

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. AGROINDUSTRIAL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

TITULO:

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL PRETRATAMIENTO EN LA
TEXTURA Y PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA PAPAS
TIPO FRENCH FRIES CONGELADAS”**

PRESENTADO POR:

Bach. William Ricardo Peña Hilario

Bach. Mervyn Jherson Alvarez Altamirano

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

Chimbote - Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA


ESCUELA PROFESIONAL DE

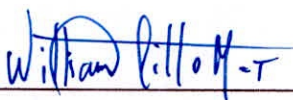
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



HOJA DEL AVAL DEL JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado **“EVALUACIÓN DE EFECTO DEL PRETRATAMIENTO EN LA TEXTURA Y PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE PAPAS TIPO FRENCH FRIES CONGELADAS”** para obtener el título profesional de ingeniero Agroindustrial, presentado por Bach. Mervyn Jherson Alvarez Altamirano y Bach. William Ricardo Peña Hilario, que tiene como asesor al docente Ms. Williams Castillo Martínez designado por la resolución decanal N°349-2016-UNS-CFI. Ha sido revisado y aprobado el día 09 de Mayo del 2018 por el siguiente jurado evaluador designado mediante la resolución N°118-2018-UNS-CFI.20.


M.Sc. Saul Eusebio Lara
Presidente


Ms. Williams Castillo Martínez
Secretario


Dr. Daniel Sanchez vaca
Integrante



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. DE INGENIERÍA DE AGROINDUSTRIAL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11:00 am del 09 de Mayo del dos mil Dieciocho se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 118-2018-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **M.Sc. Saul Eusebio Lara** (Presidente)
- **Ms. Williams Castillo Martinez** (Secretario)
- **Dr. Daniel Sanchez Vaca.** (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“EVALUACIÓN DE EFECTO DEL PRETRATAMIENTO EN LA TEXTURA Y PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE PAPAS TIPO FRENCH FRIES CONGELADAS”, elaborada por el (os) bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **WILLIAM RICARDO PEÑA HILARIO**
- **MERVYN JHERSON ALVAREZ ALTAMIRANO**

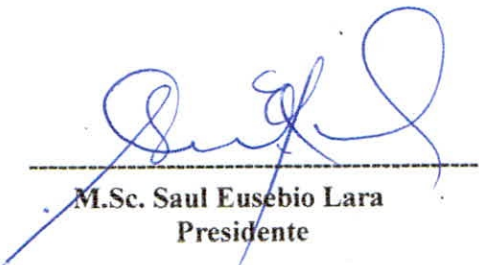
Asimismo, tienen como Asesor al docente: **Ms. WILLIAMS CASTILLO MARTINEZ**, según R.D. N° 349 - 2016-UNS-FI. Finalizada la sustentación, el (os) Tesistas respondió (eron) las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 39° y 40° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

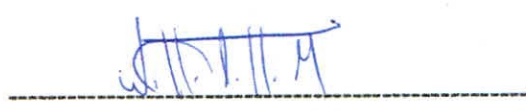
BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
MERVYN JHERSON ALVAREZ ALTAMIRANO	18	BUENO

Siendo la 01: pm del mismo día, se dio por terminado dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

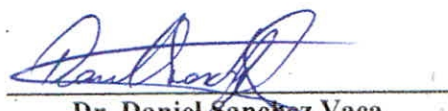
Nuevo Chimbote, 09 de Mayo del 2018.



M.Sc. Saul Eusebio Lara
Presidente



Ms. Williams Castillo Martinez
Secretario



Dr. Daniel Sanchez Vaca
Integrante



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11:00 am del 09 de Mayo del dos mil Dieciocho se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 118-2018-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **M.Sc. Saul Eusebio Lara (Presidente)**
- **Ms. Williams Castillo Martinez (Secretario)**
- **Dr. Daniel Sanchez Vaca.(Integrante);** para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“EVALUACIÓN DE EFECTO DEL PRETRATAMIENTO EN LA TEXTURA Y PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE PAPAS TIPO FRENCH FRIES CONGELADAS”, elaborada por el (os) bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **WILLIAM RICARDO PEÑA HILARIO**
- **MERVYN JHERSON ALVAREZ ALTAMIRANO**

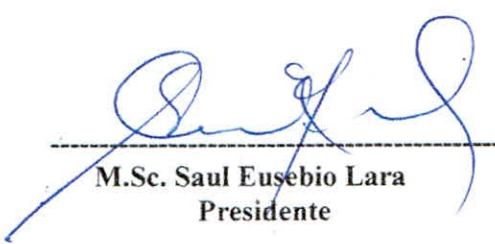
Asimismo, tienen como Asesor al docente: **Ms. WILLIAMS CASTILLO MARTINEZ, según R.D. N° 349 - 2016-UNS-FI.** Finalizada la sustentación, el (os) Tesistas respondió (eron) las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 39° y 40° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:


BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
WILLIAM RICARDO PEÑA HILARIO	18	BUENO

Siendo la 01: pm del mismo día, se dio por terminado dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

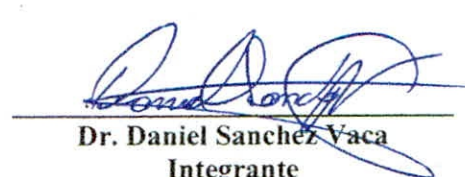
Nuevo Chimbote, 09 de Mayo del 2018.



M.Sc. Saul Eusebio Lara
Presidente



Ms. Williams Castillo Martinez
Secretario



Dr. Daniel Sanchez Vaca
Integrante

DEDICATORIA

En primer lugar agradezco a Dios, por su infinita bondad y por darme la fuerza necesaria para vivir y seguir adelante en cada paso que doy.

Con mucho cariño a mis padres por los gestos de todos los logros de mi vida, por su amor profundo y fortaleza infinita por permitir que decayera ni un solo instante en la consecución de mis objetivos por ser mi ejemplo y más grande orgullo por confiar y apoyarme incondicionalmente en todo momento

A mis amada familia y queridos hermanos, por su ayuda absoluta su comprensión y por creer en mi

Mervyn Alvarez Altamirano

DEDICATORIA

En primer lugar agradezco a Dios, por su infinita bondad y por darme la fuerza necesaria para vivir y seguir adelante en cada paso que doy.

Con mucho cariño a mis padres por los gestos de todos los logros de mi vida, por su amor profundo y fortaleza infinita por permitir que decayera ni un solo instante en la consecución de mis objetivos por ser mi ejemplo y más grande orgullo por confiar y apoyarme incondicionalmente en todo momento

A mis amada familia y queridos hermanos, por su ayuda absoluta su comprensión y por creer en mi

William Peña Hilario

AGRADECIMIENTO

Nuestro más sincero y grande agradecimiento a los Ms. Williams Castillo Martínez, Ing. Jhon Gonzales y Ing. Lenin Narváez por habernos guiado, compartiendo conocimientos y ayudarnos en la realización de nuestro tema de tesis.

Nuestro sincero reconocimiento y gratitud a la Universidad Nacional del Santa por abrirnos las puertas de la Institución, para podernos formar como profesionales, impartiendo conocimiento de vital importancia para nuestro desempeño en el campo profesional.

ÍNDICE

Resumen	1
Abstract	2
I. Introducción	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Formulación del Problema	7
1.3. Objetivos	7
1.3.1. Objetivo General	7
1.3.2. Objetivos Específicos	7
1.4. Formulación de la Hipótesis	8
1.5. Justificación	8
1.6. Limitaciones del Trabajo	9
II. Marco Teórico	10
2.1. Origen de la Papas Fritas	10
2.2. Origen de la Papas tipo french fries Congeladas	10
2.3. Mercado Mundial de las papas tipo french fries Congeladas	10
2.4. Tubérculos	11
2.5. Historia de la Papa (solanum tuberosum)	11
2.6. La Papa (solanum tuberosum)	14
2.7. Tubérculo de la papa	15
2.8. Morfología de la Papa y sus Partes	16
2.9. Composición Química	19
2.10. Papas tipo french fries Congeladas	20
2.11. Proceso de Fritura.	23
2.12. Textura en los Alimentos.	26
2.13. Textura	27
2.14. Propiedades de la Textura	28
2.14.1. Atributos mecánicos	28
2.14.2. Atributos geométricos	31
2.14.3. Atributos de composición	31

2.15. Análisis de perfil de Textura	31
2.16. Análisis Instrumental de Perfil de extura	32
2.16.1. Fracturabilidad	32
2.16.2. Dureza	33
2.16.3. Cohesividad	33
2.16.4. Adhesividad	33
2.16.5. Gomosidad	34
2.16.6. Elasticidad	34
2.16.7. Masticabilidad	34
2.17. Importancia del Perfil de Textura en la Industria Alimentaria	35
III. Materiales y Métodos	37
3.1. Lugar de Ejecución	37
3.2. Materiales	37
3.2.1. Materia Prima	37
3.2.2. Materiales Metálicos y Plásticos	37
3.2.3. Material de Vidrio	38
3.2.4. Equipos e Instrumentos	38
3.3. Métodos	40
3.3.1. Elaboración de la Papas tipo french fries	40
Congeladas	
3.3.2. Análisis Textura Texturometro Brookfield CT3 4500	45
3.3.3. Color	45
3.4. Diseño Experimental	46
3.5. Método de Análisis	46
3.6. Diseño Experimental	46
IV. Resultados y Discusiones	48
4.1. Caracterización fisicoquímica de materia prima	48
4.2. Efecto del pretratamiento en la dureza de las papas tipo french fries congelada	49
4.3. Efecto del pretratamiento en los parámetros de color (Luminosidad) de las papas tipo french fries congelada	55

4.4. Determinación de los parámetros óptimos de escaldado (temperatura y tiempo) que permitan obtener una papa frita tipo french fries congelada de buena calidad.	62
V. Conclusiones y Recomendaciones	64
VI. Referencias Bibliográfica y Virtuales	66
VII. Anexos	77

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1: Planta de papa	17
Figura 2: Diagrama esquemático de la transferencia de masa y calor durante el proceso de fritura	24
Figura 3: Curva de Análisis de Perfil de Textura	33
Figura 4. Texturometro Brookfield CT3 4500	38
Figura 5: Colorímetro Konica Minolta CR-400	39
Figura 6: Balanza Analítica	39
Figura 7: Estufa Pool Ecko	40
Figura 8: Procedimiento elaboración de papas tipo french fries congeladas	44
Figura 9: Grafico de Pareto de los efectos estandarizados para la dureza de las papas fritas tipo french fries congelada	51
Figura 10: Grafico de efectos para la dureza de las papas fritas tipo french fries congelada	53
Figura 11: Grafico de interacción para la dureza de las papas fritas tipo french fries congelada	53
Figura 12: Grafico de superficie de respuesta y contorno para la dureza de las papas fritas tipo french fries congelada	54
Figura 13: Grafico de Pareto de los efectos estandarizados para la luminosidad de las papas fritas tipo french fries congelada	57
Figura 14: Grafico de efectos para la luminosidad de las papas fritas tipo french fries congelada	59
Figura 15: Grafico de interacción para la luminosidad de las papas fritas tipo french fries congelada	59
Figura 16: Grafico de superficie de respuesta y contorno para la dureza de las papas fritas tipo french fries congelada	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Niveles las variables dependientes	46
Tabla 2: Matriz experimental según el diseño compuesto central rotable	47
Tabla 3: Análisis proximal de la papa Solanum tuberosum variedad Canchán	48
Tabla 4: Resultados de Dureza de las papas tipo french fries congelada	50
Tabla 5: Efecto de las variables dependientes en la dureza de papas fritas tipo french fries congelada	50
Tabla 6: Resultados de Luminosidad de las papas tipo french fries congelada	52
Tabla 7: Efecto de las variables dependientes en la dureza de papas fritas tipo french fries congelada	56
Tabla 8: Análisis de varianza para la variable dependiente luminosidad de papas tipo french fries congelada	58
Tabla 9: Criterio de optimización para múltiples respuesta según método de función deseada	62
Tabla 10: Resultados obtenido de valor de deseabilidad para La optimización de múltiples respuesta según método de función Deseada	63

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición nutricional en base a 100 g

20

RESUMEN

El objetivo de este estudio, está basado en la evaluación del efecto de las condiciones de escaldado sobre la textura y color de la papa frita tipo french fries congelada. Se aplicó un diseño compuesto central rotatable para obtener las condiciones óptimas del pretratamiento, teniendo como variables independientes la temperatura de escaldado de 80-90°C y tiempo de 2 – 5 minutos. Se evaluó la dureza de la papa fritas con un texturometro y la luminosidad con un colorímetro. La temperatura de escaldado es estadísticamente significativa tanto para la dureza y luminosidad teniendo un efecto negativo y positivo en estas respectivamente. Los parámetros óptimos del pretratamiento son Temperatura de y tiempo de escaldado de 92°C y 2.8 minutos, los cuales maximizan la textura y el color de la papa frita tipo french fries congelada.

Palabras claves: Papa fritas, escaldado, dureza, luminosidad

ABSTRACT

The objective of this study is based on the evaluation of the effect of blanching conditions on the texture and color of frozen french fries. A rotatable central composite design was applied to obtain the optimum pre-treatment conditions, having as independent variables the blanching temperature of 80-90 ° C and a time of 2-5 minutes. The hardness of potato chips was evaluated with a texturometer and the luminosity with a colorimeter. The blanching temperature is statistically significant for both the hardness and luminosity having a negative and positive effect on these respectively. The optimal parameters of the pretreatment are temperature and scalding time of 92°C and 2.8 minutes, which maximize the texture and color of frozen French fries.

Keywords: Potato chips, blanching, hardness, luminosity

I. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES.

HENSEN, J.C. (1974), en el artículo: "International Course on Potatoe Production" se describe el proceso productivo de las papas prefritas o fritas, congeladas o refrigeradas indicando los parámetros más adecuados; así: las papas refrigeradas alcanzan un tiempo de vida útil de

4 a 5 días, cuando son enfriadas a una temperatura por debajo de 3°C.

Además se señala que la cantidad de materia seca influye directamente sobre el sabor. Cit. Banda, C. et al., (1998).

HENSEN, J.C. (1991), en su publicación "Current Technology for Processing of Chips and French Fries" se describe el proceso productivo y recomendaciones de maquinarias. Se indica parámetros de calidad del producto terminado como que el contenido de humedad durante la fritura se reduce de 80% a 65%. Además se señala que para las papas prefritas congeladas, el aceite a utilizar debe tener un punto de solidificación mayor a la temperatura de congelación para que el producto no adquiera un sabor ceroso. Cit. Banda, C. et al., (1998).

ARTHEY, D. y DENNIS, C. (1992), en la publicación: "Procesado de Hortalizas" se describe las etapas de fritura: la primera, se evapora el agua libre de la superficie y de los macro y microcapilares a

velocidad constante. En la segunda etapa se desplaza la zona de evaporación al interior del producto disminuyendo la velocidad de evaporación de agua.

Además a temperaturas menores a 160°C, se produce una capa exterior deshidratada y saturada de grasa. Esta capa opone gran resistencia a la penetración del calor en el producto.

Se establece que el tiempo de la fritura depende de: variedad y tamaño del producto, se indica que la temperatura óptima del aceite para fritura es de 140 a 180°C. Las temperaturas demasiado bajas prolongan el tiempo de fritura, temperaturas altas aumentan las reacciones de oscurecimiento de la superficie del producto. Además se establece que la instalación para freír debe ser de acero inoxidable, para evitar la influencia catalítica de los iones de los metales pesados. Señalándose además que la proporción óptima de las papas con respecto al aceite es 1:20.

LISINSKA Y LESZCZYNNKI (1989), en su publicación "Potatoe Science and Technology" se describe la calidad de la materia prima (materia seca), tamaño y forma de los tubérculos, tamaño y forma de las tiras, encontrándose que para tamaños de 1,57 cm*1,57 cm el contenido de aceite varia inversamente al peso específico, así de 9,3% de peso en seco (1,090 peso específico) pasa a 14,8% (1,065 peso específico). Con cortes más pequeños (1,27 cm *1,27 cm) el contenido de aceite varia de 0,6% en papas con mayor peso específico y 18,6% para aquellos de menor peso específico. De esta manera se señala que el contenido de aceite debe ubicarse dentro

del rango de 5 a 7% para las papas fritas y hasta 4% para las papas prefritas. Cit. Banda, C. et al., (1998).

Además, se describe los procesos productivos que afectan la absorción de aceite en la fritura, maquinaria, rendimientos originados durante todo el proceso; señalando que se originan por la remoción de la humedad, la cual es recompensada por el peso de la grasa absorbida. Se recomienda un previo secado. Se indica que la textura de las papas fritas no debe ser dura o gomosa y la parte interna no debe ser débil; no debe existir separación entre la parte central y la capa externa. En cuanto al sabor y olor se señala que las tiras deben estar libres de sabores amargos, dulces, quemados o cualquier otro sabor ajeno. Cit. Banda, C. et al., (1998).

PEDRESCHI, F. y MOYANO, M. (2006), se estudia la textura y color de las papas prefritas congeladas; indicándose que las papas blanqueadas prefritas presentan contenidos de humedad ligeramente mayores que las muestras provenientes de papa cruda para los mismos tiempos de fritura. Esta diferencia de contenido de humedad se incrementa luego del horneado. Además se señala que las papas prefritas a 190°C presentan contenidos de humedad mucho menores que las muestras prefritas a 160°C luego del horneado final para el mismo tiempo de fritura. También se señala que no existe un efecto notorio de la temperatura de fritura ni del blanqueado en la textura final de las papas prefritas congeladas cocinadas por horneado.

SILVA, M. y SARABIA, S. (2005), se determina parámetros para evitar el pardeamiento enzimático en la variedad I-Fripapa, señalándose que es importante eliminar el almidón de los bastones de papa mediante 5 lavados sucesivos hasta que el agua de enjuague sea lo más clara posible, se menciona la inmersión en la solución inhibidora de 0,05% Hipoclorito de Sodio + 0,01% Metabisulfito de Sodio por 30 minutos, lo cual mantiene la textura de la papa y corresponde a uno de los mejores tratamientos [17].

VILLACRÉS, E. et al., (2003), se estudia la influencia de la materia prima y del proceso sobre la calidad y la vida útil de la papa prefrita, precocida y frita en bastones en los genotipos de: I-Fripapa, Papa Pan, Superchola, clon Semiuvilla, clon 97-1-8; a través de los análisis físicoquímicos se determina que la variedad I-Fripapa reúne las especificaciones de calidad para el proceso de fritura y que la variedad Superchola alcanza el mayor puntaje en la evaluación del nivel de aceptabilidad; aplican además condiciones de atmósferas modificadas para determinar tiempos de vida útil al empacar con CO₂ al 10% en bolsas de polietileno de baja densidad y almacenadas en condiciones medio ambientales, con lo cual se alcanza una vida útil de 4 días; de esta manera se contribuye a reforzar el efecto de la refrigeración, permitiendo extender la vida útil de los bastones prefritos hasta 12 días. Los ensayos de almacenamiento en congelación presentaron una vida útil superior a los 3 meses.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los parámetros óptimos de temperatura y tiempo de escaldado como pretratamiento que permitan obtener papas tipo french fries congeladas de buena calidad en textura y propiedades fisicoquímicas?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar el efecto del pretratamiento en la textura y propiedades fisicoquímicas de la papas tipo french fries congeladas

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Caracterizar fisicoquímicamente la materia prima.
- Determinar los parámetro óptimos del pretratamiento (Escaldado) para la elaboración de la papas tipo french fries congeladas.
- Determinar las propiedades físicas (humedad, contenido de aceite y textura) de forma instrumental a las muestras de la papas tipo french fries congeladas sometido a los distintos tratamientos.
- Evaluar el efecto del pretratamiento en el color de la papas tipo french fries congeladas.
- Determinar, a partir de las pruebas sensoriales, las categorías de calidad de la papas tipo french fries congeladas.

1.4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Los parámetros óptimos de escaldado como pretratamiento que permitan obtener una papa tipo french fries congeladas de buena calidad en textura y propiedades fisicoquímicas son temperatura de 75°C con un tiempo de 6 min.

1.5. JUSTIFICACIÓN

En el mundo, la ampliación de la demanda por productos procesados se ha visto favorecida por el crecimiento de la población urbana. Asimismo, la activa laboral diaria afecta la disminución en el tiempo destinado para la preparación de alimentos y la rápida expansión de la industria de comidas rápidas, tanto de cadenas locales como extranjeras, son factores influyentes en la demanda de alimentos de fácil preparación.

Siendo un país con alta producción de papa la disminución de precios de la papa en el mercado, plantea la necesidad de buscar mejores opciones de comercialización del producto.

Además, se han realizado estudios de mercado para determinar la aceptabilidad de la papa prefrita congelada y se ha impulsado a definir la tecnología de procesamiento para ofertar un producto de calidad. Las fuentes oficiales que afirman que la industrialización de la papa en el país tiene un amplio campo para la inversión, en la producción de almidón, harina, papa procesada, precocida, prefrita,

y otros, cuya demanda actualmente es abastecida con producto importado.

Lo anterior permite determinar la importancia de la investigar la papa prefrita congelada para iniciar una nueva opción de mercado y sustentar con una tecnología de procesamiento la calidad del producto. De esta manera contrarrestar a las compañías transnacionales a que instalen fábricas en la región pretendiendo atender estas necesidades

Cabe destacar que el presente estudio permite ofrecer una alternativa para reducir los volúmenes de importación de papas prefritas congeladas, asegurando la calidad del producto terminado dentro de la cadena alimentaria, desde su producción, procesamiento, comercio hasta su consumo final.

1.6. LIMITACIONES DEL TRABAJO

Las limitaciones encontradas en la elaboración de la investigación fue el encontrar la tecnología adecuada para realizar los experimentos de acuerdo al plan de investigación.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ORIGEN DE LA PAPAS FRITAS

Nadie está realmente seguro sobre el origen de las papas fritas, éstas se pusieron de moda en Francia a finales del siglo XVIII; algunos datos registran el origen real en Bélgica.

Soldados americanos conocieron a las papas fritas presentadas por ciudadanos belgas de habla francesa durante la primera guerra mundial, por eso las llamaron "french fries" incluso el presidente Thomas Jefferson se servía de papas fritas en el estilo francés en la casa blanca a finales del siglo XVIII (Mc Cain Foods, 2003).

2.2. ORIGEN DE LA PAPAS TIPO FRENCH FRIES CONGELADAS

La empresa McCain fue la pionera en el procesamiento y comercialización de este tipo de producto. McCain nació en Canadá en el año de 1957 cuando los hermanos McCain de Florenceville empezaron su propia empresa familiar, las ventas desde 1957 han ascendido desde US \$ 152,678 a US \$ 5.3 billones en el año 2001 (Mc Cain Foods, 2003).

2.3. MERCADO MUNDIAL DE LAS PAPAS TIPO FRENCH FRIES CONGELADAS

El mercado mundial de papas prefritas congeladas se encuentra dominado hasta el momento por la empresa McCain Foods con plantas productoras en todo el mundo y altos volúmenes de producción especialmente en Estados Unidos y Canadá.

Además de papas fritas congeladas lisas o corrugadas, McCain produce harina para puré de papa y presentación en números y caritas felices de puré de papa. Se presume que estos subproductos son derivados de los pedazos de papa que no cumplen las normas de calidad para papas prefritas congeladas.

2.4. TUBÉRCULOS

Tallo subterráneo engrosado por las sustancias de reserva que almacenan nutrientes, como la papa o patata; el tubérculo se caracteriza por formar yemas u ojos que originan nuevas plantas. Las plantas jóvenes que se desarrollan a partir de tubérculos se nutren del almidón acumulado en ellos hasta que maduran lo suficiente como para formar un sistema de raíces Arthey, D. y Dennis, C. 1992.

2.5. HISTORIA DE LA PAPA (SOLANUM TUBEROSUM)

La historia de la papa comienza hace unos 8 000 años, cerca del lago Titicaca, que está a 3 800 metros sobre el nivel del mar, en la cordillera de los Andes, América del Sur, en la frontera de Bolivia y Perú. Ahí, según revela la investigación, las comunidades de cazadores y recolectores que habían poblado el sur del continente por lo menos unos 7 000 años antes, comenzaron a domesticar las plantas silvestres de la papa que se daban en abundancia en los alrededores del lago.

En el continente americano hay unas 200 especies de papas silvestres, pero fue en los Andes centrales donde los agricultores lograron seleccionar y mejorar el primero de lo que habría de

convertirse, en los milenios siguientes, en una asombrosa variedad de cultivos del tubérculo. En realidad, lo que hoy se conoce como «papa» (*Solanum, especie tuberosum*) contiene apenas un fragmento de la diversidad genética de las cuatro especies reconocidas de papa y las 5 000 variedades que se siguen cultivando en los Andes. Si bien los agricultores andinos cultivaron muchas hortalizas y cereales, como el tomate, los frijoles y el maíz, sus variedades de papa eran particularmente adecuadas a la zona del valle quechua, que se extiende a alturas de 3 100 a 3 500 metros sobre el nivel del mar, a lo largo de las vertientes de los Andes centrales (los pueblos andinos consideraban la región quechua la «zona civilizada»). Pero los agricultores también produjeron una especie de papa resistente a las heladas, que sobrevive en la tundra alpina de la región de la Puna, a 4 300 metros de altura. La seguridad alimentaria que ofrecían el maíz y la papa, consolidada a través de la irrigación y la construcción de terrazas, permitió que surgiera, alrededor del año 500 d.C., la civilización Huari en las tierras altas de la cuenca de Ayacucho. Por esa misma época, la ciudad-Estado de Tiahuanacu se formó cerca del lago Titicaca, gracias en gran medida a su avanzada tecnología de «campos alzados», que son parcelas elevadas bordeadas de canales de riego, cuya productividad se ha estimado en unas 10 toneladas por hectárea. Se considera que en su apogeo, alrededor del año 800 d.C., Tiahuanacu y los valles circundantes tenían una población de medio millón de habitantes o más.

Los incas adoptaron y mejoraron los adelantos agrícolas de las culturas anteriores de las montañas, y dieron especial importancia a la producción de maíz. Pero la papa fue decisiva para la seguridad alimentaria de su imperio. En la vasta red de almacenes del Estado inca, la papa –sobre todo un producto elaborado con la papa desecada y congelada, llamado «chuño»– fue uno de los principales artículos alimentarios, usado para alimentar a los oficiales, soldados y trabajadores, así como reserva para casos de emergencia cuando se malograban las cosechas.

La invasión española, en 1532, puso fin a la civilización inca, pero no a la papa. Porque a lo largo de toda la historia andina, la papa, en todas sus formas, ha sido profundamente un «alimento del pueblo», y ha desempeñado un papel central en la perspectiva andina del mundo (el tiempo, por ejemplo, se medía por el que era necesario para cocinar las papas).

Los campesinos de algunas partes de los altos de los Andes siguen midiendo la tierra en «topos», la superficie necesaria para que una familia cultive las papas que necesita, y los topos son más extensos a mayor altura, donde necesitan dejarse en barbecho por más tiempo.

Clasifican las papas no sólo por su especie y variedad, sino también por el nicho ecológico donde se producen mejor, y no es raro encontrar cuatro especies cultivadas en una misma parcela pequeña.

La historia de la papa es muy interesante, y su futuro es estupendo. Si bien la producción en Europa, «segundo hogar» de la papa desde

hace siglos, está disminuyendo, la papa tiene mucho espacio para producirse en el mundo en desarrollo, donde su consumo es menos de una cuarta parte del que representa en los países desarrollados.

Hoy en día, en las montañas del Lesotho muchos agricultores están dejando de cultivar maíz para producir papas, con ayuda de un proyecto de la FAO para la producción de tubérculos sin enfermedades. En China, los expertos en agricultura aseguran que los rendimientos podrían aumentar fácilmente en una cifra tan alta como el 30 por ciento

Y en los Andes, donde comenzó esta historia, el Gobierno del Perú creó en julio de 2008 un registro nacional de la papa nativa peruana, para contribuir a la conservación de este rico legado nacional. Esa diversidad genética, base de las nuevas variedades adaptadas a las necesidades del mundo, que se transforman constantemente, ayudará a definir los futuros capítulos de la historia del *Solanum tuberosum*,

2.6. LA PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM*)

La papa (*Solanum tuberosum*) es una herbácea anual que alcanza una altura de un metro y produce un tubérculo, la papa misma, con tan abundante contenido de almidón que ocupa el cuarto lugar mundial en importancia como alimento, después del maíz, el trigo y el arroz. La papa pertenece a la familia de floríferas de las solanáceas, del género *Solanum*, formado por otras mil especies por lo menos, como el tomate y la berenjena. La investigación reciente revela que el *S. tuberosum* se divide en dos grupos de cultivares ligeramente

distintos: el *Andigenum*, adaptado a condiciones de días breves, cultivado principalmente en los Andes, y el *Chilotanum*, la papa que hoy se cultiva en todo el mundo. También denominado papa "europea", se piensa que el grupo *Chilotanum* procede de cultivares andinos que primero llegaron a Chile y de ahí, en el siglo XIX, a Europa.

2.7. TUBÉRCULO DE LA PAPA

Al crecer, las hojas compuestas de la planta de la papa producen almidón, el cual se desplaza hacia la parte final de los tallos subterráneos, también llamados estolones. Estos tallos sufren la consecuencia de un engrosamiento y así se producen unos cuantos o hasta 20 tubérculos cerca de la superficie del suelo. El número de tubérculos que llegan a madurar depende de la disponibilidad de humedad y nutrientes del suelo. El tubérculo puede tener formas y tamaños distintos, y por lo general pesa hasta 300 g. Al terminar el período de crecimiento, las hojas y tallos de la planta se marchitan y los tubérculos se desprenden de los estolones. A partir de este momento, los tubérculos funcionan como depósito de nutrientes que permite a la planta subsistir en el frío y posteriormente reverdecer y reproducirse. Cada tubérculo tiene de 2 hasta 10 brotes laterales (los «ojos»), distribuidos en espiral en toda la superficie. De estos ojos brotan las nuevas plantas, cuando las condiciones vuelven a ser favorables.

Un tubérculo de papa crudo tiene un gran contenido de micronutrientes, las vitaminas y minerales esenciales para la salud. Una papa de tamaño medio contiene una gran cantidad de potasio, y casi la mitad de la vitamina C necesaria a diario para los adultos. También es una fuente importante de vitaminas del complejo B y minerales, como el fósforo y el magnesio.

2.8. MORFOLOGÍA DE LA PAPA Y SUS PARTES

La planta de papa se describe en la Figura 1, está conformada por tallos aéreos y subterráneos, donde se sostienen las hojas, flores y los tubérculos, respectivamente.

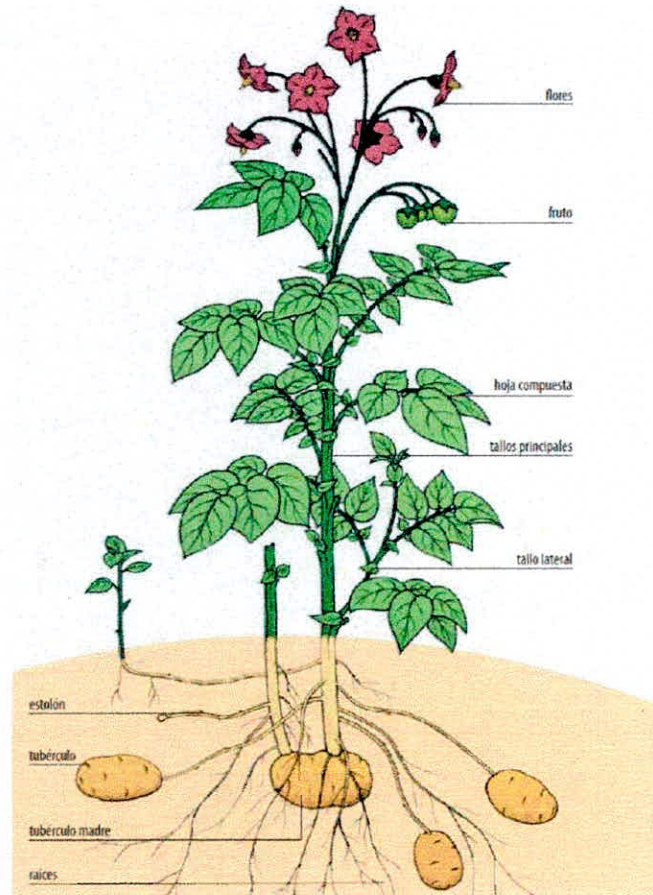


Figura 1: Planta de papa

Fuente: División de Producción y Protección vegetal FAO

Tallo principal: nace del brote del tubérculo de la semilla.

Tallo secundario: nace de la yema subterránea del tallo principal

Rama: se origina de una yema aérea del tallo principal.

Raíces: responsables de la absorción del agua.

Hojas: transforma energía solar en alimenticia (varían en forma, tamaño y color).

Flores: de cinco pétalos soldados, con colores que varían desde el color blanco al color morado, son las encargadas de la reproducción sexual.

Frutos: en estado maduro es una baya (tzímbalo, papa lulu) de forma redonda u oval, de color que va desde el verde amarillo hasta violeta, su tamaño alrededor de 5 cm de diámetro. Posee dos lóculos con un promedio de 200 a 300 semillas.

Semilla: se denomina al tubérculo utilizado para la producción de la papa.

La fruta o tzimbalo contiene la semilla sexual; se la usa para mejoramiento genético.

Estolón: tallo que transporta los azúcares que se depositan en los tubérculos como almidones.

Tubérculos: es la porción apical del tallo que crece, almacena reservas y se la usa como semilla para la reproducción. La formación de los tubérculos es consecuencia de la proliferación del tejido de reserva que estimula el aumento de las células hasta un factor de 64 veces. IICA IICA-INIAP 2003.

Brote: es un tallo que crece en el ojo del tubérculo, tiene como fin dar origen a otra planta. Al crecer, las hojas compuestas de la planta de la papa producen almidón, el cual se desplaza hacia la parte final de los tallos subterráneos, también llamados estolones. Estos tallos sufren en consecuencia un engrosamiento y así se producen unos cuantos o hasta

20 tubérculos cerca de la superficie del suelo. El número de tubérculos que llegan a madurar depende de la disponibilidad de humedad y nutrientes del suelo. El tubérculo puede tener formas y tamaños distintos, y por lo general pesa hasta 300 g.

Al terminar el período de crecimiento, las hojas y tallos de la planta se marchitan y los tubérculos se desprenden de los estolones. A partir de este momento, los tubérculos funcionan como depósito de nutrientes que permite a la planta subsistir en el frío y posteriormente reverdecer y reproducirse. Cada tubérculo tiene de 2 hasta 10 brotes laterales (los "ojos"), distribuidos en espiral en toda la superficie. De estos ojos brotan las nuevas plantas, cuando las condiciones vuelven a ser favorables IICA IICA-INIAP 2003.

2.9. COMPOSICIÓN QUÍMICA

La papa es un alimento versátil y tiene un gran contenido de carbohidratos. Recién cosechada, contiene 80% de agua y 20% de materia seca. Entre el 60% y el 80% de esta materia seca es almidón. Las papas tienen abundantes micronutrientes, sobre todo vitamina C, una papa media de 150 g consumida con su piel, aporta casi la mitad de las necesidades diarias del adulto (100 mg).

La papa contiene una cantidad moderada de hierro, pero el gran contenido de vitamina C fomenta la absorción de este mineral. Además, este tubérculo tiene vitaminas B1, B3 y B, y otros minerales como Potasio, Fósforo y Magnesio, así como Folato, Ácido Pantoténico y Riboflavina.

También contiene antioxidantes alimentarios, los cuales pueden contribuir a prevenir enfermedades relacionadas con el envejecimiento, y tiene fibra, cuyo consumo es bueno para la salud.

Cuadro 1. Composición nutricional en base a 100 g

Estado	Energía (Kcal)	Proteína	Grasa	Hidratos de Carbono	agua
Cruda	85,00	2,10	0,20	19,00	77,80
Cocida	65,00	1,70	0,30	15,40	82,00
Asada	110,00	2,60	0,70	29,40	65,20
Frita	230,00	3,30	10,60	30,10	55,00
Puré	121,00	1,80	5,50	16,30	75,60
Almidón	350,00	1,80	0,90	81,80	14,10

2.10. PAPAS TIPO FRENCH FRIES CONGELADAS

Se entiende por papas fritas congeladas rápidamente el producto preparado con tubérculos limpios, maduros y sanos de la planta de la papa que se ajuste a las características de la especie *Solanum tuberosum* L. Estos tubérculos deberán haber sido seleccionados, lavados, pelados, cortados en tiras y sometidos a la elaboración necesaria para lograr un color satisfactorio, y haber sido fritos en aceite o grasa comestible. Las operaciones de elaboración y de fritura deberán ser suficientes para garantizar una estabilidad adecuada de color y sabor durante los ciclos normales de comercialización Codex Alimentarius, 2003.

Los alimentos congelados rápidamente son aquellos sometidos a un proceso de congelación rápida y estabilizada a una temperatura inferior a -18°C que garantiza la preservación es decir, sin degradación físico-química o bacteriológica. En principio todos los

alimentos pueden ser tratados por congelación, sin embargo, dadas las características biológicas de la materia prima y las propias del producto final hacen que la tecnología sea específica para cada uno de ellos.

Siguiendo a los teóricos evolucionistas de la innovación, el desarrollo de los congelados en los sistemas productivos agroalimentarios necesita no sólo del conocimiento del proceso de congelación, sino de innovaciones complementarias en técnicas, productos y organización así como, cambios económicos (mercados, circuitos de distribución, ingresos de los hogares) y sociales (demográficos y en los hábitos de consumo).

En efecto, la invención de los productos alimentarios sometidos a congelación rápida (quick freezing) se atribuye a Clarence Birdseye en 1929 que experimenta la tecnología y el equipamiento en pescados, frutas y hortalizas; sin embargo, la industria de estos productos no se desarrollaría hasta dos décadas más tarde en EE.UU.

En el caso de la papa pre-frita congelada el desarrollo tecnológico comienza en los años 40"s, cuando el empresario J. R. Simplot convoca a un grupo de expertos químicos para poner a punto el proceso y una década más tarde obtiene la primera patente e incursiona en la industria pero sin lograr un volumen de ventas importante.

En 1960, G. Lamb propietario de la firma LambWeston inventa el dispositivo para cortar perfectamente las papas en forma de bastón,

de importancia crucial en el proceso. Pero, el desarrollo de la industria no comienza hasta mediados de los sesenta cuando Simplot invierte en una planta para McDonald's siguiendo el método patentado por esta última, bastante semejante al desarrollado por él.

Esta firma de fast-food desde sus inicios dedicaba importantes esfuerzos de investigación para mejorar la calidad de las papas fritas en su negocio. La fábrica de papa congelada en principio se destinaría a abastecer los locales en verano, que constituía un problema de envergadura a solucionar, debido a la escasez de papa de calidad en esa época del año.

La industria de papa pre-frita congelada en forma de bastones necesita aproximadamente de 2 kg de papa en fresco para obtener 1 kg de producto. La obtención de un producto de calidad y el logro de una mayor eficiencia en el proceso requiere determinadas especificidades de la materia prima como: color, textura, sólidos, longitud y defectos.

Este proceso requiere entonces, de variedades de papa de forma alargada y chata en los extremos. Con alto contenido de materia seca o sólidos (mayor a 20%) para mayor rendimiento y una menor absorción de aceite. La proporción de materia seca es una característica que si bien es propia de la variedad utilizada es también influenciada por las condiciones ambientales de desarrollo del cultivo.

Además, la papa debe tener bajo tenor de azúcares reductores porque si no puede decolorar durante el fritado y disminuir la calidad

del producto final. Para que no aumente el contenido de azúcares, la papa luego de cosechada debe ser conservada a una temperatura entre 13° y 18° C y a una humedad relativa de 90 - 95%, a la vez debe ser tratada con anti-brotes si se prevé un almacenamiento de varios meses.

La normativa Codex Alimentarius (FAO/OMS) de prácticas para la Elaboración y Manipulación de los Alimentos Congelados Rápidamente es del año 1976 con revisiones en 1978, 1983 y 2001 esta última incorpora el enfoque de Análisis de Riesgos y de Puntos Críticos de Control (HACCP).

2.11. PROCESO DE FRITURA.

La fritura en aceite es considerada uno de los métodos culinarios más antiguos que se conocen. Reúne varias ventajas frente a otros métodos de cocción como lo son la generación de colores, sabores y texturas únicos.

La fritura por inmersión consiste básicamente en sumergir el alimento en el aceite caliente (Mellema, 2003). Puede ser también definido como un proceso de secado y cocción a través del contacto con el aceite caliente (Pedreschi y Moyano, 2005a). Cuando se inicia el proceso la temperatura de la superficie de los alimentos aumenta rápidamente y el agua superficial comienza a hervir. La temperatura del aceite baja, pero sólo si la cantidad de alimento supera el valor crítico, será significativamente afectada. Debido a la evaporación del agua, se produce el secado de la superficie del alimento. Además de

llevar a la contracción y el desarrollo de la porosidad y rugosidad de la superficie, existe una menor producción de burbujas como consecuencia de la disminución de la humedad superficial, generando progresivamente la formación de una corteza (Mellema, 2003; Rioseco, 1999). Las temperaturas de fritura están en el rango de 120°C a 200°C, pero las temperaturas más comunes se encuentran en el rango de 170°C a 190°C (Bouchon, 2002).

Durante la fritura ocurren dos procesos simultáneos, uno de transferencia de masa y otro de transferencia de calor, en virtud de los cuales se producen cambios microestructurales y fisicoquímicos de los constituyentes del alimento (Figura 2). Esto da lugar a propiedades organolépticas beneficiosas y al color de la corteza (Moyano y Pedreschi, 2006).

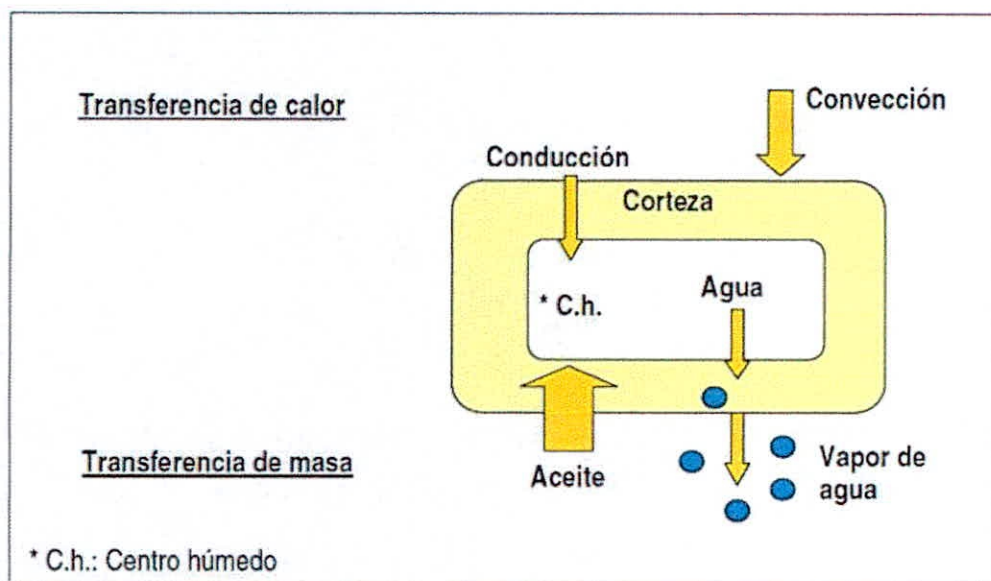


Figura 2: Diagrama esquemático de la transferencia de masa y calor durante el proceso de fritura (Aguilera, 1997).

El contenido final de agua de la papa frita va a depender del proceso de transferencia de calor y de masa, explicada como la salida de agua y la absorción de aceite. El aceite y el agua son inmiscibles; para que la fritura ocurra, el calor se debe transferir de un medio no acuoso – aceite, a un medio acuoso – alimento (Muñoz, 2007).

Sobre la base de observaciones visuales, análisis de perfiles de temperatura y datos de humedad, se sugiere que el proceso de fritura está compuesto de cuatro distintas etapas: 1) Calentamiento inicial, dura sólo unos pocos segundos y corresponde al periodo de tiempo en el cual la temperatura superficial alcanza el punto de ebullición del líquido; la transferencia de calor es por convección natural y no ocurre vaporización del agua 2) Evaporación superficial, la cual se caracteriza por una lenta pérdida de agua, el comienzo de la formación de corteza y un régimen de convección forzada debido a altas turbulencias asociadas a los núcleos de ebullición; 3) Fase de pérdida, la cual es la más larga, en la que la humedad interna abandona el alimento, la temperatura del centro húmedo aumenta hasta el punto de ebullición, la capa de corteza aumenta en espesor y finalmente la transferencia de vapor hacia la superficie disminuye; 4) Punto final del burbujeo, en el cual ya no hay burbujeo notorio del medio de fritura pues la mayoría del agua del alimento se ha eliminado, durante esta etapa el alimento incrementa su color tostado (Bouchon, 2002).

2.12. TEXTURA EN LOS ALIMENTOS.

El estudio de la textura de los alimentos se dificulta por la gran variación de este atributo entre los diversos tipos de alimentos y muchas veces dentro de un mismo tipo de producto. Aunque es una propiedad sensorial, muchas veces es medida por medios mecánicos, que implican la aplicación de principios de ingeniería. Los equipos utilizados para la determinación de la textura de los alimentos responden a las propiedades mecánicas del alimento en la boca, así como a otros estímulos, tales como propiedades auditivas y táctiles.

Para Bourne (2002), la importancia de la textura en la aceptación global de los alimentos es bastante variable, dependiendo principalmente del tipo de alimento. El autor divide los alimentos en tres grandes categorías, de acuerdo con la importancia de la textura en la aceptación de los mismos:

- a) Críticos: Alimentos en los que la textura es la característica de calidad dominante. Ejemplos: carnes, patatas fritas, copos de maíz, entre otros;
- b) Importantes: Alimentos en los que la textura es importante, pero no ejerce una contribución significativa en la calidad global, semejante al sabor y apariencia. Ejemplos: frutas, verduras, quesos, dulces, panes y muchos otros alimentos a base de cereales se encuadran en esta categoría;
- c) Inferiores: Alimentos en los que la textura ejerce una contribución insignificante a la calidad global. Ejemplos: la mayoría de las bebidas y sopas finas.

2.13. TEXTURA

La palabra textura deriva del latín *textura*, que significa tejido, y originalmente se tomó en referencia a la estructura, sensación y apariencia de los tejidos. (ROSENTHAL, A 1999)

En el intento de definir el concepto de textura de un alimento terminó en cierto acuerdo internacional con la norma internacional ISO 5492 que lo define como el conjunto de los atributos mecánicos, geométricos y de superficie de un producto que son perceptibles por medio de receptores mecánicos, táctiles, visuales y auditivos. (ROSENTHAL, A 1999)

La anterior definición abarca los análisis sensoriales, mas sin embargo antes de la década de 1940, se consideraba de forma generalizada que las medidas sensoriales de la textura de los alimentos eran puramente subjetivas, debido a la variabilidad de respuesta de los individuos con respecto a un análisis sensorial.

Pues este podría ser algo más que otra cosa personal, hedónica y prejuiciada por las creencias e inclinaciones de las personas. Debido a esto los investigadores comenzaron a desarrollar técnicas instrumentales de medida que fueran fiables, bajo condiciones normalizadas y objetivas.

Las propiedades texturales de un alimento son el grupo de características físicas que dependen de los elementos estructurales del material, se perciben por el sentido del tacto, se relacionan con la deformación, desintegración y flujo por la aplicación de una fuerza, y se miden objetivamente como una función de masa, tiempo y distancia. (BOURNE, 2002)

Con las anteriores definiciones cabe señalar que la textura no se trata de la propiedad de un producto, sino un conjunto de propiedades. Y que esta es evaluada sensorial e instrumentalmente, pues esta relación no puede ser separada una de la otra, debido a que es necesario conocer los atributos como mecánicos, geométricos y de composición que son dadas por jueces humanos y métodos instrumentales

A. Rosenthal expresa en su libro la medida de la textura de los alimentos es una experiencia humana surgida de nuestra interacción con el alimento, su estructura y comportamiento cuando se manipulan.

2.14. PROPIEDADES DE LA TEXTURA

Están clasificadas en tres categorías:

- Atributos mecánicos
- Atributos geométricos
- Atributos de composición

2.14.1. Atributos mecánicos

Dan una indicación del comportamiento mecánico del alimento ante la deformación, y se dividen en primarios y secundarios.

Los primarios son los que se correlacionan con una propiedad mecánica tal como fuerza, deformación o energía, mientras que los secundarios son los que resultan de la combinación de las propiedades primarias. (LARMOND, E. 1976)

A continuación se muestran definiciones de algunas propiedades de la textura:

Definiciones de algunas características mecánicas primarias de textura:

Dureza:

Física: Fuerza necesaria para una deformación dada.

Sensorial: Fuerza requerida para comprimir una sustancia entre las muelas (sólidos) o entre la lengua y el paladar (semisólidos). (Larmond, 1976)

Cohesividad

Física: Que tanto puede deformarse un material antes de romperse.

Sensorial: Grado hasta el que se comprime una sustancia entre los dientes antes de romperse. (Larmond, 1976)

Viscosidad

Física: Tasa de flujo por unidad de fuerza

Sensorial: Fuerza requerida para pasar un líquido de una cuchara hacia la lengua. (Larmond, 1976)

Elasticidad

Física: Tasa a la cual un material deformado regresa a su condición inicial después de retirar la fuerza deformante, (Larmond, 1976)

Sensorial: Grado hasta el cual regresa un producto a su forma original una vez ha sido comprimido entre los dientes. (Larmond, 1976)

Adhesividad

Física: Trabajo necesario para vencer las fuerzas de atracción entre la superficie del alimento y la superficie de los otros materiales con los que el alimento entra en contacto. (Larmond, 1976)

Sensorial: Fuerza requerida para retirar el material que se adhiere a la boca (generalmente el paladar) durante su consumo. (Larmond, 1976)

Definiciones de algunas características mecánicas secundarias de textura:

FRAGILIDAD

Física: Fuerza con la cual se fractura un material (alto grado de dureza y bajo de cohesividad) (Larmond, 1976)

Sensorial: Fuerza con la que un material se desmorona, cruje o se estrella. (Larmond, 1976)

MASTICABILIDAD

Física: Energía requerida para masticar un alimento hasta que esté listo para ser deglutido (una combinación de dureza, cohesividad y elasticidad). (Larmond, 1976)

Sensorial: Tiempo requerido para masticar la muestra, a una tasa constante de aplicación, para reducirla a una consistencia adecuada para tragarla. (Larmond, 1976)

GOMOSIDAD

Física: Energía requerida para desintegrar un alimento semisólido a un estado listo para deglutirlo (combinación de baja dureza y alta cohesividad). (Larmond, 1976)

Sensorial: Densidad que persiste a lo largo de la masticación; energía requerida para desintegrar un alimento semisólido a un estado adecuado para tragarlo. (Larmond, 1976)

2.14.2. Atributos geométricos

Son aquellos relacionados con la forma o la orientación de las partículas del alimento.

2.14.3. Atributos de composición

Indican la presencia de algún componente del alimento

Clasificación de los atributos de textura

ATRIBUTOS DE TEXTURA		
MECÁNICOS	GEOMÉTRICOS	DE COMPOSICIÓN
Primarios -Dureza -Cohesividad -Elasticidad -Adhesividad -Viscosidad	Fribosidad Granulosidad Cristalinidad Esponjosidad Tersura Aspereza	Humedad Grasosidad Aceitosidad Resequedad
Secundarios -Fragilidad -Masticabilidad -Gomosidad -Pegosteosidad -Crujido	Harinosidad Hilosidad Suculencia Flexibilidad	Sebocidad

2.15. ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA

La textura juega un papel importante en la industria alimentaria ya que este parámetro es un criterio de valoración de frescura y calidad para los consumidores. (KRAMER, 1984)

El análisis de perfil de textura es un término general para describir la percepción en la boca de las propiedades de un alimento, relacionadas con la sensación del tacto y de las propiedades reológicas. Incluye las determinadas propiedades físicas definidas objetivamente (grado de elasticidad, grado de gomosidad), así como

otras descriptivas en las que no existen definiciones tan claras (masticabilidad, gomosidad, adhesividad). (ROSENTHAL, 1999).

El análisis de perfil de textura está basado en el reconocimiento de la textura como una propiedad multiparamétrica y en la clasificación de algunas características. (ALAIN-CLAUDE, 2001)

Por lo anterior la textura puede analizarse por medio de los sentidos, conocido como análisis sensorial del perfil de textura en donde se lleva a cabo diferentes pruebas según sea su finalidad y el análisis instrumental de perfil de textura.

2.16. ANÁLISIS INSTRUMENTAL DE PERFIL DE TEXTURA

A partir de la siguiente figura se definen los siguientes parámetros de textura:

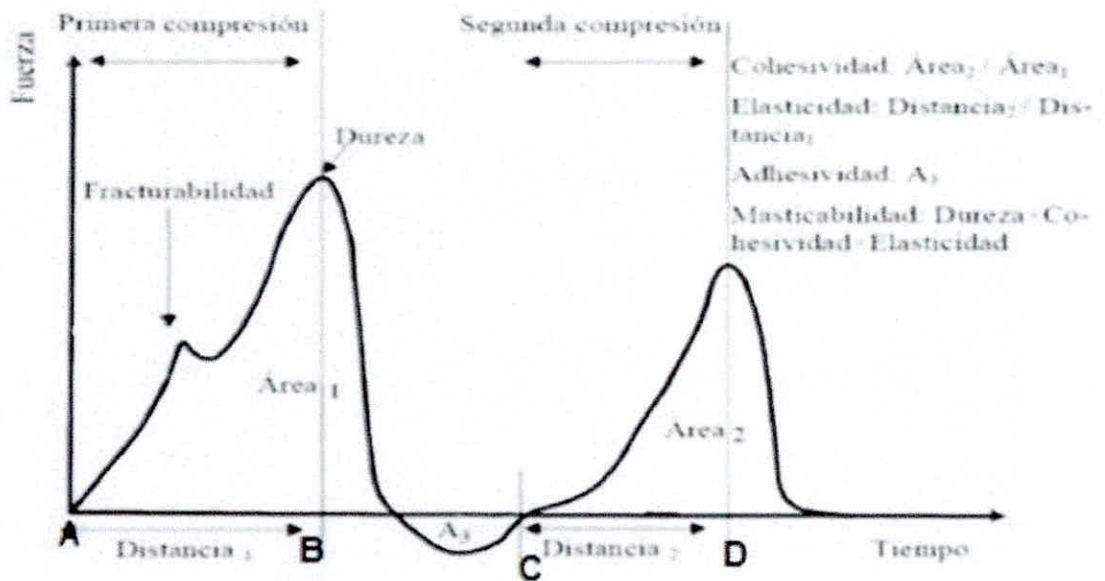


Figura 3: Curva de Análisis de Perfil de Textura

Fuente: HLEAP.J & VELASCO.V

2.16.1. Fracturabilidad

Es la primera caída significativa de la curva durante el primer ciclo de compresión producto de un alto grado de dureza y bajo

grado de cohesividad. Se refiere a la dureza con el cual el alimento se desmorona, cruje o se revienta. Se expresa en unidades de fuerza-Newton (BOURNE, 2002)

2.16.2. Dureza

Fuerza máxima que tiene lugar en cualquier tiempo durante el primer ciclo de compresión. (Ibid....)

Se refiere a la fuerza requerida para comprimir un alimento entre los molares o entre la lengua y el paladar. Se expresa en unidades de fuerza, N ó Kg m s^{-2} . (CEVILLE, G. 1972)

2.16.3. Cohesividad

Cociente entre el área positiva bajo la curva de fuerza de la segunda compresión (Área 2) y el área bajo la curva de la primera compresión (Área 1) Representa la fuerza con la que están unidas las partículas, límite hasta el cual se puede deformar antes de romperse. (BOURNE, 2002) Es adimensional.

2.16.4. Adhesividad

Siguiendo al primer ciclo de compresión se elimina la fuerza cuando la cruceta se mueve a su posición original. Si el material es pegajoso o adhesivo, la fuerza se convierte e negativa. El área de esta fuerza negativa (Área 3), se toma como una medida de la adhesivad de la muestra (BOURNE, 2002). Representa el trabajo necesario para despegar el plato de compresión de la

muestra o el trabajo necesario para despegar el alimento de la superficie. Se mide en $(\text{Kg m}^2\text{s}^{-2})$. (CEVILLE, G. 1972)

2.16.5. Gomosidad

La energía requerida para desintegrar un alimento semisólido de modo que esté listo para ser tragado. Producto de la dureza por la cohesividad. Se expresa en (Kg m/s^{-2}) . (BOURNE, 2002)

2.16.6. Elasticidad

Es la altura que recupera el alimento durante el tiempo que recorre entre el primer ciclo y el segundo CD/BA. Mide cuanta estructura original del alimento se ha roto por la compresión inicial. Es adimensional, una longitud dividida por otra longitud. (BOURNE, 2002)

2.16.7. Masticabilidad

Producto de la dureza por la cohesividad y la elasticidad. Representa el trabajo necesario para desintegrar un alimento hasta que este listo para ser deglutido. Se expresa en Kg. (BOURNE, 2002)

2.17. IMPORTANCIA DEL PERFIL DE TEXTURA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

El análisis de la textura ha sido muy importante y lo seguirá siendo para el desarrollo de múltiples industrias, en la industria alimentaria es relevante enunciar sus aplicaciones:

- Control de calidad de los alimentos: para la aceptación de los productos, estudio de la textura y consistencia de productos alimenticios:
- Control de producción y procesos: Permite la medición y control de variaciones en la textura del alimento causados por variables de proceso tales como: Humedad, tiempo de almacenamiento, tiempo y temperatura de cocción.

Dichas propiedades son muy importantes a la hora de que un producto sea del agrado del consumidor entre otros. (RAMIREZ NAVAS, 2006)

En la industria láctea tiene gran influencia la reología. Los productos alimenticios pueden ser líquidos o sólidos simples, pero la gran mayoría de los productos alimenticios pertenecen a la categoría de la materia condensada blanda compuesta de una variedad de nano estructuras jerárquicas y microestructuras. (FISHER, P. 2011)

Dado que los sistemas de muchos alimentos, por ejemplo, emulsiones y suspensiones de alimentos, tienen tamaños de los agregados de varias micras, las operaciones de fabricación de alimentos tienen como objetivo modificar la microestructura en esta escala de longitud.

En la tecnología e ingeniería de alimentos es de principal interés controlar la estructura final del alimento, su Percepción y textura. (FOEGEDING,E y DRAKE, E 2006).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La investigación se realizó en los ambientes de la Universidad Nacional de la Santa, específicamente en el Laboratorio de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales, el laboratorio de Operaciones Unitarias, Laboratorio de Química Analítica, laboratorio de Química General y la planta piloto de la escuela de Ing. Agroindustrial.

3.2. MATERIALES

3.2.1. MATERIA PRIMA

La papa se obtendrá en el mercado mayorista de la perla ubicada en la ciudad de Chimbote. La condición de la papa será en estado ideal de cosecha, además de estar libre de daño ocasionado durante el cultivo o cosecha, sin enfermedad alguna ni insectos y polvos indeseables. La procedencia de la materia prima es de la región Ancash.

3.2.2. MATERIALES METÁLICOS Y PLÁSTICOS

- Tazones.
- Cuchillos
- Espumadera
- Escobillas
- Espátulas
- Tabla de picar

- Pelador de papa
- Sarten

3.2.3. MATERIAL DE VIDRIO

- Vasos de precipitado de 250 ml
- Vasos de precipitado de 600 ml
- Matraz Erlenmeyer de 250 ml
- Matraz Erlenmeyer de 500 ml
- Probeta de 50 ml
- Probeta de 100 ml

3.2.4. EQUIPOS E INSTRUMENTOS.

- Texturometro Brookfield CT3 4500



Figura 4. Texturometro Brookfield CT3 4500

- Colorímetro Chroma Meter CR-400/Konica Minolta



Figura 5: Colorímetro Konica Minolta CR-400

- Balanza Analítica Precisa LX 320A SCS



Figura 6: Balanza Analítica

- Estufa Pol Eko



Figura 7: Estufa Pool Ecko

3.3. MÉTODOS

3.3.1. ELABORACIÓN DE LA PAPAS TIPO FRENCH FRIES CONGELADAS

- Recepción y selección de Materias Primas

Papas

Para la realización de este estudio se escogerá papas de la variedad Blanca, correspondiente a una variedad de papas ampliamente consumida en el país para la elaboración de papas tipo French Fries.

Aceite

El tipo de aceite escogido para llevar a cabo los experimentos será aceite Vegetal marca Primor. Este aceite se almacenara a temperatura ambiente.

- Lavado

El objetivo de esta etapa es retirar los restos de tierra adherida de las papas.

Para esto se hizo un sólo lavado manualmente por aspersion con agua potable.

- Pelado y lavado

Las papas se pelaran manualmente con cuchillo, eliminando su piel y sus defectos propios. Luego se lavaron con agua potable para eliminar residuos.

- Corte, selección y Lavado

Las papas se cortaran con un cortador de verduras y se seleccionaron para obtener bastones de papas homogéneos de dimensiones 10 * 10 * 80 mm. Los bastones fueron lavados con agua potable para la remoción del almidón residual de la superficie.

- Control

Corresponde a las papas crudas, que luego de ser lavados, utilizando papel absorbente, se les retiró el exceso de agua.

- Pretratamiento - Escaldado

Las papas cortadas se someterán a escaldado utilizando agua potable en el siguiente rango de temperaturas: 60 - 80°C y a un tiempo de 5 - 10 minutos. El tiempo de

escaldado se contó desde que las papas ingresaron a escaldarse.

– Ecurrido

Se eliminara el exceso de agua de las papas ya acondicionados permitiendo que el agua se escurra, por un tiempo de 5 minutos.

– Prefritura

Una vez escurridas, las papas acondicionadas se someterán a la prefritura, sumergiéndoles en aceite caliente a una temperatura de 140 y 180 °C por 3 minutos. La marca de aceite vegetal comestible utilizado fue de Primor.

– Ecurrido 2

Luego de la prefritura se eliminara el exceso de aceite de la superficie de las papas.

– Enfriado

Se enfriaran las papas prefritas a temperatura ambiente para evitar choques térmicos bruscos que pueden provocar daño a la calidad del producto y al equipo de congelación.

– Congelado

Las papas prefritas se colocaran en bandejas y se distribuyeron en forma individual para evitar acumularlos y de esta manera impedir que se adhieran entre sí. Luego se

congelaron en cámaras de congelación a una temperatura de -10°C por 24 horas.

– Empacado

Las papas prefritas congeladas se empacaran. Se removieron además las unidades cortas (por rotura) o quebradas.

– Almacenado

Las papas prefritas congeladas y empacadas se almacenaran a -10°C en las cámaras de congelación.

– Fritura final

Se realizara una fritura final para el respectivo análisis sensorial (color, olor, sabor, textura, aceitosidad residual y aceptabilidad) con un panel de 10 catadores semi-entrenados.

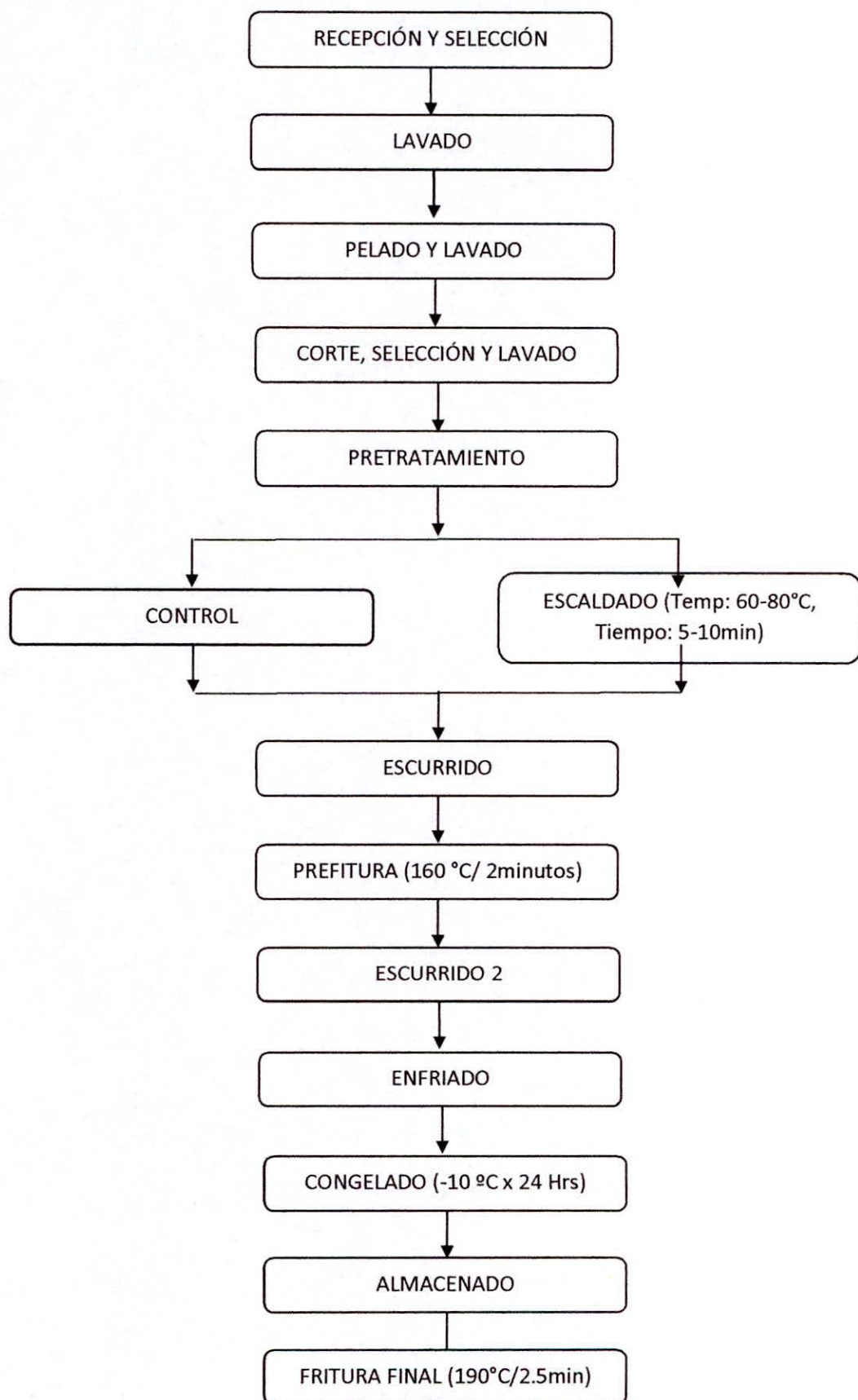


Figura 8: Procedimiento elaboración de papas tipo french fries congeladas

3.3.2. ANÁLISIS TEXTURA TEXTUROMETRO BROOKFIELD CT3

4500

- Tomar las dimensiones de la muestra, alto, ancho y profundidad.
- De acuerdo a la muestra seleccionar la probeta a utilizar.
- Colocar la muestra en la mesa de trabajo del equipo.
- En el software Texture Loader, programar el tipo de análisis que se quiere realiza, esto de acuerdo al material o producto a analizar (APT, Compresion, etc.).
- Seleccionar el código de la probeta y el valor meta de penetración.
- Ingresar las dimensiones (alto, ancho y profundidad), del material o muestra.
- Seleccionar los resultados que arrojará el software.
- Leer e interpretar los resultados.

3.3.3. COLOR:

- Coger el colorímetro y borrar todos los datos de medida anteriores
- Calibrar el instrumento. Para ello es necesario colocar el cabezal de medida sobre el plato de calibración y seleccionar la función "Calibrate" hasta que el aparato indique que esta preparado

- Poner al sistema en modo medida apretando el botón "measure"
- Realizar la medida sobre la superficie de la muestra a medir
- Anotar los valores de los parámetros L^* , a^* , b^*

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL:

Se aplicara su respectivo análisis estadístico e interpretación de resultados. Las variables o factores a estudiados se presentan en la

Tabla 1: Niveles las variables dependientes

Variable dependiente	Nivel inferior (-)	Nivel Superior (+)
Temperatura de escaldado (°C)	60	80
Tiempo de escaldado (minutos)	5	10

3.5. MÉTODO DE ANÁLISIS

Los resultados experimentales se obtendrán siguiendo los métodos experimentales ya establecidos por normas como las NTP o los métodos AOAC, AACC.

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se aplicará un diseño compuesto central rotatable, con puntos axiales y 3 puntos centrales. Los datos se ajustaran a modelo de segundo orden.

Tabla 2: Matriz experimental según el diseño compuesto central rotatable

Corrida	X1	X2	Temperatura de escaldado	Tiempo de escaldado
1	-1	-1	60	5
2	-1	+1	60	10
3	1	-1	80	5
4	1	+1	80	10
5	$-\alpha$	0	56	7.5
6	$+\alpha$	0	84	7.5
7	0	$-\alpha$	70	4
8	0	$+\alpha$	70	11
9 (C)	0	0	70	7.5
10 (C)	0	0	70	7.5
11 (C)	0	0	70	7.5

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Caracterización fisicoquímica de materia prima

En la tabla 3 se presenta la caracterización fisicoquímica de la papa *Solanum tuberosum* variedad Canchán, se puede observar que sus contenidos de proteínas y grasas están dentro del rango presentado por variedades chilenas (Schmidt-Hebbel H.; Pennacchiotti I. 1985).

Tabla 3: Análisis proximal de la papa *Solanum tuberosum* variedad Canchán

Parámetro	g/100 g de muestra
Humedad	74.30±1.21
Proteínas	3.12±0.53
Grasa	0.15±0.02
Cenizas	0.89±0.08

El contenido promedio de lípidos de la papa es aproximadamente 0.1% sobre la base del peso fresco, los cuales tienen mayor concentración en la peridermis y en menor proporción en el parénquima vascular y en la médula. Los ácidos grasos presentes son: mirística, pentanodíoico, esteárico, araquídico, heptanodíoico, palmítico, oléico, linoléico y linolénico (Talbert and Smith 1975).

El contenido de nitrógeno total encontrado en las papas varía de uno a dos por ciento del peso seco. Del cual cerca del 90 por ciento es soluble en solventes acuosos, mientras que la parte insoluble se halla asociado en la cáscara y en la corteza. Muy pequeña cantidad de nitrógeno están presentes en las áreas vasculares, pero el contenido de nitrógeno aumenta al incrementar la distancia de esta región hacia el centro y

hacia la piel o peridermo. Las variedades precoces tienden a contener más nitrógeno que las variedades tardías. Cerca de la tercera a la mitad del nitrógeno total se encuentra como proteína. La proporción de proteína es alta en un tubérculo inmaduro que maduro. La proteína está conformada por globulina y gluteínas que varían de 35% a 63% de la proteína total. La gluteínas contiene más cisteína, ácido aspártico, prolina, y triptofano en comparación a las globulinas. Por otro lado la fracción no proteica se encuentra en forma de aminoácidos libres que tiene como función en producir la síntesis de las proteínas (Espinoza 1979).

4.2. Efecto del pretratamiento en la dureza de las papas tipo french fries congelada

En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos de dureza para los diferentes tratamientos según el diseño experimental Compuesto Central rotatable (DCC)

Tabla 4: Resultados de Dureza de las papas tipo french fries congelada

Temperatura de escaldado	Tiempo de escaldado	Dureza
°C	minutos	mJ
80	2	13.82
90	2	17.87
80	5	10.86
90	5	10.7
78	3.5	8.28
92	3.5	11.56
85	1	16.34
85	6	9.11
85	3.5	8.96
85	3.5	8.86
85	3.5	8.9

En la tabla 5 se presenta el efecto de las variables dependientes en la dureza de las papa fritas tipo french fries congelada, se puede observar que el tiempo de escaldado y la interacción tienen efectos negativos sobre la dureza, es decir estas disminuyen la dureza de las papas fritas, en la figura 9 se observa el grafico de Pareto estandarizados de los efectos.

Tabla 5: Efecto de las variables dependientes en la dureza de papas fritas tipo french fries congelada

Efecto	Estimado	Error Estd.
promedio	8.90667	0.730137
A: Temperatura de escaldado	2.13215	0.89423
B: Tiempo de escaldado	-5.08869	0.894232
AA	2.00831	1.06434
AB	-2.105	1.26463
BB	4.81334	1.06435

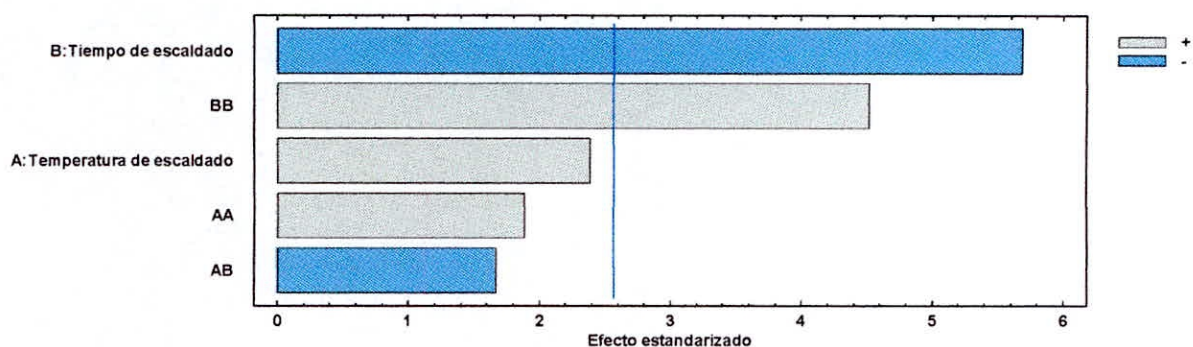


Figura 9: Grafico de Pareto de los efectos estandarizados para la dureza de las papas fritas tipo french fries congelada

En la tabla 6 se presenta el análisis de varianza, el cual particiona la variabilidad de la Dureza en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 2 efectos, Tiempo de escaldado y su término cuadrático, tienen una valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%. El estadístico R^2 indica que el modelo, así ajustado, explica 92.4958% de la variabilidad en la Dureza. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 1.26463. Debido a que el valor-P es menor que 5.0%, hay una indicación de posible correlación serial al nivel de significancia del 5.0%.

Tabla 6: Análisis de varianza para la variable dependiente dureza de papas tipo french fries congelada

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Temperatura de escaldado	9.09217	1	9.09217	5.69	0.0628
B: Tiempo de escaldado	51.7896	1	51.7896	32.38	0.0023
AA	5.69414	1	5.69414	3.56	0.1178
AB	4.43103	1	4.43103	2.77	0.1569
BB	32.708	1	32.708	20.45	0.0063
Error total	7.99651	5	1.5993		
Total (corr.)	106.56	10			
R ²	92.4958				
Error estándar del estimado	1.26463				

En la figura 10 se puede observar que conforme aumenta la temperatura de escaldado la dureza de la papa frita se incrementa, caso contrario sucede si aumentamos el tiempo de escaldado la dureza de la papa frita disminuye. En la figura 11 se observa que para un tiempo de 2 minutos se obtiene mayor dureza de la papa fritas para una temperatura de escaldado de 90°C, pero cuando incrementamos el tiempo para ambas temperaturas la dureza de la papa fritas disminuye hasta el punto que esta se iguala para ambas temperatura de escaldado.

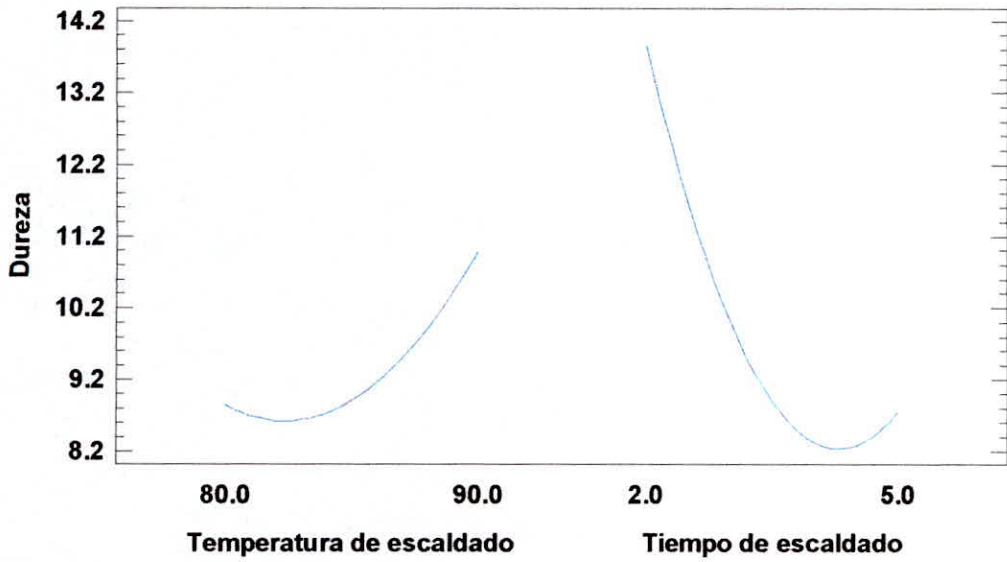


Figura 10: Grafico de efectos para la dureza de las papas fritas tipo french fries congelada

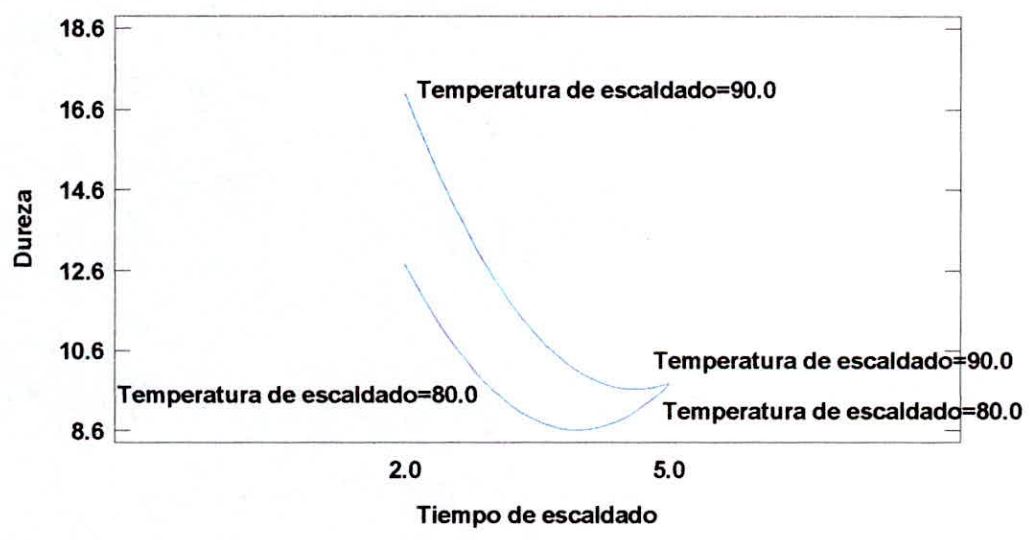


Figura 11: Grafico de interacción para la dureza de las papas fritas tipo french fries congelada

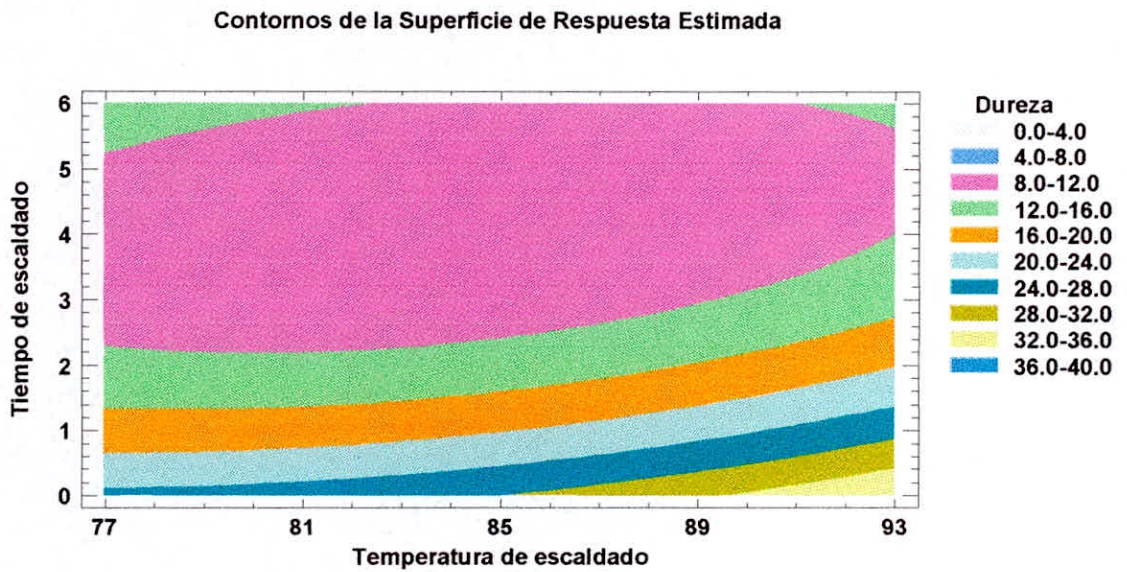
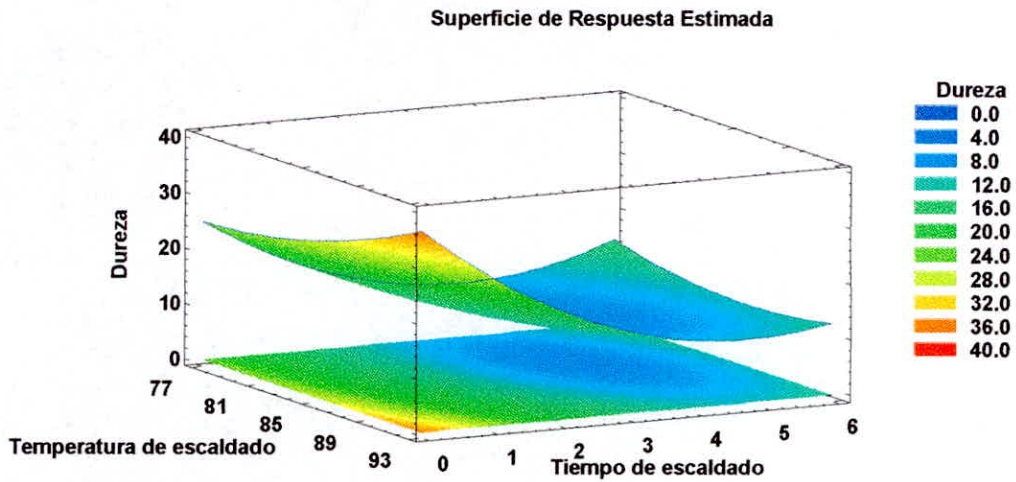


Figura 12: Grafico de superficie de respuesta y contorno para la dureza de las papas fritas tipo french fries congelada

En la figura 12 se puede observar que se obtiene mayor dureza cuando se trabaja a mayor temperatura y menor tiempo de escaldado de la papa.

Agblor et al., (2000) determinaron la influencia de diferentes condiciones de escaldado en las propiedades físicas de dos variedades de papa Russet Burbano y Shepody, utilizadas para elaborar papas a la francesa, obteniendo como resultado que el escaldado en agua a bajas temperaturas y largos periodos de tiempos conserva mejor la textura, en comparación con el escaldado a altas temperaturas y cortos periodos de tiempo, resultado muy opuesto a lo obtenido en nuestra investigación. Otro estudio relacionado con los cambios que se producen en la textura de la papa por el escaldado en agua fue el realizado por Bóntovics et al., quienes en 1999, determinaron que el contenido de almidón influye en la microestructura del tejido, principalmente en tiempos de escaldado que superan los 120 y 180 segundos. Igualmente Maté et al., en 1998, determinaron la influencia del tiempo de escaldado en la calidad estructural en rebanadas de papa empleando la variedad Accent, observando que los mayores cambios en la textura ocurren después de los 2 primeros minutos de escaldado.

4.3. Efecto del pretratamiento en los parámetros de color (Luminosidad) de las papas tipo french fries congelada

En la tabla 6 se presentan los resultados obtenidos de la luminosidad para los diferentes tratamientos según el diseño experimental Compuesto Central rotatable (DCC)

Tabla 6: Resultados de Luminosidad de las papas tipo french fries congelada

Temperatura de escaldado °C	Tiempo de escaldado minutos	Luminosidad L*
80	2	75.96
90	2	60.51
80	5	80.81
90	5	78.4
78	3.5	76.19
92	3.5	78.83
85	1	55.38
85	6	65.26
85	3.5	78.18
85	3.5	78.25
85	3.5	78.45

En la tabla 7 se presenta el efecto de las variables dependientes en la luminosidad de las papa fritas tipo french fries congelada, se puede observar que la temperatura de escaldado y termino cuadrático de tiempo de escaldado tienen efectos negativos sobre la dureza, es decir estas disminuyen en valor de luminosidad de las papas fritas, en la figura 13 se observa el grafico de Pareto estandarizados de los efectos.

Tabla 7: Efecto de las variables dependientes en la dureza de papas fritas tipo french fries congelada

Efecto	Estimado	Error Estd.	V.I.F.
promedio	78.2933	2.80516	
A:Temperatura de escaldado	-3.5316	3.43559	1
B:Tiempo de escaldado	9.17811	3.4356	1
AA	1.71912	4.08915	1.0947
AB	6.52	4.85867	1
BB	-15.4708	4.08919	1.0947

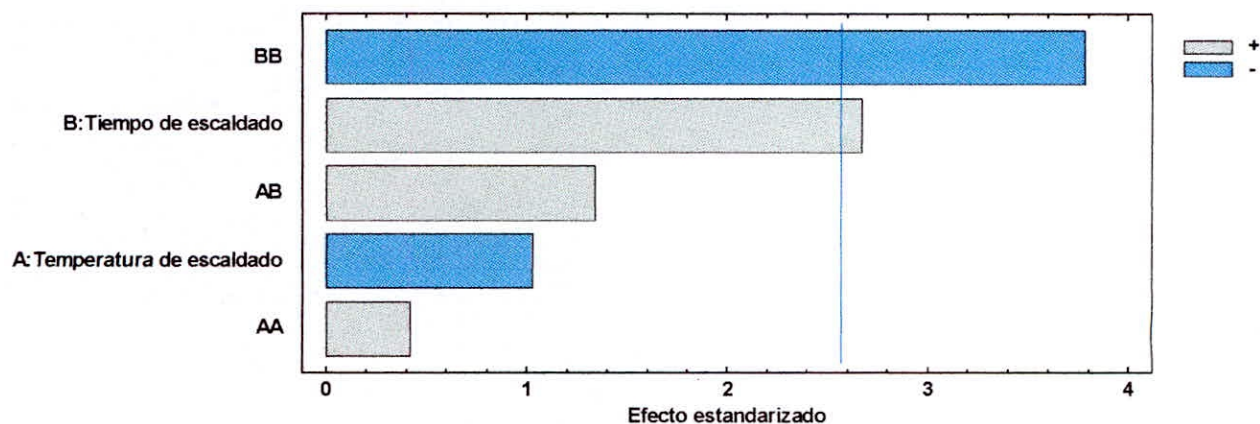


Figura 13: Grafico de Pareto de los efectos estandarizados para la luminosidad de las papas fritas tipo french fries congelada

En la tabla 8 se presenta el análisis de varianza, el cual particiona la variabilidad de la luminosidad en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 2 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, tiempo de escaldado y su término cuadrático, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%. El estadístico R^2 indica que el modelo, así ajustado, explica 84.3168% de la variabilidad en la luminosidad. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 4.85867. Debido a que el valor-P es menor que 5.0%, hay una indicación de posible correlación serial al nivel de significancia del 5.0%.

Tabla 8: Análisis de varianza para la variable dependiente luminosidad de papas tipo french fries congelada

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Temperatura de escaldado	24.9445	1	24.9445	1.06	0.3511
B: Tiempo de escaldado	168.475	1	168.475	7.14	0.0443
AA	4.17237	1	4.17237	0.18	0.6916
AB	42.5104	1	42.5104	1.8	0.2373
BB	337.901	1	337.901	14.31	0.0128
Error total	118.034	5	23.6067		
Total (corr.)	752.61	10			
R ²	84.3168				
Error estándar del estimado	4.85867				

En la figura 14 se puede observar que conforme aumenta la temperatura de escaldado la luminosidad de la papa frita disminuye, indicando que la papa tiende a oscurecerse con la temperatura, caso contrario sucede si aumentamos el tiempo de escaldado la luminosidad de la papa frita se incrementa es decir tiende aclararse el color. En la figura 15 se observa que para un tiempo de 2 minutos se obtiene mayor luminosidad el color de la papa fritas para una temperatura de escaldado de 80°C, pero cuando incrementamos el tiempo para ambas temperaturas la luminosidad de la papa fritas se incrementa hasta un tiempo cercano al nivel central, a partir del cual comienza de nuevo de descender.

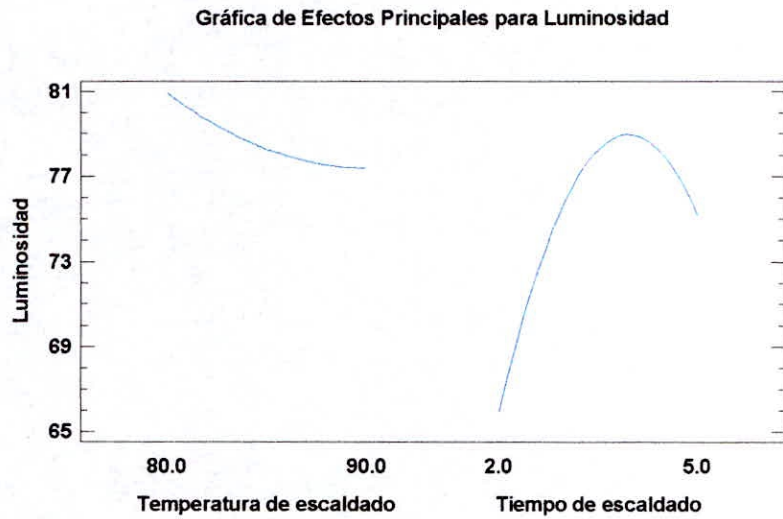


Figura 14: Grafico de efectos para la luminosidad de las papas fritas tipo french fries congelada

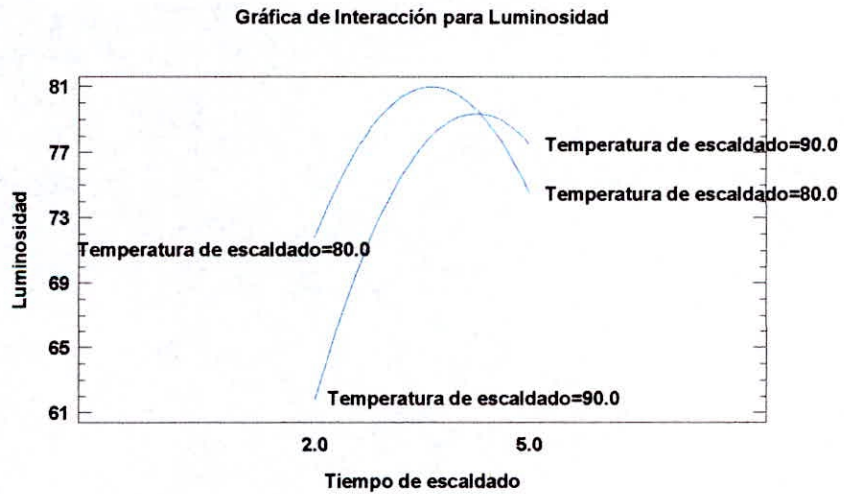


Figura 15: Grafico de interacción para la luminosidad de las papas fritas tipo french fries congelada

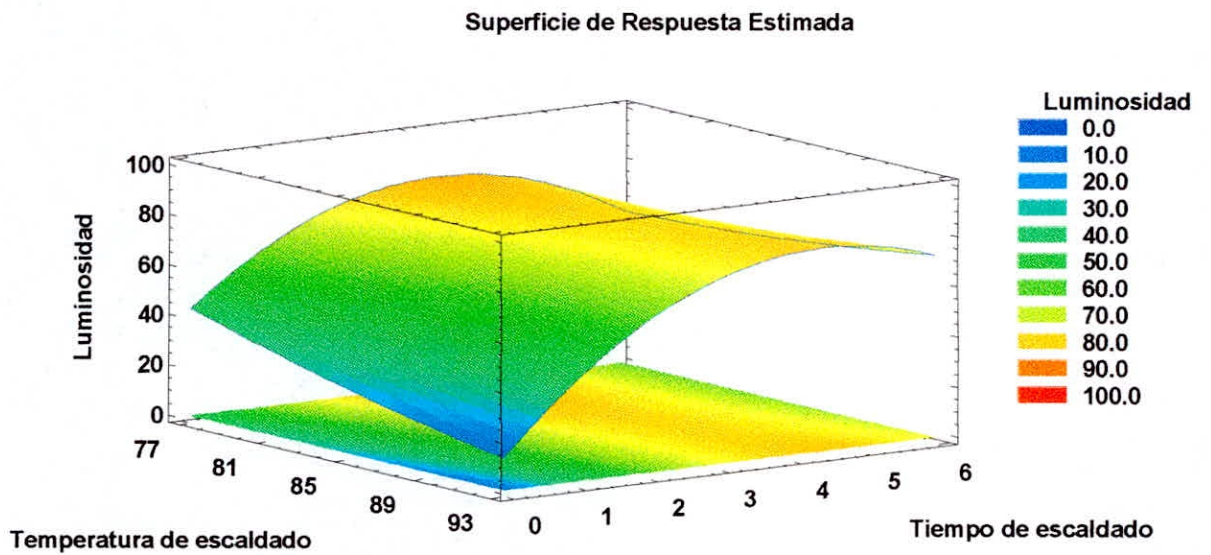


Figura 16: Grafico de superficie de respuesta y contorno para la dureza de las papas fritas tipo french fries congelada

En la figura 16 se puede observar que se obtiene mayor luminosidad cuando se trabaja a menor temperatura y tiempo de escaldado en su valor central.

El aspecto y el color de la superficie de las patatas es el primer parámetro de calidad evaluado por los consumidores y por lo tanto es un factor crítico para la aceptación del producto. Los consumidores tienden a relacionar el color con el sabor y nivel de satisfacción ya que este factor se correlaciona bien con las propiedades físicas, químicas y sensoriales (Pedreschi et al., 2006).

Los cambios del color en los tubérculos fritos son el resultado de la reacción de Maillard, que depende del contenido de los azúcares reductores (principalmente D-glucosa) y los aminoácidos o las proteínas en la superficie, la temperatura superficial, el contenido de humedad y tiempo de fritura (Mottram D, Wedzicha B. 2002; Pedreschi F, Mery D, Bungler A, Yanez V. 2011). Existen investigaciones que explican las vías específicas de reacciones químicas ocurridas durante el proceso de freído, dentro de las cuales la reacción de Maillard ha sido la más estudiada. Como resultado de esta reacción se tienen efectos deseables como el desarrollo característico de color y olor y efectos indeseables como la pérdida de nutrientes, producción de aldehídos, acrilamidas y trans-configuración de compuestos que son perjudiciales para la calidad de los alimentos fritos y la salud del consumidor. (Zhang Q, Saleh A, Chen J, Shen Q. 2012)

Las temperaturas más altas provocan mayor oscurecimiento de la rodaja debido a que las reacciones de pardeamiento no enzimático son altamente dependientes de la temperatura (Pedreschi F, Bustos O, Mery D, Moyano P, Kaack K, Granby K. 2007). La disminución del parámetro L* durante el freído por inmersión es un cambio típico y ha

sido reportado por otras investigaciones (Sosa-Morales M, Orzuna-Espiritu R, Velez-Ruiz J. Mass, 2006; Sahin S, Sumnu S. 2009)

4.4. Determinación de los parámetros óptimos de escaldado (temperatura y tiempo) que permitan obtener una papa frita tipo french fries congelada de buena calidad.

En la tabla 9 se presentan los criterios de optimización de la función deseada los cuales van a permitir determinar los parámetros óptimos, del proceso de escaldado, en el cual se busca maximizar la dureza y luminosidad de la papa frita tipo french fries congelada, este procedimiento ayuda a determinar la combinación de los factores experimentales que simultáneamente optimiza varias respuestas. Los hace maximizando la función de 'deseabilidad'.

Tabla 9: Criterio de optimización para múltiples respuesta según método de función deseada

Respuesta	Deseabilidad Baja	Deseabilidad Alta	Meta	Pesos Primero	Pesos Segundo	Impacto
Dureza	8.28	17.87	Maximizar	1		3
Luminosidad	55.38	80.81	Maximizar	1		3

En la tabla 10 se muestra la función de 'deseabilidad' evaluada en cada punto del diseño. Entre los puntos de diseño, la 'deseabilidad' máxima se alcanza en la ejecución 6, teniendo como Temperatura de escaldado 92°C y Tiempo de escaldado de 2.8 minutos permitirá tener la máxima dureza de 14.6599 mJ y una luminosidad de 71.978.

Tabla 10: Resultados obtenido de valor de deseabilidad para la optimización de múltiples respuesta según método de función deseada

Fila	Dureza	Luminosidad	Deseabilidad Prevista	Deseabilidad Observada
1	13.82	75.96	0.549094	0.683746
2	17.87	60.51	0.478679	0.449144
3	10.86	80.81	0.340698	0.518681
4	10.7	78.4	0.369687	0.477945
5	8.28	76.19	0.34286	0
6	11.56	78.83	0.613196	0.561598
7	16.34	55.38	0.187896	0
8	9.11	65.26	0.324375	0.183373
9	8.96	78.18	0.242651	0.252139
10	8.86	78.25	0.242651	0.233219
11	8.9	78.45	0.242651	0.242179

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La papa empleada presento las siguientes características fisicoquímicas Humedad 74.30 ± 0.21 , proteínas 3.12 ± 0.53 , grasa 0.15 ± 0.02 y Cenizas 0.89 ± 0.08 g/100 g de muestra.
- El tiempo de escaldado afecta negativamente en la dureza de papas fritas tipo french fries congelada, decir el producto es más crocante.
- El tiempo de escaldado afecta positivamente en la luminosidad de papas fritas tipo french fries congelada, es decir hace que el color del producto sea más claro.
- Los parámetros optimos del pretratamiento son Temperatura de y tiempo de escaldado de 92°C y 2.8 minutos, los cuales maximizan la textura y el color de la papa frita tipo french fries congelada.

RECOMENDACIONES

- Evaluar el efecto del escaldado en el contenido de acrilamina de las papas fritas.
- Evaluar la adición de cloruro de calcio en el medio de escaldado, con el fin de dar un mejor fortalecimiento a los tejidos de los tubérculos y por consiguiente mejorar la firmeza de la papa.
- Aplicar el pretratamiento en otras variedades de materia primas para elaborar papa frita tipo french fries congelada

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA Y VIRTUALES

- AGBLOR, A. y Scanlon, M. Effects of blanching conditions on the mechanical properties of French Fry strips. Amer J of Potato Res. 75: 245-255, 1998.
- AGUILAR C. N., Anzaldúa-Morales R., Talamás R.y Gastélum G. Lowtemperature blanch improves textural quality of French-Fries. Journal of Food Science. 62: 568-571, 1997.
- AGUILERA, J.M. Temas en Tecnología de Alimentos. Fritura de Alimentos. CYTED. Instituto Politécnico Nacional. Volumen I, 1997. Pp 187-214.
- ALAIN-CLAUDE, Roudot. Rheology et analyse de texture des aliments. Francia: Tec ET Doc, 2001, p.4-13
- ALLEN, P., Rojas, X. Determinación de la calidad y predicción de propiedades físicas en chips de papa frita mediante visión computacional. Memoria para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Santiago, Chile. Universidad deSantiago de Chile, Facultad Tecnológica, 2009.
- ÁLVAREZ, M. D., Morillo, M. J. y Canet, W. Characterization of the frying process of fresh and blanched potato strip using response surface methodology. European Food Research and Technology. 211: 326-335, 2000.
- ANDERSON, A. Modelling of potato blanching. Ph. D. Thesis, Lund University. Sweden, 1994.
- ANZALDÚA - MORALES A. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Zaragoza, Editorial Acribia S.A., 1994.

- ARTHEY, D. Y DENNIS, C. 1992. "Procesado de Hortalizas". Editorial Acribia. Zaragoza-España, 136-138 p.
- BERNA, A. Estudio del efecto de impregnación con sacarosa y cloruro de sodio en la fritura de papas tipo French Fries. Memoria para optar al grado de Magíster en Tecnología de Alimentos. Santiago, Chile. Universidad de Santiago de Chile, Facultad de Ingeniería, 1999.
- BOURNE, M. Food texture and viscosity: concept and measurement. New York: Academic Press, 2002.
- BOUCHON, P. Modeling oil uptake during frying. Thesis submitted as a partial fulfillment for the degree for Doctor of Philosophy. University of Reading, School of Food Biosciences, 2002.
- BOUCHON, P. Aguilera, J.M. y Pyle, D.L. Structure oil-absorption relationships during deep-fat frying. *Journal of Food Science*. 68: 2711-2716, 2003.
- BROSANAN, T. y Sun, D. Improving quality inspection of food products by computer vision—a review. *Journal of Food Engineering*. 61:3–16, 2003.
- CAMPOVERDE, C. Y ZUMBANA, J. 2001. "Efecto del escaldado sobre la actividad pectin metil esterasa en patatas (*Solanum tuberosum*) para fritura". Tesis Ing.Alim. Universidad Técnica de Ambato-FCIAL, Ecuador. 101p.
- CEVILLE, G y SZCZESNIAK, A. Guidelines to training a texture profile panel. En: *Journal of texture studies*. vol 4, 1976. p204-223.
- CULLEN, J. Y WILSON, R. 1971. "Producción comercial de patatas y su almacenamiento" Editorial Acribia, Zaragoza España. 139 p.

- DESROSIER, N. 1996. "Elementos de Tecnología de Alimentos". Décimo Tercera Edición. Compañía Editorial Continental. México. Páginas: 230-239.
- DÓMENECH J. 1960. "Congelación de alimentos". Tomo II. Editorial Sintesis. Barcelona-España. Páginas: 47-64,83-90.
- FISHER, P. Rheology of food materials. En: Current opinion in colloid and Interface Science, vol16.february 2011. P 36-40
- FOEGEDING,E y DRAKE, E. Sensory and mechanical properties of cheese texture .En: Journal of Dairy Science. vol 90,octubre 2006;p 1-15
- FRAU, S. Determinación de parámetros reológicos de quesos untables comerciales de cabra en la provincia de Santiago de Estero, 2010. p.1-7.
- GRUDA, Z. Y POSTOLSKI, J. 1989. "Tecnología de la Congelación de los Alimentos" Editorial Acribia, Zaragoza- España. Páginas: 353-357.
- HUTCHINGS, JB y LILLFORD, PJ. The perception of food texture: The philosophy of the breakdown path. Journal of texture studie, 1988, vol.19, p.103-105, citadopor: ROSENTHAL, Andrew. FoodTexture: Measurement and Perception.España: Acribia, 1999.p.1
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.ISO 5492. 1992. Sensory analysis vocabulary. Geneva, citadopor: ROSENTHAL, Andrew. Food Texture: Measurement and Perception.España: Acribia, 1999.p.

- KRAMER, A. Definition of texture and its Measurement in vegetable products. En: FoodTechnology. vol.18, Mayo 1984. p.304-307
- LARA, Ursula y Liberona, Katia. Influencia de tres métodos de cocción en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de bastones de papa prefrita congelados. Memoria para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Santiago, Chile. Universidad de Santiago de Chile. Facultad Tecnológica, 2008.
- LEÓN, J. Estudio de la cinética de color en rodajas de papa frita empleando visión computacional. Memoria para optar al título de Ingeniero de Alimentos. Santiago, Chile. Universidad de Santiago de Chile, Facultad Tecnológica, 2005.
- LEÓN, L., Mery, D., Pedreschi, F. Color Measurement in L*a*b units from RGB digital images. Food Research International. 39: 1084-1091, 2006.
- LISINSKA, G. y Golubowska, G. Structural changes of potato tissue during French Fries production. Food Chemistry. 93: 681-687, 2005.
- LARMOND, E. Sensory measurements of food texture. En: Rheology and texture in food quality .vol. 7, June 1976. p.87-93.
- MELLEMA, M. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. Food Science and Technology. 14: 364-373, 2003.
- RAMIREZ NAVAS, Juan. Introducción a la reología de los alimentos. Cali: Universidad del Valle, 2006. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/56451086/7/Historia-de-la-Reologia>

- ROSENTHAL, Andrew. Food Texture: Measurement and Perception. España: Acribia, 1999.p.1
- SZCSESNIAK, A. Texture is a sensory property. En: Food Quality and Preference. vol 1, 2002.p 215-225. citado por: IGOR, J y VELASCO, V. Análisis de las propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (*Oreochromis* sp). Disponible en: ([www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol 8-2](http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol8-2))
- SILVA, M. Y SARABIA, S. 2005 "Control del pardeamiento enzimático en papa fripapa (Bulk México 378158721) Variedad INIAP". Proyecto de Investigación. Universidad Técnica de Ambato-FCIAL. Ecuador. <http://fcial.uta.edu.ec>
- Singh, P. y Heldman, D. "Introducción a la ingeniería de los alimentos". Editorial Acribia.
- TRONCOSO, E y Pedreschi, F. Modeling of textural changes during drying of potato slices. Food Science and Technology. 82: 577-584, 2007.
- TRONCOSO, E. y Pedreschi, F. Modeling water loss and oil uptake during vacuum frying of pre-treated potato slices. Food Science and Technology. 42: 1164-1173, 2009.

VII. ANEXOS

ANEXO 1

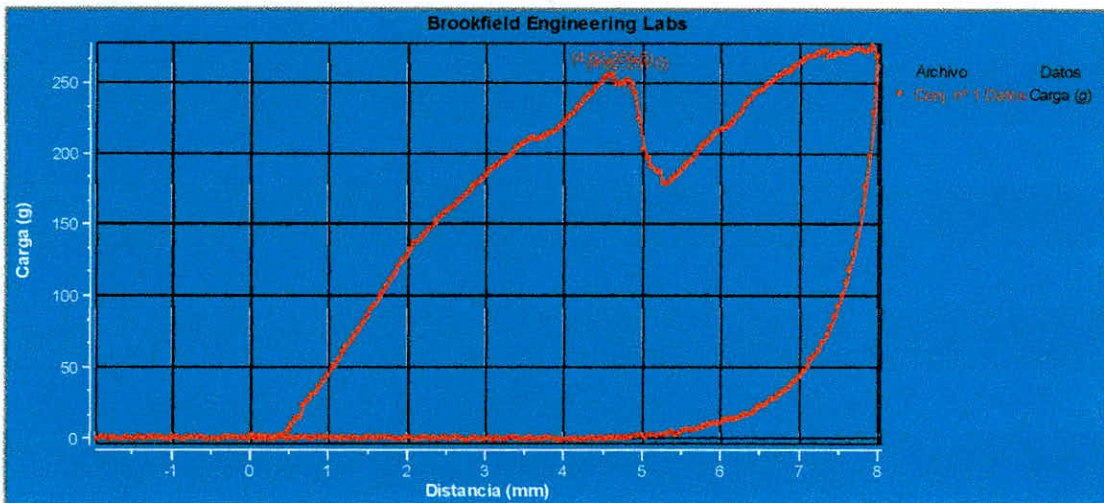
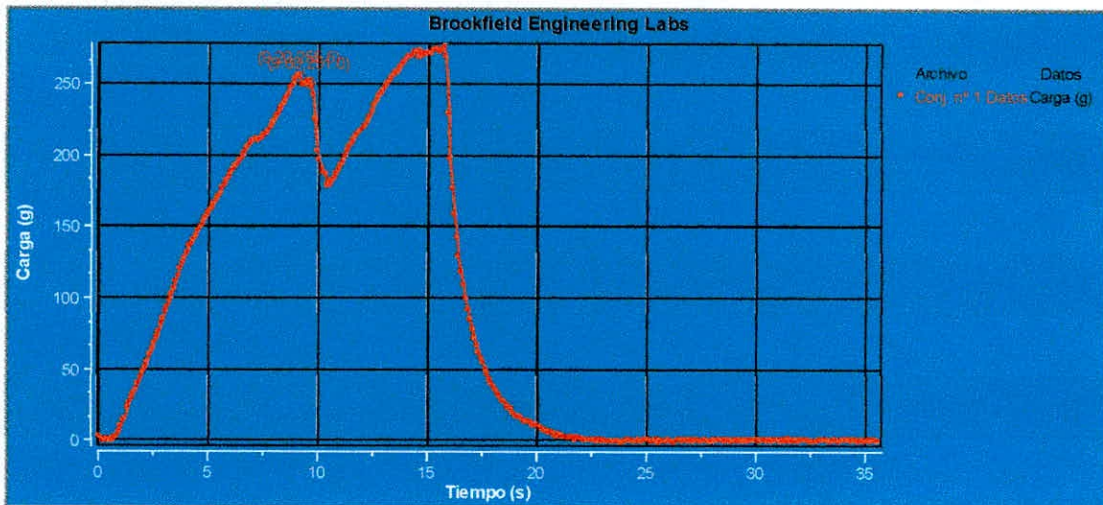
ANÁLISIS DE TEXTURA

1. Tomar las dimensiones de la muestra, alto, ancho y profundidad.
2. De acuerdo a la muestra seleccionar la probeta a utilizar.
3. Colocar la muestra en la mesa de trabajo del equipo.
4. En el software Texture Loader, programar el tipo de análisis que se quiere realiza, esto de acuerdo al material o producto a analizar (APT, Compresion, etc.).
5. Seleccionar el código de la probeta y el valor meta de penetración.
6. Ingresar las dimensiones (alto, ancho y profundidad), del material o muestra.
7. Seleccionar los resultados que arrojará el software.
8. Leer e interpretar los resultados.

INFORME DATOS

Descripción Muestra	
Nombre Producto: f1	Notas:
Nombre de lote: 1	
Ejemplo: 45	
Dimensiones:	
Forma: Bloque	
Longitud: 70.00 mm	
Anchura: 10.00 mm	
Altura: 10.00 mm	
Método Test	
Fecha: 04/10/2017	Hora: 06:35:06 p.m.
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 0 s
Objetivo: 8.0 mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.: 0 s	Velocidad Pretest: 2 mm/s
Carga Activación: 6.8 g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test: 0.5 mm/s	Sonda: TA44
Velocidad Vuelta: 0.5 mm/s	Elemento: TA-RT-KI
Contador ciclos: 1	Celda Carga: 4500g
Resultados	
Ciclo 1 Dureza:	276.0 g
Deformación según Dureza:	7.95 mm
%Deformación según dureza:	11.4 %
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	13.82 mJ
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	3.11 mm
Ciclo 1 Trabajo Recuperable:	1.32 mJ
Carga a objetivo:	269.0 g
Deformación a Objetivo:	8.00 mm
%Deformación según objetivo:	11.4 %
Pico Presión:	270664 dyn/cm ²
Deformación en Pico de Carga:	0.11
Fuerza adhesividad:	1.5 g
Adhesividad:	0.02 mJ
Resiliencia:	0.10
Longitud Extensibilidad:	2.07 mm
Trabajo Extensibilidad Terminado:	0.01 mJ
Cantidad de Fracturas:	3

con 1% de sensibilidad de carga
Fracturabilidad: 255.5 g
 con 1% de sensibilidad de carga
Caída Carga 1ª Fractura: 6.5 g
 con 1% de sensibilidad de carga
Trabajo terminado 1ª Fractura: 5.96 mJ
 con 1% de sensibilidad de carga
1ª Fractura Deformación: 4.62 mm
 con 1% de sensibilidad de carga
% Deformación 1ª Fractura: 6.6 %
 con 1% de sensibilidad de carga
Promedio Pico de Carga: 276.0 g
Longitud de la muestra: 70.00 mm



INFORME DATOS

Descripción Muestra	
Nombre Producto: f2	Notas:
Nombre de lote: 1	
Ejemplo: 16	
Dimensiones:	
Forma: Bloque	
Longitud: 58.00 mm	
Anchura: 8.00 mm	
Altura: 10.00 mm	
Método Test	
Fecha: 04/10/2017	Hora: 06:41:21 p.m.
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 0 s
Objetivo: 8.0 mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.: 0 s	Velocidad Pretest: 2 mm/s
Carga Activación: 6.8 g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test: 0.5 mm/s	Sonda: TA44
Velocidad Vuelta: 0.5 mm/s	Elemento: TA-RT-KI
Contador ciclos: 1	Celda Carga: 4500g
Resultados	
Ciclo 1 Dureza:	400.0 g
Deformación según Dureza:	5.32 mm
%Deformación según dureza:	9.2 %
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	17.87 mJ
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	2.37 mm
Ciclo 1 Trabajo Recuperable:	0.93 mJ
Carga a objetivo:	187.0 g
Deformación a Objetivo:	7.96 mm
%Deformación según objetivo:	13.7 %
Pico Presión:	490333 dyn/cm ²
Deformación en Pico de Carga:	0.09
Fuerza adhesividad:	3.0 g
Adhesividad:	0.14 mJ
Resiliencia:	0.05
Longitud Extensibilidad:	7.72 mm
Trabajo Extensibilidad Terminado:	0.12 mJ
Cantidad de Fracturas:	3

con 1% de sensibilidad de carga

Fracturabilidad: 400.0 g

con 1% de sensibilidad de carga

Caida Carga 1ª Fractura: 229.5 g

con 1% de sensibilidad de carga

Trabajo terminado 1ª Fractura: 11.17 mJ

con 1% de sensibilidad de carga

1ª Fractura Deformación: 5.32 mm

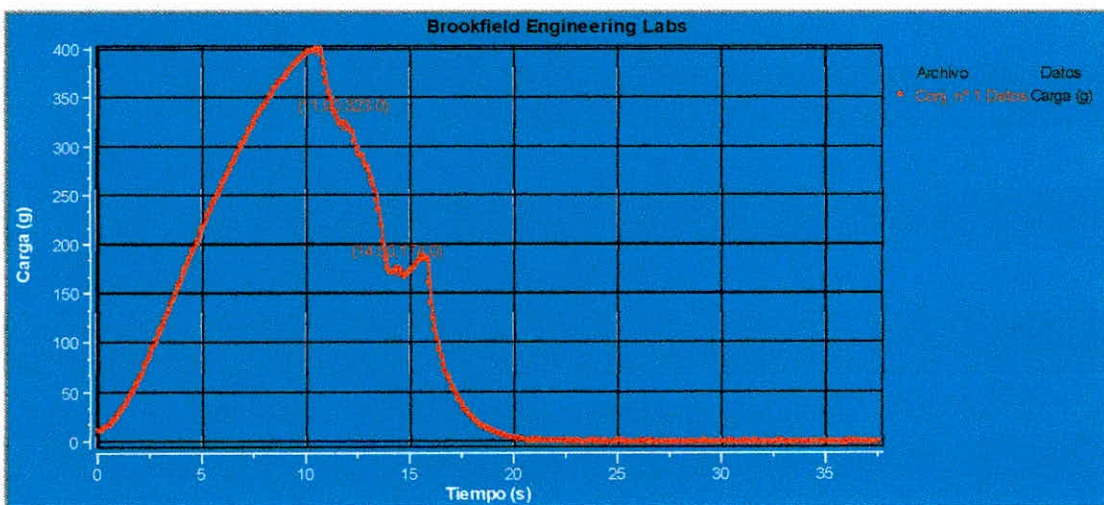
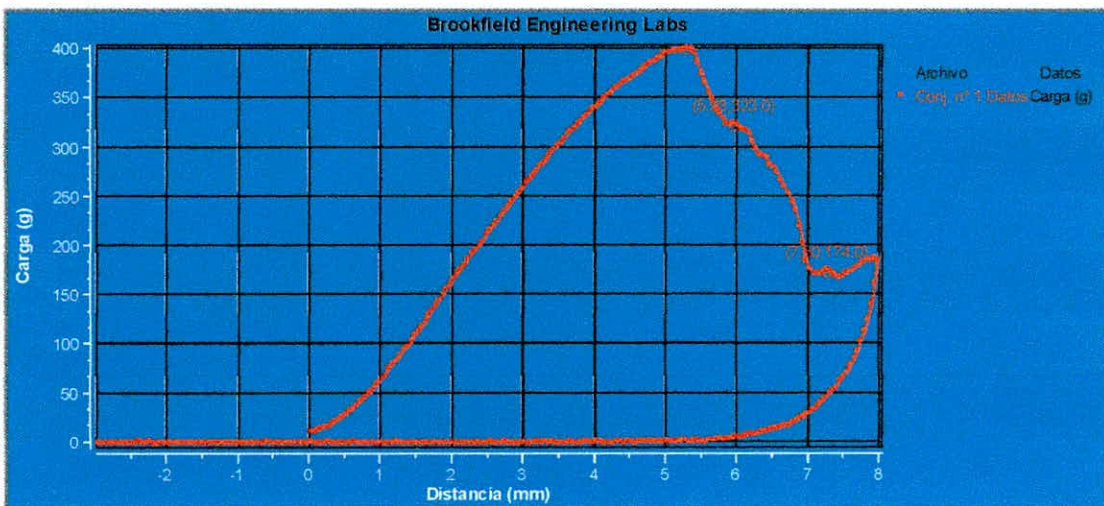
con 1% de sensibilidad de carga

% Deformación 1ª Fractura: 9.2 %

con 1% de sensibilidad de carga

Promedio Pico de Carga: 400.0 g

Longitud de la muestra: 58.00 mm



INFORME DATOS

Descripción Muestra	
Nombre Producto: f3	Notas:
Nombre de lote: 1	
Ejemplo: 22	
Dimensiones:	
Forma: Bloque	
Longitud: 45.00 mm	
Anchura: 10.00 mm	
Altura: 10.00 mm	
Método Test	
Fecha: 04/10/2017	Hora: 06:45:25 p.m.
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 0 s
Objetivo: 8.0 mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.: 0 s	Velocidad Pretest: 2 mm/s
Carga Activación: 6.8 g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test: 0.5 mm/s	Sonda: TA44
Velocidad Vuelta: 0.5 mm/s	Elemento: TA-RT-KI
Contador ciclos: 1	Celda Carga: 4500g
Resultados	
Ciclo 1 Dureza:	260.0 g
Deformación según Dureza:	6.13 mm
%Deformación según dureza:	13.6 %
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	10.86 mJ
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	2.36 mm
Ciclo 1 Trabajo Recuperable:	0.56 mJ
Carga a objetivo:	113.0 g
Deformación a Objetivo:	8.00 mm
%Deformación según objetivo:	17.8 %
Pico Presión:	254973 dyn/cm ²
Deformación en Pico de Carga:	0.14
Fuerza adhesividad:	3.5 g
Adhesividad:	0.19 mJ
Resiliencia:	0.05
Longitud Extensibilidad:	8.03 mm
Trabajo Extensibilidad Terminado:	0.18 mJ
Cantidad de Fracturas:	1

con 1% de sensibilidad de carga

Fracturabilidad: 260.0 g

con 1% de sensibilidad de carga

Caida Carga 1ª Fractura: 176.0 g

con 1% de sensibilidad de carga

Trabajo terminado 1ª Fractura: 8.46 mJ

con 1% de sensibilidad de carga

1ª Fractura Deformación: 6.13 mm

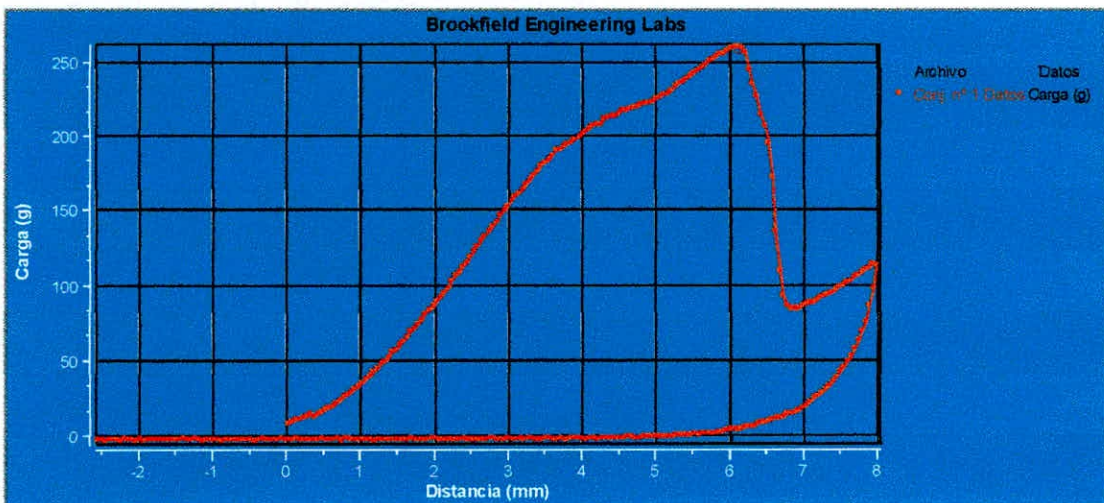
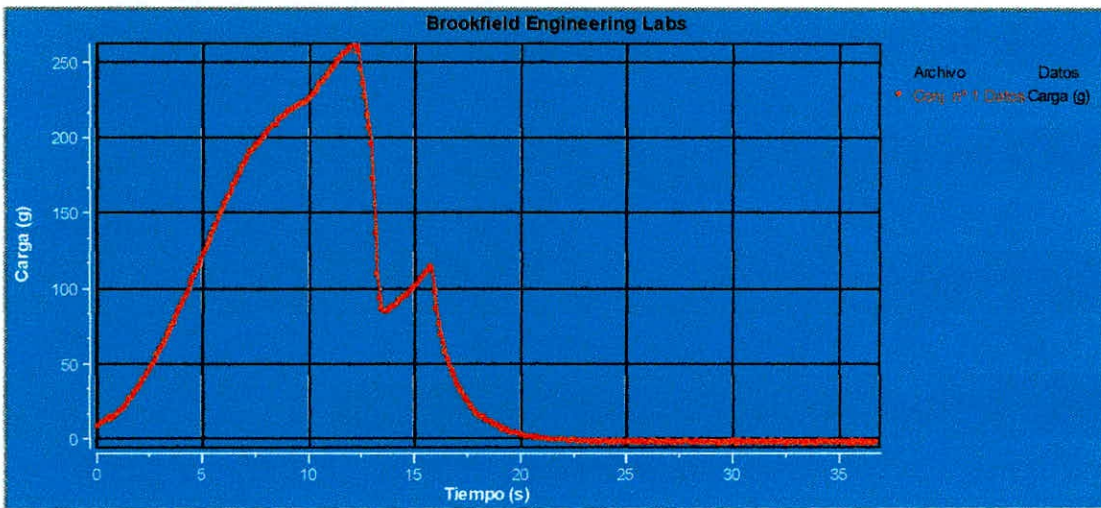
con 1% de sensibilidad de carga

% Deformación 1ª Fractura: 13.6 %

con 1% de sensibilidad de carga

Promedio Pico de Carga: 260.0 g

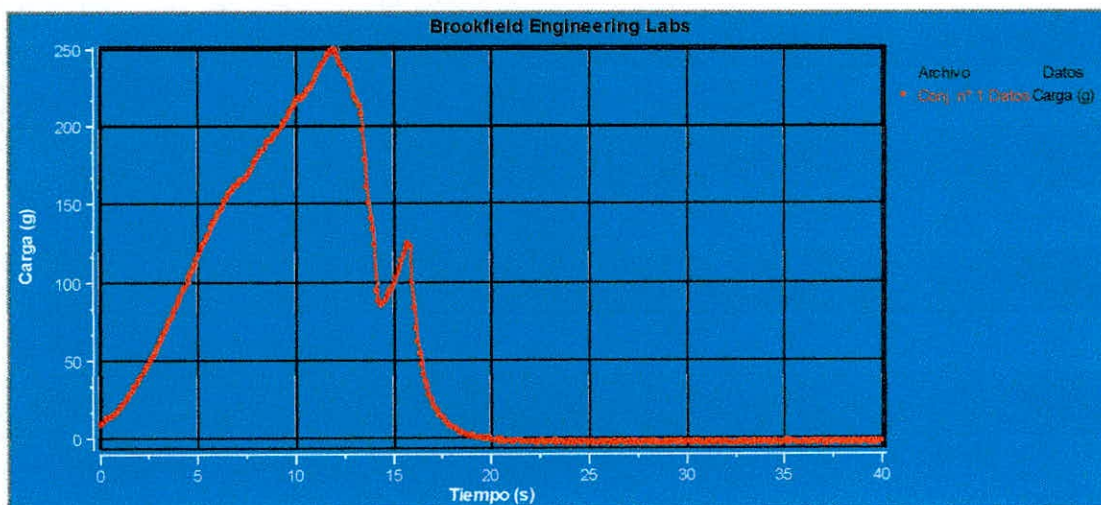
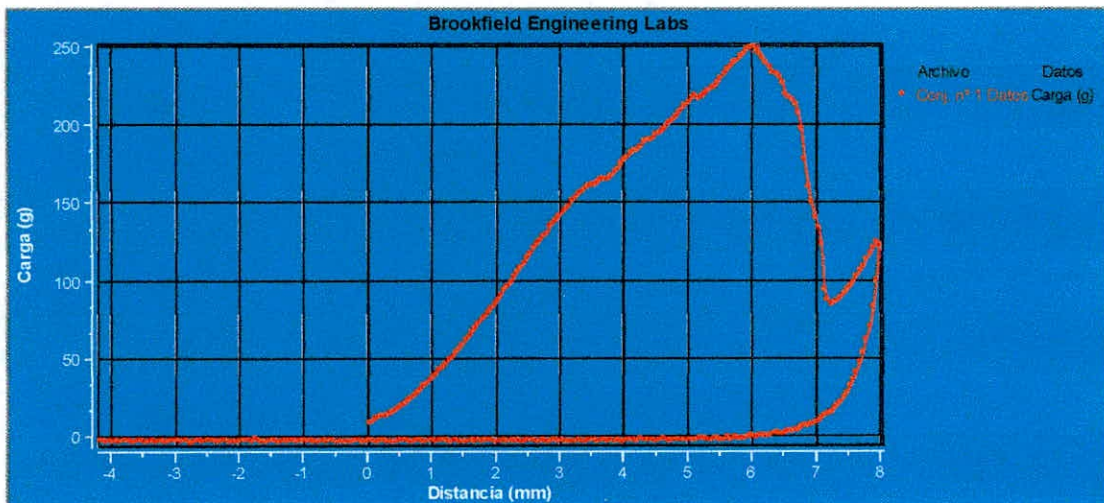
Longitud de la muestra: 45.00 mm



INFORME DATOS

Descripción Muestra		Notas:	
Nombre Producto: f4			
Nombre de lote: 1			
Ejemplo: 18			
Dimensiones:			
Forma: Bloque			
Longitud:	57.00 mm		
Anchura:	10.00 mm		
Altura:	10.00 mm		
Método Test			
Fecha: 04/10/2017		Hora: 06:51:27 p.m.	
Tipo de Test: Compresión		Tpo. Recuperación:	0 s
Objetivo:	8.0 mm	Mismo activador:	Falso
Esperar t.:	0 s	Velocidad Pretest:	2 mm/s
Carga Activación:	6.8 g	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Vel. Test:	0.5 mm/s	Sonda:	TA44
Velocidad Vuelta:	0.5 mm/s	Elemento:	TA-RT-KI
Contador ciclos:	1	Celda Carga:	4500g
Resultados			
Ciclo 1 Dureza:	250.0 g		
Deformación según Dureza:	6.03 mm		
%Deformación según dureza:	10.6 %		
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	10.70 mJ		
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	1.67 mm		
Ciclo 1 Trabajo Recuperable:	0.45 mJ		
Carga a objetivo:	125.0 g		
Deformación a Objetivo:	7.96 mm		
%Deformación según objetivo:	14.0 %		
Pico Presión:	245166 dyn/cm ²		
Deformación en Pico de Carga:	0.11		
Fuerza adhesividad:	4.5 g		
Adhesividad:	0.31 mJ		
Resiliencia:	0.04		
Longitud Extensibilidad:	9.03 mm		
Trabajo Extensibilidad Terminado:	0.27 mJ		
Cantidad de Fracturas:	1		

con 1% de sensibilidad de carga
Fracturabilidad: 250.0 g
 con 1% de sensibilidad de carga
Caida Carga 1ª Fractura: 165.0 g
 con 1% de sensibilidad de carga
Trabajo terminado 1ª Fractura: 7.68 mJ
 con 1% de sensibilidad de carga
1ª Fractura Deformación: 6.03 mm
 con 1% de sensibilidad de carga
% Deformación 1ª Fractura: 10.6 %
 con 1% de sensibilidad de carga
Promedio Pico de Carga: 250.0 g
Longitud de la muestra: 57.00 mm



INFORME DATOS

Descripción Muestra	
Nombre Producto: F5	Notas:
Nombre de lote: 1	
Ejemplo: 21	
Dimensiones:	
Forma: Bloque	
Longitud: 45.00 mm	
Anchura: 8.00 mm	
Altura: 9.00 mm	
Método Test	
Fecha: 04/10/2017	Hora: 06:55:44 p.m.
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 0 s
Objetivo: 8.0 mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.: 0 s	Velocidad Pretest: 2 mm/s
Carga Activación: 6.8 g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test: 0.5 mm/s	Sonda: TA44
Velocidad Vuelta: 0.5 mm/s	Elemento: TA-RT-KI
Contador ciclos: 1	Celda Carga: 4500g
Resultados	
Ciclo 1 Dureza:	193.5 g
Deformación según Dureza:	6.89 mm
%Deformación según dureza:	15.3 %
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	8.28 mJ
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	2.16 mm
Ciclo 1 Trabajo Recuperable:	0.63 mJ
Carga a objetivo:	150.5 g
Deformación a Objetivo:	7.95 mm
%Deformación según objetivo:	17.7 %
Pico Presión:	263554 dyn/cm ²
Deformación en Pico de Carga:	0.15
Fuerza adhesividad:	3.5 g
Adhesividad:	0.25 mJ
Resiliencia:	0.08
Longitud Extensibilidad:	10.30 mm
Trabajo Extensibilidad Terminado:	0.25 mJ
Cantidad de Fracturas:	2

con 1% de sensibilidad de carga

Fracturabilidad: 157.5 g

con 1% de sensibilidad de carga

Caida Carga 1ª Fractura: 2.0 g

con 1% de sensibilidad de carga

Trabajo terminado 1ª Fractura: 4.01 mJ

con 1% de sensibilidad de carga

1ª Fractura Deformación: 5.38 mm

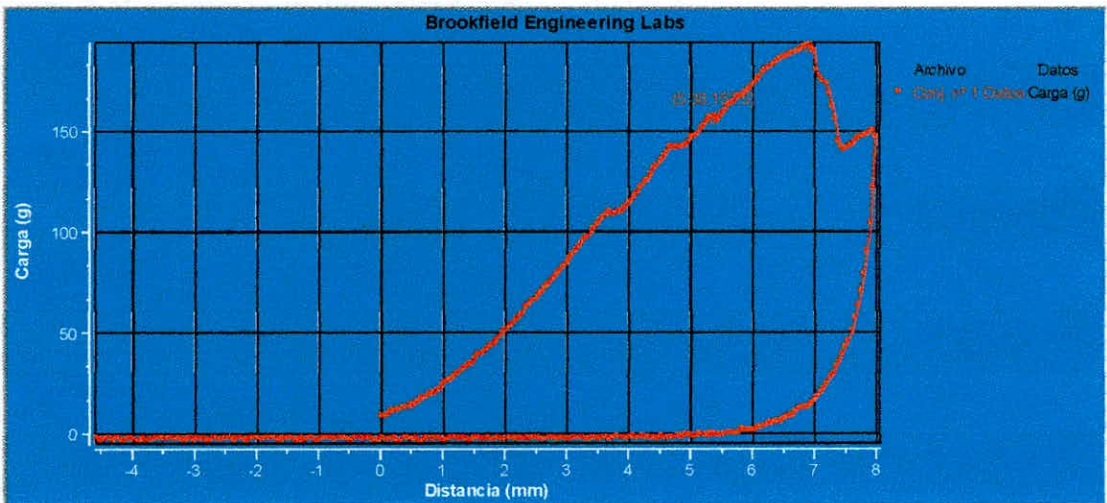
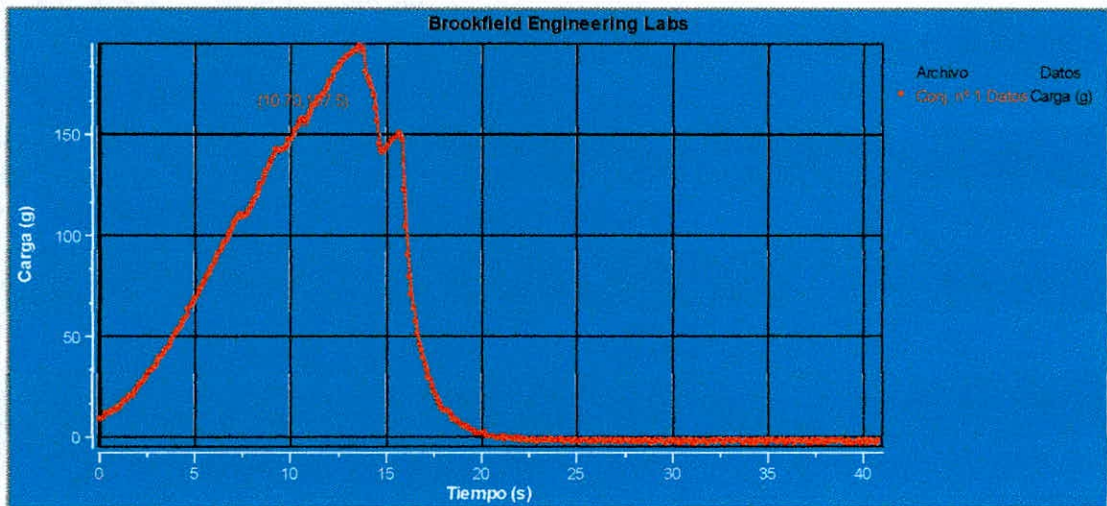
con 1% de sensibilidad de carga

% Deformación 1ª Fractura: 12.0 %

con 1% de sensibilidad de carga

Promedio Pico de Carga: 193.5 g

Longitud de la muestra: 45.00 mm



INFORME DATOS

Descripción Muestra		Notas:	
Nombre Producto: E6			
Nombre de lote: 1			
Ejemplo: 14			
Dimensiones:			
Forma: Bloque			
Longitud:	45.00 mm		
Anchura:	9.00 mm		
Altura:	10.00 mm		
Método Test			
Fecha: 04/10/2017		Hora: 06:59:21 p.m.	
Tipo de Test: Compresión		Tpo. Recuperación: 0 s	
Objetivo:	8.0 mm	Mismo activador: Falso	
Esperar t.:	0 s	Velocidad Pretest: 2 mm/s	
Carga Activación:	6.8 g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg	
Vel. Test:	0.5 mm/s	Sonda: TA44	
Velocidad Vuelta:	0.5 mm/s	Elemento: TA-RT-KI	
Contador ciclos:	1	Celda Carga: 4500g	
Resultados			
Ciclo 1 Dureza:	252.5 g		
Deformación según Dureza:	4.37 mm		
%Deformación según dureza:	9.7 %		
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	11.56 mJ		
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	1.85 mm		
Ciclo 1 Trabajo Recuperable:	0.63 mJ		
Carga a objetivo:	157.0 g		
Deformación a Objetivo:	7.96 mm		
%Deformación según objetivo:	17.7 %		
Pico Presión:	275131 dyn/cm ²		
Deformación en Pico de Carga:	0.10		
Fuerza adhesividad:	3.0 g		
Adhesividad:	0.17 mJ		
Resiliencia:	0.05		
Longitud Extensibilidad:	8.08 mm		
Trabajo Extensibilidad Terminado:	0.17 mJ		
Cantidad de Fracturas:	3		

con 1% de sensibilidad de carga

Fracturabilidad: 252.5 g

con 1% de sensibilidad de carga

Caida Carga 1ª Fractura: 12.5 g

con 1% de sensibilidad de carga

Trabajo terminado 1ª Fractura: 5.83 mJ

con 1% de sensibilidad de carga

1ª Fractura Deformación: 4.37 mm

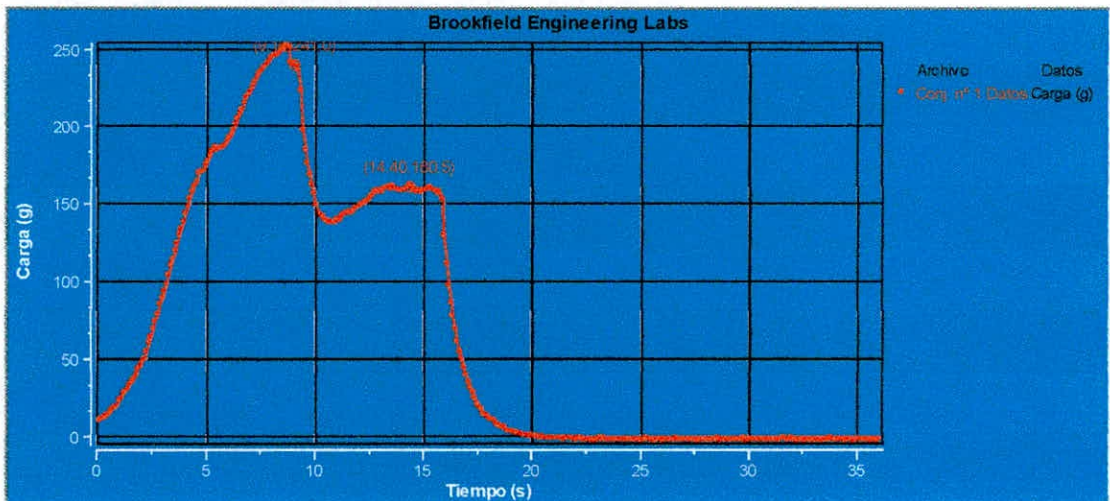
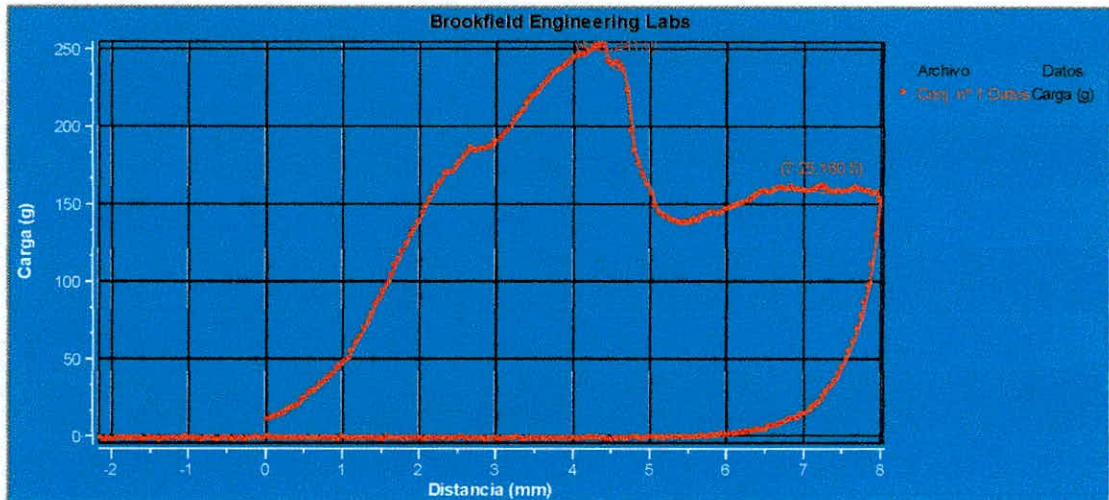
con 1% de sensibilidad de carga

% Deformación 1ª Fractura: 9.7 %

con 1% de sensibilidad de carga

Promedio Pico de Carga: 252.5 g

Longitud de la muestra: 45.00 mm



INFORME DATOS

Descripción Muestra	
Nombre Producto: f7	Notas:
Nombre de lote: 1	
Ejemplo: 13	
Dimensiones:	
Forma: Bloque	
Longitud: 65.00 mm	
Anchura: 10.00 mm	
Altura: 10.00 mm	
Método Test	
Fecha: 04/10/2017	Hora: 07:04:29 p.m.
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 0 s
Objetivo: 8.0 mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.: 0 s	Velocidad Pretest: 2 mm/s
Carga Activación: 6.8 g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test: 0.5 mm/s	Sonda: TA44
Velocidad Vuelta: 0.5 mm/s	Elemento: TA-RT-KI
Contador ciclos: 1	Celda Carga: 4500g
Resultados	
Ciclo 1 Dureza:	484.0 g
Deformación según Dureza:	2.94 mm
%Deformación según dureza:	4.5 %
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	16.34 mJ
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	1.36 mm
Ciclo 1 Trabajo Recuperable:	0.33 mJ
Carga a objetivo:	115.5 g
Deformación a Objetivo:	7.95 mm
%Deformación según objetivo:	12.2 %
Pico Presión:	474642 dyn/cm ²
Deformación en Pico de Carga:	0.05
Fuerza adhesividad:	4.0 g
Adhesividad:	0.25 mJ
Resiliencia:	0.02
Longitud Extensibilidad:	8.89 mm
Trabajo Extensibilidad Terminado:	0.23 mJ
Cantidad de Fracturas:	14

con 1% de sensibilidad de carga

Fracturabilidad: 484.0 g

con 1% de sensibilidad de carga

Caida Carga 1ª Fractura: 217.0 g

con 1% de sensibilidad de carga

Trabajo terminado 1ª Fractura: 6.20 mJ

con 1% de sensibilidad de carga

1ª Fractura Deformación: 2.94 mm

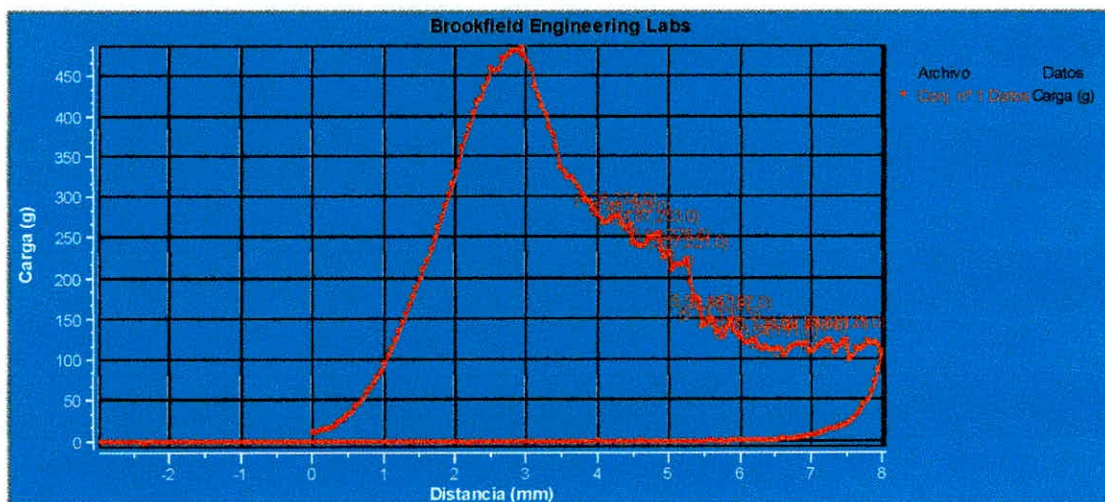
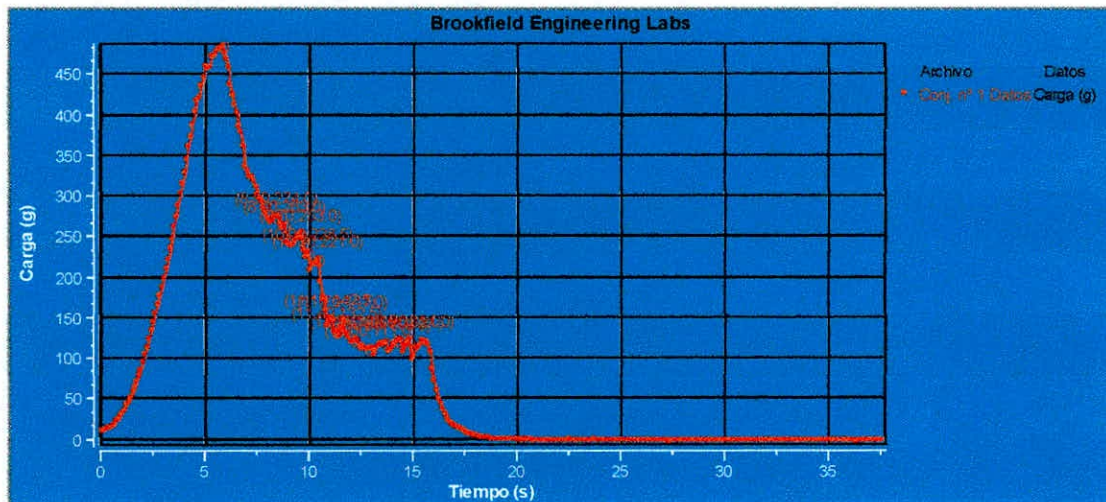
con 1% de sensibilidad de carga

% Deformación 1ª Fractura: 4.5 %

con 1% de sensibilidad de carga

Promedio Pico de Carga: 484.0 g

Longitud de la muestra: 65.00 mm



INFORME DATOS

Descripción Muestra	
Nombre Producto: FB	Notas:
Nombre de lote: 1	
Ejemplo: 19	
Dimensiones:	
Forma: Bloque	
Longitud: 60.00 mm	
Anchura: 8.00 mm	
Altura: 10.00 mm	
Método Test	
Fecha: 04/10/2017	Hora: 07:09:21 p.m.
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 0 s
Objetivo: 8.0 mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.: 0 s	Velocidad Pretest: 2 mm/s
Carga Activación: 6.8 g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test: 0.5 mm/s	Sonda: TA44
Velocidad Vuelta: 0.5 mm/s	Elemento: TA-RT-KI
Contador ciclos: 1	Celda Carga: 4500g
Resultados	
Ciclo 1 Dureza:	194.0 g
Deformación según Dureza:	4.77 mm
%Deformación según dureza:	8.0 %
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	9.11 mJ
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	1.91 mm
Ciclo 1 Trabajo Recuperable:	0.77 mJ
Carga a objetivo:	160.5 g
Deformación a Objetivo:	7.91 mm
%Deformación según objetivo:	13.2 %
Pico Presión:	237811 dyn/cm ²
Deformación en Pico de Carga:	0.08
Fuerza adhesividad:	4.5 g
Adhesividad:	0.23 mJ
Resiliencia:	0.08
Longitud Extensibilidad:	4.90 mm
Trabajo Extensibilidad Terminado:	0.13 mJ
Cantidad de Fracturas:	7

con 1% de sensibilidad de carga

Fracturabilidad: 172.0 g

con 1% de sensibilidad de carga

Caida Carga 1ª Fractura: 2.5 g

con 1% de sensibilidad de carga

Trabajo terminado 1ª Fractura: 3.06 mJ

con 1% de sensibilidad de carga

1ª Fractura Deformación: 4.12 mm

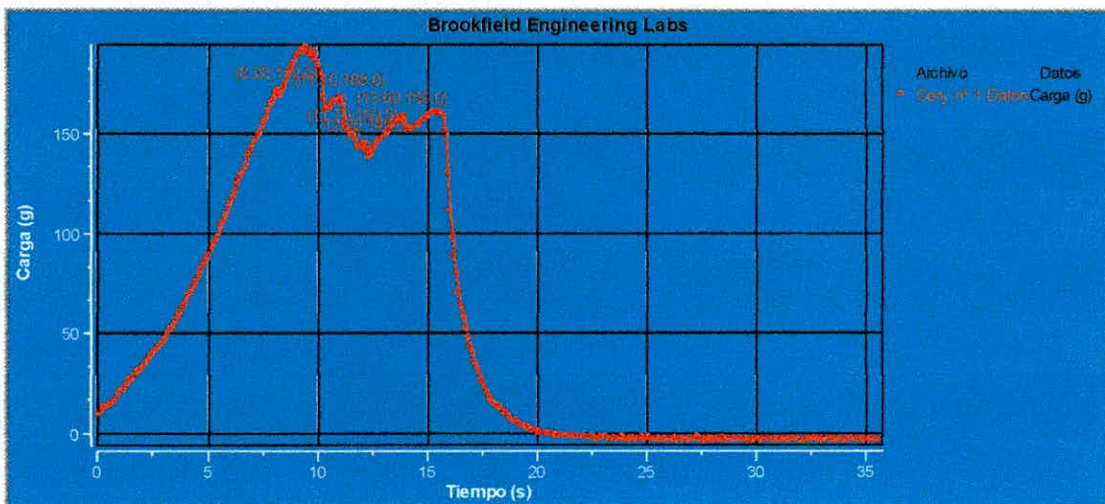
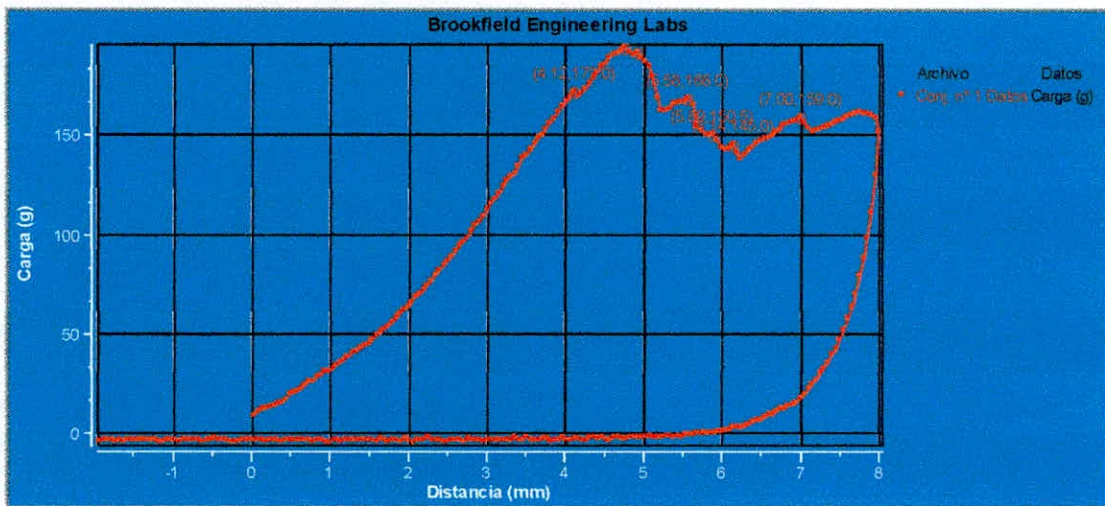
con 1% de sensibilidad de carga

% Deformación 1ª Fractura: 6.9 %

con 1% de sensibilidad de carga

Promedio Pico de Carga: 194.0 g

Longitud de la muestra: 60.00 mm



INFORME DATOS

Descripción Muestra	
Nombre Producto: f9	Notas:
Nombre de lote: 1	
Ejemplo: 17	
Dimensiones:	
Forma: Bloque	
Longitud: 47.00 mm	
Anchura: 8.00 mm	
Altura: 10.00 mm	
Método Test	
Fecha: 04/10/2017	Hora: 07:15:06 p.m.
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 0 s
Objetivo: 8.0 mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.: 0 s	Velocidad Pretest: 2 mm/s
Carga Activación: 6.8 g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test: 0.5 mm/s	Sonda: TA44
Velocidad Vuelta: 0.5 mm/s	Elemento: TA-RT-KI
Contador ciclos: 1	Celda Carga: 4500g
Resultados	
Ciclo 1 Dureza:	241.5 g
Deformación según Dureza:	6.49 mm
%Deformación según dureza:	13.8 %
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	8.96 mJ
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	1.67 mm
Ciclo 1 Trabajo Recuperable:	0.31 mJ
Carga a objetivo:	84.5 g
Deformación a Objetivo:	7.96 mm
%Deformación según objetivo:	16.9 %
Pico Presión:	296038 dyn/cm ²
Deformación en Pico de Carga:	0.14
Fuerza adhesividad:	4.5 g
Adhesividad:	0.29 mJ
Resiliencia:	0.03
Longitud Extensibilidad:	9.44 mm
Trabajo Extensibilidad Terminado:	0.28 mJ
Cantidad de Fracturas:	1

con 1% de sensibilidad de carga

Fracturabilidad: 241.5 g

con 1% de sensibilidad de carga

Caida Carga 1ª Fractura: 165.5 g

con 1% de sensibilidad de carga

Trabajo terminado 1ª Fractura: 6.80 mJ

con 1% de sensibilidad de carga

1ª Fractura Deformación: 6.49 mm

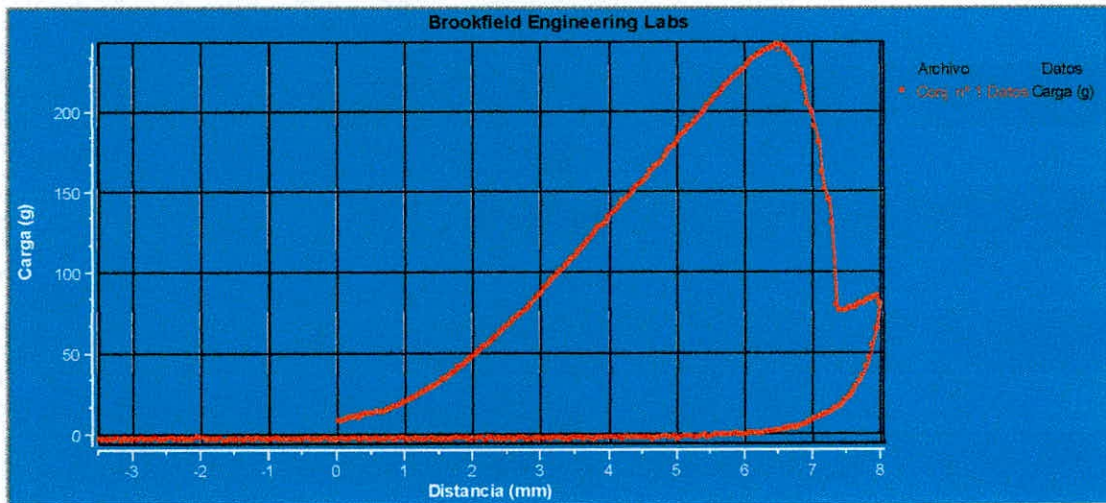
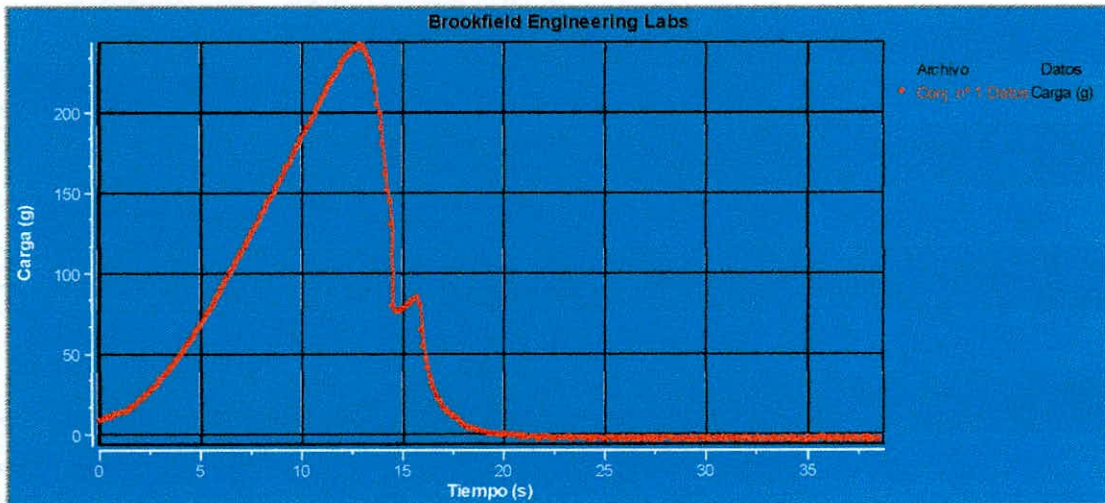
con 1% de sensibilidad de carga

% Deformación 1ª Fractura: 13.8 %

con 1% de sensibilidad de carga

Promedio Pico de Carga: 241.5 g

Longitud de la muestra: 47.00 mm



ANEXO 2

COLORIMETRÍA

		R1	R2	R3	PROMEDIO
F1	L	76.03	76.23	75.63	75.96
	a	-5.49	-5.29	-5.89	-5.56
	b	35.68	35.88	35.28	35.61
F2	L	60.58	60.78	60.18	60.51
	a	-4.72	-4.52	-5.12	-4.79
	b	32.38	32.58	31.98	32.31
F3	L	80.88	81.08	80.48	80.81
	a	-4.22	-4.02	-4.62	-4.29
	b	43.62	43.82	43.22	43.55
F4	L	78.47	78.67	78.07	78.40
	a	-0.57	-0.37	-0.97	-0.64
	b	44.11	44.31	43.71	44.04
F5	L	76.26	76.46	75.86	76.19
	a	-3.07	-2.87	-3.47	-3.14
	b	35.91	36.11	35.51	35.84
F6	L	78.9	79.1	78.5	78.83
	a	-3.07	-2.87	-3.47	-3.14
	b	35.91	36.11	35.51	35.84
F7	L	55.45	55.65	55.05	55.38
	a	5.78	5.98	5.38	5.71
	b	46.11	46.31	45.71	46.04
F8	L	65.33	65.53	64.93	65.26
	a	-4.71	-4.51	-5.11	-4.78
	b	32.09	32.29	31.69	32.02
F9	L	78.25	78.45	77.85	78.18
	a	-8.41	-8.21	-8.81	-8.48
	b	32.41	32.61	32.01	32.34

amónicas. El amoniaco liberado es arrastrado por el vapor de agua inyectado en el contenido del tubo durante la destilación.

El destilado obtenido es agregado automáticamente a un matraz que contiene el líquido receptor elaborado por ácido bórico, rojo de metil y verde de bronocresol.



Equipo de destilación FOSS

ETAPA DE VALORACIÓN O TITULACIÓN

La cuantificación del nitrógeno amoniacal se realiza por medio de una volumetría ácido-base del ión borato formato, empleando ácido clorhídrico o sulfúrico y como indicador una disolución alcohólica de una mezcla de rojo de metilo y azul de metileno. Los equivalentes de ácido consumidos corresponden a los equivalentes de amoniaco destilados.



CÁLCULOS

De la valoración se puede calcular el número de equivalentes de nitrógeno recogidos, y con éste dato se obtiene el porcentaje de nitrógeno en la muestra. Para calcular el porcentaje de proteína basta con multiplicar por un factor de conversión el % de nitrógeno calculado. Este factor de conversión está tabulado para cada grupo de alimentos. En la tabla 1 se recogen los factores para algunos alimentos.

Tabla 1. Factor de conversión para obtener la tasa de proteína bruta a partir del nitrógeno total.

Alimentos	Factor (K)
Harina de trigo	5,70
Trigo, centeno, cebada	5,83
Arroz	5,95
Cacahuetes	5,46
Almendras	5,18
Soja	5,71
Semillas oleaginosas	5,30
Leche y derivados	6,38
Came y derivados	6,25
Clara de huevo	6,70
Yema de huevo	6,62
Huevo entero	6,68
Gelatina	5,55
Vegetales	6,25

Fuente: Elaboración propia en base a información secundaria.

FÓRMULA PARA CALCULAR PORCENTAJE DE PROTEÍNAS

$$\% \text{ de proteínas} = \frac{(ml_{muestra} - ml_{blanco}) \times N \times 14.007 \times 100}{gr_{muestra}}$$

Dónde:

$ml_{muestra}$ = gasto titulación de la muestra

ml_{blanco} = gasto de titulación del blanco

N = normalidad

$gr_{muestra}$ = peso de la muestra

El resultado obtenido debe de ser multiplicado con el factor (k), de acuerdo al tipo de muestra analizada.