

CÁLCULO DEL RENDIMIENTO QUESERO (Kg queso/100Kg Leche) DEL QUESO BLANCO DURO EN FUNCIÓN A LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO (CaCl₂)

CALCULATION OF CHEESE YIELD (Kg cheese/100Kg Milk) OF HARD WHITE CHEESE DEPENDING ON THE ADDITION OF CALCIUM CHLORIDE (CaCl₂)

Jaimel Salcedo*, **Eliannet Muñoz****, **Erasmus Villalobos****

*Facultad de Ingeniería, Núcleo Universitario Alberto Adriani

Universidad de Los Andes Mérida – 5101 – Venezuela

**Laboratorio de Análisis Químico

Universidad Nacional Experimental Sur del Lago Jesús María Semprum,

Santa Bárbara de Zulia 5101 – Venezuela

e-mail: jaimelsalcedo@gmail.com

Recibido: 20-08-2022

Aceptado: 10-11-2022

Resumen

El objetivo de esta investigación fue calcular el rendimiento quesero (Kg queso/100Kg Leche) del queso blanco duro en función a la adición de cloruro de calcio (CaCl₂), en una industria láctea de la zona Sur del Lago de Venezuela. Se realizó una investigación de campo no experimental, en la que se estudió el proceso de producción del queso duro y el rendimiento del mismo, en función a la cantidad y la dilución del Cloruro de Calcio (CaCl₂). Esto es particularmente importante cuando se trata de leche pasteurizada porque, durante la pasteurización, se da un proceso normal de descalcificación parcial de las caseínas. Una vez procesado los datos, los resultados arrojaron que se logró mejorar el rendimiento, ya que al comparar el valor obtenido durante los meses de Abril (94,65%) y Mayo (98,45%) del 2019, se observó que el mismo aumentó, debido a que el cloruro de calcio tiene como función darle mayor firmeza mecánica a la cuajada. A su vez, se logró disminuir el consumo de Kg queso/100Kg Leche de 8,89 Kg queso/100Kg Leche en el mes de abril a 6,2 Kg queso/100Kg Leche en el mes de mayo.

Palabras clave: Rendimiento, Queso duro, Factores Químicos, Cloruro de Calcio, Dilución.

Abstract

The objective of this research was to calculate the cheese yield (Kg cheese/100Kg Milk) of hard white cheese based on the addition of calcium chloride (CaCl₂), in a dairy industry in the southern area of Lake Venezuela. A non-experimental field investigation was carried out, in which the production process of hard cheese and its yield were studied, depending on the amount and dilution of Calcium Chloride (CaCl₂). This is particularly important when it comes to pasteurized milk because, during pasteurization, a normal process of partial decalcification of the caseins occurs. Once the data was processed, the results showed that performance was improved, since when comparing the value obtained during the months of April (94.65%) and May (98.45%) 2019, it was observed that it increased, because the calcium chloride has the function of giving the curd greater mechanical firmness. In turn, it was possible to reduce the consumption of Kg cheese/100Kg Milk from 8.89 Kg cheese/100Kg Milk in April to 6.2 Kg cheese/100Kg Milk in May.

Key words: Yield, Hard cheese, Chemical Factors, Calcium Chloride, Dilution.

Jaimel Salcedo: MSc En Enseñanza de la Química (Universidad del Zulia), Lic. En Educación Mención Química miembro del personal docente y de investigación del NUAA-ULA. e-mail: jaimelsalcedo@gmail.com

Erasmus Villalobos: Ingeniero de Alimentos Universidad Nacional Experimental Sur del Lago UNESUR Analista de Control de Calidad. E-mail: villalobose@unesur.edu.ve.

Elianneth Muñoz. Ingeniero de Alimentos Universidad Nacional Experimental Sur del Lago.

E-mail: muñozeli@unesur.edu.ve

Introducción

El queso es un producto fresco o madurado, sólido o semisólido, que se obtiene coagulando la leche fresca, leche pasteurizada o mezcla de leche fresca con derivados lácteos por la acción del cuajo u otros coagulantes aprobados, y escurriendo el suero que se produce como consecuencia de tal coagulación¹, el cual según su contenido de humedad puede ser: Blando, cuyo contenido de humedad sin materia grasa (HSMG) es igual o mayor al 65%, Semiduro, es el que posee una humedad sin materia grasa (HSMG) igual o mayor a 55% y menor al 65%, Duro, es el que su contenido de humedad sin materia grasa (HSMG) es igual o mayor a 45% y menor al 55%, y el queso extraduro, cuyo contenido de humedad sin materia grasa (HSMG) es igual o menor al 45%.²

Es importante resaltar, que el consumo de queso, es una de las principales formas en que las proteínas de la leche son consumidas, casi toda en la forma de caseína. El nivel de proteína en los diferentes tipos de queso depende, naturalmente del proceso de fabricación. Este producto derivado de la leche es una excelente fuente de aminoácidos esenciales que no son sintetizados por el organismo humano.³

La composición óptima en el queso, depende de los componentes de la leche, de manera que se requiere una relación grasa/proteína específica en la leche, para obtener una relación grasa/proteína específica en el queso y para lograrlo, se deben estandarizar estos parámetros en la leche⁴. En términos de rendimiento en quesería, el potencial de la materia prima reside principalmente en sus contenidos de caseína y grasa, ya que las caseínas enlazan la mayoría del agua en el queso⁵.

Para garantizar la producción de queso y mejorar el rendimiento en su fabricación, es necesario contar con alternativas tecnológicas, como la utilización de concentrados proteicos para realizar diferentes formulaciones en la elaboración de queso blanco pasteurizado, sustituyendo parcialmente la leche cruda, de manera

tal que el producto final conserve las características fisicoquímicas y organolépticas iguales a las producidas con el sistema tradicional.⁶

Es importante mencionar, que el rendimiento quesero, se define como los litros de leche necesarios para obtener 1Kg de queso. Es decir, es la suma de las cantidades de materia grasa, proteínas y otros componentes, además del agua transferida desde la leche al queso durante el proceso de elaboración.⁷

Proceso de Elaboración del Queso Duro

Las etapas fundamentales en las que se lleva a cabo el proceso de producción del queso duro cuadrado picado son las siguientes:

Recepción de la materia Prima: El proceso se inicia con la llegada de los camiones cisternas que transportan la leche cruda desde los centros de acopio en los fundos o haciendas. Al llegar el vehículo, es destapado por un operador el cual procede agitando la leche cruda dentro del compartimiento durante 5 minutos mediante el empleo de un agitador manual, seguidamente se toma una muestra, la cual es llevada al laboratorio de control de calidad para el análisis físico-químico requerido para su aprobación de descarga o rechazo de dicha leche.

Preparación de la leche: En este paso es de vital importancia asegurarse de una buena calidad de la materia prima a utilizar con el fin de obtener quesos de buena calidad microbiológica, nutricional y organoléptica y permite reducir los efectos de fabricación.⁸

La maduración de la leche previa a la coagulación tiene por objeto el de restablecer los equilibrios fisicoquímicos de la leche, crear un buen medio de cultivo para el desarrollo de la flora láctica y evitar la eventual implantación de gérmenes no deseable. La maduración se realiza después de la pasteurización con cepas lácteas seleccionadas y/o enzimas.

En esta etapa, es donde se procede a agregar la cantidad necesaria de cloruro de calcio (CaCl_2), no más del 0.02 % en peso y diluirla en 10 veces dicho volumen.

Coagulación de la leche: La coagulación es un cambio de estado físico irreversible: una leche en reposo, inicialmente líquida, pasa al estado semisólido, designado con el término de gel o coágulo.

Corte de la Cuajada: Para separar el suero de la cuajada se deberá cortar la cuajada, a través de liras y agitarla para facilitar la expulsión del suero del grano de la masa.

Escurrecimiento y desuerado: Consiste en la separación del suero que impregna el coágulo, obteniéndose entonces la parte sólida que constituye la cuajada.

Moldeo y prensado: Consiste en poner la masa de queso en moldes diseñados para eliminar el excedente de suero, aun retenido en la masa; dar forma y tamaño al queso; unir los granos entre sí y eliminar el excedente de suero.

Salado: Es una operación que se realiza en todos los quesos con el fin de regular el desarrollo microbiano, tanto suprimiendo bacterias indeseables como controlando el crecimiento de los agentes de la maduración. Puede realizarse en seco o por inmersión en un baño de salmuera. El salado permite completar la expulsión del suero porque favorece el escurrecimiento al modificar los niveles de hidratación de las proteínas.

Maduración: Es la última fase de la fabricación del queso, la cuajada antes de iniciarse la maduración, presentan una capacidad, volumen y forma ya determinada.

Almacenamiento: Se realiza con la finalidad de que el queso adquiera las características sensoriales y fisicoquímicas propias de él.

De manera general, se pueden observar dichas etapas en la figura 1

Métodos y materiales

Se realizó una revisión bibliográfica, en la cual se identificaron los factores que afectan el rendimiento del queso. Así como las medidas correctivas necesarias para mejorar el proceso, tal como se muestra en la tabla

1¹⁰.

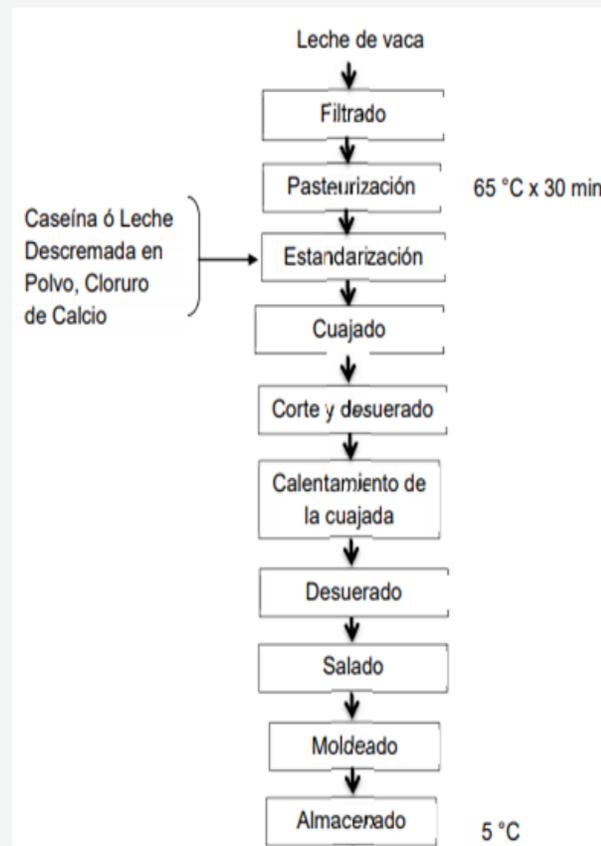


Figura 1. Etapas del Proceso de producción de queso duro cuadrado picado. Fuente: Guerrero (2010).⁹

La identificación y corrección de los factores mostrados en la tabla 1, permitirán aprovechar al máximo la materia prima disponible, y a su vez adecuar las características del producto terminado.

Sin embargo, para dicha investigación solo se estudió el efecto de la adición del cloruro de calcio (CaCl_2) en la leche sobre el rendimiento del queso duro. Posteriormente, se realizarán los estudios pertinentes a los otros factores.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las diversas mediciones realizadas durante la producción del queso blanco duro.

La figura 2, muestra cómo el rendimiento del queso duro (Kg queso/100Kg leche), varía en cada uno de los días en los cuales

Tabla 1 Medidas adoptadas por la empresa vs las mejoras aplicadas de los factores físicos, mecánicos y químicos que inciden en el rendimiento del queso duro.

Tipo de Factor	Factor	Medida adoptada por la empresa	Medida adecuada
FÍSICOS	- Tiempo de almacenamiento de la leche a Temperatura. Ambiente.	Temperatura mayor o menor a 25?	Temperatura (25°C)
		Tiempo mayor a 6 horas	Tiempo adecuado (Máx. 6horas)
	- Tiempo -de almacenamiento de la leche fría y temperatura	Temperatura 10°C	Temperatura (8°C)
		Tiempo mayor a 48 horas	Tiempo adecuado (Máx. 48 horas)
	- Corte de la cuajada.	Corte Prematuro de la cuajada.	Corte una vez alcance una textura firme color del lactosuero debe ser verde-amarillento
- Sistemas -de medición y calibración.	Sistemas inadecuados-de medición y calibración.	Acondicionamiento de los sensores de Temperatura Volumen Masa	
Químicos	-Adición de Cloruro de Calcio a la leche.	- Adición Inadecuada de Cloruro de Calcio a la leche.	Adición de 0,02% en peso CaCl ₂
	- Dilución -del cuajo.	-Dilución no apropiada del cuajo.	Dilución de 40 veces su volumen
	- Contenido de Humedad en el queso.	Contenido de Humedad en el queso mayor al 50%	50%
Mecánicos	- Bombeo y agitación de la leche	Exceso de bombeo y agitación fuerte de la leche	Agitación suave
	-Diseño y estado de la Lira	Defectos en el diseño y estado de la Lira	Bastidor rígido no muy grueso

Fuente: Salcedo et al (2019) adaptada de Inda (2000)¹⁰

hubo producción del mismo, siendo los valores más resaltantes, en los días 24 y 25 en el cual dicho rendimiento fue de 6,6 Kg de queso/100Kg de leche, es decir dichos valores superaron la media establecida por la empresa (7Kg queso /100Kg leche), lo que indica que el rendimiento va mejorando, debido a que mientras menor sea el mismo se necesita menor cantidad de leche para poder obtener 1Kg de queso. Sin embargo el día 19, se observa el punto más alto (8,8Kg queso/100kg leche). Dicho valor se encuentra por encima de la media establecida por la empresa, lo cual estuvo relacionado a los problemas de refrigeración de la leche en el lugar de recepción.

Además, es importante mencionar que las medidas correctivas, con respecto a la dilución del cuajo se comenzaron a aplicar

a partir de la cuarta semana de producción del mes de abril (a partir del día 22). Por ello, se observan diversas fluctuaciones, puesto que se fueron mejorando las condiciones de producción. En el cual se cambió la presentación comercial usada (líquida) por otra en polvo. La cantidad que se debe añadir no debe ser mayor del 0.02 % en peso, con respecto al peso de la leche. Por ejemplo, para 100 kg de leche, se necesitan $(100 \times 0.02)/100 = 0.02$ kg de cloruro de calcio; o sea, 20 gramos.¹⁰

Es importante mencionar, que en la empresa se destina un total aproximado de 20000kg de leche para la producción de queso duro, por lo cual se necesitan aproximadamente 4Kg de Cloruro de Calcio, siempre es recomendable diluir el cloruro de calcio por un factor de cerca de diez, aunque se trate

de una preparación comercial, para facilitar la uniformidad de su concentración en todo el volumen de la leche. Es decir, que se deberá pesar la cantidad correspondiente y disolverla en al menos diez veces la cantidad de agua limpia, desde el punto de vista microbiológico (agua purificada). En pocas palabras, para diluir los 4Kg de Cloruro de Calcio, se necesitan 40Kg de agua.

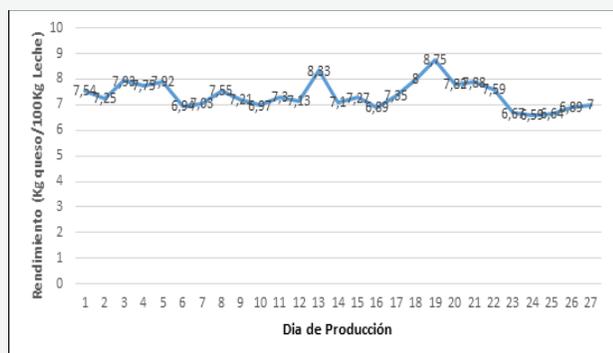


Figura 2: Rendimiento del Queso Blanco durante el mes de Abril (Kg queso/100Kg leche) 2019.

Fuente: Salcedo et al. (2019)

Tabla 2: %Rendimiento en el proceso de obtención del Queso Duro para el mes de Abril 2019.

Kilogramos TEORICOS	84.787
Kilogramos REALES	80.252
DIFERENCIA	4.536
% PERDIDA	5,35
%Rendimiento	94,65%

Fuente: Salcedo et al. (2019)

Al verificar los valores obtenidos entre los kilogramos teóricos y los kilogramos reales; en la tabla 1, se observa que el porcentaje de rendimiento para el mes de abril fue de 94, 65%, es decir, que el rendimiento de dicho mes estuvo por encima de lo esperado por la empresa, ya que ellos estipulaban aproximadamente un 90% de rendimiento. Es importante señalar que el rendimiento se calculó con la siguiente ecuación:

$$\%R = \frac{\text{Kg de Queso Reales}}{\text{Kg de Queso Teóricos}} \times 100 \quad \text{ec. 1}$$

En la figura 3 se puede observar que los resultados observados de rendimiento del queso duro (Kg de queso/100Kg de leche) durante el mes de mayo de 2019 son

mucho mejores que los obtenidos durante el mes de abril. Siendo los valores más resaltantes los obtenidos los días 19 y 20 (6,2Kg de queso/100Kg de leche), es decir que la corrección de la dilución del cuajo permitió aumentar el rendimiento del queso blanco duro, incluso por debajo de la media establecida por la empresa. Sin embargo, el punto más alto de dicho mes se encontró el día 15, siendo de 7,5Kg de queso/100Kg de leche, debido a pequeños problemas de refrigeración, en la unidad receptora de leche, que hicieron que la acidez de la materia prima aumentara un poco y por ende se viera afectado el rendimiento.

En cuanto al porcentaje de rendimiento del queso, se observó que hubo un incremento, debido a que los kilogramos teóricos que se debieron obtener eran de 38,848Kg, sin embargo, con la aplicación de las medidas correctivas se logró obtener un total de 38,248Kg, por ello el porcentaje de rendimiento fue del 98,45%

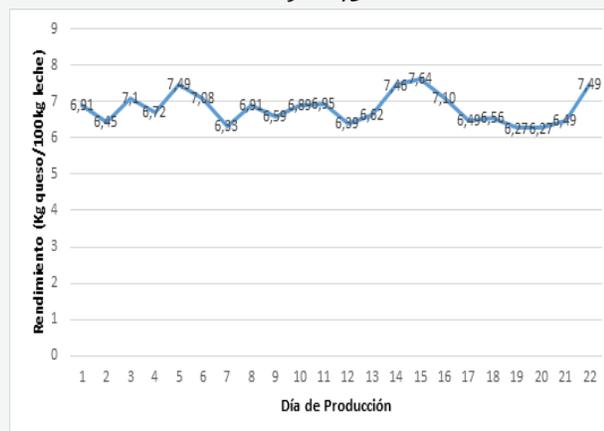


Figura 3: Rendimiento del Queso Blanco durante el mes de Mayo (Kg queso/100Kg leche) 2019.

Fuente: Salcedo et al. (2019)

Tabla 3: %Rendimiento del Queso Duro para el mes de Mayo.

Kilogramos Teóricos	38,848
Kilogramos REALES	38,248
DIFERENCIA	600
% PERDIDA	0.15
%Rendimiento	98,45

Fuente: Salcedo et al. (2019)

Conclusiones

La implementación de las medidas correctivas, referentes a la dilución del cuajo, durante el proceso de producción del queso blanco duro, permitió aumentar el porcentaje de rendimiento en el mes de Mayo (98.45%), con respecto al mes de Abril (94,65%), siendo estos resultados positivos para la empresa.

Se logró mejorar el rendimiento quesero durante el mes de mayo de 2019, siendo este de 6,2 kg de queso/100Kg de leche, con respecto al rendimiento obtenido durante el mes de abril de 2019 que fue de 7,89 Kg queso/100Kg leche.

Referencias

- 1- Norma Venezolana COVENIN 3821:2003, Queso Blanco, segunda revisión. Caracas, Venezuela: Fondonorma.
- 2- Dumais, R. (2002). Ciencia y Tecnología de la Leche: Principios y Aplicaciones. Universidad Austral.
- 3- Araujo, C.; Guerrero, E. (1999). Leche y derivados lácteos. Editorial Miguel.
- 4- Emmons, D. (2002). Definition and expression on cheese yield.factors a.ffectingthe yield of cheese. Chile: Universidad Austral. Ediciones y Mundi-Prensa. 227 p.
- 5- Alais, Ch. (1999). Ciencia de la leche. Editorial Acribia. Barcelona, España. 875 p.
- 6- Dalla, C. (2015). Rendimiento Quesero Teórico y Real de la Leche de La Cuenca de Villa María, Córdoba. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Católica de Córdoba. Argentina.
- 7- Neira, M. B. (2002). Estudio del rendimiento quesero teórico a través de ecuaciones predictivas y su correlación con el rendimiento práctico, en queso chanco industrial (tesis de investigación), Chile: Universidad Austral. pp. 241-255.
- 8- García, A.; Casado, C.; (1993). La calidad de la leche y factores que la influyen. Industrias lácteas Españolas.81: 298 pp Caracas Venezuela. 287p.
- 9- Guerrero, J. (2010). Características físicoquímicas de la leche y su variación. Estudio de caso, Empresa de Lácteos El Colonial. Facultad de Ciencia Animal. Universidad nacional Agraria. León, Nicaragua.
- 10- Inda, A. (2000). Optimización del rendimiento en la industria quesera. Saltillo, Coahuila. México.