Instituto
Nacional de
Investigación
Agropecuaria

URUGUAY

# ALMACENAMIENTO DE PAPAS

Carlos Crisci*

* Ing. Agr., Hortalizas. INIA Las Brujas

*Título:* ALMACENAMIENTO DE PAPA

*Autor:* Carlos Crisci

*Serie Técnica Nº 23*

© 1992. INIA

Editado por la Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA
Andes 1365. Piso 12. Montevideo - Uruguay

ISBN: 9974-556-25-2

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Este libro no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

Impreso en la Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L.
Edición Amparada al Art. 79. Ley 13.349
**Depósito Legal 256.259/92**

# CONTENIDO


Introducción ..... 5
Condiciones de la papa para almacenar ..... 6
Madurez ..... 6
Cosecha y manipuleo ..... 7
Sanidad ..... 7
Períodos del almacenamiento ..... 7
Curado ..... 7
Dormición ..... 8
Brotación ..... 9
Pérdidas en el almacenamiento ..... 9
Respiración ..... 9
Pérdida de agua ..... 10
Brotación ..... 10
Difusión de enfermedades ..... 10
Cambios en la composición química ..... 10
Técnicas de almacenamiento ..... 11
Almacenamiento según propósito ..... 12
Almacenamiento de papa-semilla ..... 12
Almacenamiento de papa-consumo ..... 13
Tipos de almacenamiento ..... 13
Almacenamiento de papa-consumo ..... 13
A campo ..... 13
En la tierra ..... 13
En sierras ..... 13
Silos subterráneos ..... 14
En almacenes ..... 14
Galpones de uso múltiple ..... 15
Almacenes especiales ..... 15
Uso de antigerminadores ..... 16
Cámara frigorífica ..... 17
Almacenamiento de papa-semilla ..... 17
Almacenamiento con calor ..... 23
Agradecimiento ..... 24
Bibliografía consultada ..... 24

# ALMACENAMIENTO DE PAPAS

Carlos Crisci

## INTRODUCCION

Los tubérculos de papa son órganos de almacenamiento de la planta que contienen, en términos generales, 80% de agua y 20% de materia seca. Esta constitución rica en agua hace que sea muy susceptible a daños durante la cosecha y trasporte, y que la conservación tenga problemas específicos ligados a procesos biológicos que tienen lugar durante ella y al medio ambiente que rodea a las papas, tales como temperatura, humedad, aireación y luz.

Por su morfología, los tubérculos son tallos modificados. Como tales, en su superficie se distribuyen los ojos, representando los nudos del tallo ubicados en las axilas de las hojas. Los ojos están constituidos por escamas bajo la forma de una prominencia, y por un conjunto de yemas (generalmente tres por ojo). Los ojos al desarrollarse formarán brotes y si la papa se planta, formarán tallos.

En el Uruguay, el almacenamiento de papa no tiene diferencias sustanciales en cuanto al destino, consumo o semilla. Tampoco existen diferencias en niveles de almacenamiento, sean comunales y/o centrales. Sólo se almacena a nivel de productor, en su establecimiento y en reducida proporción en frigorífico (semilla), y por alguna cooperativa a pequeña escala o por intermediarios acopiadores en simples galpones de corto tránsito.

Si bien se cosecha durante todo el año, con cultivos aún inmaduros o hasta varios meses después de la maduración, las cosechas de mayor importancia por su volumen se dan en los ciclos vegetativos de otoño y primavera (Cuadro 1), siendo las que generan las mayores necesidades de almacenamiento. Pero ambas tienen condicionantes distintas. La primera se hace en mayo-julio, con temperaturas frías que facilitan la conservación en su etapa inicial, abasteciendo el consumo hasta octubre-noviembre. La segunda se hace a partir de noviembre, con días calurosos en aumento de intensidad, lo que desde el comienzo limita una conservación aún medianamente prolongada. A esto generalmente se agrega, para las cosechas de diciembre-enero, el efecto adverso de la maduración de los tubérculos a alta temperatura, el ataque de *Fusarium* spp y los daños producidos en la cosecha en condiciones cálidas.

El cultivo de verano del litoral atlántico, se cosecha en marzo y abril, en el momento en que normalmente se termina la papa de primavera, o si queda ya presenta serios problemas de conservación. Una parte se almacena para cubrir el abastecimiento hasta octubre-noviembre,

en que aparece la papa de primicias. El cultivo de verano es el principal abastecedor de semilla del cultivo de primicias del litoral norte, dado que la semilla brota adecuadamente en forma natural. Por su parte, la cosecha de primor del litoral norte y la cosecha en verde de la zona costera del Río de la Plata no se almacenan, pasando de la chacra al mercado.

Cuadro 1. Características de las épocas de cultivo.

| Epoca | Plantación | % área | Abastecimiento | Prob. alm. |
|---|---|---|---|---|
| Otoño | ene./feb. | 40 | jun./oct. | Suelo húmedo a la cosecha. Brotación al final. |
| Invierno | jul./ago. | 5 | nov./dic. | Inmadura, se pela. No se almacena. |
| Primavera | set./oct. | 45 | dic./mar. | Alta temp. Mermas. Conservación regular. |
| Verano | nov./dic. | 10 | abr./jun. | |

## CONDICIONES DE LA PAPA PARA ALMACENAR

### Madurez

Las papas cosechadas en su momento óptimo tienen mayor contenido de materia seca y menor de azúcares, y sus rendimientos en peso son los mejores. Además de la planta seca, una señal para comenzar la cosecha es cuando las papas han formado bien su piel y pasando sobre ella el dedo pulgar con cierta presión, no se desprende. La adecuada formación de piel permite que soporten mejor la operación de cosecha, con menos heridas o daños mecánicos; además, prolonga la conservación. La maduración se puede acelerar arrasando prematura y oportunamente el follaje. En el Cuadro 2 se reseñan las diferencias en el largo del ciclo de plantación a cosecha, de las variedades más difundidas en el país.

Cuadro 2. Características de las variedades en uso comercial

| Variedad | Epocas favorables | Ciclo (días) | Dormición (días) |
|---|---|---|---|
| Kennebec | otoño/primavera | 120 | 100 |
| Chieftain | todas | 100 | 100 |
| Red Pontiac | todas | 110 | 75 |
| Atlantic | primavera/verano | 100 | 75 |
| Norland | primavera/otoño | 90 | 60 |
| Nishiyutaka | primavera/otoño | 90/100 | 50 |
| Spunta | invierno/otoño | 110 | 80 |
| Shepody | primavera/verano | 120 | 120 |
| Favorita | primavera/otoño | 90 | 60 |
| Jaerla | primavera | 100 | 70 |

### Cosecha y manipuleo

En la operación de cosecha, cualquiera sea el método empleado, se debe ser muy cuidadoso, evitando al máximo los cortes, heridas y golpes, que serán puertas abiertas para la invasión de microorganismos causantes de podredumbres. Para evitar ciertas heridas y golpes, se debe profundizar suficientemente con los elementos que aflojan la tierra en la cosecha, la que debe ser preparada para tal fin.

En el manejo inmediato a la cosecha, durante el verano se deben evitar las horas de más calor y el dejar las bolsas en el campo. Lo más recomendable es el traslado inmediato a un lugar sombreado y fresco, a la intemperie o bajo techo, en tinglados o galpones bien ventilados y proceder a una rigurosa selección, eliminando las papas podridas, enfermas y partidas. Si se tienen que dejar las bolsas en el campo por más del día, cubrirlas bien para evitar el verdeado y quemaduras de sol (en verano) y el daño de heladas (en otoño-invierno). Aun para el almacenamiento temporario se deben tomar estas precauciones.

El secado de la papa inmediatamente de la cosecha es una fase de gran importancia, ya que la superficie seca proporciona menos oportunidades de pérdidas por ataques de bacterias y hongos, que la superficie húmeda. Cuando no se puede evitar la cosecha con terreno mojado, es imprescindible el secado de la papa previo al almacenamiento. Para ello, lo más simple es extenderlas en capas de unos 20 cm sobre suelo seco, en el propio campo (no en pleno verano) o en lugares sombreados bien ventilados. El secado rápido es muy importante donde ocurren normalmente la podredumbre húmeda del tubérculo o el tizón tardío en las papas, especialmente en los otoños lluviosos y con calor.

### Sanidad

Sin sanidad no hay conservación. Las papas atacadas por tizón tardío (*Phytophthora infestans*) (otoño), podredumbre seca por *Fusarium* spp. (verano), podredumbres húmedas por *Erwinia* spp. (otoño), lesiones severas de sarna común (*Streptomyces scabies*) y daños graves de insectos, deben ser descartadas antes de entrar al almacenamiento. Durante el cultivo y a la cosecha se deben extremar todas las medidas de manejo y sanitarias que prevengan o miniminicen estos riesgos de pérdidas en almacenamiento.

## PERIODOS DE ALMACENAMIENTO

Las papas almacenadas pasan por tres períodos fisiológicos bien definidos: curación, dormición y brotación.

### Curado

En el período de curación, también llamado de cicatrización o de suberificación, tiene lugar el fortalecimiento de la piel y la formación de tejido cicatrizal (suberina y corcho) sobre las heridas producidas en la cosecha, manipuleo y transporte, cerrando las puertas de entrada a los microorganismos causantes de putrefacciones. Es un período de mucha actividad fisiológica, siendo abundante la pérdida de agua por respiración y transpiración, por lo que la humedad relativa debe ser alta. El tiempo de cicatrización depende fundamentalmente de la temperatura y la humedad (cuadro 3). A temperaturas bajas (5°C) aun con alta humedad relativa, no se forma la capa de corcho, por lo que las heridas quedan expuestas a la penetración de patógenos. A

temperaturas altas (21°C) tiene lugar una rápida cicatrización, pero aumenta la sensibilidad al ataque de bacterias (cuadro 4). Por lo tanto, las mejores condiciones para la curación se dan con temperaturas entre los 12 y 15°C y con humedad relativa por arriba de 90%, demorando en estas condiciones unos 14 días.

### Dormición

El período de dormición o reposo es aquél en que los tubérculos no muestran crecimiento de los brotes, aunque se encuentren en las mejores condiciones para hacerlo, siendo su duración una característica de la variedad (generalmente entre 2 a 3 meses) (Cuadro 2). Es afectado por la variedad, pero también por las condiciones de crecimiento y almacenamiento, particularmente por la temperatura, la que siendo alta (mayor de 20°C) lo acorta. Durante la dormición las intensidades de la respiración y la transpiración son mínimas. En este período ocurre el cambio del almidón en azúcares y la ruptura de estos por la respiración. Las temperaturas entre 1 y 3°C aumentan la transformación en azúcares, por lo que no es recomendable para la papa de consumo, en especial para procesar (freir). Una vez que la dormición se completa, comienza la brotación.

Cuadro 3. Efecto de la temperatura y humedad relativa sobre la curación de los tubérculos.

| Temperatura °C | Humedad relativa% | Dias para la formación de | |
|---|---|---|---|
| | | Suberina | Corcho |
| 5 | 90 | 8 | no se forma |
| 10 | 90 | 3 | 6 |
| 21 | 90 | 1 | 2 |
| | | Formación de | |
| | | Suberina | Corcho |
| 12 | 64 | no se forma | no se forma |
| 12 | 74 | se forma | se forma |
| 12 | 94 | se forma | se forma |

Fuente: Grandon, 1981.

Cuadro 4. Efecto de la temperatura y humedad relativa sobre el tiempo de curación o cicatrización.

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

Fuente: Bremer, 1973.

### Brotación

En el período de brotación las papas inician el crecimiento y desarrollo de los brotes. En estas condiciones, la tasa de crecimiento es baja a temperaturas hasta 4°C y es acelerada a altas temperaturas, lo que es importante a tener en cuenta tanto en las papas para semilla como para consumo. El crecimiento de los brotes contribuye a la pérdida de peso y de consistencia de las papas, principalmente a través del incremento de la pérdida de agua por un aumento de la intensidad de la respiración (luego veremos los métodos de controlar el crecimiento de los brotes).

## PERDIDAS EN EL ALMACENAMIENTO

Las papas, siendo organismos vivos, están inevitablemente sujetas a pérdidas durante su vida autónoma (después de separadas de la planta), porque los procesos de vida requieren de energía que la obtienen de las propias reservas. Por lo tanto, en el almacenamiento las papas sufren pérdidas de peso y cambios en la composición química, que pueden afectar la calidad.

Si bien la conservación de las papas depende de las condiciones y duración del almacenamiento, la conservabilidad es determinada antes de entrar al almacén, por factores tales como variedad, tipo de suelo, condiciones del tiempo durante el cultivo, técnicas culturales, desarrollo de enfermedades, daños a los tubérculos en el cultivo y a la cosecha y transporte, grado de maduración a la cosecha. Asimismo, se debe comprender que la calidad de las papas no se puede mejorar por el buen almacenamiento. El buen almacenamiento sólo puede limitar las pérdidas de un buen producto, durante un período relativamente largo. El mal almacenamiento resultará siempre en pérdidas elevadas, aun con un excelente producto.

Las pérdidas durante el almacenamiento pueden ser cuantitativas o cualitativas, causadas por factores físicos, fisiológicos o patogénicos, distinguiéndose los siguientes procesos más relevantes:

### Respiración

La respiración suministra la energía necesaria para mantener la vida en las papas, convirtiendo los azúcares en agua y gas carbónico, siendo éste liberado junto con calor. Estos desprendimientos, si el manejo de la ventilación y la temperatura del almacén no son adecuados, pueden causar fermentaciones (que terminarán en pudriciones) y asfixia. Debe tenerse en cuenta que los golpes y heridas en las papas aumentan la respiración.

La respiración es, pues, una importante fuente indirecta de pérdida de peso. La menor intensidad de respiración tiene lugar alrededor de los 5°C de temperatura. A temperaturas mayores aumenta y por encima de 15°C se incrementa por un factor 2 por cada 10°C de aumento. A temperaturas por debajo de 5°C también aumenta la intensidad de respiración.

Como en la respiración se produce calor, ello debe ser controlado por enfriamiento del almacén, suministrando aire frío natural (por la noche) o enfriado artificialmente (por equipos enfriadores o refrigerantes), preferentemente en forma forzada.

### Pérdida de agua

Las papas pierden agua por evaporación y transpiración, sufriendo una pérdida de peso. Si la merma de agua es grande, se produce una doble pérdida económica, por disminución del peso y de la calidad (por flacidez y valor culinario).

La pérdida de agua en el almacenamiento depende de la producción de calor de las papas, de la temperatura de las papas, de la humedad relativa del aire, del grado de suberización de la piel, de la presencia de brotación y grado de crecimiento de los brotes. La menor pérdida de agua ocurre a temperaturas alrededor de los 5°C y con humedad relativa entre 90 y 95%.

### Brotación

La brotación de las papas puede causar pérdidas de peso relativamente altas. Los brotes, por sí mismos, constituyen una pérdida directa en el peso de las papas, pero mucho más importante es la pérdida que causan por la evaporación de agua a través de su superficie.
Se dispone de tres formas de controlar el crecimiento de los brotes:

1. Almacenamiento a baja temperatura, tanto para papa-consumo como para papa-semilla.
2. Aplicación de inhibidores de brotación, únicamente para papa-consumo.
3. Almacenamiento con luz difusa, solamente para papa-semilla.

Los tres métodos se tratarán separadamente con más detalle.

### Difusión de enfermedades

Las papas enfermas pueden llegar a causar muy severas pérdidas en el almacenamiento, especialmente las causantes de pudriciones. Por lo tanto, la medida más importante para prevenirlas es ingresar al almacén un producto tan sano como sea posible. Como las enfermedades pueden ser llevadas por las papas sin síntomas aparentes o con síntomas muy suaves que pasan desapercibidos, se debe inspeccionar periódicamente el almacén (no es prácticamente posible en el almacenaje a granel) a efectos de sacar los focos de infección (podredumbres) que pudieran aparecer.

Las enfermedades más relevantes en nuestro país son las causantes de podredumbres húmedas, por *Pseudomonas solanacearum* (marchitamiento bacteriano o murchera) (grave pero no difundida), *Erwinia* spp. (podredumbre blanda), *Phytophthora infestans* (tizón tardío) y de podredumbres secas por *Fusarium* spp.

### Cambios en la composición química

Los cambios en la composición química que pueden sufrir las papas en el almacenamiento obedecen a distintas causas:

1. El almacenamiento a temperaturas por debajo de 7°C aumenta progresivamente la transformación de almidón en azúcar, proceso que se conoce como "azucaramiento por baja temperatura". Es un proceso que se revierte al aumentar la temperatura.
2. El envejecimiento de la papa también provoca un proceso similar, conocido como "azucaramiento por vejez", pero en este caso es irreversible.

Ambos tipos de azucaramiento tienen relevancia en la papa para consumo directo y

particularmente en la destinada a procesamiento, por lo que en ella tiene importancia el control de la temperatura. Si bien es difícil especificar temperaturas óptimas de almacenaje, como regla general para una conservación de largo tiempo, se pueden manejar las siguientes (Rastovski *et al.*, 1981):

| | |
|---|---|
| - papa para semilla | 2 a 4°C |
| - papa para consumo fresco | 5 a 6°C |
| - papa para chips | 6 a 8°C |
| - papa para puré | 7°C |

3. La luz, además del verdeado de la papa por producción de clorofila, genera la formación de solanina, un alcaloide tóxico. Este proceso, controlable por oscuridad, tiene importancia en la papa para consumo directo y procesado.

Los procesos mencionados son los de mayor importancia dentro de los que ocurren en el almacenamiento. De ellos resulta: pérdidas de peso, cambios en el gusto y pérdidas de textura y firmeza, del valor alimenticio, de la calidad culinaria y de la apariencia o presentación, todo lo cual provoca una pérdida económica. Resulta claro, entonces, que el almacenamiento debe ser considerado como una parte integrante del sistema total de producción de papas.

## TECNICAS DE ALMACENAMIENTO

Las técnicas para el almacenamiento deben estar dirigidas a lograr el mínimo de pérdidas, tanto de peso como de calidad, durante el máximo período de tiempo posible. Sin embargo, se debe tener presente que si la producción de un cultivo es de baja calidad, las pérdidas serán siempre altas aún en las mejores condiciones de almacenamiento. La calidad del producto a conservar también determinará el período de tiempo del almacenaje.

Para limitar las pérdidas que se producen por evaporación, brotación, respiración y difusión de enfermedades, se hace necesario controlar:

- temperatura
- humedad
- aireación o ventilación

El control de la temperatura es de extrema importancia. El movimiento de aire frío a través de una pila o montón de papas, es el factor primordial para controlar la temperatura de esa pila. Por efecto de la respiración, la pila almacenada se calentará y como el aire caliente es más liviano que el frío, si a la pila de papas se le suministra aire más frío, el aire caliente subirá y su lugar será reemplazado por el aire frío, bajando la temperatura del montón. Este proceso natural de movimiento o circulación del aire es el que se debe optimizar para evitar la excesiva elevación de la temperatura de la papa almacenada.

El principal factor que afecta la diferencia de temperatura entre la pila de papas y el ambiente que la rodea, es el tamaño de la pila. Esto se deberá regular para que sea eficiente la circulación de aire cuando ésta es natural (porque es más lenta). Este aspecto tiene relevancia para las épocas cálidas, especialmente en la zona norte. En la circulación de aire forzada por medio de ventiladores, la temperatura en la pila depende de la capacidad del ventilador, de la temperatura

del aire que se insufla y del diseño del sistema de distribución del aire. En este caso, se debe tener en cuenta que el diseño debe forzar el aire en forma tal que alcance a todas las papas, pero el tamaño de la pila no es tan restrictivo. Esta técnica aún no ha sido aplicada en el país.

De acuerdo a lo dicho anteriormente, las condiciones ideales para lograr la máxima conservación, son: temperaturas de 2 a 4°C en la papa-semilla, de 5 a 6°C en la papa-consumo fresco y de 7-8°C cuando el destino es el procesado (freir), con una humedad relativa de alrededor del 90%. Nuestro clima no permite tener temperaturas promedio diarias cercanas a las ideales, salvo durante las horas de la noche de los meses invernales. Por esta razón, la conservación natural por períodos largos es problemática. Con el producto de la cosecha de otoño-invierno, porque sólo se dispondría de temperaturas bajas en los primeros meses del almacenamiento y el aumento de ella al final provoca excesivas pérdidas de peso y calidad si se extiende más allá de octubre. Con la papa cosechada en verano, por el contrario, las mínimas temperaturas se alcanzarían demasiado tarde, después de 4 ó 5 meses de estar almacenadas a temperaturas elevadas.

Para todos los tipos de almacenamiento que mencionaremos, excepto el de cámara frigorífica, el ambiente del almacenamiento está formado por el conjunto de los ambientes externo e interno. El externo está conformado principalmente por las temperaturas máxima y mínima diarias, cantidad de horas por día con temperatura por debajo de 10°C, horas de sol, humedad relativa del aire, lluvia y vientos. Se debe contar con esta información para los meses que durará el almacenamiento, previo a la selección del o de los métodos a utilizar. El ambiente interior es el que se debe controlar para asegurar las mejores condiciones del almacenamiento.

Al seleccionar el almacenamiento se deberá tener siempre presente que el método más eficiente no es absoluto, sino que variará con distintos factores técnicos y económicos. Cualquier método, por sencillo que sea, cuesta dinero, que se suma al costo de producción, por lo que el método que se seleccione debe ser el que rinda los mejores resultados a la inversión. Por lo tanto, podrá ser igual o no al mejor sistema, pero combinará los requisitos técnicos con las limitaciones económicas.

El método de almacenamiento deberá dar el máximo rendimiento a la inversión y el mínimo de pérdidas cuantitativas y cualitativas. Por lo tanto, la solución puede estar en diferentes métodos y estructuras que se complemeten para formar un sistema integrado de almacenamiento. Un ejemplo, puede ser: un almacenamiento para el corto tiempo, en sierras comunes, o con inhibidores de brotación para papa-consumo de mediano-largo plazo; un almacenamiento en sierras con ventilación, de mediano plazo para papa-semilla o papa-consumo; un almacenamiento de largo plazo, en cámaras refrigeradas, para ambos propósitos.

## ALMACENAMIENTO SEGUN PROPOSITO

Se deben distinguir dos tipos de almacenamiento con diferentes propósitos:

### Almacenamiento de papa-semilla

El requerimiento esencial para este propósito es mantener en la semilla la máxima expresión reproductiva y productiva. Para ello, la papa-semilla debe estar en las mejores condiciones fisiológicas al momento de la plantación de acuerdo a las características que tendrá el cultivo, en función de la variedad y edad fisiológica de la semilla, como también de la época, fecha de plantación, duración del ciclo vegetativo y destino de la producción.

**Almacenamiento de papa-consumo**

En la papa para consumo es importante apuntar a un suministro uniforme, a través de un período de tiempo, para reducir las fluctuaciones de precio con las menores pérdidas posibles. Un buen almacenamiento debe resultar en tubérculos de calidad, firmes y sólidos, mostrando ninguna o tan pequeña brotación como sea posible.

## TIPOS DE ALMACENAMIENTO

### ALMACENAMIENTO DE PAPA-CONSUMO

Una primera caracterización de los tipos de almacenamiento practicados en el país, puede ser:

- a campo
- en almacenes

*** A campo**

***En la tierra***

El método más simple consiste en dejar las papas en el campo, sin cosechar. Por las condiciones de nuestro clima, se practica con la producción del cultivo de otoño. En terrenos con adecuada pendiente y con camellones bien formados, disminuyen los riesgos de verdeado, quemado por el sol o por heladas y anegamiento, pero no se controlan los efectos de las altas temperaturas y el incremento de daños por enfermedades e insectos plaga. Con cultivos provenientes de semilla de buena calidad sanitaria y adecuadamente manejados en las prácticas culturales, se tienen buenos resultados por 4 a 5 meses. En el litoral atlántico (suelos arenosos) se constató en repetidas oportunidades para el cultivo de verano (plantación de nov./dic.), una buena conservación hasta octubre-noviembre, teniendo la papa un estado de brotación adecuado para su inmediata plantación.

***En sierras***

Otro sistema a campo difundido (especialmente en el Dpto. de San José, así como en otros países: Argentina, Gran Bretaña, Irlanda, Polonia, etc.) es el de las sierras o silos aéreos, que requieren poco gasto. Consiste de pilas de papa cubiertas de una capa de 15-20 cm de material vegetal seco (paja, chala o plantas de maíz o de sorgo), en lugares altos y con pendiente. Las pilas, de sección triangular, tienen normalmente de 1,50 a 3,00 m de ancho, por un largo variable de acuerdo a las necesidades. Este sistema es utilizado principalmente para la conservación de la cosecha de otoño. Las sierras para la cosecha de verano, con un período más corto de conservabilidad, deben ser más angostas o bajas y con una cobertura más gruesa.

Cuando no se emplean antigerminadores, es recomendable introducir algunas variantes que aseguren una mejor aireación para el control de la temperatura y de las putrefacciones.

Estas debieran consistir en:

1. Colocar sobre el piso y a todo lo largo del centro de la sierra un ducto de ventilación, en forma de triángulo, de unos 50 cm de base por otros tantos de altura, construído de listones, que permita el paso del aire y no de las papas. Con el mismo fin se puede hacer un entarimado de costaneros de pino o eucaliptus, a 20-30 cm del suelo. La ventilación por ducto debe quedar destapada en las cabeceras de la sierra; el entarimado, todo a su alrededor.

2. En la cumbrera, insertar en la capa aislante, chimeneas (con sombrero) cada 4-5 m, que permitan en forma más rápida y eficiente la circulación del aire y el escape de los gases de la respiración. Mejor aún si las chimeneas arrancan desde el ducto o entarimado.

Figura 1. Sierra o silo aéreo, con cobertura de paja y chala de maíz (San José, Uruguay).

Cuando este tipo de almacenaje se usa con inhibidores de brotación, no difiere del que corrientemente hace el productor, salvo que es recomendable una cubierta de plástico para evitar el escape de los gases activos del antigerminador.

*Silos subterráneos*

Otro sistema de almacenamiento a campo, más adecuado para países de clima frío (con ocurrencia de nieve), es el silo o sierra subterráneo. En él, el intercambio de aire entre las papas y el exterior es muy restringido. Por ello, para las condiciones de nuestro país, se considera muy riesgoso. Tuvo su experiencia unos 20 años atrás, con resultados en general muy adversos, contribuyendo en ello, además, la mala calidad del producto ingresado.

*** En almacenes**

Los almacenes generalizados en el país, de uso múltiple y construídos especialmente, en especial estos últimos, muestran el gran recurso de ingenio y artesanía de nuestros agricultores paperos y conocimientos sobre los principios básicos de almacenamiento de papa.

### *Galpones de uso múltiple*

Generalmente son de paredes de material con techo de zinc o de fribrocemento o de quincha, o totalmente de zinc o de fribrocemento. Se almacena la papa a granel o en bolsas. Cuando es a granel, puede ser directamente sobre el suelo, o sobre camada de paja o entarimado de costaneros de pino o eucaliptus. Si el galpón es de paredes de zinc, para la conservación invernal generalmente no se aislan, usándose paja o fardos de paja si el almacenamiento abarca la primavera o se inicia en la época cálida. La papa se cubre con una camada de paja para evitar el verdeado.

Figura 2. Galpón de uso múltiple con colocación transitoria de ductos para la ventilación natural durante el almacenamiento de papas, construídos con tanques de 200 l soldados y perforados. (Tacuarembó, Uruguay).

Figura 3. Almacenamiento a granel durante la época fría en galpón de cinc. (Tacuarembó, Uruguay).

La ventilación se puede mejorar sensiblemente con el agregado de ductos en la parte inferior (como se señaló para las sierras) y con chimeneas de similar construcción arrancando desde el ducto, separadas a unos 2,00-2,50 m entre sí. Si se almacena en bolsas, hacer pilas trabadas de 2-4 bolsas, dejando caminos entre sí. Se debe optimizar la ventilación manejando al máximo las aberturas, abriéndolas durante la noche y cerrándolas durante el día, cuando las temperaturas nocturnas son de hasta alrededor de 15°C.

Estos almacenes de uso múltiple, con papa de buena calidad, cumplen bien su función en los meses más fríos y aceptablemente en los meses más frescos del otoño y la primavera. Los galpones de material con paredes caladas por arriba de 1,50 m y techo quinchado, permiten la conservación de mediano tiempo en los meses de verano. Igualmente lo de paredes de adobe.

### *Almacenes especiales*

Si bien ellos son de los más diversos tipos y materiales, su construcción responde a obtener el máximo de ventilación natural y el mínimo de irradiación de calor hacia el interior. Los hay de paredes de caña de Castilla y techo quinchado; de paredes de costaneros de pino o eucaliptus, con techo de quincha, con piso sobreelevado del mismo material (los más eficientes) o sin él; de paredes de caña o de costaneros con techo de fibrocemento (no aptos para la época cálida); etc. Este tipo de construcciones especiales, se usan para almacenar en

toda época (Colombo, 1983). La papa se guarda a granel, con altura de hasta 2,50 m, siendo recomendable el uso de ductos y chimeneas para mejorar la aireación, como también estibada en bolsas, aconsejándose dejar pequeños corredores para la circulación del aire.

Figura 4. Depósito de paredes de caña de Castilla, para la conservación de papa embolsada o a granel. (San José, Uruguay).

### *Uso de antigerminadores*

Cuando se debe almacenar papa a temperaturas moderadas por períodos extendidos, que excedan el período de dormición de los tubérculos, se debe considerar el uso de productos químicos inhibidores de la brotación. La brotación, en la mayoría de los casos, es lo que determina la duración del almacenamiento de la papa para consumo. Usando antigerminadores la brotación deja de ser el factor importante de la conservación. Pero los inhibidores de brotación no pueden reemplazar una adecuada temperatura y humedad, necesarias para lograr el mayor período de reposo y la mejor calidad. Por lo tanto, si los antigerminadores no son usados conjuntamente con buenas prácticas de manejo de la temperatura, humedad y aireación, se puede acortar rápidamente la vida de la conservación, ya que los inhibidores de brotación no eliminan los procesos de respiración y transpiración, sino que sólo disminuyen su ritmo.

Como los antigerminadores impiden la cicatrización de las heridas, la papa tiene que estar sana al momento de su aplicación. Por lo tanto, el proceso de curado tiene que ser previo a su uso, como asimismo la rigurosa selección luego de la cosecha, eliminando las papas dañadas por golpes, heridas, insectos y enfermedades. Por la misma razón, se deberá proceder muy cuidadosamente en la operación del almacenaje.

Aunque el uso de antigerminadores no está generalizado, en el país se han venido usando desde hace muchos años. Existe experiencia a gran escala y con resultados excelentes, en el uso del isopropil-fenil carbamato (IPC) y de su derivado el isopropil-clorofenil carbamato (CIPC). Como en otros países, se considera al CIPC o Cloro-IPC el más recomendable por su

mayor potencia y relación de precio. Se aplica al momento de almacenar. Si la temperatura de conservación no pasa de 15°C y la cantidad de producto a nivel de cada ojo es adecuada (resultado de una buena aplicación), la inhibición de la brotación dura hasta 8-10 meses. Aun cuando actúa por desprendimiento de gases, la eficiencia de una dosis correcta está en la buena distribución, por lo que para facilitarla se mezcla con talco industrial. Con 2 kg de talco más la cantidad de producto comercial recomendada en la etiqueta (dosis mínima para mediana conservación y dosis alta para conservación prolongada), se pueden espolvorear bien 1.000 kg de papa. Se aplica con espolvoreadora de mano, azufradora, fuelle u otro implemento adecuado, sobre camadas sucesivas de 2 a 3 papas de espesor. Trabajos relativamente recientes mostrarían promisoria la limitación de pérdidas cuantitativas y cualitativas, a temperaturas de hasta unos 20°C, con la combinación de CIPC e IPC con el fungicida tiabendazol. Desde que estos antigerminadores actúan por los gases que desprenden, se debe asegurar su acción mediante el uso de cubiertas de plástico, sin llegar a hermetizar.

Tener la precaución de no almacenar papas tratadas con antigerminadores en la vecindad de papa destinada a semilla, y de no almacenar papa-semilla en locales donde se usaron antigerminadores en papa-consumo, hasta después de 6 meses.

*Cámaras frigoríficas*

El país aún no dispone de cámaras frigoríficas apropiadas para la mejor conservación de la papa, desde que las que existen no tienen circulación de aire forzada con renovación de aire y regulación de la humedad. Sin embargo las disponibles, construídas originariamente para la conservación de carne refrigerada a muy baja temperatura, se usan especialmente para la conservación de papa con destino a semilla, por espacio de 4 a 6 meses y eventualmente para papa-consumo por 2 a 4 meses, con buenos resultados si el producto ingresado es de buena calidad. La temperatura generalmente oscila entre 1 y 3°C, siendo la más baja cuando se comparte con cebolla. Comúnmente se almacena en bolsas, en estibas trabadas de 5-6 bolsas, dejando corredores entre ellas. Desde que el costo del frío tiene su incidencia en el precio de venta, el productor recurre a este tipo de almacenamiento cuando las papas ya tienen un cierto grado de deshidratación o están ya brotadas, lo que es incorrecto.

## ALMACENAMIENTO DE PAPA-SEMILLA

Las consideraciones relatadas para el almacenamiento de la papa-consumo tienen vigencia para el de la papa-semilla. Pero para ésta se debe agregar la beneficiosa consideración de la luz difusa, sea natural o artificial. Cuando las condiciones ambientales (especialmente temperatura) no son adecuadas o no se dispone de capital para el control de la temperatura (en almacén propio o en cámaras frigoríficas arrendadas), el almacenamiento en estructuras sencillas y económicas o en locales existentes, con luz natural difusa, proporciona enormes ventajas sobre el almacenamiento convencional sencillo en la oscuridad. Esta tecnología es particularmente apropiada para el pequeño y aún mediano productor.

La exposición a la luz es una práctica largamente probada y difundida en muchos países, con mayor o menor grado de sofistificación. En nuestro país ha sido probada experimentalmente con éxito por la Est. Exp. Las Brujas y llevada a la práctica por algunos productores de avanzada.

La luz afecta favorablemente la calidad de la papa-semilla, especialmente a temperaturas de 10 a 15°C, aún hasta 20°C, permitiendo excelentes resultados para períodos de almacenamiento

superiores a 4 meses y hasta 9 meses. A temperaturas superiores a 20°C y hasta 30°C, por no más de 3.5 meses.

Los efectos positivos de la luz, en contraposición al almacenamiento en oscuridad a temperaturas no controladas, pueden resumirse en:

* Fase de almacenamiento:

-Retarda la edad fisiológica y reduce la dominancia apical, con el consiguiente aumento en el número de brotes y el vigor de ellos.

-Controla el crecimiento de los brotes, con la consecuente reducción de las pérdidas por excesivo brotamiento, a la vez que también mejora el vigor y fortaleza de los brotes al producirse brotes cortos y gruesos.

-Promueve el verdeado de la papa, por lo que reduce la susceptibilidad a las enfermedades a hongos y a insectos-plaga.

* Fase de campo:

-Acelera y uniformiza la emergencia de las plantas, con lo que se aumenta el rendimiento y permite mayor eficiencia en las labores culturales (carpida, aporque, tratamientos sanitarios)

-Reduce el período de madurez del cultivo, adelantando la cosecha.

-Aumenta el rendimiento total y el comercializable.

Figura 5. Galpón de material con paredes caladas, adecuado para el almacenamiento en época cálida, que posibilita el verdeado de la papa-semilla. (Tacuarembó, Uruguay).

Figura 6. Depósito generalizado en Canadá para la conservación de papa-semilla a granel hasta 9 meses. Compartimento para 500 ton. de capacidad (altura de la papa hasta 6 m ), con ducto a nivel del piso para la ventilación forzada por aire del exterior.

Por otro lado, debe destacarse que la edad fisiológica de la semilla al momento de la plantación afecta por sí el subsiguiente desempeño del cultivo en términos de precocidad y de potencial de rendimiento. Cuando se requiere un cultivo temprano, como en nuestro país es el de primor y aún el de primavera, debería usarse semilla fisiológicamente vieja, con brotes desarrollados pero cortos y fuertes. Cuando se puede obtener un período de crecimiento largo,

como por ejemplo el de verano (plantación de noviembre-diciembre) en el litoral este, se debería usar semilla fisiológicamente joven, con multibrotación, para alcanzar el máximo rendimiento potencial. El manejo de la luz debe ser, pues, distinto. Para el primer caso, aplicada una vez la semilla comenzó la brotación, mientras que para el segundo, antes de brotar, pudiendo aplicarse según los casos desde prácticamente la cosecha o después de un tiempo en la oscuridad.

Las pruebas realizadas por la Est. Exp. Las Brujas, durante los años 1983-84, 1984-85 y 1985-86, comprenden la fase de almacenamiento con diversos tratamientos y la posterior plantación de la semilla, para confrontar las distintas alternativas de almacenamiento con el rendimiento.

En 1983-84 y 1984-85 se evaluó papa-semilla del cv. Spunta proveniente del cultivo de otoño (cosechada en junio) en el almacenamiento hasta el cultivo de verano (plantación en diciembre) en el litoral este, así como el comportamiento y rendimiento de este cultivo. Se confrontaron 4 tipos de almacenamiento durante 5 meses, julio-diciembre:

-Sierra de agricultor, en oscuridad (S.A.).

-Tinglado con luz natural difusa (T.L.N.D.).

-Cámara frigorífica a 4°C por 2,5 meses + tinglado con luz natural difusa por 2,5 meses (C.F. + T.L.N.D.).

-Cámara frigorífica a 4°C (C.F.).

Los resultados promedio de los dos años, en las fases de almacenamiento y de cultivo, se presentan en los cuadros 5 y 6 respectivamente.

Estos resultados están indicando que el efecto de la luz natural difusa sobre la semilla, compite con significativo éxito frente a la práctica común de conservación en sierras, como así también frente a la conservación en cámara frigorífica. Si bien la pérdida de peso (Cuadro 5) es mayor frente al de la cámara frigorífica, tanto combinada como exclusiva, el rendimiento de la semilla en el cultivo siguiente (Cuadro 6) se empareja con el de la conservación en cámara durante todo el período. Esto ahorra el costo del frío, del transporte al frigorífico y de su manipuleo en ella. En la conservación combinada (cámara frigorífica + luz difusa), el rendimiento de la semilla es superior al de la conservación en cámara frigorífica, implicando también una economía en el costo del frío al reducirse el tiempo de permanencia.

Cuadro 5. Evaluación de cuatro alternativas de almacenamiento de semilla del cv. Spunta. Junio-diciembre. 1984.

| | % de pérdidas en el almacenamiento | | |
|---|---|---|---|
| Tratamiento | Pudriciones | Peso | Total |
| S.A. | 42,2 | 32,6 | 74,8 |
| T.L.N.D. | 2,4 | 13,8 | 16,2 |
| C.F. + T.L.N.D. | 3,6 | 9,8 | 13,4 |
| C.F. | 3,1 | 8,3 | 11,4 |

Fuente: Crisci y Vilaró. Est. Exp. Las Brujas. Datos no publicados.

Cuadro 6. Rendimiento de cuatro alternativas de almacenamiento de papa-semilla cv. Spunta en el cultivo de verano (dic.-abr.). 1983-85

| Tratamiento | Rendimiento (ton/ha) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Total | Comercial | Consumo | Semilla |
| S.A. | 12,8 | 10,5 | 6,4 | 4,1 |
| T.L.N.D. | 28,5 | 27,3 | 21,0 | 6,3 |
| C.F. + T.L.N.D. | 30,5 | 29,2 | 22,6 | 6,6 |
| C.F. | 31,1 | 27,6 | 21,9 | 5,7 |

Fuente: Crisci y Vilaró. Est. Exp. Las Brujas. Datos no publicados.

Figura 7. Almacenamiento de papa-semilla en bins.

De acuerdo con estos resultados y para aquellos productores que conservan la papa-semilla de otoño a otoño, poniéndola en cámara generalmente cuando comienza a brotar, se presenta la ventajosa alternativa de ingresar la semilla a la cámara (antes de que brote y no después), en julio-agosto dependiendo de la variedad y retirarla a principios de diciembre, para proceder al verdeado de los brotes bajo luz natural difusa hasta su plantación en febrero.

En 1985-86 se confrontaron el almacenamiento convencional (a galpón en oscuridad) con el de luz natural difusa (en tinglado) en el cv. Norland, cosechado en noviembre (cultivo de primavera). Los resultados de la fase de almacenamiento se presentan en el Cuadro 7 y los rendimientos del cultivo de comprobación de otoño (plantación en febrero) en el Cuadro 8. Ellos también demuestran, en forma clara, las ventajas del tratamiento de la semilla con luz natura difusa, tanto en la conservación como en la productividad final de ella.

Dado el costo de la madera y las cantidades de semilla requeridas, el uso de las típicas bandejas de verdeado o de estanterías difundidas en otros países, aún no han sido consideradas siquiera por los productores comerciales para nosotros pequeños. La aplicación de la tecnología de la luz difusa ha sido resuelta por algunos productores embolsando unos 20-25 kg de semilla en bolsas de plastillera caladas, disponiéndolas en filas dobles separadas por angostos caminos, en galpones bien iluminados o en tinglados, principalmente con techo de paja en verano. Esto constituye un claro ejemplo de que el costo de ciertas técnicas sencillas, por más sencillas y ventajosas, sea el principal factor que determine hasta qué punto es económicamente utilizable.

Figura 8. Tinglado para el verdeado de papa-semilla, con paredes de malla anti-áfidos. (Est. Exp. INIA Las Brujas).

Figura 9. Almacenamiento de papa-semilla bajo luz natural difusa, en bandejas de verdeado (Est. Exp. INIA Las Brujas).

Cuadro 7. Fase de almacenamiento (diciembre-febrero) de papa semilla del cv. Norland. 1985-86.

| | % de pérdidas | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tratamiento | Pudrición | Peso | Total | Estado de brotación |
| Convencional | 1,9 | 1,4 | 3,3 | inicio multibrotación |
| Luz difusa | 0,1 | 1,8 | 1,9 | multibrotación óptima |

Fuente: Crisci y Fernández. Est. Exp. Las Brujas. Datos no publicados.

Cuadro 8. Fase de campo en cultivo de otoño (febrero-mayo) de papa-semilla del cv. Norland. 1986.

| | Rendimiento (ton/ha) | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tratamiento | Total | Comercial | Consumo | Semilla |
| Convencional | 13,8 | 12,1 | 7,6 | 4,5 |
| Luz natural difusa | 15,2 | 14,6 | 9,7 | 4,9 |

Fuente: Crisci y Fernández. Est. Exp. Las Brujas. Datos no publicados.

La conservación de la papa, por lo expuesto, depende de múltiples factores, lo que hace dificultoso estimar la duración aproximada de la conservación. No obstante, se pueden manejar valores relativos (Cuadro 9), que sirvan como una guía, basados en la temperatura del almacén.

Figura 10. Papa-semilla del cultivo de otoño para ser plantada en verano (dic.), al 30 de setiembre:

A) Almacenada en oscuridad

B) Almacenada en oscuridad hasta el 10 de setiembre y luego bajo luz natural difusa.

Cuadro 9. Pautas de tiempo de conservación (en meses) en almacenes naturalmente ventilados.

| Promedio temperatura ambiente 0°C | Papa-semilla | | Papa-consumo | |
|---|---|---|---|---|
| | Luz difusa | En oscuridad | Con antigerminador | Sin antigerminador |
| 5 | 12 | 8 | 10 | 6 |
| 10 | 8 - 9 | 4 | 8 | 3 - 4 |
| 15 | 7 | 3 | 6 - 7 | 2 - 3 |
| 20 | 4 | 1 - 3 | 4 - 5 | 2 - 3 |
| 25 | 3 | 1 | 2 | 2 |
| 30 | 2 | 1 | 1 | 1 |

Fuente: Wustman *et al.*, 1985.

## ALMACENAMIENTO CON CALOR

Otra tecnología bien distinta a las manifestadas, usada para proveer papa-semilla para los cultivos de primicias en la franja costera de la zona sur, partiendo del cultivo de otoño con variedades de brotación más o menos rápida, es el arrase temprano de éste y el calefaccionamiento de la papa durante el almacenamiento. Para ello se usan calefactores, armados por el ingenio de algunos productores, consistentes cada uno en dos hogares situados en las cabeceras y construídos con tanques metálicos vacíos de combustible de 200 l, alimentados por astillas de eucaliptus, unidos por una cañería de 25-30 cm de diámetro y 15-20 m de largo, con una chimenea al centro. Rodeando cada hogar se disponen 5-6 de los mismos tanques, mantenidos llenos de agua para suministrar humedad. Las bolsas de papa-semilla se estiban acostadas en filas dobles y altas a lo largo de cada uno de estos calefactores. En esta forma, se alcanzan fácilmente 30°C de temperatura estable, obteniéndose el comienzo de la brotación al cabo de un mes (Colombo, 1983).

Figura 11. Almacenamiento calefaccionado para acelerar la brotación (San José, Uruguay).

## AGRADECIMIENTO

Se agradece al Ing. Agr. F. Vilaró la revisión del manuscrito y sugerencias para complementarlo.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Colombo, J. 1983. Almacenamiento de papa consumo y semilla en Uruguay. Taller de Trabajo sobre análisis de la situación actual y perspectivas de las investigaciones en almacenamiento de papa en los países del sur y este de Sudamérica 1983. Santiago-Osorno, Chile. (Documento no publicado).

Crisci, C. 1975. Almacenamiento y conservación de papas. Estación Experimental Las Brujas (Uruguay). Hoja de Divulgación N° 44. 3p.

Bremer, K. 1975. Lagerung und Aufbereitung von Kartoffeln. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Frankfurt am Main. 121 p.

Grandon, M., 1981. Manejo de post cosecha de papas. Estación Experimental Remehue (Chile). Boletín Divulgativo N° 82. 11 p.

Rastovski, A. *et al.*, 1981. Storage of potatoes: post-harvest behaviour, store design, store practice, handling. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen. 462 p.

Wustman, R. *et al.*, 1985. Possibilities for the application of small scale potato storage techniques in developing countries. FAO, Italia. 48 p.