



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 la 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 CO₂ actúa como retardador de la respiración, tanto aeróbica como anaeróbica. Sin embargo, acumulaciones muy altas de CO₂ desplazan el O₂ formando un ambiente que favorece la fermentación y con ello la pudrición de los tubérculos. Se ha de-

terminado que la concentración de CO₂ 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	%		Pudrición		Deshidratación		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 (*Phytophthora 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 construidos 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



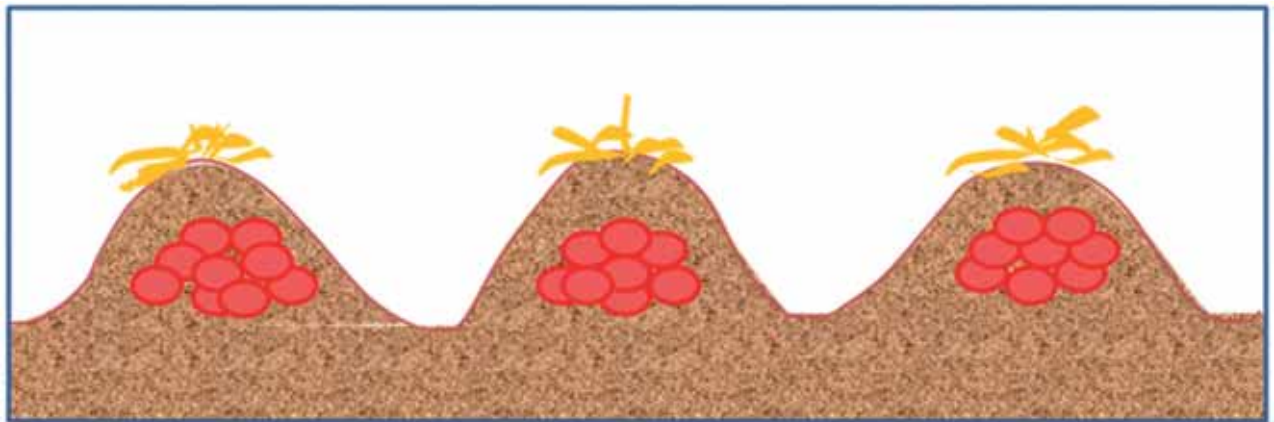


Figura 1. Almacenamiento de tubérculos en los camellones de cultivo

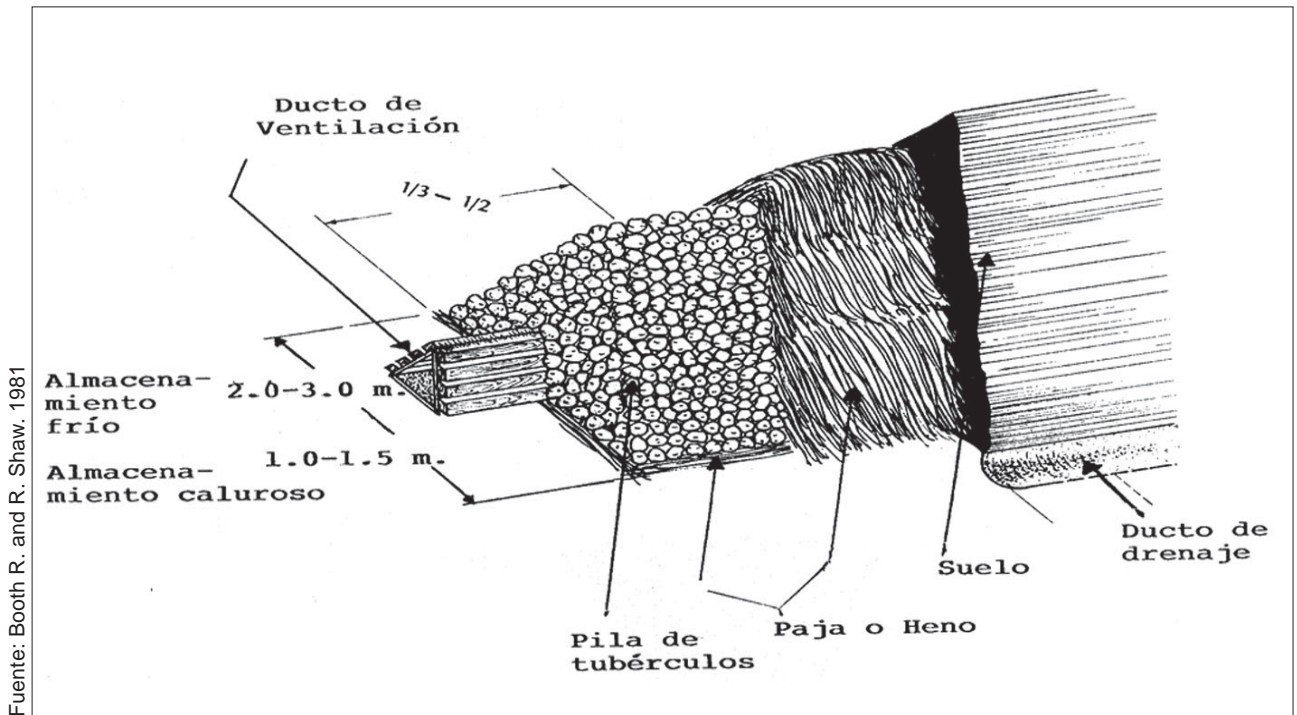


Figura 2. Estructura de una parva de almacenamiento





Almacenamiento en montones en el campo:
Existen dos modalidades en este sistema:

- Almacenamiento en montones sobre el nivel del suelo denominado 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.

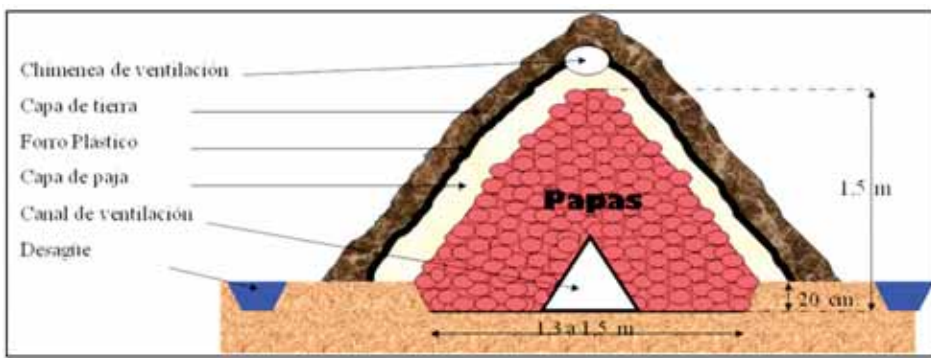


Figura 3. Silo de almacenamiento con ventilación



Figura 4. Ducto de ventilación

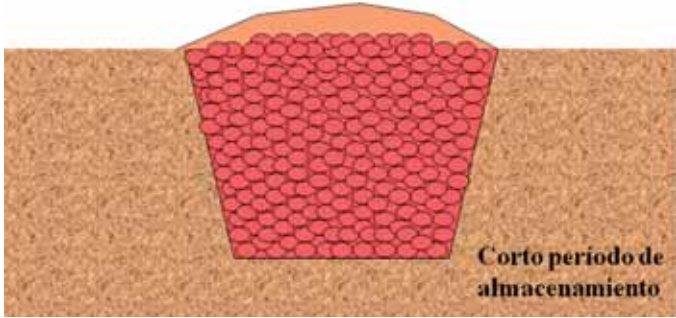


Figura 5. Silo bajo suelo sin ventilación para corto período de almacenamiento





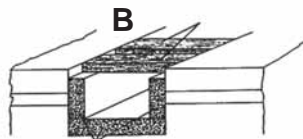
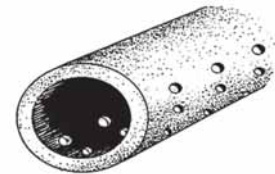
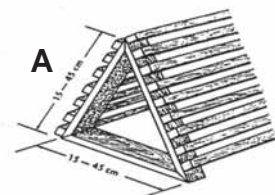
6.4.2 Almacenamiento bajo techo

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

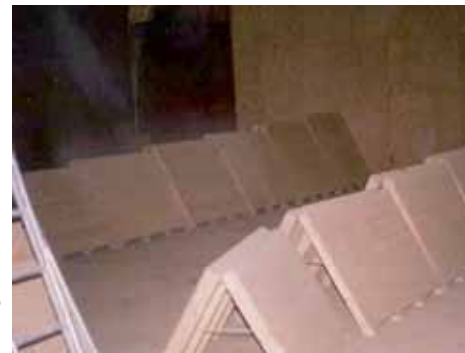


Piso ranurado para ventilar

INIA Carillanca



INIA Carillanca



INIA Carillanca



INIA Carillanca



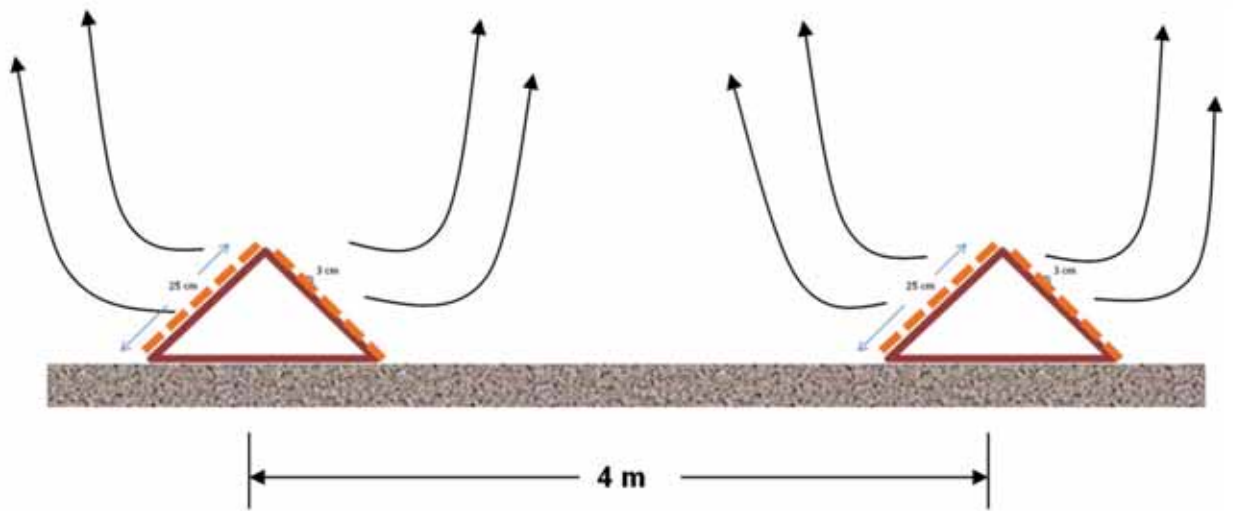


Figura 7. Espaciamiento de ductos laterales de ventilación

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 Carrilanca

Bodega de UNISUR para almacenaje a granel.



INIA Carrilanca

Bodega de UNISUR. Llanquihue



INIA Carrilanca

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





INIA Carillanca

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

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.

- a) Secado.
- b) Cicatrización.
- c) Acondicionamiento o enfriamiento.
- d) Almacenamiento propiamente tal.
- e) 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.

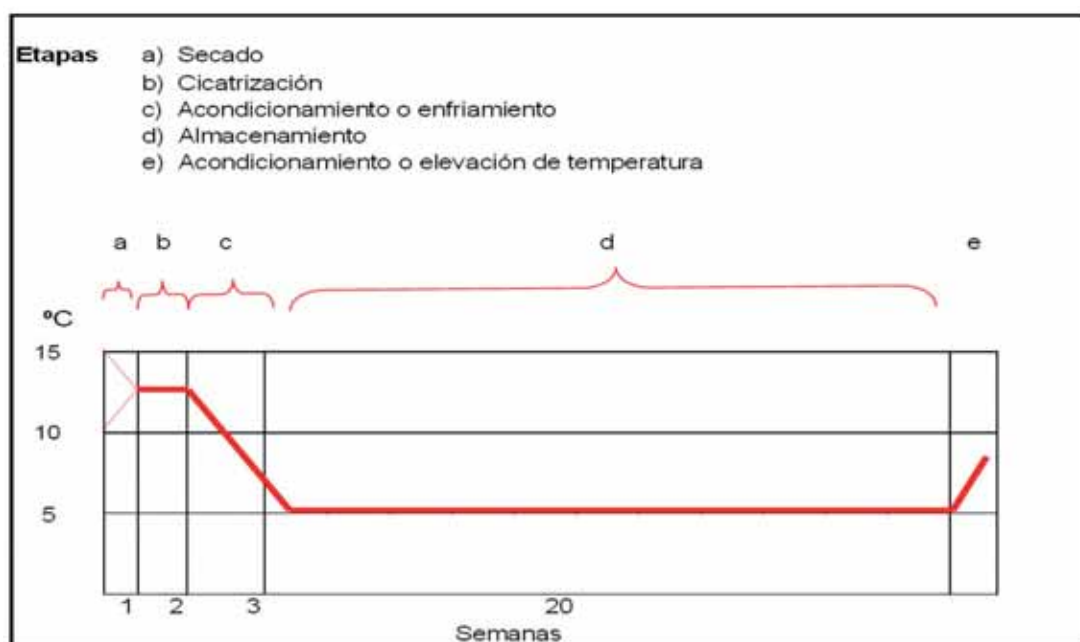
La papa para semilla debe acondicionarse aumentando la temperatura hasta unos 10°C , lo que le permitirá resistir en mejor forma el manipuleo durante la selección.

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.

