

# PROCESAMIENTO DE PAPA CRIOLLA PRECOCIDA Y CONGELADA MEDIANTE LA TECNICA DE CONGELACION INDIVIDUAL (IQF), EN SEIS GENOTIPOS PROMISORIOS DE PAPA CRIOLLA (*Solanum phureja*)

Processing of Creole potatoes (*S. phureja*) through individual quick freezing and precooling (IQF), of six promising genotypes

Jesús Elías Rivera Velasco<sup>1</sup>  
Aníbal Herrera Arévalo<sup>2</sup>  
Luis Ernesto Rodríguez Molano<sup>2</sup>

## RESUMEN

Se evaluó el comportamiento industrial de seis clones promisorios de papa criolla provenientes de hibridación interespecífica cultivados en tres localidades (Soacha, Duitama y Mosquera) en los procesos de papa precocida y congelada IQF (Individual Quick Freezing). Como testigo se utilizó la variedad común Yema de Huevo o "Clon 1". Las variables evaluadas fueron: peso seco, gravedad específica, rendimiento en el proceso, número de ojos por tubérculo, profundidad de los ojos y tipo de piel.

Se encontró que la mayoría de las variables, a pesar de ser definidas por el genotipo, son afectadas por las condiciones ambientales. Los tubérculos producidos en Marengo, presentaron bajos contenidos de materia seca, característica apropiada para la elaboración de papa precocida. El clon 98-71.26, presentó alto potencial para ser procesado en forma precocida, debido a sus bajas pérdidas en precocción y sus características organolépticas similares al "Clon 1", adicionalmente presentó un alto valor heterótico para la variable rendimiento. En la papa precocida y congelada la ausencia de defectos, el aroma y sabor y el color de la piel son los atributos más importantes. La papa precocida conservó sus características organolépticas iniciales por más de seis meses de almacenamiento.

A partir de las exigencias de los consumidores en los diferentes productos se debe priorizar la búsqueda, por parte de los fitomejoradores, de los atributos de calidad necesarios para el proceso de precocción, entre estos se destacan: tubérculos redondos y pequeños, con ojos superficiales, piel lisa, color característico a la papa criolla y bajo contenido de materia seca.

**Palabras claves:** Papa criolla, procesamiento industrial, papa precocida y congelada, análisis sensorial, materia seca, gravedad específica, evaluación de clones.

## SUMMARY

Six promising hybrid clones of *Solanum phureja* were tested in three Colombian locations (Experimental Stations of ICA- San Jorge, (Soacha), at 3000 mosl, ICA-Surbata, (Duitama) at 2500 mosl, and UN-Marengo, (Mosquera) at 2600 mosl).

In addition to yield, they were evaluated for quality of precooling and freezing conditions for caning (Individual Quick Freezing, IQF). The most cultivated clone in the country cvr Yema de Huevo, (clone No. 1) was used as a comparative check.

The factors studied on the tubers were dry weight, specific gravity, number of eyes, eyes depth, kind of peel and final total yield after processing.

It was found the most characters studied were not only affected by the genotype but also by the environmental conditions. The tubers from Marengo showed low contents of dry matter which is better for precook potato treatment.

The hybrid clone 98-71.26 presented higher yields for precooling, and the organoleptic characters were as good as the check variety Yema de Huevo, and in addition had heterosis for higher general yield, keeping its good organoleptic characters during six months in storage.

The most important characters for the cooking and freezing potato treatments are the shape and skin color. The most desirable characters for the consumer acceptance of new cultivar of *S. phureja* are round and small tubers (+/- 2-3cm), shallow eyes, smooth peel, and low contents of dry matter which prevents tuber disintegrations.

**Key Words:** Clones evaluation, precook and frozen potato, organoleptic characters, dry matter, specific gravity.

- Fecha de recepción 3 de junio de 2002  
- Aceptado para publicación 25 de marzo de 2003

<sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Colombia

<sup>2</sup> Profesores Asociados, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía

## INTRODUCCION

El uso mundial de la papa está trasladando el mercado de papas frescas y como alimento para ganado, hacia los productos procesados tales como papas fritas (hojuelas), papas prefritas (a la francesa) y papas congeladas y deshidratadas. El procesamiento de la papa es el sector de más rápido crecimiento dentro de la economía mundial de este tubérculo, tendencia que puede ser vista en países como Argentina, China, Colombia y Egipto (CIP/FA, citado por Moreno, 2000). La tendencia reciente en el procesamiento de la papa se concentra en productos deshidratados (harinas, hojuelas, gránulos, conglomerados, tajadas secas y otros productos congelados derivados de la papa), papa pelada, almidón, alcohol y papa precocida (Estrada, 2000).

La papa criolla es un cultivo alimenticio típico de las tierras altas de los Andes, cuya calidad depende del microclima, altura, radicación solar y luminosidad de los ecosistemas donde se produce. Un programa de exportación de papa amarilla, procesada, beneficiaría directamente a pequeños agricultores, generando un mercado para sus excedentes de producción e incrementándose de este modo la rentabilidad del producto al diversificar sus destinos (Fano *et al.* 1988).

A partir de a partir de 1994, durante la apertura económica Colombiana, se inició la industrialización de este cultivo en las presentaciones de papa precocida y congelada, papa enlatada y papa envasada (Porras, 2000). Dentro de las ventajas que presenta para su industrialización están su ciclo vegetativo corto, bajos costos de producción (Henao, 1998) y menor pérdida de vitaminas durante su procesamiento (Agricultura de las Américas, 1995).

La papa criolla común en el mercado, se caracteriza por presentar una alta diversidad genética, que impide estandarizar algunos procesos industriales, la ausencia de periodo de reposo del tubérculo, hace indispensable ofrecerla en fresco o en distintos grados de elaboración (Del Valle, 1994). Otras desventajas que muestra la papa criolla para su industrialización son: la fluctuación de los precios, la escasa investigación a nivel agroindustrial, la susceptibilidad a la gota (*P. infestans*) y a las heladas (Suárez, 2001).

Actualmente en Colombia el cultivar Yema de Huevo "Clon 1" es el único genéticamente homogéneo, que ha demostrado su alta calidad culinaria y aptitud para ser procesado en forma precocida congelada, pero no reúne las características para procesos industriales, como el enlatado o encurtido, por lo cual, se hace indispensable la generación de nuevos cultivares que reúnan las características de calidad procesable según el producto a elaborar (Rodríguez y Nustez, 2002).

La papa criolla precocida y congelada IQF, se considera como el principal producto procesado de este cultivo y se caracteriza por conservar las características de la papa en

fresco (Pineda, 1996). Presenta un precio de 1.8 \$US a 2.0 \$US la libra, en los supermercados de Miami y Houston (Estados Unidos), y es muy apetecida por el nicho latino, especialmente por los andinos (León, 2001)<sup>3</sup>. Sin embargo, este precio es muy superior a los US\$ 0.6 que valen cinco libras de papa blanca americana; diferencia abismal que no se puede sustentar solo por la calidad, lo que hace necesario adoptar un conjunto de acciones de desarrollo tecnológico y generación de valor agregado que reduzcan los precios unitarios (Fano *et al.* 1998).

En papa la criolla la calidad externa la constituyen, la profundidad de los ojos, el color de la piel y la pulpa, la forma, el tamaño, el verdeamiento, los tubérculos deformados, los agujeros, el corazón hueco, las pudriciones, rajaduras por sequía en la producción (Andrade, 2002). Otros factores importantes en la calidad externa, son la clasificación de los tubérculos en función del producto a elaborar; para la papa criolla precocida y congelada se debe utilizar tubérculos de 2.5 a 4.5 cm de diámetros (Gómez y Ramírez, 2000).

Dentro de las ventajas que presentan los productos IQF, son la fácil y rápida preparación, conservan el sabor, textura y valor nutritivo del producto fresco, ocasionan bajos desperdicios al no necesitar descongelarse del todo, no necesitan de preservantes para su conservación y gracias a los cambios dramáticos de temperatura se reduce de forma importante la presencia de microorganismos (Infoagro.com. 2001).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta de seis genotipos híbridos avanzados, en el proceso de elaboración de papa precocida y congelada mediante la técnica IQF.

## MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron tubérculos con diámetros de dos a cuatro centímetros de genotipos redondos amarillos provenientes de hibridación interespecífica del programa de mejoramiento genético de la Universidad Nacional de Colombia (cuadro 1), seleccionados preliminarmente por Gutiérrez y Medina (2000), por su color, forma, profundidad de ojos y potencial de rendimiento de tubérculos. Su cultivo se realizó en el centro de investigación Marengo (Mosquera, Cundinamarca), y los centros experimentales ICA- San Jorge (Soacha, Cundinamarca) e ICA-Surbata (Duitama, Boyacá).

El manejo agronómico de los materiales fue el acostumbrado para un cultivo comercial. El procesamiento se realizó en las instalaciones de la Planta de Vegetales del Instituto Colombiano de Tecnología de Alimentos (ICTA) de la Universidad Nacional de Colombia. La congelación IQF y almacenamiento de la papa precocida se efectuó en la empresa COLFRIGOS S.A.

<sup>3</sup> Ingeniería Agrónoma, interesada en la exportación de papa criolla precocida y congelada. Conversación personal.

Cuadro 1. Genealogía de los clones evaluados y su potencial productivo

CLON	PROGENITORES		RENDIMIENTO (kg/Ha)
	MADRE	PADRE	
98-70.17	<i>S. gon</i> (var. Amarilla Tumbay) x <i>S. phu</i> (var. Clon 1)”		14.557
98-71.26	<i>S. phu</i> (var. Clon 1) x <i>S. gon</i> (var. Amarilla Tumbay)		19.422
98-71.9	<i>S. phu</i> (var. Clon 1) x <i>S. gon</i> (var. Amarilla Tumbay)		15.372
98-69.6	<i>S. tub</i> (var. Parda Pastusa) x <i>S. phu</i> (var. Clon 1)		12.187
98-69.9	<i>S. tub</i> (var. Parda Pastusa) x <i>S. phu</i> (var. Clon 1)		13.888
Variedad Yema de huevo “Clon 1”	Selección clonal (2x = 2n = 24)		13.863

FUENTE: Gutiérrez y Medina, 2000.

### Descripción de los procesos de elaboración

De cada material se seleccionaron diez Kg. de tubérculos sanos. A estos se les realizó un lavado asperjando chorros de agua caliente a presión, al tiempo que se agitaban los tubérculos manualmente dentro de una canasta. Después de este proceso se evidenciaron tubérculos con galerías y otros daños que no se habían detectado, por lo que hubo necesidad seleccionar por sanidad (Figura 1).

La precocción se realizó en agua caliente, utilizando una marmita abierta. Para establecer el tiempo de precocido, se ejecutaron ensayos preliminares usando como indicador la prueba de la peroxidaza, prueba que consiste en adicionar una gota de solución de agua oxigenada y una de guayacol en una de las mitades del tubérculo. La presencia de manchas café o rojizas en una de las partes, indica que la enzima aún esta activa por lo que el proceso se debe extender por más tiempo, hasta lograr que éstas no aparezcan.

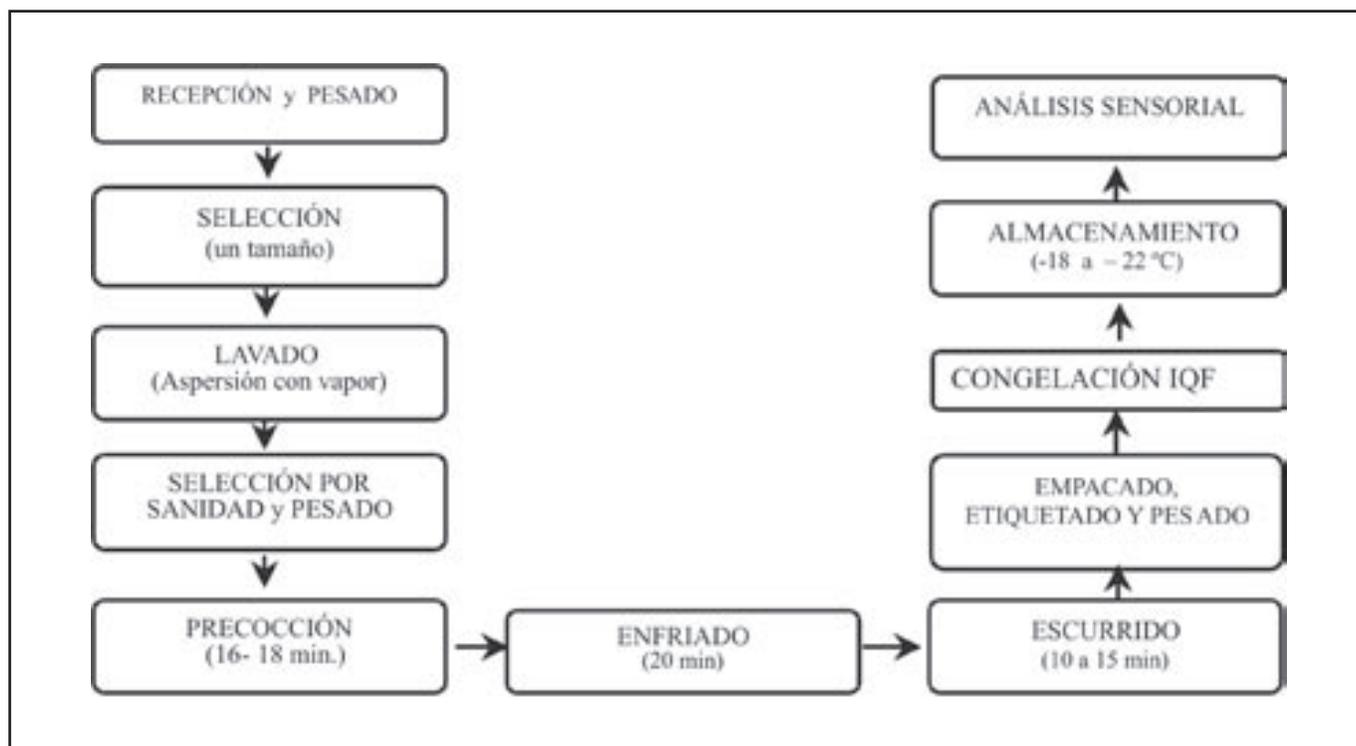


Figura 1: Flujo de procesos para la elaboración de la papa criolla precocida congelada IQF

El enfriado se llevo a cabo, por inmersión en agua a cinco grados centígrados, por espacio de 20 minutos. Para el escurrido se emplearon canastillas metálicas de acero inoxidable en donde permanecieron por 15 minutos y cuyo objeto fue eliminar el agua adherida a los tubércu-

los para evitar la formación de cristales de hielo dentro de la bolsa al momento de realizar la congelación IQF.

En el empacado se emplearon bolsas de polietileno transparente calibre dos. Previo a la congelación, se pasaron

por un túnel de ventilación donde se acondicionaron a tres grados centígrados y posteriormente ingresaron al túnel IQF. Este mecanismo consta de ventiladores que emiten aire forzado a  $-30^{\circ}\text{C}$ , el cual evita que las piezas individuales se peguen; adicionalmente, la banda del túnel produce vibración que ayuda a romper cualquier unión entre las piezas. Finalmente los tubérculos precocidos congelados permanecieron en almacenamiento por un periodo de cinco meses en un cuarto frío con temperaturas de  $-18$  a  $-22^{\circ}\text{C}$ .

Se realizó un análisis sensorial para determinar el comportamiento de las características organolépticas de los clones precocidos. Para ello se efectuaron pruebas periódicas por espacio de cinco meses empleando ocho jueces previamente instruidos y cuya metodología se explica en Rivera (2002).

### Variables evaluadas

Se calculó el peso seco y la gravedad específica de cada material, tomando seis tubérculos al azar. El peso seco se determinó, secando las muestras en un horno a tempera-

tura de  $105^{\circ}\text{C}$  durante dos días. La gravedad específica se determinó por el método de peso en aire y peso en agua, propuesto por Gould (1999).

Para determinar el rendimiento en precocción de la papa, se determinó en porcentaje de papas completas después del proceso, para el análisis estadístico se utilizaron tres repeticiones, como testigo se utilizó el "Clon 1". Los datos se analizaron mediante un DCA, con estructura factorial  $3 \times 6$  (tres localidades y seis tratamientos o genotipos). Para comparación de las medias se aplicó la prueba de Tukey.

También se calculó la velocidad de congelación en la papa precocida durante el paso por el túnel de congelación IQF. Para esto se colocó una termocupla en el interior del tubérculo y otra en la superficie de este, que midieron la temperatura cada minuto. A los datos obtenidos se les aplicó fórmula:  $V = \text{diámetro papa} / 2t$ , en donde  $t$  es el tiempo necesario para llevar la papa desde  $0^{\circ}\text{C}$  hasta  $10^{\circ}\text{C}$  por debajo del punto de inicio de la congelación (Guzmán y Segura 1991).

Cuadro 2: Cuadrados medios para el rendimiento de los clones después de la precocción.

Fuente de variación	G.L	MS	CV	R <sup>2</sup>
Localidad (A)	2	1120.41 **		
Clon (B)	5	215.514 **		
A*B	10	60.1677 *	9.91	88.74
Error	36	13.8146		

Nota: GL, Grados de Libertad; MS, Materia Seca; CV, Coeficiente de Variación; R, Coeficiente de determinación. \*\*, Significativo al 1%.

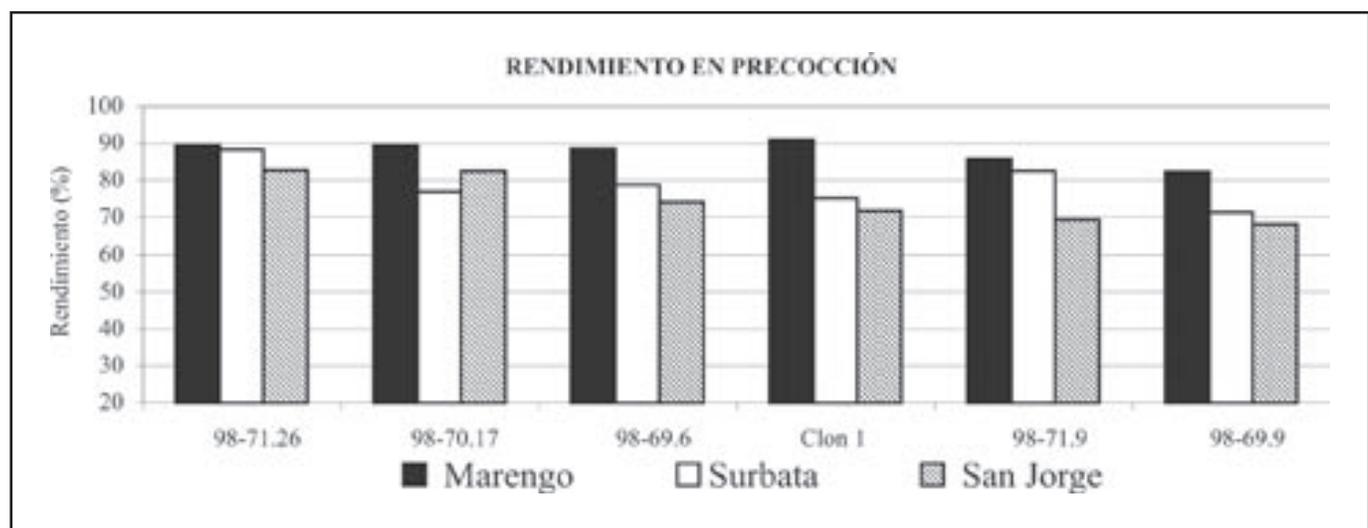


Figura 2: Comportamiento de los clones y localidades después de la precocción.  $p < 0.05$

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Rendimiento durante la precocción

Se encontró que la inactivación de la enzima peroxidasa en las papas precocidas depende del diámetro del tubérculo. Los tubérculos de Surbata y Marengo que en promedio fueron los más grandes, se precociaron a los 18 minutos, mientras que los provenientes de San Jorge, por ser más pequeños, fue a los 16 minutos.

La respuesta de los materiales a la precocción, presentó diferencias altamente significativas entre clones, localidades y su interacción (cuadro 2). Los clones 98-98-71.26 y 98-70.17 presentaron pérdidas menores al testigo "Clon 1", mientras que el clon 98-69.9 presentó el mayor porcentaje de tubérculos abiertos en las tres localidades debido posiblemente a su alto contenido de materia seca.

La interacción clon por localidad (Grafico 5), indica que el rendimiento de los clones fue diferente en cada localidad. Sin embargo esto se atribuye posiblemente a un diferencial de humedad de las muestras al realizar el pesado.

La prueba de comparación de medias, indica que el rendimiento en precocción presenta diferencias altamente significativas entre localidades. La localidad Marengo presentó el rendimiento más alto, debido a su menor contenido de materia seca, esto es corroborado por el coeficiente de correlación negativo hallado entre las dos variables ( $r = -0.624$ ), el cual indica que a medida que aumenta el nivel de materia seca en la papa, se produce mayor desintegración de la misma, en el momento de la precocción. Además, se encontró que los clones prove-

nientes de la localidad Marengo son más aptos para el proceso de enlatado, ya que el proceso térmico requiere una etapa de esterilización a 120 °C por espacio de 15 a 20 minutos, el cual afecta la ruptura de los tubérculos con alto contenido de materia seca.

También se observó que los tubérculos de mayor diámetro se abren con mayor frecuencia, lo que puede ser la explicación de las mayores pérdidas ocurridas en el clon 98-69.9. Una explicación morfológica sería que los tubérculos grandes presentan una epidermis más delgada que los pequeños, constituida por células grandes y delgadas, que son más susceptibles a la ruptura durante el proceso térmico.

Una alternativa para disminuir la ruptura de los tubérculos en el proceso de precocción consiste en sumergir los tubérculos en agua con Cloruro de Calcio ( $\text{CaCl}_2$ ), además este mejora considerablemente la textura de la papa precocida (Rubiano y Reina 2002). También se puede optar por aumentar la dosis de calcio en la fertilización, nutriente que le da más resistencia a la epidermis y evita la presencia de corazón negro en los tubérculos grandes (Calderón y Rojas 1996).

### Proceso de congelación IQF

La velocidad de congelación obtenida, durante el paso de la papa precocida por el túnel de congelación IQF, fue de 0.74 (cm/h), valor que se encuentra dentro la congelación rápida, por ser mayor de 0.5 cm/h. En la figura 3 se puede observar el comportamiento de la temperatura, en el túnel de congelación, durante los primeros 50 minutos para la superficie de la papa y el del centro de esta. La temperatura de la superficie de la papa descendió de 20 °C a cero °C en los primeros 2.5 minutos, necesitando 35 minutos para que se produzca su congelación.

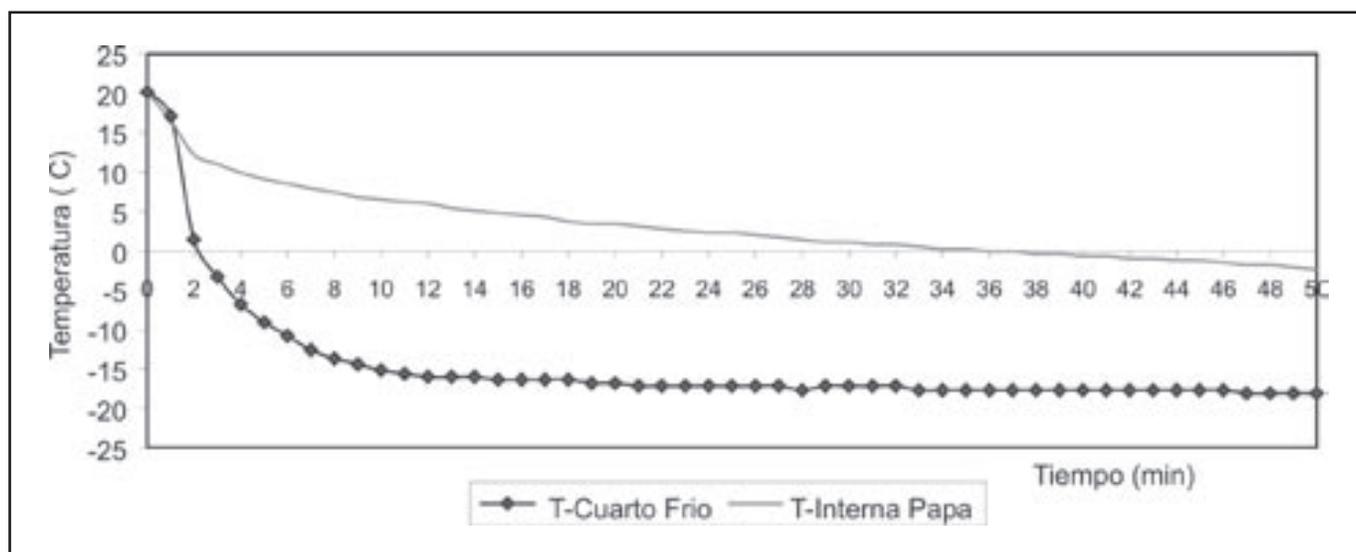


Figura 3: Comportamiento de la temperatura del túnel IQF y la interna de la papa, durante los primeros 50 minutos de congelación rápida

Después de la congelación, se observaron cristales de hielo en la mayoría de las bolsas de papa precocida, lo que indica que el tiempo de enfriado y escurrido no fue suficiente para eliminar el vapor de agua emitido por la papa después de la precocción. Por lo que se sugiere retirar toda el agua superficial mediante un túnel de secado y luego efectuar la congelación IQF. Este procedimiento mejora la apariencia del producto y facilita el proceso de manipulación durante el empaclado.

Considerando las apreciaciones de Pino (1995) y Ranken (1993), sobre la pérdida de nutrientes que ocasiona la precocción con agua y las ventajas que ofrece el vapor vivo, el proceso ajustado para la elaboración de papa precocida y congelado IQF, contemplaría las siguientes etapas: Recepción y pesado, selección, lavado, selección por sanidad, pesado, precocido (vapor vivo), enfriado, escurrido, preenfriado, congelación IQF, empaclado y almacenamiento.

Como conclusiones de este trabajo se puede decir que la mayoría de las variables, a pesar de ser definidas por el genotipo, se ven afectadas por las condiciones ambientales. Marengo, por presentar tubérculos con bajos contenidos de materia seca, resultó la localidad más apropiada para producir tubérculos destinados a la elaboración de papa precocida.

El clon 98-71.26, presenta alto potencial para ser procesado en forma de encurtido o papa precocida, debido a las bajas pérdidas en precocción y características organolépticas similares a la variedad Yema de Huevo "Clon 1".

De acuerdo al producto que se quiere elaborar, se debe buscar el mejor ambiente para sembrar. Para consumo fresco o elaborar productos deshidratados se recomienda sembrar en zonas altas y de buena luminosidad, de tal manera que se produzcan tubérculos de tamaño grande y alto contenido de materia seca. En cambio si se quiere obtener papa para encurtir o precocer, se recomiendan zonas de baja altitud, suelos livianos, alta luminosidad, humedad constante que favorezcan bajos contenidos de materia seca en el tubérculo, condición que reduce las pérdidas en precocción.

Para el proceso de elaboración de papa precocida se recomienda realizar la congelación IQF antes de empaclar el producto y efectuar la precocción en un escaldador de vapor vivo para conservar mejor cualidades nutricionales de la papa criolla. Adicionalmente se deben buscar alternativas para la utilización de los tubérculos que sobren en el proceso de elaboración de la papa precocida y congelada o los encurtidos, ya que las pérdidas son altas (30 a 40 %).

Realizar ensayos en campo, adecuando dosis de fertilización con el fin de disminuir los contenidos de materia seca en tubérculo y así evitar la ruptura de los tubérculos en el proceso de precocción. También se recomienda estudiar las dosis de cloruro de calcio aplicada en el agua de inmersión para fortalecer la epidermis de los tubérculos antes de someterlos a la precocción.

## BIBLIOGRAFIA

- AGRICULTURA DE LAS AMERICAS, 1995. A fritar más papa. Edición No. 229. Año 25: 20-23. Colombia.
- BONIERBALE, M. 2001. Estrategias y Desafíos para el Mejoramiento de Papa para Procesamiento. Centro Internacional de la Papa. Lima Peru; **(On-Line):** <http://www.redepapa.org/boletindieciseis.html>
- BORRUEY A., COTRINA F., MULA J., VEGA C. En: Pascualena J. Ritter E. (Ed.) (2000) Calidad industrial y culinaria de las variedades de patata por. Libro de Actas del Congreso Iberoamericano de Investigación y Desarrollo en Patata. PATATA 2000. 3-6 de julio, Vitoria-Gasteiz, España. patata. **(On-Line):** <http://www.redepapa.org/culinaria.pdf>.
- BRADSHAW J. E y MACKAY G.R. 1994. Potato genetics. CAB International. Cambridge.
- CALDERON y ROJAS (1995). Diseño de proceso y especificaciones de equipos para la obtención de papa criolla precocida y congelada. Tesis de grado (Ingeniero Químico). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- DEL VALLE A. 1994. Papa amarilla Yema de Huevo o papa criolla colombiana. Revista papa, No. 10. Bogotá.
- ESTRADA R. N. 2000. La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. CIP, IPGRI, PRA-CIPA, IBTA, PROINPA, COSUDE y el CID.
- FANO, H. CARMONA, G. ORDINOLA, M. y SCOTT, G. 1998. Experiencias de exportación de la papa amarilla peruana. CIP. Lima-Perú
- GOULD W. A. 1999. Potato Processing, and Technology. CTI publications, INC. Oakway Road, Timonium, Maryland, USA.
- GUERRA L.P. 1989. Análisis de algunos componentes químicos y tecnológicos relacionados con la calidad de la papa (*Solanum tuberosum*, L.). Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). La Habana Cuba. Boletín No.5.
- GUTIERREZ B.A. y MEDINA R.J. 2000. Ensayos preliminares de rendimiento en veintiséis clones F1 provenientes de Hibridación Inter específica en papa. Tesis de Grado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- GUZMAN y SEGURA, 1991. Introducción a la tecnología de alimentos. UNISUR, Bogotá
- HENNA L. C., 1998. Estudio de Factibilidad para el Montaje de una planta productora de puré deshidratado de papa criolla "*Solanum phureja*" en Santa Fe de Bogota. Tesis de grado, Facultad de Ingeniería de Alimentos. Universidad Agraria.
- INFOAGRO.COM, 2001. La congelación IQF en los alimentos. On line: [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)
- LEON, Y. 2001. Conversación personal.
- MONROY L. P. y REYNALES SD. 2001. Evaluación de variables Agronómicas y fisiológicas de Mejoramiento de papas Diploides en dos localidades de Cundinamarca. Tesis de Grado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

- MORENO J.D. 2000. Calidad de la papa para usos industriales. En: papas colombianas 2000, con el mejor entorno ambiental, 2 edición. Pag 44 –47.
- PINEDA, R. 1996. Perspectivas para el desarrollo agroindustrial del cultivo de papa en Colombia. En: Revista papas Colombianas. Revista Papa N° 13, FEDEPAPA. Pag. 6 y 8.
- PINO M. 1995. Proceso de Industrialización de la papa criolla precosida congelada Revista papa No. 13. FEDEPAPA, Bogotá.
- PORRAS, P. 2000. Guía para Papa Criolla. Clon 1 FEDEPAPA. En: papas Colombianas 2000 con el Mejor Entorno Ambiental, 2 edición. Pag. 44 – 47.
- RANKEN M.D. 1993. Manual de la Industria de los Alimentos. Ed. Acribias, S.A Zaragosa, España.
- RESTREPO, P. 2001. Conversación Personal.
- RODRIGUEZ, L.E. 2002. Conversación personal.
- RODRIGUEZ, L.E. 2002. Evaluación del potencial de rendimiento y aptitud para procesamiento industrial en clones avanzados de papa criolla en tres localidades de Antioquia. Universidad Nacional de Colombia - CEVIPAPA, Bogotá.
- RUBIANO B. S. y REINA N. 2002. Diseño de una línea de producción de papa criolla (*Solanum phureja* Juz, et Buk) empacada al vacío. Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería de Alimentos, Universidad Agraria de Colombia. Bogotá.
- SUAREZ, C. M. 2001. Evaluación de la Calidad Industrial de 50 accesiones de papa criolla (*Solanum phureja*) de la Colección Central de Colombiana. Tesis de grado, Facultad de ciencias técnicas de ingeniería de Alimentos; Universidad INCCA de Colombia, Bogotá.