

ALMACENAMIENTO DE PAPA

Armando Rodríguez B.*

INTRODUCCION

El tema de almacenamiento de papa, necesariamente debe ser enfocado teniendo en cuenta el uso que los tubérculos van a tener después de que éstos han sido guardados por un tiempo determinado en el almacén, silo o bodega. Desde este punto de vista, surgen divisiones principales que son almacenamiento de papa de consumo y almacenamiento de semilla de papa.

No obstante que algunos principios básicos son aplicables tanto a la papa de consumo como a la semilla, existen también diferencias esenciales en las condiciones de almacenamiento que deben ser tenidas en cuenta dependiendo la utilización que se va a dar a los tubérculos después del almacenamiento.

En el presente artículo, se pretende mostrar algunos generales, haciendo énfasis en el problema de almacenamiento de semilla - por considerar que es imprescindible guardar los tubérculos que van a emplearse para tal fin por períodos relativamente largos. Dadas las características de mercadeo de la papa de consumo en fresco en la casi totalidad de las zonas productoras de papa del país, no se considera relieves mucho el aspecto de almacenamiento de papa de consumo, se muestran solamente algunas de las condiciones que deberían ser tenidas en cuenta en caso de que en un futuro hubiese la necesidad de guardar papa de consumo por un tiempo determinado.

ALMACENAMIENTO DE SEMILLA DE PAPA

La semilla de papa es una unidad biológica viva de fácil deterioro que tiene que cumplir con un papel muy importante que es el de dar origen a una nueva planta productiva. Por consiguiente, el manejo del tubérculo desde la cosecha, incluido el período de almacenamiento, debe ser muy cuidadoso, evitando el daño me-

* I.A.M.S. Coordinador Nacional Programa de Tuberosas ICA
Tibaitatá

cánico el cual además de causar el debilitamiento fisiológico - abre la puerta de entrada a las enfermedades (Garay, 1977).

Las pérdidas después de la cosecha se manifiestan en cantidad y calidad del producto o en una combinación de ambas. Las pérdidas en cantidad son rápidamente apreciadas, mientras que las pérdidas en calidad del producto son frecuentemente subestimadas. Tanto las pérdidas en cantidad como en calidad son debidas a causas físicas, fisiológicas o patológicas y comúnmente - se deben a una combinación de las tres (Booth, 1978).

En cualquier proyecto de almacenamiento de semilla de papa deben considerarse primordialmente los siguientes objetivos:

- a) Reducir al máximo las pérdidas ocurridas durante el almacenamiento.
- b) Lograr que los tubérculos semillas se encuentren en las mejores condiciones físicas, fisiológicas y patológicas al momento de la siembra.
- c) Garantizar el máximo retorno a la inversión realizada - por concepto de construcciones, maquinaria, manejo etc.

MANEJO PREVIO AL ALMACENAMIENTO

Es absolutamente necesario tomar toda clase de cuidados durante la cosecha, transporte y clasificación, tendientes a evitar al máximo los daños mecánicos que se ocasionan por herramientas, golpes etc. Generalmente, las heridas cortes magulladuras y peladuras constituyen los sitios de ingreso a los agentes patógenos. Para disminuir los daños mecánicos es necesario cosechar tubérculos completamente maduros y suberizados, evitando golpes y manejo brusco del producto. (Luján, 1978).

Las papas que no están completamente maduras son las que muestran mayores daños mecánicos debido a que todavía la piel no ha suberizado al momento de la cosecha, de ahí la importancia de cosechar solamente papas fisiológicamente maduras.

Un factor importante a considerar es la temperatura del suelo al momento de la cosecha. El tubérculo tiene la misma temperatura que el suelo y cuanto más frío se encuentra menor fuerza se requiere para ocasionar el rompimiento de la piel. En términos generales, la semilla no debe cosecharse cuando la temperatura

del suelo es menor de 4°C. Si el suelo está húmedo al momento de la cosecha debe procurarse el secado de la semilla antes de almacenarse.

Según (Luján) 1978 con variedades diploides y tetraploides de papa se ha determinado que el clima y el suelo de las principales zonas productoras como la Sabana y el Páramo, tienen influencia directa sobre la composición química de los tubérculos y el contenido de materia seca. Con las variedades yema de huevo y Monserrate se encontró que el material producido en el páramo a 3.100 m. de altitud es de más difícil conservación, porque comparado con el material producido en la Sabana a 2.600 m. de altitud, hubo una mayor pérdida de peso y susceptibilidad a pudriciones. El material de la Sabana registró mayor contenido de materia seca y mejor conservación.

CICATRIZACIÓN - SUBERIZACIÓN

La cicatrización tiene por objeto lograr que las heridas sufridas por el tubérculo durante la cosecha y transporte se cierren. Durante este proceso crecen capas de células corchosas en la superficie cortada, formándose una barrera de suber que preserva al tubérculo del ataque de microorganismos. Las condiciones en que mejor se realiza este proceso son temperaturas de 15 a 16°C y humedad relativa promedio de 90%; la semilla debe dejarse en estas condiciones durante dos semanas aproximadamente. A temperaturas menores de 15°C el proceso de suberización es más lento y a 2°C no hay suberización en absoluto. (GIP, 1978).

1.2 PERDIDAS EN ALMACENAMIENTO

Durante el almacenamiento se llevan a cabo varios cambios en la composición del tubérculo, que en una u otra forma muestran ya sea cuantitativa o cualitativamente la diferencia entre el producto entrado al almacén y el que se saca para la siembra después de un tiempo dado de almacenado.

Las pérdidas de peso durante el almacenamiento se deben básicamente a :

1.2.1 PERDIDAS POR BROTACION

Al momento de la cosecha, las papas están en estado de dorman-

cia, esto es que sin un tratamiento específico los ojos no brotarán. La dormancia fisiológicamente es un estado en que no ocurre división celular cuando el tubérculo o yemas aisladas se colocan en ambiente favorables para su crecimiento. Posiblemente en este estado hay un bloqueo de la síntesis de proteínas por estar reprimida la síntesis de ADN y ARN. La culminación de la dormancia parece estar asociada con la disminución de la concentración de ácido abscísico y un aumento de ácido giberélico. (Garay 1977).

Cuando la dormancia ha terminado y si los factores externos son favorables habrá división y alargamiento de las células formando los brotes visibles. El período de reposo de un tubérculo que alcanzó su madurez fisiológica normal, es el tiempo durante el cual permanece en estado latente y sus funciones se reducen al mínimo. Este concepto se aplica especialmente a los tubérculos maduros que durante un período determinado no muestran crecimiento visible de sus yemas debido a causas internas y externas.

Los factores que más influyen sobre el período de reposo son genéticos y ambientales. Las variedades difieren en la longitud de dormancia y se hace necesario conocer esta característica para cada variedad para darle el manejo adecuado a la semilla. La dormancia tiene un componente genético importante, lo que permite seleccionar variedades con dormancia larga o corta. La variedad de papa diploide Yema de Huevo no tiene período de reposo, porque antes de llegar a la maduración fisiológica normal, ya presenta brotes de varios centímetros de longitud.

Después de la variedad, la temperatura de almacenamiento es el factor más importante que afecta el rompimiento de dormancia. Las temperaturas altas de almacenamiento favorecen el brotamiento rápido. Una temperatura de 4 - 5°C se considera ideal para mantener la semilla en estado dormante. La brotación se estimula sometiendo la semilla a temperaturas fluctuantes de almacenamiento, así por ejemplo, temperaturas altas seguidas de temperaturas bajas tienden a romper la dormancia. Bryan, citado por Garay (1977) señala que fluctuaciones de temperatura estimulan la brotación más que temperaturas altas constantes durante el almacenamiento.

Las semillas atacadas por patógenos, insectos o con daños mecánicos tienen un período de dormancia más corto que las semillas sanas.

Se ha determinado que humedades relativas altas después de la cosecha estimulan la brotación a ciertas temperaturas.

1.2.2 PERDIDAS POR RESPIRACION

Los procesos de brotación y respiración resultan del hecho de que la papa es un organismo viviente. La energía requerida para los procesos de vida se produce mediante la respiración.

Las células del tubérculo contienen carbohidratos solubles e insolubles los cuales son la principal fuente de energía durante el almacenamiento.

El oxígeno absorbido del aire conjuntamente con los carbohidratos se convierten en dióxido de carbono y agua con producción de energía en forma de calor. Este proceso se representa con la reacción clásica de la respiración.



La temperatura del almacén influye directamente en el grado de respiración. A manera de ejemplo se presenta el siguiente cuadro que ilustra el comportamiento de la variedad Holandesa de papa Libertas durante la respiración (Hesen 1960).

	Temperatura Almacén en °C			
	2°	5°	7°	10°
Consumo de oxígeno en gr/ton/24 horas	67	46	56	107
Producción de CO ₂ en gr/ton/24 horas	92	63	76	147
Producción de calor en K.cal/ton/24 horas	236	162	195	375
Pérdida de materia seca en gr/ton/24 horas	63	43	52	100

Del cuadro se desprende que el grado de respiración es mínimo a 5°. A temperaturas mayores la proporción aumenta. El hecho de que a temperatura de 2°C la respiración también aumenta se debe al alto contenido de azúcar del tubérculo. De acuerdo con Burton (1955) la producción de calor de tubérculos sanos y bien maduros, mantenidos a temperaturas entre 5 y 15°C entre 8 a 12 kilo calorías por tonelada de papa por hora inmediatamente después de la cosecha producen hasta 40 kilo calorías.

Es importante tener en cuenta que cualquier daño presente en los tubérculos aumenta notoriamente el proceso de la respiración.

1.2.3 PERDIDAS POR EVAPORACION

Los tubérculos pierden agua por evaporación. A pesar de que no se pierde materia seca como en el caso de la respiración, la pérdida de peso debida a evaporación es mucho mayor que las pérdidas de peso por concepto de respiración.

La evaporación es un proceso físico cuya magnitud se ve afectada principalmente por las condiciones del aire y por la permeabilidad de la piel del tubérculo. Las condiciones del aire son específicamente temperatura y humedad relativa. La evaporación del agua de los tubérculos debe entenderse como la difusión del vapor de agua a través de una membrana. El grado de evaporación aumenta con la diferencia de temperaturas entre los tubérculos y el aire circundante, así como con una disminución de la humedad relativa del aire. (CIP, 1978).

Además de las condiciones del aire del almacén, el grado de evaporación depende de la permeabilidad de la piel del tubérculo. Cuando los tubérculos son inmaduros o con daños serios la piel es sumamente permeable al vapor de agua. Esto nos confirma la importancia del proceso de suberización o cicatrización tratado anteriormente.

1.2.4 PERDIDAS POR MICROORGANISMOS

Aunque como se ha visto hasta ahora, parte de las pérdidas de peso del tubérculo durante el almacenamiento son debidas a brotación, respiración y evaporación, la mayor parte debe atribuirse a las pérdidas ocasionadas por la acción de microorganismos.

Normalmente las infecciones tienen lugar en el campo. Las le-

siones de los tubérculos son la puerta de entrada de microorganismos. De ahí que un estricto control durante el período de cultivo, incidirá benéficamente en la obtención de tubérculos semilla que tendrán un comportamiento adecuado en el almacén. Igualmente, el manipuleo y cuidadosa selección durante el transporte contribuirán al éxito de la papa almacenada.

El deficiente control de temperatura y humedad en la bodega favorecen el desarrollo y diseminación de enfermedades fungosas y bacterianas. Por consiguiente, debe almacenarse solamente tubérculos secos y sanos, evitando puntos húmedos o de condensación en la papa acumulada.

A continuación se presenta una descripción de síntomas y daños causados por los principales patógenos que frecuentemente causan pérdidas en almacenamiento.

Gota (Phytophthora infestans):

Ocasiona pudrición parda y seca en el tubérculo. Los síntomas iniciales poco perceptibles se desarrollan rápidamente a temperaturas mayores de 15°C y alta humedad relativa y afectan los tubérculos adyacentes, formando núcleos de infección y pudrición debido al ataque secundario de bacterias. El control comienza con las aspersiones de fungicidas eficientes al follaje y la destrucción del mismo antes de las cosechas en caso de ser afectado por la gota.

Rhizoctoniasis (Rhizoctonia solani):

Los esclerosios o costras negras superficiales pueden germinar y ocasionar pudriciones facilitando el acceso de bacterias, en bodegas con alta humedad relativa y deficiente ventilación interna. Debe evitarse almacenar una cosecha muy afectada de Rhizoctonia que, por lo general ocasiona más perjuicios económicos por la deformación de los tubérculos.

Escama plateada (Helminthosporium atrovirens):

Manchas de tamaño variable y superficiales de aspecto plateado. Las manchas se extienden bajo condiciones de alta humedad y temperaturas mayores de 15°C; la piel se torna porosa, facilita la evaporación y los tubérculos se deshidratan y arrugan. La

escama se presenta con más frecuencia en suelos de páramo.

Roña polvosa (Spongospora subterranea):

Ataca los tubérculos produciendo ampollas o pústulas que inicialmente tienen apariencia de verrugas y en la madurez forman cráteres que contienen un polvo oscuro formado por las esporas del hongo. También ocasiona deformación de los tubérculos y a veces, ataca las raíces formando nodulos parecidos a los causados por el nemátodo Meloidogyne spp. Deben eliminarse los tubérculos afectados antes del almacenamiento.

Pudrición seca (Fusarium spp.)

Ocasiona porciones podridas de tamaño y color variable, desde blanco hasta marrón oscuro. Estos hongos saprófitos del suelo penetran por las heridas y progresan rápidamente a temperaturas de 15 - 20°C, alta humedad relativa y deficiente circulación de aire. Existen diferencias varietales. Requiere un manejo adecuado del producto.

Dormidera (Pseudomonas solanacearum):

Presente en suelos localizados entre 1500 y 2500 m. de altitud. La bacteria penetra a través de los lenticelos del tubérculo o a través de los estolones en plantas afectadas y se distribuye por el anillo vascular; presenta exudaciones en las yemas del tubérculo y son fáciles de distinguir por la adherencia de tierra. - El método de lavar la papa en Antioquia es la solución más práctica, porque el lavado permite distinguir los tubérculos afectados en casi todos los estados. El producto afectado por dormidera - no debe almacenarse por ningún motivo.

Pata negra (Erwinia atroseptica):

Esta bacteria se presenta normalmente en clima frío y páramo. Los tubérculos afectados desarrollan una pudrición negra de forma cónica en la base del tubérculo. Esta enfermedad debe controlarse especialmente en lotes destinados para semilla en el campo, excluyendo las plantas afectadas en el momento de la cosecha y manejo adecuado en la bodega.

Pudrición blanda. (*Erwinia carotovora*):

Se presenta durante la cosecha en lotes mal drenados y existen diferencias varietales. Los tubérculos afectados desarrollan una pudrición acuosa en pocos días de fuerte olor desagradable, debido a la destrucción de las paredes celulares y fermentación. Es conveniente retener el producto por unos 10 días para facilitar la cicatrización y eliminar los tubérculos con síntomas de pudrición acuosa.

1.3 CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Para minimizar las pérdidas ocasionadas por los factores que se acaban de estudiar, los tubérculos semilla deben ser almacenados en ambientes secos y a bajas temperaturas. Después de cargar el almacén tanto los tubérculos como la tierra adherida a ellos deben estar secos.

Para asegurar una buena suberización, no es conveniente bajar la temperatura muy rápido inmediatamente después de la cosecha. Para restringir la pérdida de peso por evaporación, es necesario mantener la temperatura a 15°C durante las dos primeras semanas. Después de este período, la temperatura más aconsejable para almacenar semilla de papa es de 4° a 5°C. Las variaciones de temperatura de almacenamiento tienen efecto directo sobre el período de reposo como se muestra en los siguientes datos: (Luján, 1978).

10 a 20°C disminuye el período de reposo en 18%

10 a 5°C aumenta el período de reposo en 67%

10 a 3°C aumenta el período de reposo en 150%

A medida que disminuye la temperatura disminuye la actividad respiratoria pero solamente hasta alcanzar un mínimo de 4°C.

La humedad relativa más conveniente para la conservación de la semilla de papa debe ser de 85 a 90%. En el ambiente demasiado seco las papas se arrugan debido a una rápida deshidratación de los tubérculos con consecuente pérdida de peso.

1.4 DOMINANCIAS APICAL Y PREBROTACION

La dominancia apical es un fenómeno en el cual el brote apical se desarrolla inhibiendo el crecimiento de los otros brotes. La dominancia apical está determinada principalmente por la variedad y las condiciones de almacenamiento. Ciertas variedades tienen una dominancia apical mucho más marcada que otras. El número de brotes depende del estado fisiológico durante el cual los brotes empiezan a crecer (Wirsema, 1979). En un almacenamiento a 4°C los brotes generalmente no crecen pero hay un desarrollo fisiológico lento de los tubérculos. Cuando los tubérculos han pasado la fase de dominancia apical y se llevan a condiciones de 20°C de temperatura y humedad relativa alta se desarrollan varios brotes.

La pre-brotación consiste en la remoción del brote apical con el objeto de promover el crecimiento de los otros brotes. La pre-brotación influye en el número de tallos lo cual a su vez influye en el número de tubérculos y por consiguiente en el tamaño de los mismos.

De otra parte cuando se almacenan tubérculos a temperaturas altas (15°C) se produce un brote apical el cual ejerce control sobre el desarrollo de los demás brotes. En este caso es necesario remover el brote apical para inducir el desarrollo de los demás brotes.

Las semillas almacenadas a temperaturas bajas (3 a 5°C) por períodos largos, no deben sembrarse inmediatamente después de sacadas de la bodega. Es recomendable sacar los tubérculos del almacén frío y llevarlos a condiciones de altas temperaturas (15°C), durante unas cuatro semanas antes de la siembra.

1.5 VERDEAMIENTO

Cuando no se puede ejercer un control estricto de la temperatura del almacén, una forma de regular el crecimiento de los brotes es mediante la exposición de los tubérculos a la luz, sin embargo la luz no tiene un efecto directo en el período de reposo de los tubérculos. Bajo el efecto de la luz los brotes crecen lentamente y son vigorosos, condición ideal para producción de plantas vigorosas. La piel y la pulpa de los tubérculos expuestos a la luz por varios días desarrollan una coloración verde suave o intensa, resultado de la producción de clorofila y solanina, las cuales dan un sabor amargo y pueden llegar a ser tóxicas. Esta característica parece conferir cierta resistencia a la penetración de patógenos y al ataque de insectos. Se ha comprobado -

que tubérculos verdeados dan plantas más vigorosas que tubérculos sin verdear.

2. ALMACENAMIENTO DE PAPA DE CONSUMO

Igual que cuando se trata de semillas, en el caso de almacenar papa para consumo, se hace necesario tener como objetivo principal reducir al máximo las pérdidas ocurridas en el almacenamiento buscando que los tubérculos mantengan sus condiciones físicas, organolépticas y patológicas que permitan su comercialización después de un tiempo dado de almacenados. Esto en buena parte se logra enfatizando al máximo los cuidados durante la cosecha transporte y clasificación del producto que deben tenerse en cuenta como operaciones previas al almacenamiento.

Es fundamental conocer el comportamiento de la variedad de papa que se va a almacenar, pues éstas difieren notablemente en características tales como el período de reposo y consistencia o rusticidad de la piel de los tubérculos, factores que en buena parte van a determinar el tiempo máximo que se pueda guardar la papa en unas condiciones dadas de almacenamiento, sin que se presenten pérdidas considerables por brotación y deshidratación de la papa de consumo, con la consecuente pérdida en la presentación comercial del tubérculo.

A manera de ejemplo, puede citarse que variedades como Tuzquerreña o Monserrate tienen condiciones excelentes para almacenar; Panda Pastusa e ICA San Jorge presentan buen comportamiento; ICA Punacé regular, e ICA Guantiva y Yema de Huevo muy malas características para almacenar.

2.1 CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Cualquiera que sea el sistema de almacenamiento, cuando se trata de papa de consumo, es aconsejable que la temperatura se mantenga alrededor de 10°C y la humedad relativa entre 80 - 85%. Lograr estas condiciones en buena parte depende del volumen de papa guardado lo que directamente determina el tipo de almacén a ser utilizado.

Con pequeños volúmenes en las condiciones de las zonas productoras del país, seguramente estos requisitos, se logran con bodegas de ventilación natural. Al aumentar la cantidad de papa -

almacenada se requerirá para mantener las condiciones citadas bodegas con ventilación forzada o aún equipos de refrigeración.

Es conveniente tener presente que papas de consumo no deben ser almacenadas a temperaturas inferiores a 7°C, pues a estas temperaturas ocurren cambios indeseables en la composición química de los tubérculos como son el endulzamiento, proceso en el cual hay una acelerada formación de azúcares reductores, lo que confiere obviamente un sabor dulce a los tubérculos y un color oscuro en el caso que éstos sean utilizados en la elaboración de papa frita.

La práctica de verdeamiento recomendada para el caso de almacenamiento de semilla, es indeseable cuando se trata de papa de consumo. La piel y la pulpa de los tubérculos expuestos a la luz, desarrollan una coloración verde, resultado de la producción de clorofila y solanina las cuales dan un sabor amargo, pudiendo llegar a ser tóxicas. En consecuencia, la papa de consumo debe guardarse en ambientes oscuros.

2.2 INHIBIDORES DE BROTAION

Aunque no se saben completamente los mecanismos fisiológicos y bioquímicos que intervienen durante el período de reposo y brotación del tubérculo se sabe que el proceso complejo de crecimiento de brotes, puede ser acelerado o retardado de varias maneras con métodos físicos o químicos (Luján, 1978).

Para retardar la brotación se conocen productos químicos como el Cloro IPC y la Hidrazida Maleica los cuales pueden ser utilizados en forma práctica en el almacenamiento de papa de consumo.

2.2.1 CLORO IPC (Isopropil-m-clorocarbanilato).

Se ha comprobado que este producto utilizado correctamente - permite almacenar papa de consumo controlando la brotación - durante unos cuatro meses (Pérez et al, 1964).

El producto debe aplicarse a tubérculos sanos o perfectamente suberizados, variando la dosis de acuerdo al método de aplicación empleado.

Cuando se utiliza el Cloro IPC en espolvoreo se debe impregnar

un kilogramo de tierra cernida con 65 cc de Cloro IPC por tonelada de papa. El kilogramo de tierra tratada debe distribuirse uniformemente sobre capas delgadas de papa al momento de iniciar el almacenamiento.

Cuando se emplea el método de aspersion, se deben disolver 50 cc de Cloro IPC en 1/2 litro de agua para tratar una tonelada de papa. Si se utiliza el sistema de inmersión se deben diluir 50 cc de cloro IPC en 50 litros de agua por tonelada de papa. La papa lavada debe sumergirse en la solución y luego dejarla escurrir y secar.

Cualquiera que sea el método de aplicación, las dosis deben cumplirse estrictamente para no exceder el residuo tolerable de 50 ppm.

2.2.2 HIDRAZIDA MALEICA (Sal dictanólamina de HM).

Este producto químico ha sido utilizado en papa criolla (Solanum phureja) aplicado al follaje en época cercana a la maduración (Luján, 1970). La Hidrazida Maleica es translocada junto con los productos de fotosíntesis. Se ha demostrado que aplicaciones directas al tubérculo no dan resultado positivo.

Para controlar la brotación, se recomiendan aplicaciones foliares de Hidrazida Maleica en la concentración de 0,4%, es decir 4,8 kgs. de ingrediente activo en 1200 litros de agua por hectárea, lo cual equivale a 3,5 galones del producto comercial.

Según Luján (1978) aplicaciones realizadas a medio día dan los mejores resultados. El mismo autor logró control satisfactorio de la brotación durante 2 meses en papa criolla.

3. INVERSION EN ALMACENAMIENTO

Como se planteó al comienzo de esta charla uno de los objetivos que se persigue al almacenar semilla de papa es garantizar el máximo retorno a la inversión realizada. Esta condición no se logra necesariamente con el mejor sistema técnico de almacenamiento. Así por ejemplo en almacenes sofisticados con refrigeración si bien se logra disminuir al máximo las pérdidas ocasionadas durante el almacenamiento comparados con otro tipo de almacén más sencillo, los costos de inversión pueden resultar muy elevados. Por consiguiente es indispensable hacer

una evaluación para determinar hasta que punto los mayores rendimientos por pérdidas menores justifican una inversión dada .