

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN**

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:**Código:**

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

DATOS DE LOS RESPONSABLES:**TÍTULO A OBTENER:** Ingeniero Agroindustrial**AUTORES:**

| Nombre, apellidos | Institución y dirección | Teléfono; E-mail | Firma |
|---|--|--|-------|
| Br. Cristian Alexander Centeno Pérez | San Pedro Puxtla, Ahuachapan | c-ristian93@hotmail.com 73218627 | |
| Br. Elías Enrique Moran Crespín | Santa Tecla, La Libertad | moranues93@hotmail.com 73109948 | |
| Br. Bryan Edenilson Rodríguez Romero | Nueva Concepcion, Chalatenango | edenilson31@hotmail.com 72768743 | |
| Ing. Agr. Msc. Blanca Eugenia Torres de Ortiz | Facultad de Ciencias Agronómicas, UES | blanca.bermudes@ues.edu.sv 22251506 | |
| Lic. Estad. Daniel de Jesús Palacios | Facultad de Ciencias Agronómicas, UES. | adejota@gmail.com 22251506 | |

Visto bueno:

Coordinador General de Procesos de Graduación del Departamento: Firma:
Ing. Agr. Carlos Enrique Ruano

Director General de Procesos de Graduación de la Facultad: Firma:
Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García

Jefe del Departamento: Firma:
Ing. Agr. Msc. Blanca Eugenia Torres de Ortiz

Sello:

Ciudad Universitaria, 22 de noviembre 2019

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO CON DOS TIPOS DE LECHE Y SU INCIDENCIA EN PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DE CALIDAD, EN LA ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS DE NUEVA CONCEPCIÓN CHALATENANGO.

Autores: Centeno-Pérez, C.A¹; Moran-Crespín, E.M¹; Rodríguez-Romero, B.E¹; Torres de Ortiz, B.E² y D.J Palacios².

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, durante el período de octubre 2018 a marzo del 2019. En el cual se evaluó 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; 36 de leche de sistemas de producción convencional y 36 de leche de un sistema de producción agroecológica, se les realizó 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 una en donde se utilizó leche agroecológica, se tomaron parámetros de producción según cada etapa del proceso y al producto final (queso fresco) se realizaron análisis nutricionales, microbiológicos y de productividad. El análisis de los datos fue efectuado mediante un control estadístico de la calidad, haciendo uso de las cartas de control como herramienta para el control 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 Normativa Salvadoreña Oficial NSO 67.01.04:05 para quesos no madurados, valores establecidos por la FAO y de las tablas del INCAP, se aplicó una prueba T para determinar si hay una diferencia significativa en 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, y las variables microbiológicas la leche convencional presenta la menor cantidad de microorganismos mesofilos, sin embargo ambas leches se encontraron bajo control. Se constató que la leche agroecológica presenta mejor productividad en comparación a la leche convencional, sin embargo estadísticamente son iguales, dado a que "p-valor en ambos casos es mayor a 0.05 la diferencia no es significativa, por lo que la productividad de ambas leches es similar.

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

EVALUATION OF THE PROCESS OF ELABORATION OF QUESO FRESCO WITH TWO TYPES OF MILK WAS EVALUATED, AS WELL, AS THE PRODUCTION AND QUALITY PARAMETERS OF THE ASOCIACION DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS DE NUEVA CONCEPCION.

Authors: Centeno-Pérez, C.A³; Moran-Crespín, E.M³; Rodríguez-Romero, B.E³; Torres de Ortiz, B.E⁴ y D.J Palacios⁴.

SUMMARY

The investigation took place at the dairy processing plant of the Asociación de Productores Agropecuarios de Nueva Concepción (APANC de R.L.), which is located in the municipality of Nueva Concepción, department of Chalatenango, during the period between October 2018 thru March of 2019. Where the process of elaboration of queso fresco with two types of milk was evaluated, as well, as the production and quality parameters; for the analysis of results 72 samples were used, 36 came from the conventional system of milk production and 36 from the agro ecological system, all samples passed chemical physical and micro biological analysis. During the queso fresco processing procedure, a quality control sheet was used for both the conventional and agro ecological system production line, production parameters were taken for every stage of the processing and to the final product (queso fresco) nutritional, micro biological and productivity analysis were made. The analysis of the data was effected using a statistical control of quality, the result of a media was used as reference to compare and verify that all parameters of quality of the Normativa Salvadoreña Oficial NSO 67.01.04.05 for non mature cheeses were met, as well as the values established by the FAO and the table by the INCAP. A T test was applied to determine if there is a significant difference of the production variable in the process of queso fresco. The analysis obtained show that the chemical variables of milk under the conventional production system process behaved under control. It was proven that agro ecological milk shows better productivity compared to conventional milk, but nevertheless they are the same statistically, where a value of P for both cases is higher than 0.05, the difference it's not significant and it shows that productivity for both milks is similar.

Key words: Quality of cheese, physical chemical analysis of milk, statistical control of quality, conventional production system, agro ecological production syst.

1. Introducción.

En El Salvador, la producción de leche es una de las principales actividades económicas, durante el año 2011, el rubro ganadería aportó un 17.7% al PIB agropecuario, equivalente a un 2.15% de aporte al PIB nacional, la producción esta concentrada en los departamentos de la Unión, San Miguel y Chalatenango y se destina 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 pesticidas, lo que significa entonces producir leche de bovinos, a base de pastos (gramíneas) principalmente, en lo posible nativos, y aprovechando también otros forrajes verdes como leguminosas o el follaje de arbustivos 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, protegiéndolos y restituyéndolos (Franco 2012).

La leche posee una composición equilibrada de nutrientes, tanto en azúcares, grasa y proteínas, como en micronutrientes minerales, vitamínicos y en aminoácidos. La interacción en el aspecto nutricional, su importancia reside en el consumo per cápita para los países en desarrollo 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, sustentado por el alto aporte nutricional y proteico, 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), su pH de 6.6-6.8 la vuelven ideal para su contaminación, desarrollo bacteriano y vehículo de transporte de cualquier tipo de enfermedades, siendo esta la sustancia que posee todos los nutrientes necesarios para actuar como un perfecto medio de cultivo microbiológico, de 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 su valor nutricional, deteriorándola totalmente, causando malos olores, sabor y color, lo que representa un serio peligro para la salud de las personas si se consume esa leche en este estado, por lo tanto, el valor económico disminuye. Por esta razón se debe aplicar correctamente las debidas medidas de higiene, en todo el proceso de elaboración de queso, de tal manera que se evite en lo posible que la leche cruda se contamine con bacterias causantes de enfermedades (Massoc P 2008). En tal sentido con esta investigación se pretende contrastar dos tipos de leche y como esta influye en la calidad de la materia prima y en el producto final.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. 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. Con las siguientes coordenadas geográficas: latitud: 14°08'00"N, longitud: 89°18'00"O, altitud: 338 msnm; condiciones climáticas: temperatura: mínima 22.0 °C, máxima 34°C, precipitación 1,700 mm/año. La temporalidad del estudio fue de 6 meses.

El estudio se desarrolló partiendo de la comparación de dos tipos de leche de vaca de las cuales la diferencia radica en el sistema de producción utilizado, la primera de ellas es leche producida de un sistema convencional en la cual 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 y control de parásitos y enfermedades, se establece en su totalidad con insumos veterinarios. Y la segunda es leche producida en un sistema de producción agroecológico, basan la alimentación de su ganado en forrajes a menudo con especies de leguminosas, utilización mínima de raciones de concentrado, aporte de minerales y mejoramiento ruminal con caldos orgánicos. El manejo profiláctico, control de parásitos y enfermedades se realiza con algunos insumos veterinarios de baja residualidad e insumos botánicos. 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 Temperatura Acidez | Grasa Lactosa Proteína Extracto Seco Magro Minerales | Reductasa <i>E. Coli</i> Microorganismos <i>Mesòfilos</i> |

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 | E. Coli | |
| | Ceniza | | |

2.2. 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, siendo 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, en los meses de octubre de 2018 a marzo de 2019.

Los análisis de la leche (materia prima) para las características de la composición física como: pH, temperatura y acidez; composición química o nutricional como: grasa, proteína, minerales, lactosa y extracto seco magro; y la composición microbiológica como lo es: microorganismos mesofilos, *E. Coli*. y *reductasa* fueron realizados 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 mesofilos (*RTM*) y *Echerichia coli*.

Las determinaciones de las variables nutricionales del producto se realizaron en dos localidades; en el laboratorio de Bromatología del departamento de Química Agrícola de la Facultad de Química y Farmacia, 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 se realizó la determinación de Proteínas. En el caso

de la determinación de *E. Coli* y recuento de mesófilos se desarrollaron en el laboratorio del Departamento de Zootecnia de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

La toma de datos durante el procesamiento se realizó por medio de una hoja de control (Ver anexo 1), 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 producción se determinó la productividad, la cual fue cuantificada en kgs, luego se tomaron 0.27 kgs de muestra de ambos productos para el análisis y determinación de sus características nutricionales y microbiológicas.

2.3. Metodología de laboratorio

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

Cuadro 3. Variables de interés para la leche.

| Físicas | | |
|---------------------------|---------------|-------------------------------------|
| Descripción | Unidad | Método |
| Ph | | Potenciometrico |
| Temperatura | °C | Potenciometrico |
| Acidez | °D | Volumetrico |
| Nutricionales | | |
| Descripción | Unidad | Metodo |
| Grasa | % | Multisensorial |
| Proteína | % | |
| Minerales | % | |
| Lactosa | % | |
| Extracto Seco Magro | % | |
| Microbiológicos | | |
| Descripción | Unidad | Método |
| Microorganismos Mesófilos | Ufc/MI | Recuento De Microorganismos Viables |
| Reductasa | N° Mo/MI | Azul De Metileno |
| <i>Echerichia Coli</i> | Ufc/MI | Recuento De Microorganismos Viables |

Cuadro 4. Variables de interés para queso.

| Físicas | | |
|------------------------|-------------------------|------------------|
| Descripción | Unidad De Medida | Método |
| Humedad | % | Gravimétrico |
| Ph | | Potenciometrico |
| 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 |

2.4. Metodología Estadística

2.4.1. Cartas de control.

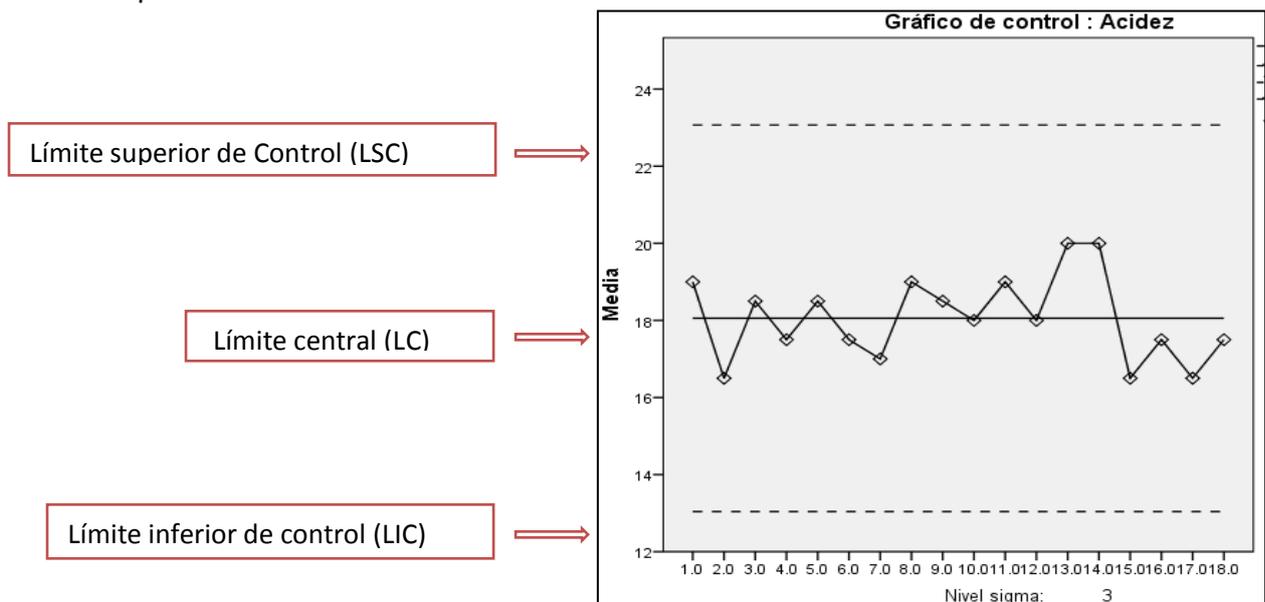
Esta técnica hace uso de la media aritmética (línea central de la Carta de Control) de los valores semanales de una característica de calidad de interés la cual fue cotejada con la Norma Salvadoreña Obligatoria para quesos no madurados (NSO 67.01.04:06).

Dicho grafico es elaborado a partir de las siguientes ecuaciones:

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

$$LC = \mu w$$

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



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, en este ejemplo la unidad son grados Dornic (°D).

La manera de dar lectura al gráfico 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), en tal sentido 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).

2.4.2. 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. Permitiéndonos 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}

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1. Análisis físico de la leche.

3.1.1. Acidez.

En la figura 1 y 2 se observa que tanto la leche convencional como la agroecológica se encuentran bajo control, 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%.

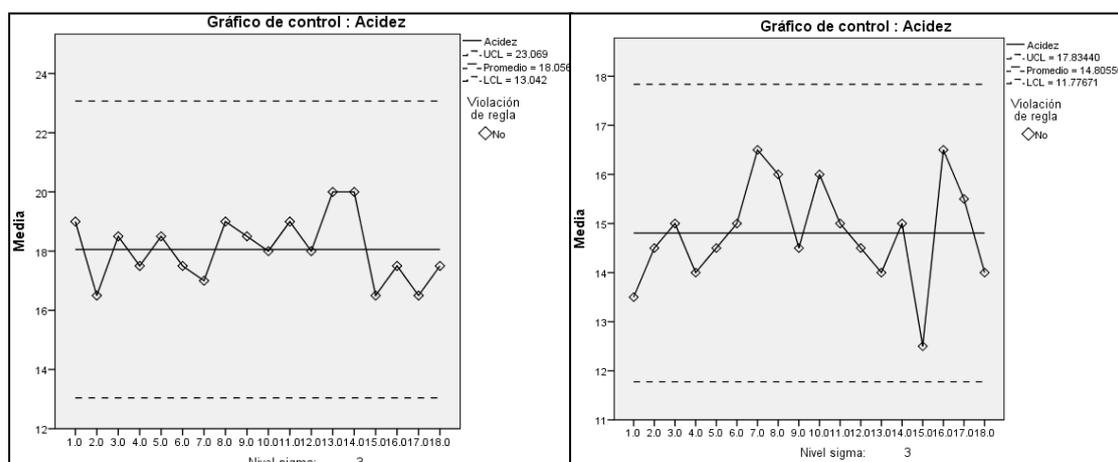


Figura 1. Media del porcentaje de acidez (°D) en la leche convencional

Figura 2. 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 leche 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 practicas de ordeño higiénico y transporte respetando la cadena de frío contribuyen a mantener el grado de acidez dentro de los parámetros establecidos por la norma

3.1.2. pH

En la figura 3 se puede observar que la leche convencional se encuentra bajo control con respecto al porcentaje de pH con un promedio de 6.6017%. Mientras que en la leche agroecológica como se observa en la figura 4 en la semana 10 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 tuvo un promedio de 6.6964 %.

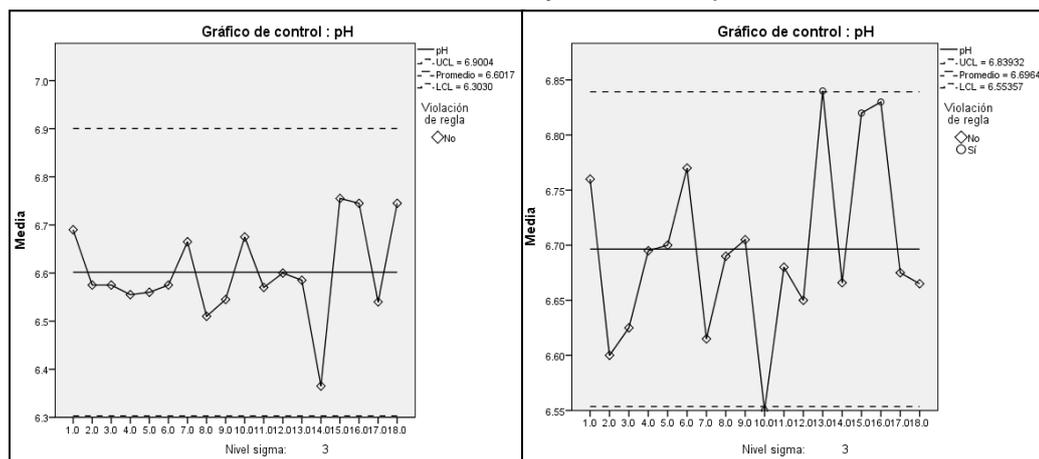


Figura 3. Medias del pH en la leche convencional.

Figura 4. 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 indican presencia de calostro o descomposición bacteriana.

3.2. Análisis microbiológicos de la leche

3.2.1. Recuento total de mesófilos

De acuerdo a la figura 5, 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. Sin embargo, en la figura 6 se observa que la leche convencional presenta un proceso bajo control debido a que no violenta los límites críticos para ninguna de las muestras.

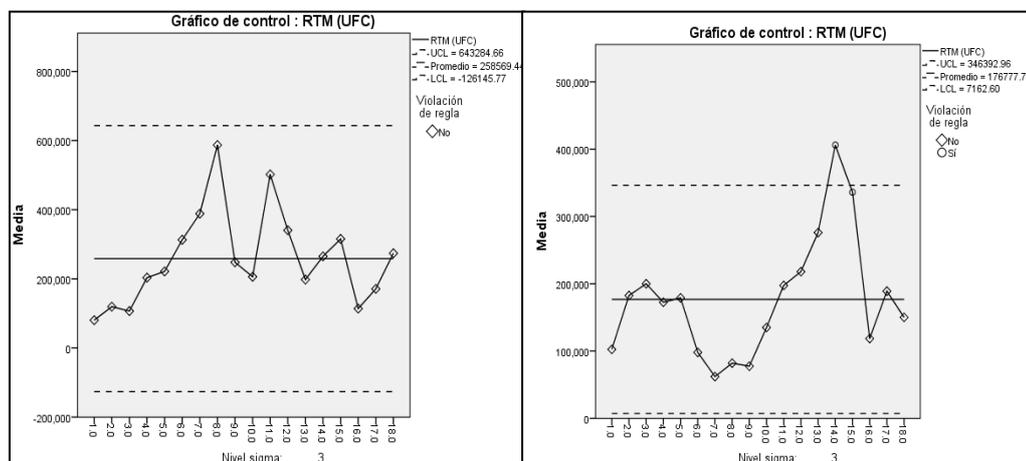


Figura 5. Medias del Recuento Total de *Mesófilos* de la leche convencional

Figura 6. 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 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 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, el cual es considerado como la "prueba de oro" para evaluar la calidad higiénica de la leche”.

3.2.2. Prueba de reductasa

De acuerdo a la figura 7 se puede observar que en la primera y segunda semana la leche convencional sobre pasa el límite superior de control, para el caso de la leche agroecológica se observa en la figura 8 que en la semana 14 sobre pasa el limite inferior de control, por lo tanto ambas leches se encuentran fuera de control.

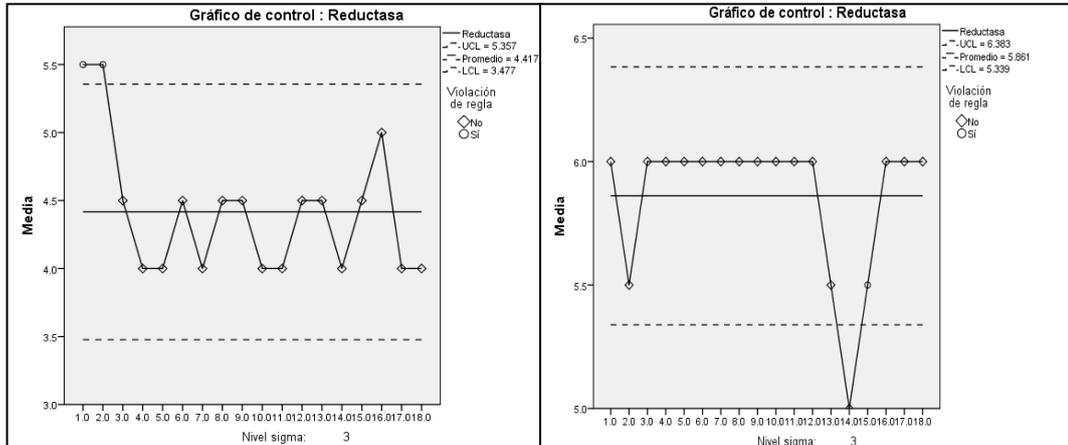


Figura 7. Medias de la prueba de reductasa de la leche convencional

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

Según la NSO 67.01.01:06 la leche convencional es clasificada como grado B, lo que se atribuye a un alto porcentaje de acidez presentes en las primeras semanas. Mientras que la leche agroecológica presenta mejor calidad microbiológica siendo categorizada como grado A, por lo que el azul de metileno reacciona con menor rapidez, en vista que presenta menos acidez y menor cantidad de bacterias lácticas.

3.3. Análisis nutricionales de leche

3.3.1 Grasa

De acuerdo a la figura 9 se puede observar que las medias obtenidas en el porcentaje de grasa en la leche convencional se encuentran bajo control con un promedio igual a 3.702%, mientras que para la leche agroecológica podemos observar en la figura 10 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%.

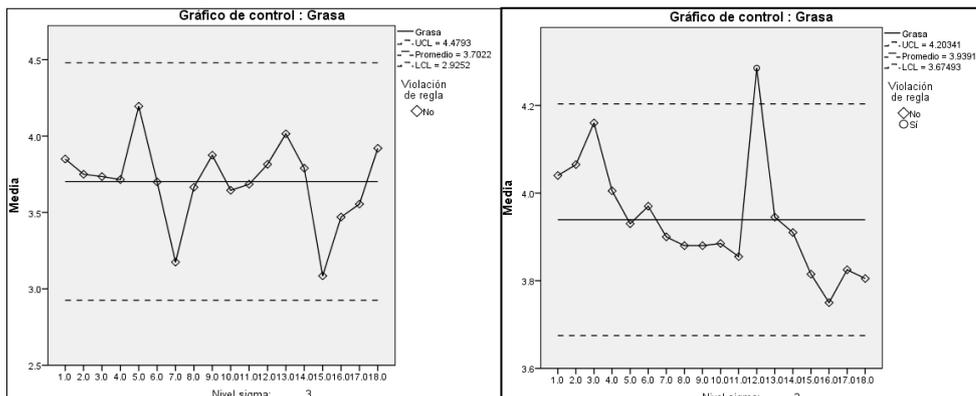


Figura 9. Medias del porcentaje de grasa en leche convencional.

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

Según la NSO 67.01.01:06 leche cruda, ambas leche cumplen con la norma, entre los factores a los que se le puede atribuir la diferencia del porcentaje de grasa es la alimentación, ya que cualquier formulación de concentrado encaminada a mejorar la producción de leche disminuirá el porcentaje de grasa, así también una alimentación a base de grano y forraje 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.

3.3.2. 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 11 que fue bajo control y con un promedio de 3.6964%, para el caso de la leche agroecológica presentaron una variabilidad fuera de control para la semana 12 como se observa en la figura 12, con un promedio de 3.5047%.

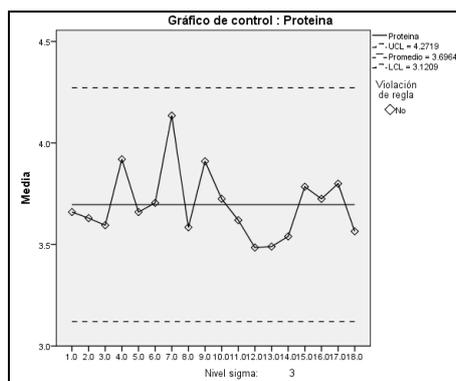


Figura 11. Medias del porcentaje de proteína en leche convencional.

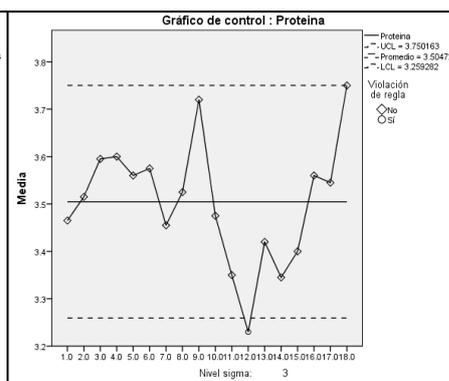


Figura 12. Medias del porcentaje de proteína en leche agroecológica.

La variación del porcentaje de proteína se le puede atribuir a una a la 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.

3.3.3. Minerales

En la figura 13 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 se puede observar en la figura 14 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%.

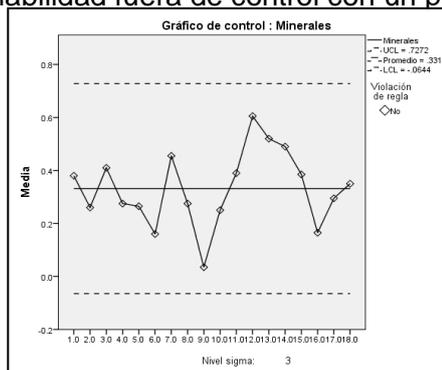


Figura 13. Medias del porcentaje de minerales en leche convencional.

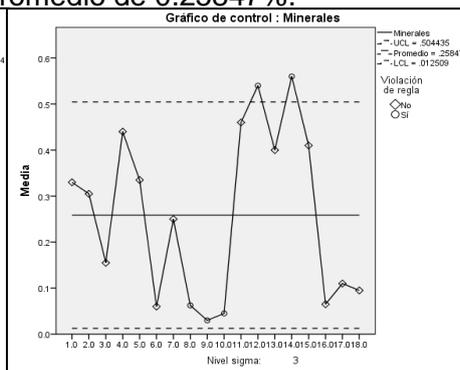


Figura 14. Medias del porcentaje de minerales en leche Agroecológica.

De acuerdo a la NSO 67.01.01:06 de leche cruda la leche 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 a tipo de dieta que son sometidos los animales.

3.3.4. Lactosa

La figura 15 de medias sobre el porcentaje de lactosa en leche convencional, se puede observar que se encuentra bajo control con valor promedio de 5.5750%, En la figura 16 se presentan las medias obtenidas en el análisis de determinación del porcentaje de lactosa de leche agroecológica, se puede observar que 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%.

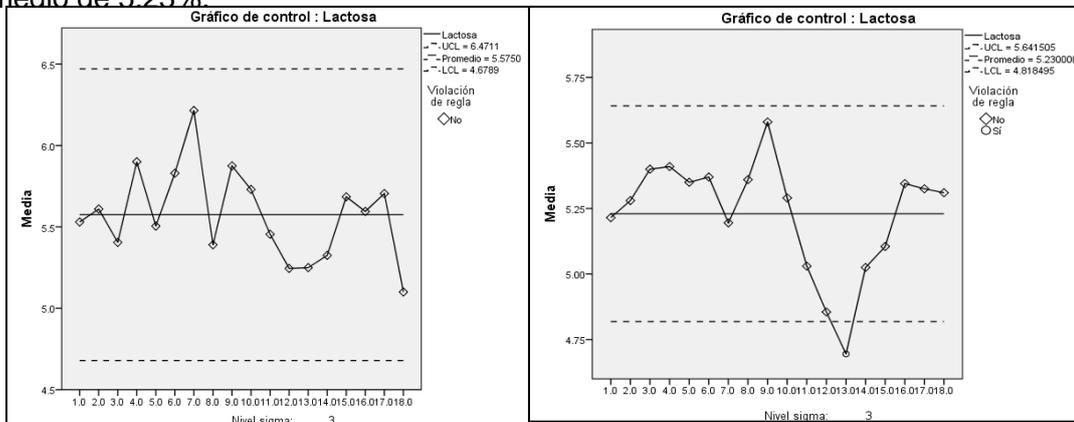


Figura 15. Medias del porcentaje de lacto en leche convencional.

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

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%, de acuerdo a lo establecido las dos leches se encuentran dentro de lo que indica la FAO.

3.3.5. Extracto seco magro (ESM)

En la figura 17 del porcentaje de extracto seco magro se encuentran bajo control para el caso de la leche convencional, con un promedio de 9.8808%, para el caso de la leche agroecológica se observa en la figura 18 que se encuentra fuera de control debido que en las semanas 2 y 11 sobrepasan el límite inferior de control, se obtuvo una media igual a 9.1322%.

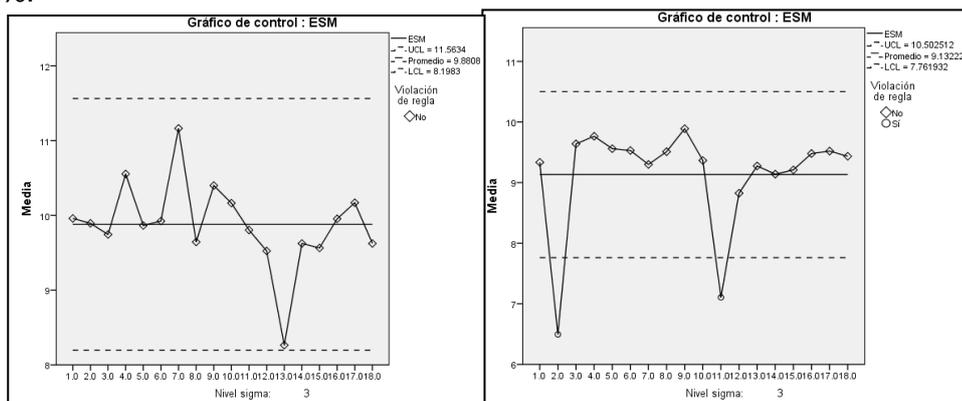


Figura 19. Medias del porcentaje de extracto seco magro en leche convencional.

Figura 20. Medias del porcentaje de extracto seco magro en leche agroecológica.

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

3.4. Análisis microbiológicos del queso

3.4.1. Recuento total de mesófilos

En la figura 21 y 22 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.

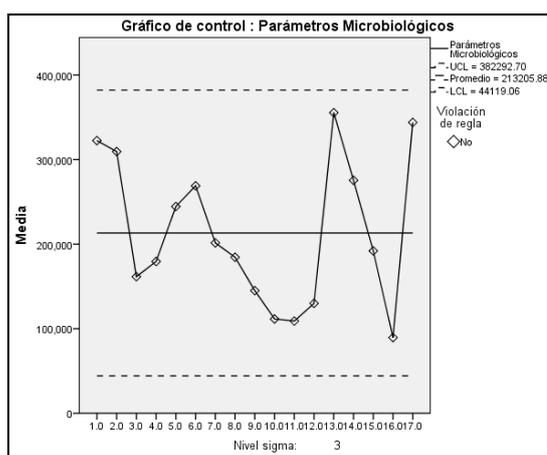


Figura 21. Media del recuento de mesófilos en placa (RTM) en queso fresco con leche convencional

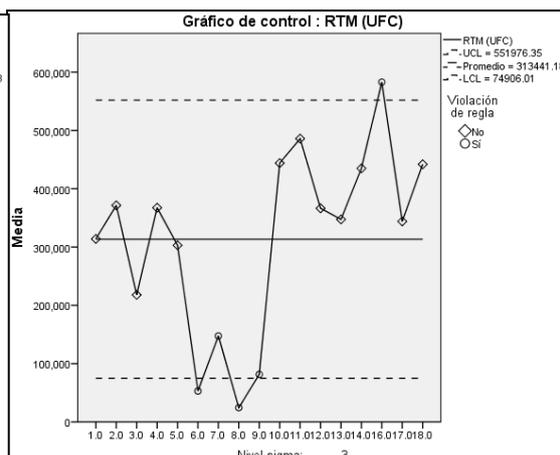


Figura 22. Media sobre el recuento de mesófilos en placa (RTM) en queso fresco con leche agroecológica.

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, S; Mejia D; Madero, C; Pabón, P; “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”.

3.4.2. Determinación de *Echerichia coli*

En la figura 23 y 24 se presenta gráficamente la media aritmética del contenido de *Echerichia 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.

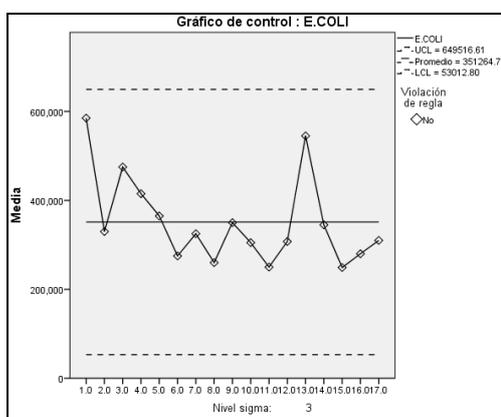


Figura 23. Medias de resultados de *Echerichia coli* en la dilución 4 en queso fresco con leche convencional

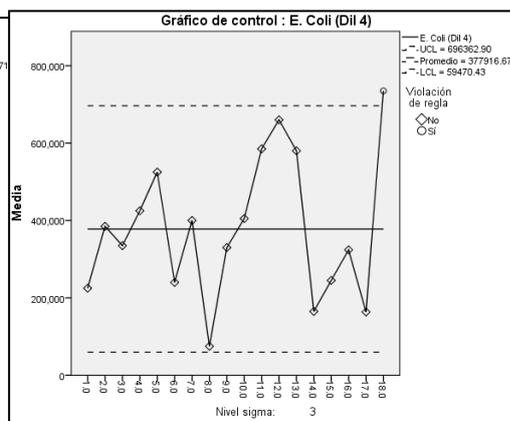


Figura 24. Medias de resultados de *Echerichia coli* en la dilución 4 del queso fresco con leche agroecológica.

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 *Echerichia coli* (Microorganismo mesófilo) que, según la OMS, 2018 la mayoría de las cepas de *Echerichia 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; y 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.

3.5. Análisis nutricionales de queso fresco

3.5.1 Grasa en queso fresco

En la figura 25 y 26 se presentan las medias del porcentaje de grasa en el queso fresco de la leche agroecológica y convencional, y se observa 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.

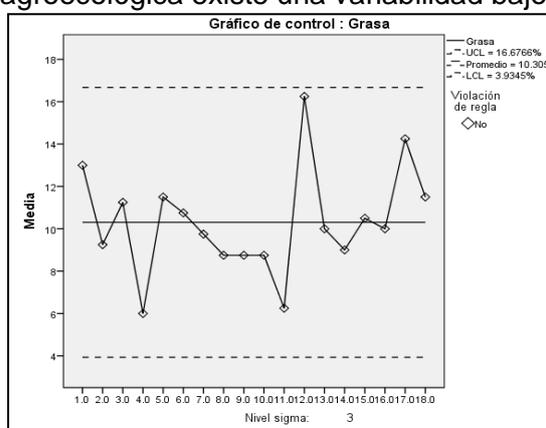


Figura 25. Media del porcentaje de grasa de queso fresco con leche convencional

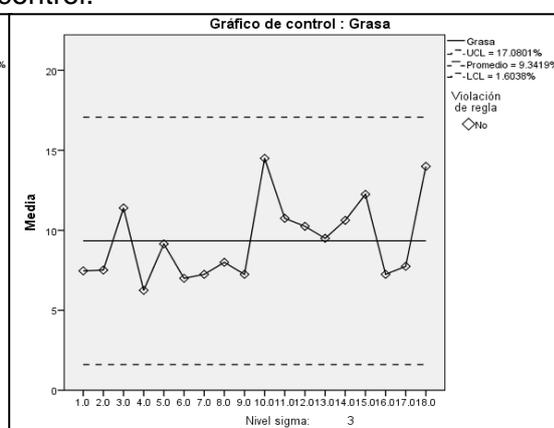


Figura 26. Rango sobre el porcentaje de grasa en el queso fresco de la leche agroecológica.

Los resultados obtenidos del porcentaje de grasa en el queso fresco elaborado con leche agroecológica las medias obtenidas se mantuvieron bajo control y se tuvo 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 indica que debe tener un valor de grasa no menor de 33%, por lo tanto el queso fresco de ambas leches, no cumple con estos valores establecido por la norma ya que el dato obtenido muestra una diferencia de 22.6944% para el caso de la leche convencional y de 23.658 %, esto es debido a la que la leche utilizada en planta para este producto, sufre el proceso de descremado y por ende el porcentaje de grasa de la materia prima disminuye considerablemente hasta un 1.5 – 2% de grasa.

3.5.2. Humedad en queso fresco

En la figura 27 sobre el porcentaje de humedad en el queso fresco de la leche agroecológica, 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 28 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.

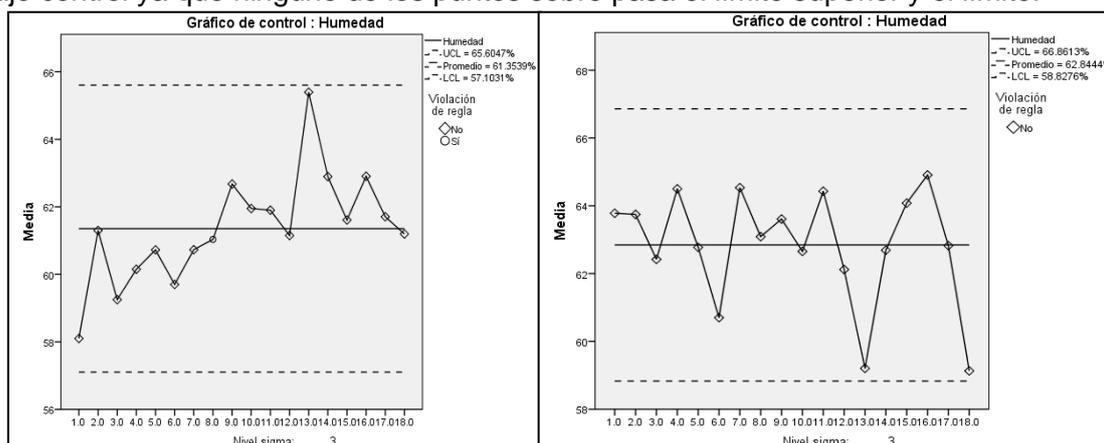


Figura 27. Media sobre el porcentaje de humedad en el queso fresco de la leche agroecológica.

Figura 28 Media del porcentaje de humedad de queso fresco con 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 obtuvo 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, A. 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.

3.5.3. Ceniza en queso fresco

En la figura 29 sobre 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. La figura 30 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.

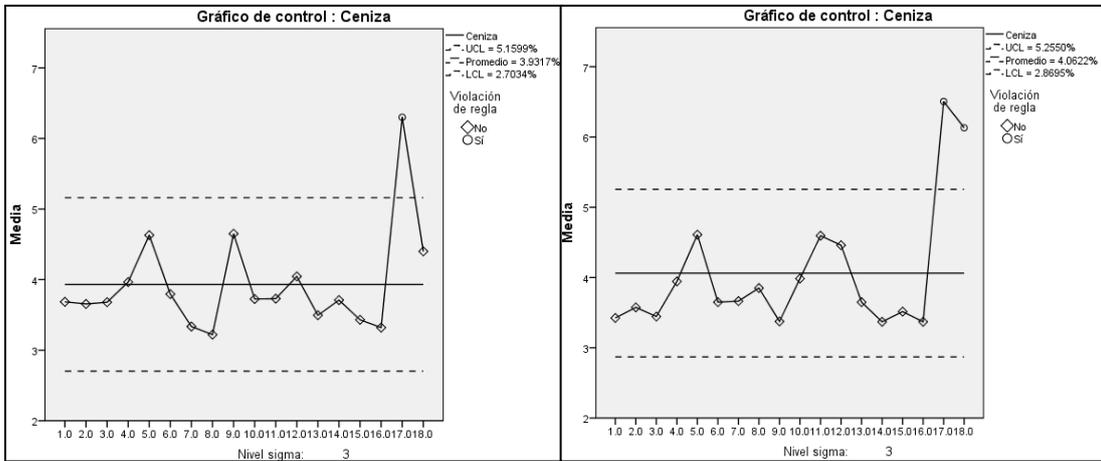


Figura 29. Media sobre el porcentaje de ceniza en el queso fresco de la leche agroecológica.

Figura 30. Media del porcentaje de ceniza de queso fresco con leche convencional

Los resultados obtenidos sobre las medias del porcentaje de cenizas del queso fresco leche agroecológica se obtuvo 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 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). Los contenidos de cenizas dependen en gran medida de los sólidos no grasos contenidos en la muestra, para tal caso el promedio de las muestras de la semana 17 presento mayor contenido de sólidos sobrepasando los márgenes establecidos en la hoja de control lo que indica que dicho promedio es 3 puntos más que la media aritmética del contenido de cenizas de todas las muestras.

3.5.4. Proteína en queso fresco

En las figuras 31 y 32 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.

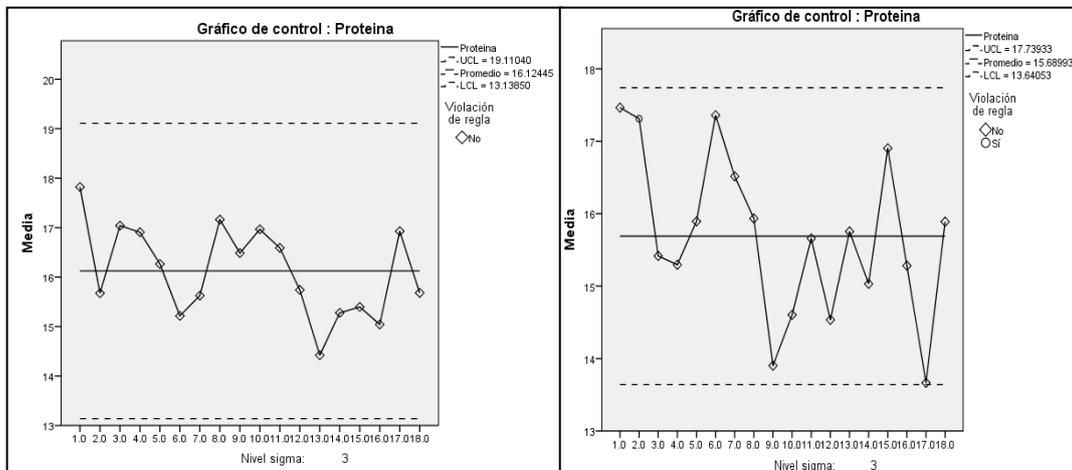


Figura 31 Media sobre el porcentaje de proteína en el queso fresco de la leche agroecológica.

Figura 32. Media del porcentaje de proteína de queso fresco con 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 Vera, J. 2003 “los factores que afectan la calidad de la leche son factores de manejo principalmente la alimentación y el manejo, genéticos las razas de los animales, enfermedades y fisiológicos como la fase de la lactancia y principalmente el número de lactancias de la vaca”.

3.6. Resultados productivos

Cuadro 8. Rendimientos de queso fresco.

| Tipo de leche | N° grupos | Muestras | Leche procesada (botellas). | Total de Leche procesada (botellas). | Media de producción (libras). | Rendimiento (%). |
|---------------|-----------|----------|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Agroecológica | 18 | 36 | 75 | 2,7 | 208.656 | 0.2782 |
| Convencional. | 18 | 36 | 75 | 2,7 | 204.453 | 0.2726 |

Los resultados obtenidos de rendimiento de queso fresco con leche agroecológica se obtuvo un valor promedio de 20.8656 libras de 75 botellas procesadas por lo tanto se necesita 3.59 botellas para producir una libra de queso fresco con la leche agroecológica, para el caso de la leche convencional se obtuvo un promedio de 20.4453 libras de 75 botellas obteniendo un rendimiento de 3.67 botellas para producir una libra de queso fresco, Botero, O.(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.

4.7.1 Prueba T

Para determinar si hay una diferencia significativa entre las medias de las dos leches se realizó una prueba T.

Cuadro 9. Estadístico de grupo.

| LECHE | N | Media | Desviación estándar | Media de error estándar |
|-------------|------|-------|---------------------|-------------------------|
| RENDIMIENTO | 1.00 | 18 | 204.453 | .26295 |
| | 2.00 | 18 | 208.656 | .15012 |

Cuadro 9. Prueba de muestras independientes

| | | prueba t para la igualdad de medias | | |
|-------------|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------------|
| | | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar |
| RENDIMIENTO | Se asumen varianzas iguales | 0.174 | -.42028 | .30279 |
| | No se asumen varianzas iguales | 0.176 | -.42028 | .30279 |

Gracias a la prueba estadística T-student se observa que las medias correspondientes a la variable rendimiento (expresado en libras) son estadísticamente iguales, dado a que “p-valor en ambos casos es mayor a 0.05”. 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 J., Palacios A., Guerra D. y Gonzales D. (2009) que, en la leche proveniente de sistemas convencionales u orgánicos, no se han constatado diferencias importantes en términos de composición química del producto entre ambos sistemas.

4. 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 leche no se cumple con lo establecido por la norma.

Según los resultados obtenidos en el recuento total de *mesòfilos* (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 convencional grado A. Esto indica que ambas leches son de buena calidad microbiológica según la NSO 67.01.14.06.

Los análisis microbiológicos, recuento total de *mesòfilos* (RTM) y determinación de *Escherichiacoli* realizados al queso fresco, de acuerdo a la calidad microbiológica ambos tienen presencia de UFC/g en el recuento total de *mesòfilos* (RTM) pero el queso elaborado con leche agroecológica presento 100,235 UFC/g más; en cuanto a la determinación de *Escherichiacoli* ambos quesos se encuentran contaminados debido que superan lo establecido por la NSO 67.01.14.06 y RTCA 67.04.50:08.

A través de los análisis nutricionales realizados al queso fresco, elaborado con leche convencional y agroecológica se presentó una media bajo control para la variable grasa, humedad y proteína, así mismo se logró determinar que ambos 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 la leche agroecológica presenta mejor productividad en comparación a la leche convencional, sin embargo, estadísticamente la diferencia no es significativa, por lo que la productividad de ambas leches es similar.

5. RECOMENDACIONES

Es necesario fortalecer los protocolos de muestreo que la planta de lácteos de APANC de R.L. realiza, además de establecer e imponer con rigor las medidas sancionatorias ante el incumplimiento de algún parámetro de calidad de la leche como lo son la grasa y la proteína, por parte de los ganaderos. Además, es importante reconocer cuando el proveedor entrega materia prima que sobre pase los niveles exigidos.

Es necesario implementar sistemas de aseguramiento de calidad e inocuidad de los alimentos, además de realizar análisis microbiológicos en cada una de las etapas de proceso de los productos de tal manera que se pueda identificar puntos críticos de control y de esta manera evitar contaminaciones que puedan afectar la salud de los consumidores y el prestigio de la asociación.

Se debe implementar una herramienta de control estadístico de procesos como lo son, hojas de control y así lograr una producción estandarizada y evitar variaciones sobre la calidad e inocuidad de los productos elaborados.

6. BIBLIOGRAFIA.

- Bachman, K.C.1994.Manejo de la composición de la leche. EUA, Florida. pág. 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).2007. Tabla de Composición de Alimentos de Centro América. Guatemala. 2 ° ed.
- Inda Cunningham, AE. 2000. Inocuidad En La Industria De La Quesería. (En línea). Mex. Consultado 6 jun. De 209. 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. de 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. P5.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería s.f. Caracterización de la cadena productiva de lácteos en El Salvador. 17 p.
- 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. EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS Y MICROBIOLOGICAS DE LECHE ENTERA Y PASTEURIZADA COMERCIALIZADA EN DIFERENTES LUGARES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL. Tesis Ing. El Salvador, UES. 78 p.

7. Anexo

Anexo 1. Hoja de control durante el proceso de elaboración de queso fresco

Asociación de Productores Agropecuarios de Nueva Concepción Chalatenango APANC.

Fecha: _____ Tipo de leche: _____

| Leche cruda | Vol. | Análisis químico | | | | ESM |
|-------------|------|------------------|------|---------|------------------|-----|
| | | Prot. | M.G. | Lactosa | EST ² | |
| | | | | | | |

| HORA | ETAPAS | REGISTROS |
|------|-------------------------|---------------------------------|
| | Preparación de la leche | Acidez (°D): |
| | | pH: |
| | | T°: |
| | | Cantidad: |
| | Cuajado | Acidez (°D): |
| | | pH: |
| | | T°: |
| | | Cantidad: |
| | Corte | Acidez (°D): |
| | | pH: |
| | | T°: |
| | | Cantidad: |
| | Trabajo en cuba | T°: |
| | | Acidez del suero retirado (°D): |
| | | Vol. Suero retirado: |
| | | pH: |
| | Moldeado | Cantidad: |
| | | Acidez (°D): |
| | | pH: |
| | | T°: |
| | | Peso de entrada: |
| | | T°: |
| | | Peso de salida: |
| | pH salida: | |

| Análisis fisicoquímico del queso | | | | |
|----------------------------------|------------------|------|--------|--------|
| Peso | análisis químico | | | |
| | Ph | M.G. | E.S.T. | E.S.M. |
| | | | | |