



<https://revistaagrociencia.wordpress.com/>

Artículo de investigación

DOI:10.5281/zenodo.10839277

Evaluación del proceso de elaboración de queso fresco con dos tipos de leche y su incidencia en parámetros productivos y calidad en la Asociación de Productores Agropecuarios de Nueva Concepción, Chalatenango, El Salvador

Evaluation of the process of making fresh cheese with two types of milk and its incidence on production parameters and quality in the Association of Agricultural Producers of Nueva Concepción, Chalatenango, El Salvador

Centeno-Pérez, C.A¹; Morán-Crespín, E.M¹; Rodríguez-Romero, B.E¹; Torres de Ortiz, B.E¹; Palacios, D.J²

RESUMEN

La investigación se desarrolló en la planta procesadora de lácteos de la Asociación de Productores Agropecuarios de Nueva Concepción (APANC de R.L.), ubicada en el Municipio de Nueva Concepción, departamento de Chalatenango, El Salvador. En el período de octubre 2018 a marzo del 2019. Evaluándose el proceso de elaboración de queso fresco con dos tipos de leche y su incidencia en parámetros productivos y de calidad. Para el análisis de los resultados se necesitaron un total de 72 muestras de leche; 36 del sistema de producción convencional y 36 del sistema de producción agroecológica. A todas las muestras se les realizaron análisis físico-químicos y microbiológicos. Durante el procesamiento del queso fresco se llenó una hoja de control para la línea de producción con leche convencional y agroecológica. Se registraron parámetros de producción según cada etapa del proceso. Al producto final (queso fresco) se le realizó análisis nutricional, microbiológico y de productividad. El análisis de los datos fue efectuado según el control estadístico de la calidad, mediante cartas de control como herramienta para el registro del proceso de producción de queso. Se tomó la media obtenida como referencia para comparar y verificar si cumplía con los parámetros de calidad según la Normativa Salvadoreña Oficial NSO 67.01.04:05 para quesos no madurados. Asimismo, los valores establecidos por la FAO y las tablas del INCAP. Se aplicó una prueba "T" para determinar si hay una diferencia significativa de la variable de productividad en la elaboración de queso fresco. Los análisis obtenidos demuestran que las variables químicas de la leche producida bajo un sistema de producción convencional se comportaron bajo control. Mientras que las variables microbiológicas la leche convencional presentaron menor cantidad de microorganismos mesófilos. No obstante, ambas leches se encontraron bajo control. Se constató que la leche agroecológica presenta mejor productividad en comparación a la leche convencional, aunque esta diferencia no es significativa estadísticamente ($p>0.05$). Se concluye que la productividad de los dos tipos de leches es similar.

- 1 Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. c-ristian93@hotmail.com; moranues93@hotmail.com; edenilson31@hotmail.com; blanca.bermudes@ues.edu.sv
- 2 Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. adejota@gmail.com

Palabras clave: Calidad del queso, análisis físico-químicos de la leche, sistema de producción convencional, sistema de producción agroecológica.

ABSTRACT

The research was developed at the dairy processing plant of the Association of Agricultural Producers of Nueva Concepción (APANC de R.L.), located in the Municipality of Nueva Concepción, department of Chalatenango, El Salvador. In the period from October 2018 to March 2019. Evaluating the process of making fresh cheese with two types of milk and its impact on production and quality parameters. For the analysis of the results, a total of 72 milk samples were needed; 36 from the conventional production system and 36 from the agroecological production system. Physicochemical and microbiological analyzes were performed on all samples. During the processing of the fresh cheese, a control sheet for the production line was filled with conventional and agroecological milk. Production parameters were recorded according to each stage of the process. The final product (fresh cheese) underwent nutritional, microbiological and productivity analysis. The data analysis was carried out according to the statistical quality control, using control charts as a tool for recording the cheese production process. The average obtained was taken as a reference to compare and verify if it met the quality parameters according to the Official Salvadoran Standard NSO 67.01.04: 05 for unripened cheeses. Likewise, the values established by FAO and INCAP tables. A "T" test was applied to determine if there is a significant difference in the productivity variable in the production of fresh cheese. The analyzes obtained show that the chemical variables of the milk produced under a conventional production system behaved under control. While the microbiological variables, conventional milk has the least number of mesophilic microorganisms. However, both milks were under control. Agroecological milk was found to have better productivity compared to conventional milk, although this difference is not statistically significant ($p > 0.05$). It is concluded that the productivity of the two types of milk is similar.

Keywords: Quality of cheese, physical chemical analysis of milk, conventional production system, agro ecological production system.

INTRODUCCIÓN

En El Salvador, la producción de leche es una de las principales actividades económicas; durante el año 2011, el rubro de la ganadería aportó un 17.7% al PIB agropecuario, equivalente a un 2.15% de aporte al PIB nacional. La producción está concentrada en los departamentos de la Unión, San Miguel y Chalatenango, y es destinada principalmente al procesamiento de derivados lácteos, venta directa al consumidor y consumo propio (MAG s.f).

Los procesos de producción pueden considerarse agroecológicos por la alimentación y el mínimo uso de fertilizantes y plaguicidas, lo que significa producir leche de bovinos a base de pastos (gramíneas) en lo posible nativas, con el aprovechamiento de otros forrajes verdes como leguminosas, el follaje de plantas arbustivas o árboles comestibles por el ganado, maximizando así el aprovechamiento de los recursos naturales renovables; pero sin deforestar ni degradar la vegetación y los suelos usados para este

propósito, más bien, protegiéndoles y restituyéndoles (Franco 2012).

La leche posee una composición equilibrada de nutrientes, tanto en azúcares, grasas y proteínas, como en micronutrientes minerales, vitamínicos y aminoácidos. Para los países en desarrollo, la importancia de la interacción en el aspecto nutricional reside en el consumo per cápita de leche fluida y derivados, cuyo valor igual a los 78.9 kg al año, incidiendo en la seguridad alimentaria de las familias salvadoreñas (FAO 2015).

La leche de vaca y sus derivados son alimentos básicos para la nutrición humana, por el alto valor nutricional y proteico que aportan, pero a su vez constituyen un producto inestable y perecible que se altera rápidamente, razón por la cual está sujeta a una fuerte reglamentación y control, ya que sus características fisicoquímicas (grasa, acidez, reductasa y densidad), y su pH de 6.6 - 6.8 la vuelven ideal para su contaminación, desarrollo bacteriano y vehículo

de transporte de cualquier tipo de enfermedades. Es una sustancia que posee todos los nutrientes necesarios para actuar como un perfecto medio de cultivo microbiológico en los que podemos encontrar microorganismos beneficiosos y bacterias lácticas, algunas son alterantes y otras perjudiciales para la salud tales como *E. coli.*, *Coliformes fecales*, *Coliformes totales*, *S. aureus*, entre otras (Zelaya 2010).

Por lo general los microorganismos patógenos disminuyen el valor nutricional, deteriorándola totalmente, causando mal olor, sabor y color. Esto representa un serio peligro para la salud de las personas. Por esta razón se debe aplicar correctamente las medidas de higiene en todo el proceso de elaboración de quesos, para evitar en lo posible que la leche cruda se contamine con bacterias causantes de enfermedades (Massoc 2008). En tal sentido con esta investigación se pretende comparar dos tipos de leche y determinar cómo influye en la calidad de la materia prima y en el producto final.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del estudio

La investigación se realizó en la planta procesadora de lácteos de la Asociación de Productores Agropecuarios de Nueva Concepción (APANC de R.L.), ubicada en la 12 Av. Sur, Barrió el Rosario, Municipio Nueva Concepción, Departamento de Chalatenango, El Salvador. Con las siguientes coordenadas geográficas:

latitud: 14°08 00 N, longitud: 89°18 00 O, altitud: 338 msnm; condiciones climáticas: temperatura: mínima 22°C, máxima 34°C, precipitación 1,700 mm/año. La temporalidad del estudio fue de octubre de 2018 a marzo de 2019.

El estudio se desarrolló partiendo de la comparación de dos tipos de leche de vaca, cuya principal diferencia radica en el sistema de producción utilizado. La primera de ellas es leche producida bajo un sistema convencional en que la alimentación consiste en raciones balanceadas a base de soya y maíz, acompañado de pocas porciones de forraje fresco o ensilado y muy poco pastoreo. El manejo profiláctico, control de parásitos y enfermedades, se establece en su totalidad con insumos veterinarios. La segunda es leche producida en un sistema agroecológico, basada en la utilización óptima de los recursos naturales, sin emplear productos químicos sintéticos, para lograr el cuidado del medio ambiente, basando la alimentación de su ganado en forrajes que incluyen especies vegetales y leguminosas que mejoran las características fermentativas a nivel ruminal, utilización mínima de raciones de concentrado y aporte de minerales. El manejo profiláctico, control de parásitos y enfermedades se realiza con algunos insumos veterinarios que se degradan fácilmente en el medio ambiente. La comparación de ambas leches se realizó a partir de las características físicas, nutricionales y microbiológicas mostradas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características de comparación para ambas leches.

Físicas	Nutricionales	Microbiológicas
Ph	Grasa	Reductasa
Temperatura	Lactosa	<i>Escherichia Coli</i>
Acidez	Proteína	Microorganismos <i>Mesòfilos</i>
	Extracto Seco Magro	
	Minerales	

Posteriormente se evaluó la línea de procesamiento de queso fresco en la cual se determinaron parámetros de productividad, así como la comparación de la

composición nutricional, física y microbiológica del producto elaborado con ambos tipos de leche (Cuadro 2)

Cuadro 2. Variables de comparación e interés para queso fresco.

Físicas	Nutricionales	Microbiológicos	Productividad
Humedad	Grasa	Microorganismos Mesófilos	Rendimiento
Ph	Proteína	<i>Escherichia Coli</i>	
	Ceniza		

Metodología de campo

Para el registro de datos de la materia prima se utilizaron un total de 72 muestras de leche de 50 ml cada una, dividido en dos grupos, 36 muestras provenientes de un sistema de producción convencional y 36 muestras de un sistema agroecológico. Estas fueron tomadas dos veces por semana, durante un período de 18 semanas, durante los meses de octubre de 2018 a marzo de 2019.

Los análisis de la leche (materia prima) se dividió en tres áreas: composición física (pH, temperatura y acidez); composición química o nutricional (grasa, proteína, minerales, lactosa y extracto seco magro); y la composición microbiológica (microorganismos mesofílos, *Escherichia Coli*. y *reductasa*), estos se realizaron en el laboratorio del departamento de Zootecnia de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Para la comparación de quesos, las variables analizadas fueron las siguientes: características físicas (humedad); composición nutricional (grasa, proteína y ceniza); y composición microbiológica (microorganismos mesofílos (RTM) y *Escherichia coli*).

Las determinaciones de las variables nutricionales del producto se realizaron en dos localidades: laboratorio de Bromatología del departamento de Química Agrícola de la Facultad de Química y Farmacia, UES, aquí se realizó el ensayo de determinación de grasa, humedad y ceniza en queso. Por su parte en el laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas, UES, se realizó la determinación de proteínas. En el caso de la determinación de *E. Coli* y recuento de mesofílos, se desarrollaron en el laboratorio del Departamento de Zootecnia de la Facultad de Ciencias Agronómicas,

UES.

La toma de datos se hizo por medio de una hoja de control, el registro se realizó al momento en el que los operarios iniciaban el proceso de elaboración de queso fresco. Dicha información se clasificó por etapas y se tomaron los datos para ambos tipos de leche. Al terminar los procesos de elaboración, se determinó la productividad, la cual fue cuantificada en kilogramos (kg), luego se tomaron 0.27 kg de muestra de ambos productos para el análisis y determinación de sus características nutricionales y microbiológicas.

Metodología de laboratorio

La determinación de las variables físicas, químicas o nutricionales, microbiológicas y productivas, así como sus unidades y métodos utilizados, se detallan para el Cuadro 3 las variables para la leche (materia prima) y en el Cuadro 4 se encuentran las variables correspondientes al queso fresco.

Metodología estadística

2.4.1. Cartas de control

Las cartas de control se utilizan en la industria para observar y analizar el comportamiento de un proceso a través del tiempo, para poder distinguir las variaciones del proceso y sus posibles causas comunes, para poder decidir las mejores acciones de control y de mejora en el proceso. Esta técnica hace uso de la media aritmética (línea central de la Carta de Control) de los valores semanales de una característica de calidad de interés, la cual fue cotejada con la Norma Salvadoreña Obligatoria para quesos no madurados (NSO 67.01.04:06).

Cuadro 3. Variables de interés para la leche.

Físicas		
Descripción	Unidad	Método
Ph		Potenciométrico
Temperatura	°C	Potenciométrico
Acidez	°D	Volumétrico
Nutricionales		
Descripción	Unidad	Método
Grasa	%	
Proteína	%	
Minerales	%	Multisensorial
Lactosa	%	
Extracto Seco Magro	%	
Microbiológicos		
Descripción	Unidad	Método
Microorganismos Mesófilos	Ufc/MI	Recuento de Microorganismos viables
Reductasa	N° Mo/MI	Azul de metileno
<i>Escherichia Coli</i>	Ufc/MI	Recuento de Microorganismos viables

Cuadro 4. Variables de interés para queso.

Físicas		
Descripción	Unidad De Medida	Método
Humedad	%	Gravimétrico
Ph		Potenciométrico
Nutricionales		
Descripción	Unidad De Medida	Método
Grasa	%	Babcock
Proteína	%	Kjeldhal
Ceniza	%	Gravimétrico
Microbiológicos		
Descripción	Unidad De Medida	Método
Recuento De Mesófilos	Ufc	Siembra En Placa
E. Coli	Ufc	Siembra En Placa
Productividad		
Descripción	Unidad De Medida	Método
Rendimiento	kgs	Gravimétrico

La Figura 1 es elaborada a partir de las siguientes ecuaciones:

$$LSC = \mu w + k\sigma w$$

$$LC = \mu w$$

$$LIC = \mu w - k\sigma w$$

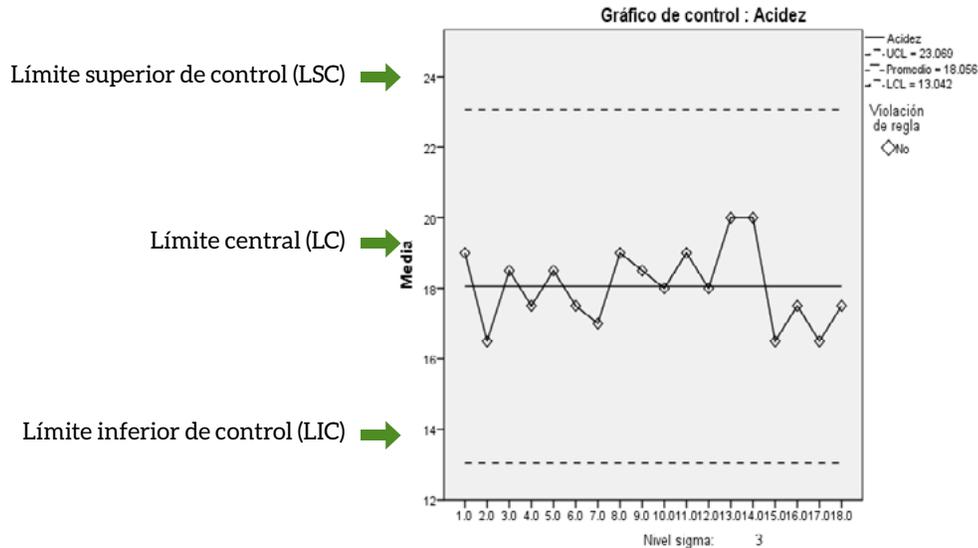


Figura 1. Gráfico representativo para el análisis de las cartas de control con su respectiva variable en estudio

En el eje horizontal se detallan las semanas de muestreos (1-18) y en el vertical se hace referencia a la unidad en la que se expresa cada característica de calidad, para lo cual en este ejemplo, la unidad es grado Dornic (°D).

En la Figura 1, la gráfica se puede dividir en dos partes: la primera es observar la cercanía de cada una de las muestras con respecto a la media del proceso y como confirmatorio tenemos la segunda parte en la que interviene la posición dentro o fuera del área de variación(LSC-LIC),por lo cual, si el valor de la muestra se ubica dentro del área delimitada, se confirma que el proceso está desarrollándose bajo control. En el caso que la muestra se ubique fuera del área de variación, se concluye que el proceso se encuentra fuera de control, por lo que hay que identificar cuáles son las causas de esa variación y aplicar las medidas correctivas necesarias (Interpretación de las cartas de control, 2012).

Prueba de t-Student

La prueba t-Student, se fundamenta en dos premisas; la primera: en la distribución de normalidad, y la segunda: en que las muestras sean independientes. Permittiéndonos comparar muestras, $N \leq 30$ y/o estableciendo la diferencia entre las medias de las muestras(Turcios, 2015).

A través de esta prueba estadística se comparó la cantidad de sólidos totales en ambas leches y permitió corregir estadísticamente, cuál de ellas proporciona mejores rendimientos. A continuación, se presenta el modelo matemático utilizado para el cálculo de “t” calculado:

$$|t| = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

Dónde:

Media Muestral μ_1

Media Poblacional μ_2

Desviación Estándar σ

Tamaño Muestra \sqrt{n}

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis físico de la leche

Acidez.

Tanto la leche convencional como la agroecológica se encuentran bajo control (Figura 2 y 3), debido a que todos los puntos se encuentran dentro del límite superior e inferior de control, para el caso de la leche

convencional se obtuvo una media de °D=18.056% y para la agroecológica fue de °D=14.80556%.

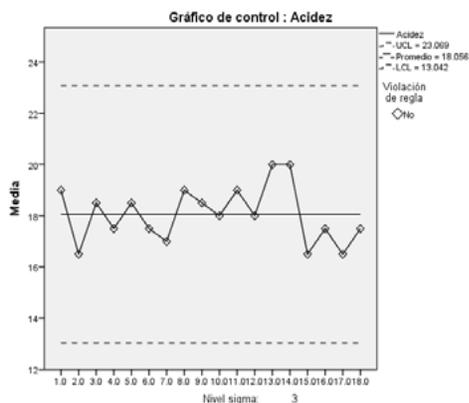


Figura 2. Media del porcentaje de acidez (°D) en la leche convencional.



Figura 3. Media del porcentaje de acidez (°D) en la leche agroecológica.

Según la NSO 67.01.01:06, para leche cruda de vaca, indica que debe tener una acidez=0.14-0.17%, la acidez (°D) promedio de la leche convencional fue 0.18%, por lo tanto, no se encuentra dentro de lo establecido por la norma, uno de los factores que se le puede atribuir el porcentaje de acidez encontrado en la leche es debido a que la cadena de frío no se mantiene en las leches convencionales, haciendo mezclas de leche fría con leche caliente que llega directamente del establo. En el caso de la leche agroecológica, el promedio de pH fue de 0.14%, factores como las buenas prácticas de ordeño higiénico y transporte, respetando la cadena de frío que contribuyen a mantener el grado de acidez dentro de los parámetros establecidos por la norma.

pH

La leche convencional se encuentra bajo control con respecto al porcentaje de pH con un promedio de 6.6017% (Figura 4). Mientras que en la leche agroecológica (Figura 5) se registra en la semana 10 que sobre pasa el límite inferior de control, y las semanas 13,15 y 16 sobre pasan el límite superior de control, por lo tanto, existe una variabilidad fuera de control y se obtuvo un promedio de 6.6964 %.

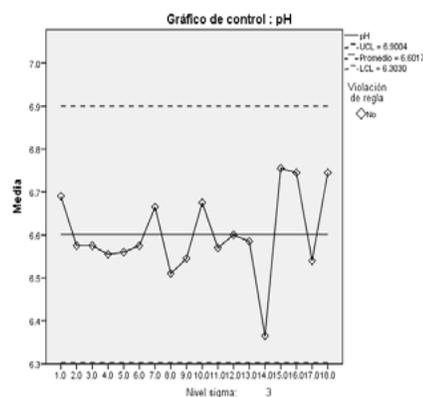


Figura 4. Medias del pH en la leche convencional.

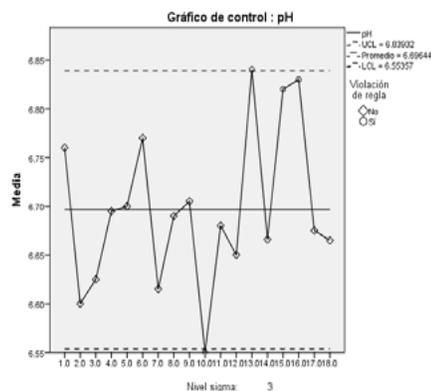


Figura 5. Medias del pH en la leche agroecológica.

Según la NSO 67.01.01:06 para leche cruda de vaca, indica que la leche normal debe tener un pH entre 6.4-6.7, por lo tanto, ambas leches se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma. Según Delgado (2016) el aumento del pH por encima de este valor es un indicador de la alcalinidad a causa de mastitis u otros factores y valores inferiores que indican presencia de calostro o descomposición bacteriana.

Análisis microbiológicos de la leche

Recuento total de mesófilos

La leche agroecológica presenta menor contenido de microorganismos mesófilos con promedio de 176,777 UFC/ml con una variación aproximada entre muestra de 90,000 UFC/ml (Figura 7). Sin embargo, la leche convencional presenta un proceso bajo control debido a que no violenta los límites críticos para ninguna de las muestras (Figura 6).

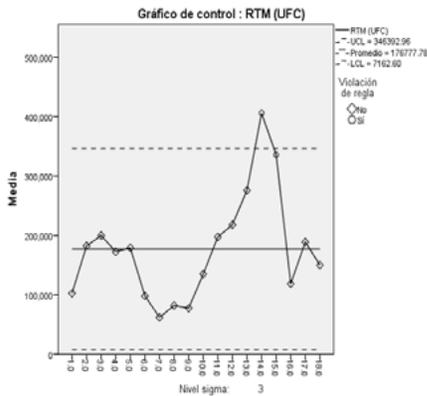


Figura 6. Medias del recuento total de mesófilos de la leche convencional.

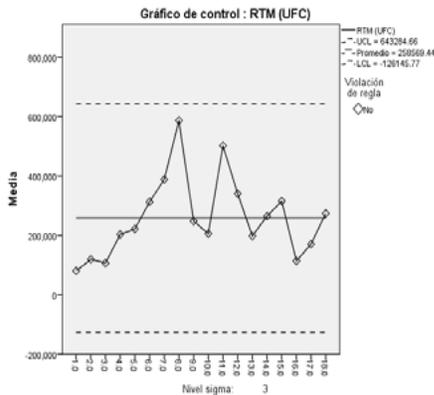


Figura 7. Medias del recuento total de mesófilos de la leche agroecológica.

Según la NSO 67.01.01:06 para leche cruda de vaca, se establece que una leche es grado A, cuando tiene un recuento menor o igual a 300,000 UFC por ml y es grado B cuando tiene mayor de 300,000 UFC y menor o igual de 600,000 UFC por ml de leche. Por lo tanto, de acuerdo al recuento total de mesófilos ejecutado ambas leches son clasificadas como grado A. Uno de

los aspectos que se le puede atribuir a estos resultados es la buena higiene del personal de ordeño, y la manipulación de la leche en el campo. Según Pinzon, (2006) “cuando se habla del tema de cómo determinar la calidad microbiológica de la leche cruda, se trata las diferentes clases de recuentos de bacterias haciendo énfasis en el recuento de bacterias mesófilas aerobias, considerado como la “prueba de oro” para evaluar la calidad higiénica de la leche”.

Prueba de reductasa

En la primera y segunda semana la leche convencional sobrepasa el límite superior de control (Figura 8), para el caso de la leche agroecológica (Figura 9), se observa que en la semana 14 sobrepasa el límite inferior de control, por tanto, ambas leches se encuentran fuera de control.



Figura 8. Medias de la prueba de reductasa de la leche convencional.



Figura 9. Medias de la prueba de reductasa de la leche agroecológica.

Según la NSO 67.01.01:06 la leche se clasifica como grado A cuando la reacción del azul de metileno es de 6

horas o más y grado B cuando es de 4 horas y menos de 6 horas, la leche convencional presenta un promedio 4.41 horas, mientras que la leche agroecológica de 5.86 horas. En este caso ambas leches con clasificadas como grado B, lo que se atribuye a un alto porcentaje de microorganismos presentes en las muestras de algunas semanas en vista a la alta presencia de microorganismos y bacterias lácticas.

Análisis nutricionales de leche

Grasa

Las medias obtenidas en el porcentaje de grasa en la leche convencional (Figura 10), se encuentran bajo control con un promedio igual a 3.7022%, mientras que para la leche agroecológica (Figura 11), podemos observar que no se encuentra bajo control, debido a que en la semana 12 se encuentra fuera del límite superior de control y se obtuvo un promedio de 3.9397%.

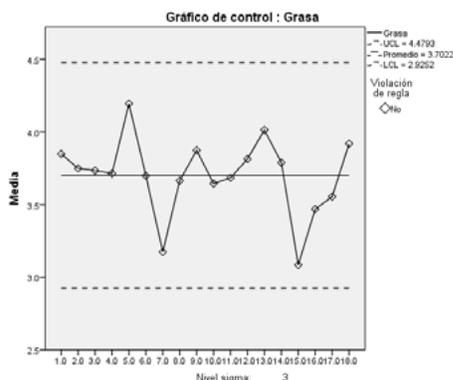


Figura 10. Medias del porcentaje de grasa en leche convencional.

Según la NSO 67.01.01:06 leche cruda, ambas leches cumplen con la norma, entre los factores a los que se le puede atribuir la diferencia del porcentaje de grasa es la alimentación en vista que cualquier explotación ganadera que utilice una formulación de concentrado encaminada a aumentar la producción de leche disminuirá el porcentaje de grasa y los diferentes parámetros nutricionales de la leche, así también una alimentación balanceada a base de forraje y raciones mínimas de concentrado como en el caso de la leche producida de manera agroecológica

incide en la formación de grasa. Según la FAO (2012), indica que las grasas constituyen alrededor del 3 al 4% del contenido sólido de la leche, pero el porcentaje de grasa de la leche de vaca varía según la raza y la alimentación del ganado.

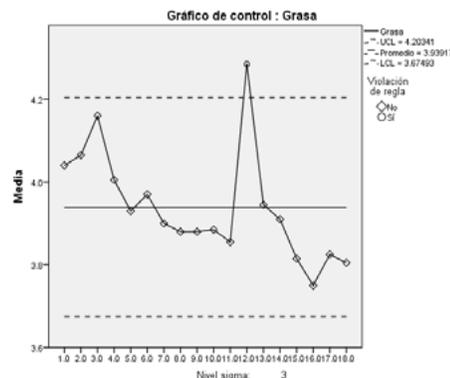


Figura 11. Medias del porcentaje de grasa en leche agroecológica.

Proteína

De acuerdo a los resultados obtenidos del porcentaje de proteína, el comportamiento de las medias para la leche convencional se observa en la Figura 12 que fue bajo control y con un promedio de 3.6964%, para el caso de la leche agroecológica presentó una variabilidad fuera de control para la semana 12 (Figura 13), con un promedio de 3.5047%.

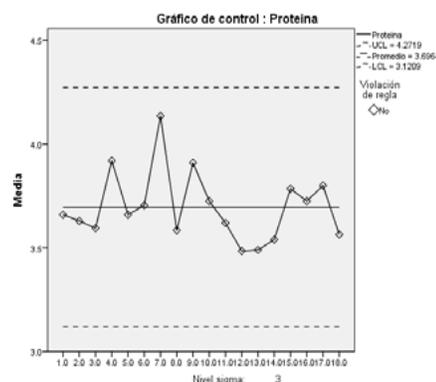


Figura 12. Medias del porcentaje de proteína en leche convencional.

La variación del porcentaje de proteína se le puede atribuir a una alimentación balanceada entre forraje y concentrado que la mayoría de ganaderías convencionales están empleando, pero las dos leches cumplen con el parámetro que establece la NSO

67.01.01:06 leche cruda de vaca que es de 3.2%. Según Bachman (1994), el exceso o deficiencias de fuentes de proteína en la dieta de una vaca, afecta la producción óptima de este nutrimento.

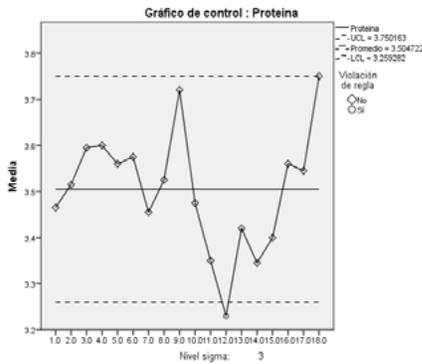


Figura 13. Medias del porcentaje de proteína en leche agroecológica.

Minerales

En la Figura 14 de medias del porcentaje de minerales de leche convencional, se observa que se encuentran bajo control, ya que todos los puntos aparecen entre el límite superior e inferior de control con un promedio de 0.3314%, para el caso de la leche agroecológica (Figura 15), se observa que en las semanas 8, 9 y 10 sobrepasa el límite inferior de control, y los puntos 12 y 14 el límite superior de control, por lo tanto, existe una variabilidad fuera de control con un promedio de 0.25847%.

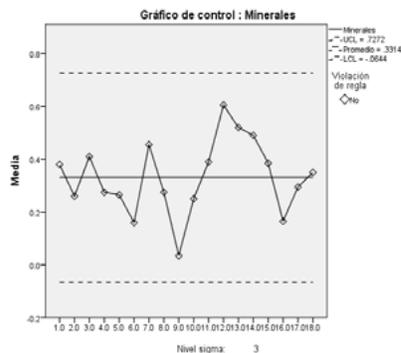


Figura 14. Medias del porcentaje de minerales en leche convencional.

De acuerdo a la NSO 67.01.01:06 de leche cruda, esta debe tener un valor de 0.70% de minerales, lo que indica que las leches no cumplen con lo establecido

por la norma. CARY (1994), afirma que los niveles de minerales y vitaminas en la leche pueden variar de acuerdo al tipo de dieta que son sometidos los animales.

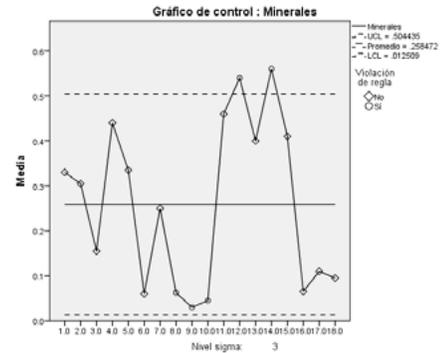


Figura 15. Medias del porcentaje de minerales en leche agroecológica.

Lactosa

La Figura 16 de medias sobre el porcentaje de lactosa en leche convencional, se encuentra bajo control con valor promedio de 5.5750%. En la figura 17 se presentan las medias obtenidas en el análisis de determinación del porcentaje de lactosa de leche agroecológica, esta no se encuentra bajo control, debido que la semana 13 se encuentra fuera del límite superior de control y se obtuvo un promedio de 5.23%.

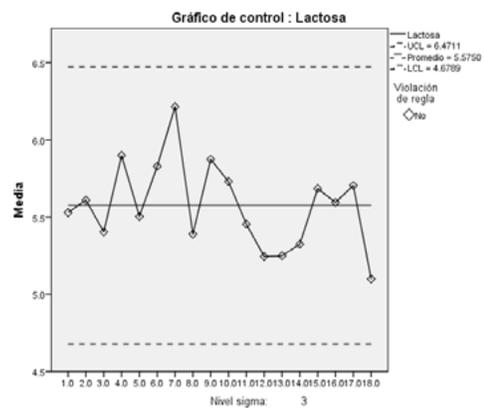


Figura 16. Medias del porcentaje de lactosa en leche convencional.

Según Martínez (2007), la concentración es muy constante, ya que cualquier aumento en la producción de lactosa se traducirá en un aumento del

volumen de leche, el factor que tiene más influencia en el contenido en lactosa de la leche es el consumo de energía. Según la FAO (2012), indica que el porcentaje de lactosa de la leche de vaca debe ser 5% y las dos leches en estudio se encuentran dentro de lo que indica la FAO.



Figura 17. Medias del porcentaje de lactosa en leche agroecológica.

Extracto seco magro (ESM)

En la Figura 18 del porcentaje de extracto seco magro, se encuentra bajo control para el caso de la leche convencional, con un promedio de 9.8808%, para el caso de la leche agroecológica (Figura 19) que se encuentra fuera de control, debido que en las semanas 2 y 11 sobrepasan el límite inferior de control, obteniéndose una media igual a 9.1322%.

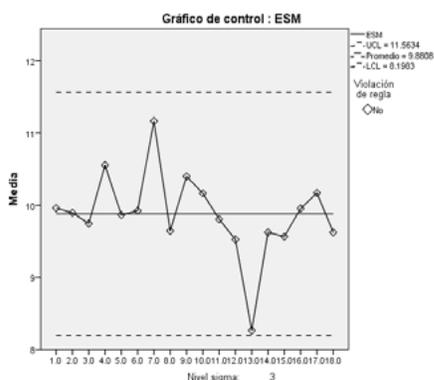


Figura 18. Medias del porcentaje de extracto seco magro en leche convencional.

El extracto seco magro (E.S.M.) de la leche está compuesto por el total de los sólidos menos la materia grasa, según la norma NSO 67.01.01:06 indica que la leche debe contener un porcentaje de 8.5%, por lo

tanto, los resultados de ambas leches, cumplen con lo que indica la norma.

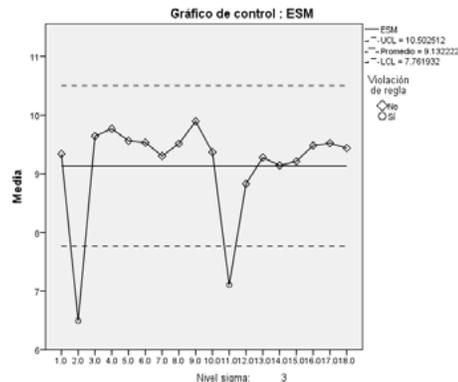


Figura 19. Medias del porcentaje de extracto seco magro en leche agroecológica.

Análisis microbiológicos del queso

Recuento total de mesófilos

En la Figura 20 y 21, observamos el comportamiento de las medias para el recuento total de microorganismos mesófilos bajo la técnica de siembra a profundidad en placa, presentando menor contenido el queso elaborado con leche convencional con un promedio de 213,205 UFC/g e indicando comportamientos normales para las cartas de control aplicadas. En el caso del queso elaborado con leche agroecológica el promedio ronda los 313,441 UFC/g con violaciones a los límites críticos en 3 muestras.

Los altos niveles de microorganismos mesófilos encontrados en todas las muestras de queso fresco, confirman la ausencia de condiciones higiénicas en la fabricación, los altos conteos se deben a deficiencias en una amplia serie de factores como: malas condiciones higiénicas de maquinaria, utensilios y malas prácticas de manufactura. Los parámetros de dichos microorganismos no se encuentran estipulados en la Norma Salvadoreña Obligatoria (NSO), ni en reglamentos o normas internacionales como RTCA y CODEX ALIMENTARIUS. Sin embargo, según Campuzano *et al.* (2015) “en éste grupo se incluyen todas las bacterias, mohos y levaduras capaces de desarrollarse a 35°C +/- 2°C en las condiciones establecidas. En este recuento se

estima la microflora total, sin especificar tipos de microorganismos, reflejando la calidad sanitaria de un alimento, las condiciones de manipulación y las condiciones higiénicas de la materia prima”.

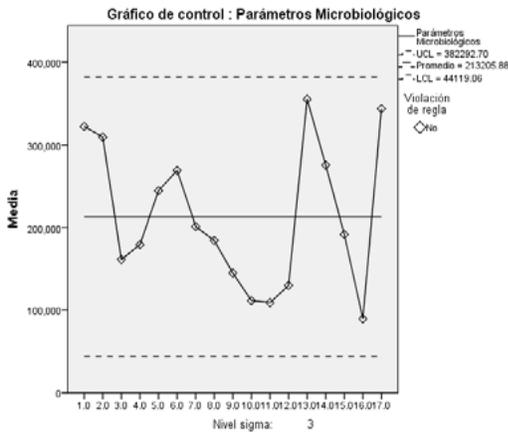


Figura 20. Medias del recuento de mesófilos en placa (RTM) en queso fresco con leche convencional.

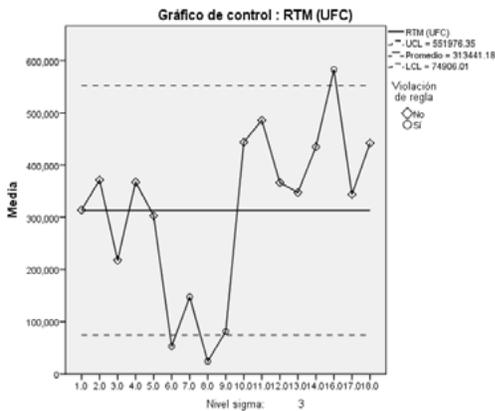


Figura 21. Medias del recuento de mesófilos en placa (RTM) en queso fresco con leche agroecológica.

Determinación de *Escherichia coli*

En la Figura 22 y 23, se presenta gráficamente la media aritmética del contenido de *Escherichia coli* de las muestras de quesos, pudiéndose observar que para el queso elaborado con leche convencional, se cumplen los límites críticos suponiendo secuencia normal de los resultados con un promedio de 315,264 UFC/g y una variación entre muestras de más o menos 158,000 UFC/g. En el caso de los resultados del queso agroecológico presentó mayor fluctuación logrando un promedio de 377,916 UFC/g.

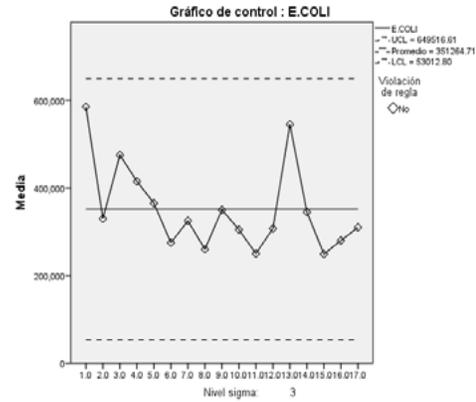


Figura 22. Medias de resultados de *Escherichia coli* en la dilución 4 del queso fresco con leche convencional.

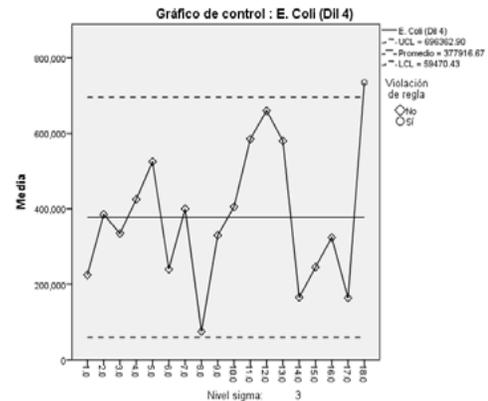


Figura 23. Medias de resultados de *Escherichia coli* en la dilución 4 del queso fresco con leche agroecológica.

En tal sentido y conociendo la naturaleza, composición, proceso y manipulación del producto, se realizó la determinación complementaria de uno de los indicadores sanitarios más importantes, como lo es *Escherichia coli* (Microorganismo mesófilo) que, según la OMS, 2018, la mayoría de las cepas de *Escherichia coli* son inofensivas. Sin embargo, algunas de ellas son productoras de toxina Shiga, y pueden causar graves enfermedades a través del consumo de alimentos contaminados. Como efecto la NSO 67.01.14.06 para criterios microbiológicos indica ausencia, en el caso de RTCA para criterios microbiológicos el límite máximo para queso no madurado es de <10 UFC/g. Dejando claro que en el proceso de elaboración el producto sufrió contaminación posiblemente por la manipulación.

Análisis nutricionales de queso fresco

Grasa en queso fresco

En la Figura 24 y 25, se presentan las medias del porcentaje de grasa en el queso fresco de la leche agroecológica y convencional, observándose que ambas leches se encuentran bajo control, ya que ningún punto sobrepasa el límite superior ni inferior de control. Los rangos presentan una variabilidad fuera de control en el porcentaje de grasa del queso elaborado con leche convencional, sin embargo, para el queso fresco de la leche agroecológica existe una variabilidad bajo control.

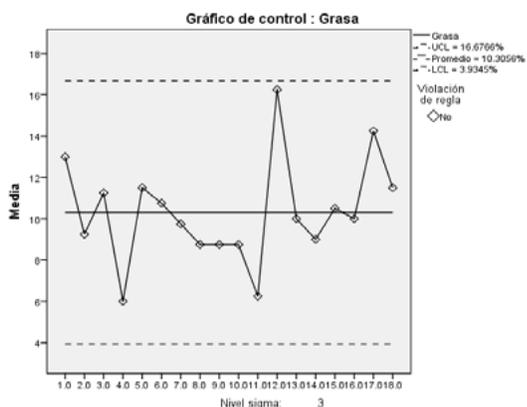


Figura 24. Media del porcentaje de grasa de queso fresco con leche convencional.

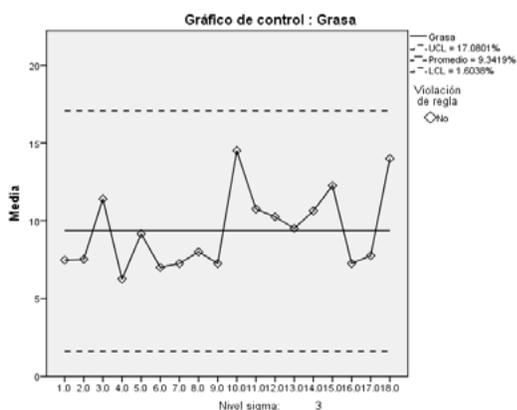


Figura 25. Media del porcentaje de grasa de queso fresco con leche agroecológica.

Los resultados obtenidos del porcentaje de grasa en el queso fresco elaborado con leche agroecológica las medias obtenidas se mantuvieron bajo control y

se obtuvo un valor promedio de grasa de 10.3056%, así mismo las medias obtenidas para el queso fresco elaborado con leche convencional las medias presentaron una estabilidad bajo control y se obtuvo un valor promedio de grasa de 9.3419%. Según la NSO 67.01.04:06 para queso no madurados, no indica el porcentaje de grasa que debe de contener los queso frescos, las variaciones del porcentaje de grasa se debe a la materia prima utilizada en la elaboración de queso, siendo la leche agroecológica que presentó mayor porcentaje de grasa con una variación de 0.24% en comparación a la leche convencional.

Humedad en queso fresco

El porcentaje de humedad en el queso fresco de la leche agroecológica (Figura 26), nos indica que se encuentra bajo control, pero el promedio de las muestras de la semana 8 incumple una de las reglas para la media, esto debido a que presenta 8 puntos consecutivos por debajo de la línea central. La Figura 27 de medias sobre el porcentaje de humedad en queso fresco con leche convencional, se encuentra bajo control ya que ninguno de los puntos sobre pasa el límite superior y el límite.

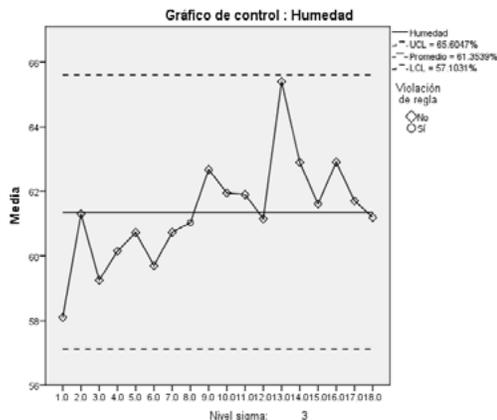


Figura 26. Media del porcentaje de humedad en el queso fresco de leche convencional.

De acuerdo a los resultados obtenidos del queso fresco elaborado con leche agroecológica se obtuvo un valor promedio de 61.35%, así mismo para el caso del queso fresco elaborado con leche convencional se registró un valor promedio de 62.84%, según la NSO 67.01.04:06 para queso no madurados, indica que el

queso fresco debe tener una humedad que ronde los 55% hasta un máximo de 70% del peso de su masa, por lo tanto, el queso fresco cumple con estos valores establecido por la norma, según Inda (2000), la vida de anaquel de un queso depende en gran medida de la actividad del agua y una de las estrategias fundamentales de la quesería es disminuir su valor durante la fabricación. La variabilidad del porcentaje de humedad en el queso fresco, corresponde a la experiencia del personal que lo elabora y a las exigencias de la planta, dado que a mayor humedad mayor peso de la masa comercializada.

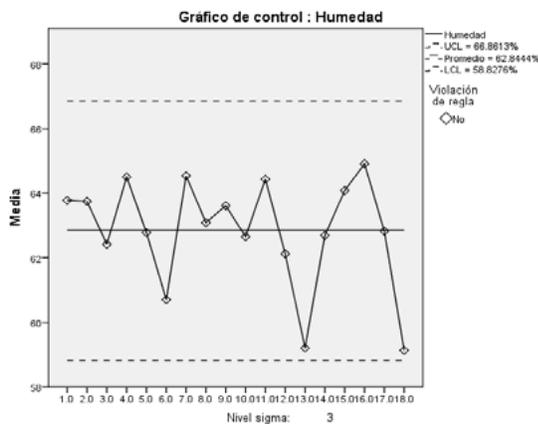


Figura 27. Media del porcentaje de humedad en el queso fresco de leche agroecológica.

Ceniza en queso fresco

El porcentaje de cenizas en el queso fresco de la leche agroecológica, no se encuentra bajo control debido que el promedio de la semana 17 sobrepasa el límite superior de control (Figura 28). La figura 29 de medias sobre el porcentaje de ceniza en queso fresco con leche convencional se encuentra fuera de control, ya que los promedios de la semana 17 y 18 sobre pasan el límite superior de control, indicando que existe mayor contenido de minerales en dichas muestras.

Los resultados obtenidos sobre las medias del porcentaje de cenizas del queso fresco con leche agroecológica reflejaron un valor promedio de 3.9317% y para el queso fresco con leche convencional de 4.0622%. Las tablas del INCAP (2012), indican que el queso fresco debe tener un porcentaje de ceniza igual a 4.10%, los datos promedio en el queso con

leche agroecológica y convencional no cumplen con lo requerido por las tablas del INCAP (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá). El contenido de cenizas en el queso fresco depende en gran medida de los minerales que se encuentran en la leche, por lo que en ambas leches el porcentaje de minerales no cumplió con los parámetros establecidos por la Norma NSO 67.01.01.06.

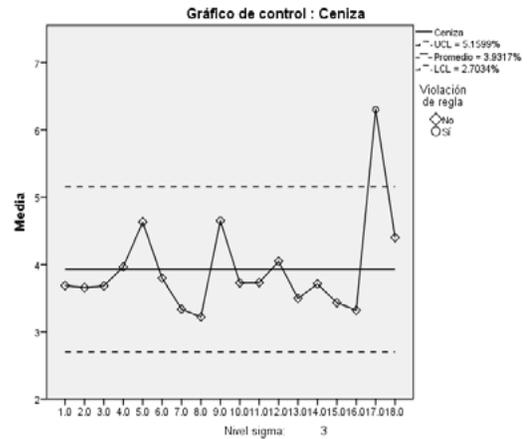


Figura 28. Media del porcentaje de ceniza en el queso fresco de leche convencional.

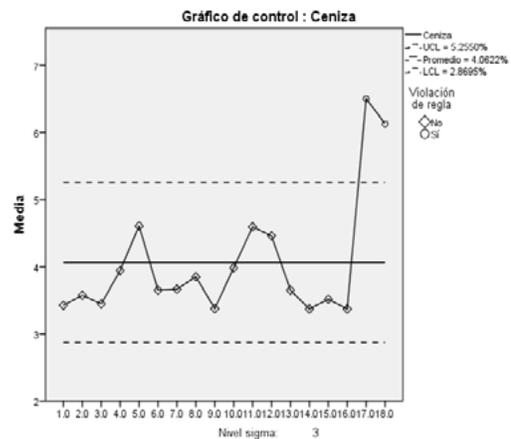


Figura 29. Media del porcentaje de ceniza en el queso fresco de leche agroecológica.

Proteína en queso fresco

En las Figuras 30 y 31, sobre el porcentaje de proteína del queso fresco de la leche agroecológica y convencional, se observa que los puntos se encuentran entre los límites establecidos a partir de la media aritmética de las muestras y se puede indicar que el proceso en general está bajo control.

Todos los promedios semanales varían entre 13% y 18% de proteína.

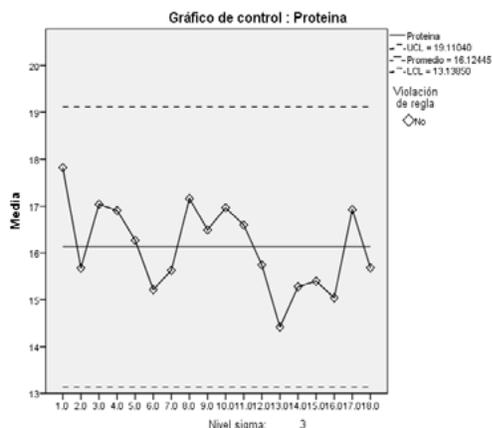


Figura 30. Media del porcentaje de proteína en el queso fresco de leche agroecológica.

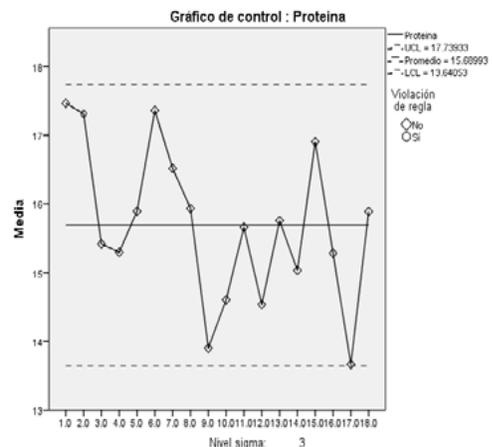


Figura 31. Media del porcentaje de proteína en el queso fresco de leche convencional.

El promedio de las medias del porcentaje de proteína para el queso fresco con leche agroecológica fue de 16.12%, mientras que para el elaborado con leche convencional fue de 15.68%, las tablas del INCAP (2012), indican que el queso fresco debe tener un

porcentaje de proteína igual a 17.50%, los datos promedio en el queso con leche agroecológica y convencional no cumplen con lo establecido debido que sus valores se encuentran por debajo de lo que determina las tablas del INCAP, los valores de proteína de un queso están determinados por la calidad de la leche, según Quezada (2003), los factores que afectan la calidad de la leche son la alimentación y el manejo; factores genéticos como la raza, enfermedades y entre los aspectos fisiológicos la fase y número de lactancias de la vaca.

Resultados productivos

Los rendimientos obtenidos de queso fresco elaborados con leche convencional y leche agroecológica (Cuadro 8), los resultados obtenidos con leche agroecológica, presento un valor promedio de 9.48 kg de 56.25 L de leche procesadas, por lo tanto, se necesita 5.93 L de leche para producir un kilogramos de queso fresco con la leche agroecológica. Para el caso de la leche convencional se obtuvo un promedio de 9.29kg de 56.25 L de leche obteniendo un rendimiento de 6.05L de leche para producir un kilogramo de queso fresco, Botero (2017), ganadero y líder de 'Slow Food', empresa española que fabrica quesos, señala que en general el rendimiento de este tipo de producción para queso es del 10%, es decir, por cada 10 litros de leche se saca un kg del derivado.

Prueba T

Para determinar si hay una diferencia significativa entre las medias de las dos leches se realizó una prueba estadística T-student, observando que las medias correspondientes a variable rendimiento (expresado en kg) son estadísticamente iguales.

Cuadro 8. Rendimientos de queso fresco.

Tipo de leche	Nº grupos	Muestras	Leche procesada (L.)	Total de Leche procesada (L.)	Media de producción (Kg)	Rendimiento (%)
Agroecológica	18	36	56.25	2.025	9.48	0.2782
Convencional	18	36	56.25	2.025	9.29	0.2726

Para el caso de leche agroecológica y convencional, el p-valor es igual a 0.174 y 0.176, respectivamente. Demostrándose estadísticamente que el rendimiento de ambas leches es semejante y no presenta diferencias significativas, al utilizarse en la producción de queso. Esto influenciado por la similitud en cuanto a las características químicas que ambas leches presentaron, lo cual ratifica lo mencionado por Kouba 2003, citado por Espinoza *et al.* (2009) que en la leche proveniente de sistemas convencionales y orgánicos, no se han constatado diferencias importantes en términos de composición química del producto entre ambos sistemas.

CONCLUSIONES

Los resultados nutricionales de la leche cumplen con los parámetros establecidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria de leche cruda (NSO 67.01.14.06), con excepción de la variable de minerales que en ambas leches no se cumple.

Según los resultados obtenidos en el recuento total de mesófilos (RTM), la leche convencional se clasifica como grado A y la agroecológica grado B, con respecto a la prueba de reductasa la leche convencional es grado B y la agroecológica grado A. Esto indica que ambas leches son de buena calidad microbiológica según la NSO 67.01.14.06.

Los análisis microbiológicos realizados en el queso fresco indican que ambos tienen presencia de UFC/g en el recuento total de mesófilos (RTM), presentando 100,235 UFC/g más el queso elaborado con leche agroecológica.

Los quesos convencionales y agroecológicos, se encuentran contaminados por *Escherichia coli*.

Con base a los análisis nutricionales realizados al queso fresco elaborado con leche convencional y agroecológica, estos no cumplen con los parámetros establecidos por la NSO 67.01.04:06 y tablas del INCAP.

De acuerdo a los rendimientos obtenidos durante la investigación, se logró identificar que

estadísticamente no existen diferencias significativas en la leche convencional y agroecológica, por lo que la productividad de ambas leches es similar.

BIBLIOGRAFÍA

- Bachman, K.C. 1994. Manejo de la composición de la leche. EUA, Florida. p.346.
- Botero, O. 2017. Cuántos litros de leche se necesitan para producir un 1 Kg de queso. (en línea). Arg. Consultado 6 jun. De 2019. Disponible en: <https://www.agromeat.com/208121/cuantos-litros-de-leche-se-necesitan-para-producir-un-1-kg-de-queso>
- Campuzano, S; Mejía D; Madero, C; Pabón, P. 2015. Determinación de la calidad microbiológica y sanitaria de alimentos preparados vendidos en la vía pública de la ciudad de Bogotá D.C. Tesis Ing., Bogotá, CO, UNAD. 83 p. Disponible en: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/nova/article/view/1708/1961>
- CARY, A. 1994. Composición de la leche y Valor Nutritivo. (en línea). Consultado 7 jun. De 2018. Disponible en: http://www.agrobit.com/Info_tecnica/Ganaderia/prod_lechera/GA000002pr.htm
- CONACYT 2006. Norma Salvadoreña Obligatoria 67.01.01.06. Productos Lácteos. Leche Cruda de Vaca. San Salvador, El Salvador.
- CONACYT 2006. Norma Salvadoreña Obligatoria 67.01.04:06. Productos Lácteos. Quesos no Madurados. San Salvador, El Salvador.
- CONACYT 2006. Norma Salvadoreña Obligatoria 67.01.14:06. Productos Lácteos. Norma General para Queso. Especificaciones. San salvador, El Salvador.
- Delgado, A.B. 2016. pH en la leche. (en línea). Consultado 22 Ago. 2019. Disponible en: <https://www.hannachile.com/blog/post/ph-en-leche>
- Espinoza J., Palacios A., Guerra D. y Gonzales D. 2009. La ganadería orgánica: Aspectos generales. Tesis PhD. Baja California Sur, México. UABCS. 53 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2012. (en línea). Composición de la leche. Consultado 7 jun. de

2018. Disponible en: <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/composicion-de-la-leche/es/>
- FAO 2015. Perspectivas alimentarias: Leche y productos lácteos. (en línea). Consultado 2 de abril de 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3915s.pdf>
- Franco 2012. Ganadería agro ecológica: Máxima producción al menor costo posible. (en Línea). Consultado 22 de agosto de 2018. Disponible en: <http://salesganasal.com/2012/03/05/ganaderia-agro-ecologica-maxima-produccion-al-menor-costo-posible/>
- INCAP (Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá). 2012. Tabla de Composición de Alimentos de Centro América. Guatemala. 2 ° ed. 126p.
- Inda Cunningham, AE. 2000. Inocuidad En La Industria De La Quesería. (en línea). Mex. Consultado 6 jun. De 2019. Disponible en: <http://www.industrialmecanica.com.ar/Inocuidad%20En%20La%20Industria%20De%20La%20Queseria.pdf>
- Interpretación de las cartas de control. 2012. (En línea). Consultado 16 sep. 2019. Disponible en: http://www.redinnovagro.in/pdfs/Referencias_bibliograficas.pdf
- Martinez Marín, AL. 2007. Factores nutricionales que afectan a la composición de la leche. (en línea). Col. Consultado 6 jun. 2019. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/factores-nutricionales-afectan-composicion-t27057.htm>
- Massoc P. 2008. Enfermedades Asociadas a los Alimentos (Ingles). Revista Chilena de infectología. V. 25. p.5.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). s.f. Caracterización de la cadena productiva de lácteos en El Salvador. 17p.
- OMS IT 2018. *E. coli*: Panorama (Web). Consultado: junio 23, 2019. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>.
- Pinzon Fernández, M.V. 2006. Recuento Microbiano de la Leche. Vol. I. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 200 pág.
- Quezada Vera, J. 2003. Factores que influyen en la calidad de la leche. PE. (En línea). Consultado 6 jun. De 209. Disponible en: <https://es.slideshare.net/jotarqv/factores-queminfluyen-en-la-calidad-delaleche>
- Turcios 2015. T-Student. Usos y abusos. (en línea). Consultado 27 de agosto de 2018. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-21982015000100009
- Zelaya 2010. Evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas de leche entera y pasteurizada comercializada en diferentes lugares de la ciudad de San Miguel. Tesis Ing. El Salvador, UES. 78p.