

# Evaluación de la fuerza y rendimiento de 4 cuajos comerciales utilizados para la elaboración de cuajada a partir de leche de vaca

Sandra Marcela. García Serpas<sup>1</sup>, Gabriella Alejandra Guevara Ponce<sup>2</sup>,  
Juan Manuel Pérez Gómez<sup>3</sup>, Carlos Gerardo Vásquez Gallardo<sup>4</sup>

## Resumen

Esta investigación se considera de interés por que viene a solucionar el problema de poca información que se tiene de la calidad de los diferentes cuajos que se comercializan en El Salvador y esta materia prima puede marcar una importante diferencia en la calidad del producto final y a su vez eficiencia en la producción. Es por eso que se evaluaron 4 diferentes tipos de cuajo líquidos y sólidos, de los cuales se realizaron 10 réplicas por cuajo utilizando 3.5 botellas de leche cruda de vaca por réplica, y dieron como resultado que el cuajo líquido microbiano proveniente de México es el más eficiente en relación tiempo-peso, ya que obtuvo un peso mayor de 455.77 g. y un tiempo menor de 10 minutos. También se pudo concluir que el cuajo con menos eficiencia fue el cuajo líquido microbiano proveniente de El Salvador, ya que fue el menos rendimiento en peso obtuvo y más tiempo tardo en coagular la leche cruda.

## Palabras clave:

Leche, leche de vaca, cuajo, peso, rendimiento, tiempo y fuerza de cuajo.

## Abstract

This research is considered of interest because it comes to solve the problema of the little information that is held about the quality of the different rennets that are marketed in El Salvador and this raw material can make an important difference in the quality of the final product and in turn efficiency in production. That is why 4 different types of liquid and solid rennet were evaluated, of which 10 replicates per rennet using 3.5 bottles of raw cow's milk per replicate, and resulted in microbial liquid rennet coming from Mexico being the most efficient in time-weight ratio, as it obtained a weight greater than 455.77 gr and a time shorter than 10 minutes. It was also possible to conclude that the least efficient rennet was the microbial liquid rennet from El Salvador, since it was the least yield in weight obtained and the longer it took to coagulate raw milk.

## Keywords:

Milk, cow's milk, rennet, weight, yield, time and strength of rennet

<sup>1</sup> Egresada Ingeniería en Alimentos. e-mail: 201401078@ujmd.edu.sv

<sup>2</sup> Egresada Ingeniería en Alimentos. e-mail: 201501555@ujmd.edu.sv

<sup>3</sup> Asesor de Forma y Contenidos. e-mail: jmperezg@ujmd.edu.sv

<sup>4</sup> Asesor Estadístico. Consultor en Investigación. e-mail: cgvasquezg@ujmd.edu.sv

## Introducción

**P**ara poder elaborar diferentes tipos de quesos una de las partes fundamentales es la coagulación, ya que el rendimiento de la cuajada depende de factores como el tipo de cuajo utilizado, su concentración, tiempo de coagulación, entre otros. La calidad quesera de la leche se puede definir como su actitud para obtener un buen queso, con un rendimiento satisfactorio, en condiciones de trabajo normales.

La industria láctea es una de las industrias alimenticias más avanzadas tecnológicamente debido a la explotación de la leche en los diversos productos obtenidos mediante una diversidad de procesos, que dan como resultado, productos nutritivos de mucha demanda y aceptación por los consumidores, quienes día a día buscan alimentos más nutritivos y que ofrezcan adicionales beneficios para la salud.

Esta investigación se considera de interés por que viene a solucionar la poca información sobre el rendimiento y calidad de los diferentes cuajos que se comercializan en El Salvador y esta materia prima puede marcar una importante diferencia en la calidad del producto final y a su vez eficiencia en la producción. Esta investigación científica posee utilidad teórica y práctica, ya que está basada en información bibliográfica que servirá como una fuente de consulta.

## Revisión de literatura

**Leche:** Se denomina leche a una sustancia líquida de color blanco, que proviene de la segregación de las glándulas mamarias

de la hembra de los mamíferos como puede ser: el ser humano, vaca, cabra, búfala, entre otras. Está formada por lactosa, glóbulos de grasa, sales inorgánicas, etc. y es comúnmente utilizada para la elaboración de productos conocidos como lácteos como lo son: quesos de todos los tipos, yogurt, bebidas a base de leche, leche fluida pasteurizadas en sus diferentes presentaciones, sorbetes y algunos productos de panadería.

**Pasteurización:** La pasteurización es una operación unitaria que consiste en aplicar calor a un producto para poder así matar todas las bacterias patógenas existentes y a su vez controlar la actividad enzimática presente. Y esto nos ayuda a que los productos sean inocuos, es decir, que sean seguros y aptos para el consumo humano, y a prolongar por más tiempo la vida útil de estos.

**Cuajos:** Se denomina cuajo a la sustancia que se encarga de coagular la leche. Puede encontrarse en presentación líquida o sólida. Es una mezcla de enzimas que hacen precipitar las proteínas contenidas en la leche. Utilizar cuajo solo es una manera de realizar todos los procesos de manera estándar, y se evita que la leche se puede coagular de manera ácida, pero este puede llevar a afectar la calidad del producto final.

**Cuajada:** El queso se define como el producto elaborado a partir de la cuajada de la leche de vaca o de otros animales, la cuajada se obtiene mediante la coagulación de la Caseína de la leche por acción de la enzima Renina, un ácido (generalmente Ácido Láctico), con o sin un tratamiento posterior de la cuajada por el calor, prensado, salado y/o maduración (fermentación) con microorganismos seleccionados. (POTTER, 1995).

## Metodología de la Investigación

La presente investigación se realizó en diferentes 4 fases o etapas, divididas en actividades concretas, presentadas a continuación:

- **Fase uno:** en esta fase se llevó a cabo la búsqueda de las investigaciones que se habían realizado previamente de este tema, para establecer la factibilidad de llevar a cabo la investigación.

- **Fase dos:** una vez se obtuvo toda la información de investigaciones previas y de los cuajos a utilizar. Se definió el tipo de investigación a realizar, sus variables, el método de obtención de datos y el sistema estadístico que se utilizó para el análisis de los datos.

- **Fase tres:** en esta fase se llevó a cabo el experimento, usando el método de bloques aleatorios y se realizaron todas las réplicas necesarias para que los datos fueran significativos y que la veracidad de la investigación aumentara. Luego de obtener los datos de

las pruebas, se procedió al análisis de estos, iniciando por la tabulación de las diferentes variables, luego se procedió al análisis de estos por medio de análisis de varianza (ANOVA) y también se comparó con el programa estadístico SPSS versión 22.

- **Fase cuatro:** esta fue la última fase de la investigación, consistente en evaluación de las diferentes hipótesis planteadas para determinar si éstas se aceptaban o rechazaban, generando una conclusión de la investigación. Y, por último, se establecieron las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

## Obtención de datos

La recolección de todos los datos de esta investigación se realizó por medio del diseño estadístico de bloques aleatorios en el cual se evaluaron: 4 tipos de cuajo, 3 en forma líquida y 1 en forma sólida. Realizándolo de esta manera:

Tabla 1: Representación de obtención de datos “Realizándola con la siguiente tabla de recolección de datos:”.

Variable	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Día 1				
Día 2				
Día 3				
Día 4				
Día 5				

Fuente: Elaboración propia.

## Discusión de resultados

En las siguientes tablas se muestran los datos obtenidos en las 3 variables: peso, tiempo y fuerza de cuajo.

**Tabla 2: Datos obtenidos para la variable peso (gramos)**

PESO	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Día 1	231.6	268	322.4	234.2
	241.7	304.6	289	312.4
Día 2	496	503	436.1	429.9
	419	437	445.4	361.6
Día 3	436	532.7	477.1	475.8
	420.3	474.9	438.3	434.3
Día 4	546.9	512.7	479.6	564.6
	505	409.5	408.5	469.4
Día 5	468.7	547.8	531.9	555.8
	473.4	567.5	491.7	501.1

Fuente: Elaboración propia.

Lo que se pudo observar en las tablas anteriores es que el único tratamiento/cuajo en el que su diferencia de medias obtenido con datos positivos es el tratamiento 2, lo cual

indica que es el tratamiento con el valor más alto en rendimiento en peso obtenido el cual es de 455.77 g en comparación con los otros 3 tratamientos/cuajos.

**Tabla 3: Datos obtenidos para la variable tiempo (minutos)**

TIEMPO	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Día 1	30	33	60	25
	24	16	38	15
Día 2	20	20	40	10
	25	23	40	15
Día 3	12	16	45	15
	19	10	41	10
Día 4	12	16	50	13
	12	11	40	14
Día 5	11	10	37	20
	10	11	37	15

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado se puede observar que el tratamiento considerado el menos eficiente en cuanto a tiempo debido a que obtuvo el valor promedio más alto es el tratamiento/cuajo 3 ya que su valor fue de 42,8000 se-

gundos esto en comparación con los otros tratamientos siendo el más eficiente o el que menos tiempo le tomo en coagular la leche el tratamiento 4 cuyo valor en promedio fue 15,2000 segundos.

**Tabla 4: Datos obtenidos para la variable fuerza de cuajo**

FUERZA	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Día 1	525,000	636,363.60	131,250	36,000,000
	656,250	1,312,500	207,236.40	60,000,000
Día 2	787,500	1,050,000	196,875	90,000,000
	630,000	913,044	196,875	60,000,000
Día 3	1,312,500	1,312,500	174,999.60	60,000,000
	828,947.40	2,100,000	192,073.20	90,000,000
Día 4	1,312,500	1,312,500	157,500	69,230,766
	1,312,500	1,909,090.80	196,875	64,285,710
Día 5	1,431,817.80	2,100,000	214,772.40	45,000,000
	1,575,000	1,909,090.80	196,875	60,000,000

Fuente: Elaboración propia.

El tratamiento/cuajo que por los datos obtenidos se pudo observar que para la variable fuerza de cuajo tiene el mayor valor es el tratamiento 2 cuyo valor es 1: 23,349

en comparación con tratamiento 3, de valor 1:3,095; tratamiento 4 de valor 1:8,957 y tratamiento 1 de valor 1:17,040.

## Análisis ANOVA

**Tabla 5: Análisis ANOVA para la variable peso (gramos)**

ORIGEN	Tipo III de suma de cuadrados	GL	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	145291.575 <sup>a</sup>	7	20755.939	16.915	.000
Interceptación	3808637.364	1	3808637.364	3103.778	.000
Bloques	142501.537	4	35625.384	29.032	.000
Tratamientos	2790.038	3	930.013	.758	.539
Error	14725.165	12	1227.097		
Total	3968654.105	20			
Total corregido	160016.740	19			

Fuente: Elaboración propia.

### Hipótesis:

- $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$
- $H_i: \mu_i \neq \mu_j$  para algún  $ij$ .

El resultado cae en zona de aceptación por lo tanto  $H_0$  se acepta, es decir al nivel de significación de 5 % no hay evidencia estadística que indique que las medias de los tratamientos de los pesos sean diferentes.

Tabla 6: Análisis ANOVA para la variable tiempo (minutos)

ORIGEN	Tipo III de suma de cuadrados	GL	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	13531.625 <sup>a</sup>	8	1691.453	121.451	.000
Tratamientos	2620.437	3	873.479	62.718	.000
Bloques	308.175	4	77.044	5.532	.009
Error	167.125	12	13.927		
Total	13698.750	20			
Total corregido		19			

Fuente: Elaboración propia.

### Hipótesis

- $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$
- $H_i: \mu_i \neq \mu_j$  para algún  $ij$ .

que al nivel de significación de 5 % hay evidencia estadística la cual indica que las medias de los tratamientos/cuajos 1,2 y 4 de los tiempos no son diferentes caso contrario con el tratamiento/cuajo 3 ya que a diferencia de los otros este si es diferente en los datos obtenidos.

### Análisis

El resultado cae en zona de rechazo por lo tanto la hipótesis  $H_i$  se acepta, es decir,

Tabla 7: Análisis ANOVA para la variable fuerza de cuajo

ORIGEN	Tipo III de suma de cuadrados	GL	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	4841488922.881 <sup>a</sup>	8	605186115.360	33.106	.000
Tratamientos	1189166974.216	3	396388991.405	21.684	.000
Bloques	214688595.064	4	53672148.766	2.936	.066
Error	219362428.401	12	18280202.367		
Total	5060851351.282	20			

Fuente: Elaboración propia.

### Hipótesis

- $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$
- $H_i: \mu_i \neq \mu_j$  para algún  $ij$ .

que al nivel de significación de 5 % hay evidencia estadística que indica que las medias de los tratamientos de los fuerzas de cuajo son diferentes.

### Análisis

El resultado cae en zona de rechazo por lo tanto la hipótesis  $H_i$  se acepta, es decir

## Conclusiones

Se pudo concluir que el tratamiento que resultó ser más eficiente en relación peso-tiempo fue el tratamiento 2 porque fue el que obtuvo menos diferencia significativa en tiempos y el mejor rendimiento en peso cuyo valor más alto fue 455.77 g. indica que ha quedado caseína suspendida que no fue posible coagular.

El tratamiento que presento los mejores resultados en cuanto a la variable fuerza de cuajo fue el Tratamiento 2 que correspondió a utilizar 0.30 ml de cuajo, con una fuerza de cuajo estimada de 14285.71 (1: 14 000) a 33333.33 (1: 33 000) versus el Tratamiento 3 que correspondió a utilizar 0.80 ml de cuajo, con una fuerza de cuajo estimada de 2678.57 (1: 2 000) a 3547.29 (1: 3 000).

## Recomendaciones

Dentro de las recomendaciones que se tienen es que se debe de monitorear siempre la temperatura de la leche al calentarla para no permitir que exceda los 40 °C para que

esta sea viable para coagular, tampoco que exceda los 25 minutos en lo caliente.

No exceder de la cantidad recomendada de uso del cuajo ya que esto afecta directamente al producto final en este caso la cuajada, y también así se evita el desperdicio innecesario de cuajo.

## Referencias

**BADUI DERGAL**, Salvador. *Química de los alimentos*. México: Pearson educación, 2006. ISBN: 970-26-0670-5.

**DUMAIS R, BLAIS J A AND CONRAD F.** *Queso. En: Ciencia y tecnología de la leche. Principios y aplicaciones*. AMITO, Jean. Zaragoza: Editorial Acricbia, 1991. pp. 24. ISBN: 9788420007137.

**RAMÍREZ LÓPEZ, C; VÉLEZ RUÍZ, J.** *Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad*. [En línea] México, 2012. [Fecha de consulta: 28 de marzo de 2020]

**Disponible en:** [https://www.researchgate.net/profile/Carolina\\_Ramírez\\_Lopez/publication/303959697\\_Quesos\\_frescos\\_propiedades\\_metodos\\_de\\_determinacion\\_y\\_factores\\_que\\_afectan\\_su\\_calidad/links/57601b6208ae227f4a3ee94e/Quesos-frescos-propiedades-metodos-de-determinacion-y-factores-que-afectan-su-calidad.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Carolina_Ramírez_Lopez/publication/303959697_Quesos_frescos_propiedades_metodos_de_determinacion_y_factores_que_afectan_su_calidad/links/57601b6208ae227f4a3ee94e/Quesos-frescos-propiedades-metodos-de-determinacion-y-factores-que-afectan-su-calidad.pdf)