

Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura

Manual de Papa para La Araucanía: Manejo de Cultivo, Enfermedades y Almacenaje

Autores: Patricio Méndez L y Juan Inostroza F.





Manual de Papa para La Araucanía: Manejo de cultivo, enfermedades y almacenaje.

Autores:

**Patricio Méndez L.
Juan Inostroza F.**

**Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura
Centro Regional Carillanca
Temuco, Chile
Noviembre 2009**

**Director Regional INIA Carillanca**

Dr. Fernando Ortega Klose

Autor:

Patricio Méndez L., Ingeniero Agrónomo

Juan Inostroza F., Ingeniero Agrónomo

Editores Técnicos:

Nelba Gaete C., Ingeniero Agrónomo

Patricio Méndez L., Ingeniero Agrónomo

Comité Editor:

Juan Inostroza F. Ing. Agrónomo

Nelba Gaete C., Ing. Agrónomo

Patricio Méndez L., Ing. Agrónomo

Adolfo Montenegro ., Ing. Agrónomo M.Sc

Lorena Sotomayor T., Técnico en Administración Agrícola

Lilian Avendaño F., Periodista, Licenciada en Comunicación Social.

BOLETIN INIA N° 194.

ISSN: 0717-4829

Méndez, P. Inostroza, J. Manual de Papas para La Araucanía: Manejo de Cultivo, Enfermedades y Almacenajes. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional Carillanca, Km. 10 camino Cajón-Vilcun, comuna de Vilcun (56-45) 215706.

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin permiso del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Ministerio de Agricultura.

Diseño y Diagramación General: Ramón Navarrete Díaz (rendcl@yahoo.com)

Impresión: Imprenta Fénix

Cantidad Ejemplares: 300





Indice

I. PRINCIPALES ENFERMEDADES QUE AFECTAN AL CULTIVO DE PAPA	7
Patricio Méndez L., Nelba Gaete INIA Carillanca	
II. RECONOCIMIENTO Y CONTROL DE LAS PRINCIPALES PLAGAS COMUNES EN PAPA	35
Patricio Méndez L., Lorena Sotomayor T., Juan Inostroza F. INIA Carillanca	
III. ENFERMEDADES Y PLAGAS CUARENTENARIAS	47
Juan Inostroza F. , Patricio Mendez L. INIA Carillanca	
IV. MÉTODOS DE RIEGO	57
Patricio Méndez, Juan Inostroza INIA Carillanca	
V. COSECHA DE PAPAS	71
Juan Inostroza F. Patricio Mendez L. INIA Carillanca	
VI. ALMACENAJE DE PAPA	87
Juan Inostroza F. Patricio Méndez L. INIA Carillanca	
VII. TÉCNICAS DE MULTIPLICACIÓN RÁPIDA EN PAPAS	107
Lorena Sotomayor T; Patricio Méndez L. INIA Carillanca	







Prólogo

La Región de la Araucanía presenta la mayor superficie bajo cultivo de papa del país, concentrando la producción en el sector costero de Cautín en las comunas de Carahue, Saavedra, Toltén y Teodoro Schmidt, denominado territorio Araucanía Costera; donde su cultivo es considerado estratégico por el alto impacto social y representar el más importante aporte al ingreso familiar. De acuerdo a información del Censo Agropecuario 2007, de los 13 cultivos tradicionales la papa representa el 7,6% de la superficie y el 21,2% de la producción total de la región; indicadores que muestran un mejoramiento del cultivo en los últimos 20 años.

En la región 13 mil 599 agricultores producen papa, con un rendimiento promedio de 151 qqm/ha, estimándose que en el territorio Araucanía Costera los agricultores alcanzan 250 qqm/há. La producción se concentra en agricultores de tipo familiar y en agricultores de subsistencia.

En la Araucanía se ha tratado de orientar y estimular el desarrollo del cultivo mediante recomendaciones emanadas de diferentes actividades de planificación estratégica, realizada con una amplia participación de profesionales y agricultores relacionados al rubro. Sin embargo, las propuestas entregadas sólo se han abordado en parte y no con la celeridad que se esperaba, en un rubro que tiene una gran implicancia social para esta región. Los avances logrados han sido posibles gracias al eficiente uso de los escasos recursos generados con el esfuerzo regional y local.

El «**Plan de Gestión Estratégica para el rubro papa en la Región**» (1998), recomendó «introducir e incorporar tecnología en la producción del cultivo de papas y fomentar la producción y uso de semilla de calidad en la Región, entre otros; como una forma de fortalecer y potenciar el cultivo de papa, de tal forma de mejorar la productividad, competitividad y la eficiencia en la gestión de los productores. Como respuesta, la primera acción emprendida fue mejorar la calidad de semilla, para lo cual el año 2000 se construyó con fondos del Gobierno Regional, el **Centro Regional de la Papa de Tranapunte en Carahue**. El objetivo de este Centro era producir los materiales generadores para originar semilla de alta calidad y traspasarla a los productores, y en forma paralela capacitar a los equipos técnicos locales que asesorarían la producción; y a los productores, que en definitiva recibirían la semilla y la multiplicarían. Posteriormente el año 2002 se constituye el Convenio Tranapunte, para la administración del Centro Regional de la Papa, participando los municipios de Carahue, Saavedra, Teodoro Schmidt y Toltén, INDAP Región de La Araucanía e INIA Carillanca, permitiendo mediante un trabajo coordinado, certificar semilla en etapa básica y producir semilla corriente controlada de calidad. Si bien mediante el Convenio se abordó la formación de los equipos técnicos, aún faltaba financiamiento para abordar la capacitación de los agricultores.

Conscientes que en el ámbito de la Agricultura Familiar Campesina la producción de papa era muy tradicional y con una escasa introducción de tecnología, el año 2003 la «**Estrategia Regional para el Rubro Papa**» recomienda explícitamente capacitar agricultores, profesionales y técnicos en producción de semilla.





Si bien el Convenio Tranapunte presentó diversas iniciativas que abordaban la capacitación de productores de papa, a diferentes fuentes de financiamiento, no fue hasta el año 2007, cuando unidos al trabajo de gestión territorial liderado por SERCOTEC y otros organismos públicos y actores privados del territorio, se gestiona el financiamiento a través del Gobierno Regional de un programa para capacitar a los equipos técnicos y para agricultores campesinos del Territorio Araucanía Costera.

De esta forma, el proyecto: ***Capacitación Innovativa Para Aumentar los Niveles Productivos en el Cultivo de Papa en el Sector de la Araucanía Costera de la IX Región***, presentado por el Servicio de Cooperación Técnica (SERCOTEC), ejecutado por INIA Carillanca y financiado por el Gobierno Regional de la Araucanía, viene a satisfacer una aspiración largamente sentida en el ámbito de este cultivo. El proyecto permitió en un plazo de 2 años, capacitar a agricultores y formar monitores en producción de papa, en el principal territorio productor del país.

El presente Boletín Técnico recopila en parte los contenidos entregados en el curso de capacitación para los equipos técnicos del Convenio Tranapunte, el Curso de Formación de Monitores y de los Talleres de Capacitación en producción de papa a los agricultores del Territorio Araucanía Costera; sirviendo además de complemento y reforzamiento de los contenidos, a quienes se capacitaron en el ámbito del proyecto realizado. De igual forma, esperamos que este material pueda servir de apoyo técnico a estudiantes, agricultores, profesionales, técnicos y agricultores que se dedican o se iniciarán en el cultivo de papa; contribuyendo de esta forma al mejoramiento técnico del rubro en la región.

El equipo técnico editor agradece a los profesionales, técnicos, agricultores e instituciones que colaboraron en la edición de este Boletín.

Juan Inostroza F.

Especialista en papa INIA Carillanca

Temuco, Noviembre de 2009





I. PRINCIPALES ENFERMEDADES QUE AFECTAN AL CULTIVO DE PAPA

Patricio Méndez L., Nelba Gaete
INIA Carillanca

Una de las grandes limitantes en la producción de papa son los problemas fitosanitarios o de enfermedades, que afectan plantas y tubérculos, generando pérdidas en los rendimientos y en la calidad del producto final. Los daños ocasionados pueden ser totales o parciales, comprometiendo la rentabilidad final del cultivo. En La Araucanía, los problemas de enfermedades pueden originarse principalmente por la calidad del material semilla a plantar y por condiciones ambientales propicias para el desarrollo de ciertas enfermedades.

Las enfermedades pueden dividirse entre aquellas que afectan al tubérculo semilla propiamente tal (enfermedades de la piel) y aquellas que afectan al cultivo en su desarrollo vegetativo.

Los problemas más recurrentes a nivel local son Costra negra, Sarna común, Sarna plateada, Pudrición seca y Pudrición húmeda, tizón tardío, tizón temprano y virosis.

1.1 PRINCIPALES ENFERMEDADES QUE AFECTAN AL TUBÉRCULO SEMILLA.

Las enfermedades de la piel en papas, producen pérdidas debido a una menor producción por unidad de superficie afectando la cantidad de papa de calidad comercializable.

Cuadro 1. Impacto de enfermedades del tubérculo semilla en relación al desarrollo del cultivo.

Enfermedad	Durante el cultivo	A la cosecha		Durante el almacenaje	
	Emergencia irregular	Rendimiento Total	Calidad de la cosecha	Pérdida de peso	Pérdida de Calidad
Costra negra (<i>Rizoctonia solani</i>)	****	****	***	0	*
Sarna común (<i>Streptomyces scabies</i>)	0	*	***	0	***
Pudrición seca (<i>Fusarium spp</i>)	***	*	*	****	****
Sarna plateada (<i>Helminthosporium solani</i>)	**	*	***	***	***

Adaptado de SCHNETTLER (2000).

(*):bajo potencial de impacto(**):mediano potencial de impacto

(***): alto potencial de impacto(****):muy alto potencial de impacto





1.1.1. ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR BACTERIAS

Erwinia (Pie negro o pudrición blanda)



Tallos infectados con erwinia (pie negro)

El pie negro y las pudriciones blandas son causadas principalmente por las bacterias *Erwinia carotovora* spp. *Carotovora* (Ecc) y *Erwinia carotovora* spp. *atroséptica* (Eca), aunque también otras bacterias están presentes. La pudrición se inicia por este complejo de bacterias, las cuales son sucedidas por otras más adaptadas.

Los síntomas de la enfermedad ocurren en cualquier estado de desarrollo de la planta. Los tallos infectados muestran una pudrición de color negro, la cual generalmente se inicia con la pudrición del tubérculo y se extiende hacia arriba por el tallo. Las plantas afectadas detienen su desarrollo y presentan un crecimiento recto y envarado. El follaje se vuelve clorótico (amarillento), los folíolos tienden a enrollarse hacia arriba, luego se marchitan y mueren.



Tubérculos con daño de pudrición blanda

Los tubérculos provenientes de plantas infectadas pueden manifestar síntomas que varían desde una ligera decoloración vascular al extremo del estolón, hasta una pudrición que compromete todo el tubérculo. El tejido del tubérculo afectado por pudrición blanda es húmedo, de color crema o canela y consistencia blanda, fácilmente separable del tejido sano. A medida que avanza el daño adquiere un olor desagradable debido a la presencia de organismos secundarios.



Tubérculos con daño de pudrición blanda





INIA Carillanca



Tubérculos con daño de pudrición blanda

El ataque a los tubérculos se produce en el almacenaje o en el suelo antes de la cosecha, y aquellas papas infectadas que se utilizan como semilla se deterioran después de la siembra. La infección penetra a través de las lenticelas, heridas, o por el extremo del estolón que se comunica con la planta madre.

Medidas de prevención

Entre las principales medidas de prevención destacan:

- Manipulación cuidadosa durante la cosecha, transporte y almacenaje. No cosechar tubérculos a altas temperaturas de suelo (sobre 20°C), ya que en bodega estos transpiran generando condensación y proporcionando condiciones para el ataque de enfermedades.
- Suberización (madurez) y secado apropiado de los tubérculos.
- Usar tubérculos-semilla libres de *Erwinia*. (semilla certificada o de calidad)
- Evitar el exceso de humedad, puesto que se favorece la invasión de bacterias por falta de oxígeno.

- En almacenaje usar bodegas limpias y con buena ventilación.
- Eliminar del potrero los desechos de hortalizas y papas que son fuentes de disseminación a través del viento, lluvia e insectos.
- Realizar rotación de cultivos.
- Aplicar una adecuada fertilización nitrogenada. Una dosis excesiva aumenta la susceptibilidad a la enfermedad.

Sarna Común

La sarna de la papa es una enfermedad que produce una disminución de la calidad del tubérculo debido a la apariencia sarnosa que éstos toman cuando se encuentran afectados. El organismo causal de esta enfermedad es la bacteria *Streptomyces scabies*.

INIA Carillanca



Lesiones ocasionadas por sarna común

INIA Carillanca



Lesiones ocasionadas por sarna común





Los síntomas de la sarna son muy diversos, pero generalmente se presentan como lesiones corchosas irregulares, de color café, de tamaño variable y que se desarrollan en cualquier lugar de la superficie del tubérculo. A veces los síntomas consisten en una capa superficial de tejido corchoso que cubre gran parte de la superficie del tubérculo. Lesiones ocasionadas por sarna común (russet), a veces son de hasta 1cm. de profundidad, café oscuras con el tejido bajo la lesión de color café claro y translúcido (sarna profunda). En el mismo tubérculo pueden presentarse ambos tipos de lesiones. Los síntomas se desarrollan durante la estación de crecimiento, pero el período de infección ocurre cuando el tubérculo se está formando. Pocas semanas después de la infección aparecen en el tubérculo en crecimiento pequeñas lesiones circulares acuosas. Los tubérculos maduros ya no son susceptibles a la infección, pero las lesiones formadas pueden seguir expandiéndose a medida que el tubérculo crece, aumentando la severidad del daño. Los síntomas de sarna son más severos cuando el tubérculo se desarrolla bajo condiciones templadas y secas. Aquellos suelos que se secan rápido son más conductivos a la sarna. El patógeno sobrevive indefinidamente en suelos infestados, dispersándose a través de tubérculos infectados, por suelo o guano contaminado.

Medidas de prevención

- Mantener un apropiado nivel de humedad en el suelo mediante riego.
- Plantación de tubérculos sanos.
- Rotaciones de cultivos más largas (con leguminosas).
- Desinfección de tubérculos semillas.

- Uso de variedades con algún nivel de resistencia al patógeno.
- Incorporación de avena como abono verde.
- Cosechar inmediatamente cuando los tubérculos alcancen madurez.
- Fertilización con azufre.
- No usar abonos en descomposición.

1.1.2 ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR HONGOS

Rizoctoniasis



Esclerocios de rizoctonia en papa

Rizoctoniasis o costra negra es una enfermedad producida por el hongo *Rhizoctonia solani*. Esta enfermedad se desarrolla bien en suelos fríos y húmedos, y puede afectar la emergencia y el desarrollo de la planta, reduciendo en forma importante el rendimiento comercial del cultivo. Además, las plantas infectadas tienden a producir una gran cantidad de tubérculos deformes, protuberantes, partidos y con costra negra. El hongo sobrevive en el suelo en tejido en





descomposición o sobre la superficie de los tubérculos.

El síntoma más conocido de la Rizoctoniasis es la «costra negra», o sea la presencia de estructuras de resistencia del hongo, llamado esclerocio, sobre la superficie del tubérculo.



INIA Carillanca

Tubérculo con esclerocios de rizoctonia.

Este esclerocio puede variar en tamaño desde muy pequeño, como punteado negro hasta grandes masas irregulares que cubren una gran parte del tubérculo. Muchas veces este síntoma de costra negra se confunde con tierra. Esta fase del desarrollo del hongo es importante como fuente de transmisión de la enfermedad por semilla.



INIA Carillanca

Tubérculos deformes por rizoctonia

La importancia del hongo en la semilla varía de acuerdo a la cantidad de esclerocios o costras sobre ésta, y la susceptibilidad que pueda presentar el cultivar. De este modo se ha visto que la utilización de tubérculos semillas con más de un 10% de superficie con esclerocios puede inducir un daño significativo en brotes y tallos. Igualmente, cultivares susceptibles, como Atlantic, se afectarán de manera significativa más que los medianamente resistentes, por ejemplo, Desirée.



INIA Carillanca

Cancro en tallos

En esta enfermedad también se presentan lesiones características, producidas en los brotes, tallos y estolones, como canchales café a negro con hendiduras. Estos canchales pueden continuar creciendo y llegar a estrangular los brotes, tallos o estolones en plantas nuevas. Los brotes secundarios que se desarrollan posteriormente son menos vigorosos, emergiendo tardíamente y produciendo una población menos homogénea de plantas. Las infecciones tempranas de los estolones inhiben la formación de tubérculos o afectan el desarrollo de éstos. En plantas adultas se





forma un cancro que debilita la parte aérea, que presenta síntomas de amarillamiento, enroscamiento de hojas y tubérculos aéreos.

INIA Carillanca



Cancro en tallos

INIA Carillanca



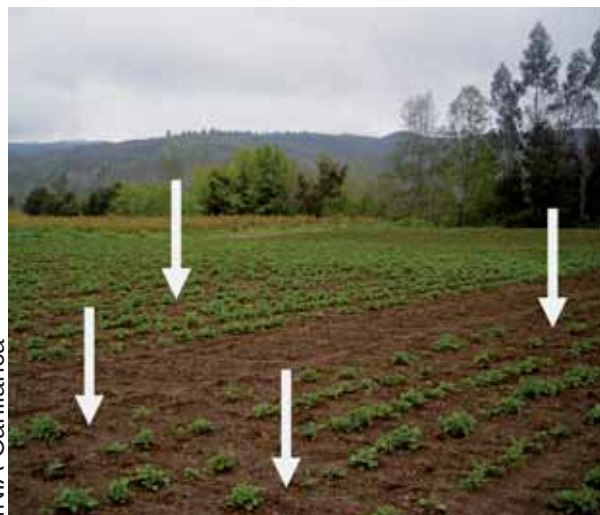
Estrangulamiento de tallos

INIA Carillanca



Tubérculos aéreos

INIA Carillanca



Daño en emergencia

Medidas de Prevención:

- Efectuar rotaciones de cultivos de 3-4 años con avena o cebada.
- Desinfección de semilla con fungicidas sistémicos.
- Las prácticas que estimulan una rápida emergencia (prebrotado) y desarrollo de la planta reducen la severidad del ataque porque es más susceptible a la infección en sus primeros estados de crecimiento.





- Uso de papa semilla de calidad.
- No usar estiércoles frescos.
- Evitar plantaciones tempranas con baja temperatura y alta humedad en el suelo.
- Alcanzada la madurez de tubérculos, cosechar inmediatamente.

Sarna Plateada



INIA Carillanca

Síntomas de sarna plateada

La sarna plateada es una enfermedad causada por el hongo *Helminthosporium solani*. Afecta la piel del tubérculo alterando su apariencia y calidad de procesamiento, sin disminuir el rendimiento. Los síntomas son más notorios en papas de piel roja, pero también están presentes en papas de piel blanca.

Los síntomas iniciales son pequeños puntos circulares de color castaño claro, con márgenes indefinidos, que se agrandan hasta

cubrir gran parte del tubérculo. Las áreas afectadas presentan un color plateado brillante, de ahí el nombre de la enfermedad, especialmente cuando el tubérculo está húmedo. Éstos pueden sufrir una fuerte deshidratación durante el almacenamiento si el área comprometida es muy extensa.

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

Medidas de prevención.

- Efectuar rotación de cultivos.
- Usar semilla libre de la enfermedad.
- Limpiar y ventilar la bodega previo al almacenamiento de los tubérculos.
- Cosechar los tubérculos tan pronto maduren.
- Desinfección de papa en bodega.
- Evitar movimientos de tubérculos en bodega.





Pudrición Seca o Fusariosis.



INIA Carillanca

Síntomas de pudrición seca en tubérculos

Esta enfermedad es causada por hongos del género *Fusarium*. El patógeno es uno de los más importantes en el cultivo de la papa, provocando enfermedades que generalmente ocasionan pérdidas económicas. La sintomatología más común se presenta en tubérculos, con pudrición de la semilla en el campo o pudrición seca en el almacenaje. Los hongos del género *Fusarium* se encuentran en el suelo y también en la semilla, producen gran cantidad y tipos de unidades reproductivas, todas capaces de infectar papas. Algunos producen estructuras de resistencia con las que pueden sobrevivir por muchos años en el suelo.

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



INIA Carillanca

Síntomas de pudrición seca en tubérculos

Medidas de prevención:

- Cosechar los tubérculos maduros, evitar golpes y almacenar en lugares ventilados.
- El almacenaje durante las primeras tres semanas de cosechado debe ser con 16°C y una humedad relativa superior a 90%, evitando que se forme agua sobre los tubérculos. Ésto ayuda a una rápida cicatrización, formándose tejido corchoso en las heridas.
- Realizar rotación de cultivos en aquellos potreros infestados, durante al menos 5 años.
- Uso de semilla sana.
- Tratamiento de los tubérculos semilla con fungicidas antes del almacenaje.





1.1.3 CONTROL DE LAS ENFERMEDADES A LA PIEL.

El control de las enfermedades a la piel, se basa principalmente en un conjunto de medidas orientadas a reducir la incidencia de éstas, sin embargo, no las controlan en un 100%. El conjunto de medidas preventivas se denomina manejo integrado, sistema que considera todas las alternativas posibles para controlar o combatir una enfermedad, ya que una sola medida no es suficiente para obtener un buen control del problema. A continuación se enumeran algunas:

- a. **Rotación de cultivos.** Realizar una rotación de 4 ó más años con cultivos no susceptibles a las principales problemas sanitarios, tales como: trigo, avena y crucíferas.
- b. **Resistencia varietal.** Este es un factor fundamental a considerar al evaluar las medidas de manejo a tomar. Así, en el caso de cultivares muy susceptibles a una determinada enfermedad, se deben manejar las precauciones máximas que eviten su presencia en el cultivo.
- c. **Uso de semilla de alta calidad sanitaria.** Ello permitirá tener un cultivo vigoroso, disminuyendo la susceptibilidad de la planta y la probabilidad del ataque de patógenos, pudriciones de semilla y daño a brotes y tallos.
- d. **Prácticas culturales.** Éstas deben evitar heridas y golpes, que son el punto de entrada a muchos agentes patógenos. Además, se debe favorecer una rápida emergencia y desarrollo de las plantas, como por ejemplo: siembras con no más de 8 a 10 cm. de profundidad y en suelos con

temperaturas más altas. Una emergencia más rápida reducirá el daño de pudriciones en los tubérculos semilla y canchales en brotes y tallos nuevos. Se ha reportado también que la humedad del suelo tiene un rol muy importante en el manejo de la sarna común, especialmente en el período de tuberización. Un aumento de la humedad del suelo durante esta etapa de desarrollo tiende a disminuir la incidencia de la enfermedad.

- e. **Cosecha rápida.** Después que el follaje se ha secado, los tubérculos no deben permanecer en el suelo sin cosechar por más de 4 semanas. Una cosecha rápida disminuirá el ataque de hongos que se desarrollan en el almacenamiento, evitándose problemas de sarna plateada y de pudrición seca. Esto también disminuirá la formación de costra negra sobre los tubérculos que están en el suelo.
- f. **Desinfección de semilla.** Esta práctica consiste en aplicar un producto químico sobre la piel de los tubérculos, con el fin de controlar o reducir la incidencia de aquellas enfermedades que se encuentren presentes.

La desinfección de papa semilla es una alternativa para proteger las heridas producidas por la manipulación de los tubérculos y evitar el ataque de enfermedades tales como *Fusarium*, *Rizoctonia* y *Helmintosporium*, principalmente durante los primeros estados de desarrollo después de la plantación. Se debe tener presente que una desinfección de semilla no reemplaza el uso de una semilla de buena calidad.





Los tratamientos químicos a la semilla, protegerán eficientemente el cultivo del ataque de algunas enfermedades, pero no todas.

La elección del fungicida previo a la plantación dependerá de:

- **Calidad del tubérculo semilla:** En la medida que se utilice un tubérculo papa semilla de menor calidad, será más necesaria la práctica de desinfección. Ello depende de la condición genética de cada variedad particular, por lo tanto, las más susceptibles deben desinfectarse como norma.
- **Fecha de plantación:** Existen algunas enfermedades que se desarrollan con más frecuencia de acuerdo a la fecha de plantación. Un ejemplo de ello es costra negra, que se desarrolla con una condición de alta humedad y suelos con baja temperatura, lo que ocurre con siembras tempranas. Por lo tanto, para bajo estas condiciones es muy importante desinfectar la semilla.
- **Equipo disponible:** Es un aspecto de gran importancia, ya que existen productos que sólo pueden ser aplicados con equipos especiales. Por ejemplo, productos comerciales como Fludioxonil o Flutalonil, deben ser aplicados con un equipo de ultra bajo volumen, ya que de otra forma pueden perder su efectividad de control.

- **Costo del tratamiento:** Existen productos de alto costo y otros más económicos. La utilización de uno u otro dependerá de la enfermedad a controlar, de las condiciones de la semilla y del historial del suelo.

Efecto del tratamiento al tubérculo semilla o al surco

Evaluaciones realizadas por INIA Remehue de tratamientos a la semilla y/o surco con productos comerciales cuyos ingredientes activos son Mancozeb + Metil tiofanato, Carbendazim + Mancozeb, Flutolanil, Pencycuron + Thiuram, Fludioxonil, Fludixonil + Azoxystrobin han permitido un buen control de canchales de *R. solani* en brotes, tallos jóvenes y tallos adultos, pero con resultados variables en la incidencia de Costra negra sobre el tubérculo en cultivares susceptibles (Figura 1). También, con resultados no concluyentes en la incidencia de sarna plateada, sarna común y pudrición seca. Sin embargo, el tratamiento con fungicidas, dado que protege brotes, estolones y tallos, genera un incremento del rendimiento comercial, respecto de su omisión (Figura 2).

La conveniencia de cada tratamiento dependerá de los rendimientos incrementales, el precio de la variedad de papa producida, el precio del año y el costo de la aplicación.





INIA Remehue

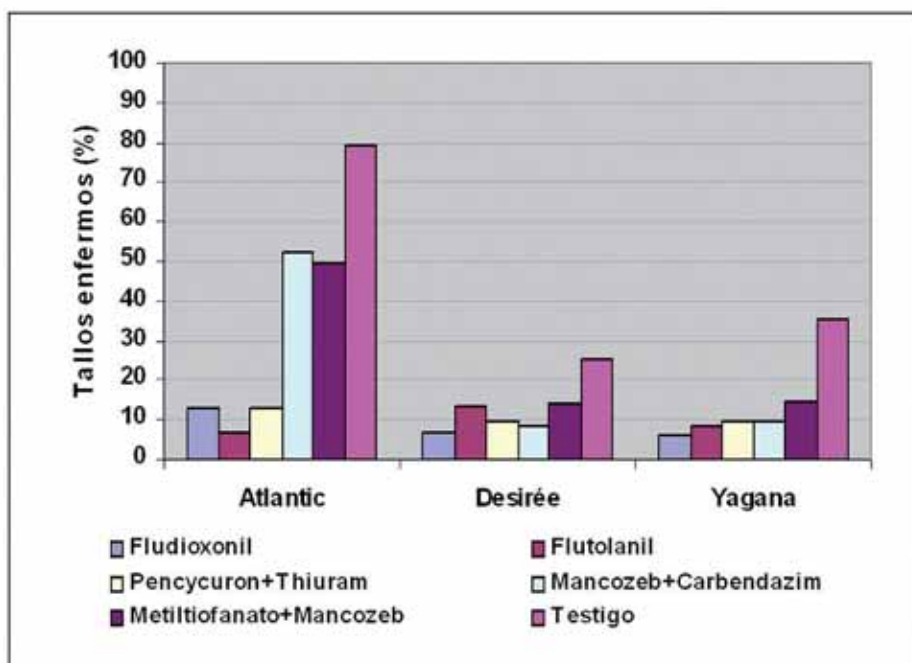


Figura 1. Efecto de diferentes tratamientos fungicidas a la semilla sobre el control de Rizoctoniasis en tres cultivares de papa.

INIA Remehue

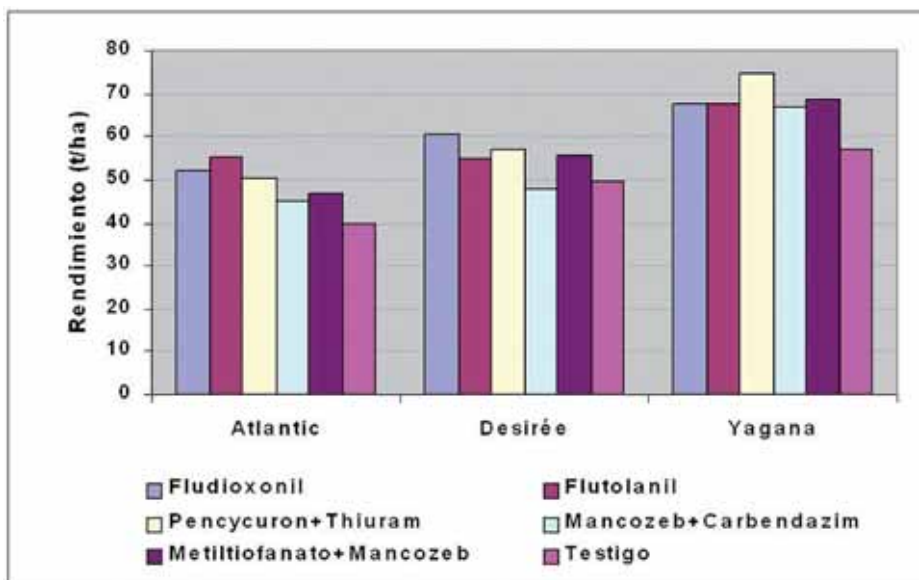


Figura 2. Rendimiento Comercial de tres cultivares de papa sometidos a diferentes tratamientos de semilla con fungicidas.





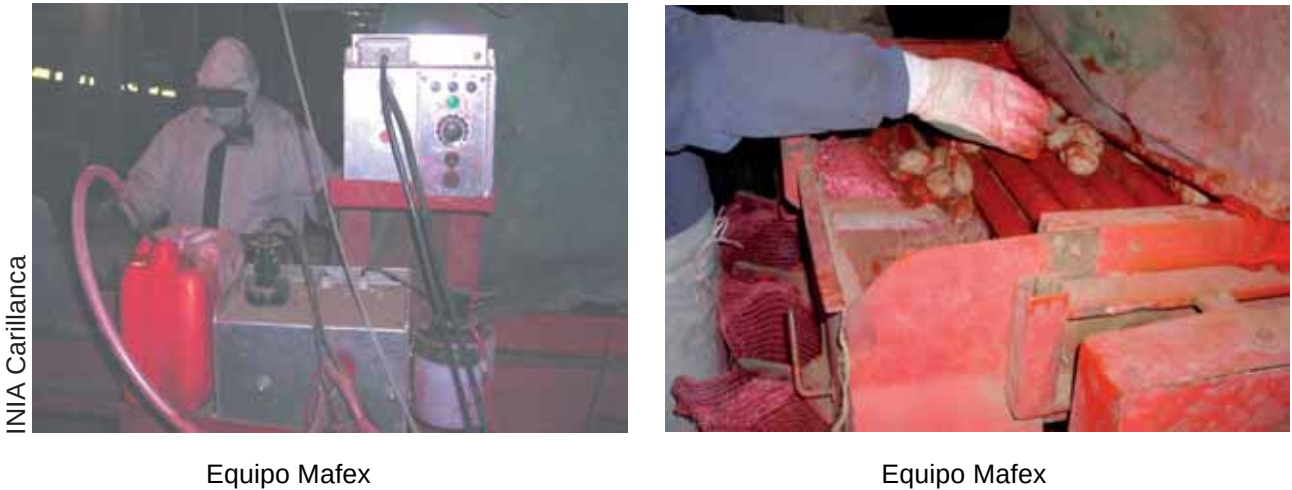
Cuadro 2. Productos comerciales utilizados en la desinfección de semillas.

Ingrediente Activo	Nombre Comercial
Fludioxonil	Celest
Pencycuron + Thiran	Monceren + Pomarsol
Metiltiofanato+Mancozeb	Cercobin + Manzate
Flutalonil	Moncut
Mancozeb + Carbendazim	Anagran Plus

Alternativas para desinfección de tubérculo papa semilla aplicación seca o en polvo



Máquina (Mafex) para desinfección de tubérculo semilla papa, aplicación de ultra bajo volumen.





1.2. PRINCIPALES ENFERMEDADES QUE AFECTAN AL FOLLAJE

Tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*)

El tizón tardío es una enfermedad causada por el hongo *Phytophthora infestans* y es la más seria de las enfermedades fungosas que afectan a la papa. El daño que ocasiona puede devastar un cultivo en pocos días.



INIA Carillanca

Síntomas de Tizón tardío en hojas de papa

Síntomas. En una etapa avanzada de la enfermedad, los síntomas tienen parecido al causado por una helada. Las plantas que se encuentran severamente afectadas por tizón tardío producen un olor que las distinguen y que resulta del colapso del tejido vegetal. La enfermedad afecta a las hojas, los tallos y los tubérculos.



INIA Carillanca

Síntomas de Tizón tardío en hojas de papa

Hojas. En el campo, los primeros síntomas de la enfermedad se presentan con frecuencia en las hojas inferiores. Los síntomas consisten en pequeñas manchas de color entre verde claro y verde oscuro que se convierten en lesiones pardas o negras según la condición del ambiente. Las lesiones se inician frecuentemente en las puntas y los bordes de las hojas. Una aureola verde clara o amarilla de algunos milímetros de ancho suele separar el tejido muerto del sano.



INIA Carillanca

Síntomas de Tizón tardío en cultivo de papa.





INIA Carillanca



Síntomas de tizón tardío en tallo

La esporulación puede verse en el envés de las hojas como un moho blanco que rodea las lesiones. Puede volverse poco notable durante el día mientras las lesiones se secan y arrugan. En menos de una semana, la enfermedad puede propagarse desde los primeros folíolos infectados en unas pocas plantas, hasta casi todas las plantas de un campo.

Tallos. Las lesiones pueden desarrollarse por infección directa o por extensión a partir de las hojas, en los pecíolos y los tallos, donde se expanden longitudinalmente. Los tallos infectados se debilitan, pueden tener un colapso y morir de la lesión hacia arriba.

Tubérculos. Los tubérculos infectados presentan una descoloración superficial e irregular. Las lesiones necróticas, secas y de color marrón penetran desde la superficie en el tubérculo. Los patógenos secundarios (principalmente bacterias) pueden convertir la casi inodora (sólo tiene un tenue olor a vinagre) pudrición seca, típica de *P. Infestans*, en una pudrición blanda mal oliente. El tizón no se propaga normalmente durante el almacenamiento; sin embargo las infecciones

INIA Carillanca



Síntomas de tizón tardío en tallo

secundarias pueden contaminar los demás tubérculos.

Redpapa.org



Síntomas de tizón tardío en tubérculos

Fuentes de infección. Las fuentes de infección de tizón tardío son tubérculos-semilla infectados; pilas de tubérculos descartados, cultivos de papa vecinos y plantas hospederas.

- **Tubérculos-semilla infectados.** En áreas donde se cultiva la papa sólo en determinadas temporadas los tubérculos-semillas





Redpapa.org

Síntomas de tizón tardío en tubérculos

enfermos constituyen generalmente la fuente más importante de infección. Los tubérculos se infectan a través de sus lenticelas y lesiones cuando, por acción de la lluvia las esporas caen de las hojas infectadas y penetran en el suelo, especialmente cuando los tubérculos se forman en la superficie del suelo y no están suficientemente cubiertos por la aporca. En la cosecha los tubérculos también pueden ser contaminados por contacto con el follaje dañados. Normalmente, los tubérculos infectados por tizón se pudren cuando son sembrados en el campo. Sin embargo, algunos tubérculos enfermos llegan a formar brotes que luego se convierten en fuentes primarias de infección.

- **Pilas de tubérculos descartados.** Se encuentran a menudo tubérculos infectados en las pilas de papas descartadas. También los tubérculos de cosechas anteriores o papas voluntarias, que hayan quedado en el potrero, pueden estar infectados y convertirse en una fuente primaria de infección para un cultivo nuevo.

- **Cultivos de papa vecinos** Los cultivos de papa vecinos constituyen otra fuente de infección, especialmente en áreas donde se cultiva la papa todo el año.
- **Otras plantas hospederas:** Otras plantas solanáceas pueden ser afectadas por *P. Infestans*. En la mayoría de los países, el tomate es el hospedero alternativo más importante.

Condiciones apropiadas para el desarrollo de la enfermedad.

De las fuentes primarias de infección, las esporas del hongo son diseminadas por el viento y el agua hacia otros cultivos.

La enfermedad se desarrolla a temperaturas que van entre 15 y 25 °C., una vez producida la infección su desarrollo es más rápido a 21°C. Por otro lado se requieren humedades relativas cercanas al 100 % y 12 horas de humedad continua para infectar el cultivo, que manifestará sus primeros síntomas entre los 5 a 7 días después de la infección.

Medidas de prevención y control.

Semilla libre de enfermedades. El uso de semilla no infectada es una condición básica para la producción de papa, puesto que elimina del campo una fuente primaria de infección.

Procedimiento de siembra. Donde las temporadas de lluvia sean definidas, la severidad de la enfermedad puede reducirse mediante un cambio en el tiempo de la siembra. Esto puede, sin embargo, reducir el rendimiento, pues la papa necesita abundante agua durante la formación del tubérculo.





Manejo agronómico. Cualquier tratamiento que acelere el secado del follaje y reduzca la humedad dentro del cultivo, contribuye a restringir el desarrollo de la enfermedad. Entre estos tratamientos se encuentran una mayor distancia de siembra y los procedimientos apropiados de riego. El riego por aspersión tiende a incrementar la severidad de la enfermedad.

Los tubérculos sin cubrir, o pobremente cubiertos con suelo, son fácilmente infectados por las esporas que el agua arrastra del follaje. Un aporque adecuado reduce la cantidad de esporas que llegan a los tubérculos y puede conducir a que el campo seque más rápido después de una lluvia.

Resistencia. Deben utilizarse variedades con mayor resistencia siempre y cuando tengan aceptación comercial.

Cosecha. Si el follaje ha sido afectado por el tizón tardío, debe ser destruido mecánica o químicamente, por lo menos, una semana antes de la cosecha. Esta práctica reduce la posibilidad de infección de los tubérculos por contacto con hojas y tallos infectados y contribuye a la suberización de la piel, de tal manera que los tubérculos sean menos vulnerables a la infección. Además reduce el daño mecánico y la infección causada por patógenos durante el almacenamiento.

Los tubérculos sólo deben ser cosechados cuando están maduros (la piel ya no se desprende al frotar el tubérculo). El suelo debe estar seco para impedir la infección a través de la piel dañada o las lenticelas. Solamente se deben almacenar tubérculos libres de enfermedades.

Los residuos de un cultivo, incluyendo los tubérculos infectados, deben ser retirados del campo o enterrados con labranza. Las pilas de tubérculos descartados deben ser cubiertos con suficiente tierra para impedir la emergencia de éstos.

Control Químico. Involucra la utilización de productos químicos capaces de prevenir la infección o controlar una posterior infección. Los productos usados para controlar el tizón tardío son clasificados como de contacto o preventivos, y sistémicos.

Fungicidas de contacto. Actúan sobre la superficie de la planta, evitando la germinación y penetración de los esporangios, disminuyendo las fuentes iniciales de la enfermedad. Son conocidos como fungicidas de contacto, protectantes o residuales. Entre los más importantes se encuentran los cúpricos y los ditiocarbamatos. Sólo protegen las zonas donde se deposita el fungicida, las hojas producidas después de la aspersión del producto no estarán protegidas contra el patógeno.

En los fungicidas de contacto es muy importante mantener una capa apropiada del fungicida en el follaje tanto en el haz (cara superior) como en el envés (cara inferior) de la hoja. Se necesita bañar toda la parte aérea de la planta. Su acción será efectiva mientras persistan en la hoja y mientras no sean lavados por la lluvia.

Fungicidas sistémicos. Estos productos son absorbidos a través del follaje o de las raíces. La translocación o movimiento dentro de la planta se realiza en forma ascendente y por vía interna a través del xilema. Tienen la capacidad de proteger las hojas producidas después de la aplicación. Inhiben algunas o





varias etapas específicas del metabolismo del patógeno. Su uso continuo ha generado la aparición de cepas resistentes a estos fungicidas.

En el caso de los fungicidas sistémicos, una aplicación constante y uniforme no es tan importante como cuando se trata de fungicidas de contacto, luego de su aplicación el fungicida sistémico penetra en la planta y se moviliza acropetalamente (hacia arriba) aún hacia partes de la planta donde no hubo depósitos de la aplicación. En este sentido es de suma importancia que la aplicación llegue a la zona más baja de la planta a fin de que el producto con su movimiento ascendente llegue y la proteja.

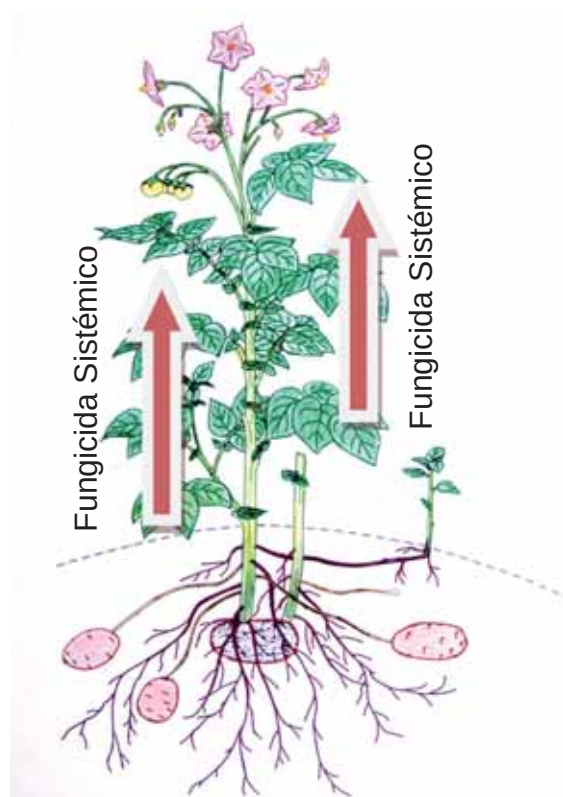


Figura 3. Movimiento ascendente o acropetal de fungicida sistémico en planta

Otros productos de actividad sistémica, conocidos como fungicidas translaminares, son productos que tienen la capacidad de moverse a través de la hoja, pero no de hoja a hoja, por lo que las hojas producidas después de la aspersión del producto no estarán protegidas contra el patógeno.

Entre los productos sistémicos más conocidos se encuentran las fenilamidas, acetamidas, carbamatos fosfonatos, otros.

En la década de 1940, fueron introducidos al mercado los etilenebisditiocarbamatos (EBDCs por su sigla en inglés). Algunos de estos productos como el zineb, maneb, metiran, mancozeb y propineb incrementaron el grupo de fungicidas destinados para combatir el tizón tardío.

Los fungicidas sistémicos fueron introducidos al mercado agrícola en la década de 1970. Metalaxyl, ofurace, oxadixil y benalaxil, pertenecientes a las fenilamidas son los productos más efectivos, pues tienen un fuerte efecto curativo, aún después de que este haya infectado a la planta. La principal desventaja de este grupo es que la población del patógeno desarrolla rápidamente resistencia a estos fungicidas.

El método más comúnmente usado para prevenir el tizón en tubérculos es realizar aplicaciones al follaje. Se supone que pueden reducir el tizón debido a que i) reduce la esporulación, ii) reduce la viabilidad de los esporangios sobre las hojas, y iii) los residuos del producto al caer de las hojas, pueden inhibir la motilidad de las zoosporas en el suelo. Una vez que la planta presenta los síntomas de la enfermedad, solamente son efectivos los fungicidas sistémicos.





Estrategias de control químico para tizón tardío

Calendario Fijo

Esta estrategia plantea realizar aplicaciones de fungicidas en forma periódica con intervalos de tiempo definidos. Normalmente se inician las aplicaciones antes del cierre de la hilera, y se mantienen hasta la madurez del cultivo. Es importante la rotación de productos para no generar resistencia del hongo.

Sistema de alerta

Existen modelos de predicción de ocurrencia de la enfermedad o pronosticadores, que usan datos climáticos para predecir las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad.

Para ello se requiere una red de estaciones meteorológicas, que entreguen información climática considere los siguientes parámetros: *Temperatura*, *Humedad Relativa* y *Precipitaciones* de los sectores de producción.



Estación meteorológica Araucanía Costera

Ventajas del sistema de pronóstico o Alerta Temprana

- Es una herramienta de apoyo a la toma de decisiones del agricultor.
- La información permite un mejor manejo de la enfermedad y el uso más eficiente y racional de los fungicidas disponibles para su control.
- Permite realizar aplicaciones de fungicidas en el momento oportuno y seleccionar el producto de acuerdo a su sistema productivo y objetivo de la producción.

Tizón temprano de la papa (*Alternaria solani*)

El tizón temprano es un problema serio en muchas áreas del mundo donde no sólo



Síntomas de tizón temprano o *Alternaria*





afecta a la papa, sino también al tomate y a otras solanáceas. El tizón temprano ha sido menos estudiado que el tizón tardío, pero en los últimos años se ha observado que es una enfermedad importante en muchas áreas templadas donde se cultiva la papa.

La enfermedad ataca al follaje y algunas veces también a los tubérculos. La disminución del rendimiento causado por el ataque al follaje alcanza hasta más del 50%. El efecto del tizón temprano algunas veces puede ser enmascarado por la incidencia fuerte de otras enfermedades, como la marchitez ocasionada por el hongo *Verticillium*.

En papa almacenada, las pérdidas por *A. solani* pueden ser notables y alcanzar niveles de hasta 80% de los tubérculos con lesiones de tizón temprano. En algunos casos, la infección de tubérculos ha causado grandes pérdidas en papa almacenada para procesamiento, a temperaturas de 10°C o superiores.

Síntomas. En las hojas se desarrollan lesiones más o menos circulares, de color marrón oscuro, con anillos dispuestos concéntricamente semejan un tablero de tiro al blanco; primero se desarrollan en las hojas inferiores, más viejas. Según las condiciones ambientales y la variedad de papa, las lesiones se agrandan de 0,5-2,0 cm de diámetro, y a éstas se asocian áreas cloróticas alrededor y entre las lesiones. En condiciones de sequedad, las lesiones pueden perforarse dejando huecos (que se asemejan a orificios de bala). Las hojas pueden volverse completamente cloróticas, secar y morir. La enfermedad generalmente ocasiona la defoliación, pero las hojas secas algunas veces quedan colgando de la planta.

Lesiones similares ocurren también en los peciolo y tallos. La infección en los tallos puede ocasionar que éstos se quiebren y que mueran las partes no infectadas de la planta que están más arriba. Los síntomas en el follaje pueden ser confundidos con la maduración temprana y los síntomas de la marchitez causada por *Verticillium*.

Las infecciones en los tubérculos se caracterizan por lesiones irregulares, hundidas, con bordes elevados. Están distribuidas sin orden en la superficie del tubérculo. Su color pasa del gris al marrón o púrpura al negro. El tejido que está debajo de las lesiones es de color marrón oscuro, duro y seco, y se extiende dentro del tubérculo desde unos pocos milímetros hasta 2-3 cm. Con frecuencia está rodeado por una zona angosta empapada de agua.

Los síntomas del tizón temprano no deben confundirse con los causados por *Phytophthora infestans* (tizón tardío). Las lesiones ocasionadas por este hongo en las hojas, generalmente no forman anillos concéntricos. Cuando existe alta humedad relativa las lesiones muestran esporulación en forma de moho blanco en el envés de las hojas, lo que no ocurre con el tizón temprano. Las lesiones causadas por el tizón temprano en los tubérculos no se extienden en forma irregular en el interior del tejido, como ocurre en el caso del tizón tardío.

La infección foliar es favorecida por el calor (alrededor de 25°C) y la humedad. La lluvia estimula la enfermedad, pero no es necesario que llueva si hay rocío abundante y frecuente. Otros factores que aumentan la pérdida son el riego por aspersión, la cosecha mecánica y el almacenamiento a temperaturas elevadas (superiores a 10°C).





El patógeno que se encuentra en el follaje o en la superficie del suelo infecta los tubérculos dañados al momento de la cosecha. Cuando se toman medidas adecuadas, los tubérculos son menos susceptibles a daños mecánicos y en consecuencia al ataque del tizón temprano.

Medidas de prevención.

El control de tizón temprano incluye:

- Precaución durante el manejo del cultivo
- Control químico
- Uso de variedades resistentes

Precaución durante el manejo del cultivo:

Debido a que el desarrollo del tizón temprano está relacionado con el vigor y la maduración del cultivo, el manejo agronómico para estimular el vigor y evitar la senectud rápida del follaje y la debilidad de la planta, ayuda a reducir la incidencia de la enfermedad. Esto incluye riego adecuado y aplicación de fertilizantes (de acuerdo con las recomendaciones locales). Se debe considerar que el riego por aspersión puede promover el desarrollo de la enfermedad.

Ya que las variedades de maduración precoz contribuyen a que se presenten graves diseminaciones secundarias de esporas, la siembra debe ser organizada de forma que las esporas que lleva el viento no pasen de las variedades precoces a las tardías.

Para prevenir la infección de los tubérculos, el follaje infectado debe ser eliminado unos días antes de la cosecha y dejar tubérculos en el suelo hasta que su cáscara esté madura y más resistente a los daños mecánicos. Como *A. solani* sobrevive en los desechos de la planta, todos los residuos infectados

deben sacarse del campo después de la cosecha.

Aunque este patógeno es capaz de persistir de una temporada a otra, no puede sobrevivir períodos más largos. Por ello, la rotación de cultivos puede ayudar a reducir la cantidad de inóculo en un campo.

Control químico: El tizón temprano puede ser controlado en forma efectiva mediante pocas aplicaciones de fungicidas, siempre que la aspersión se efectúe de conformidad con la esporulación secundaria. Las aplicaciones tempranas tienen poco efecto, y las aplicaciones continuas e indiscriminadas no mejoran los resultados, y cuestan más. Los mismos fungicidas protectores empleados para el control del tizón tardío son, por lo general, efectivos contra el tizón temprano. Hay que considerar que los fungicidas específicos para el control del tizón tardío (por ejemplo, Ridomil) pueden ser inefectivos para el tizón temprano.

Uso de variedades resistentes: Las variedades de papa muestran diferentes niveles de resistencia de campo, pero ninguna de ellas es inmune. La susceptibilidad está asociada con la maduración temprana. Las variedades tardías son generalmente menos afectadas.

c. Pudrición Gris (*Botrytis cinerea*)

Síntomas: La pudrición gris es una enfermedad ocasionada por el hongo *Botrytis cinerea*, generalmente es de poca importancia económica. Los síntomas se hacen evidentes en el follaje hacia el final del período del cultivo. Las lesiones en las hojas superiores son raras. La enfermedad se desarrolla solamente durante los períodos





Síntomas de Botrytis o pudrición Gris

de clima frío y húmedo, mayormente en los márgenes de las hojas apicales, formando una especie de cuña bordeada por las nervaduras principales y puede a simple vista confundirse con el tizón tardío. La masa de esporas de Botrytis son de color castaño a plomizo (nunca blancas) y generalmente son más abundantes y densas que las fructificaciones de *Phytophthora infestans*.

Botrytis fructifica en las partes de la flor, las cuales caen sobre las hojas produciendo en ellas lesiones circulares no restringidas por las nervaduras. Las hojas inferiores que se vuelven cloróticas por efecto de la falta de luz, como consecuencia de la falta de la sombra proyectada por el follaje superior, se pudren y el hongo fructifica en los peciolo y tallos en descomposición, y con menos frecuencia en las hojas. A partir de las hojas infectadas el hongo se disemina e invade sucesivamente los peciolo y la corteza del tallo.

La infección se hace evidente en las partes senescentes de la planta que han sido predisuestas por un exceso de sombra o de humedad. Es característico el desarrollo

de necrosis en forma de cuña o «V» en el extremo de los folíolos, delimitando la zona sana de la necrosada por un borde amarillo pálido. En los tallos se puede producir una pudrición húmeda, generalmente asociada a una herida.

La infección a los tubérculos no es muy común, por lo menos no se hace evidente durante las operaciones de cosecha, pero se desarrolla durante el almacenaje y bajo ciertas condiciones puede ser de carácter grave.

Para que produzca infección en las hojas se requiere de alta humedad y temperatura relativamente baja.

El hongo es acarreado por el viento y la lluvia depositándose sobre las plantas, iniciando una infección con temperaturas más bajas que para tizón tardío (entre 4 y 25 °C)

Medidas de prevención

Las pulverizaciones con productos preventivos pueden ser de utilidad, siempre que el follaje no este recibiendo demasiada sombra.

Permitir que se produzca la cicatrización de las heridas antes de llevar a los tubérculos a los depósitos de almacenaje.

1.3. ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR 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.





Existen varios mecanismos de diseminación de virus, pero los virus más dañinos de la papa son transmitidos por insectos vectores, especialmente áfidos. El control de diseminación de virus es la manera más efectiva de reducir las enfermedades virosas en la producción de semillas porque no es factible eliminar virus de plantas infectadas. De los problemas fitosanitarios a considerar en un programa de producción de tubérculos semilla, el control de las enfermedades producidas por virus es quizás lo más crucial, dado que son la principal causa del fenómeno conocido como degeneramiento de la papa. Esto es pérdida progresiva e irreversible de los rendimientos del cultivo cuando el productor utiliza reiteradamente tubérculos semilla de su propia cosecha. El plantel se torna cada vez menos vigoroso con plantas que van reduciendo la producción de tubérculos en número y tamaño.

Transmisión de virus de papa. Los virus pueden ser diseminados por tubérculos-semillas infectados, mediante el contacto con plantas infectadas, a través del uso de herramientas contaminadas, por vectores como insectos, nemátodos y hongos.

Myrzus persicae es el áfido de la papa más ampliamente distribuido y el vector más importante de los virus de la papa. Normalmente, se alimenta de las partes inferiores de la planta de papa.

La transmisión de virus en papa es de dos maneras.

- Transmisión no persistente,
- Transmisión persistente.

Transmisión no persistente. Los áfidos pueden adquirir virus durante breves períodos en que prueban los tejidos epidérmicos de las plantas infectadas. Solamente toma unos segundos para que las partes bucales queden contaminadas y, luego, puede transmitir los virus inmediatamente a otras plantas. Los áfidos en este caso permanecen infecciosos (virulíferos) durante un período corto, generalmente menor de 2 horas y los virus sólo pueden ser llevados a cortas distancias. Con excepción del virus del enrollamiento de la hoja de la papa (PLRV), todos los virus de papa provenientes de áfidos son transmitidos de manera no persistente.

Transmisión persistente. Los virus que son transmitidos de manera persistente, se localizan en el floema de las plantas. Para adquirir estos, un áfido tiene que alimentarse del floema. Esto puede tomar 20-30 minutos. El virus entra en el cuerpo del áfido y ocurre un período de latencia o incubación que dura varias horas, en el cual estos insectos no son virulíferos infecciosos. El virus persiste luego durante el resto de la vida del áfido y puede ser llevado a distancias largas. Un ejemplo de esta forma de transmisión es el virus del enrollamiento de la hoja (PLRV).



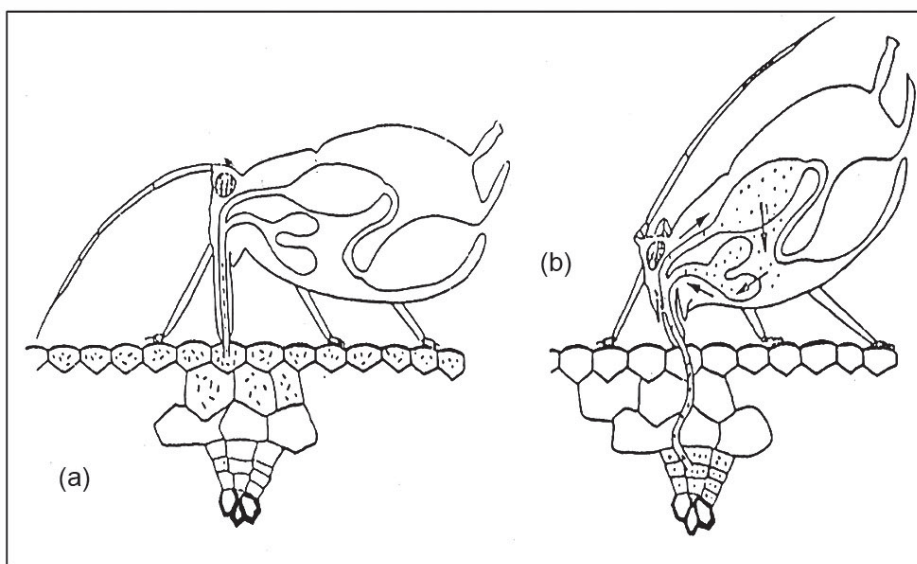


Figura 4 (a) Afido transmisión no persistente (b) Afido transmisión persistente

Infección y propagación: Las enfermedades virósicas en papa, a pesar de que en muy pocos casos son de carácter letal, generalmente reducen el vigor de la planta y las posibilidades de usar tubérculos como semilla.

El virus debe penetrar en la célula viva de un hospedante antes de poder multiplicarse. Diversos tipos de virus pueden penetrar de diferentes formas. Algunos pueden introducirse mediante transmisión mecánica; por ejemplo frotando la hoja sana con savia que contenga el virus o mediante el contacto entre plantas infectadas con virus y plantas sanas. Otros virus necesitan un organismo portador denominado vector, por ej. Áfidos o pulgones, nemátodos, hongos, etc.,

- **Infección primaria:** Es aquella que ocurre durante la estación de cultivo, esto es, en el período de crecimiento y desarrollo de las plantas.
- **Infección secundaria:** Es aquella presente en individuos que se han originado de

tubérculos u otros órganos vegetativos previamente infectados. Así, tubérculos procedentes de plantas enfermas producen síntomas secundarios en las plantas que se originan a partir de ellos en la generación siguiente.

Infección sistémica: Producida la infección de la planta, el virus se multiplica en las células e invade sistemáticamente todos sus órganos vegetativos (tallos, hojas, estolones y tubérculos). Dado que la papa se reproduce mediante tubérculos, el uso de una papa semilla infectada en la plantación produce indefectiblemente plantas enfermas.

Sintomatología: Es quizás el método más económico, rápido y ampliamente usado en producción de semilla. Se basa en la capacidad que tienen muchos virus de infectar las plantas y producir en ellas síntomas característicos en un tiempo relativamente corto.





Algunos de los síntomas más característicos que denotan la presencia de virus en plantas de papa son:

- **Mosaicos:** áreas amarillentas o de verde claro se entremezclan con áreas del verde de las hojas a modo de mosaico.
- **Moteado:** áreas de verde claro o amarillentas se entremezclan con el verde normal de las hojas en forma difusa, esto es, sin límites definidos.
- **Amarillento:** pérdida del color verde de las hojas de manera uniforme en toda la planta o en parte de ella y su reemplazo por un color amarillento.
- **Cálico:** áreas de color amarillo intenso, generalmente grandes, que contrastan con el verde normal de los folíolos.
- **Encrespamiento:** sinuosidad del margen de los folíolos de la hoja.
- **Rugosidad:** la superficie de los folíolos es rugosa o ampollada, generalmente en toda el área foliar de la planta.
- **Arrosetamiento:** hojas pequeñas y encrespadas concentradas en ápículos terminales de los tallos. (bouquet).
- **Enanismo:** plantas más pequeñas que las normales y que emergen tardíamente.
- **Necrosis:** muerte de parte del tejido de hojas, tallos y tubérculos. Existen diversos tipos: necrosis apical de tallos, necrosis sistémica del follaje, necrosis de las nervaduras de los folíolos, otros.
- **Caída de Hojas:** pérdida de hojas parcial o totalmente necrosadas. Generalmente comienza por las hojas inferiores y algunas veces quedan colgando los tallos.

Plantas Indicadoras: La mayoría de los virus que afectan a la papa tienen también la capacidad de infectar plantas de otras especies, géneros o familias. La capacidad que tiene un virus de infectar algunos, varios o muchos huéspedes se conoce como «Rango de Hospederos». Algunos huéspedes reaccionan con expresión de síntomas generalizados o locales característicos, por lo que se les emplea como huésped de diagnóstico o planta indicadora del virus.

Pruebas serológicas: Los componentes estructurales de los virus, esto es, la proteína y el ácido nucleico han sido usados para desarrollar métodos de detección muy específicos. El método más conocido y utilizado en papa es el Test de ELISA» (Enzyme-Linked Immunoassorbent Assay).

1.3.1. VIRUS COMUNES A NIVEL LOCAL

Enrollamiento (PLRV)

Esta es una de las enfermedades más serias que atacan al cultivo de la papa. Se transmite por áfidos y es la responsable de las más altas reducciones en el rendimiento en todo el mundo.



INIA Carillanca

Síntomas de enrollamiento de la hoja (PLRV)





Síntomas: los síntomas primarios se manifiestan después que las plantas han sido picadas por áfidos virulíferos y se hacen evidentes principalmente en las hojas jóvenes, las cuales se muestran erectas, enrolladas y pálidas. En algunas variedades las hojas jóvenes tienen una pigmentación rosada a rojiza que comienza por los márgenes y en otras, el enrollamiento se encuentra especialmente confinado a la base de los folíolos sin abarcarlos íntegramente. Estos síntomas pueden posteriormente extenderse hacia las hojas inferiores. Los síntomas primarios pueden dejar de manifestarse en caso de producirse infecciones tardías.

Los síntomas secundarios se hacen evidentes al momento en que la planta brota a partir de un tubérculo infectado. Los folíolos inferiores se muestran enrollados y las hojas superiores tienen un color más claro. En general las hojas se ponen rígidas y coriáceas, se secan y cuando se estrujan producen un sonido crocante como de papel. Las plantas se quedan a menudo enanas, con hábito de crecimiento erecto.

Epidemiología: El virus puede ser transmitido por medio de tubérculos enfermos o también de manera persistente por picadura de áfidos virulíferos. Entre los áfidos que colonizan la papa y sirven como vectores del virus el *Myzus persicae* es el más eficiente.

La diagnosis de la enfermedad en los semilleros constituye un problema bastante complicado, debido a que los síntomas en el follaje frecuentemente no son evidentes, especialmente cuando se producen infecciones tardías.

Las parcelas destinadas a la producción de semilla deben ser cosechadas lo antes posible (pero compatible con un rendimiento razonable), con el objeto de evitar transmisiones tardías por áfidos.

Medidas de prevención y control

- Selección clonal.
- 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.

Mosaico Rugoso (PVY)



Fuente www.plantdepommedeterre.org

Síntomas de encrespamiento de hojas virus Y





Síntomas: La severidad de los síntomas en el follaje de papa 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. En general tanto el PVY^O como el PVY^C inducen síntomas mucho más severos que el PVY^N, el que produce un moteado impreciso en las plantas con infección primaria, al igual que en las plantas provenientes de tubérculos infectados (infección secundaria). Cuando la infección se produce tardíamente, el follaje puede no presentar síntomas, pero los tubérculos de tales plantas pueden llevar consigo la enfermedad.

Los síntomas primarios de PVY^O, dependiendo del cultivo, se manifiestan en forma de necrosis, moteado o amarillamiento de los folíolos, decaimiento de las hojas y a veces la muerte prematura. La necrosis que empieza como manchas o anillos en los folíolos, puede ser la causa del colapso de las hojas, las cuales pueden llegar a desprenderse o permanecer colgantes del tallo, a veces los síntomas se presentan en uno sólo de los tallos de la planta.

Las plantas con infección secundaria por PVY^O son enanas, de hojas encarrujadas y moteadas; a veces se produce necrosis en el follaje y en los tallos. La necrosis es generalmente mucho más severa cuando se genera por efecto de infección primaria que de secundaria.

En algunas variedades el PVY^C provoca rayado fino y las plantas infectadas se quedan enanas y mueren prematuramente. Existe generalmente una correlación entre los síntomas del follaje y del tubérculo. Sin embargo, el mosaico suave comúnmente inducido por variantes de PVY^N no va acompañado por síntomas en los tubérculos.

Las variedades que a la infección con PVY^O reaccionan con necrosis en el follaje, muestran a veces anillos de color castaño claro en la piel de los tubérculos. En algunas variedades, las variantes de PVY^C pueden inducir necrosis interna.

Epidemiología: La diseminación de PVY depende principalmente de la presencia de áfidos alados. Este virus es llevado en el estilete del insecto y transmitido en pocos segundos en forma no persistente por muchas especies de áfidos. Por lo menos se mencionan 25 especies de áfidos que son capaces de transmitir PVY, pero se conoce muy poco acerca de su eficiencia de transmisión.

El PVY es considerado uno de los virus más dañinos en términos de reducción del rendimiento. Los strains de PVY^O y de PVY^C pueden ser la causa de un completo fracaso en el cultivo de papa y cuando se da en combinación con PVX es generalmente muy destructivo, produciendo la enfermedad conocida como mosaico rugoso.

Medidas de prevención

- Uso semilla libre de virus.
- Uso variedades resistentes.
- Realizar las siembras adelantadas y eliminar plantas enfermas.
- Evitar altas poblaciones de áfidos en el campo mediante la aplicación de insecticidas al follaje.
- Planificar las operaciones de cosecha antes de que se produzca el vuelo de poblaciones crecidas de áfidos. Esto se puede determinar mediante el empleo de trampas amarillas.





Cuadro 3. Tabla de virus más comunes en el cultivo de papa

Virus	Síntomas Principales	Transmisión Natural
PLRV	Enrollamiento de las Hojas	Afido Persistente
PVY	Mosaico, Necrosis Caída de Hojas	Afidos, No persistente
PVX	Mosaico, Infección latente	Mecánica
PVS	Bronceado, Moteado, Infección latente	Afidos, No persistente, ,mecánica
PVM	Encrespamiento, Mosaico	Afidos, No persistente, mecánica
AMV	Cálico, Mosaico	Afidos, No persistente

GLOSARIO

Cancro: es una lesión generalmente hundida, necrosada en ramas, tallos o ramillas de una planta.

Clorosis: es el amarillamiento de tejidos normalmente verdes, debido a la ruptura de moléculas de clorofila.

Enfermedad: es toda malformación o mal funcionamiento de células o tejidos vegetales, causado por agentes internos o externos, bióticos o abióticos que afecta a las plantas o sus órganos, y que causa síntomas o daños permanentes.

Epifitia: es un brote severo de gran difusión de una enfermedad de plantas, equivalente a una epidemia en animales.

Esclerocio: micelio de algunos hongos que se compacta duramente para resistir condiciones adversas.

Espora: unidad reproductiva de los hongos constituida por una o varias células; es una estructura análoga a la semilla de plantas.

Esporangio: es un saco que contiene esporas asexuales de hongos oomicetes peronosporales.

Fungicida: sustancia tóxica a hongos.

Infección: establecimiento de un parásito dentro de un hospedante.

Inóculo: el patógeno o sus partes que pueden causar infección.

Micelio: hifa o masa de hifas que constituyen el soma del hongo.

Signo: patógenos o partes de él que se observan sobre una planta hospedante.

Síntoma: reacciones internas o externas, alteraciones de una planta ante la presencia de un patógeno que le causa la enfermedad.

Strain: en virus es un grupo de aislamientos de un virus que tienen en común la mayoría de sus antígenos.

Zoospora: espora flagelada que tiene la capacidad de moverse en el agua.





Bibliografía

I. Acuña. 2001. Curso de Capacitación «Reconocimiento y Control de las Principales Enfermedades y Plagas Incidentes en la Producción de Papa en la Zona Sur de Chile» INIA Remehue

I. Acuña. 2003. Manejo integrado de enfermedades de la papa y tratamiento de la semilla. Seminario « Avances de investigación en el cultivo de la papa en el sur de Chile . INIA Remehue.

G. Apablaza. 2000. Patología de cultivos epidemiología y control holístico. Ediciones Universidad Católica de Chile. 347 pp.

E. Fernández N. 2003. Fungicidas: Historia, presente y futuro de los fungicidas utilizados para el control de Tizón.

W. J. Hooker 1980. Compendio de Enfermedades de la Papa. Centro Internacional de la Papa 166 pp.

B. Latorre 1992. Enfermedades de las plantas cultivadas. Ediciones Universidad Católica de Chile 628 pp.

J.S. Rojas; P. Accatino; J.C. Kalazich 1994. Metodología para Mejorar la Producción y Uso de Tubérculos Semilla de Papa en Chile. Curso Taller. INIA Remehue.

A. Sarasola y M. Rocca. 1975 . Fitopatología Curso Moderno Tomo III. Editorial Hemisferio Sur.





II. RECONOCIMIENTO Y CONTROL DE LAS PRINCIPALES PLAGAS COMUNES EN PAPA

Patricio Méndez L., Lorena Sotomayor T., Juan Inostroza F.
INIA Carillanca

2.1 Generalidades

Los insectos y otras plagas causan daño al alimentarse tanto de la parte aérea como subterránea de la planta. La absorción de los alimentos la hacen en función del tipo de aparato bucal que posean y así pueden ser: picador – chupador, raspador – chupador o masticador. Aparte del retraso que producen estas plagas en el desarrollo de la planta, por el consumo de material o por daños mecánicos en el caso de cortadores, también algunos de ellos, como los áfidos, transmiten graves enfermedades causadas por virus que reducen la cosecha y degeneran la semilla.

Los insectos asociados al cultivo de papa en Chile no superan las 60 especies, muchas de las cuales no causan daño económico debido fundamentalmente al buen control natural que existe de muchas de ellas.

Sin embargo, existen algunas que son necesarias de combatir en momentos claves de desarrollo del cultivo.

2.2 Manejo Integrado de Plagas

Es el uso sistemático de una diversidad de métodos de control y prevención, que permite al agricultor una calidad y rendimiento económicamente aceptable y amigable con el M.A.

Existen cuatro componentes esenciales necesarios que se deben cumplir en la implementación de un manejo integrado de plagas:

- Correcta identificación de la plaga
- Monitoreo en campo y almacenaje
- Pautas o criterios de decisión de control
- Métodos efectivos de control

Correcta Identificación de plagas

Debido a que la mayoría de las herramientas de control, incluyendo a los pesticidas, son efectivas sólo contra algunas especies de plagas, se debe saber con exactitud cuáles son las que están presentes y cuáles son las que tienen probabilidad de aparecer. De allí es que puede ser necesario aplicar diferentes métodos de control, incluso para especies de plagas relacionadas.

La identificación precisa permitirá predecir la incidencia que el insecto tendrá, la o las épocas de mayor ataque y daño, los efectos de otras medidas de control, etc., sobre la base del conocimiento que se tendrá de cada especie de plaga.

Monitoreo

A través del monitoreo del cultivo se obtiene la información necesaria para tomar mejores decisiones de manejo. El monitoreo significa evaluar, a través de muestreos, la incidencia y niveles de las infestaciones de plagas. También puede incluir la colecta de datos meteorológicos, datos de desarrollo del cultivo, y de prácticas de manejo.





El método más utilizado para verificar el número de individuos plaga y evaluar su daño, es la inspección periódica y sistemática del cultivo. El registro escrito de estos muestreos es extremadamente importante para la toma de decisiones de control ya sea inmediata o futura.

Pautas o criterios de decisión de control

En el manejo integrado de plagas es fundamental conocer cuál es la cantidad de individuos, ya sea larvas, ninfas o adultos, de una determinada plaga o cuál es el grado de daño que puede tolerar un cultivo sin que se produzcan pérdidas económicas.

La dificultad radica en determinar cuál es el punto, o número de individuos (umbral de daño) que alcanza la población, en el que deben tomarse algunas acciones para evitar un daño inaceptable en el cultivo.

Cuando las decisiones de control se toman sin ningún criterio, o bien por el calendario, generalmente se cometen dos errores. El primero, es controlar cuando la población de la plaga es tan baja que no representa ningún riesgo de daño. Esto implica una pérdida económica para el agricultor y un impacto ambiental, principalmente si se utiliza un pesticida de amplio espectro. El segundo, es cuando no se controla en el momento que la población de la plaga sí ocasiona pérdidas económicas, lo cual sucede, generalmente, porque existe desconocimiento de los umbrales que indican que es necesario actuar, o bien porque el monitoreo no fue realizado en la forma debida y, por lo tanto, hay pérdida económica por efecto de la plaga.

Métodos de Control

Control Cultural: Variedades resistentes, preparación de suelos, fertilización, la rotación de cultivos, el manejo del riego, y la eliminación de residuos de cultivos. Son prácticas culturales que ayudan a minimizar el daño económico.

Control Genético: La resistencia varietal es una de las mejores defensas en el control de insectos plaga.

Control Biológico: Todas las especies vivientes tienen enemigos naturales, es decir otras especies que viven a sus expensas, ya sea depredándolas, parasitándolas o enfermándolas lo cual en la naturaleza usualmente significa la muerte.

Control Químico: Se ha desarrollado una gran variedad de productos químicos insecticidas, de origen natural o sintético. Los insecticidas entran al cuerpo del insecto ya sea por su cutícula (llamados de acción de contacto o dermal); por inhalación (a través del sistema respiratorio) o por ingestión (a través del sistema digestivo)

La mayoría de los productos de acción de contacto actúan también como venenos estomacales al ser ingeridos por los insectos. Los insecticidas ingeridos por los insectos después de haber circulado por los vasos conductores de la planta hospedera, son conocidos como insecticidas sistémicos.

Algunos de estos productos pueden tener acción de inhalación, contacto e ingestión.





Los insecticidas son necesarios cuando otras tácticas de manejo no están disponibles o fracasan en prevenir que las poblaciones de plagas causen un daño económico. La decisión de utilizar un insecticida debe estar basada en el umbral de acción. El cultivo debe estar monitoreado regularmente para determinar si la población alcanza este umbral.

La mayoría de los insecticidas sintéticos tienen un efecto tóxico agudo actuando sobre el sistema nervioso de los insectos.

Los **organofosforados y carbamatos** son neurotóxicos sintéticos, generalmente de amplio espectro de acción. Estos actúan inhibiendo la acetilcolinesterasa, enzima encargada de interrumpir el impulso nervioso transmitido por la acetilcolina y por lo tanto, los insectos sufren rápidamente una convulsión nerviosa que termina en parálisis y muerte.

Ejemplos de Organofosforados: metamidifos, clorpirifos y diazinon; Carbamatos: carbofurano y carbaryl.

Los insecticidas **piretroides**, afectan también al sistema nervioso de los insectos. Sin embargo, su sitio de acción es la célula nerviosa. El efecto insecticida de los piretroides aumenta con la disminución de la temperatura.

Ejemplos de piretroides: deltametrina, cyfluthrin y lambdacyhalotrina.

Existe otro grupo de insecticidas que se denomina **Reguladores del crecimiento**, los cuales actúan afectando el proceso de desarrollo o metabolismo de los insectos

imitando la acción hormonal o interfiriendo con ella (hormona juvenil) o afectando la bioquímica de la producción de cutícula (inhibidores de quitina).

Tienen un alto grado de eficiencia sobre estados específicos de muchas plagas y una baja toxicidad a mamíferos entre los que se encuentran: triflumuron, flufenoxuron, tebufenozide y methoxyfenozide.

Un grupo novedoso de compuestos de **origen biológico**, corresponden a toxinas o metabolitos derivados de la destilación de las bacterias *Streptomyces fumanus*, *Streptomyces avermitilis* y *Saccharopolyspora spinosa*. Estos productos pueden tener efecto insecticida, acaricida, nematocida.

Resistencia a insecticidas

Un gran obstáculo para el uso continuo y efectivo de insecticidas es el desarrollo de resistencia. Las poblaciones de insectos plagas desarrollan resistencia a insecticidas a través de la selección genética natural, debido a que algunos individuos en la población presentan ciertos caracteres genéticos que les permite sobrevivir a la aplicación de insecticidas.

Luego, para minimizar la aparición de resistencia a los insecticidas, es recomendable lo siguiente:

- Aplicar insecticidas sólo cuando sea necesario, basándose en los umbrales de acción.
- Usar la mínima dosis recomendada que otorgue un control efectivo.





- Durante la temporada rotar los insecticidas que pertenezcan a diferentes clases químicas y con diferentes modos de acción.
- Utilizar algunas sustancias que aumenten la efectividad de los insecticidas, como algunos humectantes, adherentes, etc.

2.3. PRINCIPALES PLAGAS ASOCIADAS AL CULTIVO DE PAPA EN LA ZONA SUR DE CHILE

2.3.1. Gusano Cortador

Corresponden a un complejo de larvas de mariposas de la familia Noctuidae.



Fuente: Patricia Larraín

Gusano cortador

Las especies más comunes en el sur de Chile, asociadas al cultivo de papa, son *Agrotis spp*, *Peridroma spp*, *Copitarsia sp*, entre otras. Los adultos son mariposas nocturnas fuertemente atraídas hacia la luz, de tamaño robusto, hasta 43 mm de largo con las alas extendidas, con el primer par de las oscuro opaco y el segundo más claro.

Las larvas de todas ellas son similares entre sí, presentando un cuerpo cilíndrico, color

grisáceo con o sin líneas longitudinales y en reposo permanecen enrolladas. Miden hasta 40 mm de largo y se les encuentra a nivel del cuello, bajo el suelo en el follaje.

El daño lo producen las larvas. Este puede ser severo bajo condiciones favorables para la producción de especies.

Durante la primera etapa del cultivo pueden cortar plantas pequeñas a la altura del cuello, comiendo tallos, también pueden perforar raíces y tubérculos, haciendo agujeros grandes y profundos. Algunas especies consumen gran cantidad de follaje, presentándose en sectores focalizados de la plantación.

Control

Entre las medidas de control se recomienda preparar adecuada y oportunamente el suelo, dejándolo libre de malezas durante un largo período antes de la plantación. Las poblaciones de estas larvas son reguladas por otros insectos de la familia Tachinidae, Ichneumonidae, Braconidae, Carabidae, bacterias y aves. Cuando las poblaciones son muy altas se recomienda aplicar productos carbamatos y organofosforados en forma localizada.

Cuando se realiza control químico al suelo rara vez se presenta ataque de este insecto.

2.3.2. Gusano Alambre

(*Conoderus rufangulus* G. *Cosmesis sp.*; *Grammophorus minor* S.; *Grammophorus niger* S.; *Medonia deromecoides* S.)

La biología de estas especies de chilenos se desconoce. Habitualmente los adultos son





activos en el período primavera – verano y en el otoño e invierno se refugian bajo la corteza o de hojas secas. En primavera las hembras ponen huevos en el suelo, de los cuales emergen las larvas que se alimentan de raíces y dañan a los tubérculos de papa. Los ciclos biológicos pueden ser largos, pero en la mayoría de las especies el ciclo es anual.



INIA Carillanca

Larva de gusano alambre



INIA Carillanca

Adulto gusano alambre



INIA Carillanca

Daño por gusano alambre en tubérculos

En la Región de Los Lagos, se estudio el movimiento de las larvas en el perfil del suelo; *Medonia deromecoides* S., presenta un movimiento ascendente en los meses de julio a septiembre ubicándose cerca de la superficie o sobre ella. A medida que aumenta la temperatura se entierran a unos 10 cm., donde permanecen hasta marzo. Luego se inicia un movimiento ascendente hasta la superficie del suelo (3 a 4 cm).

Los daños causados en la planta por gusano alambre puede presentarse en los tubérculos semilla recién plantados, los cuales son destruidos por las larvas, en raíces y raicillas de las plantas y en tubérculos ubicados bajo el suelo, en los que se produce una red de galerías que afecta su valor comercial. En otros casos afectan el vigor de las plantas al dañar los tejidos conductores.

El factor más importante asociado con el ataque de gusanos alambre en papas es la rotación cultural. Los ataques son mayores cuando se cultiva papa después de hospederos favorables como son las praderas. En el sur de Chile se han





encontrado mayores poblaciones en suelos con praderas que en suelos sometidos a cultivos o en barbecho. También se ha determinado una mayor densidad de larvas en praderas de mayor duración.

Otro factor importante en el ataque es el momento de siembra de papas; las plantaciones tempranas son más atacadas que las tardías. En suelos secos existe mayor ataque, pues cuando el suelo se seca los gusanos alambres buscan la humedad de las plantas de papa, aumentando de esta manera el daño.

Control Cultural:

Cultivos escardados, en vez de pradera, o barbechos de verano previos al cultivo de papa tienden a reducir las poblaciones.

Preparaciones de suelo a fines de primavera llevan a las pupas a la superficie, donde quedan expuestas a la deshidratación y al ataque de predadores (aves, carábidos). Una cosecha temprana en verano, antes del movimiento ascendente de las larvas, reduce los daños. La inundación del terreno es otra medida de control.

2.3.3. Control Químico:

El control químico debe implementarse antes de la plantación, incorporando los productos con el último rastraje o bien a la siembra.

Gusano Blanco

(Coleoptera: Scarabaeidae)

Descripción. Entre los insectos asociados a praderas y cultivos que se denominan comúnmente como gusanos blancos



Fuente E. Cisternas

Gusano Blanco

corresponden a los estados larvarios de aquellos coleópteros de la familia Scarabaeidae cuya principal actividad se desarrolla bajo la superficie del suelo; algunas especies son de hábito saprófago y otras fitófagas, estas últimas, al menos, durante gran parte de su etapa inmadura.

Las especies fitófagas más importantes son nativas y la clasificación sistemática las ubica en las subfamilias Melolonthinae y Rutelinae, siendo la abertura anal uno de los caracteres que ayuda a identificar los individuos.

Los melolontinos *Phytoloema hermanni* Germ. o pololo café, *Sericoides* spp. o pololos café chicos, *Schizochelus serratus* Phil. o pololo café terroso y los rutelinos *Hylamorpha elegans* Burm. o San Juan Verde y





Brachysternus prasinus Guer. o pololo verde grande constituye el complejo de gusanos blancos más importantes del sur de Chile.

Aún cuando la acción de estos insectos sobre las plantas cultivadas ha sido observada desde largo tiempo y diversos autores proporcionan cierta información básica, en la actualidad aún no se cuenta con métodos de control eficaces y rentables que permitan manejar las situaciones de plaga que afectan a algunos cultivos.

Las larvas se alimentan del sistema radicular de las plantas, lo que se traduce en la aparición de manchas amarillas debido a la descomposición de la vegetación, y posteriormente sectores de suelo sin vegetación. Los adultos de las especies *H. Elegans* y *Sericoides* se alimentan habitualmente del follaje de los hualles (*Nothofagus obliqua*), donde también tiene lugar la cópula; en tanto que *P. Hermannii* no se alimenta en este estado.

El ciclo vital de *H. Elegans* dura un año; su período de vuelo ocurre desde octubre a febrero con un alza significativa durante la segunda quincena de diciembre y su estado larvario desde enero a octubre. *P. Hermannii* posee un ciclo vital de igual duración, pero su época de vuelo tiene lugar entre agosto y octubre, siendo este último mes el más importante; y su estado larvario entre noviembre y julio. Sin embargo, es frecuente encontrar sobre todo en las praderas una asociación de estados preimaginales de las distintas especies de escarabaeidos.

Control. Todavía no se conoce alternativas químicas que signifiquen soluciones económicas de control, por lo que se depende básicamente de la acción que el control

natural pueda ejercer sobre la plaga. Al respecto, un conjunto de antagonistas constituidos por hongos, bacterias, nemátodos, protozoos e insectos de las familias Tachinidae y Asilida, y que podría presentar una vía potencial de control de los estados larvarios de escarabaeidos, ha sido determinado en el país.

Los gusanos blancos mastican los tubérculos de Papa dejando orificios grandes, profundos y curvos. Muchas veces este daño abarca la mayor parte del tubérculo.

Control en Papas.

Control Cultural: buena preparación de suelos.

Control Biológico: hongo entomopatógeno INIA.

Control Químico: incorporación de insecticida con último rastraje.

«En cultivo de Papa rara vez se requiere control sobre este Insecto».

2.3.4. Cuncunillas negras (Lepidopteras: Hepialidae).



Fuente E: Cisternas

Estados de Cuncunilla Negra

Descripción. Las cuncunillas negras (CN) corresponden al estado larval de una





mariposa de vuelo crepuscular y nocturno llamadas «mariposas fantasmas». Se han determinado varias especies en la zona sur, siendo las principales *Dalaca pallens* B. y *Dalaca chilensis* V. Conocidas por mucho tiempo como *Dalaca noctuides* P.

El huevo es de color negro y no mide más de 0,5 mm de diámetro. La larva o cuncunilla al nacer y en los primeros estadios es de color blanco transparente; a medida que crece desde 1 mm a 5 cm, su coloración cambia desde blanco a gris, gris verdoso y negro a negro oliváceo. La crisálida es café claro a café rojizo y mide entre 1,1-2,5 cm de largo.

La CN se localiza sobre el suelo entre la hojarasca en sus primeros estadios, y a medida que crece construye una galería vertical bajo el suelo. Ambas especies son univoltinas es decir presentan un ciclo de vida en el año. , *D. pallens* vuela desde enero a marzo y *D. Chilensis* en mayo en el sur de Chile, son variaciones estacionales en el período de alza de los vuelos. Los huevos de *D. Pallens*, se encuentran entre mediados de enero a fines de abril. El período de incubación se estima de 28-32 días en condiciones naturales. El estado larval aparece desde las primeras semanas de marzo hasta mediados de enero del año siguiente. La crisálida esta presente desde fines de diciembre a comienzos de marzo.

El inicio del ataque de la CN es variable entre localidades y entre años. Es posible visualizar las cuncunillas y su efecto en mayo; en las praderas se aprecian plantas cortadas al nivel de cuello las cuales al cabo de algunos días toman un color amarillento.

Para definir el control más adecuado, detectar la plaga temprano, cuando la cuncunilla es

pequeña, o sea tiene menos de 1,5 cm de largo y no ha profundizado más de 5 cm en el suelo.

Control. En el control natural de las CN actúan varios agentes bióticos y algunos factores abióticos. Sólo algunos se han evaluado y estimado su efecto sobre la plaga; otros agentes o factores aún se desconoce su valor. Sin duda que los enemigos naturales bajan las poblaciones de la plaga, pero ello muchas veces es insuficiente donde en 30-45 días se producen fuertes daños.

Entre los agentes bióticos de control también se destacan las aves como el tiuque (*Milvago chimango* V.) y la bandurria (*Theristicus caudatus melanopsis* G.) siendo la bandurria quien presenta una mayor acción depredadora de CN. También se ha detectado la acción de hongos pertenecientes a los géneros *Beauveria* y *Metarhizium*, sumándose a ellos virus, bacterias e insectos depredadores que controlan naturalmente cuncunillas negras.

Medidas de tipo cultural podrían también ser recomendables para contribuir al control de CN entre ellas riego invernal y altura de la pradera; debiéndose agregar presión de pastoreo, para provocar la mortalidad de huevos y larvas en los primeros estadios.

La estrategia de control químico es de uso común para el control de la plaga en la zona sur de Chile.

2.3.5. Larvas de Burrito (curculionidos)

Los curculionidos están representados por varias especies nativas y de las cuales los conocimientos son limitados. Los adultos son los llamados burritos, caballitos o capachitos





Fuente INIA Carillanca



Larva de Burro

normalmente de alas soldadas. Lo que les impide volar. La cabeza normalmente termina en un rostro largo. Viven normalmente en la superficie del suelo o en la base de las plantas emergiendo durante la noche para alimentarse de un amplio rango de plantas.

Las larvas son llamadas gusanos blancos al igual que las larvas de escarabeidos (San Juan), pero la gran diferencia radica en que estas larvas son ápodas.

Viven en el suelo entre diez y doce meses, alimentándose de un amplio rango de plantas y profundidades variables de 1 a 20 cm

2.3.6. Pilme

Fuente INIA Carillanca



Ataque de Pilme

Descripción. Adulto de 9-14 mm de largo. Color negro brillante, excepto los fémures de color pardo anaranjado a rojizo. Cabeza y protórax punteados, con escasa pilosidad gris; élitros blandos, flexibles, alcanzan a cubrir el último segmento abdominal; segundo par de alas membranosas negras.

Adultos aparecen desde fines de octubre por todo el verano movilizándose hacia los cultivos en pequeños grupos, caracterizándose por la voracidad con que destruyen el follaje, dejando sólo la nervadura principal.

El pilme cuando ataca produce importantes defoliaciones, pero rara vez los ataques que ocurren antes de la floración son de importancia económica. Defoliaciones severas durante la floración pueden producir daños considerables

Control Cultural: Preparaciones de suelo tempranas.

Control Químico: No es necesario a menos que el ataque se produzca en floración con una alta población.

(*) Durante la temporada 2007-2008, se observó un aumento en la presencia de este insecto en una superficie considerable de chacras de papas, lo que obligó a atacarlos en ciertos casos a un control químico.



Ataque de Pilme





2.3.7. Pulgones (Áfidos).

Los áfidos o pulgones son insectos pequeños del orden Hemíptera, familia Aphididae. Poseen un cuerpo frágil, antenas largas y delgadas, apéndices tubulares ubicados en la parte posterior del abdomen y una pequeña cola. Poseen un aparato bucal picador chupador, con el cual extraen la savia de las plantas.

En Chile existen varias especies de pulgones pero entre ellas sólo cuatro colonizan comúnmente al cultivos de papa; pulgón verde del duraznero, pulgón de la papa y pulgón de las solanáceas.



Fuente: redepapa.org

Pulgón verde *Myzus persicae*

Principal Daño de Pulgones

« Los Pulgones o Áfidos son vectores de enfermedades Virales o Virosas en Papa».

El daño lo producen a través de dos vías. La primera en forma directa al succionar la savia desde el floema, pudiendo interferir con el normal desarrollo del cultivo, produciendo debilitamiento y marchitez. La segunda y más importante en los semilleros de papa está determinada por su capacidad de transmitir virus. Al respecto las tres especies de áfidos antes mencionadas son capaces de transmitir el virus del enrollamiento de la hoja (PLRV) y algunas razas de PVY.

Control

En Chile no existen umbrales establecidos de control, ya que estos raramente causan daño económico en cultivos comerciales. En caso de producción de semilla es necesario establecer un sistema de control preventivo cada dos o tres semanas.

- **Control Biológico:** la tasa de crecimiento de los pulgones puede ser disminuida en ocasiones dramáticamente por sus enemigos naturales. (Avispitas y Chinitas)



Fuente NAK y NIVAP

Pulgón verde *Myzus persicae*



Fuente: redepapa.org

Pulgón verde *Myzus persicae*





- **Control Químico:** los insecticidas proveen el control más inmediato y efectivo de los áfidos en los cultivos de papa. Sin embargo es importante evitar el uso repetido de insecticidas de amplio espectro, porque no sólo controlan áfido, sino que también a sus enemigos naturales.

Bibliografía

Cisternas E. 1989. Caracterización morfológica de insectos asociados al suelo en el sur de Chile.

Larraín P. 2003 Plagas de la papa y su manejo, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile.

Montaldo A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. Capítulo 8. Competidores Bióticos. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José Costa Rica.







III. ENFERMEDADES Y PLAGAS CUARENTENARIAS

Juan Inostroza F. , Patricio Mendez L.
INIA Carillanca

En el cultivo de papa se conoce un gran número de organismos que las afectan negativamente, causando importantes daños a la producción y pérdidas económicas considerables a los agricultores.

Desde el punto de vista económico se distinguen dos tipos de enfermedades o plagas:

- De ocurrencia habitual, que normalmente afectan y están presentes en el cultivo y que por su menor impacto económico para una zona o región, se tolera su presencia. Cuando estas enfermedades o plagas se desarrollan fuertemente pueden llegar a afectar en forma importante al rendimiento e incluso a destruir completamente al cultivo. Sin embargo, tienen formas de control conocidas y accesibles para los agricultores.
- Enfermedades o plagas cuarentenarias. Son de importancia económica potencial para el área en peligro, donde aún no se encuentra presente; o si lo está no se encuentra ampliamente distribuida y oficialmente haya control. Por lo general, el control de este tipo de enfermedad o plaga es muy difícil o no se encuentra al alcance de los agricultores.

Cuando se enfrenta una enfermedad o plaga cuarentenaria, se asume que las consecuencias económicas producto de su dispersión son tan graves, que no se tolera su presencia en el cultivo. Es por ello que en estas situaciones se establecen y condu-

cen sistemas de control cuarentenario para una zona, región o país; constituidos por elementos físicos (barreras sanitarias, puestos de control), humanos (inspectores de cuarentena vegetal), técnicos y legales (leyes, normas y disposiciones), con el fin de proteger la sanidad agrícola.

En nuestro país, están presente dos enfermedades y dos plagas cuarentenarias que corresponden al Carbón de la Papa, Marchites Bacteriana, Nematodo Dorado y Nemátodo de la pudrición seca.

1. CARBÓN DE LA PAPA

En Chile fue detectada por primera vez en 1975 en muestras provenientes de La Serena, y ese mismo año se encontró en tubérculos de la variedad Desireé en la localidad de Coelemu, Provincia de Concepción, en 1976 se le detectó en la localidad de Belén, Comuna de Putre, Provincia de Parinacota (I Región), posteriormente, en 1993, se determinó su presencia en la comuna de Las Cabras, Provincia de Cachapoal (VI Región del L. B. O'Higgins). Según información del SAG las zonas donde el carbón se encuentra más distribuido son la Comuna de La Serena, Provincia de Elqui (Región de Coquimbo) y en las Comunas de Cobquecura y Coelemu, Provincia de Ñuble (VIII Región del Bio-Bio). En el año 1995, se encontró un foco en la Región Metropolitana y en 1997 se determinó otro foco en la zona de Carahue, IX Región





El Carbón de la papa es una enfermedad cuarentenaria y de suelo causada por el hongo *Thecaphora solani*, que se caracteriza por formar tumores carbonosos en la base de los tallos y sobre los tubérculos, provocando pérdidas de calidad y rendimiento del orden de 50 a 85% en suelos altamente infectados. El año 1997 el Servicio Agrícola y Ganadero detectó esta enfermedad en las Comunas de Carahue y Puerto Saavedra con una ocurrencia focalizada en las vegas del Río Imperial, estableciéndose un bajo control oficial. Actualmente existe una información detallada por temporada de los predios afectados a la fecha, los cuales se encuentran georeferenciados y bajo control cuarentenario amparados por las Resoluciones 1663 de la Dirección Nacional y 863 de la Dirección Regional de la Araucanía.

Los síntomas característicos de carbón de la papa en las plantas corresponden a la formación de agallas en la zona del cuello, bajo el suelo, de color grisáceo con cubierta semi

rugosa e irregular (deforme), a primera vista estas agallas parecen tubérculos deformes, en su interior se encuentra una gran cantidad de puntos café oscuros a negros, que corresponden a los soros locales que contienen las esporas del hongo. Las plantas no muestran síntomas en la parte aérea, lo que dificulta su detección, determinándose la presencia de la enfermedad al momento de la cosecha.

En los tubérculos se desarrollan síntomas de tamaño variable que van desde pequeñas deformaciones o ampollas poco perceptibles en la superficie de estos, hasta agallas características de gran desarrollo y que al partirlas dejan en evidencia la presencia de un tejido (micelio) café oscuro a negro de aspecto granular.

Al igual que las papas, en nuestra zona es posible encontrar la enfermedad en plantas de malezas tales como chamico (*Datura stramonium* L.), y tomatillo (*Solanum nigrum* L.).



INIA Carillanca

Agallas en la base de los tallos de plantas de papa.



INIA Carillanca

Carbón en planta de Tomatillo





INIA Carillanca



Agallas de diferente tamaño.

INIA Carillanca



Agalla partida.

INIA Carillanca



Corte agalla incipiente en tubérculo con bulbo necrótico.

INIA Carillanca



Agalla desarrollada sobre el tubérculo

3.2. MARCHITEZ BACTERIANA

Enfermedad muy destructiva producida por la bacteria *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabunchi et al, que en las plantas en campo produce síntomas de marchitez, enanismo y amarillamiento del follaje, presentándose en cualquier estado de desarrollo del cultivo. En plantas jóvenes y suculentas de variedades

susceptibles, la infección produce una severa marchitez del follaje y decaimiento de los tallos (parecido a la falta de agua). Se puede afectar un lado del tallo o toda la planta cuando el ataque es fuerte, un tallo puede marchitarse, secarse completamente y desaparecer y el resto de la planta puede





quedar sana. Al hacer un corte transversal del tallo podemos observar una necrosis en los haces vasculares. Un signo para diagnosticar la enfermedad, es la presencia de gotitas brillantes de color castaño grisáceo que exudan del xilema cuando se hace un corte transversal en el tallo infectado; al poner en contacto las dos superficies del corte y luego separadas lentamente, se pueden observar hilos delgados de mucosidad que se estiran. De igual forma, si se coloca un trozo de la base del tallo (2- 3 cms) en un vaso o tubo de vidrio transparente conteniendo agua limpia (se mantiene colgado con un clip), luego de unos minutos se observa la presencia de filamentos lechosos que salen por un extremo del tallo y se proyectan hacia el fondo del vaso.

En los tubérculos el síntoma típico es la presencia de mucus (pus) bacteriano en los «ojos» de los tubérculos infectados al cual se adhiere tierra, en caso de infecciones severas. Al hacer un corte transversal en el tubérculo infestado y luego presionarlos, se puede observar en los haces vasculares la presencia de mucus bacteriano de color blanco- cremoso y en estados avanzados este se pudre y es de color marrón.

La diseminación es principalmente a través de tubérculos- semilla infectados. El patógeno

no puede sobrevivir en el suelo (en restos de plantas) y en la rizósfera de otros hospedantes (malezas, otros cultivos susceptibles y plantas voluntarias de papa).

La bacteria entra a las raíces por las heridas hechas por las herramientas durante el cultivo, heridas naturales, así como las producidas por nemátodos e insectos de suelo. La bacteria se disemina por el agua de riego contaminada, por contacto entre raíces de plantas y por el movimiento de suelo infestado adherido a las herramientas y a los pies de los agricultores, además de nematodos e insectos del suelo. La enfermedad puede sobrevivir en el suelo (en restos de plantas) y en la rizósfera de otros hospedantes (malezas, otros cultivos susceptibles y plantas huachas de papa).

El control debe ser mediante manejo integrado, puesto que no existe un control químico efectivo. Se parte por el uso de tubérculos - semilla sana, variedades resistentes y tolerantes, eliminar rastrojos y plantas voluntarias. Después de la cosecha, se debe eliminar rastrojos y plantas voluntarias; es recomendable hacer mínima labranza del suelo durante la temporada para evitar causar heridas en las raíces, controlar nemátodos que pudiesen ocasionar heridas (vía de ingreso de la enfermedad).





Fuente: Central Science Laboratory, Harpenden Archive, British Crown, Bugwood.org



Exudado bacteriano en los ojos del tubérculo.

Fuente: www.floresalud.es.
Control de plagas Canarias



Exudado bacteriano saliendo de los haces vasculares del tubérculo.

Fuente: www.floresalud.es. Control de plagas Canarias



Síntoma en planta.

Fuente: www.floresalud.es. Control de plagas Canarias



Test de flujo, exudado sobrenadante en agua.

Fuente: Plant Protection Service Archive, Plant Protection Service, Bugwood.org



Síntomas externos en tubérculo.

3.3. NEMÁTODO DORADO

Corresponde al nemátodo *Globodera rostochiensis*, gusanito microscópico que produce significativas reducciones de rendimiento cuando existe una alta densidad poblacional. La plaga causa síntomas aéreos poco dife-

renciables, excepto por una leve amarillez, menor vigor, escaso crecimiento y una senescencia anticipada. Las plantas evidencian hojas que toman un color verde pálido o amarillo que se marchita cuando el clima es cál-





do, las plantas tienen poco desarrollo y se presentan descoloridas, con un debilitamiento progresivo, marchitamiento sin explicación y sin poder observar nada. Esto aumenta la susceptibilidad al frío, a hongos y bacterias oportunistas. Las plantas afectadas pueden llegar a morir por la acción directa del nemátodo o por los parásitos de debilidad.

Pequeños quistes blanco amarillentos se evidencian superficialmente en las raíces, durante la floración.

Los machos miden 1 milímetro y las hembras cuando están fecundadas son casi esféricas (quistes) que pueden quedar latentes en el suelo muchos años. Las larvas que salen de los huevos penetran en las raíces, dañándolas. Los daños son más importantes en tierras arenosas que en arcillosas.

Esta plaga se disemina por el uso de semilla infestada, el agua de riego, el arrastre de tierra por lluvia, herramientas y maquinarias contaminadas con suelo infestado.

Fuente: Christopher Hogger, Swiss Federal Research Station for Agroecology and Agriculture, Bugwood.org



Quistes de diferente tamaño.

Ulrich Zunke, University of Hamburg, www.forestyimages.org



Quiste aplastado con gran cantidad de huevos.

Fuente: Bonsak Hammaras, Bioforsk - Norwegian Institute for Agricultural and Environmental Research, Bugwood.org



Quistes en raíces de papa.

Fuente: Christopher Hogger, Swiss Federal Research Station for Agroecology and Agriculture, www.forestyimages.org



Quistes blancos en estolón de papa.





Fuente: Bonsak Hammaras, Bioforsk - Norwegian Institute for Agricultural and Environmental Research, Bugwood.org



Las plantas de papa infectadas con *Globodera rostochiensis*.

3.4. NEMÁTODO DE LA PUDRICIÓN SECA

Corresponde a *Ditylenchus destructor*, nemátodo polífago que ataca alrededor de 70 especies de cultivos y malezas y también a algunos hongos. En Chile hasta hace pocos años constituía una plaga cuarentenaria en lista A1. Sin embargo, hoy se encuentra en nuestro país y está localizado como foco en la II, X y XI regiones, constituyendo por lo tanto una plaga cuarentenaria en lista A2 (especie cuarentenaria presente pero con distribución limitada y mantenida bajo control oficial). Su presencia fue detectada por el SAG en 1994 en la II Región y desde entonces ha sido reportado en diferentes regiones.

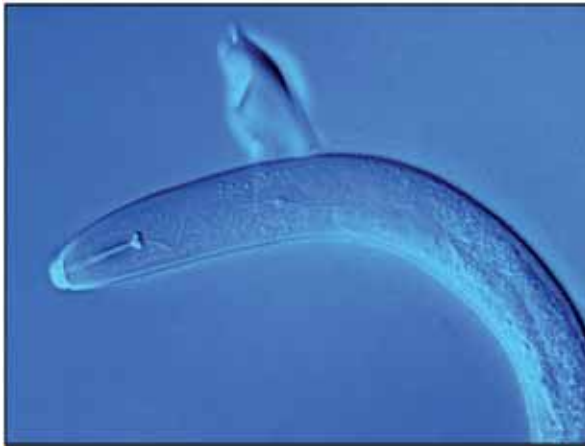
El síntoma típico del ataque de *D. destructor* es la pudrición seca del tubérculo. Ingresa

al tubérculo a través de las lenticelas y una vez dentro del tejido forma colonias de individuos en todos los estados de desarrollo. Produce manchas blancas, acuosas, poco profundas, en la superficie de tubérculos almacenados, que son visibles al retirar la cascara. Las zonas infestadas se agrandan, se unen y se hacen visibles en forma de lesiones de color pardo, formadas por tejido granular seco. Cuando avanza la infección, los tejidos se secan y se encogen rompiendo la cáscara. En general, *D. destructor* sólo causa problemas a temperaturas que van de 15 a 20 °C y a una humedad relativa superior al 90%, no sobreviviendo cuando ésta es menor a un 40% o en condiciones de sequía.



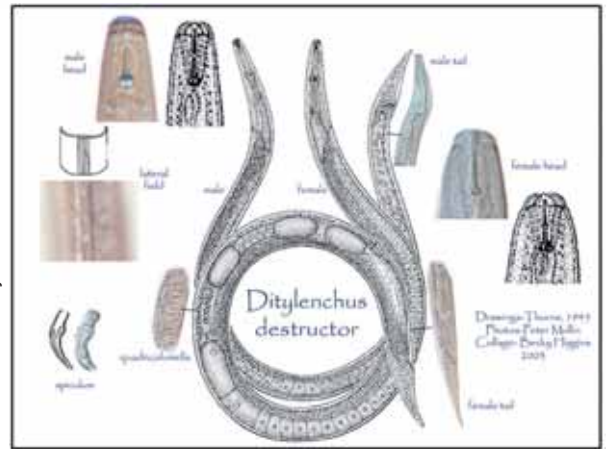


www.nematode.net. Foto de Zeldia.cap.ed.ac.uk



D. destructor, Nemátodo de la pudrición seca.

Fuente: Photo Gallery – Wisconsin Potato



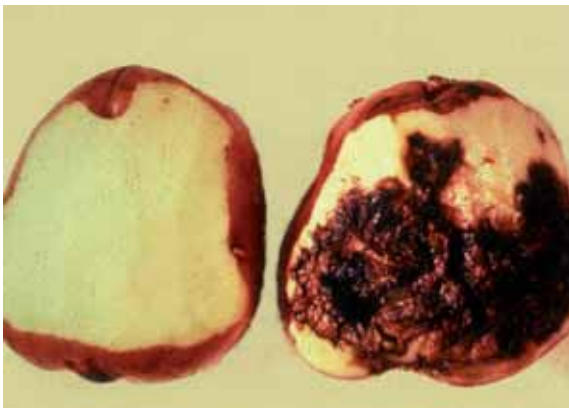
Diferentes estadios de desarrollo de *D. destructor*

Fuente: Enfermedades, plagas, y trastornos de la papa. 2009



Daño en tubérculos

Fuente: Central Science Laboratory, Harpenden Archive, British Crown, Bugwood.org,



Daño en tubérculos

Fuente: Enfermedades, plagas, y trastornos de la papa. 2009



Daño en tubérculos





Bibliografía

Andrade, Orlando. 2005. El carbón de la papa; avances en la etiología y control de la enfermedad. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Carillanca. 200p. Colección libros INIA N° 13.

Hooker, W.J. 1980. Compendio de enfermedades de la Papa. Centro Internacional de la Papa (CIP). 166 p.

www.cybertesis.uach.cl. 2007. Capacidad de *Ditylenchus dipsasi* y *Ditylenchus destructor* para infestar y desarrollarse en seis especies vegetales. Tesis de Mauricio Llanca Vil U.

www.cosave.org. Método analítico para diagnóstico fitosanitario.

www.fitopatologiachile.cl. Determinación del nemátodo de la pudrición de la papa *Ditylenchus destructor* en Chile, sintomatología y caracterización taxonómica.







IV. MÉTODOS DE RIEGO

Patricio Méndez, Juan Inostroza
INIA Carillanca

4.1 IMPORTANCIA DEL AGUA EN EL CULTIVO DE PAPA

El agua es un factor importante en el cultivo de papa. Un buen cultivo requiere de 450 a 550 mm de agua, dependiendo de las condiciones climáticas y de la duración del cultivo. El agua en el suelo depende principalmente del aporte de lluvias. La cantidad aprovechable de este elemento por el cultivo será variable y dependerá de las pérdidas que se produzcan por percolación profunda y evapotranspiración.

En nuestra región las pérdidas de agua por evapotranspiración se hacen más evidentes a partir del mes de agosto, aumentando de manera sostenida entre los meses de septiembre y marzo, período que coincide con la mayor concentración de plantaciones de papa.

Cuando el agua en el suelo se ha perdido por evapotranspiración y no ha sido respuesta por las lluvias es necesario regar.

El cultivo responde de diferente forma ante la falta de agua, dependiendo del estado fenológico en que se encuentre. No es lo mismo estrés hídrico al inicio del período vegetativo, que a floración o en cosecha. El cultivo de la papa es sensible al déficit hídrico (períodos críticos) entre inicio de la estolonización y formación de tubérculos, a desarrollo de la cosecha; mientras que los períodos menos sensibles corresponden a aquéllos de maduración y a su fase inicial.

Las formas de aplicar el agua al suelo para suplir los requerimientos hídricos del cultivo es lo que llamamos métodos de riego. Es fundamental la eficiencia en la aplicación del agua, debido a que es un recurso escaso que generalmente no alcanza para regar toda la superficie que desea el agricultor o para no producir problemas en los sectores o predios que se encuentran en posiciones más bajas.

Evaluaciones efectuadas por INIA Carillanca en la región, indican que cultivos de papa bajo condición de riego alcanzan rendimientos potenciales superiores a 700 qq/há (1.400 sacos/há) con la mayoría de las variedades utilizando cualquier sistema de riego

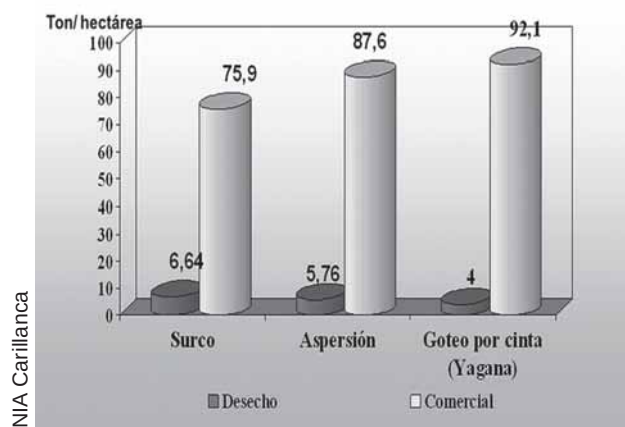


Figura 1. rendimiento de papa utilizando distintos sistemas de riego.





4.2. CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE RIEGO

Una de las características que permiten clasificar los diferentes métodos de riego es la energía con que se mueve el agua Cuadro 1. Desde este punto de vista se pueden clasificar en métodos gravitacionales y presurizados.

4.2.1. MÉTODOS DE RIEGO GRAVITACIONALES

Son los métodos de riego que utilizan la energía gravitacional mediante canales o acequias para el movimiento del agua, es decir, se aprovecha la diferencia de altura o cota entre los canales de distribución de agua y los sectores a regar.

4.2.2. MÉTODOS DE RIEGO PRESURIZADOS

Los métodos de riego presurizados se caracterizan por requerir la conducción del agua a presión, por tuberías. La presión requerida por el sistema se obtiene de equipos de bombeo o de fuentes de agua ubicadas a varios metros sobre el nivel del área a regar.

En el Cuadro 2 se presentan las condiciones topográficas, de suelo y cultivos adaptados a algunos métodos de riego.

Cuadro 1. Clasificación de los métodos según la fuente de energía utilizada

FUENTE DE ENERGÍA	TIPO DE RIEGO	ALTERNATIVAS
MÉTODOS GRAVITACIONALES	Tendido mejorado	
	Surcos	Surcos Rectos
		Surcos en contorno
		Surcos Taqueados
		Surcos en Zig Zag
	Bordes o Platabandas	
MÉTODOS PRESURIZADOS	Aspersión	
	Localizados	Goteo
		Microaspersión
		Cintas





Cuadro 2. Adaptación de algunos métodos de riego en relación al cultivo, topografía y características de suelo.

MÉTODO DE RIEGO	CULTIVO	TOPOGRAFÍA	SUELO
Tendido mejorado	Cultivos de Siembra Densa (praderas, cereales)	Suelos con pendiente hasta 8%, ondulados	Todo tipo de suelos regables; suelos poco profundos que no son factibles de nivelar
Surcos Rectos	Cultivos en hilera: maravilla , maíz, frejol, papa, remolacha adaptado a cultivo mecanizado	Pendientes uniformes hasta 2%, óptimo 0,2 %	Adaptado a la mayoría de los suelos, ajustando longitud del surco a características de suelo.
Surcos en contorno	Idem anteriores	Terrenos ondulados pendientes entre 2 y 10 % óptima inferior a 7 %	Suelos de texturas medias a arcillosas que no se agrieten al secarse. Peligro de erosión por agua que reviente surcos.
Platabandas o bordes	Cultivos de siembra densa (cereales, raps) y praderas	Pendientes uniformes hasta un 3 % óptima 0,2%	Suelos profundos factibles de nivelar; se adapta a todas las texturas de suelos ajustando el largo de bordes a características de suelo
Aspersión	Todos los cultivos, algunos requieren tratamientos fitosanitarios en período de fructificación, posible daño de frutos	Adaptado a terrenos irregulares, suelos que no se pueden nivelar; suelos con pendientes altas.	Adecuado a la mayoría de los suelos cultivables
Riegos localizados	Cultivos poco densos sembrados o plantados en hileras (frutales y hortalizas)	No hay restricción de pendiente de suelo	Adaptado a todo tipo de suelos.





4.3. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LOS MÉTODOS DE RIEGO

Se debe destacar que no existe un método de riego ideal, ni tampoco se puede señalar que un método es mejor que otro si no se especifican otras variables como: cultivo a regar, características topográficas y del suelo, abastecimiento de agua (cantidad y calidad) y finalmente aspectos económicos. Es decir, cada método de riego tiene sus condiciones particulares de operación y manejo. Cabe destacar que se puede diseñar un sistema de riego con una alta eficiencia, pero si se cambian las condiciones de operación y normas de manejo, se puede convertir en un método altamente ineficiente, que puede llegar a no justificar la inversión en la tecnificación del sistema de riego.

Por ello, para seleccionar un método de riego, se debe tener en cuenta aspectos técnicos (cultivo, suelo, agua), recursos humanos y aspectos económicos.

4.3.1. Factores relacionados con el cultivo

Densidad de siembra o plantación.

Es la cantidad de plantas por unidad de superficie. Así, un cultivo denso corresponde a siembras de cereales, praderas, en los que existe una alta cantidad de plantas por m^2 , al contrario de aquellos sembrados o plantados en hileras o líneas separadas a gran distancia como papa, maíz, frutales, hortalizas. En los cultivos densos se requiere mojar toda la superficie del suelo, por lo tanto, en este caso se emplea el riego por tendido mejorado y aspersión. Por otro lado, si se piensa emplear métodos gravitacionales en cultivos como papa, remolacha, etc. en

los cuales existen hileras definidas, el riego por surco se adapta favorablemente, presentando la ventaja de no mojar toda la superficie del suelo. Entre los presurizados se adaptan tanto el riego por aspersión como el de goteo.

4.3.2 Factores relacionados con el suelo

Pendiente.

Como se señaló en el Cuadro 2, cada método de riego tiene una pendiente óptima, y un valor máximo en la cual es aplicable el método. Si las condiciones del suelo no permiten efectuar una nivelación o emparejamiento de éste para ajustar la pendiente, no se podrá emplear métodos gravitacionales y será necesario recurrir a sistemas localizados o aspersión donde el desnivel del suelo no es una limitante.

Velocidad de infiltración.

La velocidad de infiltración es la rapidez con que el agua es absorbida por el suelo. Esta es alta al inicio de un riego y disminuye a medida que transcurre el tiempo en que el agua permanece sobre la superficie del suelo (tiempo de riego).

Es una característica que está asociada a la textura del suelo. En los arenosos el agua se infiltra rápidamente en el perfil, mientras en los arcillosos una misma cantidad de agua demora más en infiltrar. Atendiendo a esta característica, en los suelos arcillosos cuya infiltración es muy baja, el riego por aspersión debe efectuarse con aspersores de baja precipitación, requiriendo altos tiempos de riego, que en ocasiones resultan económicamente no recomendables. Por otra parte, en un suelo muy arenoso el método de





riego por surcos presenta limitaciones, pues los surcos deberán ser muy cortos para un adecuado manejo, con lo cual se perderá mucho terreno en el trazado de canales, aumentando los requerimientos de mano de obra.

4.3.3. Disponibilidad y calidad del agua de riego.

La disponibilidad de agua limita la superficie a regar y obliga a mayores grados de eficiencia en el uso del recurso, de modo de obtener los mayores beneficios.

Otro aspecto que se debe considerar es la calidad del agua a objeto de no aumentar la concentración de sales en el suelo. En general, éste no es un problema para la zona regada del centro sur de Chile.

4.3.4. Aspectos relacionados con el personal

Los sistemas de riego presurizados requieren personal entrenado en el manejo de los equipos, pero la eficiencia en estos métodos es menos dependiente del personal, siendo fundamental el diseño del sistema. En los sistemas de riego gravitacionales, la eficiencia del riego depende directamente del regador y de la forma en que aplique el agua. Lo expuesto, hace necesario que todas las personas que riegan reciban la capacitación adecuada para el sistema de riego que deben operar, ya que es fundamental para obtener un adecuado uso del agua de riego.

4.3.5. Disponibilidad de energía

En algunos casos se dispone de la fuente de agua a un desnivel tal que permite operar equipos de riego presurizado, sin utilizar

fuentes de energía adicional. En otros casos la disponibilidad de energía es un factor muy importante en la selección del método de riego, si este debe contemplar el uso de sistemas de bombeo.

4.3.6. Aspectos económicos

Se deben analizar los diferentes costos en que debe incurrir el agricultor para poder operar en forma óptima el sistema de riego diseñado. Se debe considerar la inversión inicial y la depreciación del equipo, los gastos de capacitación del personal, de operación anual tales como mano de obra, energía, mantención y/o trazado de canales.

4.4. CARACTERÍSTICAS Y MÉTODOS DE RIEGO USADOS EN PAPA EN LA ARAUCANÍA.

4.4.1. Riego por surcos

En el riego por surcos el agua se deja correr por pequeños canales o surcos que se trazan entre las hileras del cultivo. El agua puede llegar hasta el sector a regar a través de una acequia, tubería a baja presión o una manga de riego. En los surcos el agua se infiltra en el suelo en forma vertical y lateral.

Como se ha señalado, el riego por surcos se adapta especialmente a cultivos sensibles a la humedad en el cuello y aquellos que se cultivan en línea (papas). Para lograr una buena eficiencia del método, se requiere una preparación adecuada del terreno, que proporcione una pendiente uniforme a lo largo de los surcos, y personal capacitado.

El agua en el surco debe humedecer lo más uniformemente posible un volumen de suelo que abarque toda la longitud del surco, un ancho igual a la distancia entre dos surcos





Riego por surcos con energía gravitacional

consecutivos y la profundidad exigida por las raíces. Se debe tener en cuenta que el proceso de infiltración es mayor en la cabecera del surco que al final de este, lo que se explica por el mayor tiempo de riego en una y otra parte.

Diseño del riego por surcos

Al diseñar un sistema de riego por surcos se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

Tamaño del surco: la sección transversal del surco debe ser capaz de conducir el caudal necesario para regar. Los surcos estrechos y poco profundos admiten muy poco caudal, disminuyendo la eficiencia y uniformidad del riego. La forma más corriente de los surcos es una sección en V abierta con una profundidad variable; la sección original del surco está dada por la herramienta con que se tracen los surcos, a pesar que con los sucesivos riegos la forma tiende a ser una parábola. Se pueden trazar



Riego por surco con energía presurizada.

surcos de poca altura en suelos muy bien nivelados.

Distancia entre surcos: la separación entre los surcos depende del suelo, el cultivo y la maquinaria agrícola. Ella debe asegurar que el movimiento lateral del agua entre dos surcos consecutivos moje la totalidad de la zona radicular de la planta. El movimiento horizontal y vertical del agua en el suelo depende básicamente de la textura de este (Figura 2). Así, en suelos arenosos el agua penetra más en profundidad que lateralmente, por lo que la separación entre surcos no debe exceder los 50 cm. En suelos de textura media y algunos trumaos hay una infiltración compensada en sentido horizontal y vertical, y los surcos pueden estar separados hasta 100 cm. En los suelos arcillosos el agua se mueve con más rapidez en sentido horizontal que vertical lo que permite una separación de los surcos de hasta 150 cm (Figura 2).

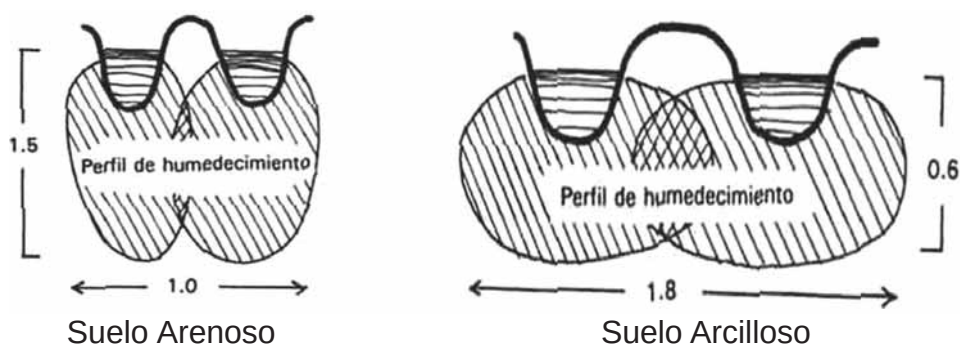


Figura 2. Perfil de humedecimiento de dos suelos regados por surcos.





La separación de los surcos debe considerar la distancia de siembra o plantación del cultivo, factor muy importante que influye en la distancia entre surcos. Así, en algunas hortalizas se pueden regar varias líneas de siembra con un surco y en otros casos como en frutales se debe trazar más de un surco entre dos líneas de plantación.

Otro aspecto que debe ser considerado son las labores que se realizarán en forma mecanizada y las características de la maquinaria utilizada, de manera de no entorpecer la operación de los equipos.

Pendiente de los surcos: una buena uniformidad de riego se consigue cuando los surcos tienen una pendiente uniforme en toda su longitud. De lo contrario se originan zonas con falta de agua, otras con exceso y en zonas de mayor pendiente se puede provocar erosión del suelo. Al aumentar la pendiente aumenta la velocidad del agua y existe mayor riesgo de erosión, siendo más susceptibles a ésta los suelos arenosos que los arcillosos. Las pendientes óptimas para los surcos rectos fluctúan entre 0,2 y 0,5%, pudiendo llegar hasta un 2% como máximo. Si el suelo tiene una pendiente mayor se deben hacer algunas modificaciones como surcos en curva de nivel o en contorno, etc.

Largo de surcos: para diseñar el largo de surcos se debe tener presente que los surcos más cortos aumentan las necesidades de mano de obra y costos de instalación, además se requiere mayor cantidad de acequias, se dificultan las labores mecanizadas y se aumenta la superficie improductiva.

En el riego por surcos se busca que la cantidad de agua infiltrada sea lo más uniforme posible en todo el largo de surco. Lo que influenciado por la textura del suelo. En los de textura arenosa, que son muy permeables, los surcos no pueden ser muy largos, ya que se producen grandes diferencias en el agua infiltrada entre el inicio y el final del surco; mientras que en suelos arcillosos, los surcos pueden ser de mayor longitud debido a su menor permeabilidad.

Las características de los cultivos también afectan el largo de los surcos. Los cultivos de arraigamiento profundo necesitan una mayor cantidad de agua, por lo que se pueden trazar surcos más largos.

En el Cuadro 3 se presentan los largos de surcos recomendados, considerando la pendiente de los surcos, la textura del suelo y la cantidad de agua a aplicar.

Caudal de riego: el caudal de riego se debe ajustar al largo y pendiente de los surcos y al tipo de suelo. Al inicio del riego el caudal de riego debe ser el máximo no erosivo, para que una vez que el agua llegue al final del surco se reduzca a la mitad y con este caudal se completa el tiempo de riego. De esta manera se reducen las pérdidas por escurrimiento al final del surco y la percolación profunda en la cabecera del mismo.

El caudal máximo no erosivo se ve en terreno una vez que se ha estabilizado el caudal aplicado al surco, observando que no haya arrastre de partículas en el fondo del surco. Si ocurre este fenómeno, el caudal es erosivo.





Cuadro 3. Longitud (m) y caudales máximos en surcos de riegos, según pendiente y textura del suelo.

Textura		Gruesa			Media			FINA		
S	Qmax	Lámina de água a aplicar (cm)								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
0,25	2,50	150	220	265	250	350	440	320	460	535
0,50	1,50	105	145	180	170	245	300	225	310	380
0,75	0,83	080	115	145	140	190	235	175	250	305
1,00	0,63	070	100	120	115	165	200	150	230	260
1,50	0,41	060	080	100	095	130	160	120	175	215
2,00	0,23	050	070	085	080	110	140	105	145	185
3,00	0,21	040	055	065	065	090	110	080	120	145
5,00	0,12	030	040	050	050	070	085	065	090	105

Fuente Grassi, C. (1972)

S : Pendiente del terreno (%)

Qmax: Caudal máximo (l/seg)

El caudal máximo no erosivo se puede estimar mediante la siguiente relación:

$$Q = 0,63 / S$$

donde:

Q = caudal máximo no erosivo (l/seg)
S = pendiente del surco (%).

Abastecimiento de agua a los surcos

Alimentación directa: el agua llega desde la acequia alimentadora a los surcos (Figura 3). En este caso no se puede regular el caudal.

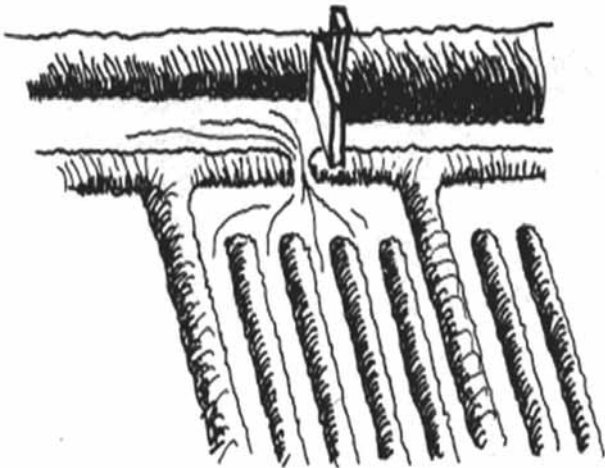


Figura 3 Abastecimiento directo de agua a los surcos





Cajas de derivación: consiste en una caja enterrada en el borde del canal que permite abastecer de agua a los surcos, el caudal sólo se puede regular variando la altura del agua en el canal.

Sifones: son tubos curvados en diferentes formas y que permiten abastecer de agua los surcos sin romper los bordes o pretilos de los canales (Figura 4). El caudal de un sifón está dado por la diferencia de altura entre el nivel del agua en el canal y la salida del sifón (Figura 5). Como norma general, los sifones entregan un caudal de 1 l/seg por pulgada de ancho por cada 10 cm de altura de agua.

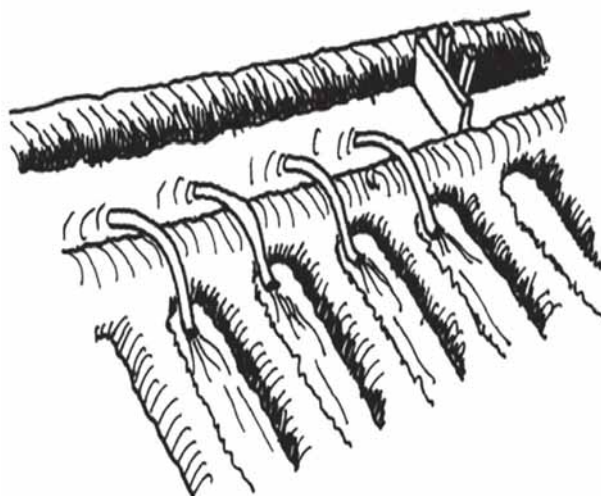


Figura 4. Entrega de agua con sifones

Con el uso de los sifones se puede regular fácilmente el caudal. Si se inicia el riego con cierta altura, cuando se quiere reducir el caudal, basta enterrar el sifón en el canal de manera que disminuya la altura entre el nivel del agua y la salida del sifón (Figura 5).

Otra forma fácil para regular el caudal es, por ejemplo, iniciar el riego con dos sifones y cuando el agua llega al final del surco se retira uno.

Durante Riego:
Después que agua
llegó al final del surco

Inicio Riego:
Antes que agua llegue
al final del surco

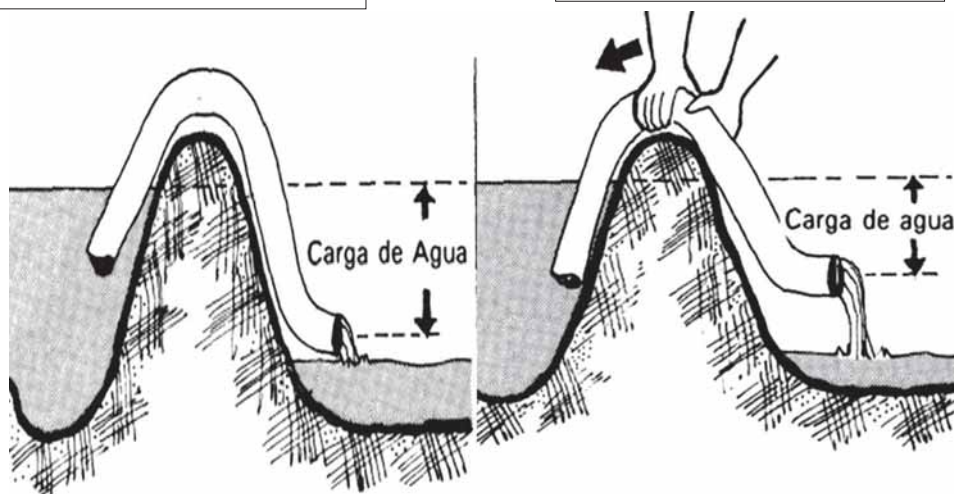


Figura 5. Regulación de caudales con sifones





4.4.2. Riego por aspersión

En este método el agua es aplicada en forma de lluvia, y se genera al salir la presión desde los aspersores. Se recomienda su uso cuando hay limitaciones topográficas, o para el empleo de métodos gravitacionales, o cuando hay escasez de agua, o esta se bombea. También se puede emplear cuando se debe regar un cultivo recién sembrado. En que los métodos gravitacionales puede producir erosión del suelo o daño al cultivo en sus primeras etapas de desarrollo. En general, se utiliza en cultivos rentables que justifiquen los costos de inversión y operación del sistema.



INIA Carillanca

Riego por aspersión en papa

Componentes del sistema

Las partes fundamentales de cualquier equipo de riego por aspersión son: unidad de bombeo, red de distribución, aspersores, válvulas y fittings (Figura 6).

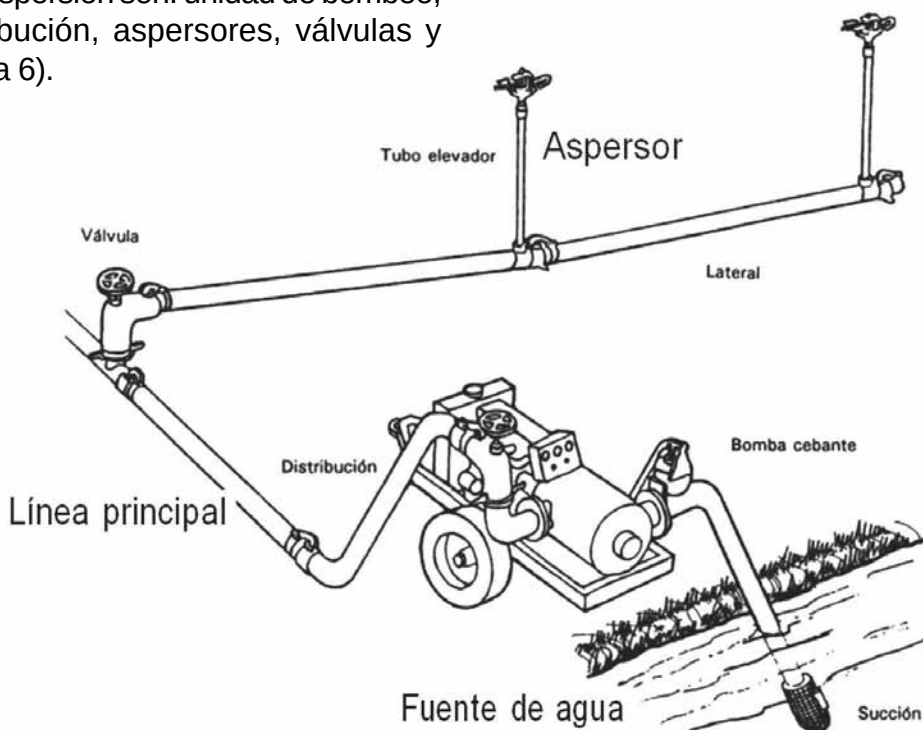


Figura 6. Componentes de sistemas de riego x aspersión.





- **Unidad de bombeo:** su principal función es impulsar el caudal necesario a la presión que requieren los aspersores para funcionar, más la presión para vencer la diferencia de altura entre la fuente de agua y el sector a regar, y las pérdidas de cargas en las tuberías y fittings (Figura 7).

- **Red de distribución:** generalmente está compuesta por tuberías, las más usadas son las de PVC, aluminio, fierro galvanizado y manguera tipo bombero. Estos materiales tienen diferentes características hidráulicas que influyen en las pérdidas de carga (originadas por el roce o fricción entre el agua y la pared interior de la tubería). Las tuberías generalmente se fabrican en largos de 6 m, y los diámetros más frecuentes varían entre 2,5 a 6". Se pueden clasificar entre principales, secundarias y laterales, las que varían en el diámetro y caudal que transportan.



Tractobomba

En algunos equipos parte de la tubería, fundamentalmente la de succión, puede ser flexible.

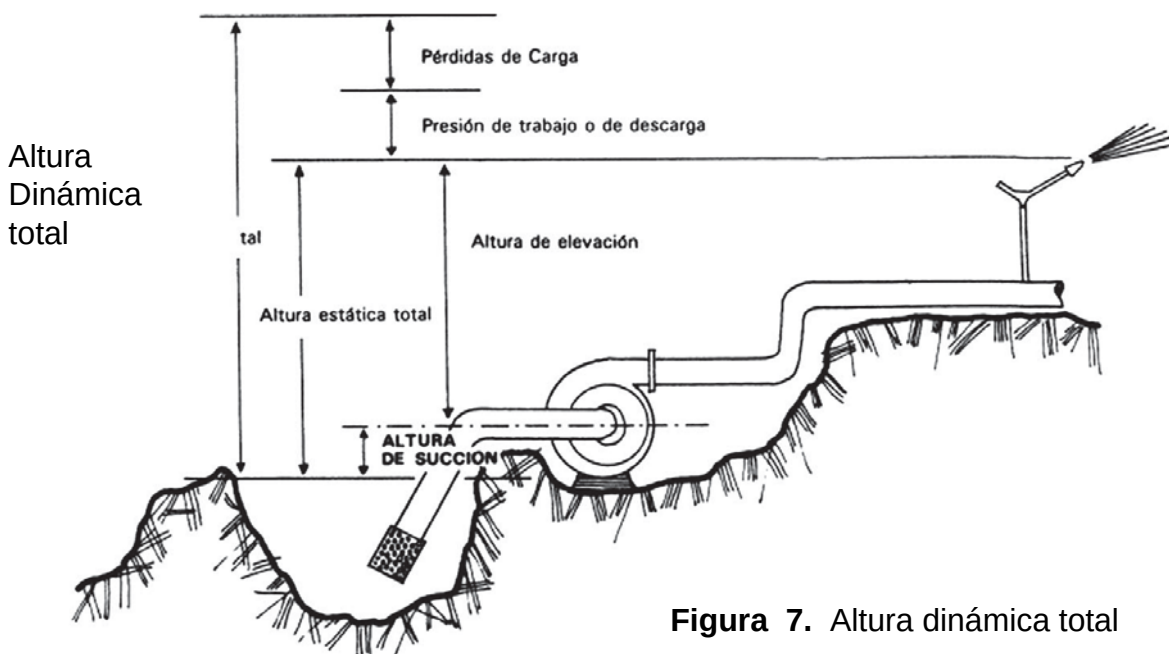


Figura 7. Altura dinámica total





- **Aspersores:** el aspersor funciona con agua a presión que sale por boquillas rompiendo el chorro de agua en pequeñas gotas que una vez lanzadas al aire caen como lluvia sobre la superficie del suelo. Normalmente los aspersores tienen dos boquillas, una principal (de mayor diámetro) y una secundaria (de menor diámetro). Ambas se caracterizan por el diámetro y el ángulo con el cual disparan el chorro de agua.

En algunos casos el aspersor no se puede instalar directamente sobre las tuberías y es necesario instalar un elevador que permita regular la altura del aspersor. Normalmente éste gira sobre su eje.

Las características de los aspersores son indicadas en los catálogos que entregan los fabricantes y deben ser consideradas en el diseño de los sistemas de riego. Estas son: presión de trabajo, diámetro y ángulo de las boquillas principal y secundaria, precipitación, caudal y diámetro o radio de mojadura.

- **Válvulas y fittings:** de acuerdo al diseño particular del sistema se instalan diferentes tipos de válvulas que permiten regular presión, distribuir el agua por diferentes tuberías y como elementos de protección del sistema.

Los fittings son las piezas especiales que están destinadas a derivar, reducir los diámetros y acople de las tuberías de distribución.

Diseño del sistema

En el diseño del sistema de riego se debe considerar la lámina o altura de agua a aplicar, el tiempo de riego, el número de posiciones de riego, la intensidad de la precipitación, el caudal requerido, las características del equipo de bombeo, la fuente de energía y el espaciamiento entre laterales.

Manejo del sistema

El viento altera el patrón de mojamiento que produce cada aspersor en particular, por lo que se debe regar en las horas de menor viento y disminuir la distancia entre aspersores, de manera de aumentar el traslape del radio mojado por cada aspersor.

Además, se debe medir la presión de trabajo. Si esta es mayor que la requerida se producirá un tamaño de gota muy fina, por el contrario, presiones insuficientes producirán gotas más gruesas. Todas situaciones alteran las características de operación normal del equipo con las cuales se diseñó, lo que hace disminuir su eficiencia.

Necesidades de agua del cultivo

Las necesidades de agua del cultivo dependen de las épocas del año, del estado de desarrollo y de los períodos críticos de mayor demanda hídrica. Pero lo más importante, en la mayor o menor demanda de agua del cultivo, es la profundidad a que llegan sus raíces. Las plantas nuevas requieren tiempos de riego cortos, por la poca profundidad de sus raíces, pero a su vez, riegos más frecuentes. A medida que la planta crece, va necesitando riegos menos frecuentes pero con mayor tiempo.

Medición práctica de cuánta agua aplicar:

Para determinar la cantidad de agua a aplicar en un suelo y cultivo, se eligen tres sectores y se les aplica un mismo caudal de agua. Por ejemplo, si es goteo, 4 litros por hora durante distintos tiempos de riego (por ej.: 10 min. al sector 1; 20 min. al sector 2 y 30 min. al sector 3).





A los dos días se revisa cada sector sacando muestras con barreno. El tiempo de riego correcto será aquel en que el agua haya llegado a la profundidad media de las raíces.

BIBLIOGRAFIA

A. Haverkort. 1986. Manejo del agua en la producción de papa. Boletín de Información Técnica 15. Centro Internacional de la Papa. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur.

J. Jerez, J. Sandoval, J. Peralta, I. Gallardo, R. Ferreira, E. Varas. 1994. Manual de Riego para el Sur de Chile. Serie Carillanca N° 39 Temuco Chile.







V. COSECHA DE PAPAS

Juan Inostroza F. Patricio Mendez L.
INIA Carillanca

La cosecha es una de las labores más costosas que requiere mayor número de personas y mejor organización que cualquier otra labor en el cultivo de papa. Corresponde al fin de la etapa del cultivo y el inicio de la preparación o acondicionamiento para el mercado.

La cosecha se efectúa cuando el cultivo alcanza su madurez fisiológica, caracterizada porque las plantas se ponen amarillentas y flácidas, los tallos se abren apoyándose sobre el suelo y los tubérculos se desprenden con facilidad de sus estolones. La cosecha corresponde a la separación de los tubérculos de la planta madre y contempla: remover el suelo; recolectar los tubérculos; separar los tubérculos del suelo, terrones y restos de plantas; transportar hasta el lugar de clasificación y empaque o almacenamiento.

La cosecha es una labor de alto riesgo debido a los daños que se puedan ocasionar en los tubérculos. Por ello se debe tener especial atención y cuidado en esta actividad, especialmente considerando que los tubérculos son una estructura viva, succulenta y muy propensa a daños por golpes y magulladuras. Si las papas se destinan a almacenaje, se dejan enterradas en el suelo para que la piel se haga más gruesa, de esta manera se previenen las enfermedades que se producen durante el almacenamiento.

En la mayoría de los cultivos existen dos tipos de cosecha, la manual y la mecanizada. En el cultivo de papa, se utilizan ambas

alternativas y/o la combinación de éstas. Por muchos siglos las herramientas de mano fueron los únicos medios usados para la recolección de la producción o cosecha. Posteriormente, con el desarrollo industrial, se inicia un proceso de mecanización de la labor de cosecha que aun continúa y que busca, mediante la aplicación de métodos mecánicos apropiados y económicos, aumentar la producción de alimentos, aliviar el esfuerzo físico del hombre, mejorar su capacidad, eficiencia, calidad de trabajo y a la vez elevar el nivel de vida de los trabajadores. La elección de un sistema u otro depende fundamentalmente del destino de la producción y muy especialmente del tamaño del predio a ser cosechado.

La incorporación de medios mecánicos a las faenas y labores de cosecha de papa permite disminuir los costos, mejorar la calidad y la eficiencia de esta labor. Bajo nuestras condiciones productivas es recomendable el empleo de **mecanización apropiada**, es decir, adecuada a la situación económica y social particular de la región, manteniendo un adecuado equilibrio entre medios mecánicos complejos, en paralelo con medios simples adaptados a explotaciones agrícolas de pequeño y mediano tamaño.

Independientemente del sistema de cosecha que se utilice, para que ésta sea exitosa se requiere:

1. Cosechar en el momento adecuado.





2. Sacar las papas del campo lo más rápido posible.
3. Evitar daño físico del producto
4. Cosechar a un costo mínimo.

5.1. FACTORES QUE INFLUYEN EN COSECHA

5.1.1. Elección y preparación de suelo.

En la elección de suelos, la preparación de éste y en la siembra, debemos tener en cuenta el sistema de cosecha, sea manual, semi-mecanizada o mecanizada.

Para sistemas de cosecha semi - mecanizada (máquina arrancadora, recoger y ensacar a mano) y sistemas de cosecha manuales (arrancar, recoger y envasar a mano), la textura del suelo, el grado de mullimiento y la profundidad de siembra influyen poco en la rapidez y calidad de la cosecha.

En cambio, para la cosecha mecanizada resulta muy determinante la preparación efectuada, así como las características del suelo. Aunque la mayoría de las máquinas modernas cuentan con dispositivos para separar de las papas el material contaminante como: suelo, champas, terrones, piedras, papas podridas y otros, éstos influyen enormemente en la rapidez y calidad de la cosecha. Si optamos por este sistema, la máquina debe ser capaz de tamizar el suelo suelto y limpiar el producto a cosechar de terrones, piedras y champas. A mayor profundidad de siembra, más suelo deberá ingresar a la máquina, mayor material a limpiar y por lo tanto, existe un riesgo de dañar el producto.

Para una buena cosecha mecanizada se debe:

- Evitar sembrar en suelos con mal drenaje.
- Evitar sembrar en suelos con piedras.
- Lograr un buen mullimiento del suelo: 10 a 12 centímetros, libre de champas y terrones.
- En suelos pesados (arcillosos o limosos) debemos evitar la compactación y la formación de terrones, por lo cual se debe sembrar y aporcar bajo condiciones friables (baja humedad).
- Sembrar menos profundo cuando la textura del suelo es pesada (suelos arcillosos y limosos).

5.1.2. Resistencia de la papa a daños (golpe) y al almacenamiento.

Otros aspectos que influyen fundamentalmente en la resistencia al golpe durante la cosecha y en la resistencia al almacenamiento son: textura y drenaje del suelo, fertilización del cultivo y variedad.

- **Tipos de suelo.** En suelos bien drenados con una mayor densidad aparente y una mayor proporción de microporos en relación a macroporos la extracción de agua es más gradual y al mismo tiempo la entrega de humedad es más pareja en el tiempo, condiciones bajo las cuales se forma un tubérculo con una mayor proporción de pared celular, lo cual mejora su resistencia al golpe y al almacenamiento. Esto se expresa en una menor susceptibilidad del tubérculo a enfermedades fungosas tales como *Phoma*, *Fusarium* y pudriciones causadas por *Erwinia spp.*





Los suelos arcillosos, cuando están adecuadamente preparados, poseen mayor proporción de microporos en relación a macroporos; a su vez, los suelos arenosos o con altos contenidos de materia orgánica presentan proporcionalmente mayor cantidad de macroporos en relación a microporos.

- **Fertilización.** La fertilización influye igualmente de forma muy notoria en la sensibilidad al golpe y en la resistencia al almacenamiento. Los nutrientes de mayor influencia son:

1. Potasio (K): Mayores dosis de potasio reducen la sensibilidad del golpe.
2. Nitrógeno (N): Bajas dosis de nitrógeno aumentan la sensibilidad del golpe; altas dosis de nitrógeno reducen la resistencia al almacenamiento ya que aumentan la sensibilidad para enfermedades fungosas y bacterianas.
3. Calcio (Ca): El calcio juega un rol fundamental en la formación de la pared celular. Una buena disponibilidad en el suelo contribuye a un tubérculo con mayor resistencia al almacenamiento, por que se reduce la sensibilidad a enfermedades fungosas y bacterianas. Existe además una relación entre calcio y los efectos del etileno.
4. Cloro (Cl): Pequeñas dosis de cloro disminuyen la sensibilidad al golpe.
5. Sodio (Na): En suelos salinos, con altos contenidos de Na, el tubérculo es muy sensible al golpe.

- **Diferencias varietales.** Algunas variedades presentan una buena resistencia al golpe por menor porcentaje de materia

seca y por una mayor firmeza de pared celular.

El largo del período de latencia influye fuertemente en la resistencia al almacenamiento. Las variedades de latencia corta presentan una menor resistencia al almacenamiento puesto que:

- Envejecen fisiológicamente con mayor rapidez, por lo cual la sensibilidad a *Fusarium* y *Phoma* crece.
- Presentan mayor deshidratación causada por brotación.

5.1.3. Sanidad.

La sanidad influye fuertemente en las pérdidas de tubérculos durante el almacenamiento, siendo las enfermedades de mayor importancia:

- Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)
- Gotera (*Pythium spp.*)
- Pudrición rosada (*Phytophthora erythroséptica*)
- Pie negro (*Erwinia spp.*)
- Sarna plateada (*Helminthosporium solani*)
- Sarna común (*Streptomyces spp.*)
- Sarna o costra negra (*Rhizoctonia solani*)
- Enfermedades fungosas secundarias como *Fusarium spp.*, *Phoma spp.*, *Cylindrocarpon destructans* y otras.

A su vez, las enfermedades producen pérdidas de peso y de calidad del tubérculo durante el almacenaje por:





- Pudriciones húmedas (Tizón tardío, Gote-
ra, Pudrición rosada y Pie negro)
- Pudriciones secas (*Fusarium spp.*, *Phoma
spp.*, *Cilindrocarpon destructans*,
Polyscytalum pustulans)
- Deshidratación incrementada (Sarna co-
mún, Sarna plateada)
- Decoloración de la piel (Sarna plateada)

Medidas a considerar para prevenir enfermedades:

1. Usar semilla de calidad. En lo posible li-
bre de Rhizoctonia, Tizones, Pie Negro,
Phoma, Sarna plateada y Cilindrocarpon.
2. Buen control de enfermedades. Desinfec-
ción de semillas, aplicaciones de
fungicidas durante el período vegetativo.
3. No destinar a guarda papas provenientes
de plantaciones con ataques de Pie Ne-
gro, Tizón tardío o *Pythium spp.*
4. Elegir suelos bien drenados, para evitar
problemas de *Pythium spp.* y Pudrición
rosada.
5. Evitar daños por golpe durante la cosecha,
transporte a bodega y entrojado. Los da-
ños sirven como puerta de entrada a di-
versas enfermedades como *Fusarium*,
Phoma, *Cilindrocarpon* y *Erwinia*.

5.2. DESTRUCCIÓN DE FOLLAJE.

La destrucción de follaje es un manejo o labor que tiene por finalidad interrumpir el crecimiento de los tubérculos, evitar la diseminación de tizón en éstos y evitar la contaminación del cultivo con virosis, producto del vuelo tardío de pulgones

infectivos. Normalmente se usa en producción de semilla para controlar la madurez de los tubérculos y concentrar la producción de papa en los calibres semilla. De igual modo, se puede usar este manejo en papa para consumo, con el objeto de evitar la incidencia de malezas, facilitar la cosecha, sin correr el riesgo de incidencia de tizón tardío.

¿Cuándo destruir follaje?

- Al lograr el calibre óptimo de los tubércu-
los.
- En presencia de tizón tardío y/o tizón tem-
prano y con condiciones climáticas dificul-
tan frenar el ataque.
- Cuando la presión de enfermedades de
virus y de vectores obliga a la destrucción
foliar para impedir su proliferación.
- Cuando el cultivo alcanza su madurez.

5.2.1. Métodos de destrucción de follaje:

- **Aplicación de desecante.** Es el método más utilizado. Se pueden usar los siguientes desecantes:
 - a) **Diquat.** El producto comercial es Diquat o Reglone. Es 100% de contacto, no se trasloca y no daña los tubérculos, a menos que entren en contacto directo con éste. La desventaja es que debe aplicarse con un alto volumen de agua, (entre 400 y 800 litros por hectárea) dependiendo de la cantidad y vigor del fo-
llaje.
 - b) **Paraquat:** El producto comercial pue-
de ser: Paraquat, Paramak, Paramat o
como Gramoxone. Este producto bajo
ciertas condiciones de humedad (tanto





en suelo como en el aire), y con un follaje vigoroso puede trasladarse. Las condiciones que predisponen la traslocación en la planta para que llegue el producto a los tubérculos son los días de alta nubosidad, favoreciendo eso sí una mayor susceptibilidad a enfermedades como son Fusarium, Cilindrocarpon y Phoma. Paraquat requiere menores cantidades de agua para su aplicación, dependiendo de la cantidad y el vigor del follaje, se usan entre 300 a 500 litros por hectárea.

c) Mezclas de Diquat y Paraquat. El producto comercial es Farmon. No causa problemas de traslocación y por lo general, para lograr un buen efecto se requiere más agua que cuando se usa solamente Paraquat.

Al aplicar desecantes, el crecimiento de los tubérculos se mantiene por 2 o 3 días, dependiendo del vigor del follaje y condiciones climáticas. Cuando llueve inmediatamente después de la aplicación, ésta se debe repetir.

- **Cortar follaje y aplicar desecante:** Este método consiste en cortar el follaje del cultivo con chopper, rana o desbrozadora lo más corto posible y en seguida proceder a aplicar Diquat, Farmon o Paraquat en 200 a 300 litros de agua. La ventaja de este sistema es que se detiene inmediatamente el crecimiento de los tubérculos.
- **Tirar follaje:** Consiste en arrancar manualmente el follaje. Se pueden hacer entre 100 y 150 metros por hora, requiriéndose, por lo tanto, 100 horas/hombre por hectárea. En este método el costo asciende al cuádruple de cualquiera de los otros. Sin embargo, se garantiza una óptima sanidad del tubérculo al reducir problemas de

Rhizoctonia, Sclerotinia y Antracnosis, y lograr una detención instantánea del crecimiento. Este método es el más usado en semilleros de producción orgánica en Holanda, existiendo máquinas para tirar follaje que permiten bajar el costo. En Chile no está disponible este tipo de maquinaria.

- **Cortar raíces.** Se elimina primero el follaje (lo más corto posible) y enseguida se cortan las raíces con cuchillos que pasan por debajo de las papas. Este es un método promisorio y utilizado actualmente en la agricultura orgánica.



Cultivo de papa con madurez natural. Las plantas toman una coloración amarilla, los tallos se abren y se apoyan sobre el suelo.



Potrero tratado con desecante





INIA Carillanca



Cultivo para semilla tratado con un desecante. Las plantas se secan antes de terminar su ciclo por lo cual los tallos permanecen erguidos.

INIA Carillanca



Cultivo tratado con un desecante y con el follaje cortado.

5.3. COSECHA DE PAPA PARA CONSUMO

Se inicia una vez que las plantas se han secado en forma natural y la piel se encuentra completamente firme. Esto es particularmente importante en papas que se guardarán por un período prolongado. En el caso de papa para temprano, la cosecha se efectúa cuando la mayoría de los tubérculos alcanzan un tamaño comercial y el precio pagado por el saco compensa el menor rendimiento. Sin embargo, si el precio es bajo, los tubérculos pueden no ser cosechados y se dejan crecer

a la espera de un mejor precio o hasta completar su desarrollo. En la situación de papa para la industria, se trata de alargar al máximo el ciclo del cultivo, atrasando la cosecha con el objeto de maximizar el rendimiento, la calidad, el peso específico y el contenido de azúcares.

Atrasar la cosecha en forma desmedida puede significar un aumento de enfermedades a la piel y/o daño por perforaciones del tubérculo causado por gusanos del suelo.

Puesto que durante la cosecha se produce la mayoría de los daños que recibe el tubérculo, debe evitarse el picotazo, heridas por corte, golpes excesivos por descuido de los cosechadores o cavadores, mala regulación de la arrancadora o de la cosechadora.

INIA Carillanca





5.4. COSECHA DE PAPA PARA SEMILLA

La cosecha de papa semilla se inicia cuando la piel está firme, para evitar su desprendimiento y riesgo de ingreso de enfermedades. Esto se realiza 2 a 3 semanas posterior al aplicación del desecante.

Cuando se cosecha en condiciones de clima frío, donde aumenta el problema de costra negra, se debe iniciar la cosecha con la piel medianamente firme, a pesar que se corre el riesgo de desprendimiento de la piel del tubérculo y aumento en la deshidratación en el almacenamiento. Sin embargo, este manejo puede reducir problemas de sarna de esclerocios de costra negra sobre la piel del tubérculo en suelos sensibles, aumentando el porcentaje de papas aptas para semilla.

5.5. TIPOS DE COSECHA

5.5.1 Manual

Consiste en arrancar, recoger y ensacar a mano los tubérculos, utilizando para ello diferentes implementos manuales tales como azadones, gualatos o picotas. Es un sistema lento, que requiere alta mano de obra, y produce pérdidas y daño en los tubérculos. Este es el sistema predominante para cosechar las papas en nuestro país.

Por el alto uso de mano de obra, es un sistema caro, sin embargo, la principal ventaja que presenta se basa en la capacidad del ser humano de manipular el producto cosechado con mayor suavidad, garantizando una mayor calidad y menor daño. Otro aspecto favorable de este sistema es que no requiere una inversión inicial considerable. Presenta como inconveniente

INIA Carillanca

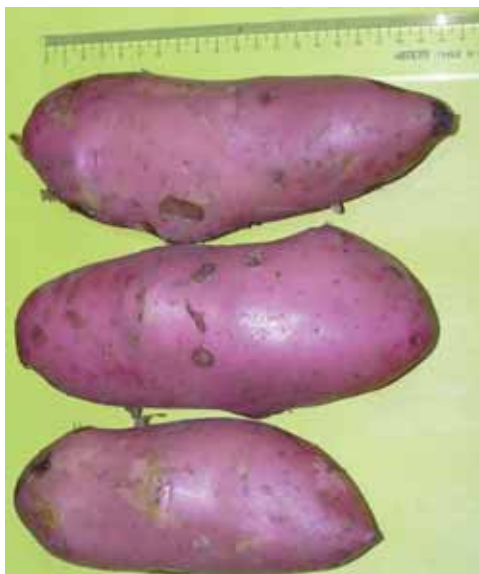


INIA Carillanca



Cosecha de papa para temprano. Saavedra, Región de la Araucanía

INIA Carillanca



Detalle de tubérculo inmaduro var. Karu-INIA





la necesidad de contar con personal con algún grado de entrenamiento, requiere mayor supervisión y realizar acuerdos contractuales

La cosecha debe realizarse en días de buen clima. De este modo los tubérculos permanecen al aire y en el terreno el tiempo suficiente para disminuir la humedad superficial, facilitar el secado y eliminar el suelo adherido. La recolección debe hacerse, en lo posible en canastos de reja gruesa para evitar acumulación de suelo, jabas o cajas, con el fin de evitar exceso de golpes o daños. Además, en esta operación deben ir apartándose todos los tubérculos partidos, picados o lesionados por la acción de los implementos de cosecha y aquellos que presentan síntomas de ataques de insectos o enfermedades.

5.5.2. Semi- mecanizada

Consiste en arrancar las plantas en forma mecanizada, para recoger y ensacar a mano en campo, o ensacar sobre la máquina. Para ello se puede usar un arado arrancador; una arrancadora de una o dos hileras, que destapan, levantan y dejan sobre el suelo los tubérculos; o una arrancadora que destapa, levanta y sube los tubérculos a la máquina para separarlos de los terrones y restos vegetales y para ensacarlos sobre la máquina. Bajo la mayoría de las condiciones de producción de nuestra región, este es el sistema más adecuado de cosecha, puesto que utiliza un medio mecánico simple (arrancadora), que destapa los tubérculos y que combinado con la recolección manual de éstos, permite la realización de una preselección antes de llegar a bodega.

La principal ventaja de este sistema es la disminución del uso de mano de obra, la rapidez en la cosecha y la disminución de las pérdidas por tubérculos partidos o dañados.

Si ocurre un ataque de Tizón tardío al tubérculo, en algunas ocasiones es mejor dejarlo en el suelo, para que se pudra visiblemente y así eliminarlos durante la cosecha. Cuando el problema es de *Erwinia spp* (Pie negro) y *Phoma* es recomendable la cosecha bajo condiciones asoleadas. Arrancar los tubérculos y dejarlos al menos una hora expuestos al sol, permite que la luz ultravioleta (UV) actúe como bactericida y fungicida, lográndose una reducción de enfermedades en el producto almacenado.



Cosecha manual de papa. Carahue, Región de la Araucanía





INIA Carillanca



INIA Carillanca



Arrancadora de papas. Saavedra, Región de la Araucanía

INIA Carillanca



INIA Carillanca



Arado partidor de melga para desenterrar las papas y recogerlas a mano. La Serena, Región de Coquimbo.

INIA Carillanca



Arrancadora de papas de dos hileras

INIA Carillanca



Máquina arrancadora y ensacadora de papa. Vilcún región de la Araucanía





Foto gentileza Lautaro R



Foto gentileza Lautaro R



Cosecha con arrancadora que destapa las papas y se empaqueta a mano.

5.5.3 Mecanizada.

Consiste en arrancar, recoger y ensacar automáticamente los tubérculos, usando medios completamente mecanizados. Para esto se usan máquinas especializadas que disminuyen el uso de mano de obra, mejoran y permiten cosechar grandes superficies en menor tiempo, dando como resultando, una disminución del costo por unidades cosechadas. Este sistema es adecuado para plantaciones comerciales de mayor superficie, que permiten financiar cosechadoras de mayor rendimiento y costo. La principal desventaja de este sistema es la alta inversión,

el costo de mantenimiento y bajo uso del equipo durante gran parte del año. Bajo las condiciones de nuestra zona, la decisión de adquisición de maquinaria especializada debe considerar aspectos tales como: superficie a cosechar, condiciones topográficas, tipo de suelo y aspectos logísticos. Mecanizar completamente la cosecha requiere en forma previa haber adaptado todo el sistema de producción, empezando por mecanizar la siembra, realizar nivelación del terreno, y hacer uso de variedades que se adapten a una alta manipulación. Por otra parte se requiere haber adaptado las labores de clasificación, limpieza y empaque, para el manejo de grandes volúmenes de cosecha

INIA Carillanca



Cosechadora de arrastre de una hilera y descarga lateral. Purranque

INIA Carillanca



Cosechadora de arrastre de una hilera, con bunker acumulador





INIA Carillanca



Automotriz de cuatro hileras con bunker

INIA Carillanca



Automotriz de dos hileras con bunker

INIA Carillanca



Cosechadora de arrastre de una hilera, con bunker acumulador

INIA Carillanca



Cosechadora de arrastre de una hilera, con bunker acumulador

5.6 CONSIDERACIONES PARA LA COSECHA

Condiciones de clima y suelo (temperatura, humedad, lluvia, otros.) al momento de la cosecha:

1. Se debe evitar cosechar con lluvia.
2. Una humedad relativa muy baja en algunas variedades ocasionan la llamada impresión de uña, que es una pequeña trizadura en la piel de la papa, como si una uña humana se hubiese introducido.
3. La sensibilidad al daño y al golpe aumenta seriamente con temperaturas de suelo por debajo de los 8 °C. En términos generales conviene cosechar con temperaturas superiores a 10 °C.
4. En suelos sensibles a la formación de terrones muy duros y angulosos, no conviene cosechar bajo condiciones muy secas. Se recomienda regar con anterioridad al inicio de la cosecha, para reducir el número de terrones y evitar que éstos dañen a las papas.





5. No debe cosecharse con suelo demasiado húmedo, dado que la cosechadora no es capaz de separar el suelo de los tubérculos.

5.7 TRANSPORTE DESDE EL CAMPO A LA BODEGA

Al igual que en la cosecha de la papa, el transporte desde el campo a las instalaciones donde se va a procesar o guardar el producto puede provocar daños al tubérculo, lo que posteriormente se traduce en problemas de pudriciones de papa en el almacenaje.

5.7.1 Cosecha Manual

Las papas se colocan en sacos o bolsas de 50 kg, separando en diferentes tipos de sacos la papa consumo, la destinada a semilla, de aquellos calibres que corresponden a desecho. Los sacos se colocan en filas en el campo y se recogen en forma selectiva de acuerdo al criterio antes señalado. De esta forma, la recolección y transporte se hace separadamente, dándose prioridad a la papa de mayor valor comercial y dejando para el final los sacos que contienen los calibres pequeños o la papa desecho.

Cuando el producto es papa nueva, que no puede ser almacenada, la cosecha generalmente se realiza después de haber vendido o tratada la producción en campo, por lo cual las papas se cargan y se despachan desde el potrero a los lugares de comercialización. Por el contrario, la papa destinada a guarda se recoge del potrero en sacos y se lleva a la bodega para ser vaciada en las trojas.



INIA Carillanca

Cosecha de papas con sacos. Carahue



INIA Carillanca

Descarga en bodega

5.7.2 Cosecha semi mecanizada

El proceso de recolección y transporte es similar al descrito para la cosecha manual, con la salvedad que la papa puede permanecer en la superficie del suelo por alrededor de una hora antes de ser empaquetada.





5.7.3 Cosecha mecanizada

En este caso implica solo el uso de medios mecánicos en todo el proceso, incluido la recolección del potrero y su transporte a bodega. El uso de máquinas cosechadoras implica un flujo de producción mayor que debe ser trasladada desde el campo a los lugares de procesamiento o almacenaje, por lo cual este transporte debe considerar mayores volúmenes en un período más corto. En la zona Sur se utilizan fundamentalmente dos sistemas de transporte: en maxi sacos, big bag o sacos jumbo y en carros de remolque.

Transporte en remolque

En este sistema la máquina cosechadora descarga sobre remolques especializados para el transporte de papa. Si la cosechadora es de descarga lateral obliga a que el remolque tirado por un tractor siga en paralelo a la cosechadora, la que transfiere las papas mientras se desplazan por el terreno. Cuando la cosechadora es con sistema de bunker, donde las papas se acumulan, la descarga se realiza sobre el remolque detenido, ya sea que un tractor lo lleve hasta la cosechadora, o que ésta se mueva hasta el remolque estacionado.

Transporte en maxi sacos

Para ello la máquina cosechadora tiene en forma opcional en el cuello de la tolva o bunker un marco metálico donde se cuelga el maxi saco, el que al llenarse se desengancha manualmente y se deja en el potrero. Posteriormente, mediante una pluma adosada a un tractor se cargan sobre un carro transportador o sobre un camión con carrocería plana.

Otras alternativas de traslado de la cosecha es el uso de cajones o bins puestos sobre un carro plano, pudiéndose usar este sistema tanto en cosechadoras de descarga lateral como en las de bunker. De igual forma, cuando las condiciones de ingreso a los potreros lo permiten, la descarga de las papas puede ser directa a camión, pudiendo ser estos adaptados o con remolques especializados.



INIA Carillanca

Traslado de sacos a bodega. Purranque



INIA Carillanca

Traslado de sacos a bodega. Carahue





INIA Carillanca



Traslado de maxi sacos

INIA Carillanca



Carga de Maxi sacos a camión. Purranque

INIA Carillanca



Cosecha con de maxi sacos Nueva Braunau.

Foto gentileza L. Ríos.



Maxi sacos para traslado de papas. Purranque,

INIA Carillanca



Cargado del remolque en campo

INIA Carillanca



Traslado del remolque





INIA Carillanca



Descarga de remolque a tolva de recepción y conducción a cargador de bins en bodega. Holanda

INIA Carillanca



Descarga de remolque a precalibradora a entrada de bodega, Toltén

INIA Carillanca



Descarga de remolque a tolva de recepción y cargado mediante cinta telescópica a camión, Purranque.

INIA Carillanca



Descarga de remolque a tolva de recepción con pre-seleccionadora y desterronadora a entrada de bodega, Holanda.

INIA Carillanca



Camión con carro de trasporte de descarga automática. Purranque

INIA Carillanca



Carros de transporte de arrastre





INIA Carillanca



Vagón de transporte

INIA Carillanca



Base del vagón con sinfín de descarga accionado eléctricamente

INIA Carillanca



Detalle interior del vagón

BIBLIOGRAFÍA

Contreras, A. 1993. Cosecha y almacenaje de papas. En : 5° Jornadas de Extensión Agrícola; Manejo Agronómico del cultivo de la papa y las perspectivas del mercado. Organizado por la Universidad Católica de Temuco.

Montaldo, A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. San José Costa Rica. 706.

www.fao.org. Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas.





VI. ALMACENAJE DE PAPA

Juan Inostroza F. Patricio Méndez L.
INIA Carillanca

La papa inicia su proceso natural de envejecimiento inmediatamente realizada la cosecha. El almacenaje se utiliza para posponer al máximo este proceso, preservando la calidad del producto.

Los tubérculos son un órgano vegetal vivo, que respira transformando los carbohidratos (almidón) en anhídrido carbónico, agua y calor. Mientras más alta es la temperatura de las papas mayor es la pérdida de almidón y más rápidamente envejecen. Se estima que las pérdidas de almidón representan el 10% de la pérdida total de peso, terminado el proceso de almacenaje.

Además durante el almacenaje los tubérculos pierden agua, lo que representa el otro 90% de las pérdidas. De igual forma, finalizando el almacenaje y después de un período de latencia, las papas brotan experimentando nuevas pérdidas en peso y calidad. El alto contenido de agua que poseen los tubérculos, facilita el ataque de insectos y microorganismos produciéndose a menudo su destrucción. Es por ello que se torna difícil conservar papa por largo tiempo sin que se produzcan pérdidas, que a veces pueden ser de consideración.

Con el objeto de evitar o reducir al mínimo dichas pérdidas, es necesario mantener los tubérculos bajo condiciones ambientales adecuadas de temperatura y humedad, que hagan posible disminuir y retardar los procesos nombrados anteriormente (respiración,

deshidratación, brotación y pudrición). Las pérdidas que hay durante el almacenaje (a veces sobre 30%) indican que se está realizando mal el proceso, a pesar de que la zona sur tiene las condiciones climáticas más adecuadas del país para que este proceso sea eficiente. Para alcanzar buenas condiciones de almacenaje se requiere de bodegas bien estructuradas y una buena ventilación.

Generalmente, las pérdidas en almacenaje se deben a pudriciones por mala selección de los tubérculos antes de guardarlos y a la deficiente ventilación, además existe reducción en su peso por pérdida de agua y por brotación.

Después de dos a tres meses de un deficiente almacenaje, las papas comienzan a brotar, lo que causa:

1. Disminución de la capacidad de brotación de los tubérculos.
2. Pérdida de peso.
3. Disminución del contenido de vitamina C.
4. Baja la presentación interna y externa y el sabor de la papa se hace desagradable.

Si consideramos sólo la pérdida de peso por respiración y por almacenaje en malas condiciones, de 100 kg. papas, después de 5 meses sólo se tendrá 70 kg. aprovechables.





¿Por qué almacenar papas?

Las papas se deben almacenar, en parte, debido a la época de cosecha, ya que en otoño se hace absolutamente necesario guardar para el resto del año. Igualmente debido a factores de índole económica como la oferta-demanda - precio. Cuando la oferta a inicio de temporada es muy alta, baja el precio de venta, lo que determina la necesidad de almacenar parte de la producción en espera de precios más elevados.

El objetivo productivo va a indicarnos la necesidad y la forma de almacenar adecuadamente las papas:

1. **Papa primor.** No se almacena.
2. **Papa semilla.** El almacenaje debe preservar la facultad de brotación y mantener la calidad del tubérculo semilla.
3. **Papa de guarda.** El almacenaje debe conservar las cualidades organolépticas y tecnológicas iniciales del tubérculo, limitar pérdidas de peso manteniéndolas turgentes libres de insectos y evitar desarrollo de enfermedades.

La condición de almacenamiento debe ser diferente para papas destinadas a consumo temprano o tarde, de aquellas cuyo destino es semilla, o la industria de deshidratados.

6.1 FACTORES DEL CULTIVO QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL ALMACENAMIENTO

Existe una serie de factores, previos al almacenamiento de la papa, que inciden en la calidad de éste, y que se relacionan directa o indirectamente con el manejo agronómico del cultivo, cosecha y transporte de los tubérculos producidos.

1. **Estado sanitario del cultivo.** El desarrollo sano del cultivo durante su ciclo es importante para obtener una buena guarda del producto. Cultivos afectados por fusariosis, tizones y/o pie negro durante su desarrollo, tienen una alta posibilidad de presentar pudriciones en bodega, puesto que el inóculo de estas enfermedades se almacena junto con los tubérculos. Las condiciones ambientales del almacenamiento (alta temperatura y humedad) dentro de la bodega favorecen la aparición de pudriciones.
2. **Grado de enmalezamiento.** Una alta presencia de malezas durante la cosecha aumenta la incidencia de daño mecánico producido por los implementos y herramientas de cosecha, aumentando las pudriciones en la guarda.
3. **Fertilización.** La aplicación de dosis elevadas de nitrógeno tiende a aumentar la susceptibilidad a golpes durante la cosecha y el transporte de los tubérculos, facilitando así la vía de entrada de patógenos. Por el contrario la aplicación de potasio, tiende a proporcionar una mayor resistencia y firmeza de los tubérculos a los golpes.
4. **Madurez de los tubérculos.** El cultivo debe estar totalmente maduro al cosechar, evitando con ello daños a la piel, principal vía de entrada de algunas enfermedades. Cuando se cosecha la papa antes de concluir el desarrollo vegetativo del cultivo (producción de semilla), debe eliminarse el follaje aún verde con al menos tres semanas de anticipación, para lograr una cierta firmeza en la piel de los tubérculos al momento de la cosecha. Las papas inmaduras son sensibles a daños, debido a que el tejido no está lo suficientemente suberizado.





5. Daños mecánicos del cultivo. Los daños mecánicos son ocasionados por los implementos usados en las labores desarrolladas en diferentes etapas del cultivo (aporca, control de malezas, hongos y otros) o por los insectos del suelo. Estas lesiones facilitan la entrada de patógenos que provocan posteriormente problemas en el almacenamiento. Si consideramos todo el ciclo del cultivo, durante la cosecha se produce cerca del 75% del daño total de los tubérculos.

6.2 EFECTO DE LA COSECHA SOBRE EL ALMACENAMIENTO

1. Condiciones del suelo al momento de la cosecha. No es deseable un suelo excesivamente húmedo, puesto que gran parte de la tierra quedará adherida a los tubérculos, generándose condiciones ideales para enfermedades como Rhizoctonia, Sarna Plateada, Fusarium, Punteado Negro y Pudrición Húmeda por *Erwinia spp* y otros, favoreciendo la pudrición. Por el contrario, el suelo seco tiende a desprenderse fácilmente de los tubérculos, especialmente cuando éstos permanecen algún tiempo descubiertos sobre la superficie del suelo (cosecha semi mecanizada).

2. Cosecha oportuna y cuidadosa. Ésta debe realizarse antes del período de lluvias, puesto que guardar tubérculos con barro afecta fuertemente la calidad de almacenaje. La recolección debe hacerse en canastos o cajones evitando daños por golpes. Durante la cosecha deben separarse los tubérculos partidos, picados, dañados por insectos o dañados por los implementos de cosecha o que estén afectados por enfermedades.

Al producirse daños excesivos, las papas se deshidratan más en el período de almacenamiento, brotan antes y son susceptibles a pudriciones.

3. Transporte y manejo de los tubérculos. Los tubérculos nunca deben golpearse ni pisarse durante el transporte, descarga o selección, a fin de evitar pérdidas posteriores durante el período de almacenamiento. El vaciado de los sacos en la troja, así como el desplazamiento de los cargadores por sobre ella debe realizarse sobre un tablón con algún tipo de protección para no ocasionar daño.

4. Selección cuidadosa. Las papas deben guardarse secas y limpias, eliminándose todos los tubérculos partidos, con cortes, dañados mecánicamente, con enfermedades, otros. Cuando el período de almacenaje será prolongado, no es conveniente pasar por seleccionadora los tubérculos puesto que esta labor produce lesiones en la superficie de la piel, aumentando las posibilidades de problemas en el almacenaje.

5. Temperatura de cosecha. Temperaturas muy altas pueden desarrollar en la troja pudriciones húmedas. Además la latencia se puede acortar por este motivo.

6. Bodega seca, limpia y adecuada. Es importante que las bodegas estén limpias y desinfectadas y eliminar restos de tubérculos o brotes de la temporada anterior. Si el piso es de tierra, debe estar seco, liso y compacto. La bodega tiene que estar libre de goteras o de áreas húmedas y con un buen sistema de ventilación.





6.3 CAMBIOS QUE OCURREN EN LAS PAPAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO

El tubérculo de papa es un producto vegetal vivo que respira y transpira, y los factores ambientales que van a influir sobre él son la temperatura, humedad, ventilación y luz. Estos factores van a provocar en el tubérculo: cambios fisiológicos y químicos que pueden provocar problemas de pudriciones.

6.3.1 La Temperatura

En general, se considera que una temperatura de 4,5 °C y una humedad relativa de 85 a 90% es ideal para el almacenaje de papas. En estas condiciones la actividad interior del tubérculo se minimiza, sin embargo, igualmente van a ocurrir cambios que son necesarios conocer.

Cambios fisiológicos y químicos. Durante el almacenamiento, los cambios de composición de mayor importancia son:

- Contenido de azúcar, que afectan el sabor, las condiciones culinarias y posiblemente el valor de la semilla
- Contenido de almidón, que afectan la textura y su valor industrial
- Pérdidas de vitamina C.

a) Cambios en la fracción proteica: Los tubérculos al ser almacenados comienzan a sintetizar proteínas y su mayor concentración la obtienen al salir del período de reposo. Después del reposo las proteínas totales y las albúminas decrecen y no varían posteriormente.

b) Almidón: Tres procesos ocurren en la papa almacenada: respiración, conversión de almidón a azúcares por enzimas

amilolíticas y conversión de azúcar a almidón por enzimas sintetizadoras de almidón. El almidón es constantemente usado en la respiración y frecuentemente en la formación de brotes, por esto la cantidad de almidón en cada célula constantemente decrece.

c) Azúcares: Se produce una acumulación de azúcares durante el almacenaje dependiendo de la variedad y la temperatura. Dos tipos de azúcares se encuentran en los tubérculos de papa: sacarosa y azúcares reductores, principalmente glucosa. La sacarosa es la que genera el sabor dulce característico de papas mantenidas a bajas temperaturas, dando como resultado una papa dulce, pastosa y descolorida. Entre 7 y 10°C, la relación de acumulación de azúcar es relativamente lenta y su contenido rara vez es alto. El contenido de azúcar decrece rápidamente cuando las papas son cambiadas a temperaturas más altas. Las papas con alto contenido de azúcar reductor, desarrollan un indeseable color café oscuro cuando se fríen, lo que se debe a la caramelización del azúcar por la fritura. El azúcar reductor se acumula más lentamente y alcanza su máxima concentración más tarde que la sacarosa. Existe una acumulación más alta de azúcares reductores en la parte basal del tubérculo.

d) Vitamina C: Bajo cualquier condición de almacenaje, el contenido de Vitamina C disminuye rápidamente durante el primer mes.

e) Respiración: Durante el proceso de respiración, las papas convierten los carbohidratos en calor, agua y CO₂. El proceso depende del estado de madurez de los tubérculos y de la temperatura. Al co-





mienzo del período de almacenaje, la velocidad de respiración de los tubérculos inmaduros es considerablemente más alta que la de los tubérculos maduros, y posteriormente llega a ser similar. Temperaturas cercanas al punto de congelación aumentan la velocidad respiración, provocando problemas de suboxidación, oscurecimiento interno del tubérculo y corazón negro. Temperaturas altas, igualmente aumentan la tasa de respiración y provocan necrosis interna del tubérculo. La brotación y las lesiones de los tubérculos causan un marcado aumento en el rango de respiración. La concentración de oxígeno es otro factor que debe tenerse en cuenta en la conservación de los tubérculos de papa. En presencia de oxígeno se produce una respiración aeróbica, pero si éste falta, la respiración se torna anaeróbica con formación de alcoholes, fermentación, y como consecuencia, los tubérculos se pudren. Por ello, las bodegas de almacenamiento deben contar con una aireación conveniente que mantenga una tasa normal de oxígeno en el aire.

El CO_2 actúa como retardador de la respiración, tanto aeróbica como anaeróbica. Sin embargo, acumulaciones muy altas de CO_2 desplazan el O_2 formando un ambiente que favorece la fermentación y con ello la pudrición de los tubérculos. Se ha de-

terminado que la concentración de CO_2 no debe sobrepasar el 4%.

f) Brotación: Inmediatamente después de la cosecha los tubérculos de papa se encuentran en un estado de dormancia (latencia), por estar bajo el efecto de inhibidores naturales. Pasado este período, el tubérculo comienza a emitir brotes, se deshidratan, pierden sabor y vitamina C. Las causas principales de brotación excesiva, se deben a problemas de temperatura y humedad relativa en las bodegas de almacenaje. Esta brotación trae consigo una reducción de peso, debido a la pérdida de agua y a la traslocación de nutrientes de los tubérculos a los brotes. No se produce crecimiento de los brotes entre 2 a 3 °C; es muy lento a 4,5 °C y se acelera a más de 10 °C.

La brotación se puede inhibir con la aplicación de productos químicos. Los inhibidores de brote ayudan a evitar la deshidratación y permiten almacenar papa a temperaturas del orden de los 10 °C, con resultados comparables a los que se obtienen con el almacenamiento a 5 °C y humidificación del aire. Estos productos no deben ser aplicados a la vegetación o inmediatamente después de la cosecha, sino que una vez suberizadas las heridas.

Cuadro 1. Pérdidas en almacenaje rústico versus pérdida en bodegas con ventilación dirigida.

	Peso inicial	Peso Final		Peso Brotes	Pérdidas por				Pérdidas Totales	
	ton	ton	%	ton	ton	%	ton	%	ton	%
Almacenaje rústico	3.2	2.6	80,8	0,03	0,04	1,37	0,61	18,8	0,66	20,2
Ventilación dirigida	127,44	120,2	94,3	1,70	0,85	0,67	6,36	4,96	7,21	5.63





g) Coloración y Sabor: La coloración de la papa se debe considerar cuando se destina a papa frita para la industria. Todas las variedades se oscurecen al freírlas cuando provienen directamente de un almacenamiento a menos de 10 °C. Cuando se almacenan a menos de 10 °C y luego durante tres a cuatro semanas son llevadas a una temperatura de 15 a 20 °C, producen papas fritas de buen color. A esta práctica se le denomina curado y es muy empleada en la industria de papas fritas. Los industriales prefieren someter las papas a temperaturas más bien altas de 15 a 20 °C, para obtener coloraciones claras.

h) Pudriciones: Muchas de las pudriciones que se desarrollan durante el almacenamiento son causadas por bacterias y hongos que penetran a través de las heridas. La nueva piel que la papa es capaz de producir, es una efectiva barrera contra los microorganismos que causan pudriciones. El manejo cuidadoso y las condiciones favorables para la reproducción de la piel, al comienzo del período de almacenamiento, disminuye la incidencia de las pudriciones.

i) Deshidratación: La velocidad a la cual la humedad es removida de la superficie de las papas hacia el medio circundante, depende tanto de factores externos: humedad, temperatura y velocidad del aire, así como como de la naturaleza del producto: forma, tamaño y características de la corteza protectora. Después de la temperatura, la humedad relativa es el factor más importante en la pérdida de peso. Al respecto, cuando la humedad relativa del aire de ventilación es de 95% o un poco menos, la pérdida de peso es menor que a con porcentajes inferiores a 85%.

6.3.2 Humedad

El control de la humedad es tan importante como lo es el de la temperatura. Cuando los tubérculos son colocados en una atmósfera de humedad relativa baja perderán humedad y se pondrán blandos y sueltos. Esto ocurrirá aunque se haya controlado la brotación por medio de la temperatura o de inhibidores. Cabe señalar que las papas blandas son susceptibles de daños por presión y por machucaduras.

Cuadro 2. Efecto de la humedad relativa sobre pérdidas que se producen durante el almacenamiento (%).

Humedad relativa	Pérdidas de peso	Deformaciones por presión
80-85	7,7	14,6
90-92	6,5	6,8





Cuando comienza la brotación la pérdida de humedad en el tubérculo es acelerada. Por esto, los inhibidores de la brotación reducen las pérdidas de humedad. El mayor movimiento de aire que es necesario realizar para bajar la temperatura, es contraproducente, porque parte de la humedad que lleva el aire saliente, proviene de las papas, y es independiente de la brotación. Esto puede evitarse agregando humedad al aire entrante con lo que disminuye la diferencia de las presiones de vapor, entre el tubérculo y la atmósfera de la bodega.

Una humedad relativa superior al 95% es peligrosa. El tubérculo se hace más susceptible a las pudriciones y la humedad libre se deposita en la superficie. Cuando estos permanecen húmedos, las lenticelas o poros de respiración se hinchan y proporcionan puntos de entrada a las bacterias. Al desarrollarse las partes podridas, no sólo mojan los tubérculos vecinos, sino también los inoculan con microorganismos. De esta manera se pueden producir grandes focos de papas húmedas, malolientes y podridas en la pila o troja.

Al inicio del almacenaje se requiere un ambiente con una adecuada ventilación que favorezca la cicatrización del peridermo en las heridas del tubérculo. Esto además, elimina el exceso de humedad de la superficie de las papas y proporciona condiciones menos favorables al desarrollo de pudriciones. Cuando se almacenan tubérculos atacados con tizón (*Phytophora infestans*) y pie negro (*Erwinia atroseptica*), y se colocan bajo las condiciones adecuadas de ventilación, las pudriciones que se desarrollan generalmente se secan en vez de hacerse húmedas y se circunscriben a los tubérculos que venían infectados antes del almacenaje. De esta manera se evitan los grandes focos y las pérdidas se reducen al mínimo.

6.3.3 Ventilación

La ventilación tiene por objeto mantener un rango óptimo de temperatura y de humedad relativa del aire en las papas almacenadas. Puede efectuarse por convección (diferencias de temperaturas) o por ventilación de aire forzado. El sistema de ventilación está basado en el principio general de introducir aire frío desde el exterior de la bodega, cuando la temperatura de ésta es superior a la de fuera. La bodega debe disponer de troneras en su parte superior que permitan la salida del aire caliente cuando se introduce aire frío.

La ventilación por convección es suficiente en bodegas prediales donde los volúmenes de papas son menores y la altura de almacenaje inferior a 2 m. En estos casos generalmente se utilizan ductos triangulares contruidos con listones de madera. Los ductos deben ubicarse de tal manera que el aire externo tenga fácil acceso a ellos, estimándose que deben tener una sección de 13 cm² por cada tonelada de papa. La separación máxima entre ductos no debe ser superior a 2 m.

La ventilación mediante circulación forzada de aire humidificado artificialmente, es el medio más efectivo para controlar la temperatura y la humedad de las bodegas a los niveles requeridos para la buena conservación.

Adicionalmente, la ventilación se utiliza para secar aquellos lotes de papas que ingresan mojados a la bodega y para aplicar oportunamente los inhibidores de la brotación, al término del período de cicatrización de las heridas de los tubérculos. El aire se hace pasar por las papas enfriándolas hasta la temperatura requerida, unos 60 días desde el término del período de cicatrización. Un exceso de aire no aumenta significativamente la velocidad de





enfriamiento, pero sí aumenta el grado de deshidratación, de ablandamiento y la mancha negra de los tubérculos. Por el contrario, una cantidad insuficiente de aire no enfría las papas con la rapidez requerida. En una bodega especializada con ventilación de aire forzado, el sistema puede estar formado por ductos principales, laterales y de recirculación, cuya misión es inyectar aire fresco, mezclado o de recirculación, lo más uniforme posible al montón de papas.

Para evitar condensaciones y temperaturas elevadas se debe forzar la circulación de aire dentro de la bodega, siendo necesario colocar las papas en trojas. El piso debe ser una tarima de listones separados, lo suficiente, para que los tubérculos no se caigan a través de ellos. Este sistema puede perfeccionarse colocando en las murallas listones semejantes a las tarimas del suelo, que impiden el contacto de los tubérculos con los muros. Además, se pueden instalar tubos verticales provistos de agujeros o ranuras dentro de la masa de papas, para facilitar la aireación. La circulación de aire, en estas condiciones, queda sometida solamente al movimiento natural de ascenso del aire caliente y descenso del frío. Este movimiento natural a veces no es suficiente y se considera preferible hacerlo circular mediante ventiladores.

6.4 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

En general se pueden distinguir los siguientes sistemas:

Almacenamiento al aire libre:	a) camellones b) parvas c) silos
Almacenamiento bajo techo:	a) a granel b) en trojas c) cajones paletizados d) bandejas y/o estantes

6.4.1 Sistemas al aire libre

Son los métodos más simples y baratos para almacenar papas en ambientes de clima templado, siendo importante proteger los tubérculos de la lluvia y/o nieve, el frío y la luz. En Chile hasta el momento se carece de estudios técnicos de evaluación de dichos métodos. Sin embargo, la mayoría de estos sistemas son recomendables por un período de tiempo corto (1 -3 meses).

Almacenamiento en camellones de cultivo: Es el método más barato y consiste simplemente en dejar los tubérculos en el mismo camellón de aporca en que se desarrollaron las plantas de cultivo. En este sistema es importante que el suelo sea permeable y tenga buen drenaje, de modo que los tubérculos nunca queden expuesto a inundaciones. Además, deben estar cubiertos con una buena capa de suelo, a fin de protegerlos de accidentes por movimientos, enfermedades y plagas (Figuras 1 y 2).



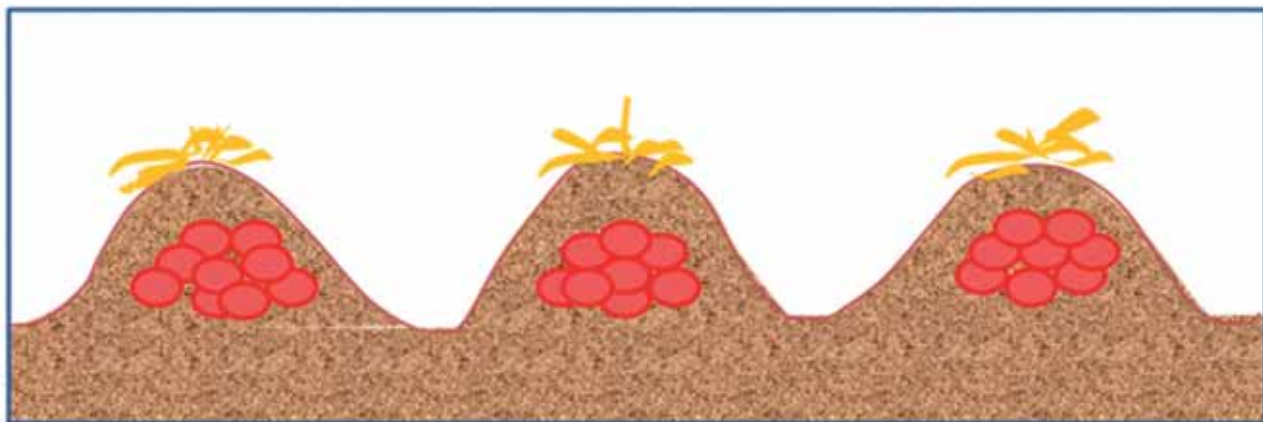


Figura 1. Almacenamiento de tubérculos en los camellones de cultivo

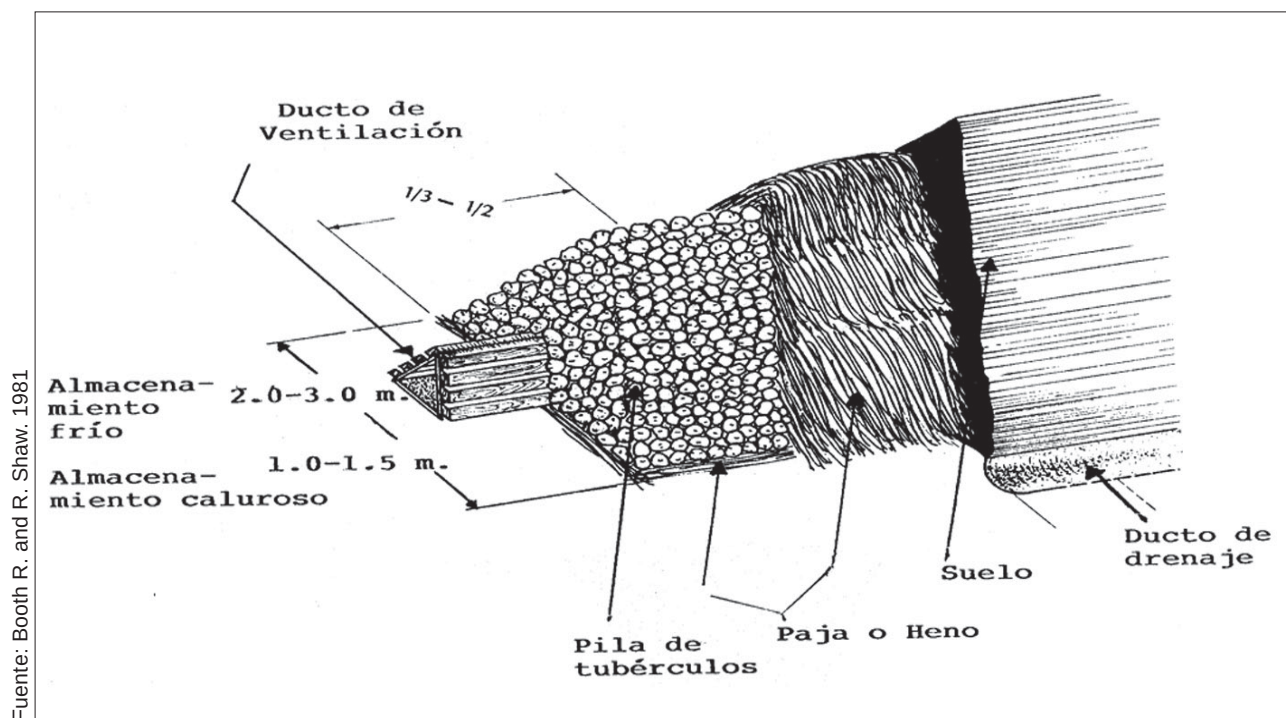


Figura 2. Estructura de una parva de almacenamiento





Almacenamiento en montones en el campo:

Existen dos modalidades en este sistema:

- Almacenamiento en montones sobre el nivel del suelo denominados parvas (Figura 2).
- Almacenamiento en montones con el piso bajo el nivel del suelo llamados silos (Figuras 3, 4 y 5).

Ambos se establecen en lugares secos, sin riesgo de inundación y cercanos a buenos

caminos. Sus dimensiones pueden variar desde 1,2 - 1,6 m ancho por 0,7 - 1 m de alto hasta 1,8 - 2,7 m de ancho. Se estima que un silo de 2,7 m de ancho puede almacenar 1 tonelada de papas por cada metro de longitud. Lo importante en el almacenamiento en montones en el campo, es proteger los tubérculos del agua, frío y/o calor y de las enfermedades. El sistema debe permitir también el intercambio expedito de los gases de respiración y transpiración de los tubérculos almacenados.

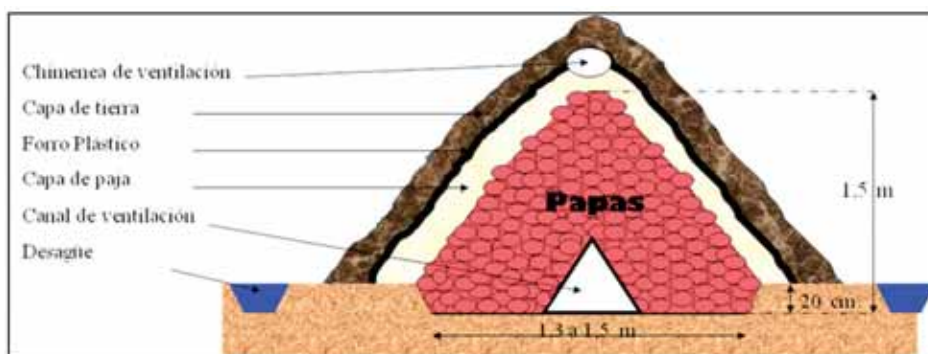


Figura 3. Silo de almacenamiento con ventilación

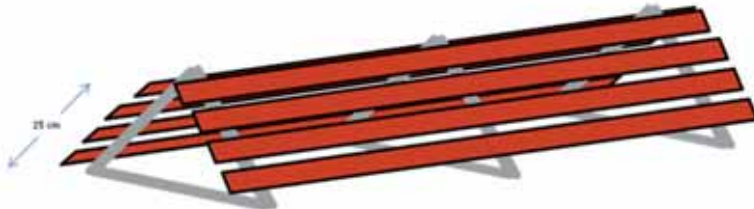
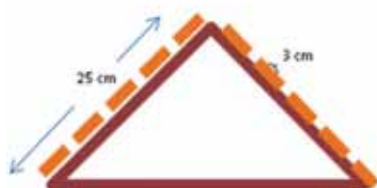


Figura 4. Ducto de ventilación

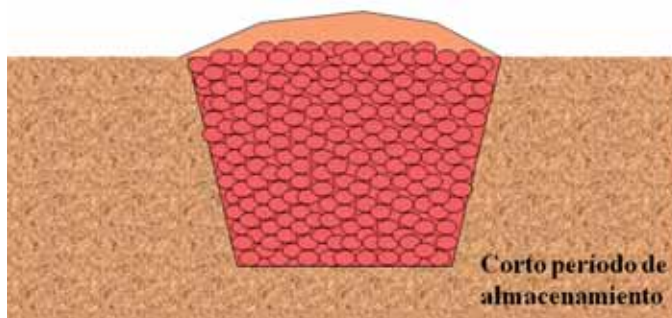


Figura 5. Silo bajo suelo sin ventilación para corto período de almacenamiento



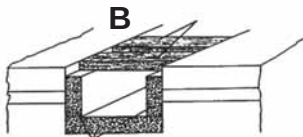
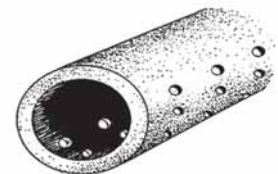
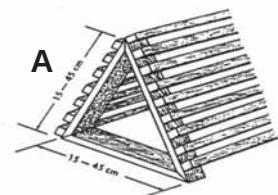


6.4.2 Almacenamiento bajo techo

Almacenamiento a granel: Se utiliza, en general, para grandes volúmenes de papa de una misma variedad o categoría, por lo que casi no se emplean paredes internas que limiten el espacio que se utiliza. Probablemente el método más rústico de almacenamiento a

granel bajo techo sean los cobertizos. Estas bodegas pueden mejorarse ostensiblemente utilizando ductos de ventilación en la base de los montones de papa. La separación máxima entre los ductos no debiera exceder los 2 m a fin de lograr una buena ventilación de los tubérculos (Figura 6). Los ductos deben ubicarse de tal manera que el aire externo tenga fácil acceso a ellos.

Figura 6. Diversos ductos de ventilación:
A) sobre el nivel del piso y
B) bajo el nivel del piso



INIA Carillanca

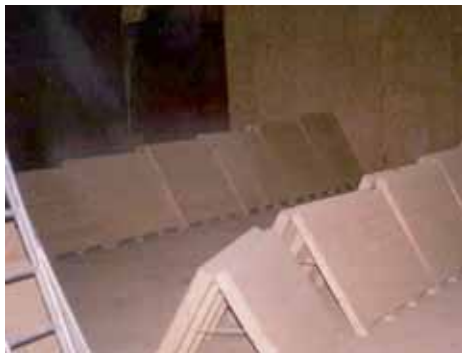


Piso ranurado para ventilar

INIA Carillanca



INIA Carillanca



INIA Carillanca



INIA Carillanca



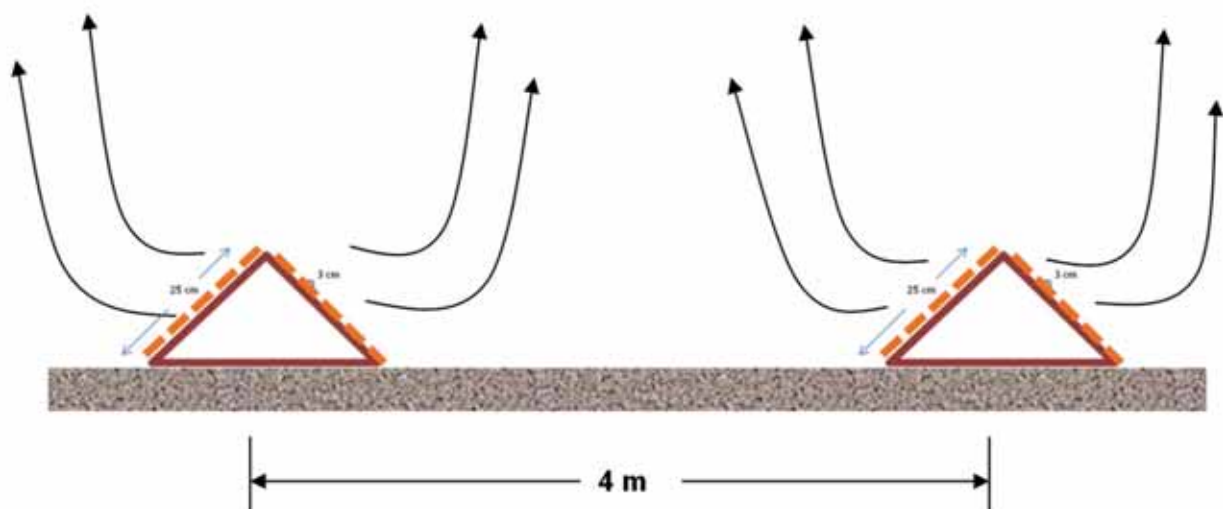


Figura 7. Espaciamiento de ductos laterales de ventilación

Las bodegas especializadas con ventilación de aire forzado tienen sistemas que puede estar formados por ductos principales, laterales y de circulación de aire. Su misión es inyectar aire fresco, mezclado o de recirculación, al montón de papas, lo más uniformemente posible. Su diseño depende de la cantidad, velocidad, presión y temperatura del aire que se desea inyectar y del material de construcción.



INIA Carillanca

Bodega de UNISUR para almacenaje a granel.



INIA Carillanca

Bodega de UNISUR. Llanquihue



INIA Carillanca

Bodega de UNISUR. Túnel de viento para la ventilación de las papas.





Bodega rústica con ventilación natural. Saavedra.

Almacenamiento en trojas: Consiste en acondicionar la bodega en secciones o compartimentos más pequeños denominados trojas, las cuales se ubican a ambos lados de un pasillo central. Es el sistema más ampliamente usado para almacenamiento de

papas, especialmente en los programas de producción de semilla. Permite mantener separado, en un mismo almacén, variedades, etapas o categorías diferentes de tubérculo-semilla, facilitando al mismo tiempo un mejor manejo y control de ellos. Existe una gran variedad de diseños y tamaños, desde trojas pequeñas en bodegas prediales hasta trojas de gran capacidad (10-50 ton.) en bodegas de acopio. En este último caso su diseño permite mecanizar completamente el manejo y movimiento de los tubérculos. En un almacén con trojas con ambiente controlado, las pérdidas pueden ser muy reducidas, especialmente si está ubicado en una área de clima favorable y la producción ha sido manejada en forma. Mayores pérdidas, especialmente por deshidratación y respiración se producen cuando las trojas son demasiado ventiladas por convección (cuadros 3 y 4).

Cuadro 3. Cantidad de tubérculos y porcentaje de pérdidas obtenidas después de 6 meses de almacenamiento en trojas con ambiente controlado¹.

Tipo de Material	Cantidad (ton)	Porcentaje (%)
Tubérculos comerciales	272,81	78,8
Tubérculos deformes y otros	51,51	14, 9
Tubérculos podridos	1,87	0,5
Brotes	4,61	1,3
Deshidratación	15,57	4,5
	22,05	6,3
TOTAL	346,37	100

(1): Promedio de 5 variedades (Desirée, Ultimus, Bintje, Grata y Urgenta), Temporada 1977-78, INIA, Subestación Experimental La Pampa, Osorno.





INIA Carillanca



Trojas desmontables. Carahue.

INIA Carillanca



Trojas fijas. Teodoro Schmidt

INIA Carillanca



Trojas fijas. Teodoro Schmidt.

INIA Carillanca



Almacenaje a granel. Puerto Domínguez

Cuadro 4. Pérdidas obtenidas en la variedad Spartaan después de seis meses de almacenamiento en trojas ventiladas por convección.

Tipo de material	Cantidad	Tubérculos en %
Tubérculos Comerciales	2.541,5	78,7
Total de pérdidas	688,5	21,3
Tubérculos podridos	44,5	1,4
Brotos	31,5	1,0
Deshidratación y Respiración	612,5	18,9
TOTAL	3.230,0	100

Programa Papa INIA, Estación Experimental Remehue: Temporada 1975-1976.





Almacenamiento en cajones paletizados:

Son bodegas que permiten recibir, manejar y almacenar tubérculos en cajones paletizados o bins. Estos cumplen la función de servir como estructuras de transporte y de almacenamiento.



INIA Carillanca

Bins ubicados en bodega



INIA Carillanca

Llenado automático de Bins en bodega

Almacenamiento en cajas, bandejas o estantes:

Este sistema se usa para manejar núcleos más pequeños de semilla de alta calidad. Por el tamaño de las cajas, se pueden mover fácilmente, apilar unas sobre otras y trasladarlas sin que se muevan los tubérculos. También facilita el almacenaje a luz difusa y el prebrotado de la semilla.

Las bodegas para la prebrotación pueden ser muy sofisticadas como también muy simples.

Lo importante es manejar la cantidad de luz que llegue a los tubérculos (alrededor de 3 watts/m²) de modo que los brotes queden cortos y vigorosos. Las papas se colocan en bandejas o estantes a fin de que reciban de manera uniforme la luz, por lo que la altura de almacenamiento no debe exceder los 10 cm. Para un adecuado manejo de los tubérculos, se sugiere que el ancho de los estantes no sea mayor a 1,25 m pudiendo variar el espacio entre estantes de 35 a 60 cm. El piso de las bandejas o estantes puede ser construido de listones, palos o coligües. En un m² de bandeja se puede colocar entre 60 a 80 Kg de semilla, según el tamaño de los tubérculos y el espesor de la capa de almacenamiento.



INIA Carillanca

Bandejas plásticas



INIA Carillanca

Carro para plantación manual





INIA Carillanca



Plantación manual

6.5 ANTECEDENTES TÉCNICOS PARA EL ALMACENAJE EN TROJAS

La altura hasta la cual se puede levantar el montón de papa almacenada es variable, pero en términos generales podemos señalar que para consumo puede llegar a 4 m y para semilla a 3 m. Alturas mayores pueden significar fluctuaciones excesivas de temperatura en el montón y las papas almacenadas al fondo sufrirán más presión y se mancharán.

La altura del montón también afecta la resistencia de las paredes divisorias de la bodega, ejerciéndose una considerable presión lateral a las paredes, particularmente en el último medio metro.

Una pared de 10 m debe resistir una presión total de $10 \times 920 \text{ kg.} = 9.200 \text{ kg.}$ con una altura de 3,5 m; y una presión de $10 \times 1.200 \text{ kg.} = 12.000 \text{ kg.}$ con una altura de 4 m. La diferencia en altura de sólo medio metro más, tiene consecuencias, porque genera un aumento en la presión lateral.

Para secar y ventilar el montón de papas se requieren ingresar y hacer pasar desde el exterior 100 m^3 de aire por hora por m^3 de papa. El buen aislamiento de la bodega reduce pérdidas de humedad de los tubérculos, obteniéndose una mejor calidad al final del periodo de almacenamiento. Para aislar una bodega, puede usarse lana mineral y plásticos; como el polyuretano (PUR) y polystyreno (PS).

Cuadro 5. Nivel de la presión lateral a diferentes alturas.

Altura del montón	Presión lateral por el metro lineal de pared
2,0 m	300 kg
2,5 m	469 kg
3,0 m	675 kg
3,5 m	920 kg
4,0 m	1200 kg





Cuadro 6. Superficie en m² necesaria para guardar diferentes volúmenes de papa

Producción a guardar	Almacenamiento a granel			Almacenamiento en cajas			Almacenaje en cajas
	Altura a granel			Altura de cajas			2 palet de altura
(ton)	3 m	3.5 m	4.0 m	3 m	4 m	5 m	
20	10.3 m²	8.8 m²	7.7 m²	16.6 m²	12.2 m²	10.0 m²	15.4 m²
25	12.8 m²	11.8 m²	9.6 m²	18.8 m²	14.4 m²	12.2 m²	17.5 m²
30	14.5 m²	13.2 m²	11.5 m²	23.2 m²	18.8 m²	14.4 m²	21.6 m²
35	18.0 m²	15.4 m²	13.5 m²	23.0 m²	21.0 m²	16.6 m²	25.1 m²
40	20.5 m²	17.6 m²	15.4 m²	26.6 m²	23.2 m²	18.8 m²	29.0 m²
45	23.1 m²	19.8 m²	17.3 m²	30.1 m²	23.0 m²	21.0 m²	32.9 m²
50	25.6 m²	22.0 m²	19.2 m²	30.1 m²	26.6 m²	23.3 m²	36.7 m²
55	28.2 m²	24.2 m²	21.2 m²	33.6 m²	26.6 m²	23.0 m²	36.7 m²
60	30.8 m²	26.4 m²	23.1 m²	37.1 m²	39.1 m²	23.0 m²	40.6 m²
65	33.3 m²	28.6 m²	25.0 m²	39.0 m²	30.1 m²	26.6 m²	48.2 m²
70	35.9 m²	30.8 m²	26.0 m²	44.2 m²	33.6 m²	26.6 m²	48.2 m²

Tolsma Techniek. S.f.



INIA Carillanca

Troja con ducto de ventilación.



INIA Carillanca

Ingreso de aire a ducto.





INIA Carillanca



Sistema de enfriamiento de aire.
Aislamiento con poliuretano.

INIA Carillanca



Ingreso de aire a bodega.

6.6 ETAPAS DEL ALMACENAJE

En una bodega especializada para almacenar papas, equipada con un sistema de ventilación que controla las condiciones ambientales, deben considerarse las siguientes etapas para conseguir un buen almacenaje.

- Secado.
- Cicatrización.
- Acondicionamiento o enfriamiento.
- Almacenamiento propiamente tal.
- Acondicionamiento o elevación de temperatura.

Secado: Corresponde al período en el cual se ventilan las papas para eliminar el agua libre que traen desde el campo. Se realiza a una

temperatura de 12 a 13 °C por una semana. Para lograr un secado eficiente es necesario considerar la temperatura y el porcentaje de humedad relativa del aire que se utilizará en el proceso, lo cual implica ingresar aire con mayor temperatura y menor humedad desde el exterior.

Cicatrización o suberización: Período necesario para cicatrizar las heridas de las papas, depende de la temperatura de los tubérculos y puede variar entre 14 y 30 días (cuadro 7). La temperatura más favorable para una rápida cicatrización se encuentra entre 12 y 15 °C con un 95% de humedad. Esto corresponde a la sección **b** de la curva en la Fig. 8.

Cuadro 7. Efecto de la temperatura sobre el tiempo de cicatrización.

Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Tiempo de cicatrización
15 – 18	90 – 95	10 días
12 – 15	90 - 95	14 días
10	-	30 días
5	-	no se produce

Bremer, K. 1973. Lagerung und Aufbereitung von Kartoffeln,





De acuerdo con información proveniente de Holanda, la cicatrización de las heridas se produce: aproximadamente en 14 días a $\pm 18^{\circ}\text{C}$, 20 días a $\pm 15^{\circ}\text{C}$ y 30 días a $\pm 12^{\circ}\text{C}$. Bajo 10°C , las heridas prácticamente no sanan.

Durante este período, debe haber una ventilación adecuada en orden a reducir la concentración CO_2 y mantener la superficie de la papa seca. Curar las heridas eficazmente evita pérdidas de peso durante el almacenamiento.

Acondicionamiento o enfriamiento: Se inicia una vez que hayan suberizado las lesiones superficiales. Para lograr un enfriamiento eficiente se recomienda inyectar aire cuya temperatura sea, por lo menos, 2°C inferior a la temperatura de la parte superior de la pila de papas. Corresponde a la sección **c** de la curva en la Fig. 8.

Período de almacenamiento propiamente tal: Durante este período es importante mantener las condiciones más apropiadas para evitar pérdidas de peso por deshidratación, brotación y pudrición. Se consigue con una temperatura que se mantiene entre 4 y 6°C y una humedad relativa entre 92 y 95%; manteniendo una adecuada ventilación para evitar acumulaciones excesivas de CO_2 . Corresponde a la sección **d** de la curva en la Fig. 8. Las temperaturas de almacenamiento para períodos más largos son los siguientes:

Papa semilla	$2 - 3,5^{\circ}\text{C}$
Papa consumo	$4 - 5^{\circ}\text{C}$
Papa frita	$6 - 8^{\circ}\text{C}$
Papa aperitivo	$7 - 10^{\circ}\text{C}$

La papa de consumo que se almacenará por un período corto, se maneja a 8°C .

Algunas variedades de papa para freír son sensibles a ser mantenidas a 6°C pues producen un mal color de fritura. Variedades menos sensibles pueden bajar su temperatura a una tasa de aproximadamente 1°C por semana y se mantienen a una temperatura cercana a 6°C . Al final del período se aumenta la temperatura para recuperar sus característica de fritura en forma adecuada. Estas mismas variedades almacenadas a una temperatura de 8°C también dan un buen color de fritura.

Las variedades precoces, de rápida germinación, se deben refrigerar a una tasa de 1°C por día.

Acondicionamiento para el movimiento y envasado: Una vez finalizado el período de almacenamiento debe elevarse paulatinamente la temperatura, antes de iniciarse el movimiento de las papas. De esta manera, los tubérculos resistirán en mejor forma, los golpes durante el envasado y transporte, recuperando su característica para freír. Corresponde a la sección **e** de la curva en la Fig. 8.

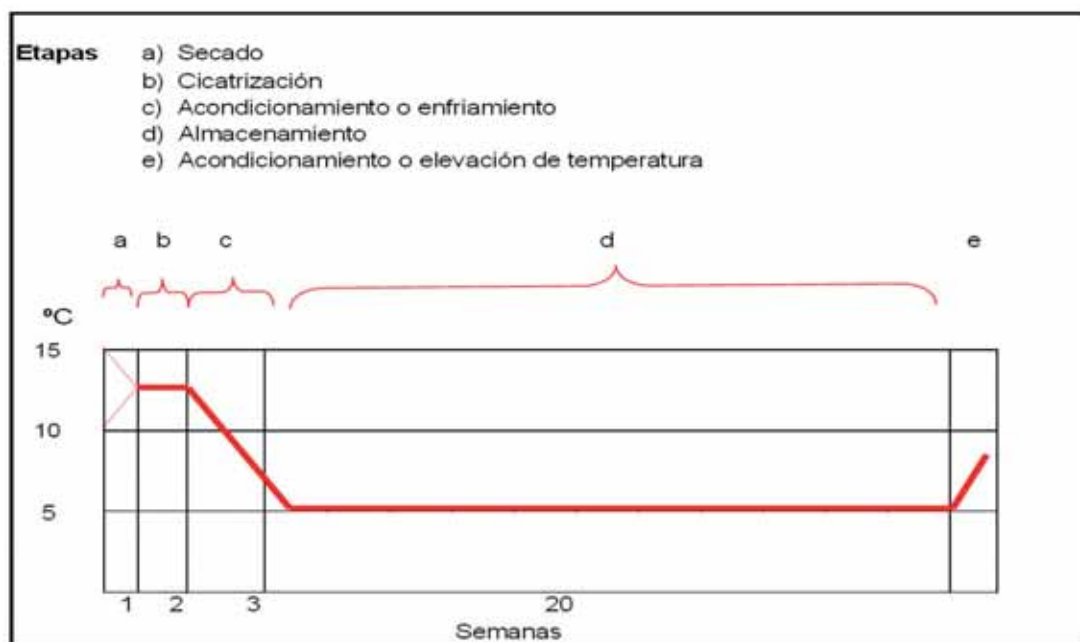
La papa para semilla debe acondicionarse aumentando la temperatura hasta unos 10°C , lo que le permitirá resistir en mejor forma el manipuleo durante la selección.

En variedades menos sensibles a las bajas temperaturas, ésta debe bajarse a una tasa de aproximadamente 1°C por semana y mantenerse a una temperatura cercana a 6°C , y al final del período aumentarla rápidamente a 14°C antes de sacar las papas de la bodega (cámara). De esta forma se mejora el color de fritura comparada con las mantenidas a una temperatura constante de 6°C . Este manejo implica haber inhibido adecuadamente la germinación de los tubérculos.





Figura 8. Temperaturas durante las diferentes etapas del almacenaje de papa para semilla.



BIBLIOGRAFÍA

Banse, J. 1980. Técnicas de Almacenamiento de Papas. Instituto de Investigaciones agropecuarias (INIA), Estación Experimental Carillanca. Temuco. Boletín Técnico N° 34. 21 p.

Contreras, A. 1993. Cosecha y almacenaje de papas. En : 5° Jornadas de Extensión Agrícola; Manejo Agronómico del cultivo de la papa y las perspectivas del mercado. Organizado por la Universidad Católica de Temuco.

Kalazich, J., Rojas, J.S. y González, H. Fundamentos de Almacenamiento y conservación de papa. Curso Taller: «Metodología para mejorar la producción y uso de tubérculos-semilla de papa en Chile». Instituto de Investigaciones agropecuarias

(INIA), Estación Experimental Remehue y Centro Internacional de la Papa (CIP). Osorno. Serie Remehue N° 51. P 109-125

Rojas, R., José Santos; Kalazich, J., González, H. 1994. Sistemas de Almacenamiento y conservación de papas. Curso Taller: «Metodología para mejorar la producción y uso de tubérculos-semilla de papa en Chile». Instituto de Investigaciones agropecuarias (INIA), Estación Experimental Remehue y Centro Internacional de la Papa (CIP). Osorno. Serie Remehue N° 51. P 127-150.

Tolsma Techniek. s.f. Todo sobre la patata por Tolsma Techniek. Tolsma Techniek, Emmeloord b.v., Holanda. 11° reimpresión. 38 pp.





VII. TÉCNICAS DE MULTIPLICACIÓN RÁPIDA EN PAPAS

Lorena Sotomayor T; Patricio Méndez L.
INIA Carillanca

Las plantas de papa tienen la característica de generar tubérculos desde diferentes estructuras tales como: estolones, hojas, secciones de tallos, brotes de tubérculos y brotes del follaje o esquejes. La multiplicación rápida de papa es un método que utiliza estas características de la planta, para incrementar vegetativamente y en forma acelerada la producción de tubérculos semillas.

Uno de los factores más limitantes para la renovación de semilla de las variedades comerciales es la baja tasa de multiplicación vegetativa de la papa. La tasa promedio de multiplicación en campo fluctúa entre 1:5 (1 es a 5) y 1:10 (1 es a 10); y cuando se hace en forma especializada se puede llegar a 1:20.

La multiplicación y producción de semilla de papa en forma acelerada se logra a través

de diversas formas y/o técnicas, que se fundamentan en la **reproducción vegetativa** (reproducir especies iguales).

7.1 MÉTODOS DE MULTIPLICACIÓN RÁPIDA

Algunos métodos de multiplicación rápida son los siguientes:

- Multiplicación por Brotes.
- Multiplicación por Esquejes.
- Multiplicación in vitro.

7.1.1 Multiplicación por Brotes

Esta técnica consiste en plantar brotes provenientes de tubérculos semilla. Los cuales se generan a partir del proceso fisiológico denominado dominancia apical.



Brotes en óptimas condiciones para plantación





Etapas

- Se utilizan platabandas, camellones o tablones dentro o fuera de un invernadero con sustrato desinfectado previamente. Este se puede desinfectar de manera orgánica (calentando el suelo con fuego), o con productos químicos, (fumigando con algún desinfectante).
- Se extraen brotes en buenas condiciones de tubérculos de la variedad que se quiere multiplicar, luego aplica enraizante y se planta, a una distancia de 10 cm. +- uno del otro.



INIA Carillanca

Extracción de brotes



INIA Carillanca

Aplicación de enraizante



INIA Carillanca

Plantación de Brotes



INIA Carillanca

Plantación de Brotes





- Se completan platabandas o camellones con la cantidad de brotes que se quiere plantar.
- A los 30 días de plantación se aplica fertilizante al voleo y se realiza aporca (se cubre el fertilizante con una pequeña cantidad de suelo).



INIA Carillanca

Aplicación de fertilizante



INIA Carillanca

Aporca en platabanda



INIA Carillanca

Cultivo de brotes en óptimas condiciones

- Se realizan aplicaciones de fungicida e insecticida cada cierto tiempo, esto según se den las condiciones ambientales apropiadas para el ataque de enfermedades y/o plagas.
- A 80 días de desarrollo vegetativo las plantas se dejan de regar, 10 días más tarde se elimina el follaje y se mantienen por 10 a 15 días bajo suelo para que los tubérculos afirmen la piel (subericen) y puedan finalmente ser cosechados.





Con esta técnica se incrementa el volumen de tubérculos de una manera muy rápida y sencilla, pudiendo así comenzar con un programa de multiplicación de tubérculos

semillas, o bien incrementar en un corto período de tiempo un núcleo de semilla propia de buena calidad.



INIA Carillanca



INIA Carillanca

Producción de tubérculos bajo la técnica de brotes

7.1.2 Multiplicación por Esquejes

1. Esquejes de brotes

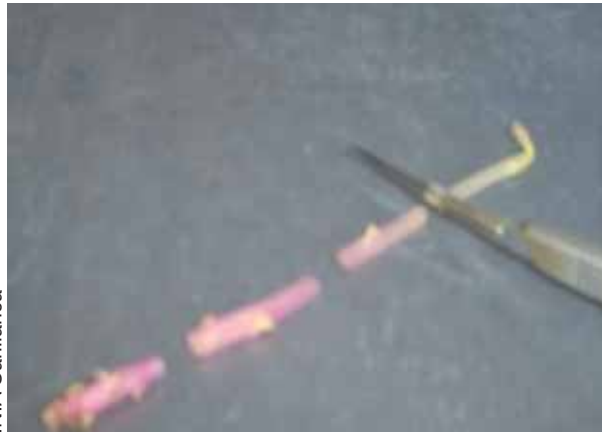
Al igual que la multiplicación por brotes, esta es otra técnica que permite incrementar rápidamente el volumen en tubérculos papa semilla.

Etapas

- Se debe desinfectar el sustrato que se va a utilizar para trasplantar los esquejes. Para esta práctica se pueden utilizar platabandas, camellones o tablonés dentro o fuera de un invernadero.
- Se seleccionan los brotes y se seccionan, es decir, se particionan en 2 ó 3, según las yemas que éste tenga, como muestra la siguiente figura.



INIA Carillanca



INIA Carillanca

Corte de brotes para multiplicación





- Corte de brotes para multiplicación por esquejes
- A cada trozo de brote se le aplica enraizante y se trasplantan a una distancia de 10 cm. +/- uno del otro.
- A los 30 días se aplica fertilizante al voleo y se aporca de la misma manera que la técnica de brotes.
- Se realizan aplicaciones de fungicida e insecticida cada cierto tiempo, esto según se den las condiciones ambientales apropiadas para el ataque de enfermedades y/o plagas
- Se recomienda usar fertilizante foliar (para plantas con bajo nivel de desarrollo).
- A los 80 días de desarrollo vegetativo las plantas se dejan de regar, 10 días más tarde se elimina el follaje y se mantienen por 10 a 15 días bajo suelo para que los tubérculos afirmen la piel (subericen) y puedan finalmente ser cosechados.



INIA Carillanca

Planta en buena condición para corte de esquejes

2. Esquejes de plantas jóvenes o adultas

- Se eligen plantas de papa de la variedad y calidad necesitada. Jóvenes que estén sin problemas de enfermedades y con un buen desarrollo.
- Se cortan los esquejes de la planta de papa dejando la base de la planta, para que esta vuelva a crecer, y se pueda obtener una segunda cosecha de esquejes.
- El corte se realiza dejando una hoja y un nudo o yema. Estos cortes se hacen utilizando un bisturí, hoja de afeitar o un cuchillo debidamente desinfectado ojalá con cloro, la persona que realiza los cortes también debe lavarse las manos con una solución jabonosa.



INIA Carillanca

Forma de realizar el corte de esquejes





INIA Carillanca



Tres esquejes para multiplicación

- Una vez realizado el corte se aplica enraizante en la base y se trasplantan a platabandas, camellones o tabloncillos previa preparación con sustrato desinfectado.

INIA Carillanca



Aplicación de enraizante a esquejes

INIA Carillanca



Plantación de esquejes en sustrato de arena

- Posterior se realiza manejo de cultivo; fertilización al voleo, aporca similar a técnicas anteriores, aplicaciones de pesticidas si existen condiciones ambientales para el ataque de plagas y enfermedades.
- Otra alternativa es realizando el despunte de plantas, lo que incentivará la producción de **esquejes laterales**. Estos se pueden cosechar y trasplantar de igual forma que los anteriores.

7.1.3 Multiplicación *in Vitro*

El modelo básico de multiplicación rápida altamente tecnificado consiste en la producción de minitubérculos a partir de esquejes enraizados y trasplantados a macetas o almácigos con sustrato esterilizado. Los esquejes generalmente son tomados de «plantas madre» libres de enfermedades, obtenidas por vía del cultivo de **meristemas**. Todo este proceso incluida la producción de minitubérculos se hace en





ambientes protegidos, libres de contaminación.

El término cultivo *in vitro* se refiere al cultivo de plantas o de alguna de sus partes dentro de recipientes de vidrio en estrictas condiciones de ambiente controlado.

Obtención de meristemas. Los meristemas corresponden a dos células ubicadas al extremo de los brotes y es en donde se produce la división celular que genera el crecimiento. Al extraer estas células de brotes seleccionados y desinfectados, se genera una nueva planta, libre de enfermedades.

Etapas

- Se eligen brotes, se desinfectan y luego con una lupa binocular se extraen meristemas. Los cuales darán origen a nuevas plantas.



INIA Carillanca

Preparación de brotes para extraer meristemas



INIA Carillanca

Tubérculos pre brotados en estado de dominancia apical



INIA Carillanca

Lupa para la extracción de meristemas





- Una vez obtenidos los meristemas, se cultivan en el medio de cultivo MS, donde crecerán y se transformarán en plántulas. Al alcanzar esta condición, se pueden transplantar a un invernadero o utilizarlas como material de repique, con el fin de incrementarlas aceleradamente, actividad que se desarrolla cada 10 a 15 días.
- El crecimiento es en una cámara con ambiente controlado.



INIA Carillanca

Repique de plantas en cámara de flujo laminar



Plántulas con distintas edades



Cámara de crecimiento

- Cuando las plántulas alcanzan desarrollo óptimo se trasplantan a invernaderos con sus respectivos manejos de cultivos y cuidados. (fertilización, aporca, control de plagas y enfermedades, según sea requerido).



INIA Carillanca

Preparación de plántulas *in vitro* para trasplante



Transplante de plántulas *in vitro*



Plantulas *in vitro* Transplantadas en platabanda





- A 80 días de desarrollo vegetativo las plantas se dejan de regar, 10 días más tarde se elimina el follaje y se mantienen por 10

a 15 días bajo suelo para que los tubérculos afirmen la piel (subericen) y puedan finalmente ser cosechados.

INIA Carillanca



INIA Carillanca



Platabandas con plántulas in vitro trasplantadas

INIA Carillanca



INIA Carillanca



Cosecha de minitubérculos obtenidos de material in vitro

Minitubérculos Variedad KARU - INIA





Bibliografía

Bryan J. Jackson M. Melendez N.1894.
Técnicas de multiplicación rápida en papa.
Boletines de información técnica. Centro
Internacional de la Papa.

