valor de mercado. Lo mismo, cuando se utiliza maquinaria para realizar preparación de suelo, plantación, aporca, cosecha, etc.

Por otro lado, es de vital importancia que cada productor tenga un cuaderno de campo, en el cual pueda ir anotando todos los manejos realizados, sacos plantados, fechas, productos, dosis aplicadas, dosis de fertilizantes, etc. A continuación se presenta un modelo de registro de labores agrícolas (Figura 63).

[illegible]

Figura 63. Registro de labores agrícolas realizadas en un cultivo de papa.

11. Bibliográfica.

Acuña, I. y F. Cádiz. 2011. Desinfección de tubérculos semilla de papa y sus consideraciones. Informativo N° 84. INIA Remehue. 4 pp.

Alonso Arce, F. 2002. Cultivo de la patata. 495 pp.

Booth, R y Shaw, R. Principios de almacenamiento de papa. Centro Internacional de la papa (CIP). 116pp.

Cornforth, Ian. 1998. Practical Soil Management. Lincoln University Press and Daphne Brassell Associates Ltd. New Zealand. 248 p.

Contreras, A. 2008. Cultivo de papa. Disponible en página web: www.andrescontreras.cl.

Contreras, A. 2009. Apuntes curso Raíces y Tubérculos, Universidad Austral de Chile.

Inostroza, J. 2009. Manual de papa para la Araucanía: manejo y plantación. Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias no. 193.

Mejías, J y Teuber, O. 1998. Investigación en papas en la Región de Aysén. Inia Tamel Aike. 106 pp.

Méndez, P y J, Inostroza. 2009. Manual de papa para La Araucanía. Manejo de cultivo, enfermedades y almacenaje. Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 194. 116 pp.

Rojas, J y S, Orena. 2006. Manual de la producción de papa para la agricultura familiar campesina (A.F.C.). Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 147. 172 pp.

Tapia, B. 2012. Los altibajos del mercado de la papa. Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa) del Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. 10 pp.

Tapia, B. 2013. Boletín de la papa, Junio 2013. Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa) del Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. 15 pp.

Un proyecto financiado por Innova Chile (Corfo) y el Ministerio de Agricultura.

Proyecto: Programa de asistencia tecnológica para mejorar el manejo y producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) de productores de la comuna de Coyhaique, en la Región de Aysén Código 11PDT-11099.

Ejecutado:
Instituto de Investigaciones Agropecuarias
Centro Regional de Investigación. INIA Tamel Aike
Casilla 296, Coyhaique, Chile.