

## Evaluación sensorial de papa criolla (*Solanum phureja*) congelada criogénicamente

### Sensory evaluation of *papa criolla* (*Solanum phureja*) cryogenic freezing

Miguel Ángel Díaz Herrera<sup>1</sup> y Nelson Gutiérrez Guzmán<sup>2</sup>

#### Resumen

Se evaluaron sensorialmente muestras de papa criolla (*Solanum phureja*) pre cocidas y congeladas de manera convencional (ambiente de congelador a  $-18^{\circ}\text{C}$  aproximadamente) y congeladas criogénicamente (ambiente de congelador por debajo de  $-79^{\circ}\text{C}$  según IIF, (1990)), comparadas con un testigo en refrigeración. Los atributos de calidad: Apariencia, Color, Textura y Sabor/Aroma, fueron evaluados por ocho jueces entrenados, con el fin de establecer las posibles diferencias entre los tres tratamientos estudiados. Los resultados mostraron que no hay diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0,05$ ) entre los tres tratamientos, para todos los atributos de calidad evaluados por los jueces. Se concluye que la congelación criogénica aplicada a la papa criolla, permite conservar las características de calidad del producto en las mismas condiciones de la congelación convencional y que se hace necesario evaluar esta técnica de congelación involucrando la variable tiempo de almacenamiento.

**Palabras clave:** papa criolla; congelación; criogénica; evaluación sensorial

#### Abstract

Were sensory evaluated samples of *papa criolla* (*Solanum phureja*) before cooked and frozen in a conventional way (environment of freezer to  $-18^{\circ}\text{C}$  approximately) and cryogenic freezing (environment of freezer below  $-79^{\circ}\text{C}$  according to IIF, (1990)), compared *Palabras claves* in refrigeration. The quality attributes: Appearance, Colour, Texture and Flavor, were evaluated by eight trained judges, in order to establish the possible differences between three studied treatments. The results showed that there are no statistically significant differences ( $P > 0,05$ ) between the three treatments for all attributes of quality evaluated by the judges. It concludes that the cryogenic freezing applied to *papa criolla* allows preserving the quality characteristics of the product in the same conditions of the conventional freezing and it is therefore necessary to evaluate this technique of freezing involving the variable time of storage.

**Keywords:** freezing; cryogenic; sensory evaluation

1 Ingeniero Mecánico M.Sc., Docente Universidad Surcolombiana. Neiva, Huila Colombia. Av. Pastrana B. con Cra. 1ª. E-mail: miguel.diaz@usco.edu.co  
2 Ingeniero Agrícola Ph.D., Docente Universidad Surcolombiana. Neiva, Colombia, Av Pastrana Carrera 1ª. E-mail: ngutierrezg@usco.edu.co

## 1. Introducción

El origen de la papa criolla y su cultivo hoy en día, se ubican en la cordillera de los Andes suramericanos, especialmente en el costado oriental de la misma, entre los 2000 m s. n. m. y los 3.400 ms.n.m., región contenida en los países Bolivia, Perú, Colombia y Venezuela (Lujan, 1996 y Ochoa, 2011 citado por Piñeros, 2009).

Dentro del grupo de los tubérculos, la papa criolla es considerada como la que tiene el mayor contenido de proteína, carbohidratos, hierro y vitamina C. Se suele consumir en fresco, frita en hojuelas, a la francesa o entera, pero también y especialmente con miras a los mercados de exportación, es procesada, siendo las principales técnicas de procesado: encurtidos (en salmuera y vinagre), precocido (enlatado y congelado) y deshidratada. (Piñeros, 2009)

De manera general, la secuencia del proceso de congelación de alimentos se presenta de la siguiente forma (Orrego, 2008):

1. Eliminación de calor sensible por enfriamiento hasta la formación de los primeros cristales de hielo (Precongelación).
2. Extracción del calor latente de congelación (Congelación).
3. Extracción del calor sensible del producto congelado hasta llevarlo a la temperatura deseada (sub - enfriamiento), el cual se da como margen para la manipulación segura sin riesgo de descongelación parcial o total (mantenimiento de la cadena de frío).

Con la congelación criogénica se busca esencialmente, una alta velocidad en la etapa de Congelación, ya que con ella se evita la formación de cristales de tamaño grande, ubicados principalmente por fuera de las células, los cuales generan compresión mecánica de las células y, con esto, posible ruptura de sus paredes, así como también, concentración de solutos en el exterior de las células y unido a esto su deshidratación por ósmosis (IIF, 1990 y Orrego, 2008). Además del aporte a la conservación de calidad sensorial del alimento, la congelación criogénica ha sido utilizada con buenos resultados, sola o en combinación con otros tratamientos, para inactivación de microflora y patógenos como la *Listeria innocua*, en camarones (Guoa et al, 2013).

“La evaluación sensorial se define como el método científico utilizado para evocar, medir, analizar e interpretar aquellas respuestas percibidas a través de los sentidos de la vista, gusto, olfato, tacto y oído” (Stone y Sidel, 1993. Citados por Centro de Aromas y Sabores Universidad de Chile, 2013). La comparación de productos es una de las muchas aplicaciones de la evaluación sensorial, se realiza para verificar la existencia de diferencias significativas entre un estándar y una muestra experimental. Los datos suministrados para un ensayo de este tipo pueden ser procesados a través de análisis descriptivos o de análisis discriminativos, estos últimos orientados hacia el producto, es decir que a partir de ellos se pueden deducir conclusiones sobre la población de alimentos objeto de estudio. (Ureña, D’Arrigo y Girón, 1999).

El objetivo del presente trabajo, fue evaluar dos diferentes tratamientos en papa criolla, procesada mediante pre cocido y congelado mediante dos técnicas diferentes, contrastados con un testigo pre cocido y refrigerado. Al respecto, trabajos como el de Rivera, Herrera y Rodríguez (2006), en el que se adicionalmente se evaluó la variación de la calidad en el tiempo, muestran diferencias significativas entre producto fresco y producto congelado mediante la técnica *IQF* (*Individual Quick Freezer*), la cual se asemeja a la técnica de congelación criogénica utilizada en este trabajo.

## 2. Metodología

### 2.1 Localización

El estudio se realizó en el laboratorio de Poscosecha de Frutas y Verduras, de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

## 2.2 Muestras

Se trabajó con Papa Criolla (*solanum phureja*), comprada en la central mayorista de Corabastos Bogotá, en estado fresco, procedente de los cultivos del altiplano Cundi-Boyacense (productor tradicional de este producto). La preparación de las muestras (pre cocción) sometidas a los diferentes tratamientos, consistió en: lavado, desinfectado, escaldado durante 8 minutos en agua a 80 °C, escurrido/enfriado a temperatura ambiente y almacenado sin empacar, en canastas plásticas, durante 24 horas, en refrigeración convencional, a Temperatura Ambiente Aproximada (TAA) de 5°C. El producto refrigerado se sometió a tres (3) diferentes tratamientos así:

- Producto Refrigerado (PR): se tomó una muestra 10 kg, la cual se empacó en bolsas plásticas de ½ kg, las cuales continuaron en almacenamiento refrigerado con TAA de 5°C.
- Producto Congelado Convencionalmente (PCC): 10 kg de producto refrigerado, fueron llevados en una canasta plástica, para congelarlos en un equipo convencional, a TAA de -18°C; una vez congelados, se empacaron en bolsas individuales de ½ kg, las cuales se almacenaron en congelación a -18°C.
- Producto Congelado Criogénicamente (PCCR): 60 kg de producto, fueron utilizados para ser congelados criogénicamente en un equipo tipo gabinete, en tres (3) repeticiones, de aproximadamente 20 kg cada una. Luego de obtener el producto congelado criogénicamente, se procedió a separar y empacar en bolsas plásticas de ½ kg, las cuales se almacenaron en congelador convencional, a TAA de -18°C.

Desde el inicio del proceso, con la desinfección del producto, hasta el juicio por parte del panel de catación, transcurrieron 48 horas aproximadamente.

## 2.3 Descripción del experimento

Para la realización del experimento, se tuvieron en cuenta tres tratamientos: congelación criogénica, congelación convencional y control refrigerado. La calidad de los alimentos congelados, fue evaluada mediante análisis sensorial, realizado por un panel de catación, conformado por ocho (8) jurados entrenados, a quienes se presentaron las muestras, junto con el formato de calificación diseñado para cada producto; los productos presentados a los miembros del panel, fueron entregados a temperatura ambiente, luego de un proceso de descongelación en refrigerador a TAA de 5°C para el caso de las muestras congeladas, seguido por un calentamiento en horno microondas durante 30 s, para todas las muestras.

El experimento fue completamente aleatorizado. La asignación de los tratamientos se hizo de forma aleatoria como, a su vez, la asignación de la unidad experimental (en este caso, la porción de alimento entregado a cada uno de los catadores). Se midieron 4 variables respuesta: apariencia, color, textura y aroma/sabor (*flavor*).

Se debió hacer un tratamiento adecuado para el estudio de las variables respuesta observadas, ya que las calificaciones obtenidas en este estudio son medidas de tipo ordinal, es decir, los valores de datos representan categorías con un cierto orden intrínseco (por ejemplo, bajo, medio, alto; totalmente de acuerdo, de acuerdo, en desacuerdo, totalmente en desacuerdo), a pesar de estar calificadas con números. La descripción de la escala compuesta se muestra en la Tabla 1.

## 2.4 Análisis estadístico

Se realizaron pruebas de estadísticas descriptivas, para presentar los perfiles de los atributos de calidad, en papa criolla; se realizaron análisis de varianza en bloques completos al azar, para determinar diferencias estadísticamente significativas, entre los tratamientos evaluados (PR, PCC y PCCR). Los bloques fueron conformados con las respuestas del Panel de Catación; las variables respuesta correspondieron a: Apariencia, Color, Textura y Aroma/Sabor. En todos los casos se utilizó un nivel de confianza del 95%. El tratamiento de datos fue realizado con el software estadístico STATGRAPHICS PLUS 5.1.

## 3. Resultados

La información consolidada, proveniente de los formatos de calificación entregados a los jurados del Panel de Catación, se muestra en la Tabla 2. En estos formatos de calificación, se consigno la información correspondiente a la descripción de la escala compuesta mostrada en la Tabla 1.



Tabla 1. Descripción de la escala compuesta para cada factor de calidad, en análisis sensorial de papa criolla

<b>APARIENCIA</b> (apreciación visual en conjunto, de color, forma, tamaño, estado y características de superficie)	
3: cáscara sin manchas y lisa, color y turgidez característicos, sin presencia de líquido exudado en el plato.	
2: pocas manchas en la superficie, poco líquido exudado en el plato, con un poco de pérdida de turgidez.	
1: manchas en la superficie, bastante líquido exudado en el plato, bastante pérdida de turgidez.	
<b>COLOR</b>	
3: amarillo vivo, característico de la sección transversal del producto fresco al ser cocinado.	
2: amarillo, característico del producto fresco al ser cocinado, presencia de algunas manchas opacas en la sección transversal.	
1: amarillo oscuro, bastantes manchas acuosas en la sección transversal.	
<b>TEXTURA</b>	
3: blanda, un poco harinosa, corte seco, característico del producto fresco al ser cocinado.	
2: muy blanda, corte un poco húmedo, sin consistencia, diferente de la característica del producto fresco al ser cocinado.	
1: demasiado blanda, corte muy húmedo, deshace sin masticar, no característica del producto fresco al ser cocinado.	
<b>SABOR/AROMA</b>	
3: Característicos del producto, se conservan a lo largo de la masticación.	
2: Un poco alejados de los característicos, se sienten poco al masticar.	
1: No característicos del producto fresco, no se sienten al masticar.	

Tabla 2. Consolidado de respuestas para evaluación sensorial de tres tratamientos de papa criolla. Tratamiento

Juez	PCCR								PCC								PR							
	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H
Apariencia	2	3	3	2	2	1	1	3	1	2	3	3	2	3	2	2	3	2	3	3	2	3	2	3
Color	2	2	3	2	1	2	2	3	2	2	3	3	3	3	2	2	3	2	3	3	1	3	2	3
Textura	2	3	1	2	1	1	2	2	1	1	3	3	3	1	2	3	2	2	3	3	2	2	2	3
Aroma y sabor	2	3	2	2	1	2	1	3	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	3

En la Tabla 3, se muestran los resultados del ANOVA, para los cuatro atributos de calidad evaluados por el Panel de Catación; de este análisis se evidencia, que no hay diferencia estadísticamente significativas entre los tres tratamientos (PCCR, PCC y PR), para cualquiera de los atributos.

Tabla 3. Consolidado del ANOVA, para análisis sensorial de papa criolla.

	PCCR	PCC	PR
Apariencia	2,125±0,8345 <sup>a</sup>	2,25±0,7071 <sup>a</sup>	2,625±0,5176 <sup>a</sup>
Color	2,125±0,6409 <sup>a</sup>	2,5±0,5345 <sup>a</sup>	2,5±0,7559 <sup>a</sup>
Textura	1,75±0,7071 <sup>a</sup>	2,125±0,991 <sup>a</sup>	2,375±0,5176 <sup>a</sup>
Sabor/Aroma	2,0±0,7559 <sup>a</sup>	2,375±0,5176 <sup>a</sup>	2,375±0,5176 <sup>a</sup>

Superíndices diferentes en los valores de cada fila, indican diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ). Valores: Media ± Desviación estándar (n=8)

Como atributo más representativo de la calidad de un producto, en la Figura 1 se muestra el resultado gráfico, de las comparaciones múltiples de medias por catador, para el atributo Sabor/Aroma, realizadas mediante el test de Tukey, en datos de evaluación sensorial de papa criolla.

En la Figura 2, se muestra el resultado gráfico, de las comparaciones múltiples de medias por tratamiento, para el atributo Sabor/Aroma, realizadas mediante el test de Tukey, en datos de evaluación sensorial de papa criolla.

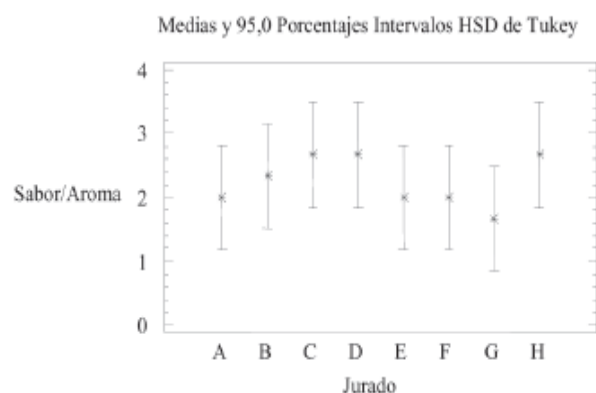
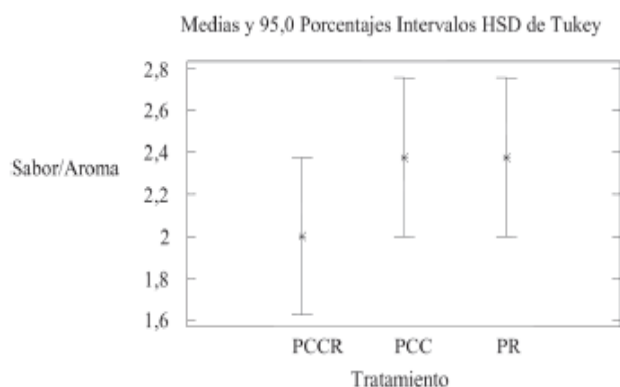


Figura 1. Comparaciones múltiples de medias por catador, para el atributo Sabor/Aroma.



Media  $\pm$  desviación estándar (n=3)

Datos con diferentes letras en la misma fila indican diferencia significativa ( $p < 0,05$ )

Figura 2. Comparaciones múltiples de medias por tratamiento, para el atributo Sabor/Aroma.

#### 4. Conclusiones

El análisis estadístico indica que los tratamientos criogénico y convencional, no presentan diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) con el testigo refrigerado, este resultado puede corroborarse gráficamente en la comparación múltiple de medias por tratamiento mostrada en la Figura 2. Todo lo anterior puede explicarse por el corto periodo de almacenamiento de los productos congelados, en el que la pérdida de sustancias volátiles componentes del sabor y aroma es muy pequeña y en el que el tratamiento de congelación criogénica al aumentar el tiempo de almacenamiento, puede mostrar sus bondades sobre la congelación convencional, debido al poco deterioro de células por rompimiento mecánico asociado al crecimiento de cristales.

El resultado de la comparación múltiple de medias por catador mostrado en la Figura 1, permite entrever el buen nivel de entrenamiento del panel de catación, el cual es una condición indispensable para garantizar los resultados de evaluaciones sensoriales, en donde se miden variables con muy alto grado de subjetividad.

#### Agradecimientos

Se agradece la vinculación al proyecto origen de este artículo, a la empresa PRAXAIR Oxígenos de Colombia, por el suministro del nitrógeno líquido utilizado para realizar pruebas de congelación criogénica y el préstamo del termo para el suministro del mismo.

#### 5. Referencias bibliográficas

1. Centro de Aromas y Sabores Universidad de Chile, 2013. Consultado el 15 de septiembre de 2013. [http://www.centroaromas.cl/evaluacion\\_sensorial](http://www.centroaromas.cl/evaluacion_sensorial).
2. Guoa, M., Jinb, T., Yanga R., Antemucci, R., Mills, B., Cassidy, J., Scullenb J., Sites, J., Rajkowski, K., y Sommers, C., 2013. *Inactivation of natural micro?ora and inoculated Listeria innocua on whole raw shrimp by ozonated water, antimicrobial coatings, and cryogenic freezing*. *Food Control*, 34 (2013), 24-30. Consultado el 22 de octubre de 2013. [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleListURL&\\_method=list&\\_ArticleListID=-403950518&\\_sort=&\\_st=13&\\_view=c&\\_acct=C000126568&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=10285920&md5=4a8b846ee6c056d3366fca45c4d4f8de&searchtype=a](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleListURL&_method=list&_ArticleListID=-403950518&_sort=&_st=13&_view=c&_acct=C000126568&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10285920&md5=4a8b846ee6c056d3366fca45c4d4f8de&searchtype=a)
3. Instituto Internacional del Frio (IIF), 1990. Alimentos congelados, procesado y Distribución, traducido por León Villanua Fungairiño, Editorial ACRIBIA, Zaragoza - España. 177 pp.
4. Orrego, C. E., 2008. Congelación y Liofilización de Alimentos, Ed. Artes Gráficas Tizán, Manizales Colombia, 151 pp.
5. Piñeros, C. J., 2009. Recopilación de la investigación del sistema productivo papa criolla convenio SADE 045/06, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Económico (Gobernación de Cundinamarca ) y Federación Colombiana de Productores de Papa, 149 pp. Consultado el 25 de septiembre de 2013. <http://www.fedepapa.com/wp-content/uploads/pdf/RECOPIACION-INVESTIGACION-CRIOLLA.pdf>
6. Rivera, J., Herrera, A. y Rodríguez, L., 2006. Evaluación Sensorial en Productos Procesados de Papa Criolla (*Solanum phureja*) y su Importancia para el Fitomejoramiento. *Fitotecnia Colombiana*, 6 (2), 9-25. Consultado el 30 de septiembre de 2013. [http://papaunc.com/img\\_upload/951ebacca5a0f62db142d538917a4f68/Evaluaci\\_n\\_sensorial\\_papa\\_criolla.pdf](http://papaunc.com/img_upload/951ebacca5a0f62db142d538917a4f68/Evaluaci_n_sensorial_papa_criolla.pdf)
7. Ureña, M., D'Arrigo, M. y Girón, O., 1999. Evaluación Sensorial de los Alimentos -Aplicación Didáctica, Ed. Agraria, Universidad Agraria La Molina, Lima - Perú, 199 pp.