



Evaluación de las fases de pasteurización, retención de caseína-grasa y penetración de la cuajada para la estandarización del proceso de queso pasta hilada tipo hoja

Evaluation of the phases of pasteurization, retention of casein-fat and penetration of the curd for the standardization of the process of cheese spun sheet type pasta

*Artículo resultado de proyecto de investigación financiado por
La Universidad Técnica Estatal de Quevedo*

Azucena Elizabeth Bernal Gutiérrez

Maestría Profesional en Gestión de la producción

Universidad Técnica de Cotopaxi

*Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador,
abernal@uteq.edu.ec.*

<https://orcid.org/0000-0003-2917-6408>

Frank Michael Vera Guzmán

Ingeniero Agroindustrial

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.

frankmguz.vera@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4620-0804>

Katherine Tomasa Mackencie Tobar

Ingeniera Agroindustrial

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.

katherinettob.mackencie@gmail.com

<https://orcid.org/1014-2017-1905870>

<http://centrosuragraria.com/index.php/revista>

Publicada por: Instituto Edwards Deming

Quito - Ecuador

Julio - Octubre vol. 1. Num. 6 2020

Pag. 11 - 28

Esta obra está bajo una Licencia Creative

Commons

Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0

Internacional.

RECIBIDO: 8 DE NOVIEMBRE 2019

ACEPTADO: 12 DE ENERO 2020

PUBLICADO: 4 DE JULIO 2020

RESUMEN

El presente estudio está enfocado en la evaluación de las fases de pasteurización, retención de caseína-grasa y penetración de la cuajada con el propósito de mostrar el efecto en el proceso del queso hilado tipo hoja, mediante la apreciación de las características

fisicoquímicas del producto, optimizando el mismo y caracterizando fisicoquímica y sensorialmente el producto resultante de dicha optimización. Para denotar el efecto se utilizó un plan factorial Superficie respuesta Box-Behnken de tres niveles, obteniendo la temperatura de pasteurización entre (65 °C y 68°C), penetración entre (1,9cm y 2,3cm) y retención entre (10 minutos y 30 minutos). La caracterización sensorial se hizo mediante un análisis descriptivo y perfil textural con un panel de catadores semientrenado. Se determinó efecto de la temperatura de pasteurización en la humedad y de la retención sobre la acidez, grasa y humedad, mientras que no se observa efecto de la retención en el proceso, obteniendo así el punto de optimización a temperatura de pasteurización de 67,997°C con penetración de 1,9cm y 21,3727 min de retención. El queso obtenido en la optimización cumple con normas de quesos hilados y características similares en su composición a otros quesos de la misma familia, descrito por los catadores con olor a leche intermedio, bajo nivel de sal, con cremosidad módica, dureza media al tacto, baja oleosidad, olor marfil intermedio, pastosidad módica y bajo amargor, mientras en lo que respecta al perfil textural los catadores denotaron valores cercanos al intermedio en la firmeza, elasticidad, adherencia, friabilidad, masticabilidad y solubilidad y cerca de baja deformidad y granulosis.

Palabras clave: Queso, suero, análisis, proceso, optimización.

ABSTRACT

The present study is focused on the evaluation of the pasteurization, casein-fat retention and curd penetration phases in order to show the effect in the process of the leaf-spinning cheese, through the appreciation of the physico-chemical characteristics of the product, Optimizing the same and characterizing physicochemical and sensorially the product resulting from such optimization. In order to denote the effect, a three-level Box-Behnken response surface factor plan was used, obtaining pasteurization temperature between 65°C and 68°C, penetration between (1,9cm and 2,3cm) and retention between (10 minutes and 30 minutes). The sensorial characterization was done through a descriptive analysis and textural profile with a panel of semi-trained tasters. The effect of pasteurization temperature on moisture and retention on acidity, fat and moisture was determined, while no effect of retention was observed in the process, obtaining the optimization point at pasteurization temperature of 67,997°C with Penetration of 1,9 cm and 21,3727 min of retention. The cheese obtained in the optimization complies with rules of cheeses and similar characteristics in its composition to other cheeses of the same family, described by the tasters with an intermediate milk smell, low salt level, with moderate creaminess, medium hardness to the touch, Low oiliness, intermediate ivory odor, moderate sweetness and low bitterness, while in the textural profile the tasters denoted values close to the intermediate in firmness, elasticity, adhesion, friability, chewability and solubility and near low deformity and granularity.

Key words: Cheese, serum, analysis, process, optimization.

INTRODUCCIÓN

El queso denominado de hoja realizado de forma artesanal en distintas partes del Ecuador no tiene una definición específica debido a que no se cuenta con estándares concretos en su

proceso ni descripción de sus características sensoriales delimitadas, sin embargo por su estiramiento y proceso básico de elaboración se puede deducir que corresponde a un queso perteneciente a la familia de las pastas hiladas además de que no se encuentra hasta la actualidad información tecnológica debidamente documentada.

Los quesos de pasta hilada dependen de la estructura que permite que tenga cualidades de estiramiento y fusión especiales. El proceso con el fin de evitar pérdidas de materias debe ser analizado en sus puntos más influyentes de la estructura micelares. Con la finalidad de optimizar y caracterizar el proceso de la variedad de quesos hilados tipo hoja y proponer un estándar se evalúa el efecto de las temperaturas de pasteurización, penetración y retención de la cuajada en las características fisicoquímicas del producto final.

Para alcanzar los objetivos propuestos y tener presente los indicadores como principal influencia en la obtención de un producto derivado lácteo que cumpla con requisitos de normas se desarrollan marcos conceptuales y referenciales que abarcan desde las definiciones básicas y clasificaciones de los quesos hasta la biotecnología necesaria para que se produzca el fenómeno necesario que permita la obtención de un queso de pasta hilada.

El marco metodológico se realiza con la propuesta de tres factores con sus respectivos niveles, haciendo un análisis observatorio y deductivo del comportamiento de estos en las características del subproducto (suero) y el producto final, mediante un estudio modelo superficie respuesta Box Behnken que es aplicado en optimización de procesos, aceptando o rechazando hipótesis planteadas luego del tabulado de datos, denotando el tratamiento con las mejores condiciones, permitiendo concluir cuales son las características idóneas de pasteurización, tiempo de retención de la caseína-grasa y penetración de la cuajada, que asegure un producto inocuo, aceptado por los consumidores y características sensoriales y texturales específicas descritas por panelistas semientrenado.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en condiciones controladas en los laboratorios de procesamiento de alimentos pertenecientes a la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo "Matriz" vía a Santo Domingo km 1. Las coordenadas de dichas instalaciones son 79°28'30" O y 1°2'30" S y se ubican en el Cantón Quevedo, provincia de Los Ríos, Ecuador.

Material genético

Se emplearon muestra de leche "materia prima principal en la producción de queso" se la obtuvo de la Ganadería Carrera ubicada en el recinto California perteneciente al cantón la Mana provincia de Cotopaxi, siendo extraída a las 5H00 am y transportada en recipientes de acero inoxidable conservando la temperatura entre 0 y 4 °C, temperatura recomendada por Domínguez (2010) para la conservación de la leche y sus propiedades.

El cuajo responsable de la formación de la cuajada y el cultivo iniciador utilizado en la acidificación en el proceso pertenecen a la marca comercial DANESCO, cuyas especificaciones están descritas en el anexo 8 y 9.

Manejo del experimento

La temperatura de pasteurización (65°C-68°C) fue controlada mediante un termómetro marca BOECO Germany 76mm Inmersión, la firmeza de la cuajada se determinó mediante

penetrometría utilizando un penetrómetro de cono de 30° cuyas profundidades de medición estuvieron entre 1,9cm-2,13cm, y la retención (10min-30min) que puede ser tomada como el reposo luego del corte fue controlada con un cronometro digital.

Factores en estudio

La acidez se realizó por titulación mediante el volumen de consumo de NaOH (Hidróxido de Sodio) a 0,1 de normalidad en una muestra del producto de 10g disuelta en 50 ml de agua destilada, como indicador se usó C₂₀H₁₄O₄ (Fenolftaleína), expresado el resultado en porcentaje de masa de ácido láctico, procedimiento basado en la norma NTE INEN 0013 (1984). Mientras que la medición del pH basado en la NTE INEN 00973 (1984), consistió en el uso del pHmetro marca Hanna, introduciendo los electrodos en una muestra líquida del producto, en caso del queso se disolvió 10 gr en 50ml de agua destilada para realizar la medición.

La humedad fue determinada según la NTE INEN 0063 (1974) con el uso de una estufa a 103° ± 2° C en la cual se ingresó 5gr de muestra y se mantuvo durante tres horas para luego pasar al desecador y posterior al pesado, el resultado se obtiene de la diferencia de masas iniciales y finales en porcentaje. La grasa se obtuvo basado la norma NTE INEN 0064 (1974) con el uso de butirómetro estandarizado en el cual ingreso 5 gramos de muestra y luego H₂SO₄ (Ácido sulfúrico) hasta cubrir tres tercios del instrumento, posterior 1 ml de C₅ H₁₁ OH (Alcohol amílico) con la finalidad de separar mediante acidificación y centrifugación la materia grasa contenida en el producto, determinado el contenido de grasa mediante lectura directa.

La proteína determinada bajo método propuesto en la NTE INEN 0016 (1984) fue obtenida por medio del contenido de nitrógeno total mediante el método de Kjeldahl, y se multiplica el resultado por el factor 6,38 para expresarlo como proteína, para lo cual se pesó 0,3 g de muestra que fueron colocadas en tubos digestores con un catalizador y 5 ml de H₂SO₄ (Ácido sulfúrico), la digestión se realizó a temperatura de 350- 400 °C, posteriormente procedió la destilación en la cual se utilizó 50 ml de H₃BO₃ (Ácido bórico) al 2% y 30 ml de NaOH (Hidróxido de Sodio) al 40%, finalmente se hace la titulación con HCl (Ácido clorhídrico) al 0,1 de normalidad.

El análisis sensorial descriptivo y perfil de textura basado en Espinoza (2014) se realizó con un panel de catadores conformado por 15 estudiantes de la facultad de ingeniería, carrera agroindustrial con una capacitación previa a la fase de cata. La práctica se realizó en tres fases.

1. Fase de reconocimiento de características apreciables del queso de hoja en la cual se describen varias características de quesos de la misma familia y los catadores se encargan de aceptar o rechazar dichas mediante la apreciación profunda del producto delimitando un grupo específico. 2. En esta fase los catadores se encargan mediante apreciación exhaustiva de identificar mediante un rango o valor la intensidad del atributo descrito en la fase uno para obtener una definición más clara del producto. 3. Se exponen características texturales en las cuales el catador mediante una capacitación más específica de la definición precisa de los atributos genera un valor a su consideración de las muestras. Mediante el análisis de los datos y criterios arrojados por los catadores se exponen características del producto obtenido.

Se trabajó con un diseño experimental, plan factorial Superficie respuesta (Box-Behnken), debido a que el experimento está diseñado para permitir estimar la interacción e incluso efectos de segundo grado, y por lo tanto nos damos una idea de la forma (local) de la superficie de respuesta que estamos investigando además de que nos permite obtener los

ajustes de procesos óptimos y mejorados, solucionar los problemas en puntos débiles y obtener un producto más robusto frente a las condiciones expuestas.

El diseño Box-Behnken es un diseño cuadrático independiente en que no contiene un factorial incrustado o factorial fraccional. En este diseño las combinaciones de tratamiento se encuentran en los puntos medios de los bordes del espacio de proceso y en el centro. Estos diseños son giratorios (o cerca giratorio) y requieren 3 niveles de cada factor.

Para el diseño específico de los tratamientos se tomó tres de las variables más influyentes pertenecientes al proceso de producción (Temperatura de pasteurización, firmeza de la cuajada medida mediante penetración y retención Caseína-Grasa de la cuajada).

Tabla 1. Rangos de las tres variables independientes utilizadas en el diseño factorial Box-Behnken.

Factor	Nombre	Niveles		
		-1	0	1
A	Temperatura de Pasteurización (°C).	65	66,5	68
B	Penetración de la Cuajada. (cm)	10	20	30
C	Retención Caseína-Grasa. (min)	1,9	2,1	2,3

Para elaborar el plan experimental se toman en cuenta los datos mostrados en la tabla 1.

Tabla 2. Datos para el diseño Box-Behnken.

Nº de Factores:	3	Replicas:	1
Corridas Base:	15	Total de Corridas:	30
Bloques Base:	2	Total de Bloques:	2

El plan experimental aleatorio utilizado en el estudio fue realizado con el programa estadístico STATGRAPHICS obteniendo las interacciones mostradas en la tabla 2.

Tabla 3. Plan Experimental modelo Box-Behnken.

Tratamiento	Temperatura de pasteurización (°C)	Grado de penetración (cm)	de Retención (min)
1	68	2,1	10
2	66,5	1,9	30
3	68	2,3	20
4	68	2,1	30
5	66,5	2,1	20
6	66,5	2,1	20
7	65	1,9	20
8	66,5	1,9	10
9	66,5	2,3	10

10	68	1,9	20
11	65	2,3	20
12	66,5	2,3	30
13	65	2,1	10
14	66,5	2,1	20
15	65	2,1	30

RESULTADOS

Análisis del comportamiento individual de los factores de estudios en los indicadores del suero.

En el gráfico 1 se observa el comportamiento propio de los factores sobre los indicadores, observándose relevancia en el factor B (penetración) que denota comportamiento cuadrático significativo sobre los sólidos totales y proteína obteniendo los máximo valores en sus puntos medios, por otra parte los resultados expresados basado en el análisis de varianza no presentan significancia por lo que se puede alegar que no hay influencia individual de las temperaturas de pasteurización, penetración y retención sobre la composición fisicoquímica del suero lácteo obtenido como subproducto de la elaboración del queso, analizándose el comportamiento grupal de las variables de estudio en el gráfico 2.

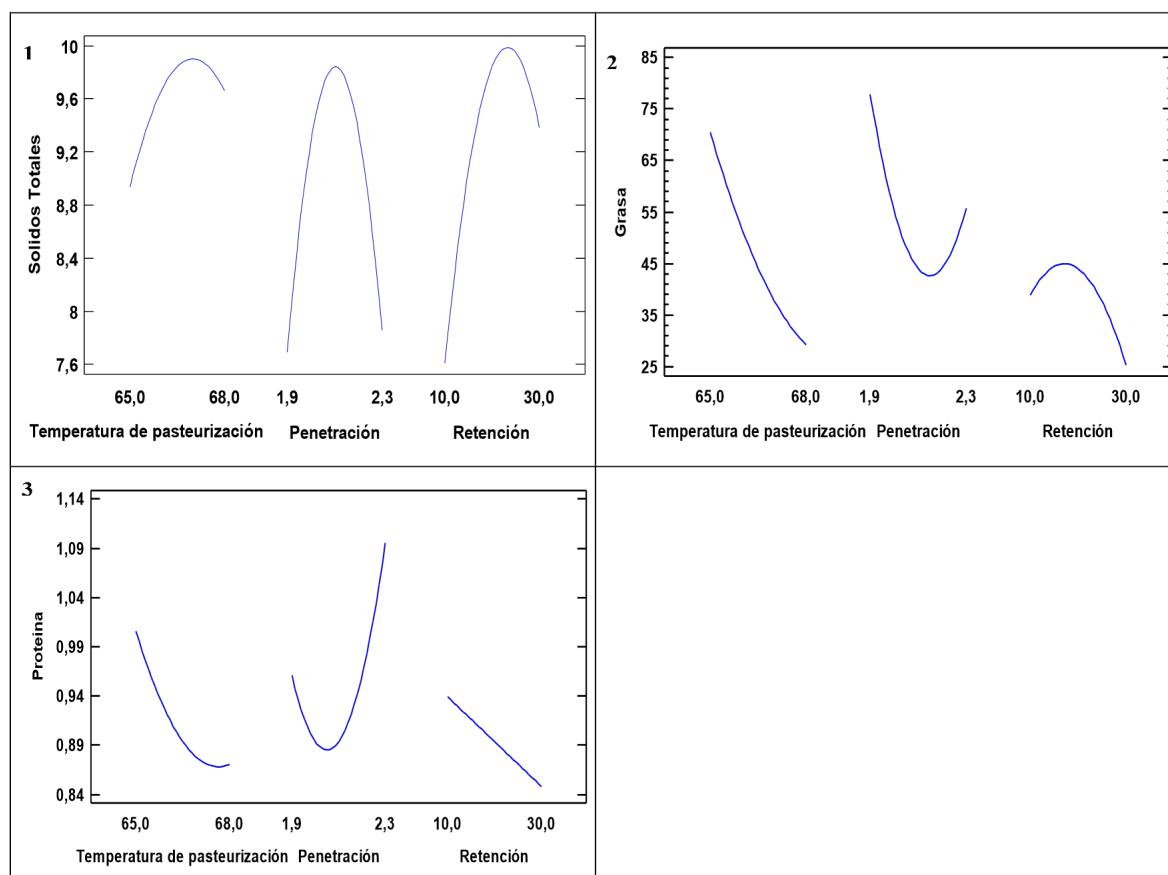


Gráfico 1. Efecto principal de los factores sobre los indicadores evaluados en el suero. 1.- Sólidos totales; 2.- Grasa; 3.- Proteína

Análisis del comportamiento grupal de los factores de estudios sobre los indicadores del suero.

Con respecto a al porcentaje de sólidos totales se observa que los valores medios que se pueden obtener en el proceso están entre 2% y 11% ,en una parte por debajo y en otra excediendo a los valores presentados por Hernández (2014) que caracterizó los sueros lácteos frescos y acidificados normalmente se encuentran entre 6%-7%, mismos valores que obtiene Callejas (2012) en la caracterización de un suero: potencialidad de recuperación de fósforo , pero no existe normativa que especifique un valor necesario a cumplir, por lo cual se podría decir que una menor concentración de sólidos en el suero indicaría mayor eficiencia de las micelas de caseína al interactuar con el calcio sucediendo esto en cualquier temperatura con penetración fija de 1,9 cm y mientras la retención no sea mayor a 10 minutos.

En relación al porcentaje de grasa se observan valores medios de entre 0%-0,216% en las distintas interacciones entre los niveles de los factores de estudio, dichos resultados estando dentro de lo requerido por la norma NTE-INEN-2594 (2011) que exige en el suero lácteo como subproducto obtenga un máximo del 0,3% de grasa láctea, denotando que cualquier interacción puede ser aplicada al proceso.

En lo que respecta a proteína los valores medios se encuentran entre 0,63%-1,43% estando ciertas interacciones por debajo de lo requerido por la NTE-INEN-2594 (2011) que expresa un mínimo de 8% de proteínas lácteas para sueros obtenidos como subproductos del proceso de queso, teniendo así que especificar una interacción que logre cumplir con todos los valores solicitados en las normativas, la cual se observa en el cuadro 8 de optimización.

Análisis del comportamiento individual de los factores de estudios en los indicadores del queso tipo hoja

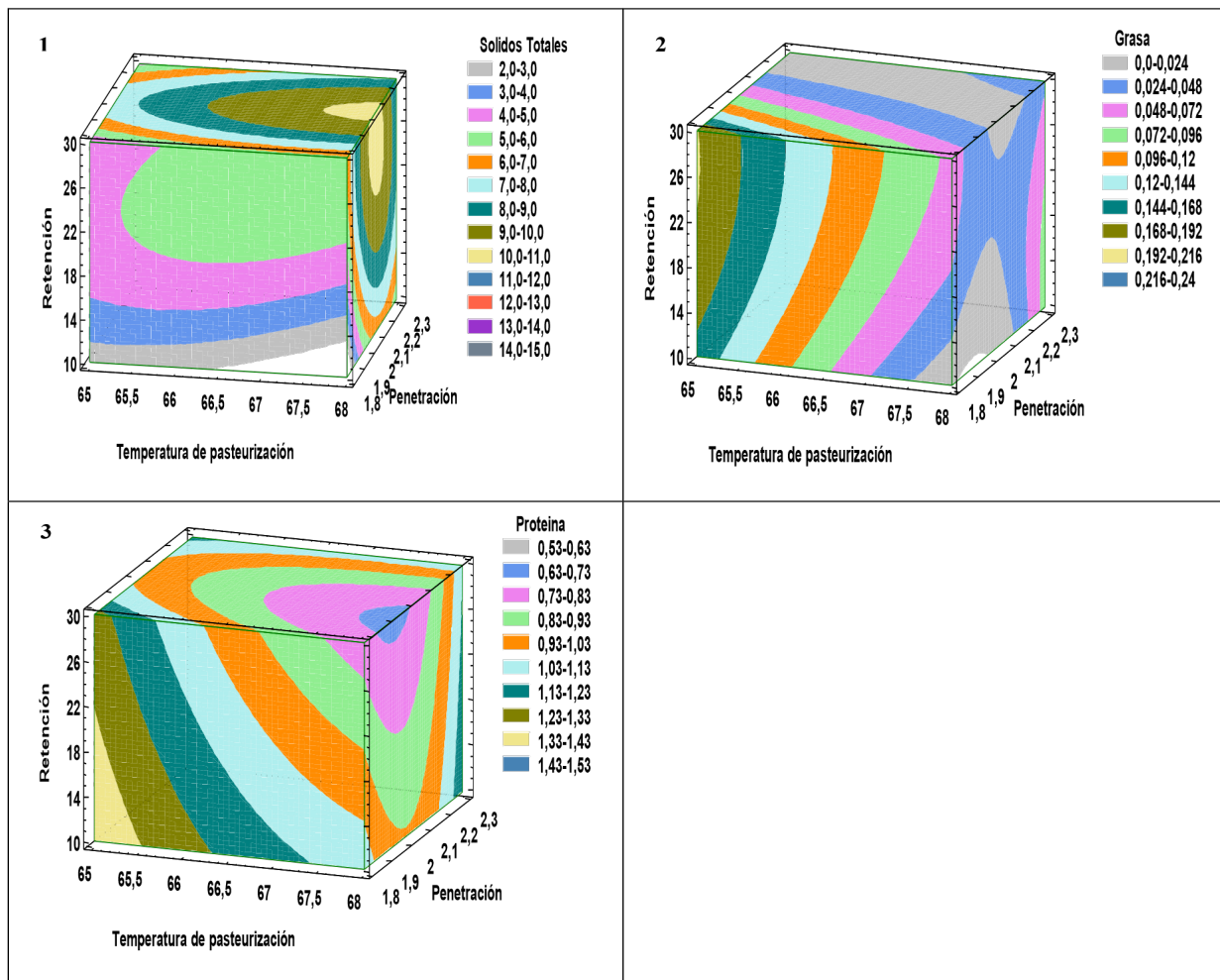


Gráfico 2. Contorno de la superficie respuesta estimada en los indicadores del suero lácteo. 1.- Solidos totales; 2.- Grasa; 3.- Proteína.

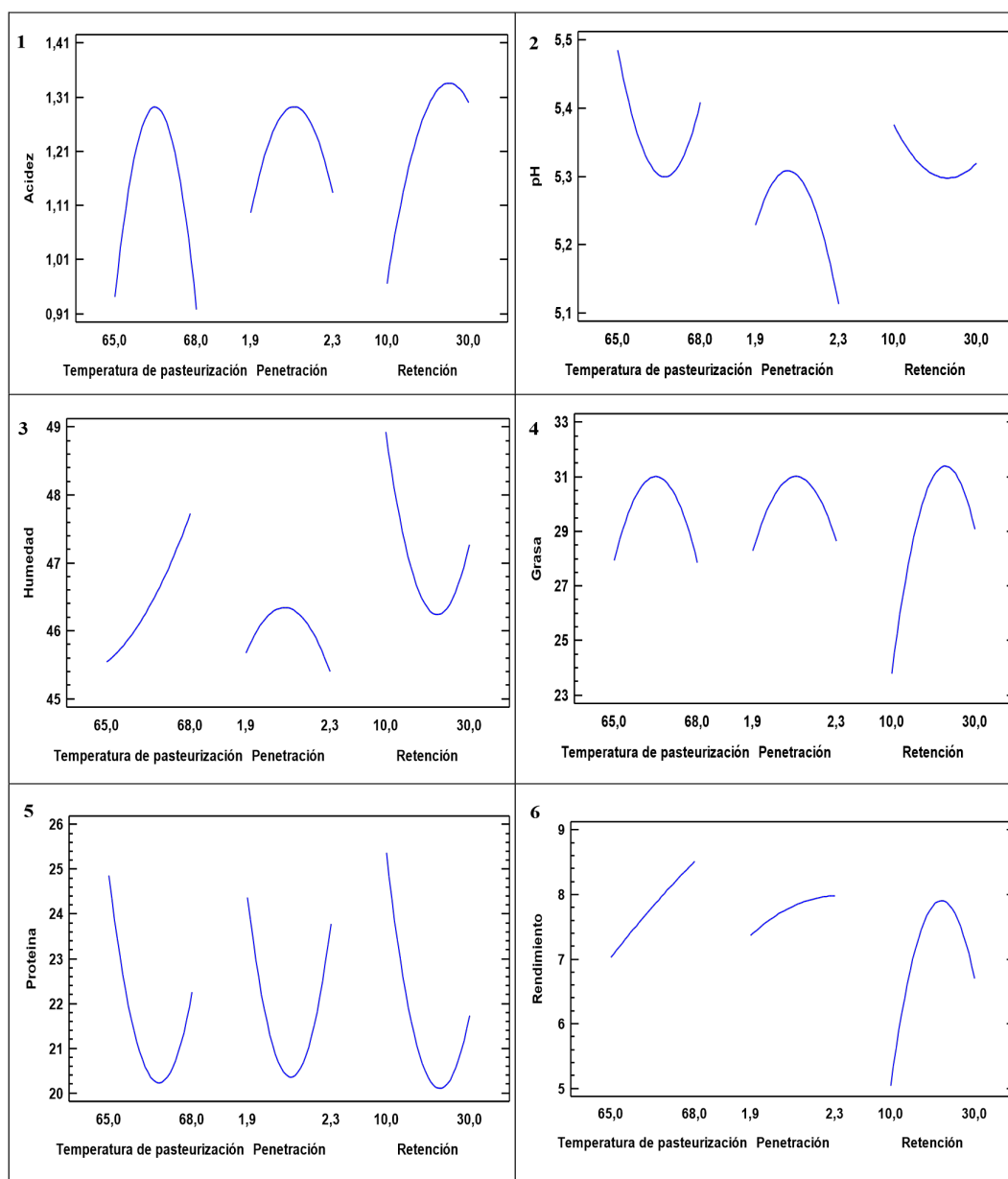


Gráfico 3. Efecto principal de los factores sobre los indicadores evaluados en el queso de hoja. 1.- Acidez; 2.- pH; 3.- Humedad, 4.- Grasa; 5.- Proteína; 6.- Rendimiento.

Basado en los análisis de varianza de los indicadores físico químicos y la observación del comportamiento de los valores en el gráfico 3 podemos afirmar que la temperatura de pasteurización estudiada de forma individual entre los niveles 65°C y 68°C en periodo de tiempo de 30 minutos, temperatura superior a la convencional utilizada normalmente según Tortora, Funke y Case (2007) que especifican 63°C en el mismo periodo, influye de forma significativa únicamente en la humedad del queso tipo hoja obteniendo un aumento de la cantidad de agua en el producto a al ser pasteurizado en mayores temperaturas mientras que no afecta significativamente en la acidez, pH, grasa y rendimiento lo que contradice a Romero y Mestres (2004) quienes afirman que la desnaturalización de la caseína se ve sensiblemente

umentada si la temperatura o tiempo de pasteurización son superiores obteniendo degradación de la proteína a los 63°C por 30 minutos de 7%, el mismo evidenciado a 70°C por 15 segundos y aumentando al 25% en 80°C a 20 segundos cambiando su orden estructural de caseínas $\alpha 1$ y $\alpha 2$ las cuales al interactuar con el calcio se precipitan formando micelas de mayor tamaño, pasando a caseínas β que tienden a separarse de la micela y solubilizarse siendo hidrofóbicas lo que indicaría un descenso del rendimiento y menor cantidad de humedad en el producto, cuya anomalía no se evidencia en los niveles de la investigación obteniendo un efecto contradictorio.

La penetración evaluada de forma individual entre los niveles de 1,9 cm y 2,3cm que representan un rango de fuerza y firmeza de la cuajada para el corte y que se realizó por debajo del tiempo mínimo que según la UNIDEG (2013) se encuentran entre 5 a 10 minutos en quesos como el Edam, Gouda, Suecia y aumenta en otras variedades de queso mientras el máximo tiempo obtenido en los niveles de estudio fue de 3 minutos en el nivel de 2,3 cm de penetración y los resultados denotan que no obtiene influencia el factor sobre la acidez, pH, humedad, grasa, proteína y aceptación obteniendo un producto con características similares a otros de la misma familia como el Mozzarella y Oaxaca contradiciendo a autores como Ibáñez (2015) que en su investigación denota efecto del tiempo de cuajado en las características sensoriales y rendimiento del queso lo que significaría cambios en la composición del mismo, así también Castillo et al. (2005) y Arango et al. (2012) que recomiendan un monitoreo tecnológico de la firmeza y tiempo de corte por sus influencias en parámetros de rendimiento, características sensoriales, humedad y otras que no han sido evaluadas en el proyecto como la vida útil y maduración.

La retención de la cuajada en el suero entre tiempos de reposo de 10 minutos a 30 minutos para la posterior retirada del líquido escurrido en ese periodo evaluadas de manera independiente denotan influencia significativa principalmente en los valores del punto medio de estudio (20 minutos de retención) donde se conserva la mayor parte la grasa y concentra de acidez, pero menor cantidad de agua debido a las características estructurales de la cuajada que se forma en este intervalo, y contradiciendo a Salvador et al. (2004) que afirma que en los quesos obtenidos mediante un proceso de acidificación la sinéresis es rápida aunque se deben someter a un proceso de calentamiento para mejorar la contrabilidad de las micelas y obtener eficiencia en el desuerado no tomando en cuenta el efecto que puede tener la retención en el producto y omitiendo este proceso en quesos de la misma familia como se observa en la descripción de Villegas (2005) del proceso de producción del queso Oaxaca y Mozzarella y solo ser aplicados a procesos de coagulación enzimática sin acidificación como en el queso fresco.

Análisis del comportamiento grupal de los factores de estudios en los indicadores del queso tipo hoja
Ácidoz

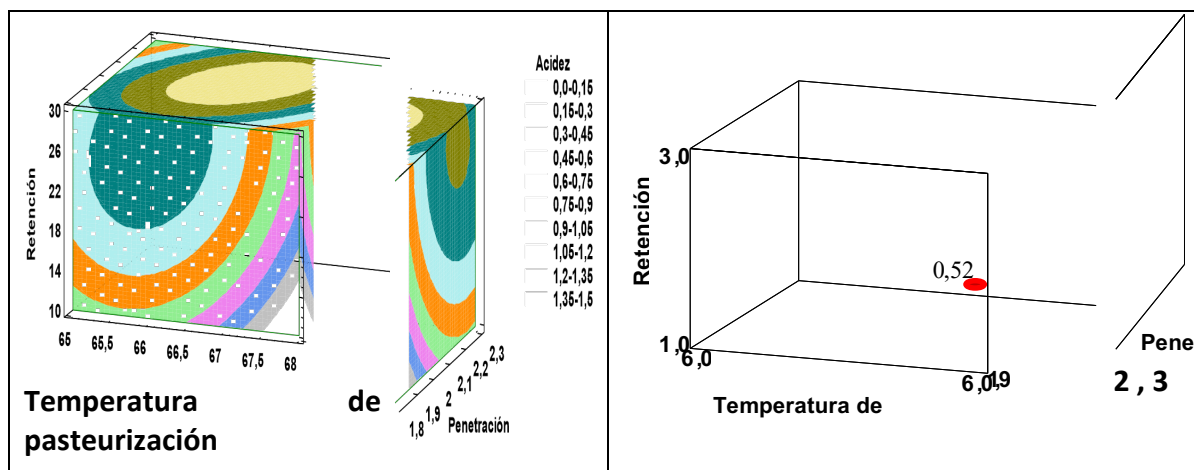


Gráfico 4. Contorno de la superficie respuesta estimada de la acidez del queso de hoja.

Los quesos obtenidos del efecto grupal de los factores en la investigación varían su acidez entre los rangos 0,15%-1,35% dependiendo esté de la interacción entre factores que se encuentren (Gráfico 4), el porcentaje de acidez requerido en quesos no está especificado bajo normativa, no obstante Maldonado et al. (2011) Denota valores de acidez entre 0,52%-0,60% en la caracterización del queso Venezolano Telita, perteneciente a la misma familia que el estudiado, por lo que el punto de optimización con la necesidad de un queso con menor acidez pero con características de quesos de la misma familia se da con un proceso sometido a temperaturas de pasteurización de 67,9986°C, penetración de 1,90056 cm y retención de 19,673 minutos alcanzando una acidez de 0,52%.

pH

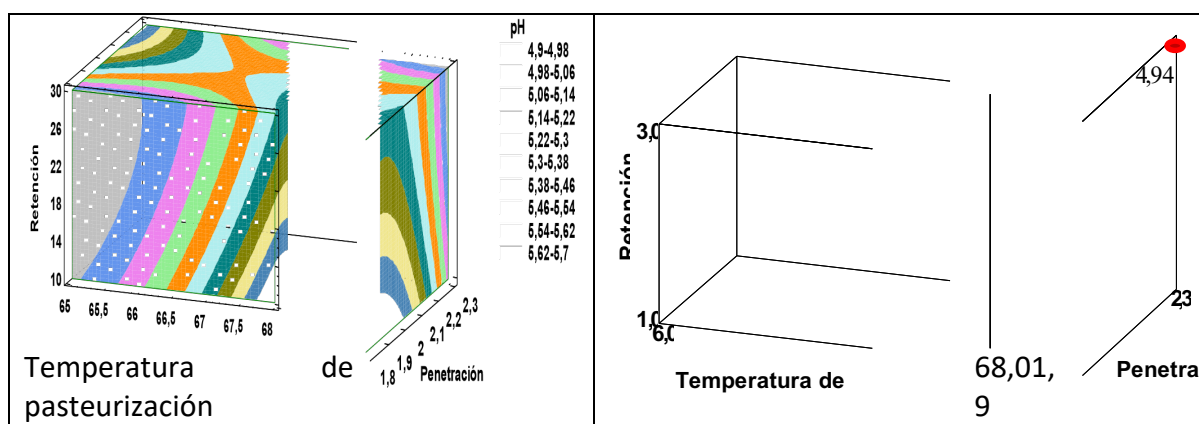


Gráfico 5. Contorno de la superficie respuesta estimada del pH del queso de hoja.

En el gráfico 5 se observa que los valores de pH dentro de la investigación se encontraron entre 4,9-5,7, aunque no existe normativa que especifique un valor promedio requerido en quesos, pero basado en aspectos de conservación, Barreiro (2006) define que un menor pH disminuye el tiempo de desarrollo de microorganismos y en quesos recomienda valores cercanos a 4,7, mientras que Granados et al. (2010) y Ramírez et al. (2010) Obtienen valores entre 5,2-5,6 al tecnificar el queso de Capa y caracterizar el Quesillo, ambos de origen Colombiano, quesos de la misma familia que el de hoja, por lo cual el punto de optimización indica el menor pH en un proceso sometido a temperaturas de 68°C, penetración de 2,3cm y retención de 29,4186 min con valor promedio de pH de 4,943.

Humedad

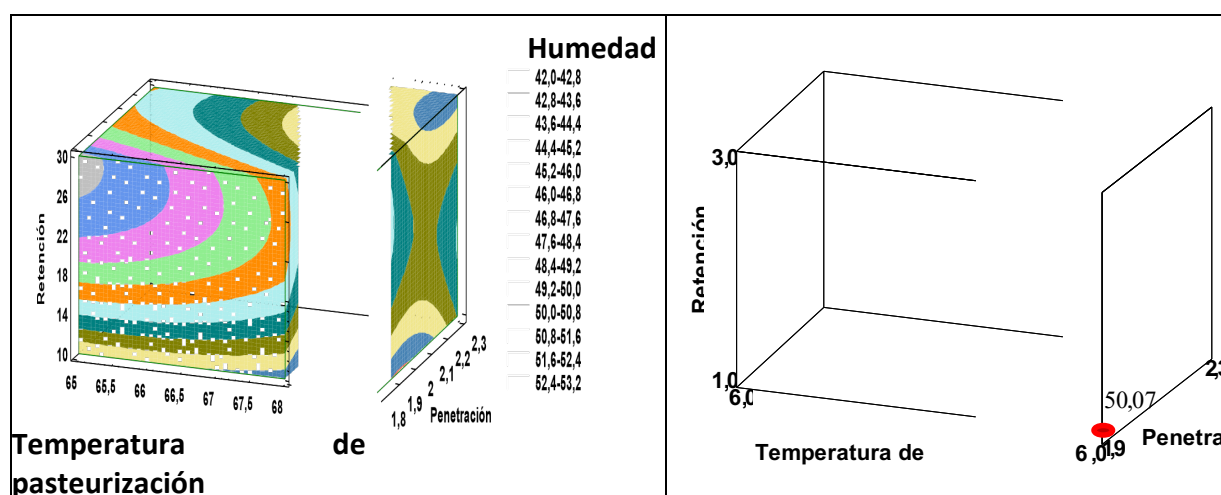


Gráfico 6. Contorno de la superficie respuesta estimada del porcentaje de humedad en el queso de hoja.

La humedad que presenta el queso de hoja en la investigación se encuentra en rangos entre 42%-50% dependiendo del punto de interacción como se muestra en la gráfica 6, valores que se encuentran dentro de los requeridos por las normas NTE INEN 0082 (2011) del queso mozzarella que indica máximo 60% y NMX-F-733-COFOCALEC (2012) del queso Oaxaca que indica humedad no mayor al 51%, quesos pertenecientes a la misma familia del de hoja, debido a que no hay normas específicas para este tipo de queso, y si se desea maximizar la humedad pero bajo la normativa por motivos de firmeza y estiramiento la optimización se daría a temperaturas de 68°C con penetración de 1,94764 cm y retención de 10 minutos, obteniendo un producto con 50,07 % de humedad promedio.

Grasa

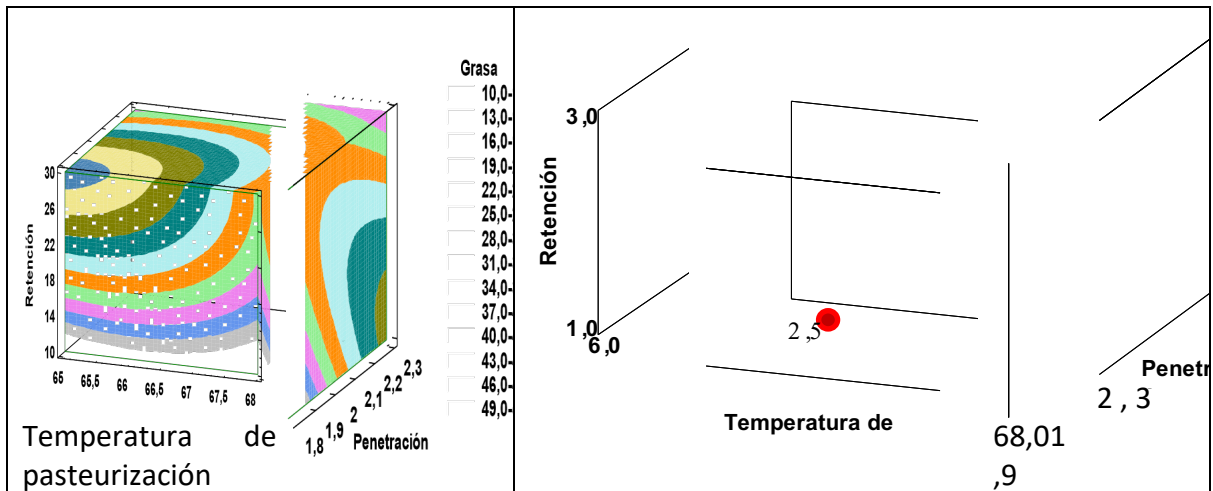


Gráfico 7. Contorno de la superficie respuesta estimada del porcentaje de grasa en el queso de hoja.

En lo que respecta a la grasa, el gráfico 7 refleja que el queso de hoja obtenido en los parámetros estudiados se encuentra entre 10%-40% de grasa en su composición, dependiendo del punto de interacción donde se encuentre, estando algunos puntos debajo de los valores requeridos por la norma NTE INEN 0082 (2011) para el queso Mozzarella que exige mínimo 45% de grasa en extracto seco que es no menor a 23,5% en la composición del queso de hoja y la norma NMX-F-733-COFOCALEC (2012) exige que la grasa no sea menor al 22% de la composición en el tipo Oaxaca, por lo cual el punto óptimo se da en temperatura de pasteurización de 65,9893°C, penetración de 2,1396 cm y retención 10,3172 minutos obteniendo un producto final con 23,5% en su composición.

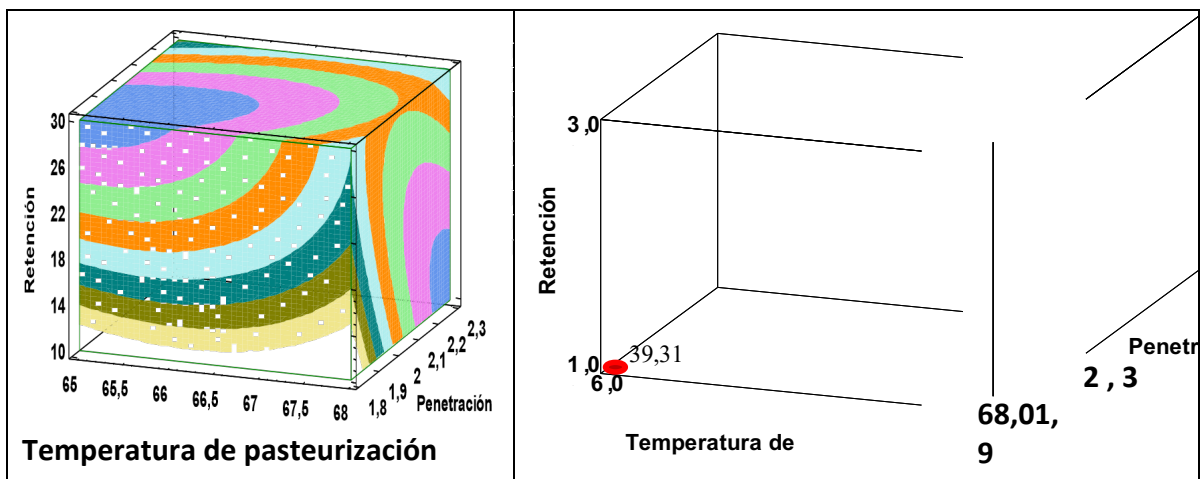


Gráfico 8. Contorno de la superficie respuesta estimada del porcentaje de proteína en el queso de hoja.

El porcentaje en composición de proteína obtenido de las distintas interacciones entre factores (gráfico 8), comprende resultados entre 17%-41% estando ciertas combinaciones factoriales con valores por debajo de las exigidas en el queso Oaxaca por la norma NMX-F733-COFOCALEC (2012) que expone un requerimiento mínimo del 21,5% de proteína en la composición en el queso Oaxaca, mientras otros quesos de la misma familia denotan no más de 24% de proteína en su caracterización, como en el queso de Capa (24%) caracterizado por Granados et al. (2010), Telita (15%-21%) descrito por Maldonado et al. (2011), Quesillo (19-22%) estudiado por Ramírez et al. (2010) y los Mozzarellas (13,5%-23,7%) descritos por Villegas (2005), rangos y valores tomados en cuenta para la optimización, basado en la necesidad de aumentar el valor nutritivo del producto el punto óptimo se obtendría en temperaturas de pasteurización de 65°C, penetración de 1,9 cm y retención de 10,003 minutos con un queso de composición proteica de 39,3105 %.

Rendimiento

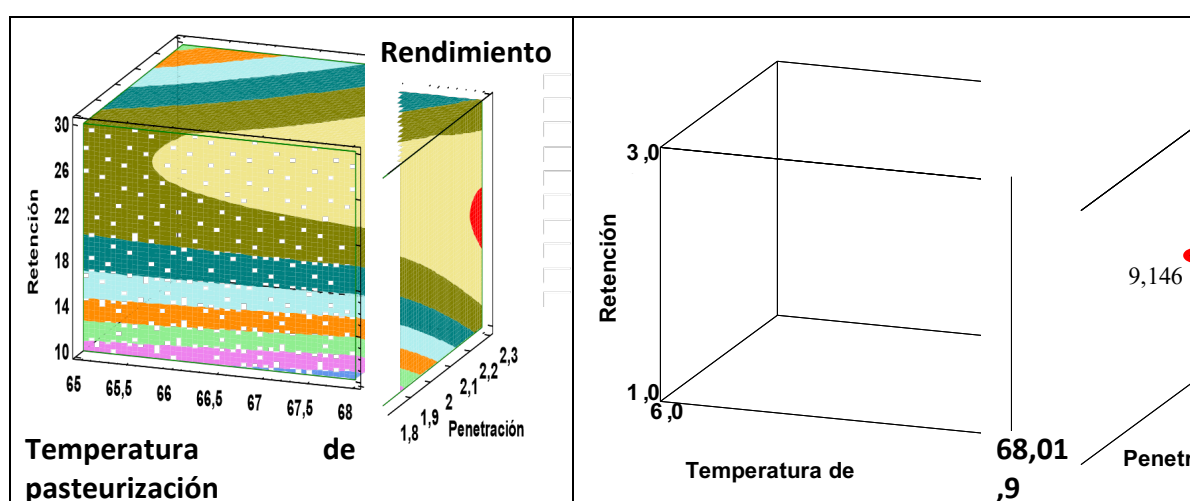


Gráfico 9. Contorno de la superficie respuesta estimada del rendimiento en el proceso de queso de hoja.

EL rendimiento del queso en el proceso revela valores entre 1%-10% denotándose una clara influencia de los factores al interactuar, reflejándose la más baja producción en las interacciones con temperaturas de pasteurización entre 67°C-68°C penetración de 1,8 cm y retención de 10 minutos, mientras que el máximo rendimiento, beneficioso en el proceso, se da en temperaturas de pasteurización 68°C con penetración de 2,3cm y retención 19,6398 minutos con valor de 9,1459%, cercano a los determinados por Aguirre et. (2014) en queso Mozzarella con 10,83% y SAGARPA (s.f) en el queso Oaxaca que denota valores entre 911%.

Resultados del análisis sensorial descriptivo y perfil textural del queso de hoja

En el gráfico 10 se puede observar los distintos criterios de los catadores a en las diferentes interacciones en base a los indicadores de descripción y las características de textura planteadas y además se denota la intensidad con la que se presentan, siendo descrito el queso obtenido de la optimización como un producto con olor a leche intermedio, bajo nivel de sal, cremosidad ni alta ni baja, dureza pasada del nivel medio de percepción, de baja oleosidad,

color marfil intermedio no tan acentuado, pastosidad intermedia y de bajo amargor, mientras que en el sentido de perfil de textura se describe el queso de hoja con firmeza pasada del nivel medio, elasticidad regular, con adherencia un poco baja, friabilidad media, un grado de deformación tendiendo a ser bajo similar al de granulosidad, masticabilidad intermedia y solubilidad mediana, basado al criterio del posible consumidor.

Gráfico 10. Resultados de análisis sensorial: 1.- Perfil descriptivo de las interacciones, 1.1.- Perfil descriptivo del tratamiento optimizado, 2.- Perfil textural de las interacciones, 2.1.- Perfil textural del tratamiento optimizado.

Control microbiológico del queso obtenido en la optimización

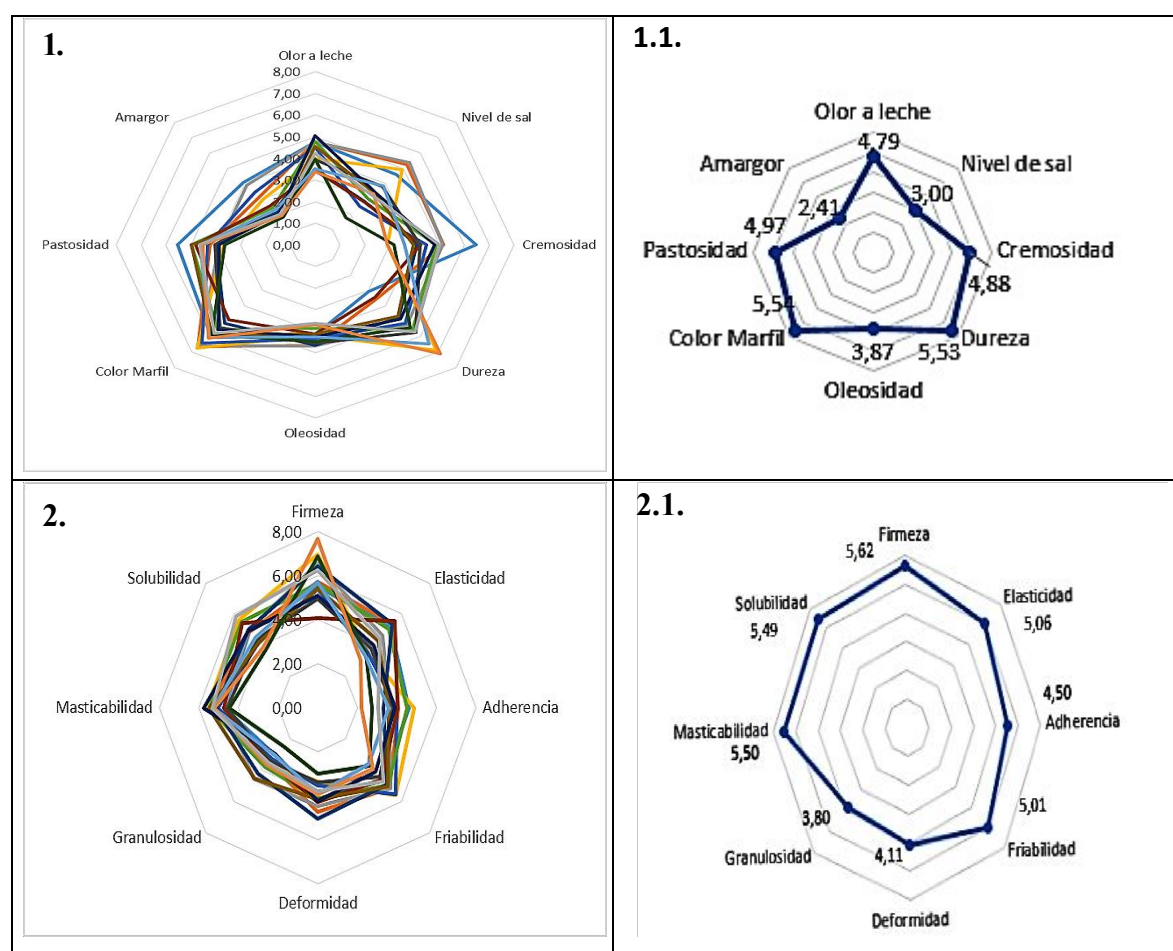


Tabla 3. Características microbiológicas del queso.

Indicador	Valor Promedio	Valores a cumplir según NTE-INEN-1528 (2012)	
		m	M
Coliformes fecales (NMP/g)	<3	2×10^2	103
E. Coli (UFC/g)	<10	<10	10

Staphylococcus aureus (UFC/g)	102	10	102
Listeria monocytogenes (25g)	Ausente	ausencia	
Salmonella spp (25g)	Ausente	ausencia	

m: Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M: Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

El queso de hoja obtenido bajo los parámetros de optimización se encuentra en los rangos permitidos según la NTE-ENEN-1528 (2012) como esta mostrado en la tabla 3, afirmándose así que el queso está identificado en niveles de buena calidad.

CONCLUSIONES

El lactosuero obtenido en el proceso de producción del queso no expresa diferencias significativas en los resultados de sólidos totales, grasa y proteína por efecto de las temperaturas de pasteurización, penetración y retención, por lo que se rechaza la hipótesis alternativa y se concluye que la composición del suero lácteo no está influenciada por los distintos niveles de los factores de estudio, denotando que un proceso sometido a temperaturas de 66,48°C con penetración de 2,3 cm y retención de 29,017 min obtiene un subproducto con características que cumple con los rangos estipulados por la norma NTE-ENEN-2594 (2011) de lactosueros.

Con respecto al efecto del factor A (Temperatura de pasteurización), en cuanto a humedad en el queso de hoja, se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que el aumento de la temperatura de pasteurización incide en el contenido de humedad de manera significativa en producto final con valores medios entre 45,4% - 47,8% en los niveles de estudio. Mientras que en acidez, pH, grasa, proteína y rendimiento la hipótesis alternativa se rechaza debido a que no hay significancia en la varianza de las medias en sus respectivos resultados.

Con respecto a la influencia del Factor B (penetración) se rechaza la hipótesis alternativa y se concluye que la fuerza y firmeza de la cuajada teniendo penetración de entre 1,9cm-2,3cm al momento del corte no influye de manera significativa en la acidez, pH, humedad, grasa, proteína o rendimiento al ser evaluado individualmente el factor.

En relación a la influencia del factor C (Retención) con respecto a la acidez, humedad y grasa del queso de hoja, se acepta la hipótesis alternativa por lo que se concluye que el tiempo de retención de la cuajada en el suero influye de manera significativa sobre los valores de los indicadores descritos siendo su nivel medio de estudio (20 minutos) el de más dominio obteniendo ahí los valores más altos o más bajos, mientras que en el pH, proteína y rendimiento se rechazó la hipótesis alternativa y se concluye que no hay efecto en los indicadores mencionados debido a que el modelo estadístico no determino diferencias significativas en sus valores.

El proceso estandarizado bajo el punto de optimización de análisis de multivariadas denota puntos de control específicos de 67,997°C de temperatura de pasteurización, 1,9 cm de penetración y 21,3727 minutos de retención para obtener un queso de pasta hilada tipo hoja con características fisicoquímicas (0,55% Acidez, 5,55 pH, 46,86% Humedad, 22,44 % Grasa y 29,35% Proteína) similares a las de otros quesos de la familia de pasta hilada, cumpliendo con valores descritos en normativas y con uno de los rendimientos más altos.

El queso de hoja obtenido del proceso estandarizado fue descrito por un panel semientrenado de cata como un queso con olor a leche intermedio, bajo nivel de sal, con cremosidad moderada, dureza media al tacto, baja oleosidad, de color marfil intermedio, pastosidad módica y bajo amargor, mientras en los que respecta a el perfil textural los catadores denotaron valores cercanos al intermedio en la firmeza, elasticidad, adherencia, friabilidad, masticabilidad y solubilidad y cerca de baja deformidad y granulosis.

REFERENCIAS

- A. Hernández y J. Díaz, «Evaluación del penetrómetro de cono de 30º para el control y la investigación de la consistencia en quesos,» *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, vol. 18, nº 1, pp. 36-41, 2008.
- Agronomía Trop., vol. 61, nº 3 - 4, pp. 177 - 188, 2011.
- A. Villegas de Gante, «Dos famosos quesos de pasta hilada (filata): el Oaxaca y el mozzarella,» Retrieved from <http://www.alfa-editores.com/>, 2004
- A. Villegas de Gante, «Dos famosos quesos de pasta hilada (filata): el Oaxaca y el Mozzarella.,» *UACH*, pp. 1-13, 2005.
- C. Granados, G. Urvina y D. Acevedo, «Tecnología, caracterización físicoquímica microbiológica del queso de capa de Mompox Colombia.,» *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, vol. 2, nº 2, pp. 41-45, 2010.
- C. Ramires López y J. Velez Ruiz, «Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad.,» *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, vol. 6, nº 2, pp. 131 - 148, 2012.
- J. S. Ramírez Navas, M. Osorio Londoño y A. Rodríguez de Stouvenel, «El Quesillo: un queso colombiano.,» *Tecnología Láctea Latinoamericana*, vol. 4, nº 60, pp. 63-67, 2010.
- M. Castillo, R. González, F. Payne, J. Laencina y M. López, «Optical monitoring of milk coagulation and inline cutting time prediction in murcian al vino cheese.,» *American Society of Agricultural Engineers.*, vol. 2, p. 465-471, 2005.
- O. Arango, M. Castillo y O. Ozorio, «Control en la línea del proceso de elaboración de queso mediante sensores de fibra óptica.,» *Vitae*, vol. 9, nº 1, pp. S34-S35, 2012.
- R. Maldonado, M. Rodríguez, L. L. Córdova y Y. R. Montilla., «Esquema tecnológico general y caracterización del queso hilado tipo telita.,» *Agronomía Tropical*, vol. 61, nº 3-4, pp. 177-188, 2013.
- G. J. Tortora, B. R. Funke y C. L. Case, *Introducción a la microbiología*, Novena ed., E. M. Panamericana, Ed., Madrid, 2007, p. 959.
- UNIDEG, «Industrialización de productos lácteos: Corte de la cuajada.,» *La Divisa del Nuevo Milenio.*, pp. 145-162, 2013.
- NTE-INEN-0082, «Norma general para quesos frescos no madurados. Requisitos.,» *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 2012.
- NTE-INEN-0973, «Agua potable. Determinación del pH,» *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 1984.
- NTE-INEN-0063, «Quesos. Determinación del contenido de humedad,» *Instituto Ecuatoriano de Normalización.*, 1974.

- NTE-INEN-0064, «Quesos. Determinación del contenido de grasas.,» Instituto Ecuatoriano de Normalización., 1974.
- NTE-NEN-0013, «Leche.Determinación de la acidez titulable,» Instituto Ecuatoriano de Normalización , 1984.
- NTE-INEN-16, «Leche. Determinación de proteínas,» Instituto Ecuatoriano de normalización, 1984.
- J. Barreiro y S. Aleida, Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas., Caracas-Venezuela: Equinoccio, 2006.
- NTE-INEN-2594, «Suero de leche líquido. Requisitos.,» Instituto Ecuatoriano de normalización., 2011.
- J. Callejas, F. Prieto, V. Reyes, Y. Marmolejo y M. Méndez, «Caracterización fisicoquímica de un lactosuero: potencialidad de recuperación de fósforo.,» Acta Universitaria-Universidad de Guadalajara, vol. 22, nº 1, pp. 1-8, 2012.
- M. Hernandez y F. Velez, «Suero de la leche y su aplicacion en la elaboracion de productos funcionales.,» Temas Selectos en Ingenieria de Alimentos, vol. 8, nº 2, pp. 13-22, 2014.
- NT-INEN-82, «Queso mozzarella. Requisitos,» Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011.
- R. Maldonado, M. Rodríguez, L. Llanca, Y. Román, R. Isturiz, O. Giménez, L. Gámez y B. Meléndez, «Esquema tecnológico general y caracterización del queso hilado tipo telita,» Rodríguez Morales, A., Barros Bastida, C., & Milanés Gómez, R. (2019). Profesionalización docente y formación desde un nuevo currículo en la Universidad de Guayaquil. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(1), 243-248.
- S. Romero del Castillo y J. Mestres Lagarriga, Productos lacteos. Tecnología., U. P. d. Catalunya, Ed., Catalunya: NE, 2004, p. 230.