

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



**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**

**POR**

CRISTIAN ALEXANDER CENTENO PÈREZ  
ELIAS ENRIQUE MORÁN CRESPIÒN  
BRYAN EDENILSON RODRÍGUEZ ROMERO

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO 2019

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**



**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**

**POR**

CRISTIAN ALEXANDER CENTENO PÈREZ  
ELIAS ENRIQUE MORÁN CRESPIÒN  
BRYAN EDENILSON RODRÍGUEZ ROMERO

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO 2019

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

LIC. M.SC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

**SECRETARIO GENERAL:**

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO:**

ING. AGR.DR. FRANCISCO LARA ASCENCIO

**SECRETARIO:**

ING. AGR. BALMORE MARTÍNEZ SIERRA

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

ING.M.SC. BLANCA EUGENIA TORRES DE ORTÌZ

---

**DOCENTES DIRECTORES**

ING.M.SC. BLANCA EUGENIA TORRES DE ORTÌZ

---

LIC.ESTAD. DANIEL DE JESÙS PALACIOS

---

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÒN**

ING. AGR.CARLOS ENRIQUE RUANO

---

## RESUMEN

La investigación se desarrolló en la planta procesadora de lácteos de la Asociación de Productores Agropecuarios de Nueva Concepción (APANC de R.L.), la cual está ubicada en el Municipio de Nueva Concepción, Departamento de Chalatenango, durante el período de octubre 2018 a marzo del 2019. En donde 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 necesitó un total de 72 muestras; 36 de leche de sistemas de producción convencional y 36 de leche de un sistema de producción agroecológica, a las cuales 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 le hicieron análisis nutricionales, microbiológicos y de productividad. El análisis de los datos fue efectuado mediante un control estadístico de la calidad y se tomó la media obtenida como referencia para comparar y verificar si cumple 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.

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

## INDICE

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	2
2.1. Historia y origen de la leche .....	2
2.2. Producción de leche en El Salvador .....	2
2.2.1. Producción de leche por departamento .....	3
2.2.2. Distribución de la producción de leche fluida .....	3
2.3. Clasificación de la leche según la forma de producción.....	4
2.3.1. Ganadería convencional .....	4
2.3.2. Ganadería agroecológica.....	5
2.4. Importancia de la leche para la nutrición humana.....	6
2.5. Características generales de la leche .....	7
2.5.1. Definición de leche.....	7
2.5.2. Leche cruda .....	7
2.5.3. Características organolépticas de la leche .....	8
2.6. Calidad de la leche.....	8
2.6.1. La calidad de la leche cruda y su importancia.....	9
2.7. Productos derivados de la leche.....	11
2.7.1. Queso .....	11
2.7.2. Queso fresco .....	12
2.7.3. Proceso de elaboración de queso fresco .....	13
2.7.4. Parámetros de calidad de queso fresco .....	15
2.8. Control estadístico de la calidad.....	15
2.8.1. Las cartas de control.....	17
3. METODOLOGIA .....	18
3.1. Descripción del estudio .....	18
3.2. Metodología de campo .....	19
3.3. Metodología de laboratorio.....	21
3.3.1. Análisis Nutricional.....	21
3.3.2. Análisis Microbiológico.....	21
3.3.3. Análisis Físicos .....	22
3.3.4. Análisis Químicos .....	22
3.4. Metodología Estadística .....	25
3.4.1. Cartas de control.....	25
3.4.2. Prueba de t-Student.....	26

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1. Análisis físicos de la leche.....	27
4.1.1. Acidez.....	27
4.1.2. Comparación del porcentaje de acidez .....	28
4.1.3. pH.....	28
4.2. Análisis microbiológicos de la leche .....	29
4.2.2. Comparación Recuento total de mesòfilos en la leches .....	30
4.2.3. Prueba de reductasa.....	30
4.3. Análisis nutricionales de leche.....	31
4.3.1 Grasa.....	31
4.3.2. Proteína .....	32
4.3.3. Minerales .....	33
4.3.4. Lactosa .....	34
4.3.5. Extracto seco magro (ESM).....	34
4.4. Comparación nutricional de la leche.....	35
4.4.1. Grasa.....	35
4.4.2. Proteína .....	36
4.4.3. Sólidos totales .....	37
4.5. Análisis microbiológicos del queso .....	37
4.5.1. Recuento total de mesófilos.....	37
4.5.2. Determinación de <i>Echerichia coli</i> .....	38
4.6. Análisis nutricionales de queso fresco.....	39
4.6.1 Grasa en queso fresco.....	39
4.6.2. Humedad en queso fresco.....	40
4.6.3. Ceniza en queso fresco .....	41
4.6.4. Proteína en queso fresco.....	42
4.7. Resultados productivos .....	43
4.7.1 Prueba T.....	44
5. CONCLUSIONES .....	45
6. RECOMENDACIONES.....	47
7. BIBLIOGRAFIA.....	48
ANEXOS.....	54

## INDICE DE CUADROS

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Producción de leche por botella por departamento.....	3
Cuadro 2. Parámetros de leche cruda según la Norma Salvadoreña Obligatoria.....	11
Cuadro 3. Límites microbiológicos sanitarios para quesos no madurados.....	15
Cuadro 4. Características de comparación para ambas leches.....	18
Cuadro 5. Variables de comparación e interés para el queso fresco.....	19
Cuadro 6. Variables de interés para la leche.....	19
Cuadro 7. Variables de interés para producto final.....	20
Cuadro 8. Rendimientos de queso fresco.....	43
Cuadro 9. Estadístico de grupo.....	44
Cuadro 10. Prueba de muestras independientes.....	44

## INDICE DE FIGURAS

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1. Producción de leche en El Salvador 2010-2016.....	2
Figura 2. Distribución de la producción nacional de leche.....	4
Figura 3. Media del porcentaje de acidez (°D) en la leche convencional.....	27
Figura 4. Media del porcentaje de acidez (°D) en la leche agroecológica.....	27
Figura 5. Comparación del contenido de acidez en ambas leches.....	28
Figura 6. Medias del pH en la leche convencional.....	28
Figura 7. Medias del pH en la leche agroecológica.....	28
Figura 8. Medias del Recuento Total de Mesòfilos de la leche convencional.....	29
Figura 9. Medias del Recuento Total de Mesòfilos de la leche agroecológica.....	29
Figura 10. Comparación del recuento total de mesòfilos en ambas leches.....	30
Figura 11. Medias de la prueba de reductasa de la leche convencional.....	31
Figura 12. Medias de la prueba de reductasa de la leche agroecológica.....	31
Figura 13. Medias del porcentaje de grasa en leche convencional.....	31
Figura 14. Medias del porcentaje de grasa en leche agroecológica.....	31
Figura 15. Medias del porcentaje de proteína en leche convencional.....	32
Figura 16. Medias del porcentaje de proteína en leche agroecológica.....	32
Figura 17. Medias del porcentaje de minerales en leche convencional.....	33
Figura 18. Medias del porcentaje de minerales en leche convencional.....	33
Figura 19. Medias del porcentaje de lactosa en leche convencional.....	34
Figura 20. Medias del porcentaje de lactosa en leche agroecológica.....	34



Figura 21. Medias del porcentaje de ESM en leche convencional.....	35
Figura 22. Medias del porcentaje de ESM en leche agroecológica.....	35
Figura 23. Comparación del contenido de grasa en ambas leches.....	35
Figura 24. Comparación del contenido de proteína en ambas leches.....	36
Figura 25. Comparación del contenido de sólidos totales en ambas leches.....	37
Figura 26. Media del recuento de mesòfilos en placa de queso fresco con leche convencional.....	38
Figura 27. Media sobre el recuento de mesòfilos en placa de queso fresco con leche agroecológica.....	38
Figura 28. Medias de resultados de <i>E.Coli</i> en la dilución 4 en queso fresco con leche convencional.....	39
Figura 29. Medias de resultados de <i>E.Coli</i> en la dilución 4 del queso fresco con leche agroecológica.....	39
Figura 30. Media del porcentaje de grasa de queso fresco con leche convencional.....	40
Figura 31. Media del porcentaje de grasa de queso fresco con leche agroecológica.....	40
Figura 32. Media del porcentaje de humedad del queso con leche agroecológica.....	41
Figura 33 Media del porcentaje de humedad del queso con leche convencional.....	41
Figura 34. Media del porcentaje de ceniza en queso fresco con leche agroecológica.....	42
Figura 35. Media del porcentaje de ceniza de queso fresco con leche convencional.....	42
Figura 36 Media del porcentaje de proteína en queso fresco con leche agroecológica...	43
Figura 37. Media del porcentaje de proteína en queso con leche convencional.....	43

## INDICE DE ANEXOS

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Hoja de control durante el proceso de elaboración de queso fresco.....	54
Anexo 2. Determinación nutricional en leche en equipo FUNKE GERBER.....	55
Anexo 3. Procedimiento para determinación de Reductasa.....	55
Anexo 4. Recuento Total de mesòfilos en placa. (UFC).....	56
Anexo 5. Marcha para determinación de E. Coli.....	57
Anexo 6. Determinación de Acidez Titulable.....	57
Anexo 7. Proceso de determinación de Proteína por el método Kjeldhal.....	57
Anexo 8. Determinación de Grasa en Queso método de BABCOCK.....	58
Anexo 9. Procedimiento para determinación de Cenizas.....	59
Anexo 10. Procedimiento para determinación de Humedad Total.....	59
Anexo 11. Rangos del pH contenido en la leche convencional y agroecológica.....	60
Anexo 12. Rangos del porcentaje de grasa contenido en la leche convencional y agroecológica.....	60

## 1. INTRODUCCIÒN

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 otra 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).

Sin duda el aporte nutricional es producto de la calidad higiénica de la materia prima generada en campo, la forma de producción y la conservación de dichos parámetros, antes, durante y después de su industrialización. Dada la importancia es necesario evaluar el procesamiento de los derivados lácteos y el tipo de materia prima a utilizar, iniciando por el control de la leche fluida y finalmente el contenido nutricional y la higiene de los productos finales. 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.

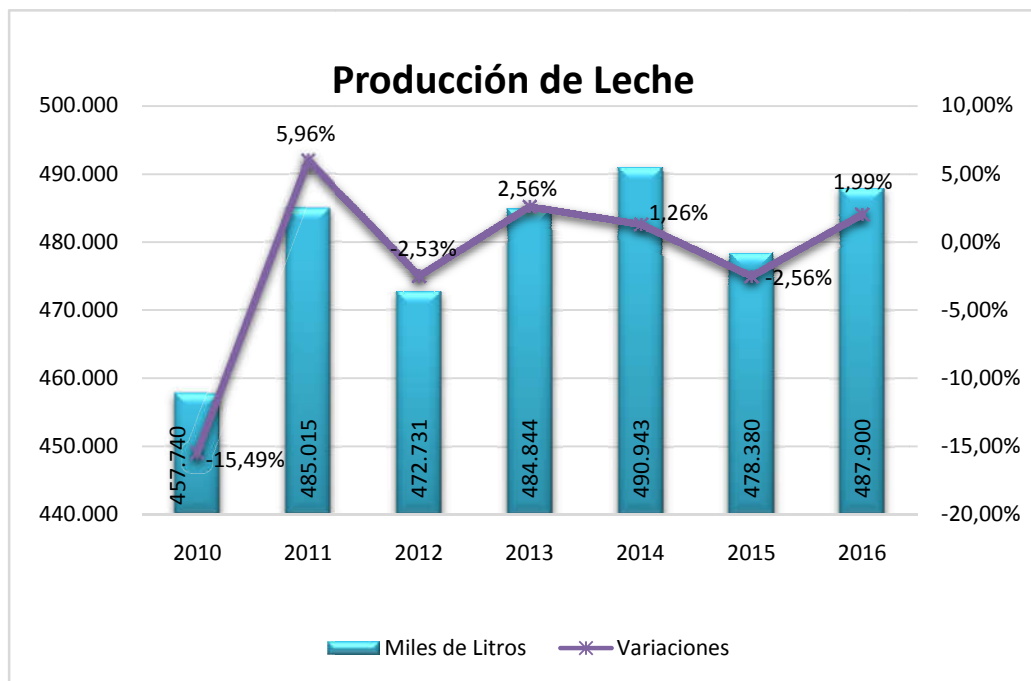
## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Historia y origen de la leche

El consumo regular de leche por parte de las personas se remonta al momento en que los antepasados dejaron de ser nómadas y comenzaron a cultivar la tierra para alimentar a los animales capturados que mantenían junto al hogar. Este cambio se produjo en el Neolítico aproximadamente 6000 años a.C. En aquellos tiempos, la leche se guardaba en pieles, tripas o vejigas animales que, en ocasiones, no estaban bien lavadas o se dejaban expuestas al sol, por lo que el producto se coagulaba. De este modo surgió el que probablemente fuera el primer derivado lácteo, al que ya se hacían alusiones en la Biblia: la leche cuajada. (Zelaya 2010)

### 2.2. Producción de leche en El Salvador

La ganadería es uno de los rubros más importantes en el sector agropecuario del país, durante el año 2011, el rubro ganadería aportó un 17.7% al PIB agropecuario, equivalente a un 2.15% de aporte al PIB nacional, solamente igualado por la producción de granos básicos. Si al rubro de ganadería, se agregan la agroindustria de carne y lácteos, suma 3.25% en aporte total al PIB nacional (MAG s.f.) En la figura 1 se muestra la producción de leche del 2010-2016 en El Salvador.



Fuente: BCR 2017.

Figura 1. Producción de leche en El Salvador 2010-2016

En la última década la producción nacional de leche se ha incrementado en 21.5%, lo que implica un volumen de crecimiento de 85.7 millones de litros, estos datos representan un crecimiento promedio anual de 2.15%, lo cual resulta bastante modesto si se compara con los datos de Costa Rica que registra un crecimiento anual promedio de 7% para el período 1980-2010 (FAO 2015).

### 2.2.1. Producción de leche por departamento

La producción nacional de leche se produce en los departamentos de la Unión 13.7% y San Miguel 12.4% de la zona oriental, el departamento de Chalatenango 9.8% de la zona para central y Sonsonate 9.4% en la zona occidental, en el cuadro 1 se muestra el total de la producción de leche por cada departamento (MAG s.f.).

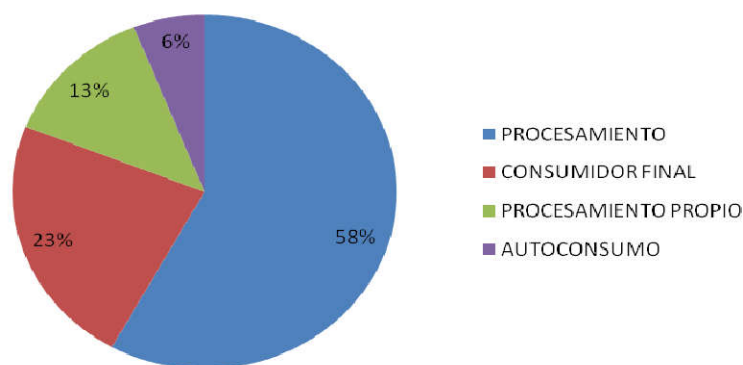
Cuadro 1. Producción de leche por botella por departamento

DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN DE LECHE (botella)	% CON RESPECTO AL TOTAL
AHUACHAPAN	17.175.838	2.90%
SANTA ANA	36.536.375	6.20%
SONSONATE	55.692.906	9.40%
CHALATENANGO	58.375.894	9.80%
LA LIBERTAD	40.897.068	6.90%
SAN SALVADOR	37.462.876	6.30%
CUSCATLAN	7.491.131	1.30%
LA PAZ	40.727.584	6.90%
CABAÑAS	33.096.630	5.60%
SAN VICENTE	28.245.590	4.80%
USULUTAN	33.656.258	5.70%
SAN MIGUEL	73.469.986	12.40%
MORAZAN	48.979.523	8.30%
LA UNION	81.323.513	13.70%
TOTAL	593.131.172	

Fuente: MINEC 2010.

### 2.2.2. Distribución de la producción de leche fluida

El destino de la producción de leche fluida en el país es el siguiente: un 58% para procesamiento, venta al consumidor final, procesamiento propio autoconsumo. El mayor porcentaje de producción nacional de leche es destinado a la venta para procesamiento, es decir, es vendida a plantas artesanales o industriales. La leche que se vende al consumidor final, es leche que se vende cruda, sin pasteurizar de los establos (MARN 2008).



Fuente: MARN 2008, Situación de la producción nacional de leche.

Figura 2. Distribución de la producción nacional de leche

El sector lácteo nacional ha evolucionado en los últimos años, ya que se han realizado inversiones privadas importantes en infraestructura de procesamiento y en certificaciones e implementación de sistemas de aseguramiento de calidad, por parte de las empresas agroindustriales, especialmente el crecimiento y tecnificación que muestran algunas plantas medianas que se han ido equipando y modernizando, lo cual es notorio en la zona occidental, donde se concentra una buena parte de plantas procesadoras (MAG s.f.).

El consumo per cápita de productos lácteos (leche fluida, quesos, crema, fermentados, entre otros), en El Salvador se expresa en “Equivalente de Leche Fluida” (ELF), sobrepasa los 100 kg/año, reflejando un incremento interno de la demanda, lo que también se verifica en el aumento de las importaciones, las cuales, en el año 2011, rondaron los \$150 millones. También se percibe una mayor demanda de leche fluida por parte del sector agroindustrial, quienes operan por debajo de la capacidad instalada y sin posibilidades de poder aprovechar las cuotas de exportación conseguidas a través de los tratados de libre comercio que ha suscrito el país con otros países (FAO 2015).

### 2.3. Clasificación de la leche según la forma de producción

La ganadería es una actividad económica de origen muy antiguo que consiste en el manejo y explotación de animales domesticables con fines de producción, para su aprovechamiento (véase industria láctea, avicultura, porcicultura). Sin embargo, dependiendo del método de producción la ganadería se puede clasificar en:

#### 2.3.1. Ganadería convencional

El modelo de ganadería convencional fue adoptado desde la década de los cincuentas, se fundamenta en un sistema de producción de alta eficiencia, dependiente de un alto uso de insumos sintéticos, donde el manejo monocultivista se justifica como herramienta

fundamental para lograr la mayor eficiencia del proceso productivo. Sin embargo, este sistema de producción ha mostrado serios problemas de sostenibilidad en veinte o treinta años de uso intensivo. La agricultura convencional ha estado asociada a los modelos de desarrollo que, como ella, empiezan a demostrar esas limitantes que requieren reorientarse para asegurar su viabilidad no sólo económica, sino social y ambiental. El reto es cómo continuar el desarrollo actual, principalmente en términos de mantener la productividad y rentabilidad de los sistemas de producción agropecuaria realizando los cambios adecuados que posibiliten un menor daño al ambiente y una mayor equidad social entre la población (Franco 2012).

Características de la ganadería convencional:

- Sistema que utiliza todas las herramientas tecnológicas disponibles.
- Prepara el suelo con labranza mínima o intensiva.
- Utiliza semillas tradicionales, semillas mejoradas y certificadas como semillas tratadas.
- Nutre y protege al cultivo con tecnologías de síntesis químicas u orgánicas.
- Tiende a ser más extensiva y productiva por el uso de las herramientas que facilitan esta modalidad

La desventaja de la ganadería convencional utiliza un arsenal de productos químicos de síntesis y técnicas erróneas de laboreo que destruyen esta rica vida subterránea, debilitando la resistencia natural de las plantas a enfermedades y plagas. Al combatir las plagas y las adventicias con herbicidas y plaguicidas se provocan más ataques parasitarios que obligan a aumentar la potencia o la cantidad de sustancias químicas, que a su vez destruyen la rica vida microbiana subterránea. Es una pescadilla que se muerde la cola y acaba dejando un suelo estéril y aguas subterráneas contaminadas (Casado y García 2015).

### **2.3.2. Ganadería agroecológica**

La agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que trata de cambiar algunas de las limitaciones encontradas en la producción convencional. La agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que trata de cambiar algunas de las limitaciones encontradas en la producción convencional. La agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que trata de cambiar algunas de las limitaciones encontradas en la producción convencional la ganadería agroecológica es una estrategia de desarrollo que trata de cambiar algunas limitaciones encontradas en la producción convencional, lo que significa entonces

producir carne o leche de bovinos u ovino/caprinos y sus crías, a base de pastos (gramíneas) principalmente, en lo posible nativas, 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).

En los últimos años se ha incrementado el interés por la aplicación de sistemas de producción animal sostenibles, de los cuales se espera que proporcionen una relación equilibrada entre factores medioambientales, socioculturales y económicos. En relación con la protección del medio ambiente, los estándares básicos para la ganadería orgánica se enfocan a una reducción de la contaminación y disminución de la pérdida de nutrientes. Con referencia a la salud de los animales, los estudios comparativos no han reportado diferencias fundamentales entre los sistemas de producciones orgánicas y convencionales. La información objetiva está disponible principalmente para ganado bovino lechero (desórdenes metabólicos, mastitis y parásitos internos). En lo concerniente al bienestar animal, las granjas de tipo orgánico, basadas en los estándares y regulaciones oficiales, proporcionan a los animales condiciones de vida especiales. En lo que corresponde a la calidad de los productos, existe poca evidencia que indique un efecto importante del sistema o método de producción sobre la calidad de los mismos (Espinoza 2009).

La diferencia entre una leche de establo convencional y leche orgánica desde el punto de vista nutricional, en un extenso estudio científico realizado en 2015, donde analizan varios parámetros como proteína, grasa, lactosa, vitaminas, minerales, bacterias, residuos hormonales y sistemas de producción en detalle determinan que son muy semejantes. La producción de vacas bajo condiciones de pastoreo y suplementación no tienen la misma cantidad de energía de producción para producir niveles de leche similares a los de los establos convencionales. La implicación de esta menor producción por vaca, es que los sólidos lácteos están en mayor cantidad creando un sesgo en cuanto los componentes nutricionales (Vázquez 2017).

#### **2.4. Importancia de la leche para la nutrición humana**

La leche y sus derivados continúan siendo uno de los alimentos básicos de la nutrición humana, sustentado por la gran diversidad y asimilación de los compuestos esenciales que la integran. Según datos de la FAO (2015), cubre más del 20% de las necesidades energéticas, 25% de las proteínas y del 50% del calcio de la población en países



desarrollados. La leche contribuye, más que ningún otro alimento, a la buena nutrición. Se le reconoce en general como un alimento protector debido a que suministra cantidades abundantes de los elementos nutritivos esenciales que a veces escasea en los alimentos diarios (Castillo 2010).

La importancia de la leche para la dieta se debe a tres de sus ingredientes: proteína, calcio y riboflavina. La proteína es el más importante, ya que proporciona muchos de los aminoácidos esenciales que suelen faltar en los cereales destinados corrientemente para la alimentación. La cantidad recomendada generalmente de un litro diario cubre todas las necesidades de proteína en los niños hasta los 6 años de edad y más del 60 % de las necesidades para el crecimiento de los niños hasta los 14 años. Para las personas con edades comprendidas entre 14 y 20 años, un litro proporciona aproximadamente la mitad de las necesidades diarias de proteína excepto en mujeres lactantes en las que proporciona aproximadamente el 44 % de sus necesidades (Massoc P 2008).

## **2.5. Características generales de la leche**

La leche cruda de vaca, para cualquiera de los tres grados, debe presentar aspecto normal, estar limpia, libre de calostro, persevantes, antibióticos, colorantes, materias extrañas, sabores y olores objetables o extraños. La leche se obtendrá de vacas certificadas como sanas; es decir, libres de enfermedades infecto- contagiosas, tales como tuberculosis, brucelosis y mastitis. Después del ordeño, la leche se someterá a filtración y referentemente se enfriará a 4.5°C. En el momento de entrega a las plantas procesadoras o a los centros de distribución, puede estar a una temperatura no mayor de 10 °C debiendo cumplir, además, con las condiciones exigidas por la legislación nacional vigente (CONACYT 2006).

### **2.5.1. Definición de leche**

La leche es un líquido blanco y opaco, producto total del ordeño de una vaca lechera sana, no fatigada y bien alimentada. Técnicamente la leche es un producto secretado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos, cuya finalidad es servir de alimento a los hijos en los primeros meses de vida. Es una mezcla compleja de materia grasa, proteína, lactosa, minerales, vitaminas y otros pequeños componentes que se encuentran en solución (García 1987).

### **2.5.2. Leche cruda**

Según la Norma Salvadoreña Obligatoria 67.01.01:06, la definición de leche cruda de vaca es la siguiente: Producto íntegro, no alterado, ni adulterado, de la secreción de las glándulas mamarias de las hembras del ganado bovino obtenida por el ordeño higiénico,

regular, completo e interrumpido de vacas sanas y libre de calostro; que no ha sufrido ningún tratamiento a excepción del filtrado y enfriamiento, y está exento de color, olor, sabor y consistencia anormales. (CONACYT 2006).

### **2.5.3. Características organolépticas de la leche**

- **Color:** El color de la leche es un indicador de calidad. Está determinado por la presencia de los glóbulos de grasa en suspensión que se pueden observar por su color ligeramente blanco amarillento. En las leches descremadas o adulteradas aparece un color azulado. La leche de vacas enfermas tiene un color grisáceo. Un tono rosa indica presencia de sangre o de patógenos, mientras que otros colores, como el amarillo, indican contaminación de sustancias coloreadas o presencia de patógenos.
- **Sabor:** El sabor de la leche cruda es un poco dulce debido al azúcar (lactosa) que contiene. También puede detectarse un sabor salado, lo cual indica una alta concentración de cloruros, fruto de periodos infecciosos de la vaca o de que esta se encuentra al final del periodo de lactancia. Su sabor es muy peculiar y típico y, si se nota un sabor más ácido, es indicativo de un elevado porcentaje de ácido lácteo.
- **Olor:** El olor también es muy característico debido a los compuestos orgánicos, como los aldehídos y las cetonas; si se detectan olores diferentes, puede deberse al consumo, por parte de la vaca, de ciertos alimentos antes del ordeño, de las superficies metálicas con las que ha estado en contacto la leche o de cambios químicos de la misma. En la industria lechera, estos parámetros se comprueban en cada tanque (Gimferrer 2012).

### **2.6. Calidad de la leche**

Según el RTCA 11.03.47.07 define la calidad como naturaleza esencial de un producto y la totalidad de sus atributos y propiedades, las cuales determinan su idoneidad para los propósitos a los cuales se destina (CONACYT 2006)

Se define por calidad de la leche, a las características nutricionales y microbiológicas; las características nutricionales se definen como el porcentaje de los diferentes constituyentes químicos como: proteínas, grasa, lactosa, minerales, vitaminas, sólidos no grasos y sólidos totales entre otros. La calidad microbiológica se refiere a la concentración de las bacterias de la leche, presencia de microorganismos patógenos, de residuos de antibióticos y medicamentos (inhibidores); que pueden afectar la salud humana y los procesos de transformación de la leche. Conteos altos de bacterias y de

células somáticas, producen alteraciones en las propiedades nutritivas y organolépticas de la leche y reducen la vida útil de los derivados lácteos (García *et al.* 2005).

Actualmente atendiendo un enfoque productor/usuario, la calidad de la leche puede definirse como la suma de las características que la definen (nutritivas, composicionales, higiénicas, microbiológicas, sensoriales, tecnológicas, etc.) y que concurren a proporcionar una mayor o menos satisfacción al usuario, ya sea este consumidor intermedio (industrial) o final. Sin embargo, todo alimento y en especial la leche a partir de su obtención, sufre un proceso de deterioro en sus propiedades originales, por ejemplo, en su composición en sus características sanitarias y sensoriales, los principales agentes causantes de este deterioro, son los microorganismos y las enzimas, estas son de origen microbiano, o propias del alimento (en la leche, la lactasa, las lipasas y proteasas). A su vez la actividad microbiana y enzimática se afecta por diversas variables fisicoquímicas del alimento o de su entorno, como, por ejemplo; la temperatura, actividad del agua, pH, fuerza iónica, humedad relativa ambiental, etc (Villegas 2011).

La calidad de la leche comercial es uno de los pilares fundamentales en la industria láctea, que depende directamente de las características del producto original; por lo tanto, en un alto porcentaje la calidad del producto que llega al consumidor, se debe al control sobre la leche cruda en la finca (Reyes 2010).

La leche cruda de buena calidad no debe contener residuos ni sedimentos; no debe ser insípida ni tener color y olor anormales; debe tener un contenido de bacterias bajo que no pasen los valores permitidos en recuento de bacterias aerobias mesófilas (175.000-200.000/mL); ni contener sustancias químicas (por ejemplo, antibióticos y detergentes), y composición y acidez normales. La calidad de la leche cruda es el principal factor determinante de la calidad de los productos lácteos (García 2015).

### **2.6.1. La calidad de la leche cruda y su importancia**

La calidad higiénica de la leche, tiene una importancia fundamental para la producción lechera y productos lácteos que sean inócuos e idóneos para los usos previstos. Para lograrla, se deben aplicar buenas prácticas de higiene a lo largo de toda la cadena láctea. Los productores de leche a pequeña escala encuentran dificultades para producir productos higiénicos por causas como la comercialización, manipulación, procesamiento informal y no reglamentado de los productos lácteos; la falta de incentivos financieros para introducir mejoras en la calidad, y el nivel insuficiente de conocimientos y competencias en materia de prácticas de higiene (Vargas 2002).

Por su completa composición, la leche es el blanco perfecto para la proliferación de patógenos. Su riqueza en grasa, proteína, azúcares, vitaminas y minerales hacen de ella un alimento muy completo, pero muy susceptible a posibles contaminaciones. Por este motivo, requiere controles muy estrictos. Debe llegar a la industria limpia y pura, es decir, con un número bajo de bacterias y sustancias extrañas, medicamentos, colorantes, sin agua adicionada y sin sustancias que puedan modificar el contenido de grasa (Calderón A 2006).

Para ello, se debe realizar el ordeño en unas condiciones de higiene muy estrictas. Cuanto más contaminada llegue la leche, más estricto será su procesamiento para eliminar las imperfecciones y menos pura será. Para ello, es fundamental la prevención y aplicar normas de higiene y desinfección del medio donde se trabaja con los animales. Nada puede aumentar el valor, sí evitar que se deteriore (García 2015).

Si bien la calidad de la leche cruda debe ser atendida como la suma de un conjunto de atributos de distinta índole, para operar prácticamente en la realidad con criterio tecnológico, es evidente la utilidad de descomponer la noción de "calidad integral" (la suma de atributos) en componentes parciales. Entonces ya se puede hablar de calidad composicional, fisicoquímica, microbiológica, sanitaria, sensorial, tecnológica, etc. Cada una de estas calidades puede revelarse por la medición de variables o parámetros concretos, por ejemplo:

- ✓ Calidad composicional: porcentaje de sólidos totales, porcentaje de grasa, porcentaje de proteínas, etc.
- ✓ Calidad fisicoquímica: el pH de la leche, su acidez titulable, su densidad, su punto crioscópico, etc.
- ✓ Calidad sanitaria: carga microbiana total, cuenta de coliformes, carga de células somáticas, presencia de inhibidores, presencia de adulterantes, etc.
- ✓ Calidad sensorial: color, olor y sabor
- ✓ Calidad tecnológica: fermentabilidad, cuajabilidad, estabilidad al calor, etc (Villegas 2011).

Finalmente, la leche cruda y los derivados elaborados con ella deben cumplir con normas de calidad, técnicas y sanitarias, para garantizar su inocuidad a los consumidores y facilitar su desplazamiento en los canales de comercialización nacionales y extranjeros. La calidad de la leche cruda es indispensable para fines concretos, por ejemplo:

- ✓ La pertenencia de su empleo para elaborar productos seguros para el consumidor

- ✓ La selección de la leche para elaborar productos lácteos concretos, según las exigencias del producto y el proceso (un yogurt, un leche UHT o cajeta)
- ✓ El pago de la leche como materia prima, según su calidad composicional, sanitaria y tecnológica (Villegas 2011).

Según la Norma Salvadoreña Obligatoria (NSO) de leche cruda, establece que para que la leche sea de calidad, debe cumplir los requisitos o parámetros establecidos en el cuadro 2.

Cuadro 2. Parámetros de leche cruda según la Norma Salvadoreña Obligatoria (NSO)

<b>Parámetros</b>		
	<b>Leche cruda</b>	<b>Leche pasteurizada</b>
<b>Grasa %</b>	3.0 %	3.0 %
<b>Acidez %</b>	0.14%-0.17%	0.14%-0.17%
<b>Densidad (°C)</b>	1.028-1.033	1.028-1.033
<b>Reductasa</b>	Clase A > 6 hrs	Clase A > 6 hrs
	Clase B 4 hrs mínimo	Clase B 4 hrs mínimo
	Clase C < 4 hrs	Clase C < 4 hrs
<b>Proteína</b>	3% mínimo	3% mínimo
<b>Sólidos totales % m/m</b>	11.5 mínimo	11.5 mínimo
<b>Cenizas</b>	0.70 promedio	0.70 promedio
<b>extracto seco Desgrasado</b>	8.30 mínimo	8.30 mínimo
<b>Coliformes Fecales</b>	3.0 NMP/ml	3.0 NMP/ml
<b>Coliformes Totales</b>	10.0 UFC/ml	10.0 UFC/ml
<b>Staphylococcus aureus</b>	10.0 UFC/ml	10.0 UFC/ml
<b>Escherichiacoli</b>	3.0 NMP/ml	3.0 NMP/ml

Fuente: CONACYT 2006

## 2.7. Productos derivados de la leche

Según el Codex Alimentarium (2011) un producto lácteo es un “producto obtenido mediante cualquier elaboración de la leche, que puede contener aditivos alimentarios y otros ingredientes funcionalmente necesarios para la elaboración” La diversidad de productos lácteos varía considerablemente de región a región y entre países de la misma región, según los hábitos alimentarios, las tecnologías disponibles de elaboración de la leche, la demanda de mercado y las circunstancias sociales y culturales.

### 2.7.1. Queso

Según el Codex Alimentarius (2011) se entiende por queso el producto blando, semiduro, duro y extra duro, madurado o no madurado, y que puede estar recubierto, en el que la

proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche, obtenido mediante:

- a) Coagulación total o parcial de la proteína de la leche, leche desnatada/descremada, leche parcialmente desnatada/descremada, nata (crema), nata (crema) de suero o leche de mantequilla/manteca, o de cualquier combinación de estos materiales, por acción del cuajo u otros coagulantes idóneos, y por escurrimiento parcial del suero que se desprende como consecuencia de dicha coagulación, respetando el principio de que la elaboración del queso resulta en una concentración de proteína láctea (especialmente la porción de caseína) y que por consiguiente, el contenido de proteína del queso deberá ser evidentemente más alto que el de la mezcla de los materiales lácteos ya mencionados en base a la cual se elaboró el queso.
- b) Técnicas de elaboración que comportan la coagulación de la proteína de la leche y/o de productos obtenidos de la leche que dan un producto final que posee las mismas características físicas, químicas y organolépticas que el producto definido en el apartado.

### **2.7.2. Queso fresco**

La Norma Salvadoreña Obligatoria 67.01.04:06 define el queso fresco es el queso no madurado ni escaldado, moldeado, de textura relativamente firme, levemente granular, preparado con leche entera, semi descremada, o descremada, cuajado con enzimas y/o ácidos orgánicos, generalmente sin cultivos lácteos. También se designa como queso blanco (CONACYT 2006).

Según el Codex Alimentarius define el queso como el producto blando, semiduro, duro y extra duro, madurado o no madurado, y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche, obtenido mediante:

- a) Coagulación total o parcial de la proteína de la leche, leche desnatada/descremada, leche parcialmente desnatada/descremada, nata (crema), nata (crema) de suero o leche de mantequilla/manteca, o de cualquier combinación de estos materiales, por acción del cuajo u otros coagulantes idóneos, y por escurrimiento parcial del suero que se desprende como consecuencia de dicha coagulación, respetando el principio de que la elaboración del queso resulta en una concentración de proteína láctea (especialmente la porción de caseína) y que por consiguiente, el contenido de proteína del queso deberá ser evidentemente

más alto que el de la mezcla de los materiales lácteos ya mencionados en base a la cual se elaboró el queso.

- b) Técnicas de elaboración que comportan la coagulación de la proteína de la leche y/o de productos obtenidos de la leche que dan un producto final que posee las mismas características físicas, químicas y organolépticas.

Las necesidades de la industria y de todo el sector lechero, están basadas en la exigencia de ofrecer a los consumidores productos lácteos confiables y sanos, siendo un imperativo para incrementar el consumo doméstico, mantener y conquistar nuevos mercados, y competir con productos importados, es decir para asegurar en el tiempo la viabilidad del sector en su conjunto. Por lo tanto, una leche de calidad y productos lácteos de calidad cumplen con los requisitos identificados sobre la base de su vida en la gòndola y la aceptación del cliente de un producto confiable y sano, y el aseguramiento de la calidad de los mismos, debe ser considerado de una prioridad absoluta (Ferraro 2007).

### **2.7.3. Proceso de elaboración de queso fresco**

Durante el proceso de elaboración del queso, los sólidos de la leche se concentran, debido a la pérdida de suero. El queso es un producto muy rico en proteínas; estas proteínas proceden de la caseína modificada a lo largo del afinado. Una parte se encuentra degradada y solubilizada en oligopéptidos y aminoácidos bajo la influencia de una serie de enzimas, diferentes según la microflora, lo que confiere al producto final su textura y sabor. Como consecuencia de esta proteólisis las proteínas del queso son más fácilmente digestibles. Además de su elevado contenido en proteínas, el elevado valor biológico del queso le viene conferido por su composición en aminoácidos (Aurelio 1982).

#### **2.7.3.1. Medición y filtrado**

El filtrado se hace con la finalidad de eliminar partículas ajenas a la leche que proceden del ordeño o de los mismos animales. Es importante medir el volumen de leche a procesar ya que esto nos servirá para determinar rendimientos, además de calcular las cantidades de las otras materias primas a utilizar (Aurelio 1982).

#### **2.7.3.2. Pasteurización y enfriamiento**

La leche sufre un pre tratamiento llamado pasteurización, con el principal objetivo de matar las bacterias capaces de alterar la calidad e inocuidad de los quesos, como los Coliformes, que pueden causar fácilmente el “hinchado” y un sabor desagradable; La pasteurización HTST (High Temperatura/Short Time) a 72-73°C durante 15 a 20 segundos es el tratamiento más comúnmente aplicado en las industrias lácteas. La leche pasteurizada se enfría a una temperatura de 40-45 °C (Aurelio 1982).

### **2.7.3.3. Inoculación y coagulación**

Los fermentos lácteos del yogur son microorganismos cuyo papel es provocar la acidificación necesaria en la masa del queso. Estos fermentos se pueden adquirir en forma de polvo liofilizado. Su incorporación es esencial si se pasteuriza la leche y útil, si se usa leche cruda. La leche se mantiene, durante algún tiempo, a una temperatura de 32-35 °C para el desarrollo de estos microorganismos. Luego se añade el cuajo para que ocurra la coagulación. La coagulación es la separación del suero y la cuajada y en este proceso se emplean unos 45 minutos (Aurelio 1982).

### **2.7.3.4. Corte de cuajada**

Después, se recorta la cuajada con un cuchillo, cortándola en trozos de 1,5 cm de ancho y luego se corta en cuadrados y se deja reposar unos 5 min. Luego, para dar la forma de granos (que se parecen granos de maíz): se remueve cuidadosamente y lentamente haciendo figuras de 8 durante 3 - 4 min y se deja reposar otros 5 min. La masa del queso se endurece quedando relativamente tierna hasta que tenga el tamaño aproximado de un grano de maíz. Luego se recalienta la masa hasta los 32°C removiendo lentamente de manera constante con una cuchara grande y se dejar enfriar (Aurelio 1982).

### **2.7.3.5. Desuerado**

Consiste en separar el suero dejándolo escurrir a través de un colador puesto en el desagüe del tanque o marmita donde se realizó el cuajado. Se debe separar entre el 70 y el 80% del suero. El suero se recoge en un recipiente y por lo general se destina para alimentación de cerdos (Aurelio 1982).

### **2.7.3.6. Salazón**

Esta puede ser de dos formas, adición de sal en el suero, o por medio de salmuera. En este caso será directamente agregada al suero, para hacer homogenizar la cantidad de sal en la pasta. Cuando es por Salmuera se realiza después de 3 horas, se sacan los quesos del molde y de la tela y se salan mediante un proceso de inmersión en salmuera entre 12 y 24 horas. La salmuera es una solución concentrada de sal común, donde se sumergen los quesos (Aurelio 1982).

### **2.7.3.7. Moldeo**

Los moldes, que pueden ser de acero inoxidable o de plástico PVC, cuadrados o redondos, se cubren con un lienzo y se llenan con la cuajada. En este momento, se debe hacer una pequeña presión al queso para compactarlo mejor. Este queso no se prensa, solamente se voltean los moldes tres veces a intervalos de 15 minutos. Seguidamente, se deja reposar por 3 horas y luego se sacan los moldes y se guarda el queso en refrigeración (Aurelio 1982).



### 2.7.3.8. Empaque y almacenamiento

El empaque, se hace con material que no permita el paso de humedad. Generalmente se usa un empaque plástico, se debe almacenar en refrigeración, para impedir el crecimiento de microorganismos y tener siempre queso fresco. El almacenamiento no debe ser mayor de 5 -7 días (Aurelio 1982).

### 2.7.4. Parámetros de calidad de queso fresco

La Norma Salvadoreña Obligatoria 67.01.14:06 dice que, desde la elaboración de las materias primas hasta el momento del consumo, los quesos regulados por esta norma deben estar sujetos a una serie de medidas de control, las cuales podrán incluir, por ejemplo, la pasteurización, y deben mostrar que estas medidas pueden lograr el nivel apropiado de protección a la salud pública (CONACYT 2006). En el cuadro 2 describe los criterios microbiológicos a los que los productos deben ajustarse.

Cuadro 3. Límites microbiológicos sanitarios para quesos no madurados.

Microorganismos	n 1)	c 2)	m 3)	M 4)
<i>Staphylococcus aureus, coagulasa positiva ( enterotoxigénico) UFC/g</i>	5	1	102	103
Coliformes fecales, NMP/g	5	2	3	10
<i>Escherichiacoli. UFC/g</i>	5	0	Ausencia	Ausencia
<i>Salmonella en 25 gramos</i>	5	0	Ausencia	Ausencia
<i>Listeria monocytogenes, en 25gramos</i>	5	0	Ausencia	Ausencia

Fuente: CONACYT 2006

### 2.8. Control estadístico de la calidad

El control estadístico de proceso es una excelente metodología donde se emplean gráficas de control con objeto de ayudar a los operadores, supervisores, así como a los administradores a estar monitoreando continuamente la producción de un proceso esto con la idea de observarlo, así como de eliminar las causas especiales de variación, es bien sabido que con esta metodología puede evitarse grandes cantidades de desperdicio, reproceso y así aumentar la productividad. El control estadístico de proceso es aplicable también con objeto de conocer la capacidad de un proceso. El control estadístico de proceso lo podemos entender como la aplicación de los principios y técnicas estadísticas en todas las etapas de producción con el objetivo de lograr la manufactura más económica de un producto (Carrasco L 2014).

Entre los beneficios de emplear un control estadístico de proceso se encuentran las siguientes:

- El control estadístico de proceso es útil para determinar cuándo se deben emprender acciones con objeto de hacer un ajuste a nuestro proceso cuando éste se ha salido de control.
- El control estadístico de proceso también indica que no deben hacerse ajustes y esto evitará variaciones mayores.
- Incremento de la producción sin la necesidad de inversiones en el equipo o en la expansión de la planta.
- Considerable ahorro de materia prima y energéticos.
- Eficientar la producción, reducir los rechazos, emplear mejor el equipo, menor desperdicio y retrabajo.
- Menor inspección de producto e incremento en aseguramiento de calidad.
- Precisión en dimensiones, así como en cumplimiento de especificaciones.
- Diseño del producto a través de investigación de mercado que se puede llevar a cabo mediante diseño de muestreo y diseño de experimentos.
- Calidad, producto uniforme y precios establecidos conforme a necesidades de mercado.
- Control de precio, calidad, uniformidad, Uso del lenguaje internacional estandarizado.

Se dice que existe un proceso en control estadístico si las variaciones entre los resultados muestrales observadas en este se pueden atribuir a un sistema constante de causas aleatorias. Podemos entender a un proceso bajo control cuando tiene las siguientes características: (Carrasco L 2014).

- Cuando el sistema es estable, o sea, que su comportamiento es constante, es decir, predecible, cuantificable y medible.
- Cuando la producción, variables de proceso y características de calidad tiene una dispersión homogénea.
- Cuando se puede descubrir proveer y corregir con rapidez y confiabilidad cambios adversos al proceso.
- Permite predecir los costos y la calidad.

Las herramientas más importantes del control estadístico del proceso son:

- Histograma
- Diagrama de Pareto
- Diagrama causa-efecto
- Diagrama defecto concentración
- Cartas de control

- Diagrama de dispersión
- Hoja de verificación

### **2.8.1. Las cartas de control**

Uno de los objetivos importantes del control estadístico de proceso es detectar con rapidez la presencia de causas asignables o de corrimientos del proceso, de modo que pueda efectuarse una investigación de este y emprender una acción correctiva antes de que se produzca unidades que no cumplen con los requerimientos. Las cartas de control es una técnica de vigilancia del proceso en línea que se emplea mucho con este fin, estas también pueden emplearse para estimar los parámetros de un proceso de producción y con esta información determinar la idoneidad del proceso (Carrasco L 2014).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. 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, Barrio 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 y la segunda es leche producida en un sistema de producción agroecológico. A continuación, se describen brevemente ambos sistemas.

- Sistema Convencional: alimentación con 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.
- Sistema 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 4.

Cuadro 4. Características de comparación para ambas leches.

FISICAS	NUTRICIONALES	MICROBIOLÓGICAS
pH TEMPERATURA ACIDEZ	GRASA LACTOSA PROTEINA EXTRACTO SECO MAGRO MINERALES	REDUCTASA E. COLI MICROORGANISMOS MESOFILOS

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 5)

Cuadro 5. Variables de comparación e interés para queso fresco.

FÍSICAS	NUTRICIONALES	MICROBIOLÓGICOS	PRODUCTIVIDAD
HUMEDAD pH	GRASA PROTEINA CENIZA HUMEDAD	MICROORGANISMOS MESÓFILOS E. COLI	RENDIMIENTO

### 3.2. 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 de leche provenientes de un sistema de producción convencional y 36 de leche 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. En el cuadro 6 se detallan las variables de interés para la materia prima y el método a emplearse en su análisis.

Cuadro 6. Variables de interés para la leche.

FÍSICAS		
DESCRIPCION	UNIDAD	METODO
Ph		POTENCIOMETRICO
TEMPERATURA	°C	POTENCIOMETRICO
ACIDEZ	°D	VOLUMETRICO
NUTRICIONALES		
DESCRIPCION	UNIDAD	METODO
GRASA	%	MULTISENSORIAL
PROTEINA	%	
MINERALES	%	
LACTOSA	%	
EXTRACTO SECO MAGRO	%	

MICROBIOLÓGICOS		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MÉTODO
MICROORGANISMOS MESOFILOS	UFC/ml	RECuento DE MICROORGANISMOS VIABLES
REDUCTASA	N° MO/ml	AZUL DE METILENO
ECHERICHIA COLI	UFC/ml	RECuento DE MICROORGANISMOS VIABLES

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 *Mesofilos* se desarrollaron en el laboratorio del Departamento de Zootecnia de la Facultad de Ciencias Agronómicas. En el cuadro 7 se detallan las variables de interés evaluadas en el producto final.

Cuadro 7. Variables de interés para producto final.

FÍSICAS		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO
HUMEDAD	%	GRAVIMÉTRICO
pH		POTENCIOMÉTRICO
NUTRICIONALES		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO
GRASA	%	BABCOCK
PROTEÍNA	%	KJELDAL
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	LIBRAS	GRAVIMÉTRICO

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 libras, luego se tomaron 0.5 libras de muestra de ambos productos para el análisis y determinación de sus características nutricionales y microbiológicas.

### **3.3. Metodología de laboratorio**

#### **3.3.1. Análisis Nutricional**

El contenido nutricional de las muestras se determinó por medio de un analizador de leche denominado Lactostar de la marca Funke Gerber, el cual brinda resultados de lactosa, grasa, proteína y sólidos no grasos, todos en porcentaje (Ver anexo 2).

#### **3.3.2. Análisis Microbiológico**

Los análisis microbiológicos desarrollados en la investigación se realizaron en el laboratorio de Radio Inmuno Ensayo (RIA), perteneciente al departamento de Zootecnia de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Los análisis se dividieron según el material muestral quedando distribuido de la siguiente manera:

##### Leche Fluida

- Reductasa
- Recuento de Mesófilos en Placa
- E. Coli*

##### Queso Fresco

- Recuento de Mesófilos en Placa
- E. Coli*

##### **3.3.2.1. Determinación de la prueba Reductasa**

Método indirecto basado en la reducción del colorante azul de metileno que es un indicador de óxido-reducción (es azul cuando está oxidado e incoloro cuando está reducido). La actividad reductora de los microorganismos se manifiesta por el tiempo de la reducción del colorante a una temperatura de 37 a 38 grados centígrados. (CONACYT, 2005). En el anexo 3, se puede observar el procedimiento gráfico de esta técnica.

##### **3.3.2.2. Determinación de recuento de mesófilos en placa**

Método basado en la reproducción de microorganismos mesófilos, en placas estériles con medio Plate Count Agar (PCA) e incubandoles por 48 horas a una temperatura de 35-37 °C. (ANMAT, 2014) En el anexo 4, se muestra el proceso de realización gráficamente.

Para el recuento de las unidades formadoras de colonias (UFC) se hizo uso de una cuenta colonias de alta sensibilidad, siendo las UFC de mesófilos de color blanco hueso contrastando con el color del medio de cultivo. (ISO, 2013)

### **3.3.2.3. Determinación de *E. Coli* por la técnica de recuento en placa con Agar Rojo Bilis Violeta**

Método basado en la reproducción de microorganismos mesófilos, en placas estériles con medio Agar Rojo Bilis Violeta (ARBV) e incubandoles por 48 horas a una temperatura de 35-37 °C. Ver anexo 5 para mayor detalle.

Para el recuento de las UFC de *E. Coli* se hizo uso de una cuenta colonias de alta sensibilidad, siendo identificadas por el color rosado rojizo. (CONACYT, 2005)

### **3.3.3. Análisis Físicos**

#### **3.3.3.1. Determinación de pH**

La determinación del pH fue realizada por medio de un pH-metro marca InoLab. El pH-metro es un sensor utilizado en el método electroquímico para medir el pH de una disolución. (CONACYT, 2005)

#### **3.3.3.2. Determinación de Temperatura**

La determinación de la temperatura en planta fue realizada por medio de termómetro digital auto calíbrable marca "Delta Trak".

#### **3.3.3.3. Determinación de acidez Titulable**

La determinación de la acidez en leche se basó en la titulación de una muestra de leche con una solución 0.1 N de hidróxido de sodio (NaOH) en la cual cada mililitro neutraliza un mililitro de ácido láctico. (CONACYT, 2005) El procedimiento se muestra en el anexo 6.

### **3.3.4. Análisis Químicos**

Los análisis químicos se desarrollaron en el departamento de química agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas y para ellos se hizo uso de las siguientes metodologías.

#### **3.3.4.1. Determinación de Proteína por método Kjeldah**

##### PROCEDIMIENTO:

1. Se pesó 0.4 g de queso fresco (por ser muestra húmeda), agregar 6.5 de Kelpack (mezcla catalítica) y 8.0 mL de ácido sulfúrico concentrado.
2. Se digirió la muestra durante 40 min, se dejó enfriar y se agregó una mínima cantidad de agua destilada para disolver los sólidos permanentes.



3. Se transfirió esta digestión al aparato de destilación, lavando los residuos con una alícuota de agua destilada (10 mL).
4. En un Erlenmeyer de 125 mL. Se colocó 25 mL de solución de ácido bórico y de 3 a 4 gotas de solución indicadora, teniendo cuidado al colocar el Erlenmeyer.
5. Se agregó en el menor tiempo posible al balón de destilación 40.0 mL. de solución de hidróxido de sodio y se destiló inmediatamente hasta obtener unos 50.0 mL. de destilado.
6. Se tituló con ácido sulfúrico 0.02 N hasta la primera aparición de un color verde violeta.
7. Al mismo tiempo se llevó un blanco usando los mismos reactivos, el mismo tiempo de digestión y el mismo volumen de destilación que la muestra. (CONACYT, 2005)

#### CÁLCULOS:

El porcentaje de nitrógeno total se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(\text{ml HC1 muestra} - \text{ml HC1 testigo}) * N * 0.014 * 100}{\text{Peso de muestra}}$$

0.014 = Miliequivalentes del Nitrógeno (14 Peso fórmula del N/1000)

#### **% de proteína cruda = % Nitrógeno x 6.25**

Este factor de 6.25 se aplica a la mayoría de proteínas animales y vegetales ya que se asume que en su composición poseen entre 16% a 19% de N, cuando se trate de otro tipo de muestra, se debe buscar el factor correspondiente. El fundamento de dicho análisis se encuentra en el anexo 7.

#### **3.3.4.2. Determinación de Grasa por el método de Babcock**

##### PROCEDIMIENTO:

1. En primer lugar se homogenizó bien la muestra de queso y se pesaron 9 gramos directamente en el butirómetro.
2. Se agregaron 13 ml de ácido acético glacial y se agitó cuidadosamente.
3. Se agregó 9 ml de ácido sulfúrico en pequeñas porciones y por las paredes del cuello de la botella, agitando cada vez.
4. Luego se agregó agua destilada a 60°C hasta el cuello del butirómetro y se dejó en baño de agua a 60°C por 5 min.
5. Se centrifugó por 2 minutos de forma manual.
6. Se agregó agua a temperatura a 60°C, hasta que la grasa se aproximó a la penúltima porción graduada del cuello del butirómetro.
7. Se centrifugó 1 minuto.
8. Posteriormente se colocó el butirómetro en el baño de agua a 60°C por 2 a 3 minutos
9. Finalmente se sacó el frasco Babcock, se secó y se midió la columna de grasa. (CONACYT, 2005). En el anexo 8 se presenta el flujograma del análisis realizado.

## RESULTADOS:

El contenido de grasa en el queso fue expresado como porcentaje en peso y se obtuvo de la lectura directa sobre la escala del cuello de la botella Babcock.

**NOTA:** En el momento de hacer la lectura, la columna de grasa debe ser traslúcida, amarillo dorado o ámbar y exenta de partículas visibles en suspensión. No tomar en consideración aquellos ensayos en los cuales la columna se presente lechosa, grumosa o carbonizada, o aquellos en los que la lectura sea confusa; en caso necesario repetir la prueba ajustando la cantidad de ácido sulfúrico agregado.

### **3.3.4.3. Determinación de cenizas (Minerales)**

#### FUNDAMENTO:

Incineración o calcinación de la muestra en un horno de mufla a temperatura de 550°C por un período de dos horas, para quemar todo el material orgánico quedando solo el inorgánico llamado CENIZA que no se destruye a esta temperatura (CONACYT 2005). El detalle del procedimiento realizado se encuentra en el anexo 9.

#### PROCEDIMIENTO:

1. Se colocó el crisol limpio bien identificado en la mufla, y se precalentó a 550°C 1 hora.
2. Se sacó el crisol del horno, se colocó en un desecador y se dejó enfriar durante 30 minutos.
3. Se pesó el crisol vacío, y se anotó el peso.
4. Posteriormente se pesaron aproximadamente 2 gramos de las muestras de queso fresco directamente en el crisol de porcelana. Colocándose en el horno mufla y manteniéndolo a temperatura de 550°C durante 2 horas; controlando tiempo y temperatura.
5. Se retiró el crisol del horno de mufla, se colocó en el desecador durante 30 minutos, se pesó y se registró dicho valor.

#### CÁLCULOS:

Peso de la ceniza g.= (P de crisol más muestra - (Peso de crisol vacío)  
(Después de incinerado)

$$\text{Porcentaje de ceniza} = \frac{\text{Peso de ceniza g.} \times 100}{\text{Peso de muestra g.}}$$

### 3.3.4.4. Determinación de Humedad Total

#### FUNDAMENTO:

La cantidad de agua se elimina por calentamiento de la muestra en una estufa de vacío a temperatura de 105°C durante cinco horas y presión de 100 mm de Hg (CONACYT, 2005).

#### PROCEDIMIENTO:

1. Se calentó a 105°C una estufa corriente, la caja de aluminio durante un período de 2 horas. Se dejó enfriar en desecador 30 minutos, posteriormente se pesó en balanza analítica y se registró el dato.
2. En la misma caja se pesó  $\pm$  dos gramos de queso fresco previamente homogeneizada y se registró el dato.
3. Posteriormente se colocó la caja de aluminio destapada más la muestra en la estufa a 105°C, durante 5 horas.
4. Se retiró la caja de la estufa, se tapó y se puso en desecador para que enfriara durante 30 minutos posteriormente se pesó y registro el dato. El esquema del proceso se encuentra en el anexo 10.

#### CÁLCULOS:

- a) Peso de caja + muestra antes de secar – Peso de caja vacía = Peso de muestra
- b) Peso de caja más muestra antes de secar – Peso de caja más muestra después de secar = Pérdida de peso

### 3.4. Metodología Estadística

#### 3.4.1. Cartas de control

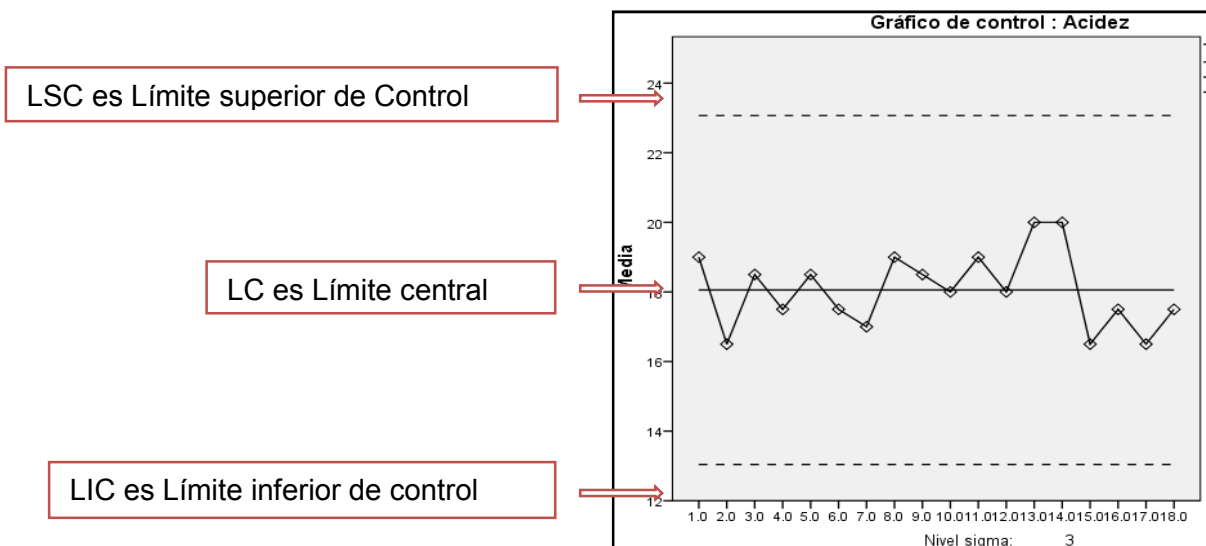
Esta técnica hace uso de la media aritmética (línea central de la Carta de Control) de los valores semanales de una característica de calidad de interés la cual fue cotejada con la Norma Salvadoreña Obligatoria para quesos no madurados (NSO 67.01.04:06).

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 ( $^{\circ}$ 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).

### 3.4.2. 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. 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 probar estadísticamente cuál de ellas proporciona mejores rendimientos. A continuación, se presenta el modelo matemático utilizado para el cálculo de “t” calculado:

Dónde:

- ✓ Media Muestral  $\mu_1$
- ✓ Media Poblacional  $\mu_2$
- ✓ Desviación Estándar  $\sigma$
- ✓ Tamaño Muestra  $\sqrt{n}$

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

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Análisis físicos de la leche

#### 4.1.1. Acidez

De acuerdo a la figura 3 y 4 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% con un intervalo de 2.667% entre muestra y para la agroecológica fue de °D=14.80556%, con un intervalo promedio de 1.61111 % entre cada uno de los puntos como se observa en el anexo 11.

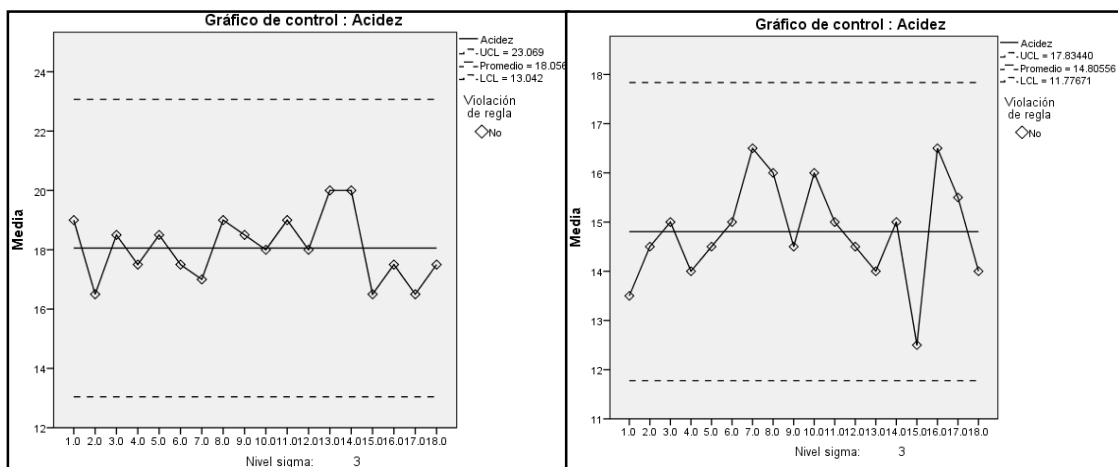


Figura 3. Media del porcentaje de acidez (°D) en la leche convencional

Figura 4. 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 según la norma, uno de los factores que se le puede atribuir el porcentaje de acidez encontrado en la leche es debido a un mal manejo de la cadena de frío, debido que dentro de la planta se utiliza leche de los tanques de enfriamiento y en ocasiones leche caliente llevada directamente de los establos, y para la leche agroecológica el promedio fue de 0.14%, encontrándose dentro de los parámetros establecidos por la norma, lo que puede atribuirse a la buena higiene al momento del ordeño, uso de recipientes lavados y desinfectados y se transporta de manera adecuada. Hans. (2012) Señala, que la acidez de la leche puede tener 2 orígenes, la fermentación bacteriana ocurre por inadecuada higiene causada por la formación de ácido láctico a partir de la lactosa de la leche y por elevada producción de ácidos naturales de la leche esto se comprueba por descarte, detectando por titulación – la ausencia de ácido láctico en la leche, la acidez natural no debería ser motivo de rechazo por las plantas lechera, ya que se trata de una leche normal.

#### 4.1.2. Comparación del porcentaje de acidez

En la figura 5 se puede observar que la curva sobre el porcentaje de acidez (°D) de la leche convencional es la que obtuvo los mayores resultados entre el 17% - 20% y se encuentra superior a la curva de la leche agroecológica ya que dio resultados más bajos que se encontró entre el 14%-17%, por lo que de acuerdo a los porcentajes de acidez (°D) la leche agroecológica es mejor ya que presenta los resultados más bajos.

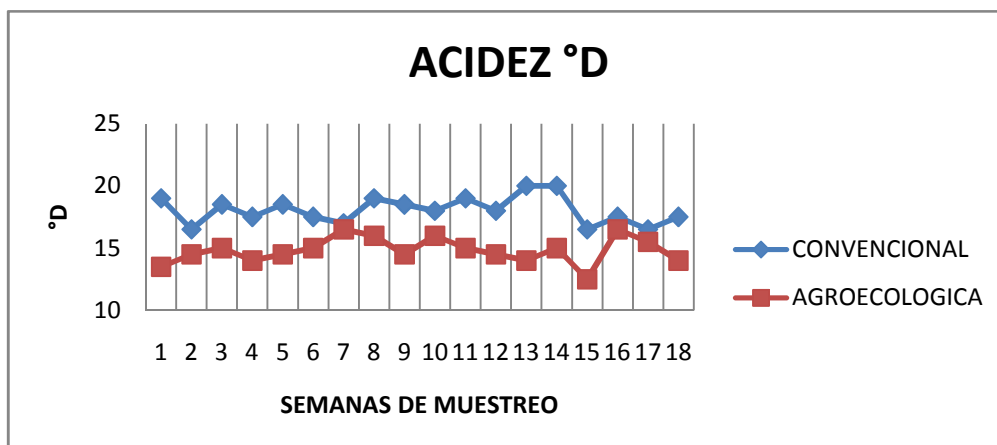


Figura 5. Comparación del contenido de acidez en ambas leches.

#### 4.1.3. pH

En la figura 6 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 7 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 para el límite superior de 6.8393% y para el límite inferior de 6.5535%, y se tuvo un promedio de 6.6964 %.

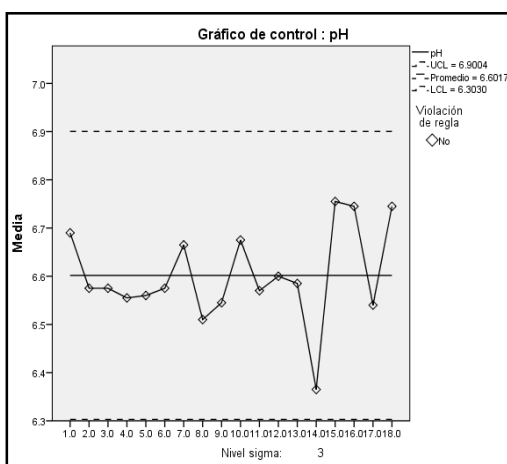


Figura 6. Medias del pH en la leche convencional.

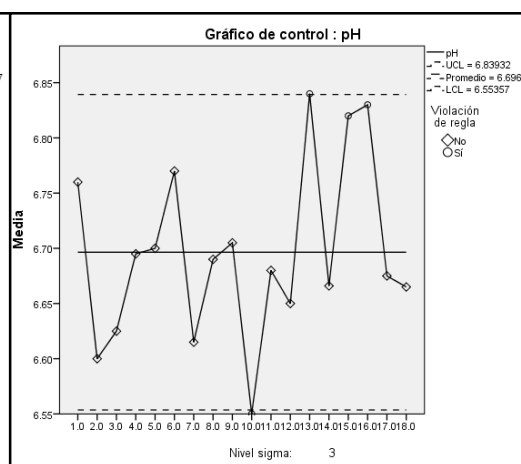


Figura 7. Medias del pH en la leche agroecológica.

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. 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. Los valores de pH obtenidos en esta investigación se encuentran en los rangos estipulados en la norma para ambas leches.

## 4.2. Análisis microbiológicos de la leche

### 4.2.1. Recuento total de mesófilos

De acuerdo a la figura 9, 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 8 se observa que la leche convencional presenta un proceso bajo control debido a que no violenta los límites críticos para ninguna de las muestras.

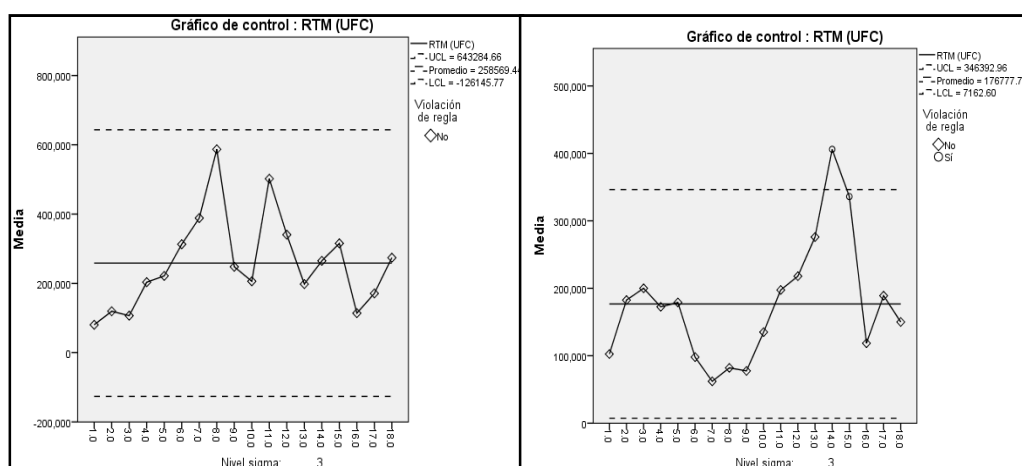


Figura 8. Medias del Recuento Total de Mesófilos de la leche convencional

Figura 9. 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 el manipuleo 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”

#### 4.2.2. Comparación Recuento total de mesófilos en la leches

En la figura 10 se observa una comparación del recuento total de mesófilos de ambas leches en donde la convencional presenta los valores más altos ya que tuvo un promedio de 258,569 UFC/ml, en cambio la gráfica de los resultados de la leche agroecológica se presenta por debajo obteniendo un promedio 176,777 UFC/ml, lo cual nos indica que se encuentra mas higiénica y fue manipulada de una mejor manera de acuerdo a Amiot, (1991) un recuento total de mesófilos varía de acuerdo al agua utilizada para la limpieza de los equipos y utensilios de ordeño, la higiene del animal y del personal, no es limpia, el ordeñador puede llegar a jugar un papel importante en la contaminación de la leche, sobre todo cuando el ordeño es manual ya que en nuestro medio es frecuente observar como el personal encargado del ordeño no se lava las manos peor aún se las humedece en la misma leche para lograr lubricación que facilite el ordeño y la relación tiempo-temperatura de almacenamiento y distribución.

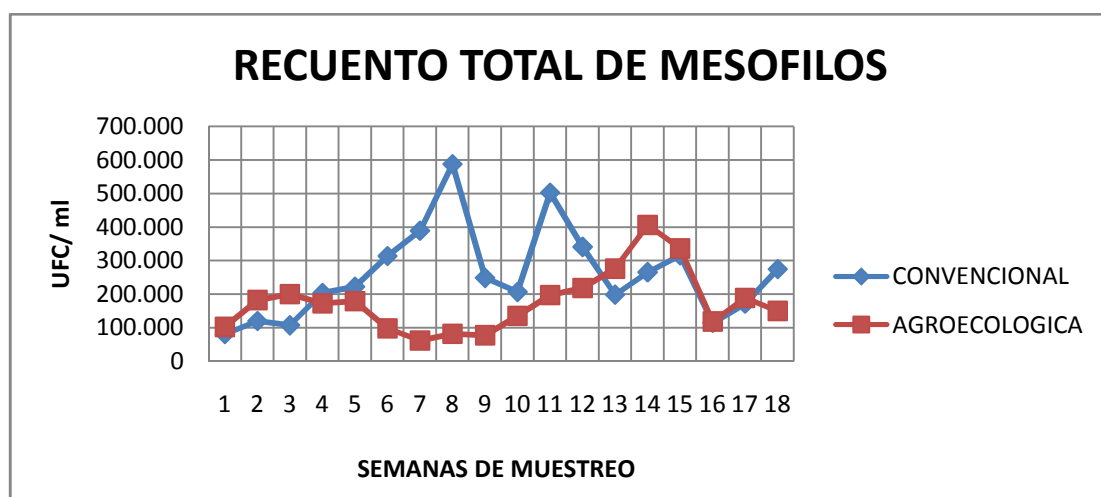


Figura 10. Comparación del recuento total de mesófilos en ambas leches

#### 4.2.3. Prueba de reductasa

De acuerdo a la figura 11 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 12 que en la semana 14 sobre pasa el limite inferior de control, por lo tanto ambos tipos de leche se encuentran fuera de control. Con respecto al promedio, la leche agroecológica presenta menor contenido de microorganismos, esto se ve reflejado en el promedio de 5.96 horas alcanzado por estas muestras.



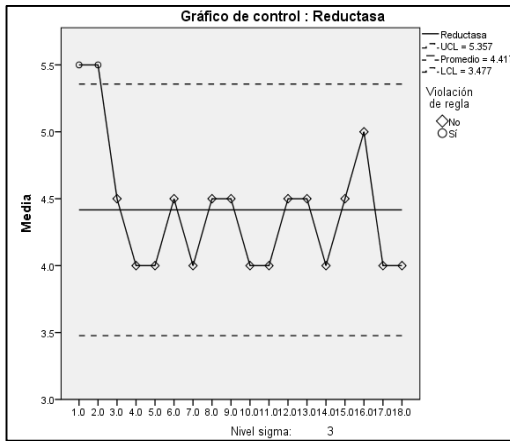


Figura 11. Medias de la prueba de reductasa de la leche convencional.

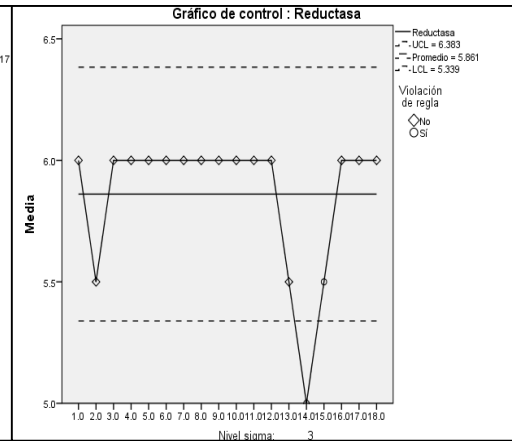


Figura 12. Medias de la prueba de reductasa de la leche agroecológica.

Ciro A. (1993) señala, que para estimar el número aproximado de microorganismos en la leche cruda se utiliza un método indirecto basado en la reducción del colorante azul de metileno que es un indicador de óxido-reducción. 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. Según García E. (2004) señala, que una leche que se encuentre entre 4-5 horas se denomina como aceptable.

### 4.3. Análisis nutricionales de leche

#### 4.3.1 Grasa

De acuerdo a la figura 13 se puede observar que las medias obtenidas en el porcentaje de grasa en la leche convencional se encuentran bajo control ya que ninguno de los puntos sobrepasa el límite superior ni inferior de control, mientras que para la leche agroecológica podemos observar en la figura 14 que no se encuentra bajo control, debido a que en la semana 12 se encuentra fuera del límite superior de control con un valor igual a 4.20341 %. Los rangos del porcentaje de grasa expresan que hay una variabilidad que no se encuentra bajo control para ambas leches (ver anexo 12).

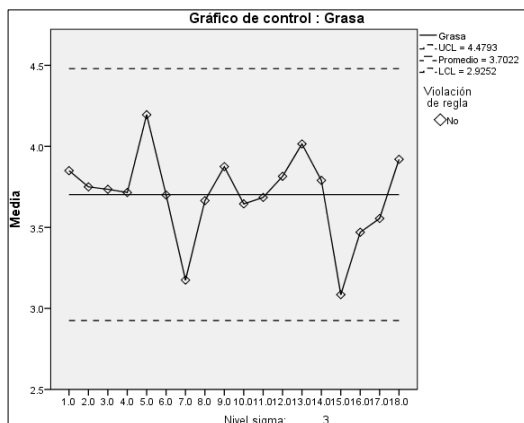


Figura 13. Medias del porcentaje de grasa en leche convencional.

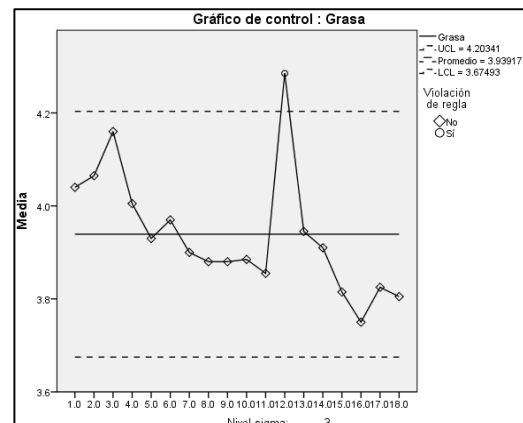


Figura 14. Medias del porcentaje de grasa en leche agroecológica.

La leche convencional presenta una media bajo control para la variable grasa y un promedio igual a 3.702%, para el caso de la leche agroecológica las medias no se encuentran bajo control y se obtuvo un promedio de 3.9397%, sin embargo ambas leches tienen un valor dentro de lo establecido por la NSO 67.01.01:06 leche cruda, 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 por ciento del contenido sólido de la leche de vaca, pero el porcentaje de grasa de la leche de vaca varía según la raza y la alimentación del ganado. Izurieta (2008) señala que la mayoría de los mercados lecheros están en directa relación al pago por el porcentaje de grasa de su leche. El porcentaje graso de la leche puede variar hasta 3 unidades según la ración, como tipo de forraje, su calidad (madurez, contenido de fibra), el tamaño de partícula o de picado de éste tiene gran influencia sobre el porcentaje de grasa de la leche, así como el forraje finamente molido produce un cambio en los productos de fermentación ruminal con el consiguiente aumento del propionato y la reducción de acetato y por lo tanto disminución del porcentaje de materia grasa láctea. (Morales 1999).

#### 4.3.2. Proteína

En la figura 15 puede observar que la leche convencional se encuentra bajo control ya que ninguno de los puntos sobrepasa el límite superior ni inferior de control. Para el caso de la leche agroecológica se observa en la figura 16 que la semana 12 sobrepasa el límite inferior de control por lo tanto existe una variabilidad fuera de control y las medias están fuera de control.

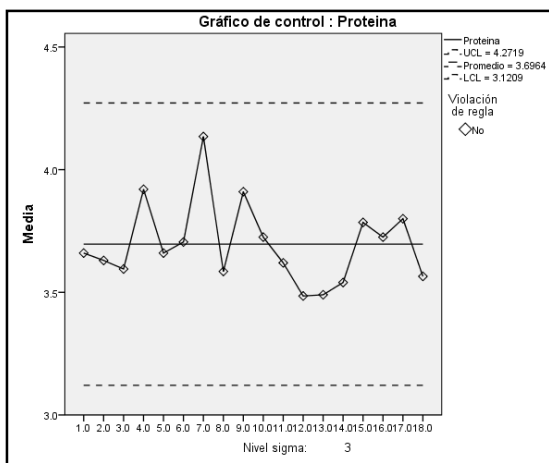


Figura 15. Medias del porcentaje de proteína en leche convencional.

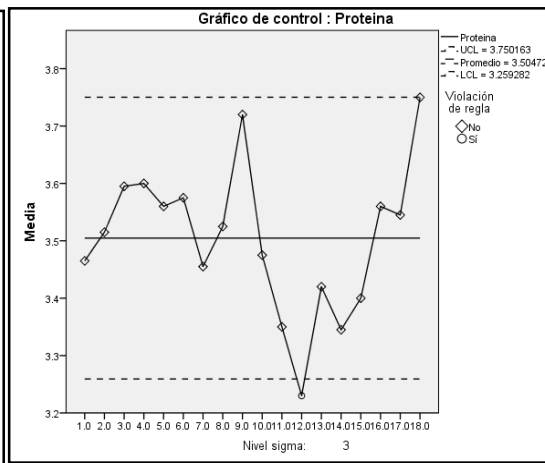


Figura 16. Medias del porcentaje de proteína en leche agroecológica.

De acuerdo a los resultados obtenidos del porcentaje de proteína, el comportamiento de las medias para la leche convencional fue bajo control y se obtuvo un valor promedio de 3.6964%, para el caso de la leche agroecológica presentaron una variabilidad fuera de control y se obtuvo un valor promedio de 3.5047%, presentando 0.1917% más la leche convencional, esta variación 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.

### 4.3.3. Minerales

En la figura 17 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, para el caso de la leche agroecológica se puede observar en la figura 18 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.

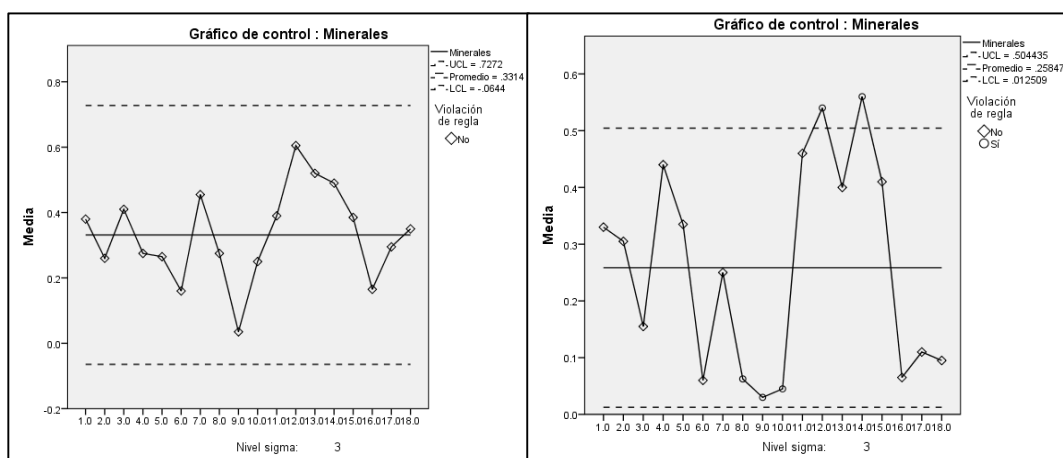


Figura 17. Medias del porcentaje de minerales en leche convencional.

Figura 18. Medias del porcentaje de minerales en leche Agroecológica.

Los resultados obtenidos sobre el porcentaje de minerales para la leche convencional los puntos presentan una variabilidad bajo control y un valor promedio de 0.3314%, para el caso de la leche agroecológica los datos tienen un comportamiento inestable y las medias se encuentran fuera de control, se obtuvo un promedio de 0.25847%, teniendo mejores resultados la leche convencional, de acuerdo a la NSO 67.01.01:06 de leche cruda de vaca debe tener un valor de 0.70%, 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.

#### 4.3.4. Lactosa

La figura 19 de medias sobre el porcentaje de lactosa en leche convencional, se puede observar que se encuentra bajo control. En la figura 20 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.

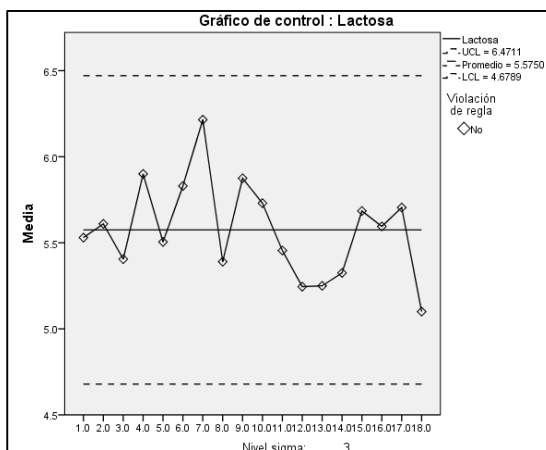


Figura 19. Medias del porcentaje de lactosa en leche convencional.

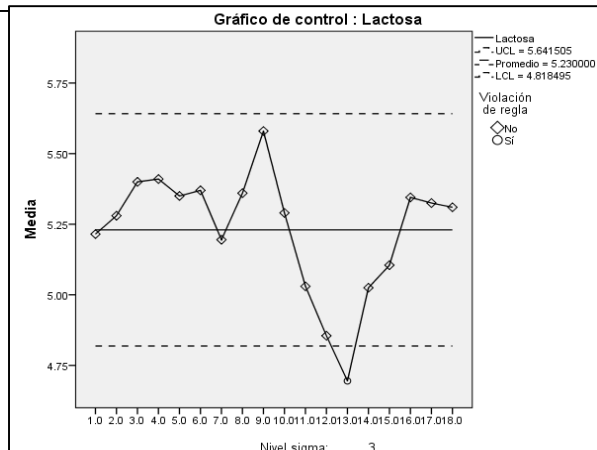


Figura 20. Medias del porcentaje de lactosa en leche agroecológica.

La leche convencional presenta un comportamiento bajo control en sus medias sobre el porcentaje de lactosa y se obtuvo un valor promedio de 5.5750%, las medias de la leche agroecológica presentaron un comportamiento fuera de control debido que el punto 22 dio como resultado 4.75% fuera del límite inferior de control, de acuerdo 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.

#### 4.3.5. Extracto seco magro (ESM)

En la figura 21 el 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 22 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%.

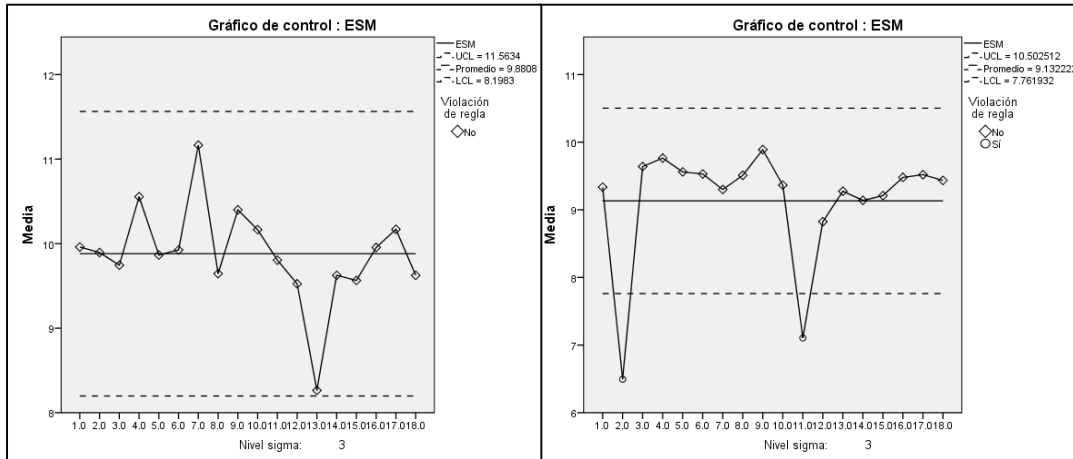


Figura 21. Medias del porcentaje de extracto seco magro en leche convencional.

Figura 22. 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.

#### 4.4. Comparación nutricional de la leche

##### 4.4.1. Grasa

En la figura 23 se puede observar que la curva sobre el contenido de grasa más estable es la de la leche producida bajo un sistema agroecológico mostrando un promedio de 3.94%. Por el contrario, la leche producida bajo el sistema convencional presenta 3 fluctuaciones anormales, las cuales pueden inferir al momento de procesarla.

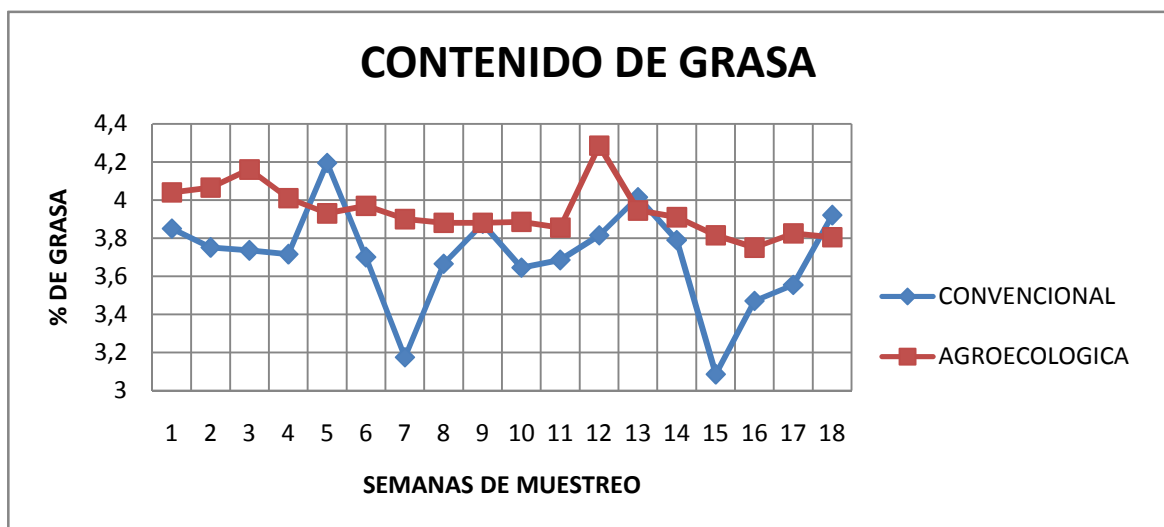


Figura 23. Comparación del contenido de grasa en ambas leches.

El valor promedio correspondiente a la grasa para la leche convencional es de 3.70% y para la agroecológica de 3.94%, en relación a la Norma Salvadoreña de leche cruda (NSO 67.01.01:06) ambas se encuentran dentro del rango establecido, según Chacón (2007) indica que la grasa constituye desde el 3.5 hasta el 6.0% de la leche, variando entre razas y la alimentación. Bachman (1994) todos los componentes de la leche, el porcentaje de grasa en la leche es el más variable y el que más cambios sufre por factores genético, fisiológico y nutricional.

#### 4.4.2. Proteína

En la figura 24 podemos observar una comparación del porcentaje de proteína de la leche (agroecológica y convencional), la curva sobre el contenido de proteína con menores variaciones es la de la leche producida bajo un sistema agroecológico mostrando un promedio de 3.5%. Por el contrario, la leche producida bajo el sistema convencional presenta fluctuaciones anormales, sin embargo, logran un promedio de 0.20% por encima de la agroecológica.

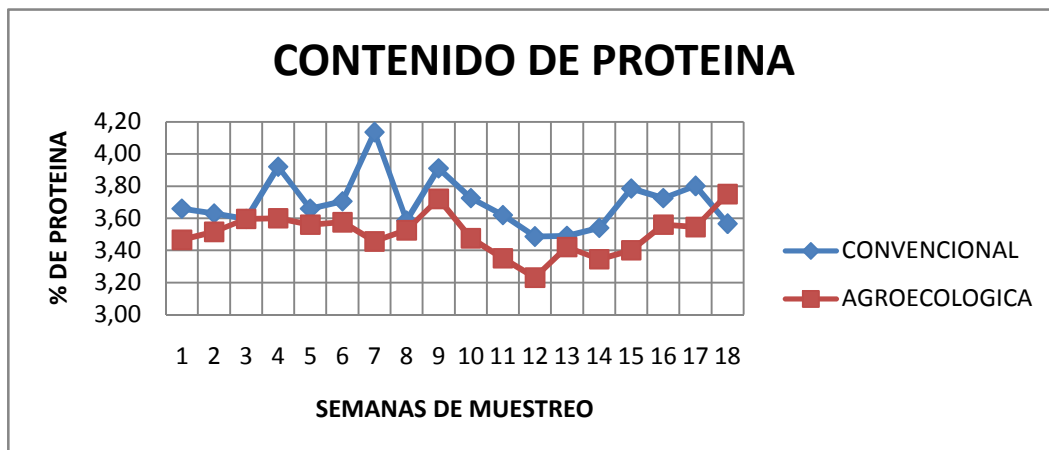


Figura 24. Comparación del contenido de proteína en ambas leches.

Los valores promedio correspondiente a la proteína para la leche convencional es de 3.70% y para la agroecológica de 3.5%, en relación a la Norma Salvadoreña de leche cruda (NSO 67.01.01:06) establece un parámetro de 3.2% de proteína, encontrándose ambas leches dentro del rango establecido por la norma. Según Palacios (2009) establece que se han realizados varios estudios comparativos se han enfocado en la calidad de la leche proveniente de sistemas convencionales y orgánicos y no se han encontrado diferencias importantes en términos de composición química del producto entre ambos sistemas.

### 4.4.3. Sólidos totales

En la figura 25 se observa la curva sobre el contenido de sólidos totales de ambas leches, las cuales presentan promedios similares, sin embargo, la leche del sistema convencional presenta 0.23% por arriba de la del sistema agroecológico. Sin embargo, la curva de esta última es más estable en comparación a la convencional.

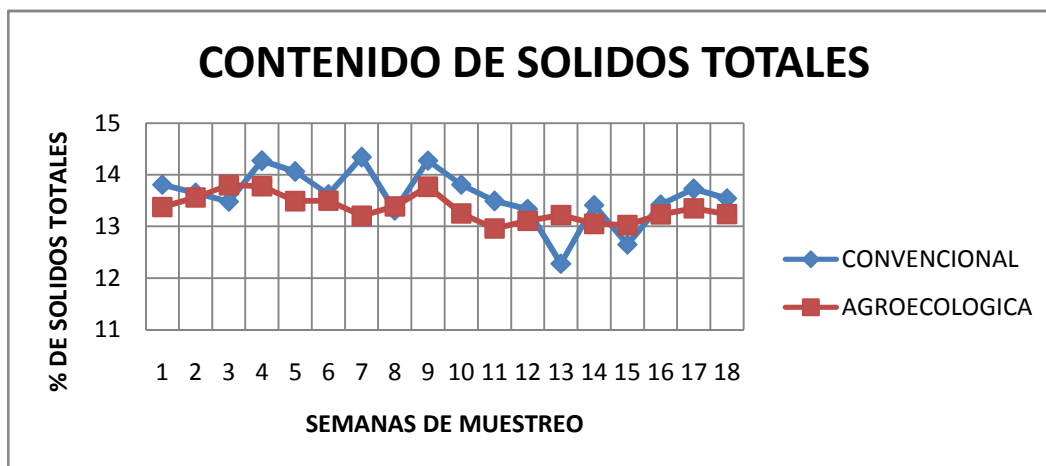


Figura 25. Comparación del contenido de sólidos totales en ambas leches

Los valores promedio correspondiente al contenido de sólidos totales, para la leche convencional es de 13.58% y para la agroecológica de 13.35%, en relación a la Norma Salvadoreña de leche cruda (NSO 67.01.02:06) establece un parámetro de 11.5% de sólidos totales, encontrándose ambas leches dentro del rango establecido por la norma.

Aguilar C. (2001) existen una serie de factores internos y externos al animal que influyen la producción de sólidos totales de la leche, entre los más importantes se encuentran: la raza, la dieta, la salud ruminal, la época del año, la disponibilidad de pasto, la calidad del pasto, la producción de leche, la etapa de lactancia y el contenido de células somáticas de la leche. Según Saborío A. (2001) señala que el contenido de sólidos totales en la leche es uno de los componentes más importantes ya que las grandes empresas industrializadoras de lácteos utilizan como requisito para el pago de la misma, fijan el precio en función de una leche con 12.57% de sólidos totales el precio a pagar al productor fluctúa dependiendo del porcentaje de sólidos totales de la leche, esto debido que de eso depende los rendimientos a obtener en producto terminado.

## 4.5. Análisis microbiológicos del queso

### 4.5.1. Recuento total de mesófilos

En la figura 26 y 27 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.

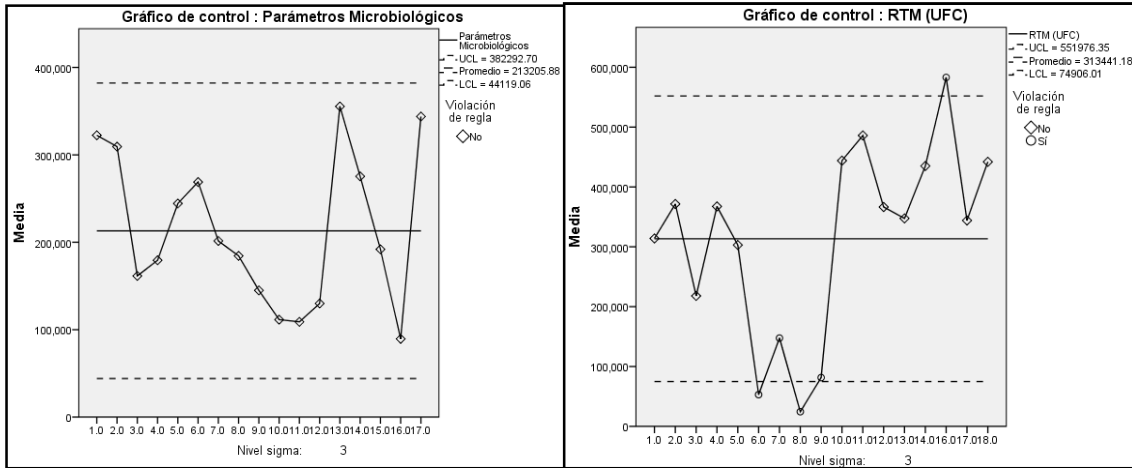


Figura 26. Media del recuento de mesófilos en placa (RTM) en queso fresco con leche convencional

Figura 27. 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”.

#### 4.5.2. Determinación de *Echerichia coli*

En la figura 28 y 29 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.



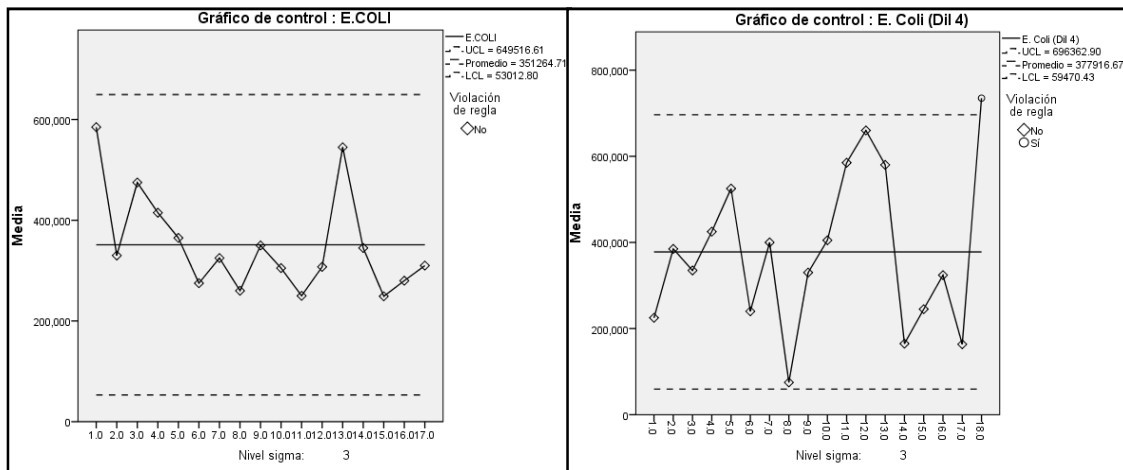


Figura 28. Medias de resultados de *Echerichia coli* en la dilución 4 en queso fresco con leche convencional

Figura 29. 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.

#### 4.6. Análisis nutricionales de queso fresco

##### 4.6.1 Grasa en queso fresco

En la figura 30 y 31 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.

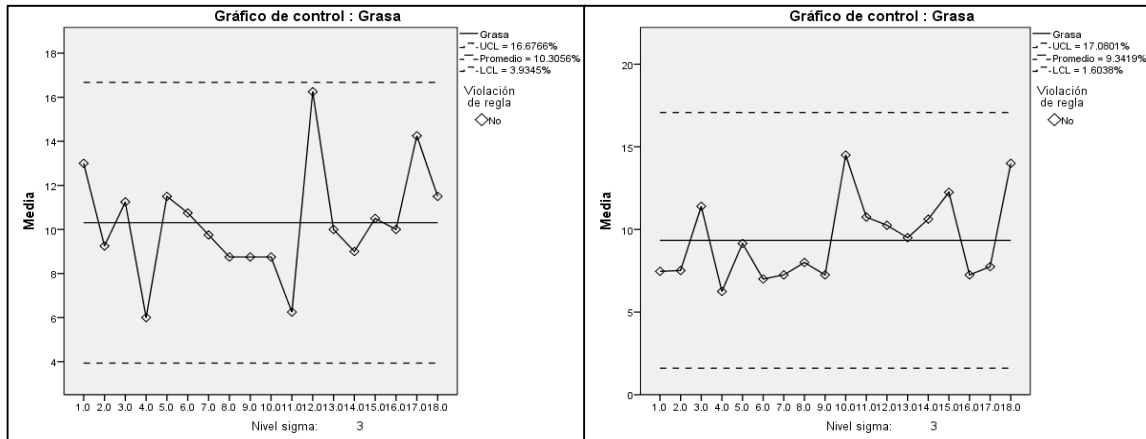


Figura 30. Media del porcentaje de grasa de queso fresco con leche convencional

Figura 31. 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.

#### 4.6.2. Humedad en queso fresco

En la figura 32 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 33 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.

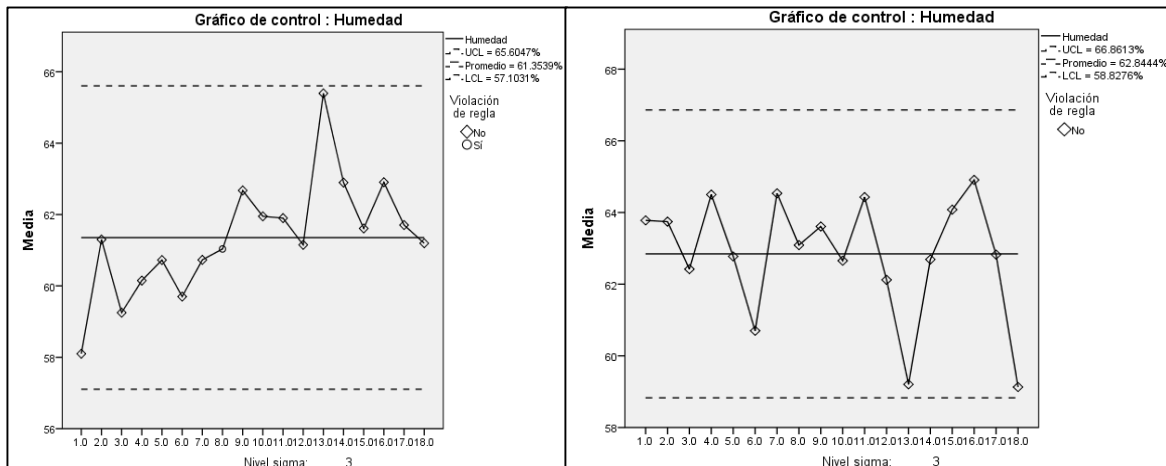


Figura 32. Media sobre el porcentaje de humedad en el queso fresco de la leche agroecológica.

Figura 33 Media del porcentaje de humedad de queso fresco con leche convencional

De acuerdo a los resultados obtenidos del queso fresco elaborado con leche agroecológica los promedios semanales se mantuvieron en el rango de 3 puntos bajo y 3 puntos arriba de la media aritmética obtenida de todo el proceso y 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.

#### 4.6.3. Ceniza en queso fresco

En la figura 34 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 35 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 rangos sobre el porcentaje de cenizas en el queso fresco tanto con leche agroecológica y convencional, nos indica que hay una variabilidad fuera de control.

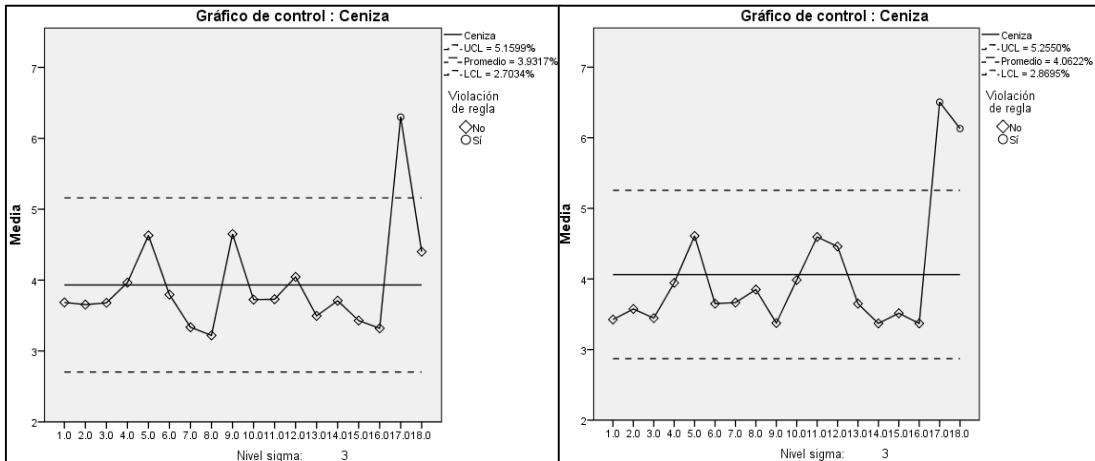


Figura 34. Media sobre el porcentaje de ceniza en el queso fresco de la leche agroecológica.

Figura 35. Media del porcentaje de ceniza de queso fresco con leche convencional

Los resultados obtenidos sobre las medias del porcentaje de cenizas del queso fresco elaborado con ambas leches, dieron una variabilidad fuera de control, para el caso del queso fresco elaborado con leche agroecológica se obtuvo un valor promedio de 3.9317% y para el queso fresco elaborado 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 ICAP (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.

#### 4.6.4. Proteína en queso fresco

En las figuras 36 y 37 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.

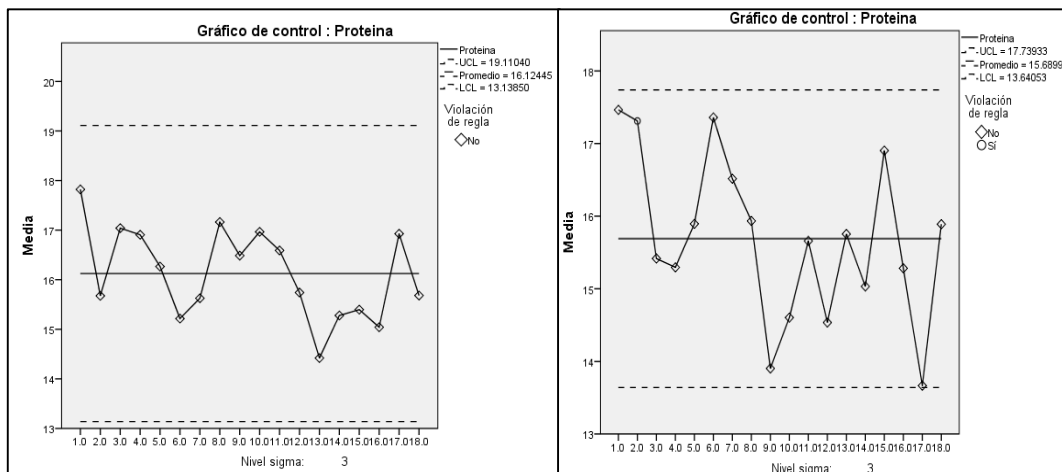


Figura 36 Media sobre el porcentaje de proteína en el queso fresco de la leche agroecológica.

Figura 37. Media del porcentaje de proteína de queso fresco con leche convencional

Los resultados obtenidos presentan que las medias del porcentaje de proteína para el queso fresco con leche agroecológica se mantienen bajo control y se tuvo un promedio de 16.12%, las medias obtenidas para el queso fresco elaborado con leche convencional presentaron una variabilidad fuera de control y se obtuvo un promedio 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 (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá), 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”.

#### 4.7. 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	111.561	.26295
	2.00	18	208.656	.63689	.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.

## 5. CONCLUSIONES

- ❖ La leche convencional en los resultados químicos, presenta variabilidad pero no sobrepasan los límites superior e inferior de la hoja de control por lo que se atribuye que el proceso se encuentra bajo control para las variables grasa, proteína, minerales, lactosa y extracto seco magro (ESM), Para el caso de la leche agroecológica hubieron dos muestras que violaron uno de los límites de control por lo que se supone que existe un elemento en el proceso o materia prima que altera los resultados, sin embargo ambas leches 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 con lo establecido por la norma.
- ❖ Según los análisis microbiológicos realizados a la leche, la convencional presenta un comportamiento entre los límites superior e inferior, por lo que se indica un proceso bajo control para el recuento total de *mesófilos* (RTM) y la prueba de reductasa, con 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.
- ❖ Los análisis microbiológicos, recuento total de *mesófilos* (RTM) y determinación de *Escherichiacoli* realizados al queso fresco, se obtuvo una media bajo control para el que fue elaborado con leche convencional, de acuerdo a la calidad microbiológica ambos tienen presencia de UFC/g en el recuento total de *mesófilos* (RTM) pero el queso elaborado con leche agroecológica presentó 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.



## 6. 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.
- ❖ Para los elementos microbiológicos, es necesario mantener una cadena de frío adecuada para toda la leche acopiada en la planta. De esta manera se logrará mantener los niveles de mesófilos y bacterias lácticas a niveles que no produzcan mayores daños a la calidad de la leche y que esto no repercuta en el procesamiento.
- ❖ 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.
- ❖ Es recomendable buscar un nicho de mercado especial, que prefiera y adquiera productos lácteos con denominación orgánica y por ende el precio de estos mejoraría. Logrando cubrir los costos de producción de los mismos y beneficiar las finanzas de la asociación.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- Aguilar C. 2001. Análisis de las curvas de producción de sólidos lácteos (Grasa,
- Amiot, J. 1991, Ciencia y Tecnología de la Leche. Principios y Aplicaciones. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Aurelio 1982. Tecnología de la leche. Procesamiento, manufactura y análisis. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. Pág. 149-329
- Bachman, K.C.1994.Manejo de la composición de la leche. EUA, Florida. pág. 346.
- Banco Central de Reserva 2017. Revista trimestral del año. Volumen por actividad económica. San Salvador, El Salvador. 88 p.
- 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.agomeat.com/208121/cuantos-litros-de-leche-se-necesitan-para-producir-un-1-kg-de-queso>
- Calderón A; Gracia F. 2006. Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. (En línea). Consultado 30 de marzo de 2018. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v11n1/v11n1a06>
- 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>
- Carrasco L; Rosales K; 2014. PROPUESTA DE UN PLAN HACCP Y CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO EN LA ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA PARA LA EMPRESA LACTEUS S.A.C. tesis Ing. Perú, UNALM. 26 p.

- 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](http://www.agrobit.com/Info_tecnica/Ganaderia/prod_lechera/GA000002pr.htm)
- Casado y García. 2015. Agricultura Convencional. Consultado el 19 de junio de 2019 (en Línea). Disponible en: [https://www.ecured.cu/Agricultura\\_convencional](https://www.ecured.cu/Agricultura_convencional)
- Castillo 2010. Fisiología de la leche. (En línea). Consultado 15 de marzo de 2018. Disponible en: <http://www.agro20.com/profiles/blogs/fisiologia-de-la-leche>
- Chacón 2007. EVALUACION DE LOS PARAMETROS FISICO-QUIMICOS DE LA LECHE BOVINA. Tesis. Ing. Ecuador. UPS. 65 p.
- Ciro, A. 1993. Química de los alimentos: prueba de la reductasa de la leche. (en línea). Consultado 7 jun. de 2018.Disponible en: <http://alimentos6173.blogspot.com/2014/07/prueba-de-la-reductasa-de-la-leche.html>
- Codex Alimentarius 2011. Leche y Productos Lácteos. 2°ed. Roma, Italia. 87 p.
- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología SV). 2005. Norma Salvadoreña, Primera actualización NSO 67.01.01:05, San Salvador SV. 10 p.
- 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.
- CONACYT 2006. Reglamento Técnico Centroamericano 67.04.65:12. Uso de Términos Lecheros. 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 2009. La Ganadería Orgánica: Aspectos Generales. (En Línea). Consultado 22 de agosto de 2018. [https://www.researchgate.net/publication/268395989\\_LA\\_GANADERIA\\_ORGANICA\\_ASPECTOS\\_GENERALES](https://www.researchgate.net/publication/268395989_LA_GANADERIA_ORGANICA_ASPECTOS_GENERALES)

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>

Ferraro 2007 Concepto de Calidad de Leche. Su Importancia para la Calidad del Producto Final y para la Salud del Consumidor. (En Línea). Consultado el 20 de junio de 2019. Disponible en: [http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/calidad\\_de\\_leche.htm.pdf](http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/calidad_de_leche.htm.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/>

García 1987. Derivados Lácteos. Obtención higiénica de la leche. Bogotá. Colombia. 9 p.

García 2015. EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO DOBLE CREMA EN UNA FÁBRICA DE LÁCTEOS DEL MUNICIPIO DE BELÉN (BOYACÁ). Tesis Ing. Colombia, UPTC. 6 p.

García, Rubiano P, Ortega R. 2005. EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO DOBLE CREMA EN UNA FÁBRICA DE LÁCTEOS DEL MUNICIPIO DE BELÉN. Tesis Ing. Colombia, UPTC. 11 p.

- García, E. 2004. Determinación de la calidad higiénica de la leche mediante la medición indirecta del tiempo de reducción del azul de metileno o prueba de la reductasa microbiana. (En línea). Consultado 7 jun. De 2018. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/38380/Eva%20Garc%C3%ADa.%20Calidad%20leche-2014.pdf>
- Gimferrer 2012. Control de la leche Cruda. (En línea). Consultado 20 de marzo de 2018. Disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2012/04/18/208790.php>
- Hans, S.2012. Control de la Calidad De La Leche. (en línea).PE. Consultado 7 jun. de 2018. Disponible en: <http://handresen.perulactea.com/2008/08/05/capitulo-3-control-de-la-calidad-de-la-leche/>
- 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 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](http://www.redinnovagro.in/pdfs/Referencias_bibliograficas.pdf)
- ISO (International Standard Organization). 2013. Recuento de colonias mesofilas en profundidad. Norma 4833-1:2013. 23 p.
- IZURIETA, V.A. 2008. Guía de Mercadeo para el Administrador de Agro negocios, Editorial Limusa, México.225 pág.
- 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 infectologia. V. 25. P5.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería s.f. Caracterización de la cadena productiva de lácteos en El Salvador. 17 p.
- Ministerio de Economía 2010. IV Censo Agropecuario 2007-2008. Producción de Leche por Departamento. San Salvador. El Salvador. 40 p.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2008. Diagnóstico Ambiental del Subsector Lácteo en El Salvador. San Salvador. El Salvador 7-8 p.
- Montero, B.2015. Propiedades y bondades de la crema de leche. (en línea). Col. Consultado 6 jun. de 2019. Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/blog/propiedades-y-bondades-de-la-crema-de-leche>
- Morales, MS. 1999. Factores que afectan la composición de la leche. Facultad de Ciencias Veterinarias. Santiago, CL. Universidad de Chile. p. 93.
- 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>.
- Palacios 2009. Ganadería Convencional y Orgánica. (En Línea). Consultado el 25 de julio de 2019. Disponible en >[https://www.researchgate.net/publication/268395989\\_LA\\_GANADERIA\\_ORGANICA\\_ASPECTOS\\_GENERALES?fbclid=IwAR1It0AQPYaD5cbPhFhyex-KNxvD0dqwzIZILSgG5jsnfDOjpxXovf43qc](https://www.researchgate.net/publication/268395989_LA_GANADERIA_ORGANICA_ASPECTOS_GENERALES?fbclid=IwAR1It0AQPYaD5cbPhFhyex-KNxvD0dqwzIZILSgG5jsnfDOjpxXovf43qc)
- Pinzon Fernández, M.V. 2006. Recuento Microbiano de la Leche. Vol I. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 200 pág.
- Proteína, Sólidos Totales) de vacas de la raza Holstein en Costa Rica. Tesis. Lic. Zootecnia. San José, C.R., Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. 106p.

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>

Reyes 2010. Calidad de la Leche cruda. (En Línea). Consultado el 11 de junio de 2019. Disponible en: [https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro\\_lechero/Bienvenida\\_files/CALIDADDELA\\_LECHECRUDA.pdf](https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELA_LECHECRUDA.pdf)

Saborío Montero, A. 2001. Factores que influyen el porcentaje de sólidos totales de la leche. (En línea). CR. Consultado 6 jun. De 209. Disponible en: [http://www.cina.ucr.ac.cr/recursos/docs/Publicaciones/articulo\\_ecag\\_solidos\\_revista\\_56.pdf](http://www.cina.ucr.ac.cr/recursos/docs/Publicaciones/articulo_ecag_solidos_revista_56.pdf)

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](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-21982015000100009)

Vargas 2002. Calidad de la Leche: Visión de la Industria Láctea. Aragua, Venezuela. 3 p.

Vázquez 2017. Leche Orgánica (En Línea). Consultado 20 de junio de 2019. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/leche-organica-realmente-mas-t40522.htm>

Villegas 2011. Manual Básico para Elaborar Productos Lácteos: La Calidad de la Leche Cruda y su Importancia. México 15-17 p.

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.

## ANEXOS

**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*	

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

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

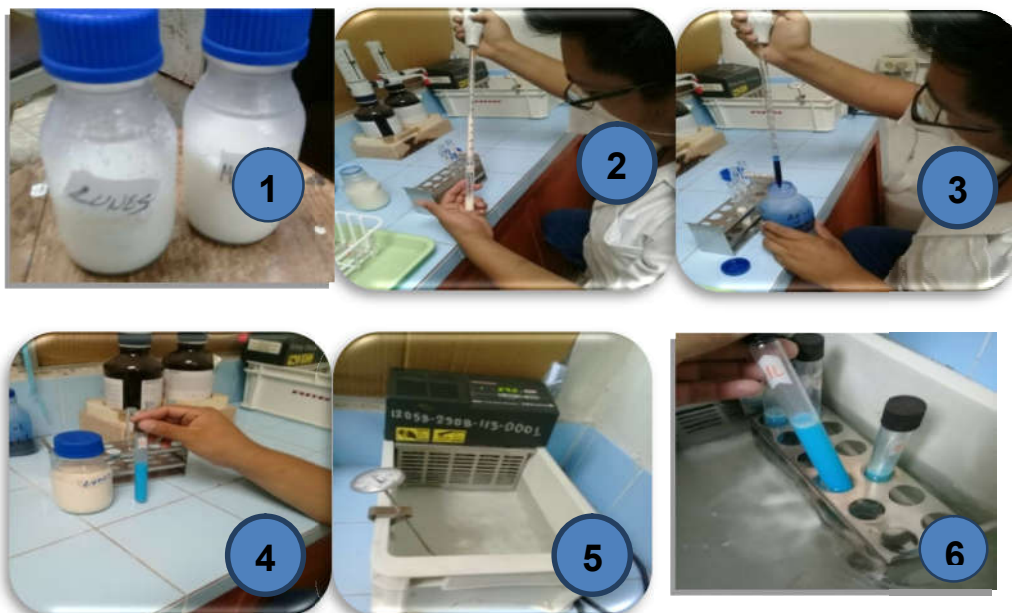


## Anexo 2. Determinación nutricional en leche en equipo FUNKE GERBER.

- 1) El Procedimiento utilizado para la medición de características químicas en leche es el siguiente:
- 2) Encender el equipo LactostarFunkeGerber®, luego presionar ENTER, ir a la opción productos/calibración.
- 3) Seleccionar PROFIL 1 (P1) presionando ENTER, luego Leche cruda.
- 4) Al inicio de las operaciones se realizará la ZERO calibración.
- 5) Se colocará una muestra de agua destilada, para pasar por medición una vez.
- 6) Luego aparecerán en la pantalla las lecturas de Grasa, Sólidos no Grasos, Proteína, Lactosa y Densidad.
- 7) Es necesario enjuagar con agua destilada por tres veces.
- 8) Se homogenizará y colocará la muestra a analizar.
- 9) Luego se procesará la muestra para medición, anotando los resultados por duplicado.
- 10) Se lavará la membrana del equipo con agua destilada, y se enjuagará dos veces.
- 11) Repetir el paso 8.

## Anexo 3. Procedimiento para determinación de reductasa.

Para la realización de la prueba se tomaron 10 ml. de leche con una pipeta estéril y se transfirió a un tubo de ensayo previamente esterilizado (2), luego se adiciono con otra pipeta estéril 1 ml. la solución de azul de metileno (3), finalmente se tapó el tubo de ensayo con su respectiva tapa rosca estéril; luego se agito para lograr homogeneidad en la solución (4), finalmente se procedió a realizar la incubación en baño maría a una temperatura de 37°C (5). Realizando el monitoreo cada 30 minutos de tal manera que se constató el tiempo que tardaron los microorganismos en reducir el azul de metileno (6).



#### Anexo 4. Recuento total de mesófilos en placa. (UFC)

El recuento de mesofilos en placa se realizó para muestras líquidas y semisólidos, teniéndose que preparar macerados en el segundo caso. Dicha maceración se realizó agregando 10 gr de muestra a una bolsa estéril con 90 ml. de agua peptonada bufferada (pH 7.2) esta será la dilución  $10^{-1}$ , posteriormente se tomó 1 ml de la dilución anterior y se agregó a un tubo de ensayo estéril con 9 ml de agua peptonada siendo esta la dilución  $10^{-2}$ , a continuación, se realizó el mismo procedimiento para las diluciones  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$ , A continuación, se inoculó 1 ml de las diluciones  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$  en placas Petri estériles y por duplicado que contenían de 2 a 5 ml de Agar PlateCount y fueron mezcladas en forma de ocho dejándose solidificar, se incubaron por un período de 48 horas a una temperatura de 35-37 °C. (ANMAT, 2014)



### Anexo 5. Marcha para determinación de E. Coli

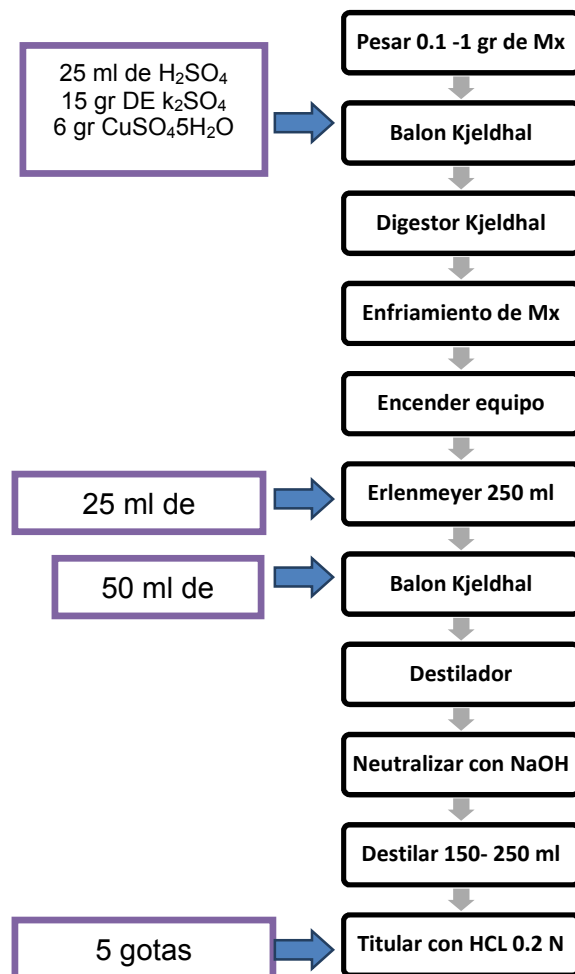
El recuento de mesofilos en placa se realizó para muestras líquidas y semisólidos, teniéndose que preparar macerados en el segundo caso. Dicha maceración se realizó agregando 10 gr de muestra a una bolsa estéril con 90 ml. de agua peptonada bufferada (pH 7.2) está será la dilución  $10^{-1}$ , posteriormente se tomó 1 ml de la dilución anterior y se agregó a un tubo de ensayo estéril con 9 ml de agua peptonada siendo esta la dilución  $10^{-2}$ , a continuación, se realizó el mismo procedimiento para las diluciones  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$ . Posteriormente, se inoculó 1 ml de las diluciones  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$  en placas Petri estériles y por duplicado que contenían de 2 a 5 ml de Agar Rojo Bilis Violeta y se mezclaron en forma de ocho dejándose solidificar, se incubaron por un periodo de 48 horas a una temperatura de 35-37 °C.

### Anexo 6. Determinación de Acidez Titulable.

#### PROCEDIMIENTO:

1. Medir con pipeta volumétrica 9 ml de leche previamente homogeneizada y a temperatura ambiente y se colocó en un Beaker de 50 ml.
2. Se colocarán 3 gotas de fenolftaleína al 1%.
3. Se llevará a cabo la valoración con una solución NaOH de concentración conocida (0.1 N) hasta alcanzar un color rosa persistente.

### Anexo 7. Proceso de determinación de proteína por el método Kjeldhal.



### CÁLCULOS:

El porcentaje de nitrógeno total se calcula aplicando la siguiente formula:

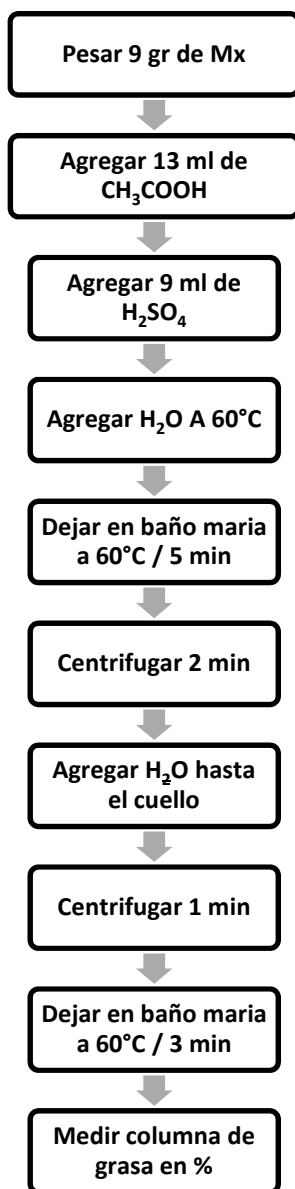
$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(\text{ml HC1 muestra} - \text{ml HC1 testigo}) * N * 0.014 * 100}{\text{Peso de muestra}}$$

0.014 = Miliequivalentes del Nitrògeno (14 Peso formula del N/1000)

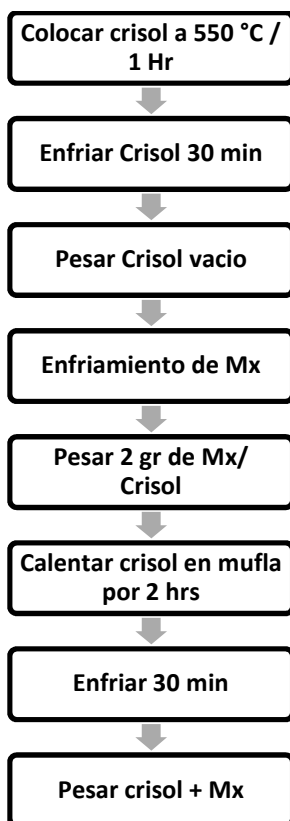
### **% de proteína cruda = % Nitrógeno x 6.25**

Este factor de 6.25 se aplica a la mayoría de proteínas animales y vegetales ya que se asume que en su composición poseen entre 16% a 19% de N, cuando se trate de otro tipo de muestra, se debe buscar el factor correspondiente.

### **Anexo 8.** Determinación de grasa en queso método de BABCOCK.



**Anexo 9.** Procedimiento para determinación de cenizas.

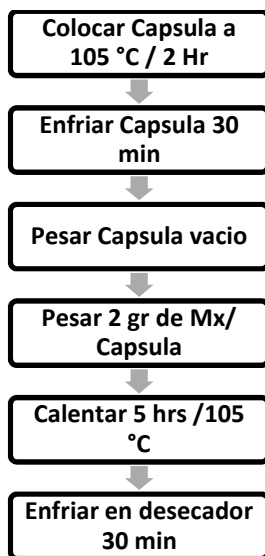


**RESULTADOS:**

- a. Peso de muestra g.= Peso de crisol más muestra- Peso de crisol vacío
- b. Peso de la ceniza g.= (P de crisol más muestra - (Peso de crisol vacío después de incinerado)

$$\% \text{Ceniza} = \frac{\text{Peso de Ceniza g} \times 100}{\text{Peso de muestra en g}}$$

**Anexo 10.** Procedimiento para determinación de Humedad Total.



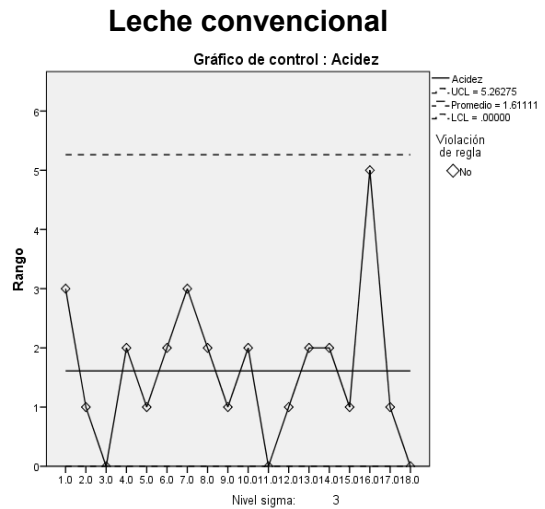
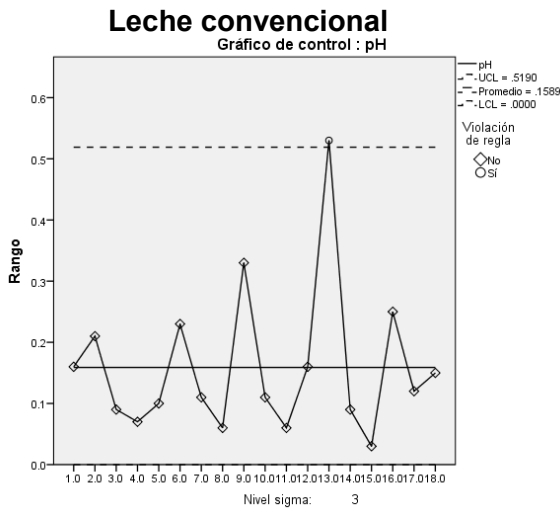
**CÁLCULOS:**

- c) Peso de caja + muestra antes de secar – Peso de caja vacía = Peso de muestra
- d) Peso de caja más muestra antes de secar – Peso de caja más muestra después de secar = Pérdida de peso

**FORMULA PARA CALCULAR % DE HUMEDAD TOTAL**

$$\% \text{ de humedad total} = \frac{\text{Pérdida de peso g.} \times 100}{\text{Peso de muestra g.}}$$

**Anexo 11. Rangos del pH contenido en la leche convencional y agroecológica**



**Anexo 12. Rangos del porcentaje de grasa contenido en la leche convencional y agroecológica**

