

PRODUCCIÓN DE QUESO RICOTA A TRAVÉS DE UN PROTOTIPO DE PROCESO CONTINUO.

PRODUCTION OF RICOTTA CHEESE THROUGH A CONTINUOUS PROCESS

Felipe Salvador Bonilla | Ingeniero Agrónomo

José Sorto Salmerón | Ingeniero Agroindustrial

Investigadores | Universidad de Oriente

Resumen

En esta investigación se diseñó y creó un prototipo de proceso continuo para obtener queso ricota a partir del lactosuero. La metodología comprendió, el diseño del prototipo de temperaturas óptimas; construyendo uno a escala de laboratorio y después se procedió a escala industrial, dando paso a las respectivas pruebas de funcionalidad; para estimar el valor nutricional inocuidad del producto y propiedades organolépticas, se realizaron pruebas fisicoquímicas, microbiológicos y sensoriales; además fueron comparados con los resultados de muestras de queso ricota preparado de forma artesanal e industrial. Los resultados evidenciaron un rendimiento de 5.6 kilogramos por 100 litros de lactosuero, el queso ricota preparado con el prototipo, presento valores de proteínas de 10.8 %, de grasas del 0.18% y una muestra de queso ricota obtenida del mercado local presento un valor de proteínas 1.90%, de grasas 21.61%, mientras que una muestra de ricota de marca comercial presento proteínas de 8.48% y grasas 4.12%.

Respecto al análisis microbiológico, los resultados están dentro de los parámetros normales, en todas las muestras analizadas. En el análisis sensorial se evaluaron atributos como: apariencia, textura, sabor, color y aroma, encontrando diferencias significativas en aroma, resultando mejor evaluada la muestra de queso ricota preparada de forma artesanal, en segundo lugar, la muestra obtenida con el prototipo y en la misma categoría la muestra obtenida de marca comercial. Se logró un 64% de eficiencia en tiempo para preparar queso ricota con el prototipo de temperaturas óptimas, y una capacidad de procesamiento de 200 litros de lactosuero por hora.

Palabras clave: Queso ricota, lactosuero, prototipo de temperaturas óptimas, sector lácteo.

Abstract

In this research, a prototype of a continuous process for obtaining Ricotta cheese out of the whey was designed and created. The methodology included, the design of the

optimal temperature prototype; building one on a laboratory scale and then proceeded to an industrial scale, giving way to the respective functionality tests; to estimate the nutritional value of the product and organoleptic properties, physicochemical, microbiological and sensory tests were performed: In addition, they were compared with the results of samples of prepared artisanal and industrial Ricotta cheese. The results showed a performance of 5.6 kilograms per 100 liters of whey, the Ricotta cheese prepared with the prototype, presented protein values of 10.8%, fat values of 0.18% and a sample of Ricotta cheese obtained from the local market presented a protein value of 1.90%, fat value of 21.61% while a sample of commercially available Ricotta presented 8.48% protein and 4.12% fat. Regarding the microbiological analysis, the results are within the normal parameters, in all analyzed samples. In the sensory analysis, attributes such as: appearance, texture, flavor, color and aroma were evaluated, finding significant differences in aroma, resulting in a better evaluation of the sample of Ricotta cheese prepared in a traditional way, secondly, the sample obtained with the prototype and in the same category the sample obtained from the trademark. A 64% time efficiency was achieved to prepare Ricotta cheese with the prototype of optimal temperatures, and a processing capacity of 200 liters of whey per

hour.

Key words: Ricotta cheese, whey, prototype of optimal temperatures, dairy sector.

Introducción

El queso ricota o requesón es un subproducto de la elaboración de quesos que se obtiene mediante el calentamiento gradual del lactosuero. Dejándolo enfriar antes de separarlo del suero, recogiénolo con un colador fino o con una tela de manta y dejándolo escurrir por cuatro horas, al cabo de las cuales está listo para su consumo con sal, azúcar o miel. (FAO, 2011). De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, técnicamente es un precipitado de las proteínas séricas, albúmina y lactoglobulina, que atrapan en su estructura a la lactosa y a la materia grasa remanentes en el suero de quesería (FAO, 1981). Se compone de 68.3% de agua, 14.9% de proteínas, 12.6% de grasa, 2.7% de carbohidratos y 1.5 % de minerales (Hough, y otros. 1999).

En El Salvador no se cuenta con datos oficiales de producción de queso ricota. Sin embargo, en el mercado existe demanda del producto. Así lo evidencia los 363,275 kilogramos importados en el año 2016 (Ministerio de Agricultura y Ganadería. MAG, 2018). Tomando como base la leche producida en el país se podría estimar una

producción de lactosuero de alrededor de 717,750 litros diarios. Esto significaría un promedio 38,776.32 kg de queso ricota. Estos datos representan una oportunidad de rentabilidad para los procesadores de lácteos.

El uso de la tecnología en el procesamiento del lactosuero resulta una herramienta importante. Algunos datos revelan que desde 1977 y hasta 1982 la producción de ricota estuvo en una etapa emergente. Desde ese año y hasta la actualidad se encuentra en una etapa de crecimiento, caracterizada por una alta actividad de patentamiento (Superintendencia de Industria y Comercio, 2013).

En los últimos años el volumen de lactosuero procesado mediante distintas tecnologías (microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa) aumentó considerablemente (Parzanese, 2011). Actualmente, el 70 por ciento de lactosuero se industrializa, especialmente en países desarrollados, y un 30 por ciento se emplea en la alimentación animal, como fertilizante o como residuo (Klotz, 2014).

Aunque en las últimas décadas la industria del sector lácteo ha perfeccionado técnicas para el procesamiento del lactosuero, en El Salvador se sigue utilizando el método artesanal para obtener queso ricota, implicando mucho esfuerzo humano. Así lo afirmó la mayoría de procesadores de

lácteos de la Región Oriental del país en una entrevista realizada en el año 2017. En esa misma entrevista se conoció que una considerable cantidad de lactosuero es descartado como efluente a los ríos, lo que crea un serio problema ambiental, debido a que afecta física y químicamente la estructura del suelo. Lo anterior resulta en una disminución en el rendimiento de cultivos agrícolas y cuando se desecha en el agua, reduce la vida acuática al agotar el oxígeno disuelto (Fernandes y otros. 2018). Por ejemplo, una industria quesera que produzca diariamente 400.000 litros de lactosuero sin depurar, está produciendo una contaminación diaria similar a una población de 1.250.000 habitantes (Schmid, 2010).

El propósito fundamental de este trabajo de investigación es diseñar y crear un prototipo basado en el método de temperaturas óptimas para obtener queso ricota, con el objetivo de proponer a los procesadores de lácteos una tecnología que facilite el trabajo del procesamiento del lactosuero. En el país solo una empresa del sector lácteo industrializada utiliza tecnología avanzada para obtener queso ricota. Los medianos y pequeños procesadores de lácteos, y quienes producen queso ricota, lo hacen de forma artesanal, realizando procesos de cocción del lactosuero en recipientes metálicos hasta que se logra el precipitado de las proteínas, cuando se alcanza una

temperatura adecuada. En opinión de algunos procesadores de lácteos, esto resulta muy complicado, por lo que optan por verter el lactosuero en efluentes de agua o por utilizarlo en la alimentación de cerdos. En esa dinámica, el prototipo permitirá obtener queso ricota en proceso continuo, a través de la generación de calor producida por combustible (gas propano), a diferencia del método artesanal, que utiliza quema de madera. El prototipo con una capacidad de procesamiento de 200 litros por hora mejorará significativamente las facilidades para obtener queso ricota. En ese sentido, si los procesadores de lácteos adoptan esta tecnología, se podría contribuir a disminuir en el país la contaminación ambiental generada por el lactosuero.

Otro aspecto importante a mencionar son los beneficios que tiene para la salud el consumo de queso ricota. Estudios hechos en el Centro en Alimentación y Desarrollo A.C. que pertenece al Sistema de Centros Públicos de Investigación Conacyt en México, han comprobado que la adición de proteína a través del queso ricota en la dieta habitual genera diversos beneficios como la mejora de la sensibilidad a la insulina, además de ganancia en masa y fuerza muscular (Gatica, 2016).

Materiales y Métodos

Caracterización del lactosuero utilizado

El lactosuero utilizado para obtener queso

ricota procedía de una empresa procesadora de queso conocido también como queso de hebra, de consistencia blanda y de color blanco, muy demandado en el país como materia prima para las “pupusas”, el plato típico salvadoreño. A través de un Lactoscan, moderno analizador químico para el análisis de todo tipo de leche y con capacidad de análisis de lactosuero, se midieron parámetros físico-químicos como: Densidad, Lactosa, Proteínas, Grasa, Sólidos, Sólidos no Grasos, Humedad y Acidez Iónica. Utilizando el Acidímetro, se determinó la Acidez Titulable.

Preparación del queso ricota producido con el prototipo

La preparación de queso ricota, se inicia con la recepción del lactosuero por lo general se recibía un lactosuero con un pH ácido de 5.0 a 5.5, aplicando Hidróxido de Sodio se neutralizaba con un pH de 6.5 a 6.6 antes de iniciar el proceso. Luego se introduce el lactosuero en la tolva de recepción del prototipo, este con una capacidad de 140 litros.

A través de generación de calor por medio gas propano inicia el proceso de calentamiento lactosuero, cuando este alcanza una temperatura óptima de 92 °C, empieza la floculación de las proteína, considerado como queso ricota, en ese momento con una centrifuga es separado el queso ricota del resto líquido conocido

como suero depurado, con una coloración blanca, este ya no representa un potencial de contaminación al ambiente si se vertiera al medio, a diferencia si se hiciera antes de obtener el queso ricota.

Rendimiento de queso ricota

Con el objetivo de identificar el rendimiento de queso ricota obtenido con el prototipo, se trabajaron cinco pruebas consecutivas, midiendo en un recipiente graduado en litros la cantidad de suero que se introducía al prototipo. Luego el queso ricota obtenido se pesó en kilogramos y se contabilizó el tiempo que tardó el prototipo para procesar la cantidad de lactosuero que se introducía. También se consideró el rendimiento del proceso en porcentaje a través de la fórmula matemática:

$$\text{Rendimiento de Proceso} = \frac{\text{Peso del queso ricota}}{\text{Cantidad de litros de lactosuero procesado}} \times 100$$

Con la finalidad de comparar la eficiencia del prototipo, se realizaron cinco pruebas de forma artesanal. En un recipiente de aluminio se colocó entre 19 y 21 litros de lactosuero, propiciando calor a través de la quema de madera, removiendo paulatinamente hasta que en la parte superior de la olla precipitaran una nata blanca (queso ricota).

Después de dejar enfriar unos 20 minutos se

recolectó el queso ricota con un colador fino, se dejó escurrir unos 60 minutos, quedando así listo para consumir. En las cinco pruebas se midieron las mismas variables. Los resultados fueron organizados en una tabla para efectos de comparación.

Caracterización del queso ricota

»Pruebas fisicoquímicas

Las pruebas fisicoquímicas se desarrollaron de la siguiente manera: Preparación de una muestra de 500 gramos de queso ricota producido con el prototipo, cumpliendo normas de inocuidad; para el caso de proteínas, el porcentaje de nitrógeno se estimó mediante el método Kjeldahl N° 920.105 descrito por la AOAC (AOAC, 2003). La determinación del contenido de grasa se realizó usando el método de extracción Soxhlet AOAC (AOAC, 2003). La determinación de las cenizas, se realizó según el método Gravimétrico N° 941.12-A, (AOAC, 1990). La Humedad se determinó utilizando el método N° 934.06 de desecación en estufa a presión atmosférica propuesta por la AOAC (AOAC, 1990). Para efectos de comparación, estas mismas pruebas fueron realizadas a una muestra de queso ricota producida de forma artesanal y a otra producida de forma industrial.

»Pruebas microbiológicas

Los análisis microbiológicos como Salmonella* spp, se trabajaron de acuerdo al Manual Analítico Bacteriológico de la

Administración de Alimentos y Medicamentos de EE. UU. (American Public Health Association, 2015). De la misma forma se trabajó Coliformes fecales* (American Public Health Association, 2002). *Staphylococcus aureus** (American Public Health Association, 2016), Hongos y levaduras (American Public Health Association, 2001). Estos análisis fueron realizados a muestras de queso ricota producida con el prototipo, de forma artesanal e industrial.

El laboratorio donde se realizaron las pruebas, cuenta con un sistema de calidad implementado bajo la Norma NSR ISO /IEC 17025:2005 como parte de la garantía de la calidad de los procesos, acreditados por la OSA (Organización Salvadoreña de Acreditación) bajo el NO LEA 15:07.

»Análisis sensorial del queso ricota

Este se desarrolló capacitando a un grupo de jueces, entre los cuales había alumnos y profesores de la Universidad de Oriente, a los cuales se les enseñó los conocimientos básicos de la catación de quesos en general, haciendo énfasis en los sabores, el aroma, la apariencia, la textura y el color. También se les capacitó en cómo graficar sus apreciaciones dentro de una escala del uno al diez en un gráfico polar, donde cada atributo de la catación parte del centro del círculo y cuya ponderación parte de cero y termina en la circunferencia mayor, cuya

denominación es diez. Cada numeración tiene un círculo cada vez más amplio. Cuando el juez cata el queso, le da un valor a cada atributo y lo marca en la línea circular.

Después de tener el panel de 11 jueces capacitados, se procedió a la evaluación sensorial del queso ricota preparado con el prototipo bajo el método de temperaturas óptimas. Con el objetivo de comparar los atributos de sabor, aroma, apariencia, textura y color, en la evaluación se incluyó una muestra de queso ricota preparado de forma artesanal y una tercera preparada de forma industrial (marca comercial). A los jueces se les proporcionaron tres páginas de papel bond con los atributos a evaluar por cada muestra de queso ricota.

A cada juez se les proporcionó la primera muestra codificada y durante un tiempo de 10 segundos de catación, cada juez asignó el puntaje (0-10) a los atributos evaluados. Luego, se proporcionó agua para enjuagar la boca. Y luego, se procedió a realizar el mismo procedimiento con las otras dos muestras de queso ricota. Los jueces no tenían conocimiento de la forma de preparación de cada queso con el objetivo de evitar sesgos en las calificaciones.

»Análisis estadístico

El tratamiento estadístico de los datos obtenidos fue por medio de estadística básica: frecuencias y porcentajes. En el caso de los datos de evaluación sensorial del

queso ricota, se aplicó la estadística inferencial: Análisis de Varianza (ANOVA), con el apoyo del software PSPP, para determinar diferencias significativas entre el puntaje dado por los jueces a los atributos evaluados.

También se aplicó la prueba estadística de Tukey para identificar la posición de las medias de puntajes en cada atributo evaluado.

Resultados y discusión

Resultados del análisis fisicoquímico al lactosuero

Previo a la preparación de queso ricota, se evaluaron las características del lactosuero. Éste procedía de una planta procesadora de queso de hebra, conocido en el país como “Quesillo”. (Tabla 1).

Tabla1. Composición fisicoquímica del lactosuero

PARÁMETRO	VALOR
Densidad	1.030
Lactosa	4.40%
Proteínas	2.94%
Grasa	0.66%
Sólidos	0.65%
Sólidos no grasos	8.01%
Humedad	87.74%
Acidez lónica (pH)	4.0
Acidez Titulable	22° D

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la composición química del lactosuero, muestran que el lactosuero está compuesto mayormente por agua con 87.74%, sólidos no grasos con 8.01% de lactosa, 4.40% de proteínas, 22.94% de grasa, 0.66%, una densidad de 1.030, un pH de 4.0 y una acidez titulable de 70.2 grados

Dornic.

»Resultados del rendimiento de queso ricota

De acuerdo a datos teóricos, el rendimiento promedio que se obtendrá con 20 litros de lactosuero de quesería será de un kilogramo de queso ricota. En este caso, para tener un

parámetro de comparación, se midió la cantidad de lactosuero procesado con el prototipo y la cantidad en kilogramos de queso ricota obtenido. Además, se procesaron pequeñas cantidades de lactosuero de forma artesanal.

Tabla 2. Resultados de procesamiento de lactosuero para obtener queso ricota utilizando un prototipo de temperaturas óptimas y de forma artesanal.

Método de obtención de queso ricota	Litros de lactosuero procesado	Queso ricota en kg.	Tiempo de procesamiento en hora.	Rendimiento de proceso
Prototipo a base de temperaturas óptimas.	275.5	13.6	1.4	4.9 %
	275.5	14.3	1.4	5.2 %
	234.9	13.2	1.2	5.6 %
	275.5	11.4	1.4	4.1 %
	275.5	11.4	1.4	4.1 %
Método artesanal	21	1.0	1.3	6.1 %
	19	0.8	1.4	4.2 %
	20	0.9	1.3	4.5 %
	19	0.9	1.4	4.7 %
	21	1.3	1.8	6.2 %

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de comparación del procesamiento de lactosuero para obtener queso ricota, muestra que el prototipo continuo es capaz de procesar mayores cantidades de lactosuero en promedio 274 litros, y se producen en promedio 13 Kg de ricota mientras que el método artesanal solo se procesa en promedio 20 litros, y solo produce 1kg de queso ricota, lo que demuestra el potencial industrial de procesamiento del prototipo de temperaturas óptimas.

»Caracterización del queso ricota

Este proceso consistió en identificar el contenido de proteínas, grasas, cenizas y humedad del queso ricota. De igual forma se realizó un análisis microbiológico para determinar Coliformes fecales, Mohos y Levaduras, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella*. Por último se determinaron las propiedades organolépticas a través de análisis sensorial, evaluando atributos como: Apariencia, Textura, Color, Sabor y Aroma. (Tablas 3, 4 y 5).

Tabla 3. Caracterización de parámetros fisicoquímicos, en tres muestras de queso ricota.

Método de obtención de queso ricota	Determinación bromatológica			
	Proteína %	Grasa %	Cenizas %	Humedad %
Queso ricota obtenido con el prototipo de Temperaturas Óptimas.	10.8	0.18	0.58	68.3
Queso ricota obtenido de forma artesanal.	1.90	21.61	3.29	71.6
Queso ricota obtenido de forma industrial.	8.48	4.12	1.70	69.6

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la caracterización fisicoquímica muestran que el proceso industrial produce un producto más saludable con niveles más altos de proteínas (10.8%) y bajo contenidos de grasa (0.18%). Notablemente, el proceso artesanal genera un producto con altos niveles de grasa (21.6%), el queso ricota obtenido en forma industrial contiene niveles intermedios.

Tabla 4. Análisis microbiológico en tres muestras de queso ricota.

Método de obtención de queso ricota	Determinación microbiológica			
	Coliformes Fecales NMP/g	Mohos y Levaduras UFC/g	Staphylococcus Aureus UFC/g	Salmonella spp en 25g
Queso ricota obtenido con el prototipo de Temperaturas Óptimas.	< 3**	Mohos: 20*** Levaduras: 10***	<10****	Ausencia
Queso ricota obtenido de forma artesanal.	< 3**	Mohos: <10*** Levaduras: 180****	<10***	Ausencia
Queso ricota obtenido de forma industrial.	< 3**	Mohos: 20*** Levaduras: 10****	<10***	Ausencia

Fuente: Elaboración propia

Los valores de $<3^{**}$ en Coliformes fecales, Mohos y Levaduras 20^{***} , *Stafilococcus aureus* $<10^{****}$ y ausencia de *Salmonella* presentados en el queso ricota preparado con el prototipo, se encuentran dentro de los parámetros inocuos aceptables, al igual como lo están las otras dos muestras de queso ricota.

Muchos de los alimentos que se llevan a la mesa pueden estar contaminados y ser un riesgo para nuestra salud y para la de nuestras familias. Por esta razón, es indispensable que las empresas productoras

y distribuidoras de alimentos realicen análisis microbiológicos de los productos alimenticios.

El análisis microbiológico no mejora la calidad del alimento, sino que permite valorar la carga microbiana, señalando los posibles puntos de riesgo de contaminación o multiplicación microbiana; pero ¿en qué beneficia un análisis microbiológico a los alimentos?

En ese sentido son cuatro aspectos fundamentales para realizar un análisis microbiológico a los alimentos.

»Seguridad higiénica del producto o alimento.

»Ejecución de prácticas adecuadas de producción.

»Generar calidad comercial y mantenerla en los productos.

»Establecer la utilidad del alimento o producto para un propósito determinado.

Tabla 5. Evaluación sensorial de tres muestras de queso ricota.

Muestra	Atributos evaluados				
	Apariencia	Textura	Color	Sabor	Aroma
215	8.82a	8.55a	9.18a	6.82a	7.64b
135	8.27a	8.64a	9.18a	7.82a	9.09ab
423	9.18a	8.45a	9.73a	8.73a	8.64a
CV	16.89 %	20.49 %	9.56 %	26.41%	15.40 %

215 = Queso ricota preparado con prototipo
135 = Queso ricota preparado de forma artesanal

423 = Queso ricota prepara de forma industrial
* Letras diferentes existen diferencias significativas

En el análisis sensorial, se aplicó el estadístico Análisis de Varianza. Los resultados determinaron que para los atributos de apariencia, textura, color y sabor no existen diferencias significativas entre la muestra de queso ricota preparada con el prototipo, artesanal e industrial. Mientras que para el atributo de aroma sí existieron diferencias significativas, obteniendo el mayor puntaje la muestra de queso ricota preparada de forma artesanal con 9.09, luego la preparada de forma industrial 8.64 y por último la preparada con el prototipo 7.64.

Discusión

La dinámica de la tecnología en los sectores productivos, constituye una herramienta importante para avanzar en competencias de productividad y calidad. En ese sentido, el sector de procesamientos de los lácteos, supone innovaciones necesarias para competir en el rubro, de acuerdo a un informe de la CEPAL “En los mercados de América Latina compiten los productos lácteos elaborados en la región y los rubros subsidiados de Europa y Estados Unidos, que promueven una competencia desleal en esos mercados, además de reducir la competitividad de los productos de la región en terceros mercados” (Comisión Económica para América Latina y el Caribe.CEPAL, 2003).

La problemática de pequeños y medianos procesadores de leche en El Salvador, está

inmersa en una serie de factores complejos. Uno de los principales es el uso de la tecnología que permita mejorar sus procesos. Revisando en detalle la mayoría de iniciativas productivas en este sector, se concluye que el lactosuero resultante de la preparación de quesos no se aprovecha. En ese sentido, se trabajó para desarrollar una tecnología apropiada que contribuya a mejorar la eficiencia en el sector lácteo. Se buscaron alternativas para diseñar un prototipo que permita preparar queso ricota facilitando el proceso, comparado la preparación en forma artesanal que implica mucho esfuerzo y resulta poco rentable para los procesadores.

En función de contribuir al sector de procesadores de lácteos en el país, como resultados principales de la investigación aplicada, se diseñaron y construyeron tres prototipos:

1. Prototipo de temperaturas óptimas: consiste en llevar al lactosuero a temperaturas ideales para que inicie el proceso de floculación de las proteínas.
2. Prototipo a base de Electrolisis: este método de funcionamiento es un proceso en frío a través de electrodos que aplican fuerzas de bajo voltaje y alto amperaje.
3. Prototipo a base de Cracking: el funcionamiento se da a través de un proceso de calentamiento de una plancha metálica en forma de circunferencia, para expulsar luego un chorro de lactosuero con fuerza

suficiente para separar las proteínas. Sin embargo, los últimos dos prototipos mencionados no propiciaron resultados satisfactorios para obtener queso ricota de forma tecnificada. En este caso se presentarán resultados de procesamiento de queso ricota con el prototipo de Temperaturas Óptimas.

Sin lugar a duda esta generación de tecnología para procesar queso ricota no es el último adelanto tecnológico, comparando con la tecnología de primer mundo. En algunos países se logra mediante la aplicación de estándares de calidad y procedimientos de manufactura con tecnología de vanguardia. “El suero de leche concentrado y microfiltrado logra ser superior en valor biológico y poder alimenticio a cualquier otro complemento proteínico de origen animal o vegetal para deportistas”. (Recinos Rivas , y otros, 2006). Sin embargo esta tecnología generada, es una contribución para incentivar a los procesadores de lácteos a preparar queso ricota.

Teniendo en cuenta que en Latinoamérica, aproximadamente un 20% de la población vive por debajo de la línea de pobreza y presenta diferentes grados de deficiencias alimentarias, destinar el lactosuero a la alimentación animal y no incorporarlo al circuito de alimentación humana, sería desaprovechar el suero como opción para que esta importante fuente nutricional

pueda ser utilizada como alimento para las comunidades más desfavorecidas. Es importante resaltar que mil litros de lactosuero contienen 9 kg de proteína de alto valor biológico, 50 kg de lactosa y 3 kg de grasa de leche; esto equivale a los requerimientos diarios de proteína de 130 personas y de energía de más de 100 personas.

En ese sentido cabe destacar que la mayoría de pequeños y medianos procesadores de lácteos en el país están desaprovechando el lactosuero. En su mayoría es utilizado para la alimentación animal, mientras que otros simplemente lo vierten al medio, provocando un foco de contaminación. Así lo sustentan datos teóricos, “A modo de ejemplo, mil litros de lactosuero generan aproximadamente 35 kg de demanda biológica de oxígeno (DBO) y cerca de 68 kg de demanda química de oxígeno (DQO). Esta fuerza contaminante es equivalente a la de las aguas negras producidas en un día por 500 personas” (Instituto Nacional de Tecnología Industrial. INTI., 2017).

El comportamiento del prototipo de Temperatura Óptima para obtener queso ricota, presenta un avance importante para mejorar la tecnología en labores de procesamiento en el sector lácteo. Los datos obtenidos revelan que el prototipo permite obtener queso ricota en un proceso continuo, teniendo un rendimiento

promedio de 19 litros de lactosuero procesado para tener un kilogramo de queso ricota. Estos datos fueron comparados con el método artesanal y presentó similar comportamiento en rendimiento. Sin embargo, el prototipo permite procesar entre 200 y 250 litros de lactosuero por hora. Esto implica la eficiencia para mejorar el proceso de obtener queso ricota comparado si se hace de forma artesanal. El rendimiento del ricota obtenido con prototipo está dentro del parámetro mencionado por la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de la Plata, Argentina, "El rendimiento puede llegar normalmente de 3 a 5 kg por cada 100 litros de suero" (Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, 2014).

Se estima que la producción de lactosuero en la Región Oriental de país ronda los 154,922.61 litros de lactosuero diarios, con los que se podrían obtener un promedio de 7,746.13 kilogramos de queso ricota. Ello significa que el sector puede generar un aproximado de \$23,238.39 dólares diarios, a partir de un recurso que en la actualidad no está siendo aprovechado en su totalidad, abriendo oportunidades para la diversificación de los productos y la mejora de la rentabilidad en el sector.

En los resultados del análisis bromatológico

del queso ricota preparado con el prototipo se obtuvo un 10.80% de proteína, cerca de lo reportado por Moreno (2015) de 12,81% y muy por encima de la muestra de un queso ricota de marca comercial encontrado en supermercados locales, que fue de 8.48%, mientras que el preparado de forma artesanal fue de 1.90%. El nivel de grasa resultó ser bien bajo: de 0.18%. Este atributo mejora la calidad del producto significativamente. En cuanto al análisis microbiológico, los resultados demuestran que los valores analizados de Coliformes fecales, Mohos y Levaduras, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* spp, determinaron que el producto puede ser consumible, mientras que en un muestreo en el área metropolitana de San Salvador resultaron muestras contaminadas por estos mismos microorganismos en queso ricota comercializados en diferentes establecimientos, cuya forma de preparación es a través del método artesanal (Rivas Sarabia, y otros, 2008).

El análisis sensorial de los atributos de: Apariencia, Aroma, Sabor, Color y Textura, resultó aceptable para quienes calificaron la muestra de queso ricota preparada con el prototipo, tomando como referencia una muestra de queso ricota preparada de forma artesanal y otra preparada de forma industrial. Los valores obtenidos en este análisis evidencian que la ricota preparado con el prototipo tendría una buena

aceptación en el mercado.

Conclusiones

Los pequeños y medianos procesadores de lácteos en el país no cuentan con tecnología en sus procesos de producción, así lo demostró el diagnóstico previo a esta investigación. Encontrando que en la mayoría de procesos son de forma artesanal, aspectos que influyen en la competencia del mercado de los lácteos. Los establecimientos de procesamientos de lácteos no están aprovechando el lactosuero generado por la preparación de queso a partir de la leche, simplemente lo utilizan para alimentar animales o lo tiran al medio. Conociendo que este residuo puede ser utilizado para preparar queso ricota, no se hace, argumentando que la forma artesanal de preparar queso ricota implica mucho esfuerzo humano. En ese sentido se diseñaron y construyeron los tres prototipos que fueron parte de uno de los objetivos específicos, de tal forma que los prototipos permitieran preparar queso ricota utilizando tecnología que facilitara el proceso. Se encontró que un prototipo a base de Temperaturas Óptimas para separar proteínas permite preparar queso ricota en un proceso continuo, generando una oferta tecnológica atractiva para los pequeños y medianos procesadores de lácteos del país.

Con las pruebas realizadas, se tiene un avance importante, dado la funcionalidad

del prototipo que opera bajo el método de Temperaturas Óptimas para separar proteínas del lactosuero, se ha logrado un 64% de eficiencia de tiempo con respecto al método artesanal. Considerando que la necesidad de adopción de esta tecnología para los pequeños y medianos procesadores de lácteos del país puede permitir el aprovechamiento del lactosuero y así mejorar rentabilidad en sus establecimientos lácteos, además se contribuye de manera directa a la no contaminación de los recursos naturales.

Otro resultado obtenido bajo este mismo método, está referido a la cantidad de queso ricota que se puede obtener por volumen de lactosuero procesado, logrando 5.2 kilogramos por cada 100 litros de lactosuero procesado. Comparando con el método artesanal se obtienen resultados similares. La diferencia estriba en que el prototipo es de proceso continuo, con una capacidad de procesamiento de 200 litros por hora.

Los resultados de la caracterización del queso ricota obtenido con el prototipo de Temperaturas Óptimas evidenciaron, la calidad de producto. Así los constató el análisis bromatológico con un buen contenido de proteína del 10.80%, un bajo contenido de grasa de 0.18% y 0.58% de cenizas. De igual forma, el análisis microbiológico para los microorganismos patógenos de Coliformes fecales, Mohos y

Levaduras, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* spp, resultaron en valores aceptables por el Reglamento Técnico Centroamericano de Alimentos y Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos, Grupo de alimento 1. Leche y Productos Lácteos, Subgrupo de alimentos 1.9. Quesos frescos, no madurados y requesón. Otro elemento importante de referencia es la aceptación que presentó el queso ricota a la prueba sensorial, comparada con muestras de queso ricota que se sabe consumir tradicionalmente en el país. El análisis estadístico determinó que para los atributos de Sabor, Color, Textura y Apariencia no existieron diferencias significativas, únicamente en el atributo de Aroma. Esto podría atribuirse que la ricota preparada de forma artesanal, de acuerdo al análisis bromatológico, probablemente le adicionen un contenido de grasa. Esto podría mejorar su aroma.

Bibliografía

American Public Health Association. 2001. *U. S Food and Drug Administration Bacteriological Analytical Manual, on line*. Chapter 18. Washinton : s.n., April de 2001.

American Public Health Association. 2016. *U.S Food and Drug Administration Bacteriological Analytical Manual, en linea*. Chapter 12. march de 2016.

2002. *U.S Food and Drug Administration Bacteriological Analytical Manual, en linea*. Chapter 4. s.l. : Washiton, DC., september de 2002.

2015. *U.S Food and Drug Administration Bacteriological Analytical Manual, en linea*. Chapter

5. 4 Washiton, DC. : s.n., Dec de 2015.

AOAC. 2003. *Official methods of analisis*. (17ht). Washiton, DC : Associaton of official Agriculture Chemists., 2003.

1990. *Official methods of analisis*. Washiton, DC. : Association of Agriculture Chemists., 1990.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe.CEPAL. 2003. *América Latina: el comercio internacional de productos lácteos*. Santiago de Chile : Naciones Unidas, 2003. pág. 5. 92-1-322216-5 .

FAO. Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación y Agricultura. 1981. *Manual de elaboración de quesos*. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería para América Latina.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura . 2011. *Procesos para la elaboración de productos lacteos*. <https://coin.fao.org>. [En línea] 2011. [Citado el: 11 de mayo de 2018.] https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/11/13305375675880/manual_lacteos_3_atinar_ii.pdf.

Gatica, Génesis . 2016. <http://conacytprensa.mx>. [En línea] *Conacyt agencia informativa, 25 de agosto de 2016*. [Citado el: 27 de septiembre de 2018.] <http://conacytprensa.mx/index.php/ciencia/salud/9191-el-consumo-de-requeson-como-fuente-de-proteina-para-el-adulto-mayor>.

Instituto Nacional de Tecnología Industrial. INTI. 2017. *Valorización del Lactosuero*. Primera. Cordoba, Argentina : San Martín , 2017.

Klotz, Bernadette. 2014. *Suero lácteo, clave en la innovación de alimentos*. <http://www.portafolio.co>. [En línea] 3 de agosto de 2014. [Citado el: 12 de mayo de 2018.] <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/suero-lacteo-clave-innovacion-alimentos-61526>.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. MAG. 2018. *Anuario de estadísticas agropecuarias*

2016-2017. Economía Agropecuaria , Ministerio de Agricultura y Ganadería. Santa Tecla, La Libertad : MAG, 2018. pág. 87, Anual .

Moreno, M. R. 2015. *Optimización del proceso de fabricación de queso fresco con sustitución parcial de requesón*. Tungurahua, Ecuador : Universidad Técnica de Ambato , 2015.

Parzanese , Magali . 2011. *Procesamiento de Lactosuero*. Ficha No. 13. Argentina : s.n., 2011.

Fernandes Silva, Marcell, y otros. 2018. *Production and Characterization of xanthan gum by xanthomonas campestris using cheese whey as sole carbon source.. 1, Brazil* : Rev, 18 de junio de 2018, Journal of Food Engineering. , Vol. 90, págs. 119-123 p.

Recinos Rivas , Lissette Arecelly y Saz Gerrero, Oscar Alejandro. 2006. *Caracterización del suero lacteo y diagnóstico de alternativas de usos potenciales en El Salvador*. San Salvador : s.n., 2006. pág. 188. Trabajo de Tesis para optar al título de Ingeniero Químico. Universidad de El Salvador, sede central.

Rivas Sarabia , Kriscia Beraly, Roque Arévalo , Sally Johanna y Tobar Martínez , Diana Verónica . 2008. *Determinación de la calidad microbiológica del requesón que se comercializa en los principales supermercados de la zona metropolitana de San Salvador*. San Salvador : Universidad de El Salvador , 2008. pág. 170. Tesis para optar al grado de Licenciatura de Química y Farmacia. Universidad de El Salvador.

Schmid, Erica . 2010. *Aprovechamiento del Lactosuero: Aspectos vinculados a su calidad como materia prima e Impacto ambiental*. s.l. : Instituto Nacional Industrial. Lacteos Rafaela, 2010.

Hough, G, y otros. 1999. *Sensory and*

Microbiological Shelf-Life of a Commercial Ricotta Cheese. 82, 1999, Journal of Dairy Science, págs. 454-459.

Superintendencia de Industria y Comercio. 2013. *Uso del suero de leche en alimentos y sus sustitutos*. [En línea] noviembre de 2013. [Citado el: 11 de diciembre de 2016.]

Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 2014. *Elaboración de ricotta*. La Plata, Argentina : s.n., 2014.