



Tomo 06

Ingenierías

Evaluación de la Calidad Sanitaria del Queso Asadero Comercializado en el Mercado Municipal de Huejutla de Reyes, Hidalgo

M.E. Francisca Lagunes Olivares¹, M.C. Israel Estrada García²,
M.C. Juan Guerrero Castillo³, Ing. Filimon Avila Badillo⁴, M.C. Jorge Eduardo Cobos Velasco⁵, Ing. Diana Laura Hernández Maldonado⁶

Resumen— Este artículo presenta los hallazgos de un proyecto realizado en la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, enfocado en la evaluación de la calidad sanitaria del queso asadero vendido en el mercado municipal de Huejutla de Reyes, Hidalgo. Se llevó a cabo un análisis exhaustivo que incluyó la medición de coliformes totales, bacterias mesófilas aerobias, coliformes fecales, hongos y levaduras, E. coli y Salmonella spp. Se recolectaron muestras de cinco queserías ubicadas en Ozuluama, Tempoal y Tantoyuca Veracruz para comparar los resultados con los estándares establecidos por la NOM-121-SSA1-1994. Los análisis ANOVA, Fisher y Tukey revelaron diferencias significativas entre las medias. Tras contrastar los resultados con los límites normativos, se concluyó que el 100% de las muestras excedieron dichos límites, señalando una preocupante situación en la calidad sanitaria del queso asadero comercializado.

Palabras clave—Evaluación, Queso asadero, Calidad sanitaria, Análisis y Estándares.

Introducción

El queso asadero, es un queso fresco, típico mexicano de pasta hilada, con alto contenido de proteínas y agua, cuya venta constituye una de las actividades económicas más importantes del municipio de Huejutla de Reyes, Hgo. Sin embargo, no siempre el hecho de comprar local implica menor riesgo a la salud; debido a que el queso asadero es mayormente comercializado en mercados locales, se genera cierta incertidumbre sobre si los vendedores cumplen con las regulaciones sanitarias establecidas. Actualmente, el riesgo de tener enfermedades por transmisión alimentaria ha incrementado debido a la ingesta de productos locales contaminados por microorganismos patógenos. La realización de este proyecto se enfocó en cuantificar la calidad sanitaria del queso asadero que se comercializa en el mercado municipal de Huejutla de Reyes, Hgo; esto, mediante la realización de análisis microbiológicos que permitieron evaluar los resultados obtenidos usando una comparación por ANOVA mediante el software Spss Statistics con la finalidad de obtener la comparación de dichos resultados, con los límites microbiológicos permisibles establecidos en la NOM-121-SSA1-1994.

Metodología

Revisión de información bibliográfica

Durante la investigación para la elaboración de este trabajo, se inició con la definición de objetivos concretos que orientaron el propósito final del proyecto: obtener información relevante sobre la calidad sanitaria del queso. En este proceso, se identificó que la Norma Oficial Mexicana (NOM-121-SSA1-1994) establece las especificaciones sanitarias exigidas para quesos, ya sean frescos, madurados o procesados. Esta norma es de cumplimiento obligatorio en todo el país para individuos o entidades, tanto en su proceso de elaboración como en su importación.

Para llevar a cabo los análisis microbiológicos pertinentes, se recurrió a las Normas Oficiales para la preparación de diluciones destinadas a la evaluación microbiológica de alimentos. Además, se consideraron los trabajos previos de diversos autores que han abordado el queso asadero, a fin de respaldar y enriquecer la metodología empleada, incrementando la validez de los resultados obtenidos.

¹ La M.E. Francisca Lagunes Olivares es Profesora de microbiología de la carrera de Procesos Alimentarios en la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, México. francisca.lagunes@uthh.edu.mx

² El M.C. Israel Estrada García es Profesor de la carrera de Procesos Alimentarios en la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, México. israel.estrada@uthh.edu.mx
El M.C. Juan Guerrero Castillo es Profesor de la carrera de Procesos Alimentarios en la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, México. juan.guerrero@uthh.edu.mx

⁴ El Ing. Filimon Avila Badillo es Profesor de la carrera de Procesos Alimentarios en la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, México. filimon.avila@uthh.edu.mx

⁵ El M.C. Jorge Eduardo Cobos Velasco es Profesor de la carrera de Procesos Alimentarios en la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, México. jorge.cobos@uthh.edu.mx

⁶ Ing. Diana Laura Hernández Maldonado es egresada de la carrera de Ingeniería en Procesos Alimentarios de la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, México. 20191082@uthh.edu.mx

Descripción del diseño experimental

El diseño experimental se orientó a evaluar la calidad sanitaria de los quesos disponibles en el mercado municipal de Huejutla de Reyes. Para ello, se empleó un enfoque estadístico que facilitó la comparación de los resultados de pruebas microbiológicas con los valores críticos establecidos en la NOM-121-SSA1-1994. Este análisis permitió tomar decisiones respecto a confirmar o rechazar la hipótesis nula y alternativa. La hipótesis nula plantea la inexistencia de diferencias significativas entre los resultados de las pruebas microbiológicas del queso asadero y los límites microbiológicos establecidos por la normativa. En contraste, la hipótesis alternativa sostiene la presencia de diferencias significativas en estos resultados respecto a los límites establecidos.

El análisis de varianza (ANOVA) se realizó utilizando los datos de las pruebas microbiológicas, considerando el recuento de coliformes totales, bacterias mesófilas aerobias, hongos y levaduras expresados en UFC/gr en cajas Petri. El software Spss Statistics fue empleado para comparar y clasificar en subgrupos aquellos con diferencias significativas mediante el método Tukey.

Toma de muestras del queso asadero

Las muestras de queso asadero fueron recolectadas de manera aleatoria dentro del mercado municipal de Huejutla de Reyes, Hgo. Cada lugar de procedencia de los quesos, se consideraron como tratamientos, dando un total de 3. Para tener mayor precisión en el muestreo y en los análisis, se tomaron dos muestras de la región de Ozuluama y Tempoal, siendo la quesería “La virgencita” y la quesería “Oly” de Ozuluama. Y las queserías “Anita” y “Rosales” de Tempoal, ya que fueron los lugares con mayor presencia en el mercado. Y solo se tomó una muestra de la región de Tantoyuca, considerándose la quesería “Yazmin”, debido a que es el lugar que menos se repetía comparado con los anteriores.

Análisis microbiológicos en queso asadero

La evaluación de carga microbiana de bacterias mesófilas aerobias se realizó de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana (NOM-092-SSA1-1994) utilizando agar para cuenta estándar, y se contaron todas las colonias desarrolladas en cajas Petri, incluyendo las colonias puntiformes. Se realizó la prueba de coliformes totales conforme a la Norma Oficial Mexicana (NOM-113-SSA1-1994), utilizando agar rojo violeta bilis. Y se contaron las colonias color rojo oscuro.

La determinación de mohos y levaduras se realizó de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, utilizando agar papa – dextrosa. Después de 5 días, se seleccionaron aquellas placas que contenían entre 10 y 150 colonias, y en el caso de las cajas donde no se pudieron identificar todas las colonias, se expresaron como incontables.

Para el análisis de coliformes fecales y *Escherichia coli*, se siguió la Norma Oficial Mexicana (NOM-210-SSA1-2014), la cual indico usar como medio de enriquecimiento el caldo lauril triptosa en tubos de ensaye. Cuando se observó fermentación de lactosa en las campanas Durham, se realizó la prueba confirmativa en un mismo número de tubos positivos con caldo verde bilis brillante. Para determinar *E. coli*, los tubos con producción de gas en las campanas del caldo verde bilis brillante se inocularon con asa bacteriológica en tubos con caldo EC con MUG. Para la confirmación de *E. coli* en cajas Petri, los tubos con gas en las campanas del caldo EC fueron sembrados por estría cruzada en placas con Agar MacConkey. Finalmente, para la determinación de *Salmonella spp*, se utilizó como medio de enriquecimiento el caldo tetracionato y el caldo base selenito cistina. Las muestras se sembraron en cajas Petri por estría cruzada en agar Salmonella-Shigella. Las colonias de *Salmonella* son de color rosa pálido a incoloras que con el tiempo se van haciendo opacas más grandes y pueden presentar un punto central gris a negro.

Análisis comparativo de los resultados con la normatividad vigente

Microorganismos	Límite máximo permitido*
	QUESOS FRESCOS
Coliformes fecales (NMP/g)	100
<i>Staphylococcus Aureus</i> (UFC/g)	1000
Hongos y levaduras (UFC/g)	500
<i>Salmonella</i> en 25 g	NEGATIVO
<i>Listeria monocytogenes</i> en 25 gr	NEGATIVO

Cuadro 1. Límites máximos permitidos en quesos frescos (NOM-121-SSA1-1994).

En el Cuadro 1 se presentan los valores de referencia de la clasificación de quesos frescos según la NOM-121-SSA1-2010. Esto se utilizó para comparar las medias, ya que el queso asadero, por lo general, no requiere maduración y suele ser consumido poco después de su elaboración.

Resultados

Los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos se cotejaron con lo definido en la (NOM-121-SSA1-1994). Estos se expresaron en UFC/gr para coliformes totales, bacterias mesófilas aerobias y hongos y levaduras. Y en NMP/gr para lectura de tubos de ensaye para análisis de coliformes fecales y de *E. coli*.

Quesería	\bar{X} de UFC/gr de mesófilos aerobios	\bar{X} de UFC/gr De coliformes totales	"Evaluación de la calidad microbiológica del queso asadero elaborado y comercializado en Villa Ahumada, Chihuahua, México". (Calderón, et al. 2017)		Límite Permisible NOM-121-SSA1-1994
			Mesófilos aerobios	Coliformes totales	
"La Virgencita"	2.07E+06 ó 2073600 ^a	1.26E+03 ó 1260 ^a	Queso 1 3430 UFC/gr	Queso 1 320 UFC/gr	<100 UFC/g ó UFC/ml
"Rosales"	1.60E+06 ó 1598000 ^a	1.01E+04 ó 10100 ^a	Queso 2 1680 UFC/gr	Queso 2 280 UFC/gr	
"Yazmin"	3.12E+06 ó 3119000 ^a	6.00E+01 ó 60 ^a	Queso 3 23600 UFC/gr	Queso 3 310 UFC/gr	
"Oly"	1.03E+06 ó 1029000 ^a	0.00E+00 ó 0 ^b	Queso 4 28500 UFC/gr	Queso 4 3800 UFC/gr	
"Anita"	2.40E+05 ó 240200 ^a	0.00E+00 ó 0 ^b	Queso 5 2930 UFC/gr	Queso 5 330 UFC/gr	

Cuadro 2. Comparación de coliformes totales y mesófilos aerobios con la NOM-121-SSA1-1994.

Los resultados del cuadro 2, muestran que estadísticamente si existen diferencias significativas entre las queserías, para las medias de coliformes totales. Por otro lado, se observó que en las muestras de la quesería "Oly" y la quesería "Anita" no hubo crecimiento microbiano para coliformes totales en caja Petri. Demostrando así, que las dos queserías pertenecientes a Ozuluama "La Virgencita" y "Rosales" superaron por mucho el límite permisible de coliformes totales y mesófilos aerobios. Estos resultados son similares a los obtenidos por (Calderón, et al. 2017) los cuales hacen especial énfasis sobre que los coliformes totales son evidencia de la mala calidad sanitaria del queso asadero que llega al consumidor.

Quesería	\bar{X} de UFC/gr de hongos y levaduras	\bar{X} de NMP/gr de coliformes fecales	"Estudio de vida útil del queso asadero" (Inungaray y Hernández, 2018)		Hongos y levaduras NOM-121-SSA1-1994	Coliformes fecales NOM-121-SSA1-1994
			Hongos y levaduras	Coliformes fecales		
"La Virgencita"	1.28E+07 ó 12806000 ^a	24 NMP/gr	>500 UFC/gr	Queso 1 T1 (10°C)= 2.8 T2 (20°C)= 2.8 T3 (30°C)= 4.6	500 UFC/gr	100 NMP/gr
"Rosales"	1.31E+07 ó 13130000 ^a	>110 NMP/gr	>500 UFC/gr	Queso 2 T1 (10°C)= 2.0 T2 (20°C)= 2.8 T3 (30°C)= 0.3		
"Yazmin"	8.76E+06 ó 8762250 ^a	0.92 NMP/gr	>500 UFC/gr	Queso 3 T1 (10°C)= 1.1 T2 (20°C)= 2.8 T3 (30°C)= ≥ 240		
"Oly"	1.73E+06 ó 1727000 ^a	NEGATIVO	>500 UFC/gr	NEGATIVO		
"Anita"	7.04E+05 ó 704100 ^a	NEGATIVO	>500 UFC/gr	NEGATIVO		

Cuadro 3. Comparación de hongos y levaduras y coliformes fecales con la NOM-121-SSA1-1994.

En el cuadro 3, se observó que la quesería “Anita” fue la muestra con el menor índice de crecimiento en hongos y levaduras. En el trabajo de Inungaray y Hernández (2018), la cantidad de mohos y levaduras fue >500 UFC/g. Los quesos de su estudio se almacenaron a tres diferentes temperaturas (10, 20 y 30°C). Al implementar otra metodología modificando las condiciones de tiempo y almacenado del queso, se genera el medio ideal para el desarrollo de hongos.

Por otro lado, para coliformes fecales, el queso asadero de la quesería “Rosales” fue el único que supero el límite establecido por la normatividad vigente, marcando un resultado >100 NMP/gr. En cambio, las queserías “Yazmin” y “La Virgencita”, tuvieron resultados admisibles dentro del límite, marcando 0.92 NMP/gr y 24 NMP/gr.

Quesería	Localización	NMP/gr	“Caracterización microbiológica de algunos Quesos tipo Chihuahua elaborados en Rio Grande, Zacatecas” (Cruz et al. 2022)	Límite Permissible NOM-121-SSA1-1994
"La Virgencita"	Ozuluama	24 NMP/gr	Queso 1: 6.8 NMP/gr	≤3 NMP/g o ml
"Rosales"	Tempoal	> 110 NMP/gr	Queso 2: 14 NMP/gr	
"Yazmin"	Tantoyuca	0.92 NMP/gr	Queso 3: 9.5 NMP/gr	

Cuadro 4. Comparación de *Escherichia coli* con la NOM-121-SSA1-1994.

Los resultados del cuadro 4, muestran que el queso asadero de la quesería “Rosales” y la quesería “La Virgencita” superaron nuevamente el límite permisible estipulado por la norma (≤ 3 NMP/gr). En cambio, solo la quesería “Yazmin”, obtuvo un resultado admisible dentro del límite, marcando 0.92 NMP/gr respectivamente. De acuerdo al trabajo realizado por (Cruz et al. 2022), muestra que los tres tipos de quesos, están fuera del límite establecido, aun cuando fueron menores a los resultados marcados en este trabajo.

Quesería	Localización	Salmonella en 25 g	“Evaluación de la calidad sanitaria de quesos crema tropical mexicano de la región de Tonalá, Chiapas” (Castillo et al. 2009)	Límite Permissible NOM-121-SSA1-1994
"La Virgencita"	Ozuluama	+	Queso 1: Ausente	NEGATIVO
"Rosales"	Tempoal	+	Queso 2: Positivo	
"Yazmin"	Tantoyuca	+	Queso 3: Ausente	

Cuadro 5. Comparación de *Salmonella spp* con la NOM-121-SSA1-1994.

En el cuadro 5, se observa que de los tres quesos analizados, las pruebas indicaron positivo a salmonella en todas ellas. Comparando con el estudio realizado por (Castillo et al. 2009), se observó que en la región de Tonalá, en el mes de marzo las temperaturas son superiores a 37°C, lo que favorece el desarrollo de microorganismos contaminantes.

Análisis

Con ayuda del software estadístico Spss Statistics, se realizó un Análisis de varianza (ANOVA). Además, de ejecutarse la comparación de medias por la prueba de Tukey, utilizando los resultados obtenidos por cada análisis, (coliformes fecales, mesófilos aerobios y hongos levaduras). Para confirmar el ANOVA, y cumplir con el objetivo del experimento (encontrar el o los mejores tratamientos de las muestras de queso), fue necesario confirmar o rechazar la hipótesis nula o la hipótesis alternativa. Esto se determinó con la prueba Fisher.

	Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F
Modelo corregido	Coliformes totales	522495200.000 ^a	8	65311900.000	1.723
	Mesófilos aerobios	103329803120000.000 ^b	8	12916225390000.000	2.767
	Hongos y levaduras	3950738402712799.000 ^c	8	493842300339100.000	3.496
Error	Coliformes totales	606518400.000	16	37907400.000	

	Mesófilos aerobios	74698965840000.000	16	4668685365000.000	
	Hongos y levaduras	2260110563785600.000	16	141256910236600.000	
Total corregido	Coliformes totales	1129013600.000	24		
	Mesófilos aerobios	178028768960000.000	24		
	Hongos y levaduras	6210848966498400.000	24		

Cuadro 6. Resultados del análisis estadístico (ANOVA).

En el cuadro 6, se observa que el valor de Fisher calculada para coliformes totales fue de 1.723 siendo menor al valor Fisher de tablas (2.591), por lo que se aceptó la hipótesis nula y se rechazó la hipótesis alternativa, lo que significa que no hubo diferencias significativas entre los resultados obtenidos y las queserías. Los valores de Fisher para mesófilos aerobios y de hongos y levaduras fueron de 2.767 y de 3.496, siendo ambos mayores al valor calculado de Fisher de tablas (2.591), por lo que para ambos se aceptó la hipótesis alternativa y se rechazó la hipótesis nula, lo que significa que si existieron diferencias significativas.

Conclusiones

Mediante análisis microbiológicos detallados de cinco muestras de queso asadero provenientes de distintas queserías, se evidenció que el 100% presentaba un elevado crecimiento microbiano. Los indicadores más prominentes de la calidad sanitaria detectados en estas muestras fueron las bacterias mesófilas aerobias, hongos y levaduras, junto con coliformes fecales. A pesar de ello, el análisis estadístico Tukey, con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, no reveló diferencias notables entre las medias obtenidas, a excepción de los coliformes totales en las queserías 'Oly' y 'Anita', donde no se registró crecimiento en ninguna dilución, excluyéndolas del análisis de coliformes fecales, *E. coli* y *Salmonella spp.*

Es crucial considerar que, aunque los quesos provienen del mismo proveedor, diversos factores externos impactan la calidad sanitaria del producto fuera de la cadena de producción. Estos abarcan desde el transporte y almacenamiento hasta las condiciones de higiene en el punto de venta.

Estos resultados subrayan la urgente necesidad de concientizar a los vendedores de queso en la región sobre las consecuencias para la salud derivadas de no cumplir con las regulaciones sanitarias adecuadas durante la producción y comercialización en distintas localidades.

Limitaciones

Un factor importante a considerar en el estudio fue delimitar el tamaño del experimento, es decir, al utilizar una muestra pequeña de los quesos vendidos en el mercado local, fue difícil encontrar relaciones significativas entre las medias obtenidas en el diseño completamente al azar (ANOVA), ya que las pruebas estadísticas requieren un tamaño de muestra lo suficientemente grande para asegurar la representatividad y fiabilidad en el estudio. Además de considerar que análisis como *Staphylococcus Aureus* y *Listeria monocytogenes* se omitieron del trabajo por no contar con los equipos y reactivos suficientes para su realización.

Recomendaciones

Para profundizar en el estudio, resultaría beneficioso ampliar la muestra de queso asadero, incluyendo aquellos comercializados en distintas tiendas o supermercados. Esto nos permitiría no solo considerar su procedencia geográfica, sino también las empresas productoras, lo que brindaría un análisis más exhaustivo sobre la calidad sanitaria de los quesos distribuidos en nuestra región. Es esencial implementar medidas correctivas que responsabilicen a todos los productores de queso, asegurando la comercialización de productos que cumplan con rigurosas medidas de higiene. Este control debe abarcar toda la cadena de producción, desde el proceso de ordeño hasta la aplicación de una correcta pasteurización. Asimismo, se debe realizar una inspección detallada del envasado del queso para preservar sus características fisicoquímicas durante su transporte, almacenamiento y venta posterior.

Referencias

Quiroga Calderón, E., Borrego Ponce, B., Janacua Vidales, H., & Olguín Arredondo, H. (Diciembre 2017). El Centauro: Evaluación de la calidad microbiológica del queso asadero elaborado y comercializado en Villa Ahumada, Chihuahua, México, p. 10.

Castillo, P. A., Leyva Ruelas, G., J. G. C., & Santos-Moreno, A. "Evaluación de la calidad sanitaria de quesos crema tropical mexicano de la región de Tonalá, Chiapas" Revista Mexicana de Ingeniería Química, 19 de Enero de 2009.

Carrillo-Inungaray, M. L., & Mondragón-Hernández, F. “Estudio de vida útil del queso asadero”. Dirección de internet: <https://respyn.uanl.mx/index.php/respyn/article/download/291/272/542>.

Morales- Cruz J. a *; Méndez- Márquez R. O. b ; Favela- Vaquera M. E. (2022). “Caracterización microbiológica de algunos Quesos tipo Chihuahua elaborados en Rio Grande, Zacatecas”. Dirección de internet: <http://www.feb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume7/7/11/58.pdf>

Federación, D. O. NORMA Oficial Mexicana NOM-121-SSA1-1994, Bienes y servicios. Quesos: frescos, madurados y procesados. Especificaciones sanitarias. Dirección de internet: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4872312&fecha=23/02/1996#gsc.tab=0.

Federación, D. O. NORMA Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. Dirección de internet: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69536.pdf>

Federación, D. O. NORMA Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014, Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos. Dirección de internet: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5398468&fecha=26/06/2015#gsc.tab=0

Federación, D. O. NORMA Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. Dirección de internet: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4881226&fecha=13/09/1995#gsc.tab=0

Hernández, G. M. (Diciembre de 2002). Evaluación microbiológica del queso Cabaña. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/dc6cd678-6b9f-4432-b14e-0ce5adcdc313/content>

Apéndice

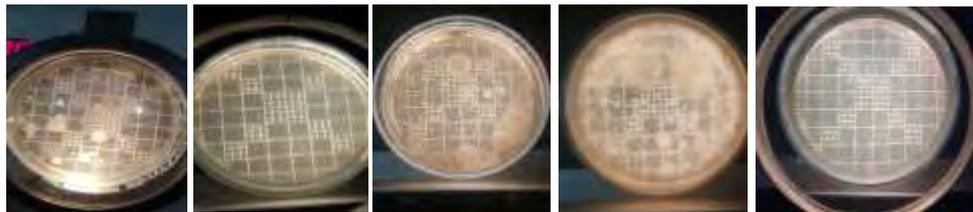


Figura 1. Cajas Petri de mesófilos aerobios a 10^{-1} de las muestras de queso de: (1) “La Virgencita”, (2) “Oly”, (3) “Yazmin”, (4) “Rosales” & (5) “Anita”.



Figura 2. Formación de gas en las campanas Durham, en los tubos con caldo verde brillante bilis, para coliformes fecales de las muestras de queso de (1) “Rosales”, (2) “Yazmin” & (3) “La Virgencita”.



Figura 3. Cajas Petri de *Salmonella* spp (Segunda siembra) de las muestras de queso de (1) “La Virgencita”, (2) “Rosales” & (3) “Yazmin”.