

# Conservación frigorífica de papa para semilla

---

**Ing. Agr. PEDRO MENENDEZ LEES**

Profesor de Industrias Agrícolas  
Director de la Estación Experimental del Frío

**Ing. Agr. GUALBERTO BERGERET**

Ayudante de la Estación Experimental del Frío

---

Son diversos los factores que contribuyen a dificultar la conservación de la papa, tubérculo de consumo profusamente generalizado en todos los países civilizados. Los accidentes que sobrevienen durante su cultivo, los defectos en la cosecha, las imperfecciones en la conservación, además de la pérdida de materia seca, en este período a consecuencia de los procesos vitales que tienen lugar en el tubérculo, constituyen el conjunto de factores que provocan que el hombre solo llegue a consumir, a lo sumo, el 85 o el 90 % de la cosecha total. En efecto: la adecuada y correcta conservación de la papa está influenciada no solo por su apropiado almacenaje, sino también por las condiciones de su vida anterior y por el tratamiento que ha recibido, lo que significa que el proceso de la conservación de la papa exige cuidados y presenta dificultades que obligan a una cuidadosa y constante atención.

Desde 1931 venimos practicando observaciones al respecto cuyos resultados trataremos de resumir en el presente trabajo, en lo que se refiere a los efectos de las bajas temperaturas en la conservación de papas para semilla.

En efecto: en la conservación frigorífica de la papa se debe diferenciar los tubérculos para semilla y los tubérculos para consumo.

La papa de semilla se debè procurar conservar en condiciones inmejorables, durante todo su período de almacenaje. Se prolongará su vida en forma que su aspecto y composición a la salida de las cámaras sea casi idéntico a su aspecto y composición al comienzo del almacenaje. Todo accidente o defecto que pueda

acaecer o adquirir el tubérculo, se traducirá luego en pérdida de rendimiento, o de calidad, en el cultivo futuro.

La intervención del frío en la conservación de la papa de semilla, sobre todo en los países de clima no apropiado para el cultivo de ese tubérculo, se ha reconocido, además, como de una necesidad fisiológica.

El Dr. A. BOERGER en su obra magistral "Observaciones sobre Agricultura" dice al respecto lo siguiente "En lo referente a la degeneración que se observa como lo normal con todas las semillas de papas introducidas en el país haciendo así necesaria su renovación continuada, no cabe duda de la influencia decisiva del clima que le quita a la papa la posibilidad del descanso vegetativo imprescindible para la regeneración de sus energías reproductoras. (1).

La importación de papas es un rubro de consideración en nuestra economía. Transcribimos a continuación los datos respectivos que nos han sido proporcionados por el Señor Director de Aduanas Don CARLOS BALDOMIR, que engloban la papa de semilla y de consumo abarcando el período de 1926-1933. (Págs. 5 y 6).

En cuanto a las papas de consumo debe tenerse en vista, además de prolongar su vida, que es necesario fundamentalmente conservar al máximo sus cualidades comestibles.

El Ing. Agr. AGUSTIN TRUJILLO PELUFFO nos proporcionó en el mes de Julio de 1930, una pequeña cantidad de semillas de papas de la variedad "Producteur", la que fué cultivada en la Granja Modelo de Sayago.

La cosecha se efectuó en la primera quincena de Enero de 1931 y once días después entraron las papas a cámara fría.

Se experimentó la influencia del frío en la conservación de esta variedad y se mantuvieron las papas en cámara hasta el 1.º de Setiembre de 1931, aparte de los testigos correspondientes.

Las papas fueron cuidadosamente cosechadas en todos los casos. Se envasaron en cajones standard, revisando prolijamente el estado de las semillas y separándose las dañadas por cualquier concepto.

Damos a continuación los detalles de las observaciones efectuadas.

Dos lotes cosechados en Enero 15 de 1931 se almacenaron respectivamente en cámaras frías, y en galpón a temperatura ambiente, en Enero 26.

## IMPORTACION DE PAPAS EN EL URUGUAY

PROCEDENCIA	1926		1927		1928		1929		1930	
	Kilos	Valores \$								
Alemania . . . . .	628.286	37.398	244.908	14.940	339.823	20.377	92.974	5.578	51.955	3.117
Argentina . . . . .	36.492.954	2.189.577	38.671.945	2.320.317	29.829.426	1.789.766	26.984.019	2.219.041	47.191.180	2.831.471
Bélgica . . . . .	167.760	10.055			43.545	2.613	101.490	6.089		
Brasil . . . . .	15.000	900			270.685	16.241				
Dinamarca . . . . .	169.155	10.149	97.163	5.230						
España . . . . .	27.360	1.642	15.500	980			1.471.627	88.298	246.325	14.780
Estados Unidos . . . . .	35.217	2.114	199.625	11.978	175.955	10.557	83.015	5.291	3.400	204
Francia . . . . .	723.129	43.928	79.410	4.765	232.555	13.963	510.377	30.623	157.564	9.436
Gran Bretaña . . . . .	2.513.353	150.813	11.915	715	490.038	29.405	1.723.719	103.723	1.013.447	60.807
Holanda . . . . .	2.239.230	134.354	200.806	12.048	1.390.138	83.408	2.007.154	120.429	1.587.323	95.229
Italia . . . . .	186.653	11.194	410	25	169.270	10.156	136.455	8.187		
Noruega . . . . .	57.145	3.429								
Nueva Zelanda . . . . .	1.137.197	68.232								
Portugal . . . . .							59.760	3.586		
Chile . . . . .										
	44.396.554	\$ 2.663.795	39.510.790	\$ 2.370.946	32.941.235	\$ 1.976.476	43.190.590	\$ 2.590.835	50.250.894	\$ 3.015.054

## IMPORTACION DE PAPAS EN EL URUGUAY (Cont.)

PROCEDENCIA	1931		1932		1933		(1926 - 1933) TOTALES	
	Kilos	Valores \$	Kilos	Valores \$	Kilos	Valores \$	Kilos	Valores \$
Alemania . . . . .	24.210	1.393			355	21	1.375.421	82.834
Argentina . . . . .	24.660.943	1.479.657	33.752.427	2.025.141	27.118.463	1.627.108	274.701.300	16.482.093
Bélgica . . . . .							312.765	18.767
Brasil . . . . .							285.685	17.141
Dinamarca . . . . .							256.323	15.379
España . . . . .	161.520	10.315					1.032.732	115.965
Estados Unidos . . . . .					950	57	503.162	30.191
Francia . . . . .	21.600	1.296			287	17	1.733.622	104.018
Gran Bretaña . . . . .	91.660	5.500			537.260	33.236	6.336.647	358.199
Holanda . . . . .			302.434	23.579	1.809.465	104.592	9.627.500	577.649
Italia . . . . .							492.688	29.562
Noruega . . . . .							57.145	3.429
Nueva Zelanda . . . . .					1.632.481	97.949	2.769.688	166.181
Portugal . . . . .							59.760	3.596
Chile . . . . .					1.430	86	1.430	86
	24.969.333	\$ 1.493.161	34.145.411	\$ 2.048.725	31.101.091	\$ 1.866.066	300.495.948	\$ 18.190.060

Se mantuvo una cámara, durante el período de conservación o sea hasta el 1.º de Setiembre — 218 días — a la temperatura de 5°C (promedio) con oscilaciones en más y en menos de hasta 1°C. y con 85-90 % de humedad relativa. Otra cámara se mantuvo durante el mismo período de tiempo a 2°C. e igual régimen de humedad.

**Pérdida de peso durante el período de conservación**

	Enero 26	Marzo 23	Pérdida 54 días	Julio 21	Pérdida 176 días	Set. 16	Pérdida 218 días
	Kgrs.	Kgrs.	%	Kgrs.	%	Kgrs.	%
Semilla conservada a 2°C.	54.100	52.750	2.50	50.750	6.19	49.930	7.70
Semilla conservada a 5°C.	54.220	52.060	3.98	49.790	8.17	48.370	10.78
Semilla testigo	54.150	50.550	6.64	47.050	13.11	44.120	18.52

Del cuadro que antecede surge que las papas conservadas a menor temperatura, 2°C, perdieron sólo el 7.70 % de su peso total, en tanto que las mantenidas a la temperatura ambiente perdieron 18.52 %, o sea 10.82 % más.

La conservación a 5°C. también acusó una pérdida de peso mayor de los tubérculos, en comparación con el almacenaje a 2°C, elevándose la pérdida en este caso a un 3.08 %.

A 5°C. la pérdida fué de 7.74 % menos que a la temperatura ambiente.

Los resultados de los análisis químicos del tubérculo, que damos a continuación, ponen de manifiesto las características de la evolución de sus constituyentes, en el transcurso de la observación.

**Composición química de la papa variedad "Producteur" conservada a 2°C.**

	En Enero 26	En Setiembre 1.º	Variación
Agua .....	79.35	72.79	-6.56
Fécula .....	16.52	14.77	-1.75
Azúcar .....	0.72	1.47	+0.75
Substancia mineral .....	0.65	0.62	-0.03
Celulosa .....	0.80	0.76	-0.04
Substancia azoada	1.92	1.85	-0.07

**Pérdida de peso total % 7.70**

**Composición química de la papa variedad "Producteur"  
conservada a 5º C.**

	En Enero 26	En Setiembre 1.º	Variación
Agua .....	79.35	70.77	—8.58
Fécula .....	16.52	14.50	—2.02
Azúcar .....	0.72	0.83	+0.11
Substancia mineral .....	0.65	0.60	—0.05
Celulosa .....	0.80	0.71	—0.09
Substancia azoada .....	1.92	1.71	—0.11

**Pérdida de peso total % 10.78**

**Composición química de la papa variedad "Producteur"  
conservada a temperatura ambiente: 15º a 20º C.**

	En Enero 26	En Setiembre 1.º	Variación
Agua .....	79.35	68.38	—10.97
Fécula .....	16.52	10.30	— 6.22
Azúcar .....	0.72	0.09	— 0.63
Substancia mineral .....	0.65	0.58	— 0.07
Celulosa .....	0.80	0.70	— 0.10
Substancia azoada .....	1.92	1.39	— 0.53

**Pérdida de peso total % 18.52**

Los cuadros que anteceden ponen de manifiesto el grado de influencia de las diversas temperaturas ensayadas sobre la composición química del tubérculo.

Los datos registrados permiten apreciar el efecto de las distintas temperaturas sobre la evolución de la materia seca, (fécula, azúcar, celulosa, sales minerales, substancia nitrogenada). Igualmente se puede apreciar la variación en el contenido de agua, influenciado durante su conservación también por el régimen de humedad ambiente.

Durante su conservación la papa pierde peso, en primer lugar por la evaporación de parte de su agua; luego, por obra de fenómenos diastásicos diversos. El más importante es el provocado por la diastasa o amilasa, fermento que sacrifica la fécula.

El azúcar formado, glucosa, a su vez es utilizado luego por el tubérculo, oxidándose en el proceso de la respiración de sus tejidos, que continúan viviendo.



Hemos ya expresado que por obra de la amilasa se sacarifica la fécula de la papa. También hemos expresado que la respiración del tubérculo es un fenómeno oxidante de su glucosa.

A bajas temperaturas la respiración es poco intensa y no alcanza a quemar todo el azúcar formado en el proceso de sacarificación del almidón. Se acumula entonces glucosa. Cuando su porcentaje ya sobrepasa 1,15 %, adquiere entonces un gusto dulzón, desagradable, que la hace inapropiada para el consumo.

La sacarificación del almidón y la combustión de la glucosa son fenómenos que casi se equilibran, cuando la temperatura de conservación es de 5° C. Lo que significa que 5° C. es la temperatura límite mínimo para la conservación de papa de consumo, para que no adquiera sabor dulce.

Hemos podido comprobar que la buena y eficaz conservación de la papa de semilla, requiere que el tubérculo sea sano y cosechado bien maduro.

El adecuado grado de madurez significa que el almacenamiento de las substancias de reserva, en el tubérculo, después de su elaboración, en las hojas, se ha cumplido en forma debida, lo que asegura un producto de correcta composición, no excesivamente acuoso y con su epidermis que ha alcanzado su mayor grado de resistencia, con lo que se evita su peladura, a consecuencia de roces y golpes que al dejar la carne al descubierto, favorece luego la infección microbiana.

En la conservación de semilla, y en general de toda papa, las temperaturas lo más baja posible, cercana a su punto de congelación, aseguran una protección más eficaz contra los microbios, especialmente de la podredumbre.

Por otra parte, la pérdida de materia seca a bajas temperaturas se reduce al mínimo (con adecuado grado de humedad).

El conocimiento del punto de congelación de las papas es, por consiguiente, necesario a fin de poder establecer con precisión las condiciones óptimas de conservación frigorífica.

La investigación del punto de congelación ha revelado que no puede establecerse una temperatura de congelación fija, constante ni aún para cada variedad. En efecto: se han constatado variaciones en el punto de congelación de distintas variedades, y para cada variedad se ha podido también determinar que sobre la

temperatura de congelación ejercen influencia la composición del suelo, el momento y la época de la cosecha, etc., etc.

En el Uruguay podríamos tomar como límite extremo de temperatura de conservación frigorífica -1° C. En numerosas investigaciones del punto de congelación hemos obtenido valores más bajos, hasta de -19° C. pero también hemos observado puntos de congelación de -0°8 C. (Proseguimos con la investigación de las temperaturas de congelación).

Una exposición breve de la papa a su temperatura de congelación puede no llegar a tener consecuencias desfavorables, sobretodo si las papas hace ya tiempo que han sido almacenadas, soportando bajas temperaturas. En cambio, si se somete a temperaturas de congelación a papas que recién reciben conservación frigorífica, la avería es notoria y rápida, aún cuando es también de duración variable, con las diferentes variedades, principalmente, la aparición de la alteración de sus tejidos.

En algunos casos, basta que transcurran unos minutos de producida la congelación para hacerse ya notoria la alteración de los tejidos. En general, sin embargo, la resistencia es algo mayor pudiéndose establecer que solo es perceptible la alteración en los tejidos de la papa, recién introducida en una cámara a baja temperatura, después de soportar durante más de 10 minutos su temperatura de congelación.

Se ha constatado, en cambio, la mayor resistencia de los tubérculos a temperaturas inferiores a las de su congelación, cuando ha sido prolongada su conservación anterior a temperaturas vecinas a 0°. En esas condiciones, MULLER-TURGAU ha comprobado que algunas variedades de papas han podido llegar a soportar temperaturas, sin daño, de -4°2 y también hasta de -6°5 C. (3).

JONES, MILLER Y BAILEY describen tres tipos de necrosis, como consecuencia de excederse del límite mínimo de temperaturas durante la conservación frigorífica. (4).

Debe hacerse notar que la magnitud del daño producido por las temperaturas de congelación, aumenta con la duración de la exposición, después de ya producida la congelación de los tejidos.

Los autores citados describen así los tres tipos de necrosis:

**Necrosis de tipo neto:** Acusa un ennegrecimiento más o menos general de las ramificaciones de los elementos vasculares, especialmente de los más delgadas, y que se extiende como una red hacia la médula del tubérculo.



**Necrosis de tipo anular:** Se caracteriza por un ennegrecimiento más pronunciado de los tejidos adyacentes a los elementos vasculares. Dicha zona puede ser: ancha y difusa, o estrecha e intensamente negra.

**Necrosis de tipo a pustulas:** Constituye un tipo no tan bien definido como los anteriores. El ennegrecimiento aparece bajo las formas de pequeñas manchas ovoidales, o bien de grandes manchas irregulares. Su coloración puede ser del gris opaco hasta el negro. Las manchas generalmente se localizan en el tejido vascular y en el corte pudiendo aparecer también en la médula.

Los tipos de necrosis neta y anular se producen en los comienzos de la avería. En el caso de una exposición al frío más prolongada, se acentúa entonces el tipo de necrosis anular, transformándose en necrosis a pústulas.

En el curso de nuestras observaciones hemos podido constatar que es absolutamente necesario que las papas entren en las cámaras de conservación a baja temperatura, con su epidermis completamente regenerada, cuando ésta ha sido dañada a consecuencia de desgarraduras o machucones producidos ya sea en la cosecha, o en el transporte.

La epidermis sana impide la invasión de los tejidos por los agentes de la podredumbre, de los *Fusarium* especialmente, que son los grandes enemigos de la papa durante su conservación. Justificamos en este momento nuestra insistencia al recomendar la manipulación cuidadosa del tubérculo, a fin de evitar su infección y facilitar, por consiguiente, su correcta conservación ulterior.

Si pese a todos los cuidados tenemos papas con heridas en su epidermis debemos procurar la regeneración de los tejidos averiados antes de someter la papa a bajas temperaturas.

En efecto, los trabajos de ARTSCHWAGER han demostrado que no hay formación de ninguna célula del periderma a temperatura inferior a 7° C. A 7° aparecen las primeras células del periderma. En la variedad "Yrish Cobbler", después del noveno día. En la "Russer Rural" y otras variedades, hasta los 10 días no se nota aparición de células suberosas, según el observador citado.

A 10° C. en la "Yrish Cobbler", aparecen a los cuatro días; en las otras a los seis días.

A 15° C. se observaron al tercer día.

A 21° C. y temperaturas superiores, al segundo día, en cualquier variedad. (5).

Una vez comenzada la suberización, a temperatura elevada, desarrolla rápidamente, y ya entre el tercero y el cuarto día han formado varias capas de células nuevas.

La humedad relativa desempeña un rol importante en la suberización y desarrollo del periderma. En diversas variedades conservadas durante seis días a 12° C. con 64 % de humedad, solo se manifestaron las fases iniciales de la suberización. A 74 % de humedad hasta dos capas de células se suberizaron perfectamente.

Los efectos fueron análogos a temperatura de almacenaje más bajas. A 6.5 C. y 70 % de humedad se notó una suberización acentuada después de un periodo de 53 días. Pero no se formó periderma.

En todos los casos a 95 % se constató un periderma bien desarrollado.

Aconsejamos, por consiguiente, que las papas averiadas y más todavía si no han alcanzado su completo grado de madurez, se conserven previamente a su entrada en frigorífico, en un local limpio, con temperatura alrededor de 15° y humedad a 85-90 %, por lo menos durante una semana. Se consigue así la reconstitución de los tejidos epidérmicos dañados.

Este fenómeno de regeneración de los tejidos se explica por que el tubérculo es un organismo vivo, que puesto en condiciones adecuadas, sobre todo de humedad y de temperatura, es capaz de regenerar nuevos tejidos celulares en substitución y similares a los tejidos originales desaparecidos.

La regeneración de los tejidos de la papa a que hemos hecho referencia es una operación que prácticamente solo puede realizarse por el productor en su chacra, o por el intermediario en el momento del envasado.

Pero puede omitirse este cuidado y llegar entonces al frigorífico de conservación, papas que la inspección de los envases revela están dañadas en su epidermis.

La función del frigorífico y las comodidades de que se dispone, no permitirán por lo general aplicar el tratamiento que hemos indicado. Puede suplirse, no obstante, pero con desventajas, con este otro. Se dá entrada a la papa a la antecámara, la que se procurará mantener a una temperatura cercana á 10° C. y humedad elevada (de ser posible 90-95 %). La ventilación debe ser entonces lo más enérgica y frecuente posible. En esas condiciones se consiguió la regeneración de los tejidos en un período de unas tres semanas. Luego puede entrar la papa a cámara fría.

Es recomendable separar siempre de cámara las papas que no presenten condiciones adecuadas para una buena conservación, a fin de evitar la infección de las demás.

Por debajo de 1° C. hay acumulación sensible de azúcar en los tejidos de la papa. Por encima de 3°3 a 3°5 C. la actividad fisiológica de los tejidos comienza a reanudarse, lo mismo que la intensidad de la respiración.

De manera que entre 1° C. y 3° C. puede conservarse en general la papa para semilla en perfectas condiciones.

Si se notase en cualquier momento un comienzo de germinación de los tubérculos almacenados, se hará uso de temperaturas inferiores de conservación.

Al iniciar la conservación frigorífica de las papas es necesario hacer uso de las temperaturas más bajas a fin de rápidamente poner el producto en régimen adecuado, pero debe extremarse la vigilancia.

La experiencia demuestra, por otra parte, que un porcentaje grande de pérdidas puede producirse en el período inicial de la conservación por insuficiencia o excesiva lentitud de la refrigeración. Luego puede mantenerse la temperatura entre los límites indicados.

La regulación de la humedad tiene también importancia fundamental en una correcta conservación frigorífica.

El grado higrométrico debe ser: **suficientemente bajo**, a fin de impedir la condensación de humedad sobre el tubérculo lo que predispondría y facilitaría su ataque por los microbios, y en especial por los que producen la podredumbre de la papa, y **suficientemente elevado**, para impedir o mantener dentro de límites tolerables, la desecación del tubérculo.

La experiencia ha demostrado, en general, que 85 % de humedad es un grado apropiado para obtener un buen resultado. Puede oscilar entre 75 y 90 %, sin daño aparente, en las condiciones generales de conservación.

No obstante, durante la conservación frigorífica debe evitarse cuidadosamente las oscilaciones en el régimen de temperatura de conservación. El agua transpirada, al bajar la temperatura, luego

se condensa sobre la superficie del tubérculo creando así un ambiente favorable para la multiplicación de los gérmenes.

Es indispensable, por consiguiente, prestar también atención preferente a la **ventilación** adecuada de las cámaras, con lo que se consigue proporcionar el aire necesario para satisfacer las exigencias en oxígeno del tubérculo, lo mismo que para regular la temperatura y el grado de humedad, cuando lo requiera la buena conservación.

La investigación diaria del contenido de anhídrido carbónico en la atmósfera de las cámaras es una precaución conveniente, para lo cual puede hacerse uso de aparatos diversos.

LAMBRECHT de GOTTINGEN ha puesto en aplicación su "Carboacidómetro" que es de sencillo manejo.

Según RASMSSON, el contenido de  $\text{CO}_2$  en el aire de las cámaras no debe exceder de 12 %o. (6).

Antes y después de almacenar papas en las cámaras conviene efectuar una desinfección escrupulosa de las mismas, para prevenirse de las infecciones de hongos y bacterias que atacan y dañan el producto.

Para ello es recomendable desinfectar las cámaras con lechada de cal a la que se ha agregado 1 % de sulfato de Cobre.

Durante la conservación debe vigilarse constantemente el estado del producto y retirar de inmediato el que no se encuentre en buen estado.

En resumen, durante la vida latente de la papa para semilla en las cámaras frías de conservación se debe prestar atención a:

- 1.º **Proporcionar la cantidad necesaria de oxígeno** (respiración tubérculos), **evitando se acumule exceso de anhídrido carbónico** (ventilación).
- 2.º **Evacuar el exceso de humedad** (transpiración) **para evitar su acumulación sobre las papas por condensación.**
- 3.º **Mantener una temperatura constante** (para evitar los inconvenientes indicados) **y cuidar de no descender de la temperatura de congelación.**

Todo esto se consigue prestando cuidadosa y constante atención al régimen de temperatura, humedad y ventilación de las cámaras frías, dentro de las normas que se han expuesto en el presente trabajo.

**BIBLIOGRAFIA**

- (1) ALBERTO BOERGER. — Observaciones sobre Agricultura. Montevideo. 1928. Pág. 289.
  - (2) TSEREVITINOV et SPYTSINA. — Influence de la temperature de conservation des pommes de terre sur leur composition chimique. Actes du V Congres International du Froid. 1928. Vol. IV. Pág. 71.
  - (3) R. C. WRICHT and H. C. DIEHL. — Freezing injury to potatoes. Dept. of Agr. U.S.A. Technical Bull. N.º 27. 1927.
  - (4) Bulletin des Renseignements Frigorifiques. Enero-Febrero 1928. P. 464.
  - (5) E. ARTSCHWAGER. — Wound periderm formation in the potato as affected by temperature and humidity. Journal Agricultural Research. 1927. N.º II.
  - (6) LORENZ RASMUSSEN. — La conservation des fruits en frigorifique. Actes du V Congres International du Froid. 1928. Vol. IV. Pág. 346.
-