

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Optimización del tratamiento a bajas temperaturas por tiempos largos (TB-TL) para la obtención de papas (*Solanum tuberosum*) tipo francesa pre-fritas y congeladas.

**Marielisa Muñoz Ricaurte
Diana Carolina Ponce Andrade**

Ingeniería de Alimentos

Trabajo de integración curricular presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero

Quito, 10 de diciembre de 2019

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍAS

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Optimización del tratamiento a bajas temperaturas por tiempos largos (TB-TL) para la obtención de papas (*Solanum tuberosum*) tipo francesa pre-fritas y congeladas

Marielisa Muñoz Ricaurte

Diana Carolina Ponce Andrade

Calificación

Nombre del profesor, Título académico

Javier Garrido Espinosa, MSc.

Nombre del profesor, Título académico

Lucia de los Ángeles Ramírez
Cárdenas, Ph.D.

Firma del profesor

Firma del profesor

Quito, 10 de diciembre de 2019

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Diana Carolina Ponce Andrade

Código: 00124254

Cédula de identidad: 1719929026

Lugar y fecha: Quito, 10 de diciembre de 2019

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Marielisa Muñoz Ricaurte

Código: 00116815

Cédula de identidad: 1718948217

Lugar y fecha: Quito, 10 de diciembre de 2019

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestras familias y en especial nuestros padres y hermanos (Javier Muñoz, Alex Ricaurte, José Javier Muñoz, Jorge Ponce, Sylvia Andrade, María Mercedes Ponce e Irene Ponce) por el apoyo y esfuerzo para poder lograr nuestras metas y título universitario.

A Lucía Ramírez y Javier Garrido por guiarnos a lo largo del desarrollo de este proyecto con sus conocimientos y experiencias. De igual manera agradecemos a Francisco Carvajal y Gabriela Vernaza por ser parte fundamental en nuestro desarrollo como profesionales. También a la Universidad San Francisco de Quito por las instalaciones y excelente nivel académico al que tuvimos la oportunidad de acceder.

Un especial agradecimiento a Manuel Chuquimarca y Norbert Müller por su apoyo y momentos que no olvidaremos.

Finalmente, a nuestros amigos y compañeros de clase por apoyarnos y ser parte de esta experiencia. En especial a Melissa, Jennifer, Johanna, Estefy, Gabriel y Luis.

RESUMEN

La papa (*Solanum tuberosum*) es un alimento de origen andino que se ha convertido en un producto de consumo mundial. Para el procesamiento de papas pre-fritas y congeladas se requiere de características específicas, presentes en la variedad Superchola. El objetivo de este estudio fue evaluar la aplicación del tratamiento térmico no ordinario (tiempos largos a temperaturas bajas (TB-TL)), para mejorar las características físico-químicas y sensoriales de las papas tipo francesas pre-fritas y congeladas. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial $3^2 + 1$, correspondiente a la combinación de tiempo (20, 30, 40 min) y temperatura de escaldado (55, 60, 65 °C), más un control (tratamiento térmico ordinario, 85 °C, 2min). Todos los tratamientos tuvieron contenido de humedad y absorción de aceite dentro de lo establecido para este tipo de producto. Sin embargo, el tratamiento 1 (65°C, 40 min) presentó la menor absorción de aceite y mayor aceptabilidad ($p < 0,05$) en firmeza y crujencia. La percepción global y de suavidad interna de este tratamiento fue igual estadísticamente al control ($p > 0,05$). El pretratamiento térmico propuesto (TB-TL), mejoró las características físico-químicas y sensoriales de los bastones de papa pre-fritos y congelados.

Palabras clave: papas, pre-fritura, pretratamiento térmico tiempos largos y temperaturas bajas (TB-TL), pectinesterasa (PE).

ABSTRACT

Potato (*Solanum tuberosum*) is an Andean food that has become a product for global consumption. For the processing of pre-fried and frozen potatoes specific characteristics are required and present in the variety Superchola. The objective of this study was to evaluate the application of a non-ordinary heat treatment (long times at low temperatures (LT-LT)), we seek to achieve an improvement in the physical-chemical and sensory characteristics of pre-fried and frozen French potatoes. It was used a completely random design (DCA) with factorial arrangement $3^2 + 1$, corresponding to the combination of time (20, 30, 40 min) and blanching temperatures (55, 60, 65 ° C), plus a control (ordinary heat treatment, 85 ° C, 2min). All the treatments evaluated had their moisture content and oil absorption within the parameters established for this product. However, the treatment 1 (65°C, 40 min) presented the lowest oil absorption and greater acceptability ($p < 0,05$) regarding firmness and crunchiness. The overall perception and internal softness on this treatment was statistically the same as the control ($p > 0,05$). The proposed thermal pretreatment (LT-LT) improved the physical-chemical and sensory characteristics of pre-fried and frozen French potatoes.

Key words: potatoes, pre-frying, thermal pretreatment, long times and low temperatures (TB-TL), pectin esterase (PE).

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	10
Objetivos	13
General	13
Específicos.....	13
Metodología	14
Materia Prima	14
Reactivos	14
Materiales.....	14
Equipos.....	15
Procedimiento	16
Diseño Experimental	18
Evaluación Sensorial.....	20
Resultados y discusiones.....	22
Conclusiones	29
Recomendaciones	30
Referencias bibliográficas.....	31
Anexo A: Ficha tecnica del aceite Danolin Fri 3317 utilizado	34
Anexo B: Cortado de papas en baston manual.....	35
Anexo C: Dimensiones de los bastones de papa de acuerdo a la norma de patatas (papas) fritas congeladas rapidamente.....	35
Anexo D: Consentimiento informado de la evaluacion sensorial.....	36
Anexo E: Cuestionario de prueba afectiva	37
Anexo F: Requisitos analiticos de acuerdo a la norma de patatas (papas) fritas congeladas rapidamente	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos del estudio.....	19
Tabla 2. Variables de respuesta	20
Tabla 3. Métodos Analíticos.....	20
Tabla 4. Resumen del Análisis de varianza (ANOVA) del contenido de humedad final y absorción de aceite de los tratamientos.....	23
Tabla 5. Contenido de humedad final de los tratamientos.....	24
Tabla 6. Absorción de aceite de los tratamientos.....	25
Tabla 7. Resumen del Análisis de varianza (ANOVA) del nivel de agrado global y de atributos (suavidad interna, crujencia, firmeza) de los tratamientos.	26
Tabla 8. Nivel de agrado de la suavidad interna de los tratamientos.....	27
Tabla 9. Nivel de agrado de la crujencia de los tratamientos	27
Tabla 10. Nivel de agrado de la firmeza de los tratamientos.....	28
.....	28
Tabla 11. Nivel de agrado global de los tratamientos.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de elaboración de papas pre-fritas y congeladas	17
--	-----------

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*) es un alimento de origen andino que se ha convertido en un producto de consumo mundial. En el Ecuador únicamente el 10% de la producción está destinado a la industria en cualquiera de sus presentaciones: chips, francesa, congelada y pre-frita (Pumusacho y Sherwood, 2002). Hay diversas variedades de este tubérculo que han sido desarrolladas ya que, a nivel industrial, existen diferentes técnicas o tratamientos siendo necesario características específicas de la papa para que sea más efectivo el proceso o mejor aceptado sensorialmente el producto final. La variedad Superchola es utilizada para la obtención de chips o de papa tipo francesa por sus propiedades, como es el contenido de materia seca (22-24 g/100 g) y de humedad del tubérculo pelado (76 g/100 g) (Villacrés, Coba, Monteros y Lucero, 2011). Asimismo, contiene azúcares reductores (0,13-0,16 g/100 g), que intervienen en la coloración final de la papa frita (Monteros, Quendal, Pantoja, Villacreces, 2015). Por otro lado, la aplicación de pretratamientos térmicos permite a mejorar el proceso industrial.

Los pretratamientos térmicos son utilizados en la industria de alimentos, con el propósito de inactivar enzimas y conservar las características sensoriales, en especial el color y la textura (De Corcuera, Cavalieri, Powers, 2004). Dentro de estos el escaldado, es un proceso que consiste en calentar un producto a una temperatura y por un periodo determinado. Las enzimas son catalizadores biológicos que pueden provocar un pardeamiento enzimático, generando una coloración. Esta técnica tiene otras ventajas como la limpieza y la reducción de microorganismos indeseados de la superficie (Aguilar, De la Luz Reyes, De la Garza, y Contreras Esquivel, 1999).

Existen varias combinaciones de tiempo y temperatura de escaldado de acuerdo a necesidades específicas, y, este proceso se clasifica en ordinario y no ordinario. El tratamiento

ordinario es utilizado comúnmente y está enfocado en la inactivación de la polifenoloxidasasa (PFO). Según Álvarez, Morillo y Canet (2000), se desarrolla a 97 ° C por 2 minutos. En el presente estudio se consideró como escaldado ordinario a la combinación de 85 °C por 2 minutos debido a las condiciones geográficas y atmosféricas (Melo, 2012). Los tiempos (20,30,40 min) y temperaturas (55, 60, 65 °C) establecidos están basados en el principio del tratamiento térmico a bajas temperaturas por tiempos largos (TB-TL), además de la temperatura de activación de la enzima pectinesterasa (PE) (Aguilar et al., 1999). El efecto de la PE en las características fisicoquímicas de las papas sometidas a un tratamiento térmico es sumamente importante, pues aporta a la firmeza que se desea en el producto final. La enzima es activada a las temperaturas en que el tratamiento térmico TB-TL trabaja (Aguilar, Anzaldúa-Morales, Talamas, y Gastelum, 1997), e inactivada a temperaturas mayores a 70°C.

La actividad de PE genera un mayor número de grupos carboxilos libres que son capaces de reaccionar con iones divalentes, como el calcio, y formar estructuras tridimensionales más rígidas que aumentan la firmeza (Aguilar et al., 1999). El tratamiento térmico TB-TL pretende conservar la enzima activada al mantener temperaturas menores a 65 °C (Aguilar et al., 1997). Así se logra cumplir con las expectativas sensoriales del consumidor e implementar una alternativa tecnológica que mejore la calidad del producto y cumpla con los parámetros de humedad y absorción de aceite esperados.

En cuanto a la absorción de aceite, la temperatura y el tiempo son fundamentales porque influyen directamente en el porcentaje de absorción final de la papa tipo francesa (Hasbún, Esquivel, Brenes y Alfaro, 2009). Por otro lado, la humedad inicial y final se relaciona con el contenido de aceite absorbido en la pre-fritura, pues a menor contenido de humedad inicial menor será la absorción de aceite durante la pre-cocción por inmersión. Se esperaría una absorción de aceite $\leq 10\%$ con relación al peso total (Montes, Millar, Provoste, Martínez,

Fernández, Morales y Valenzuela, 2016), que afecta de forma significativa a los parámetros sensoriales.

La congelación final a -18°C tiene como finalidad evitar la rápida descomposición de los alimentos, debido que, al disminuir la temperatura, la velocidad de reacción es más lenta y la vida útil del producto es más larga. Pueden ocurrir alteraciones químicas que son ocasionadas por microorganismos, y enzimáticas por acción de enzimas endógenas propias del alimento. Además, conserva la estructura y color durante el almacenamiento para mantener la calidad (Gegov, Pevicharova, Nacheva, y Slavchev, 2007).

OBJETIVOS

General

- Evaluar el efecto del tratamiento térmico a temperaturas bajas por tiempos largos (TB-TL) en la obtención de papas tipo francesa pre-fritas y congeladas.

Específicos

- Encontrar el tiempo y la temperatura adecuada de procesamiento que mejor mantengan las características físico químicas y sensoriales de la papa.
- Proveer de una alternativa al tratamiento térmico convencional que optimice las características finales de las papas pre-fritas y congeladas.

METODOLOGÍA

Materia Prima

- Papa de la variedad Superchola (*Solanum tuberosum*)

Se utilizó esta variedad por su alto contenido de materia seca, que influye en la absorción de aceite, esperándose que sea menor y aumente el rendimiento del aceite (Andrade, 1997).

- Aceite DANOLIN FRI 3317 (Anexo A)

Presenta una alta estabilidad frente a la oxidación y al maltrato térmico al momento de hacer una fritura profunda (Danec, s.f.). La relación de carga fue de 1Kg - 10L (papa - aceite) para mantener las características del aceite, evitando su oxidación.

- Agua

El agua fue utilizada para el lavado previo de las papas con el fin de remover tierra y otros restos de la superficie. También, se utilizó 2,4L del líquido por cada 400g de bastones para el escaldado.

Reactivos

- Cloruro de calcio di-hidratado ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) al 100% de pureza, *Fisher Chemical*.
- Hexano al 96% de pureza, *MERCK*.

Materiales

- Crisoles

Se utilizaron para la determinación de humedad por el método de la estufa AOAC 984.25 (2012).

- Termómetro

Medición de temperatura de escaldado y pre fritura.

- Dedales para el extractor de solvente

Utilizados para colocar las muestras para el proceso en el extractor de solvente.

- Cronómetro

Medición de tiempos de escaldado y pre-fritura.

- Papel ultra absorbente- Scott calorie absorb

Eliminación de exceso de aceite en la superficie de los bastones de papa.

- Fundas de polietileno de alta densidad (HDPE)

Se utilizó este tipo de empaque para almacenar los bastones de papa luego de la pre-fritura por su resistencia a temperaturas bajas, así como para evitar el rompimiento, cristalización y formación de escarcha que podría afectar las características sensoriales del producto. Otra de sus propiedades es su barrera a la humedad, pues permite conservar el alimento y cumplir además con los requerimientos de sanidad (Bureau y Multon, 1995).

Equipos

- Freidora por inmersión - Montero FE-10-N (Capacidad de aceite 5L)
- Cortador manual de papas (Bastones de 1x1x8 cm) (Anexo B)
- Extractor de solvente - VEIP científica - SER 148
- Estufa - MMM Group - ECOCELL

- Balanza - *Mettler Toledo* - AB 204-S (máx = 220 g, min = 10 mg, e = 1 mg, d = 0.1 mg)

Procedimiento

La elaboración de las papas pre-fritas y congeladas siguió el diagrama de flujo mostrado en la Figura 1. Se inició con las etapas de lavado, pelado, cortado y clasificado de la materia prima en bastones. Las dimensiones de estos estuvieron dentro de los parámetros exigidos en la norma para patatas (papas) fritas congeladas rápidamente (CODEX STAN 114, 1981) (Anexo C) y fueron de corte medio (largo del bastón entre 8-12 mm). Luego se tomó una muestra y se determinó la humedad inicial (una sola vez en el estudio), y se comparó con la humedad final. Se aplicaron los tratamientos térmicos correspondientes a los tiempos y temperaturas establecidos para cada factor (según el diseño experimental), se pesó 400 g de bastones y se mantuvo la relación de carga 1Kg - 6L (papa - agua) en el escaldado (Suaterna, 2008). Luego del tratamiento térmico, se escurrió y sometió el producto a una inmersión en solución de cloruro de calcio al 1.5% p/v por 10 min (Alonzo, Canet y Rodríguez, 1997), con una relación de carga 1Kg - 6L (papa - solución de cloruro de calcio al 1.5% p/v) que no fue reutilizada, garantizando que los bastones de papa se encuentren completamente sumergidos y uniformes (Suaterna, 2008). Posteriormente se escurrió y se realizó la pre-fritura a 160 °C por 120 s (Hasbún, 2009), con una relación de carga 1kg- 10L (papa- aceite) (Suaterna, 2008). Se escurrió y retiró el exceso de aceite en la superficie del bastón con ayuda del papel ultra absorbente. Se enfrió durante 1 hora, a temperatura ambiente y se cuantificó la absorción de aceite y humedad final. Una vez que el producto se encontraba seco y frío, se empacó en fundas de polietileno de alta densidad (Hasbún, 2009) y se congeló a -18 °C. Con los bastones congelados se efectuó un focus group para evaluar 3 diferentes métodos de cocción y se eligió el más adecuado.

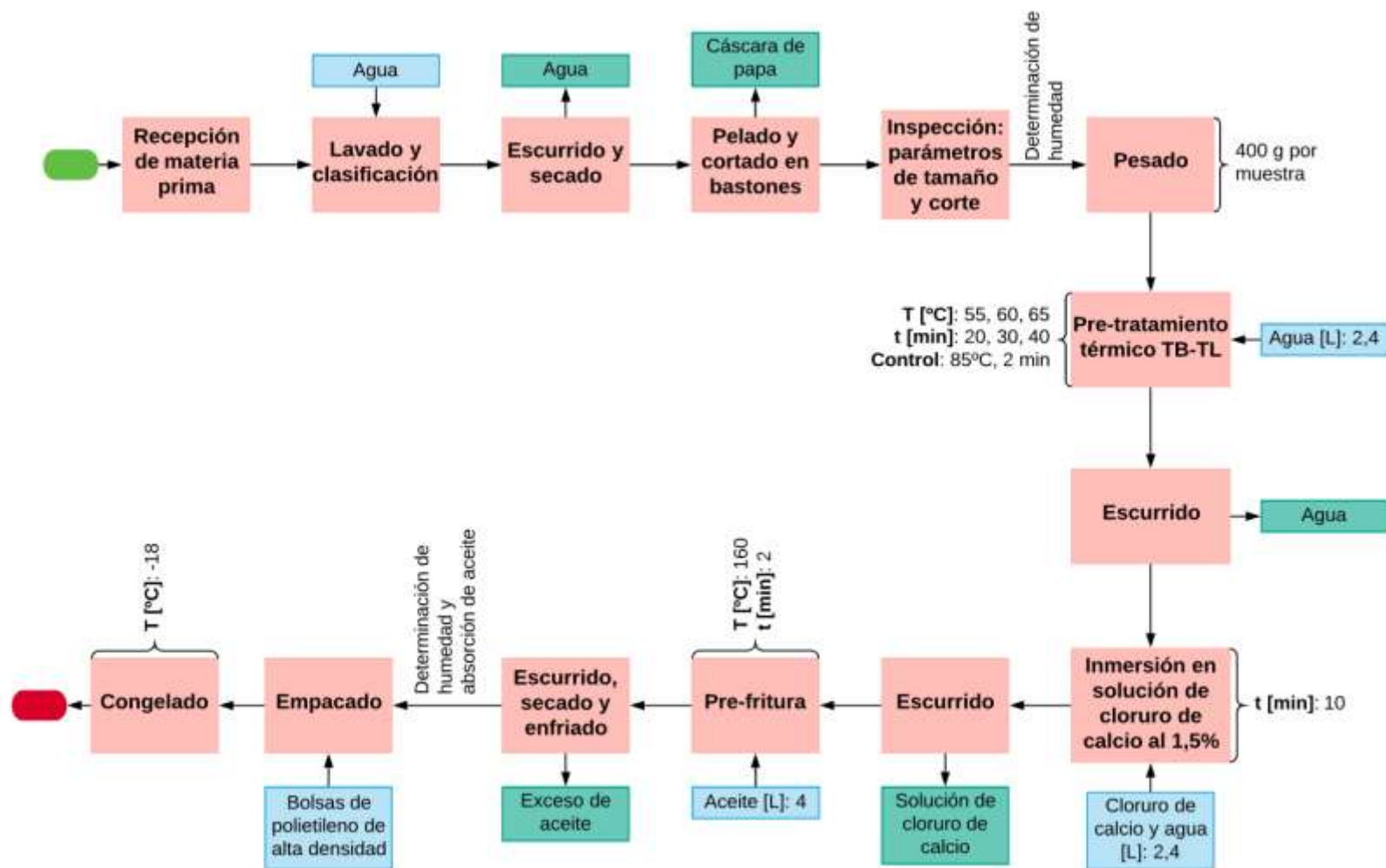


Figura 1. Proceso de elaboración de papas pre-fritas y congeladas

Diseño Experimental

Los tratamientos fueron dispuestos en un diseño completamente al azar con arreglo factorial $3^2 + 1$, correspondiente a la combinación de tiempo (20, 30, 40 min) y temperatura de escaldado (55, 60, 65 °C), más un control (tratamiento térmico ordinario, T= 85 °C, 2min). Los 10 tratamientos estudiados se muestran la Tabla 1. Se realizaron 3 repeticiones, con un total de 30 unidades experimentales. Según Aguilar et al. (1997) y Aguilera- Carbo, Montañez, Anzaldúa-Morales, Reyes, Contreras-Esquivel y Aguilar (1999) la temperatura de activación de la PE se encuentra entre 55°C y 70°C. La mayor actividad es a los 65°C, por lo que el limite fue esta temperatura comenzando a 55°C. Los mismos autores establecieron que los tiempos para el escaldado TB-TL están entre 15 y 45 minutos, para evidenciar un cambio en las características físico-químicas (absorción de aceite) y sensoriales (firmeza). Las variables de respuesta analizadas fueron las mostradas en la Tabla 2 siguiendo la metodología de la Tabla 3. Adicionalmente se incluyó la evaluación sensorial.

Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) y las medias por prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Se utilizó el software INFOSTAT 2018e y MICROSOFT EXCEL, para garantizar la confiabilidad de los resultados.

Tabla 1. Tratamientos del estudio

Tratamiento	Condición Experimental
1	65°C - 40 min
2	65°C - 30 min
3	65°C - 20 min
4	60°C - 40 min
5	60°C - 30 min
6	60°C - 20 min
7	55°C - 40 min
8	55°C - 30 min
9	55°C - 20 min
Control	85°C - 2 min

Tabla 2. Variables de respuesta

Parámetros		Referencia
Humedad final (luego de la pre-fritura)	≥ 60 g/100g	Gamble, 1987
Absorción de aceite (Luego de la pre-fritura)	≤ 10 g/100g	Montes, 2016

Tabla 3. Métodos Analíticos

Análisis físico-químico	Método	Referencia
Humedad	Método de la estufa AOAC 984.25	AOAC, 2012
Absorción de aceite	Método Soxhlet AOAC 920.85	AOAC, 2012

Evaluación Sensorial

Se realizó una prueba afectiva utilizando una escala hedónica de 7 puntos para evaluar la aceptabilidad global y de varios atributos (firmeza, crujencia, suavidad interna). Participaron 70 consumidores, siendo 39 mujeres y 31 hombres de edades entre 17 y 26 años. La prueba se desarrolló entre las 10h00 y 13h00, en las instalaciones de la Universidad San Francisco de Quito dentro del aula de evaluación sensorial. Se presentó a cada evaluador en platos blancos de poliestireno expandido tres muestras (un bastón por cada muestra), codificadas con un número aleatorio de 3 dígitos: 1 (547), 9 (368) y control (254). Además, cada panelista recibió, un vaso con agua, servilletas, consentimiento informado (Anexo D), cuestionario (Anexo E), esfero y escupidera.

Para preparar las muestras se colocaron 10 bastones congelados en una bandeja, con 3cm de separación y se introdujo en el horno precalentado a 220°C por 10 minutos. Al finalizar el horneado, en un tiempo máximo de 5 minutos inició la prueba sensorial.

Tanto en la percepción global como en los atributos evaluados se esperaba que la puntuación en la escala hedónica fuera igual o mayor que el control, considerando la expectativa del consumidor frente a este tipo de producto.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

La humedad inicial de la papa estudiada fue de 75.06 g/100g, cumpliendo con la norma de patatas (papas) fritas congeladas rápidamente (CODEX STAN 114, 1981) que establece el contenido menor o igual a 76 g/100g (Anexo F). Además, fue similar al reportado (76g/100g) por Villacrés et al. (2011) para la papa Superchola.

Como se observa en la Tabla 4 hubo diferencia significativa tanto en el contenido de humedad final como en la absorción de grasa de los tratamientos. La temperatura influyó en las dos variables de respuesta, también existió diferencia entre el control y los tratamientos ($p < 0.05$), sin embargo, el tiempo no afectó ($p > 0.05$). La interacción (tiempo - temperatura) si influyó significativamente en la absorción de aceite, mas no en la humedad final. Los tratamientos adecuados para el procesamiento de papas pre-fritas fueron aquellos con una menor pérdida de humedad y como consecuencia menor absorción de aceite (Montes et. al., 2016), y que además cumplieran con los parámetros especificados en la Tabla 2.

Tabla 4. Resumen del Análisis de varianza (ANOVA) del contenido de humedad final y absorción de aceite de los tratamientos.

Fuente de variación	GL	Cuadrados Medios (CM)	
		Humedad Final	Absorción de aceite
Total	29		
Tratamientos	9	18,18*	0,67*
Temperatura (A)	2	41,08*	1,16*
Tiempo (B)	2	19,90 ^{n.s.}	0,02 ^{n.s.}
Interacción (A x B)	4	3,84 ^{n.s.}	0,14*
Control	1	26,28*	3,14*

*significativo al 5% de probabilidad por la prueba F
n.s. no significativo al 5% de probabilidad por la prueba F

Todos los tratamientos (Tabla 5) tuvieron la humedad final dentro de lo establecido por Gamble (1987) (Tabla 2). Los tratamientos 7,8 y Control fueron diferentes significativamente del tratamiento 6 ($p < 0.05$), sin embargo, fueron iguales al 1, 2, 3, 4, 5, y 9 ($p > 0,05$). A pesar de que todos los tratamientos tuvieron un contenido de humedad mayor a 60 g/100g, los mejores fueron aquellos con menor pérdida de humedad, por su influencia en la percepción sensorial de crujencia (Miranda y Aguilera, 2006).

Tabla 5. Contenido de humedad final de los tratamientos

Tratamiento	Contenido de humedad Final (g/100g)*
7	68.00±1.96 a
8	67.88±1.85 a
Control	67.56±0.55 a
9	64.47±1.39 ab
2	64.29±0.68 ab
5	64.26±0.45 ab
1	63.82±0.55 ab
3	63.71±0.34 ab
4	63.50±1.77 ab
6	60.04±0.99 b

*medias ± D.S.

Medias seguidas de por lo menos una misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey.

En la Tabla 6 se observa que los tratamientos 1 y Control fueron estadísticamente diferentes al resto ($p < 0,05$), presentando el control la mayor absorción de grasa, y el tratamiento 1 la menor. Los tratamientos 2, 3, 6, 8 y 9 fueron iguales entre sí ($p > 0,05$). Existió una influencia del tratamiento térmico aplicado que cambió las características superficiales de la papa como la porosidad, que influye en la absorción de grasa (Gamble, 1987). Todos los tratamientos tuvieron una absorción de aceite menor a 10 g/100g (Tabla 2), sin embargo, el mejor fue aquel con menor contenido (tratamiento 1), debido a que determina las características

sensoriales del producto especialmente en la formación de la corteza externa que contribuirá en la firmeza y crujencia de los bastones (Kita, Lisińska, y Gołubowska, 2007).

Tabla 6. Absorción de aceite de los tratamientos

Tratamiento	Absorción de aceite (g/100g)*
Control	4,06±0,035 a
5	3,35±0,26 b
4	3,29±0,055 bc
7	3,21±0,028 bc
9	3,18±0,13 bcd
6	3,07±0,23 bcd
8	3,00±0,34 bcd
3	2,79±0,097 cd
2	2,63±0,29 d
1	2,29±0,059 e

*medias ± D.S.

Medias seguidas de por lo menos una misma letra no difieren entre si al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey.

Para la evaluación sensorial con base en los resultados físico-químicos y tomando como prioridad la menor absorción de aceite se seleccionó al tratamiento 1, además al 9 (con menor requerimiento energético) y al control. La absorción de aceite y la humedad influyen en las características sensoriales de la papa (Kita et. al., 2007; Losada, 2011).

La Tabla 7 muestra el resumen del análisis de varianza (ANOVA) del nivel de agrado de los parámetros analizados en la prueba sensorial. Hubo diferencia significativa tanto entre

los tratamientos como en la percepción de los jueces en relación con el nivel de agrado de suavidad interna, crujencia, firmeza y global ($p < 0.05$). Los jueces fueron consumidores, es decir jueces no entrenados, por lo que se esperaba este tipo de resultado.

Tabla 7. Resumen del Análisis de varianza (ANOVA) del nivel de agrado global y de atributos (suavidad interna, crujencia, firmeza) de los tratamientos.

F.V.	GL	Cuadrados Medios (CM)			
		Suavidad Interna	Crujencia	Firmeza	Global
Total	209				
Tratamiento	2	30,7*	27,23*	9,87*	21,92*
Juez	69	4,44*	4,81*	3,53*	3,22*
Error	138	1,91	2,58	1,67	1,71

*estadísticamente significativo al 5% de probabilidad por la prueba F

El tratamiento 1 y control fueron iguales estadísticamente ($p > 0.05$) en la suavidad interna (Tabla 8). Se ubicaron entre 5 (me gusta poco) y 6 (me gusta moderadamente). Por otro lado, fueron diferentes significativamente del tratamiento 9 ($p < 0.05$), que en la escala hedónica estuvo entre 4 (ni me gusta ni me disgusta) y 5 (me gusta poco), lo que indicó menor aceptabilidad hacia esta muestra.

Tabla 8. Nivel de agrado de la suavidad interna de los tratamientos

Tratamiento	Suavidad interna*
Control	5,67±1.64 a
1	5,49±1.59 a
9	4,44±1.74 b

*medias ± D.S.

Medias seguidas de por lo menos una misma letra no difieren entre si al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey.

En relación a la crujencia (Tabla 9) hubo diferencia significativa ($p < 0,05$) entre el tratamiento 1 y los otros estudiados (9 y control). El tratamiento 1 tuvo mayor aceptación con valores entre 5 (me gusta poco) y 6 (me gusta moderadamente), mientras que los demás estuvieron entre 4 (ni me gusta ni me disgusta) y 5 (me gusta poco).

Tabla 9. Nivel de agrado de la crujencia de los tratamientos

Tratamiento	Crujencia*
1	5,37±1.85 a
Control	4,33±1.82 b
9	4,26±1.79 b

*medias ± D.S.

Medias seguidas de por lo menos una misma letra no difieren entre si al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey.

En la Tabla 10 se presenta el nivel de agrado de la firmeza de los tratamientos, mostrando que no existió diferencia significativa ($p > 0,05$) entre los tratamientos 9 y control, pero si entre el control y el 1 ($p < 0,05$), que tuvo mayor aceptación. A pesar de las diferencias estadísticas, todos los tratamientos estuvieron dentro del mismo intervalo en la escala hedónica,

5 (me gusta poco) y 6 (me gusta moderadamente). El tratamiento térmico (TB-TL) influyó de forma positiva en la firmeza de las papas pre fritas y congeladas y mantuvo activa a la enzima pectinesterasa, existiendo un mejor efecto a 65°C por 40 minutos (Aguilera-Carbó et al., 1999).

Tabla 10. Nivel de agrado de la firmeza de los tratamientos

Tratamiento	Firmeza *
1	5,94±1.26 a
9	5,36±1.62 b
Control	5,24±1.63 b

*medias ± D.S.

Medias seguidas de por lo menos una misma letra no difieren entre si al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey.

La percepción global (Tabla 11) mostró un nivel de agrado estadísticamente igual entre el tratamiento 1 y el control ($p < 0.05$), ubicándose entre 5 (me gusta poco) y 6 (me gusta moderadamente). El tratamiento 9 fue estadísticamente diferente de los mencionados ($p < 0.05$) con menor aceptación que estuvo entre 4 (ni me gusta ni me disgusta) y 5 (me gusta poco).

Tabla 11. Nivel de agrado global de los tratamientos

Tratamiento	Global*
1	5,53±1.40 a
Control	5,16±1.52 a
9	4,43±1.54 b

*medias ± D.S.

Medias seguidas de por lo menos una misma letra no difieren entre si al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey.

CONCLUSIONES

Aunque todos los tratamientos (experimentales y control) tuvieron un contenido de humedad y absorción de aceite dentro de las especificaciones para este tipo de producto, el tratamiento 1 (65°C – 40 min) presentó menor absorción de aceite y fue sensorialmente el de mayor aceptabilidad en cuanto a los atributos de crujencia y firmeza en relación al control. Respecto a la percepción global y de suavidad interna tuvieron el mismo nivel de agrado. La aplicación del efecto térmico a temperaturas bajas por tiempos largos permitió el desarrollo de un producto con excelentes características, que cumplió la expectativa del consumidor y podría ser una alternativa al tratamiento térmico convencional.

RECOMENDACIONES

- Para estudios futuros el uso de un texturómetro sería necesario para complementar la evaluación sensorial con consumidores.
- Evaluar el efecto de diferentes concentraciones de cloruro de calcio.
- Encontrar una alternativa al escurrido, luego de la inmersión en cloruro de calcio y la pre-fritura, para garantizar la uniformidad del proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, C. N., De la Luz Reyes, M., De la Garza, H., y Contreras Esquivel, J. C. (1999). Aspectos bioquímicos de la relación entre el escaldado TB-TL y la textura de vegetales procesados. *Journal of the Mexican chemical society*, 43(2), 54-62.
- Aguilar, C.N., Anzaldúa-Morales, A., Talamas, R., y Gastelum, G. (1997). Low-temperature Blanch Improves Textural Quality of French-fries. *Journal of Food Science*, 62(3), 568–571.
- Aguilera-Carbó, A., Montañez, J. C., Anzaldúa-Morales, A., Reyes, M. L., Contreras-Esquivel, J., y Aguilar, C. N. (1999). Improvement of color and limpness of fried potatoes by in situ pectinesterase activation. *European Food Research and Technology*, 210(1), 49-52.
- Alonzo, J., Canet, W. y Rodríguez, T. (1997). Thermal and calcium pretreatment effects texture, PE, and pectic substances of frozen cherries. *Journal of Food Science* 62(3), 511-515.
- Alvarez, M. D., Morillo, M. J. y Canet, W. (2000). Characterization of the frying process of fresh and blanched potato strips using response surface methodology. *European Food Research and Technology*, 211(5), 326-335.
- Andrade, H. (1997). Requerimientos cualitativos para la industrialización de papa. *Revista Informativa INIAP*, 9, 21-23.
- AOAC International. (2012). *Official methods of analysis of AOAC International*.
- Bureau, G. y Multon, J.L. (1995). *Embalaje de los alimentos de gran consumo*. Editorial Acribia: España.
- CODEX STAN 114. (1981). *Norma para las patatas (papas) fritas congeladas rápidamente*.

- Danec. (s.f.). *Productos Industriales. Frituras y Snack's*. Recuperado de <http://www.danec.com/frituras-y-snacks/>
- De Corcuera, J. I. R., Cavalieri, R. P., & Powers, J. R. (2004). Blanching of foods. *Encyclopedia of Agri, Food and Biological Engineering*. Marcel Dekker, New York City, NY, USA, 1-5.
- Du Pont, M. S., Kirby, A. R., & Smith, A. C. (2007). *Instrumental and sensory tests of texture of cooked frozen french fries*. *International Journal of Food Science & Technology*, 27(3), 285–295. doi:10.1111/j.1365-2621.1992.tb02030.x
- Gamble, M. H., Rice, P., & Selman, J. D. (1987). Relationship between oil uptake and moisture loss during frying of potato slices from cv Record UK tubers. *International Journal of Food Science & Technology*, 22(3), 233-241.
- Gegov, Y., Pevicharova, G., Nacheva, E., & Slavchev, V. (2007). Potato breeding lines suitable for production of frozen French fries. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 13(1), 15.
- Hasbún, J., Esquivel, P., Brenes, A., y Alfaro, I. (2009). Propiedades físico-químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa. *Agronomía costarricense: Revista de ciencias agrícolas*, 33(1), 77-89.
- Kita, A., Lisińska, G., & Gołubowska, G. (2007). The effects of oils and frying temperatures on the texture and fat content of potato crisps. *Food chemistry*, 102(1), 1-5.
- Losada, J.(2011) *Incidencia en la cantidad de grasa en la papa (solanum tuberosum) a la francesa freída en profundidad por el uso de aceite de mezclas vegetales reutilizado* (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias).
- Melo Pérez, P. A. (2012). *Prefactibilidad técnico-financiera para la instalación de una planta procesadora de papas (Solanum tuberosum) cortadas en bastones prefritas y congeladas* (Bachelor's thesis, Quito, 2012.).

- Miranda, M. L., & Aguilera, J. M. (2006). *Structure and Texture Properties of Fried Potato Products. Food Reviews International*, 22(2), 173–201. doi:10.1080/87559120600574584
- Montes, N., Millar, I., Provoste, R., Martínez, N., Fernández, D., Morales, G., y Valenzuela, R. (2016). Absorción de aceite en alimentos fritos. *Revista chilena de nutrición* 43(1), 87-91.
- Monteros, C., Quendal, B., Pantoja, S. y Villacreces, E. (2015). Evaluar la calidad industrial de seis variedades de papa disponibles en el mercado con aptitud para procesamiento de pre frita congelada tipo bastón. *INIAP*.
- Norma, M., Velásquez, J. A. M., y Enríquez, M. (s.f). *Mejoramiento de color y textura de papas fritas (chips) por pre-acondicionamiento térmico y cloruro de calcio*.
- Pumusacho, M. y Sherwood, S. (2002). El cultivo de papa en el Ecuador. *INIAP-CIP*.
- Suaterna, A. 2008. La fritura de los alimentos: pérdida y ganancia de nutrientes en alimentos fritos. *Perspectivas en nutrición humana*. 10(1), 77-88.
- Villacrés, E., Coba, V., Monteros, J., & Lucero, O. (2011). Influencia de la materia prima y del proceso sobre la calidad y la vida útil de la papa prefrita, precocida y frita en bastones. *INIAP*. Recuperado el 20 de octubre de 2018 de: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4486>

ANEXO A: FICHA TECNICA DEL ACEITE DANOLIN FRI 3317 UTILIZADO

Nombre industrial

DANOLIN FRI 3317

Características Generales

Aceite vegetal refinado, blanqueado, desodorizado, no hidrogenado y con adición de antioxidante. Apto para consumo humano, obtenido de la fracción líquida, oleína, del aceite de palma. Libre de ácidos grasos trans.

Aplicaciones

Por su alta estabilidad frente a la oxidación y resistencia al maltrato térmico, se recomienda para uso en fritura profunda. También se puede emplear como aceite de cobertura (spray-oil) en galletas y snacks. Excelente vehículo para saborizantes y colorantes en galletas y snacks.

Presentación

El producto se expende en bidones plásticos no retornables de 20 litros y a granel, en tambores de 100 y 180 kg, mini contenedores de 1 ton, en tanqueros. Otras presentaciones se pueden empacar bajo pedido.

Almacenamiento

Almacenar al amparo de la luz solar directa, en un ambiente seco y fresco, entre 15 y 30 °C.

Nota: En caso de precipitación o turbidez calentar el producto. Este fenómeno, no afecta la calidad, ni desempeño del producto.

Especificaciones

PARAMETRO	UNIDADES	VALOR	METODO
Ácidos grasos libres* (como palmítico)	%	0.07 máx.	AOCS Ca 5a-40
Humedad e impurezas*	%	0.10 max.	AOCS Ca 2c-25
Índice de peróxidos*	Meq O ₂ /Kg	1.0 max.	AOCS Cd 8-53
Color Lovibond, Rojo* (celda 5¼")		2.5 máx.	AOCS Cc 13j-97
Índice de yodo, Wijs	cg/g	59-71	AOCS Cd 1-25
P. F. (deslizamiento)	°C	18.0 máx.	AOCS Cc 3-25
Punto de nube	°C (claro)	8.0 máx.	AOCS Cc 6-25
Antioxidante TBHQ	ppm	200 max.	
Olor / Sabor*		Buenos	Sensorial

Características Adicionales

Ácido graso (FAME)	% Ácido graso
C12:0	<0.5
C14:0	0.5-1.3
C16:0	33.0-41.0
C18:0	3.3-5.8
C18:1	37.0-45.0
C18:2	10.0-14.3
C18:3	<0.5
Total A.G. trans	<0.5

Ácido graso (FAME)	% Ácido graso
Total Saturados	38.5 – 47.5
Total Mono insaturados	37.0 – 45.0
Total Poliinsaturados	10.0 – 15.0
Total A.G. trans	<0.5

Requisitos Norma INEN 1640:2012

ANEXO B: CORTADO DE PAPAS EN BASTON MANUAL



ANEXO C: DIMENSIONES DE LOS BASTONES DE PAPA DE ACUERDO A LA NORMA DE PATATAS (PAPAS) FRITAS CONGELADAS RAPIDAMENTE

Designación

Pequeña
Media
Corte grueso
Extra gruesa

Dimensión de la superficie más ancha

5 - 8 mm
8 - 12 mm
12 - 16 mm
más de 16 mm

ANEXO D: CONSENTIMIENTO INFORMADO DE LA EVALUACION SENSORIAL

N°:

Consentimiento informado

Yo, _____, de ____ años; mediante el presente documento, doy mi consentimiento para participar en la prueba sensorial de papas fritas. Doy constancia de que no sufro de algún problema de salud como hipercalcemia o alteraciones en el riñón.

Firma

CI:

ANEXO E: CUESTIONARIO DE PRUEBA AFECTIVA

Cuestionario N°:

Prueba Afectiva papas fritas

Nombre:

Edad:

Fecha:

A continuación, tiene frente a usted 3 muestras codificadas con números de 3 dígitos y un vaso con agua. Por favor, pruebe las muestras de izquierda a derecha, y circule el valor que considere adecuado de cada atributo. Tome un sorbo de agua y espere alrededor de 20 segundos entre cada muestra.

1	2	3	4	5	6	7
Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho

Tomar en cuenta que las muestras se encuentran aleatorizadas favor fijarse en el número correspondiente a cada muestra antes de llenar el cuadro inferior.

	254	368	547
Firmeza del bastón	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
Crujencia superficial	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
Suavidad interna	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7
Global	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7

Comentario: _____

¡GRACIAS!

ANEXO F: REQUISITOS ANALITICOS DE ACUERDO A LA NORMA DE PATATAS (PAPAS) FRITAS CONGELADAS RAPIDAMENTE

3.2.2 Requisitos analíticos

3.2.2.1 Humedad - el contenido máximo de humedad del producto en las formas de presentación "Pequeña", "Media" y "De corte grueso", será de 76% m/m; y en la forma "Extra gruesa" y Otras formas de presentación, de 78% m/m.