

## ESTANDARIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE UN PROCESO DE ELABORACIÓN ARTESANAL DE QUESO PROVOLONE AHUMADO

Oros Flores Z. S<sup>a</sup>, Abraham Juárez Ma. Del R<sup>a</sup>, Garnica Rodriguez B. C<sup>b</sup>,

León Galván Ma. F<sup>a</sup>, Martínez Soto G<sup>a</sup>, Pérez Becerra L<sup>a</sup> y \*Mares Mares E<sup>ab</sup>

<sup>a</sup> Universidad de Guanajuato. Campus Irapuato-Salamanca. División Ciencias de la Vida. Dpto. de Alimentos. Carretera Irapuato-Silao km 9. Col. Ex-Hacienda el Copal. CP 36500. Irapuato, Guanajuato, México.

<sup>b</sup> Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato, Coordinación de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Carretera a Puentecillas Km. 10.5, Col. Predio del Carmen, C.P. 36250. Guanajuato, Guanajuato, México.

\* [everardo\\_ing.alimentos@live.com.mx](mailto:everardo_ing.alimentos@live.com.mx)

### RESUMEN

Actualmente no existen reportes que describan una MATERIALES Y MÉTODOS específica para la elaboración artesanal de queso provolone ahumado. En el presente trabajo se propuso una MATERIALES Y MÉTODOS con operaciones que permiten obtener un mayor rendimiento (Ajuste de sólidos, tiempos de agitación de cuajada, tiempo de ahumado) y se construyó y caracterizó operativamente un ahumador. El ahumador construido alcanza temperaturas de 64 a 139°C, tiene una capacidad de 3,5kg de producto para ahumar, un tiempo de generación de humo de 21.5 minutos con 35g de virutas de roble y un extractor de humo con un flujo de 3,5m/s. Para obtener un queso de textura, sabor, color característico y con buen rendimiento es necesario partir de leche con una acidez de 17-18°D, ajustar sólidos con leche en polvo descremada (20g/L de leche), pasteurizar a 72°C por 15 segundos, agitar lentamente la cuajada por 10min y ahumar a 85°C durante 9 minutos. Se llevó a cabo el análisis bromatológico del queso y de la leche, con esta información se obtuvo una predicción de rendimientos utilizando la fórmula tipo G, propuesta por Emmons *et al.*, (1991). Los rendimientos prácticos son similares a los obtenidos por fórmula (9,97 y 11,87Kg Queso/100kg de leche).

### ABSTRACT

Currently there are no reports describing a specific methodology for artisanal elaboration of smoked provolone cheese. In the present work a methodology with operations that allow a higher performance is proposed (Adjust solids, curd stirring times and smoked times), also, it was built and was operationally characterized a smokehouse. The smokehouse constructed reaches temperatures of 64-139 ° C, has a capacity of 3.5 kg of product for smoke, reaches a generation time of 21.5 minutes smoke with 35g of oak shavings and has an exhaust fan at a flow of 3.5 m/s. To obtain a cheese of texture, flavor, color characteristic and good performance is required milk with an acidity of 17-18 ° D, adjust solids using nonfat dry milk (20g/L of Milk), pasteurize at 72 ° C for 15 seconds, Slowly stir the curd for 10min and smoke at 85 ° C for 9 minutes. Was determined the compositional analysis for cheese and milk and with this information was obtained a prediction of yields using type-G math formula proposed by Emmons *et al.* (1991). The practical performance values are similar to those obtained by formula (9.97 and 11.87 kg of cheese/100 kg of milk).

**Palabras clave:** Queso-Provolone, Ahumador, Rendimiento.

**Área:** Lácteos y Desarrollo de nuevos productos.

## INTRODUCCIÓN

Los principales factores directos que afectan en el rendimiento de la fabricación de quesos pueden dividirse en **a) Composición de la leche**: Especialmente su porcentaje de proteínas y grasas tienen un papel fundamental en el rendimiento (Valencia, 2007). **b) Perdidas en el corte**: La rapidez del corte y el tamaño de los granos de la cuajada, así como la intensidad de la agitación realizada inmediatamente después del corte, tienen gran influencia en las pérdidas de grasa y proteínas en el suero. El proceso de coagulación se ve afectado por otros factores como la temperatura de pasteurización de la leche, el % de calcio y de proteínas, la acidez y la temperatura de adición de cuajo (Schwartz, 1999). **c) Composición del Queso**: La influencia más importante es el porcentaje de humedad del queso (Scott, 1991). La humedad es un factor importante que determina de manera directamente proporcional el rendimiento del queso en cuanto. El contenido de humedad permite clasificar a los quesos en: **a) Blandos** (48-80%, Ej. Ranchero, Oaxaca, etc.), **b) Semiblandos** (45-55%, Camberet, Brie, etc.), **c) Semiduros** (42-52%, Ej. Pasta Azul, Provolone Curado etc.) y **d) Duros** (26-50%, Ej. Manchego, Gruyere, Provolone, etc.) (FAO, 1983).

El provolone (*Provolone Val Padana*) es un queso italiano originario del sur del país, es un queso semiduro o duro (25-52% de Humedad) de textura firme y semigraso (25-45% de Grasa). Se produce en diferentes formas: de gran salami, de botella truncada o de pera. Actualmente el provolone es un queso de leche entera de vaca y elaborado con cultivos lácticos termofílicos que le confieren un sabor característico (Formaggio-it, 2013). El sabor varía mucho desde el *Provolone Piccante*, curado un mínimo de 4 meses y caracterizado por tener un sabor muy fuerte, hasta el *Provolone Dolce*, con un sabor muy suave. El procedimiento de maduración para desarrollar las características de sabor y cuerpo es normalmente de 30 días como mínimo a 12–20 °C, según el nivel de madurez exigido (CODEX STAN 272,1968). La mayoría de las variedades son ahumadas, de textura firme y el color característico es amarillo-oro. (Formaggio-it, 2013).

El ahumado El ahumado es una técnica de conservación alimenticia que aporta un sabor característico. Consiste en someter alimentos a una fuente de humo proveniente de la combustión completa o incompleta de maderas de poco nivel de resina. Existen dos tipos de ahumados: en frío y en caliente. En frío, el proceso dura aproximadamente de 24 a 48 horas y no debe superar los 30 °C; en caliente, la temperatura debe ser mayor a los 60 °C y no superar los 95 °C (Fragoso, 1998). El ahumado en caliente se emplea para alimentos crudos y poco salados y el frío para piezas grandes y saladas. Un factor importante a considerar es la duración de la exposición al humo. Un ahumador está compuesto por tres partes principales, la primera es la cámara de ahumado, donde se introducen los alimentos para que tengan contacto con el humo, la segunda es el hogar donde se quema la madera (Virutas) para la producción de humo y la tercera el escape de los humos (wicki, 1970).

En la actualidad no existen reportes que describan una MATERIALES Y MÉTODOS específica para la elaboración a nivel piloto o artesanal de queso provolone ahumado,

incluso a nivel educativo. Solo existen reportes para productos tradicionales como queso fresco, panela, Oaxaca, yogurt etc. Cuando se logra la estandarización y documentación metodológica de procesos de productos alimentarios de buen rendimiento, se construye un marco de referencia común que permite alinear las operaciones del proceso y se genera una ventaja competitiva para los productores. Por tal motivo los objetivos de este proyecto son: a) Establecer una propuesta MATERIALES Y MÉTODOS (Diagrama de flujo) de las operaciones para la elaboración de queso provolone ahumado. b) Construcción y puesta en marcha de un ahumador. c) Establecer las condiciones óptimas para aumentar el rendimiento en producto final. d) Evaluar los parámetros bromatológicos del queso p de mayor rendimiento, e) Evaluar el rendimiento practico con las estimaciones de rendimiento utilizando la Formula Tipo G (Emmons *et al.*,1991).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 1. Estandarización y Optimización del proceso de elaboración Artesanal

**a) Material Biológico.** Se dispuso de leche de vaca, de la División de Ciencias de la Vida de la Universidad de Guanajuato en la ciudad de Irapuato Gto. Se realizaron las pruebas de Acidez, frescura (prueba de alcohol) y ácido rosolico (Detección de sustancias alcalinas).

**b) Control de calidad, estandarización de la materia prima y producto terminado.** El contenido de Sólidos totales (Método 990.21), Grasa (Método Gerber), Acidez (990.21), Nitrógeno Total (Método 954.01), Humedad (Método 925.09), Ceniza (Método 923.03) y el valor de densidad (Método 990.21) se determinaron de acuerdo a los procedimientos estándar de la AOAC (1990) para leche, suero y queso, según corresponda. Todas las muestras se trabajaron por triplicado.

**c) Proceso de elaboración.** Se revisaron y analizaron los procesos de elaboración artesanal del queso provolone ahumado, de acuerdo a productores artesanales en la región y en la literatura. Se estableció y se llevó a cabo una propuesta metodológica del proceso de elaboración (Descripción de un diagrama de flujo). Para estandarizar algunas operaciones que permitan aumentar el rendimiento se establecieron tratamientos con 2 factores de variabilidad: 1. Ajuste de sólidos, con dos niveles: a) Control (Sin ajuste) y b) Adición de 20g/L de leche descremada en polvo y 2. Tiempo de agitación lenta de la cuajada (Atributo de rendimiento) con tres niveles: a) 5 min, b) 10min y c) 15 min. A los datos de rendimiento se les aplicó un ANDEVA (Diseño Factorial) y una comparación múltiple de medias (Método de Tukey,  $\alpha = 0.05$ ). Todas las muestras se trabajaron por triplicado.

**d) Predicción y evaluación de rendimientos.** Utilizando la MATERIALES Y MÉTODOS (**Formula Tipo G**) establecida por Emmons *et al.*, (1990) y los resultados del análisis bromatológico de la materia prima y producto terminado se estimó el rendimiento del proceso de elaboración un cálculo iterativo.  $R = (G \cdot Kg) + (C \cdot Kc) + [S + H + (Hfes \cdot SL)/(1 - SL)] \cdot R$

Dónde:  $R$  = Rendimiento, masa de queso (kg)/100 kg de leche.  $G$  = Contenido de grasa en la leche.  $K_g$  = Factor de conversión, de grasa en la leche a grasa en el queso.  $C$  = Contenido de caseínas en la leche.  $K_c$  = Factor de conversión, de caseína en la leche a paracaseinato de fósforo y calcio en el queso.  $S$  = Fracción de sal añadida en el queso.  $H$  = Fracción de humedad en el queso.  $H_{fes}$  = Fracción de humedad en el queso, menos la humedad no disponible como solvente.  $SL$  = Fracción de sólidos de lactosuero. Los resultados se compararon con los obtenidos en la práctica.

## 2. Construcción de un prototipo Horno-Ahumador

**a) Construcción y caracterización del equipo** Se dispuso de materiales para su construcción como: tanque cilíndrico de grado alimenticio, lamina de acero inoxidable, extractor de aire, tubería de aluminio, sujetadores, tornillos y quemador de gas. Se procedió a construir el equipo de acuerdo al esquema que se muestra en la Figura 1 y a montar los dispositivos que lo complementan.

**b) Caracterización Operacional del Equipo.** Las características operacionales de temperatura del Horno-Ahumador y tiempo máximo de ahumado en la cámara se determinaron utilizando viruta molida (Aserrín) de roble grado alimenticio. La cantidad de viruta fue de 35 por lote y se sometió a combustión incompleta a través de un calentamiento por conducción, y con la válvula de gas totalmente abierta. Para el extractor de humo, se utilizó un anemómetro para determinar la velocidad de extracción de humo.

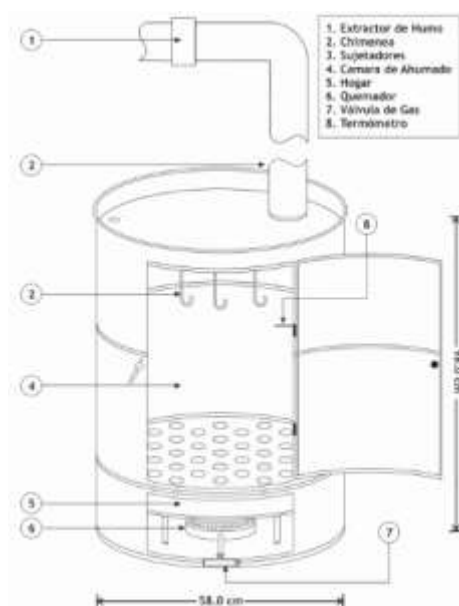


Figura 1. Esquema del prototipo Horno-Ahumador

**RESULTADOS**

**1. Calidad de Materia prima.** Se llevó a cabo el análisis fisicoquímico y bromatológico, en la Tabla 1 se muestran los parámetros de calidad estándar para la materia prima.

**2. Proceso de elaboración artesanal.** En la Figura 2, se muestra el diagrama de flujo para el proceso de elaboración artesanal. La metodología propuesta incluye cambios significativos en las operaciones que favorecen a la optimización del proceso y aumento en el rendimiento de producto terminado. En la Tabla 2, se muestran los rendimientos de los tratamientos con 2 factores de variabilidad y sus respectivos niveles. Es evidente encontrar diferencia significativa entre los tratamientos con ajuste de sólidos y el control, sin embargo, el tiempo de agitación lenta afecta de manera significativa en el rendimiento del queso, siendo la agitación de 10 minutos la de mayor valor de rendimiento.

**Tabla 1.** Análisis Fisicoquímico y Bromatológico de leche de vaca

Parámetro	
P. Frescura	Positiva
P. Ac. Rosolico	Negativa
Acidez (°D)	17,8°D
Densidad (g/mL)	1,033
*Proteína (%)	3, 212
Grasa (%)	3, 138
Carbohidratos	4,701
Solidos Totales (%)	12,733
Humedad %	87,267
Cenizas	0,803

\* Factor de Conversión 6.38



**Figura 2.** Diagrama de flujo propuesto para la fabricación de queso provolone ahumado. \* Cambios propuestos en las operaciones del proceso.

**3. Predicción y evaluación de rendimientos.** No existe consenso acerca de una manera única y correcta para predecir el rendimiento, a partir de la composición de la leche y de la composición deseada en el queso, bajo condiciones determinadas de procesamiento. Debido a que no existe un parámetro bromatológico que sea fijo o estándar para el queso provolone ahumado, la predicción se determinó con base a los resultados obtenidos del análisis bromatológico de los quesos elaborados con los tratamientos que dan mayor rendimiento (Tabla 3).

En la Tabla 4 se muestra la predicción de rendimiento del proceso, utilizando la Formula Tipo G. Para obtener la predicción de rendimiento es necesario también incluir los resultados del análisis Fisicoquímico y bromatológico de la leche como materia prima. Los valores obtenidos entre los reales y teóricos del rendimiento presentan similitud para el control. Sin embargo existe una diferencia significativa en el tratamiento de ajuste de sólidos, esto se debe a que en el producto final el porcentaje de humedad disminuye y por lo tanto su rendimiento en la predicción, y de acuerdo a lo establecido por Scott, (1991), sin embargo la textura es más firme y característica del queso provolone.

**Tabla 2.** Rendimientos por tratamiento

Ajuste de Sólidos	Tiempos de Agitación		
	5min	10min	15min
1. Control	6,98 <sup>a/a</sup>	9,97 <sup>b/a</sup>	7,01 <sup>a/a</sup>
2. 20g/L de leche	8,84 <sup>a/b</sup>	11,89 <sup>c/b</sup>	8,96 <sup>a/b</sup>

Rendimiento = (Masa de queso (kg)/100 kg de Leche. Las medias con diferente literal indican diferencia significativa (Tukey, p<0.05)

**Tabla 3.** Análisis Bromatológico de producto terminado

Parámetro (%)	R1 (9,97)	R2 (11,89)
Humedad	40,81	34,67
Proteína*	25,63	31,04
Grasa	27,33	27,15
Carbohidratos	2,64	3,16
Cenizas	3,58	3,96
Sal	2,1	2,1

R1-Control y 10 min de agitación y R2-20g/L de leche en polvo y 10 min de agitación. \* Factor de conversión 6.38, Leche y Queso

**Tabla 4.** Predicción y de Rendimiento

Tratamiento	Formula Tipo G (Teórico)	Obtenido (Real)
R1	10,019	9,97
R2	9,816	11,89

Rendimiento = (Masa de queso (kg)/100 kg de Leche. Los valores numéricos de  $K_c$  (1.02)  $H_{fes}$  ( $H - 1.04/R$ ) y  $SL$  (0,065) utilizados en la formula Tipo G son valores típicos de quesería de alta eficiencia (Emmons et al., 1991).

**Tabla 5.** Características del ahumador.

Parámetro	Valor
Tipo de Viruta	Roble
Cantidad de Viruta	35g
Temperaturas de Ahumado	Min: 64°C Max: 139°C
Tiempo máximo de generación de humo	21.5 min.
Capacidad de producto a ahumar	3.5kg
Flujo de extracción de humo	3.343 m/s

**3. Construcción y caracterización del ahumador.** En la Figura 3 se muestra el equipo experimental construido. El equipo de ahumado en caliente cumple con las características indispensables según descritas en la teoría (Cámara de ahumado, Hogar y Control de temperatura para ahumar, así como el extractor para la salida de humo) según Wicki (1970). En la Figura 3 se identifica sus partes, así como los dispositivos acoplados. En la Tabla 5. Se muestran los parámetros de la caracterización operacional del ahumador.



**Figura 3.** Equipo Horno-Ahumador Construido. Vista Frontal

## CONCLUSIONES

Se estableció una propuesta metodológica para la elaboración artesanal de queso provolone y se construyó un ahumador que cumple con las especificaciones operacionales para lograr un ahumado característico en el queso provolone. El prototipo servirá para futuras prácticas de lácteos y cárnicos.

Por lo tanto, se concluye que para elaborar queso provolone en un proceso optimizado es necesario partir de una leche cuya acidez inicial sea de 17-18<sup>o</sup>D, un ajuste de solidos (20g de leche descremada en polvo por litro de leche) con la finalidad de favorecer la textura y aumentar rendimiento, una agitación lenta-manual por 10 minutos de la cuajada, un tiempo de ahumado por 9 minutos a 85<sup>o</sup>C (Condiciones para obtener el color amarillo-oro característico), así como los parámetros propuestos en el diagrama de flujo.

**Agradecimientos:** Al Ing. Ernesto Martín Sánchez González (ASELAC) por la información y asesoría brindada.

## BIBLIOGRAFÍA

- *Codex estándar para queso provolone*, 1968. Disponible en [www.codexalimentarius.org/CXS\\_272s.pdf](http://www.codexalimentarius.org/CXS_272s.pdf)
- Emmons, D. B. Ernstrom, C. A. Lacroix, C. y P. Verret. 1991. Yield Formulae. En: Factors affecting the yield of cheese. Monografía No. 9301. International Dairy Federation. Bruselas, Bélgica.
- Formaggio-it 2013.Provolone. Disponible en : <http://www.formaggio.it/p-valpadana-d-o-p/>
- Fragoso, A (1998). Efecto de la temperatura de ahumado en la pérdida de proteínas presentes en salmón. Tlaltenango: Universidad Autónoma de de Zacatecas.
- Schwartz, M. E. 1999. Cheesemaking Technology, Noyes Data Corporation, Park Ridge, NJ.
- Scott, R. 1991. Fabricación de Queso. Ed. Acribia. España. pp. 25-96, 111-118.
- Valencia-Martin, J., 2007. Desarrollo de un queso optimizado rendimiento. Mundo Lacteo y Carnico.