

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



**ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA
DE LA LECHE CRUDA ACOPIADA POR LA COOPERATIVA GANADERA DE LA
ZONA NORTE DE EL SALVADOR DE R.L. DE C.V. EN EL SALVADOR.**

POR:

MÓNICA MARICELA MARTÍNEZ SANDOVAL

VÍCTOR ALFONSO PÉREZ GARCÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE 2020.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



**ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA
DE LA LECHE CRUDA ACOPIADA POR LA COOPERATIVA GANADERA DE LA
ZONA NORTE DE EL SALVADOR DE R.L. DE C.V. EN EL SALVADOR.**

POR:

MÓNICA MARICELA MARTÍNEZ SANDOVAL

VÍCTOR ALFONSO PÉREZ GARCÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE 2020.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



**ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA
DE LA LECHE CRUDA ACOPIADA POR LA COOPERATIVA GANADERA DE LA
ZONA NORTE DE EL SALVADOR DE R.L. DE C.V. EN EL SALVADOR.**

POR:

MÓNICA MARICELA MARTÍNEZ SANDOVAL

VÍCTOR ALFONSO PÉREZ GARCÍA

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO(A) AGROINDUSTRIAL

CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE 2020.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

LIC. M. Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

ING. M. Sc. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

DR. FRANCISCO LARA ASCENCIO

SECRETARIO:

ING. AGR. BALMORE MARTÍNEZ SIERRA

JEFA DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

ING. AGR. M. Sc. BLANCA EUGENIA TORRES DE ORTÍZ

DOCENTES DIRECTORES

ING. AGR. M. Sc. BLANCA EUGENIA TORRES DE ORTÍZ

LIC. DANIEL DE JESÚS PALACIOS HERNÁNDEZ

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

ING. AGR. CARLOS ENRIQUE RUANO IRAHETA

RESUMEN

El estudio se realizó con información proporcionada por la Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte de El Salvador de R.L. de C.V., localizada en el Municipio de Tejutla, Departamento de Chalatenango. El objetivo del estudio fue evaluar mediante un análisis retrospectivo la calidad de la leche cruda acopiada en un periodo de tres años 2016-2018. Se trabajó con una matriz de 1,065 observaciones, las cuales derivaron de un total de 30 productores, de la cual se observaron las variables de composición física, química y microbiológica, las cuales fueron comparadas contra el tipo de ganadería, época del año, tipo de ordeño y nivel de producción, por tanto, se clasificó a los productores de acuerdo con las características productivas, obtenidas a través de una encuesta. El contraste de hipótesis se efectuó mediante pruebas chi-cuadrado, T-Student, análisis de la varianza (ANOVA) y de Kruskal-Wallis. La leche cruda acopiada presentó un promedio de $3.84\% \pm 0.25$ de grasa, el 89% fue leche cruda grado "A", 10% grado "B" y 1% grado "C", con una baja probabilidad de aparición de agua adicionada y presencia de antibiótico las cuales fueron del 1% y 0.15% respectivamente. Los resultados indicaron que la época del año influye en la grasa, reductasa y agua en la leche, produciendo mejores efectos en reductasa (90% leche grado A) y agua la época seca (99.96% ausencia), y en grasa ($\bar{X}=3.87\% \pm 0.23$), la época lluviosa. El tipo de ganadería influye en la reductasa, produciendo el mejor efecto la ganadería tecnificada (91% leche cruda grado A). La calidad de la leche presentó mejores características durante la época seca a excepción de la grasa. Las granjas con producción >225.75 L/día producen leche con mayor contenido de grasa y leche grado A que aquellas con menor producción de leche, siendo estas mismas las que en la época lluviosa producen mayores pérdidas financieras. También, se encontró que el tipo de ordeño mecánico produce mejores efectos sobre la variable reductasa con porcentajes mayores de leche grado A respecto al ordeño manual, lo cual podría indicar que se trata de un buen manejo de higiene o genética. Se concluyó que la calidad microbiológica de la leche cruda de vaca fue afectada por la época del año, tipo de ganadería, tipo de ordeño y nivel de producción, mientras que el contenido de grasa únicamente fue afectado por la época del año y nivel de producción. Estos efectos produjeron pérdidas financieras en función del nivel de producción, siendo la calidad microbiológica el factor que más afectó el precio de venta de la leche.

Palabras clave: *Leche cruda, calidad, análisis retrospectivo.*

ABSTRACT

The study was carried out with information provided by the Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte de El Salvador de R.L. de C.V., located in the Municipality of Tejutla, Department of Chalatenango. The objective of the study was to evaluate, through a retrospective analysis, the quality of the raw milk collected over a period of three years. A matrix of 1,065 observations was developed, these observations were derived from a total of 30 producers, from which the variables of physical, chemical and microbiological composition were observed and compared against the type of livestock, time of year, milking method and production level, therefore, producers were classified according to productive characteristics, obtained through a survey. Hypothesis testing was performed using Chi-square, T-Student, analysis of variance (ANOVA) and Kruskal-Wallis tests. The raw milk collected had an average of $3.84\% \pm 0.25$ fat, 89% was raw milk grade "A", 10% grade "B" and 1% grade "C", with a low probability of the appearance of added water and the presence of antibiotic which were 1% and 0.15% respectively. The results indicated that the time of the year influences the fat, reductase and water in the milk, producing better effects in reductase (90% milk grade A) and water in the dry season (99.96% absence), and in fat ($\bar{X}=3.87\% \pm 0.23$), the rainy season. The type of livestock influences the reductase, producing the best effect technical cattle (91% raw milk grade A). The quality of the milk presented better characteristics during the dry season with the exception of fat. Farms with production > 225.75 L/day produce milk with higher fat content and grade "A" milk than those with lower milk production, being these the ones that in rainy season produce greater financial loss. Also, it was found that mechanical milking produce better effects over the reductase variable with higher percentages of milk grade A related to manual milking, which could indicate that is because of a better handling of hygiene or genetics. It was concluded that the raw cow milk's microbiological quality was affected by the season, type of livestock, type of milking and the level of production, whilst the fat content was affected only by the season and the level of production. These effects produced financial lost in regards to the production level, being the microbiological quality of the milk, the factor that affected the most the selling price of the milk

Key words: *Raw milk, quality, retrospective analysis.*

AGRADECIMENTOS

Agradezco a Dios por regalarnos este precioso regalo llamado vida. Por permitirme observar oportunidades y ser el pilar de mi crecimiento y desarrollo en mi carrera y así permitirme también culminar con esta etapa. Gracias al amor infinito de Dios para sus hijos. Por ser mí guía necesaria para observar oportunidades y bendiciones, por darme esperanza. Gracias infinitas a su bondad.

A nuestros asesores, Ing. Blanca Eugenia Torres de Ortiz por abrirnos sus puertas, brindarnos apoyo, y darnos la oportunidad tan grande de realizar esta investigación.

A la Facultad de Ciencias Agronómicas, nuestra casa de estudios durante todo este tiempo.

A la Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte R.L. de C.V., por abrirnos sus puertas, creer en nuestro trabajo, por su disponibilidad y accesibilidad, gracias por ayudarnos.

Mónica Maricela Martínez Sandoval

AGRADECIMIENTOS

A Ing. Blanca Eugenia Torres de Ortiz, Lic. Daniel de Jesús Palacios, por su invaluable apoyo, formación y soporte a la culminación con éxito de este estudio.

A la Universidad de El Salvador y a la Facultad de Ciencias Agronómicas por formarme tanto académicamente como profesionalmente y brindarme formadores, quienes se esforzaron por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro.

Al Departamento de Zootecnia por depositar en nosotros la confianza para la realización de la investigación y por su apoyo a lo largo de todo este proceso.

Al Secretaría de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador (SIC-UES), por su aporte inconmensurable a la realización de este estudio pionero en el tema.

A la Cooperativa Ganadera de la Zona Norte y socios de la misma, por su tiempo y aporte de material que son parte esencial de este estudio, ya que, sin su apoyo el estudio no se habría podido realizar.

Víctor Alfonso Pérez García

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso por permitirme estar con vida, por brindarme la fuerza, fe, esperanza y dedicación necesarias para superar obstáculos y lograr hacer realidad este sueño. Sin Dios nada es posible, es la luz que guía nuestras vidas.

A mis padres, Gladys Celina Sandoval de Martínez y Alberto Antonio Martínez, por estar siempre para mí, por ser mi apoyo. Sin ustedes no sería quien soy actualmente. Gracias por brindarme tanto amor. Gracias por apoyarme en todas las etapas de mi vida, por estar siempre para mí. Por su amor incondicional. Gracias por enseñarme a enfrentar los obstáculos que se presentan en la vida.

Mónica Maricela Martínez Sandoval

DEDICATORIA

A Dios, tu amor y bondad no tienen fin, me permites sonreír ante todos mis logros que son resultados de tu ayuda.

A Rosa y a Fausto (*QEPD*), por quererme y apoyarme siempre, esto se lo debo a ustedes.

A Belinda, por ser el pilar más importante en mi vida que con su ejemplo, dedicación y palabras de aliento nunca bajó los brazos para que yo, tampoco lo hiciera.

A Nelson, por siempre estar ahí animándome a salir adelante con mis sueños y por despertar en mí, las ganas de siempre aprender algo nuevo cada día.

A Krissia y Lisbeth mis queridas hermanas por ser mi apoyo incondicional a lo largo de este proceso.

A Johanna por estar a lo largo de este proceso conmigo y enseñarme que todos los días se puede ser mejor persona.

Víctor Alfonso Pérez García

ÍNDICE GENERAL	PÁGINA
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN LITERARIA.....	2
2.1. IMPORTANCIA DE LA GANADERÍA.....	2
2.2. Producción láctea en El Salvador	3
2.3. Porcentaje y distribución de la producción.....	3
2.4. CONSUMO DE LECHE CRUDA DE VACA	5
2.5. TIPOS DE GANADERÍA	6
2.5.1. Sistemas de subsistencia	6
2.5.2. Sistemas de doble propósito.....	7
2.5.3. Sistemas especializados	7
2.6. DEFINICIÓN DE LECHE	8
2.6.1. Calidad de la leche	8
2.6.2. Factores que afectan la calidad de la leche	9
2.7. SISTEMAS DE PAGO POR CALIDAD	12
2.7.1. Conceptos generales para pago por calidad.....	13
2.7.2. Criterios de calidad para un sistema de pago	14
2.8. ANÁLISIS RETROSPECTIVO.....	16
2.9. CONTRASTES DE HIPÓTESIS.....	17
2.9.1. Hipótesis nula	17
2.9.2. Hipótesis alternativa	17
2.9.3. Chi cuadrado	18
2.9.4. T-Student.....	18
2.9.5. Kruskal-Wallis.....	19
2.9.6. Análisis de la varianza	19
2.9.7. ANOVA de Welch	19
3. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. METODOLOGIA DE CAMPO	20
3.1.1. Encuesta para generar línea base	20
3.1.2. Base de datos electrónica.....	21
3.2. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA.....	21
3.2.1. Caracterización de las ganaderías.....	22
3.2.2. Prueba de hipótesis.....	22
3.2.3. Análisis de conglomerados	23
3.3. COMPARACIÓN DE INGRESOS-PÉRDIDAS.....	23

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LECHE.....	24
4.2.	CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE ENTRE MESES.....	27
4.2.1.	Comportamiento de las variables.....	27
4.2.2.	Características de la leche.....	27
4.3.	CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE ENTRE ÉPOCAS	29
4.3.1.	Comportamiento de las variables.....	29
4.4.	CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE ENTRE ÉPOCAS Y PRODUCTORES.....	33
4.4.1.	Época seca (E1).....	34
4.4.2.	Época lluviosa (E2).....	35
4.5.	EFFECTO DE LA ÉPOCA DEL AÑO.....	36
4.6.	EFFECTO DEL TIPO DE GANADERIA	38
4.7.	EFFECTO DEL TIPO DE ORDEÑO	39
4.8.	EFFECTO DEL VOLUMEN DE PRODUCCIÓN.....	40
4.9.	COMPARACIÓN DE INGRESOS-PÉRDIDAS.....	41
5.	CONCLUSIONES	43
6.	RECOMENDACIONES	44
7.	BIBLIOGRAFÍA	45
8.	ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución y porcentaje de la producción de El Salvador 2007.....	4
Cuadro 2. Consumo Nacional Aparente de leche cruda de vaca en Centroamérica.	5
Cuadro 3. Parámetros físicos de la leche.....	8
Cuadro 4. Parámetros químicos de la leche.	9
Cuadro 5. Parámetros microbiológicos de la leche.	9
Cuadro 6. Variables en estudio y sus características.	21
Cuadro 7. Descripción general de la leche cruda acopiada (2016-2018) (%).	24
Cuadro 8. Descripción de la leche cruda entre meses (2016-2018).	28
Cuadro 9. Características de la leche entre épocas (%).	29
Cuadro 10. Descripción de la leche entre productores y épocas.....	33
Cuadro 11. Características de la leche por productor en época seca.	34
Cuadro 12. Características de la leche por productor en época lluviosa.	35
Cuadro 13. Medidas de resumen del efecto de la época del año.	38
Cuadro 14. Medidas de resumen del tipo de ganadería.....	39
Cuadro 15. Medidas de resumen del efecto del tipo de ordeño.	40
Cuadro 16. Medidas de resumen del efecto del nivel de producción.....	41
Cuadro 17. Variación en los ingresos percibidos (\$).	42
Cuadro A- 1. Variables para caracterizar el tipo de ganadería.	51
Cuadro A- 2. Datos utilizados para la ejecución de análisis estadísticos.....	52
Cuadro A- 3. Datos utilizados para la ejecución de análisis estadísticos.....	53
Cuadro A- 4. Datos utilizados para la ejecución de análisis estadísticos.....	53
Cuadro A- 5. Resultados de pruebas de hipótesis para época del año.	54
Cuadro A- 6. Resultados de prueba de hipótesis para el tipo de ganadería.....	54
Cuadro A- 7. Resultados de prueba de hipótesis para tipo de ordeño.	55
Cuadro A- 8. Resultados de prueba de hipótesis para nivel de producción.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Histograma para la variable grasa.	25
Figura 2. Histograma para la variable reductasa.	25
Figura 3. Histograma para la variable antibiótico.	26
Figura 4. Histograma para la variable agua.	26
Figura 5. Histograma para la variable grasa y época seca.	29
Figura 6. Histograma para la variable grasa y época lluviosa.	30
Figura 7. Histograma para la variable reductasa y época seca.	30
Figura 8. Histograma para la variable reductasa y época lluviosa.	31
Figura 9. Histograma para la variable antibiótico y época seca.	31
Figura 10. Histograma para la variable antibiótico y época lluviosa.	32
Figura 11. Histograma para la variable agua y época seca.	32
Figura 12. Histograma para la variable agua y época lluviosa.	33
Figura A- 1. Georeferenciación de la Cooperativa Ganadera de la Zona Norte de RL.	56
Figura A- 2. Fotografía de la encuesta para la recolección de información.	58
Figura A- 3. Visita de campo para la entrega de archivos.	59
Figura A- 4. Consultas de la base de datos.	59
Figura A- 5. Entrevista con productores de la Coop. de la Zona Norte.	59
Figura A- 6. Captura de pantalla de la base de datos levantada.	60
Figura A- 7. Análisis cluster de la calidad de la leche entre productores y época seca. ...	61
Figura A- 8. Análisis cluster de la calidad de la leche entre productores y época lluviosa.	62
Figura A- 9. Análisis cluster de la calidad de la leche entre meses.	63

1. INTRODUCCIÓN

Históricamente, el sector ganadero ha tenido una importancia clave en la economía del país. Según el BCR (2016) e IICA/MAG/CENTA (2011), el rubro ha aportado un 19.6% al PIBA del país y genera más de 150,000 empleos directos y contribuye a disminuir la inseguridad alimentaria. La oferta de productos lácteos confiables y sanos es imperativo para incrementar el consumo doméstico, mantener y acceder a nuevos mercados, y competir con productos importados, es decir para asegurar en el tiempo la viabilidad del sector en su conjunto. La calidad de la leche comercial y de sus derivados elaborados en una industria láctea, depende directamente de la calidad del producto original o materia prima, proveniente de las zonas de producción y de las condiciones de transporte, conservación y manipulación en general hasta la planta (LUZ 2003).

Todos los países necesitan contar con programas de control de alimentos para garantizar que los suministros nacionales sean inocuos, de buena calidad y estén disponibles en cantidades adecuadas y precios asequibles, para asegurar que todos los grupos de la población puedan gozar de un estado de salud y nutrición aceptable. El control de alimentos está vinculado con la mejora de la salud de la población, el potencial de desarrollo económico del país y la disminución del deterioro y de las pérdidas de alimentos (FAO 2002). Con base en el enunciado anterior, se plantea que un sistema de control de alimentos, es necesario en cada establecimiento que se dedica no solo a la cadena láctea, sino que, a la cadena de producción de alimentos en general; y que, para generar o establecer dicho sistema es necesario identificar los factores que inciden en la calidad de la leche cruda, de manera que sea posible detectar y corregir fallas en la calidad de esta última.

Según Irungaray (2011), entre los factores que influyen en la composición fisicoquímica de la leche se tienen los asociados con el animal, entre ellos la raza, nivel de producción, número de lactación, edad, y estado sanitario; los que dependen de las condiciones de manejo, es decir, alimentación, ordeño y alojamiento: asimismo de los factores relacionados con el ambiente, estación del año y clima. Por lo anteriormente expuesto, el siguiente estudio tuvo como objetivo evaluar mediante un análisis retrospectivo la calidad de la leche acopiada en un periodo de tres años (2016-2018), para esto es necesario describir las características y el comportamiento de los parámetros de calidad, determinar los factores que producen variaciones en la calidad y finalmente demostrar económicamente que los defectos en la calidad de la leche disminuyen los ingresos generados de su comercialización.

2. REVISIÓN LITERARIA

2.1. IMPORTANCIA DE LA GANADERÍA

El rubro de la ganadería aportó un 19.6% del Producto Interno Bruto Agropecuario (PIBA), equivalente a un 2.35% de aporte al PIB nacional, solamente igualado por la producción de granos básicos con 20.43% (BCR 2016).

Para el IICA/MAG/CENTA (2011), 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 la calidad, por parte de las empresas agroindustriales, especialmente el crecimiento y tecnificación, muestran algunas plantas medianas que se han ido equipando y modernizando, lo cual es notorio en la zona occidental donde se concentra buena parte de plantas procesadoras.

Además, según el CNP citado por el MARN (2008), la actividad lechera tiene un gran significado para la economía del país por diversos motivos y magnitudes, como, por ejemplo: la generación de ingresos y fuentes de empleo, la movilización de insumos y recursos, el espacio territorial que la ocupa, la importancia del producto primario (leche), la diversidad de sus derivados objeto de procesos de industrialización, su comercialización y su aporte como fuente alimenticia para la población de todo el país.

El sector agropecuario fue el más dinámico en el crecimiento de la economía en el 2016, eso tiene que ver con la reactivación de todos los sectores del país. La ganadería ha tenido un desempeño importante, al grado de ser el tercer renglón de la economía que ha utilizado el crédito en la banca nacional para invertir en el desarrollo ganadero del país. Más de 27 millones de litros de leche son los que ha aportado la ganadería al programa presidencial Vaso de Leche, otra política pública exitosa, ya que ha permitido volver rentable al subsector (MAG 2017).

2.2. PRODUCCIÓN LÁCTEA EN EL SALVADOR

En la última década la producción nacional de leche se ha incrementado en 21.5%, lo que implica un volumen incremental de 85.7 millones de litros, lo cual representa 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 de 1990-2010 (IICA/MAG/CENTA 2011). La evolución de la producción de leche desde el 2012 ha sido positiva con un crecimiento de un 7% mientras que el sacrificio y la producción de carne han disminuido en un 37% y en 33% respectivamente (BANDESAL 2016).

Según datos oficiales de la Dirección General de Estadísticas Agropecuarias del MAG, la producción nacional de leche fluida de vaca, en el año 2017, registró un aumento del 0.6% con respecto al 2016, también; en el año 2016 la producción había experimentado un leve aumento de un 3.23% con respecto a la producción de leche del año anterior (MAG 2019).

Además, según el IICA/ MAG/CENTA (2011) 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, en parte debido a que no se alcanza a cubrir la demanda local y esto no permite mayores excedentes para destinar productos a la exportación, como líneas de negocios permanentes y sostenibles, las cuales además tienen mayores exigencias de inocuidad.

2.3. PORCENTAJE Y DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Según datos del IV Censo Agropecuario 2007-2008 (MINEC 2009), el total de cabezas de ganado a octubre de 2007 era de 999,862 cabezas, de las cuales 179,753 son vacas horras y 271,963 vacas de producción. La producción de leche para el período de enero a diciembre de 2006 era de 593,131,173 botellas, lo que permite estimar una producción nacional promedio por vaca, que resulta 2,180.9 botellas/vaca/año, que se traduce en 6 botellas/vaca/día, tal como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Distribución y porcentaje de la producción de El Salvador 2007.

ZONA / DEPTO.	TOTAL DE CABEZAS	PRODUCCIÓN DE LECHE (botellas)	PRODUCCIÓN DE LECHE (litros)	% RESPECTO AL TOTAL (%)	PROMEDIO x VACA x DÍA	
OCC.	Ahuachapán	37,004	17,175,838	12,881,878.5	2.9	4.6
	Santa Ana	68,519	36,536,375	27,402,281.25	6.2	5.1
	Sonsonate	64,682	55,692,906	41,769,679.5	9.4	7.4
CENTRAL	Chalatenango	84,443	58,375,894	43,781,920.5	9.8	6.2
	La Libertad	60,189	40,897,068	30,672,801	6.9	6.1
	San Salvador	24,809	37,462,876	28,097,157	6.3	14.5
	Cuscatlán	17,548	7,491,131	5,618,348.25	1.3	4.0
	La Paz	64,879	40,727,584	30,545,688	6.9	6.3
	Cabañas	70,162	33,096,630	24,822,472.5	5.6	4.9
	San Vicente	69,471	28,245,590	21,184,192.5	4.8	4.7
ORTE.	Usulután	108,874	33,656,258	25,242,193.5	5.7	3.5
	San Miguel	124,985	73,469,986	55,102,489.5	12.4	6.2
	Morazán	64,362	48,979,523	36,734,642.25	8.3	7.8
	La Unión	139,935	81,323,513	60,992,634.75	13.7	5.9
TOTAL	999,862	593,131,172	444,848,379	100.0	6.0	

Fuente: Elaborado con base en MINEC 2009.

Según el IV Censo Agropecuario 2007-2008 (MINEC 2009), el 40.1% de la producción nacional de leche se produce en los departamentos de la zona oriental y el 43.8% del total de cabezas de ganado también se ubican en esta zona, la zona central aporta el 41.6% a la producción nacional y el restante 18.3%; la zona occidental con el 39.2% y 17.0% del total de cabezas de ganado respectivamente.

Según el IICA/MAG/CENTA (2011), con base a la información anterior y para tener una comparación de la productividad del sector lácteo del país con el resto del mundo, la producción del año 2007, de 2,180.9 botellas/vaca/año, equivalen a 1.69 TM/vaca/año y este indicador es comparable con la productividad de Brasil y México con 1.68 y 1.77TM/vaca/año respectivamente, por arriba de la producción de India con 1.13TM/vaca/año.

2.4. CONSUMO DE LECHE CRUDA DE VACA

El consumo de leche blanca por país (Cuadro 2), en la región centroamericana tiende a aumentar, pero de forma modesta, en parte debido a que otros productos sustitutos alternativos de la leche crecen más rápido, como leche de arroz y las bebidas a base de sueros lácticos, bebidas isotónicas y energéticas con contenidos proteínicos y ácidos lácticos (IICA/ MAG/CENTA 2011).

Cuadro 2. Consumo Nacional Aparente de leche cruda de vaca en Centroamérica.

País	Años (Toneladas)					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
El Salvador	487,500	475,295	487,385	556,137	542,072	559,515
Honduras	656,589	674,685	667,307	671,164	676,355	685,768
Nicaragua	759,375	760,962	764,627	-	636,551	583,844
Costa Rica	958,112	1,005,930	1,056,328	1,063,615	1,089,641	1,124,382
Guatemala	472,904	487,361	500,298	514,772	-	-

Fuente: Elaborado con base en FAOSTAT 2017.

Otro dato que demuestra la importancia del consumo de leche en El Salvador para el 2014 es su consumo por habitante (per cápita), debido a que es de los más altos en Centroamérica, con 114 L por persona, arriba se sitúa Honduras con 120 L per cápita y Nicaragua y Guatemala están muy por debajo con 85 L y 63 L respectivamente para el año 2015. Costa Rica se situó en primer lugar en el año 2015 con 190 L, superando la tasa de 182 L de leche equivalentes por habitante por año recomendada por la FAO (Fonseca 2017).

El consumo per-cápita (Kg/persona/año) mundial de lácteos (excluida la mantequilla) se sitúa en 90 (equivalente a 247 g/día/persona). Para los países menos desarrollados este consumo es igual a 37,3 Kg/persona/año; mientras que el consumo per-cápita de la Unión Europea es igual a 236,4 Kg/persona/año. Los países más consumidores de lácteos son Finlandia, Montenegro, Países Bajos, Suecia y Suiza (García *et al.* 2014).

La leche cruda es una materia prima para la elaboración, tanto de la leche pasteurizada como en polvo. La leche cruda es también utilizada como materia prima para la producción de otros productos lácteos como: quesos, crema, yogurt, entre otros. Los procesadores disponen únicamente de leche cruda como materia prima principal para sus procesos. Por disposición normativa relacionada (Ley de Fomento a la Producción Higiénica de la leche y de Regulación de su Expendio), no puede utilizarse leche en polvo para producir leche

pasteurizada y otros productos como quesos y crema. A la producción de lácteos con base a leche en polvo se le llama reconstitución. Por los motivos anteriores, la leche cruda no tiene sustitutos para sus demandantes (SIC 2009).

2.5. TIPOS DE GANADERÍA

Los sistemas productivos de ganado bovino han sido clasificados según características como su nivel tecnológico, infraestructura, alimentación y genética como: sistemas de subsistencias que poseen el nivel tecnológico más bajo, doble propósito que tienen un nivel intermedio y la lechería especializada donde se poseen las mejores condiciones (IICA/MAG/CENTA 2011).

Los sistemas de producción en El Salvador, están constituidos por un 67% de fincas dedicadas a la ganadería de subsistencia, cuya producción no alcanza los 2L/vaca/día. Se estima que existe alrededor de 30% de ganado en doble propósito, los cuales producen el 60% de leche fluida (producción promedio de leche/vaca/día de 3.13L) y un aporte del 60% de carne al país. Existe poca especialización de los sistemas de producción de leche, donde se estima solamente el 3% de las ganaderías son de lechería especializada (MAG 2003).

Los sistemas de producción están diferenciados por su grado de adopción tecnológica, sin menospreciar el tamaño del hato y el área de terreno de la propiedad del ganadero, que pueden ser de explotación intensiva con numerosos bovinos, pero con aplicación de poca o ninguna tecnología (Martínez 1999).

Los sistemas ganaderos en El Salvador cuyo objetivo es la generación simultánea de productos básicos (leche y carne) son:

2.5.1. Sistemas de subsistencia

Estos se caracterizan por poseer en su mayoría ganado criollo o encastado, grupos de heterogéneos de razas diversas, con pastoreo en las zonas aledañas a las calles, o espacios reducidos; sin prácticas de nutrición. De uno a 5 bovinos manejados por la familia. Con producciones promedio de 2L/vaca/día (Martínez, citado por Torres 2008).

En este sistema se encuentra el 30% del hato nacional, el manejo es tradicional, con poca o ninguna tecnología, el ordeño, normalmente es uno por la mañana, con el ternero a la pata de la vaca, y salen a pastorear juntos hasta el mediodía. El pastoreo es exclusivo, en pasturas de matorral, sin ningún tipo de manejo, y raras veces con pasto mejorado, con

producción láctea y cárnica de acuerdo a la estación (en época lluviosa sube y en la seca baja). Las razas bovinas predominantes son encastadas con Brahman, con monta natural, cruza diversas y sin ningún tipo de control. Aplican planes profilácticos incompletos (Arévalo, citado por López 2008)

2.5.2. Sistemas de doble propósito

Realizan prácticas de pastoreo rotacional con áreas de gramíneas y leguminosas promisorias o mejoradas. Alimentan al ganado con raciones balanceadas, en su mayoría provenientes de fábricas de concentrados. Se cría al ternero al pie de la vaca con prácticas de amamantamiento restringido. Se aplican acciones de prevención e inmunización en Salud Animal. Algunos realizan prácticas de conservación de forrajes con ensilaje de maíz o sorgo. Usan toros o inseminación artificial. Prevalen los encastes en su mayoría: pardo suizo x Brahman, Brahman x criollo y otros grupos heterogéneos. Utilizan parcialmente registros reproductivos y productivos. Poseen establos y comederos techados para el ganado. Se constituyen en sistemas extensivos de producción (Martínez, citado por Torres 2008).

Según Martínez, citado por López (2008), este sistema ha adoptado al menos tecnología apropiada. En la época seca suplementan los animales con concentrados comerciales, ofrecen cantidades insuficientes de sales minerales, con adiciones mínimas de proteínas y energía, restringiéndolas en la época lluviosa.

2.5.3. Sistemas especializados

Utilizan tecnología avanzada para el control del estrés calórico (aspersores, ventiladores, sombras, salas de tratamiento, otros), usan jaulas individuales para terneras, ofrecen ración total. Utilizan máquinas de ordeño, destete temprano de terneras, realizan tres ordeños en vacas primerizas, se prefieren razas Holstein, Brown Swiss o Jersey, hay uso de inseminación artificial, prácticas de henificación de pastos y ensilaje de maíz todo el año, aplicaciones de planes profilácticos y manejo de ganado en forma estabulada o semi-estabulada (Martínez, citado por Torres 2008).

En el manejo de pastos controlan malezas, fertilizan y utilizan rotativamente corte y pastoreo. Elaboran su propio concentrado de acuerdo al estado productivo y al desarrollo de las terneras, lo proporcionan todo el año, junto con los forrajes conservados, zacate picado y heno en ración total (Arévalo, citado por López 2008).

2.6. DEFINICIÓN DE LECHE

Leche, es el producto fresco del ordeño completo de una o varias vacas sanas, bien alimentadas y en reposo, exento de calostro y que cumpla con las características físicas, microbiológicas e higiénicas establecidas (Magariños 2000).

Según el CODEX STAN 206 (Codex Alimentarius 1999), la leche es una secreción mamaria normal de animales lecheros, obtenida mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior.

Se le denomina leche cruda al 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 ininterrumpido de vacas sanas y libre de calostro; que no ha sufrido ningún tratamiento a excepción del filtrado y/o enfriamiento, y está exento de color, olor, sabor y consistencia anormales (CONACYT 2006).

2.6.1. Calidad de la leche

Para Delgado *et al.* (2016); la calidad de la leche, incluye las propiedades composicionales y microbiológicas. Las características composicionales incluyen las propiedades físicas y químicas. Dentro de las físicas, se encuentra la densidad que se puede definir como el peso de 1 L de leche expresado en Kg, y se ha establecido que la leche cruda a 15°C, oscila entre 1.028 y 1.033 g/mL (Cuadro 3). Las propiedades químicas corresponden a los porcentajes de acidez, proteína, grasa, lactosa, minerales, vitaminas, sólidos no grasos y sólidos totales (Cuadro 4). Según la Normativa Salvadoreña Obligatoria (NSO 67.01.01:06) (CONACYT 2006) leche cruda de vaca se clasifica en Grado 'A', Grado 'B' y Grado 'C', de acuerdo a los requisitos microbiológicos que se muestran en el Cuadro 5.

2.6.1.1. Física

Cuadro 3. Parámetros físicos de la leche.

PARÁMETRO	VALOR
<i>pH</i>	6.4-6.7
<i>Acidez titulable</i>	14-17°D
<i>Densidad</i>	1.028 a 1.033 a 15°C

Fuente: Elaborado con base a CONACYT 2006.

2.6.1.2. Química

Cuadro 4. Parámetros químicos de la leche.

PARÁMETRO	VALOR	
<i>Proteína</i>	3.2%	
<i>Reductasa</i>	<i>Grado 'A'</i>	6 horas o más.
	<i>Grado 'B'</i>	4 horas y menos de 6 horas.
	<i>Grado 'C'</i>	Menos de 4 horas.

Fuente: Elaborado con base a CONACYT 2006.

2.6.1.3. Microbiológica

Cuadro 5. Parámetros microbiológicos de la leche.

PARÁMETRO	VALOR	
<i>Células somáticas.</i>	Máximo 750,000.	
<i>Antibióticos.</i>	Ausencia.	
<i>Recuento total de microorganismos por mL.</i>	<i>Grado 'A'</i>	Menor o igual a 300,000.
	<i>Grado 'B'</i>	Mayor que 300,000 y menor o igual a 600,000.
	<i>Grado 'C'</i>	Mayor que 600,000 y menor que 900,000.

Fuente: Elaborado con base a CONACYT 2006.

2.6.2. Factores que afectan la calidad de la leche

La calidad de la leche cruda está influenciada por múltiples condiciones entre las que destacan los factores zootécnicos, asociados al manejo, método de ordeño, estado de salud, alimentación, clima, etapa de lactancia, edad de la vaca y potencial genético de los animales, así como factores relacionados a la obtención y almacenamiento de la leche recién ordeñada (González *et al.* 2010). La genética y la alimentación son los aspectos más influyentes en la producción y contenido de sólidos, sin embargo, el factor genético tiene un efecto mayor que la alimentación.

Los factores que afectan la calidad de la leche en ganado vacuno pueden clasificarse en genéticos, de manejo, patológicos y ambientales.

2.6.2.1. Genéticos

1. **Individuo:** Conformación anatómica del animal y la aptitud funcional de la ubre (García 2017). Además, Linn (1988) manifiesta que entre y dentro de las razas, la grasa varía más y la lactosa menos.
2. **Raza:** Las grasas y proteínas lácteas son caracteres genéticos con alta heredabilidad (García 2017). Y Linn (1988), manifiesta que las vacas Jersey tienen

la mayor heredabilidad para el porcentaje de grasa de la leche (0.71), con otras razas que van desde 0.51 a 0.57. Las correlaciones entre la genética y los porcentajes de composición de la leche son altas y positivas, con un promedio de 0.74. Sin embargo, la producción de leche y los porcentajes de composición están correlacionados negativamente, -0.3 para la producción de leche y el porcentaje de grasa. Por lo tanto, es muy difícil mejorar el rendimiento de la leche y la composición del porcentaje de leche simultáneamente.

3. Edad: La cantidad de leche que produce una vaca aumenta con la edad, mientras que el contenido de grasa permanece relativamente constante, el contenido de la proteína gradualmente disminuye con avance de la edad (García 2017). La edad tiene un efecto significativo sobre el porcentaje y la composición de la proteína de la leche en las vacas. El porcentaje de proteína de la leche disminuye en vacas mayores de 3 años, con un descenso de 0.4 unidades porcentuales en cinco lactancias. Esta disminución parece ser principalmente en la fracción de caseína; sin embargo, también se han informado cambios en las fracciones de proteína de suero (Linn 1988). Las vaquillas producen leche con más proteína, produciéndose una disminución de un 0.01% anual en las lactancias posteriores (Anrique 2012).

2.6.2.2. *De manejo*

4. Ordeño: Un ordeño incompleto aumenta el volumen de la leche residual en la ubre, disminuye el porcentaje de grasa y la producción de leche en el siguiente ordeño. Después de un largo intervalo se obtiene mayor cantidad de leche con un contenido de grasa ligeramente menor (García 2017). El efecto de ordeñar dos o tres veces al día sobre el porcentaje de grasa de la leche ha variado y, algunos investigadores no informaron ningún cambio y otros informaron disminuciones (Linn 1988). Siendo así que al aumentar la frecuencia de ordeño los porcentajes de sólidos bajan y es por este motivo que, el mayor porcentaje de sólidos se obtiene con un ordeño al día (Anrique 2012)
5. Alimentación: Las vacas con bajos niveles de alimentación reducen la producción de la leche y el porcentaje de lactosa sólo dentro de ciertos límites, sin embargo, se producen aumentos en el porcentaje de grasa láctea. El uso de pastos de buena calidad en la alimentación de la vaca lechera trae como resultado un incremento en la producción de la leche y en los rendimientos de grasa y proteínas lácteas (García 2017). El tipo de forraje y su efecto sobre el porcentaje de grasa láctea están influenciados por el tamaño de partícula, la madurez y el contenido del forraje. Se

sabe desde hace tiempo que los forrajes finalmente molidos reducen los porcentajes de grasa en la leche (Linn 1988).

6. Estado de lactancia: Los porcentajes más altos de grasa generalmente se encuentran en el calostro, seguido de una disminución durante los primeros dos meses de lactancia, luego un aumento lento a medida que avanza la lactancia. El calostro excepcionalmente rico en proteínas que contienen grandes cantidades de inmunoglobinas y aproximadamente el doble de los niveles de caseína, beta-inmunoglobinas y alfa-lactalbúmina que se encuentran en la leche a media lactancia (Linn 1988). El contenido de sólidos es más alto al parto, cae rápidamente (~1 mes) hasta un mínimo coincidente con el período de máxima producción y luego sube lentamente hasta el fin de lactancia. De este modo, la distribución de los partos va a influir en las fluctuaciones del contenido de sólidos en el año (Anrique 2012).

2.6.2.3. *Patológicos*

7. Enfermedades: La leche de las vacas enfermas no debe de destinarse al consumo, contienen diastasas perjudiciales al hombre, también pueden ser portadoras de gérmenes patógenos en alto grado (tuberculosis, brucelosis, etc) (García 2017). La presencia de bacterias causantes de mastitis en el tejido mamario produce, en una primera etapa, un aumento en la cantidad de células somáticas y posteriormente una inflamación del tejido mamario. En consecuencia, se genera un daño en el epitelio secretor y en la calidad de la leche, reflejada principalmente en una disminución del 5-10% en los sólidos totales (Anrique 2012).

2.6.2.4. *Ambientales*

8. Condiciones climáticas: El factor más estudiado es la temperatura. La máxima producción de leche se logra con una temperatura que oscila entre 4-21°C. Cuando la temperatura es igual o mayor a 24°C, se reduce el consumo de alimento con disminución de la producción láctea. Aproximadamente a 27°C se aumenta el consumo de alimento y disminuye la producción de leche, siendo la temperatura el factor climático más importante en nuestras condiciones, por su doble acción sobre el pasto y los animales. Entre las condiciones ambientales que se relacionan con la productividad láctea, se citan la temperatura ambiental, la humedad relativa, la radiación solar, la velocidad del viento, el efecto de la duración del día y la precipitación diaria (Vélez 2013). Las temperaturas ambientales más altas durante el verano también afectan la composición de ácidos grasos de la leche. La grasa de

la leche en el verano tiende a ser más baja en ácido palmítico en relación con los ácidos esteárico y octadecanoico que la grasa de la leche de las mismas vacas durante el invierno. No se han observado cambios en el porcentaje de grasa de la leche cuando las vacas estresadas por calor reciben agua a 10 o 28°C (Linn 1988).

2.7. SISTEMAS DE PAGO POR CALIDAD

La mejora de la calidad de la leche es una condición imprescindible para lograr la eficiencia y competitividad en la cadena lechera. Hoy más que nunca se puede afirmar que el desarrollo futuro de la lechería en los países de América Latina y el Caribe, depende del principio original 'sin leche de calidad, no hay productos de calidad', a lo que hay que agregar que no se alcanza seguridad alimentaria en el sector lácteo. Muchos individuos hablan de seguridad alimentaria sin comprender que la inocuidad es un principio intrínseco de dicha definición y que para alcanzarla es necesario comenzar en el punto de origen: la calidad de la leche cruda (Ponce 2007).

Los sistemas de pago por calidad constituyen una mejor herramienta conocida hoy día no solo para valorizar la materia prima en función de sus aptitudes tecnológicas, sino además de focalizar los aspectos productivos en aquellos ítems que resulten más relevantes en función de las necesidades que los mercados le van estableciendo a la industria. En definitiva, el pago por calidad busca establecer la relación óptima posible entre el precio pagado por la materia prima y el valor de los productos que pueden comercializarse en el mercado con la tecnología disponible por la industria (González 2004).

Los sistemas de pago de leche a productores son, naturalmente, un tema de interés permanente para todas las partes involucradas, más aun teniendo en cuenta las exigencias cada vez mayores de las reglamentaciones tanto nacionales como internacionales para la comercialización de leche (Berra 2002).

El sistema de pago por calidad de la leche cruda, fortalece y garantiza el abastecimiento del mercado con productos lácteos de calidad, asegurando además la transparencia en el pago al proveedor de la leche cruda (Motta *et al.* 2014)

Según Berra (2002), las condiciones en las cuales la leche se produce y se vende difieren significativamente de un país a otro e incluso, con frecuencia, dentro de un mismo país. Por otra parte, debido a que las condiciones se modifican, los sistemas de pago también

cambian para adaptarse a estas variaciones. A pesar que existen diferentes enfoques para el pago al productor, todos ellos poseen elementos en común.

2.7.1. Conceptos generales para pago por calidad

Berra (2002) afirma que lo primero que se debe considerar para instrumentar cualquier sistema de pago es tener un diagnóstico claro de la situación de la lechería en cada país, y, sobre todo, los objetivos que se desean alcanzar.

Según Ponce, citado por Martínez *et al.* (2017) la producción lechera es un sistema complejo y debe de enfocarse de forma integral, dónde todos los elementos de la cadena agroindustrial se complementen entre sí. Además, propone estimular y apoyar el crecimiento de la producción en el sector cooperativo y privado y los sistemas intensivos, para lo que es imprescindible lograr una mejor integración de los diferentes segmentos de la cadena lechera y acopiada por la industria.

La diversidad de sistemas de explotaciones lecheras existente en el país, en cuanto a tamaño, número y calidad genética de los animales, condiciones de infraestructura de las instalaciones, sistemas y prácticas de ordeño e incluso la cultura de trabajo en la lechería, hace difícil la aplicación de programas. Por lo anterior, se necesita implementar programas básicos que permitan abordar los problemas más sensibles de una finca lechera, con la flexibilidad suficiente de adaptarse a las diversas condiciones de cada explotación y que integren experiencias prácticas y resultados de la investigación e innovación tecnológica con un enfoque moderno (Martínez *et al.* 2017)

Además, Ponce (2007) afirma que la correcta aplicación de los sistemas de pago por calidad, donde se conjugan los intereses de los productores con la industria, y por extensión del consumidor, han sido lo más efectivo. Pero situados en el contexto de la lechería de America Latina y el Caribe, el trabajo a mediano plazo, también implica educación y formación de una sólida cultura en el quehacer lechero.

Las etapas iniciales para la implementación de un sistema de pago de leche por calidad según Berra (2002) son las siguientes:

1. Recopilación y evaluación de información: Recoger la mayor cantidad de datos posibles de un ciclo no menos a un año de producción. Es muy importante, si se va a pagar por tenor proteico, conocer cuál es el promedio mensual en el transcurso de todo el año, como también, en caso de considerarse la calidad higiénica, saber el número de bacterias totales de la leche en las diferentes épocas del año, especialmente en aquellos países que tienen bien marcadas las estaciones calientes y frías. La evaluación de esta información es fundamental para poder fijar los valores iniciales de las diferentes categorías al momento de instrumentarse el sistema.
2. Sistema de pago: Una vez evaluada la información, y teniendo presentes los objetivos que se desean alcanzar, debe de seleccionarse el sistema de pago. Este debe ser claro, para que los productores puedan entenderlo y para que sea lo suficientemente sencillo en su aplicación.
3. Divulgación: Esta etapa es trascendental ya que debe anunciarse y divulgarse en todos los actores, con el tiempo suficiente para que estos pueden adoptar las medidas necesarias y estar habilitados para captar los estímulos que todo nuevo sistema de pago por calidad debería de brindar. Se deben dar a conocer los valores de los parámetros del nuevo sistema de pago y su fundamentación.
4. Aplicación: Una vez cumplidas las etapas anteriores, recién se estaría en condiciones de aplicar efectivamente el nuevo sistema de pago, el que se evaluará luego de un tiempo prudencial de su aplicación para visualizar si es necesario introducir algún ajuste. Igualmente se debe de estar atento a la evaluación de los valores, ya que cada cierto tiempo deben de introducirse variables en los parámetros, a medida que se vayan mejorando la calidad de la leche.

2.7.2. Criterios de calidad para un sistema de pago

Son múltiples los sistemas de pago que se aplican en la actualidad, pero generalmente parten de dos principios: *precio básico por un indicador, penalizaciones para el resto, con bonificación para indicadores fundamentales*. Los componentes básicos definen las clases o categorías de calidad de la leche; siendo el contenido total de bacterias el fundamental, aunque generalmente se acompañan de un indicador de composición (grasa o proteína). Los indicadores de penalización más comunes son adulteración por aguado y presencia de sustancias inhibidoras (Ponce 2007).

Para Vargas, citado por Motta *et al.* (2014) la calidad de la leche está conformada por tres aspectos bien definidos: composición físico-química, cualidades organolépticas y cualidades microbiológicas, todas esas establecidas según normativas internacionales y nacionales vigentes. En la industria de la leche, los cambios, defectos, contaminación y polución son numerosos y, sus causas diversas y variadas.

Una leche de calidad es aquella que posee una composición (grasa, proteína, lactosa, vitaminas y minerales) de acuerdo a las normas legales, que presenta bajos recuentos microbianos (higiénica), libre de microorganismos patógenos, sin contaminaciones físico-químicas, libre de aromas y sabores extraños, estar de acuerdo con los lineamientos legales y con la adecuada capacidad para ser procesada, siendo que una leche de calidad es indispensable para obtener productos transformados de buena calidad (Motta *et. al.* 2014).

Para Berra (2002), los criterios primordiales de calidad para un sistema de pago son:

2.7.2.1. *Calidad composicional.*

Como es natural, la composición de la leche debe de ajustarse a determinados valores mínimos de cada uno de sus componentes, de acuerdo con la reglamentación existente y vigente en cada país, que difiere por las distintas razas de ganado que se explotan, tipo de alimentación, etc. Incluso en los países de gran extensión pueden ser diferente según la región. La mayoría de los países que iniciaron el pago por composición, pagando la leche por su contenido graso. Esta situación se daba por el hecho de que era sencillo y económico el control de este parámetro composicional y además porque la mantequilla uno de los principales derivados lácteos de elaboración y comercialización mundial.

2.7.2.2. *Calidad higiénica.*

Otro aspecto de sustantiva importancia en los sistemas de pago de leche por calidad es la evaluación de la calidad higiénica, con el propósito de construir un factor de relevancia en la determinación del precio final que reciben los productores. Las exigencias en este aspecto son cada vez mayores, ya que la tecnología disponible, desde el punto de vista del equipamiento de ordeño, materiales, como elementos para la desinfección, permiten que la leche recibida en planta tenga cada vez una menor carga bacteriana.

2.7.2.3. *Calidad sanitaria.*

Los aspectos que engloban a la calidad sanitaria de una leche son muy importantes desde el punto de vista de la salubridad, en virtud que la leche y sus derivados son consumidos por los estratos más vulnerables de la población de un país (niños y ancianos). También son determinantes en aquellos países que tienen lecherías excedentarias y deben de colocar parte de su producción en el mercado internacional. Dentro de dicho control se encuentran el conteo de células somáticas, el control de brucelosis y el control de tuberculosis del hato lechero.

2.7.2.4. *Control de adulteraciones y alteraciones.*

Este rubro se encuadran los controles a la adición de agua, presencia de inhibidores, prueba de alcohol, acidez y pH.

2.8. ANÁLISIS RETROSPECTIVO

El análisis retrospectivo se define como la descomposición de hechos, sucesos o acciones del pasado en sus partes para saber cómo o porqué de la situación del presente. Se trata de entender el ahora por medio del análisis del antes. Buscando las causas a partir de un efecto que ya se presentó. Los estudios retrospectivos parten de un efecto y regresan a buscar la causa. Es como si fuésemos hacia atrás, por esto es retrospectivo. El objetivo principal de este tipo de investigaciones retrospectivas es de alguna manera comprobar una hipótesis, es decir, la relación que existe entre un efecto de carácter sospechoso y su causa. Además, determina las relaciones entre variables de hechos ya ocurridos sin tratar de explicar las relaciones de causa (Caballero y Pérez 2010).

Según Ramos (2014), para que una investigación sea reconocida con valor leal, ético, científico y académico, debe de tratarse de un conjunto de procedimientos sistemáticos, críticos y empíricos. Diversas son las corrientes de pensamiento que han surgido en la búsqueda del conocimiento, las cuales se han ajustado en enfoques de tipo: cuantitativos, cualitativos o mixtos. La investigación retrospectiva se puede abordar bajo cualquiera de ellos.

Dentro del enfoque cuantitativo la investigación retrospectiva está ubicada como no experimental, bajo el diseño de la investigación transversal o transeccional porque se limita a evaluar una situación o fenómeno en un punto del tiempo y determina o ubica cual es la relación de un conjunto de variables en un momento. Según el nivel de las investigaciones transversales retrospectivas pudieran catalogarse como: a) Descriptiva porque se centra en

caracterizar un fenómeno; b) Correlacional debido a que evalúa el grado de relación que existe entre dos o más conceptos o variables en un contexto particular; c) Explicativas si el objetivo es analizar y comprender las causas o significado de un hecho. Los instrumentos que utiliza con más frecuencia son: la encuesta estructurada o cuestionarios cerrados (Ramos 2014).

Los métodos estadísticos para el análisis retrospectivo están basados en una variedad de supuestos. Frecuentemente estos provienen de las características distribucionales de los datos bajo análisis. Como resultado, en cualquier estudio retrospectivo, algunos métodos estadísticos serán más apropiados que otros. Los autores deben explicar las razones por que escogieron los métodos estadísticos usados en el análisis (Motheral *et al.* 2003). Nickson (2019), menciona los siguientes: análisis no ajustado, univariante, análisis estratificado, análisis de pares emparejados, análisis multivariado, descripción simple de los datos.

2.9. CONTRASTES DE HIPÓTESIS

2.9.1. Hipótesis nula

La hipótesis que se desea contrastar se denomina hipótesis nula, se simboliza con H_0 y en muchas ocasiones se formula con el único propósito de demostrar que es falsa. Así, por ejemplo, si deseamos decidir si un tratamiento es mejor que otro, formulamos la hipótesis de que no hay diferencias entre ellos, es decir, que cualquier diferencia observada se debe simplemente a fluctuaciones en el muestreo de una misma población. La hipótesis nula nunca se considera probada, en el sentido que, aunque por los datos observados no podamos demostrar que es falsa, no puede ser demostrada más que estudiando todos los posibles elementos de la población, o todas las muestras posibles (Tomás 2010).

2.9.2. Hipótesis alternativa

Toda hipótesis que difiere de la hipótesis nula se denomina hipótesis alternativa. Por ejemplo, si una hipótesis es $p=0.5$, posibles hipótesis alternativas podrían ser $p=0.7$; $p<0.5$; $p>0.5$. Una hipótesis alternativa a la hipótesis nula se simboliza con H_1 (Tomás 2010).

2.9.3. Chi cuadrado

Las pruebas Chi-cuadrado se utilizan para probar hipótesis referidas a los patrones de comportamiento de frecuencias relacionadas con variables ya sean cuantitativas o cualitativas. En este sentido, entre las pruebas más comunes se encuentran la de Bondad del Ajuste, la de Independencia y la de Homogeneidad (Saino s.f.).

2.9.3.1. Bondad de ajuste

Esta es una prueba para decidir, a partir de una muestra particular, si se rechaza o no la hipótesis de que una variable aleatoria se ajusta a una distribución probabilística específica. Esta prueba es susceptible de utilizarse cualquiera sea la distribución especificada: uniforme, Poisson, exponencial, normal, entre otras (Saino s.f.).

2.9.3.2. Prueba de independencia

En este caso, se trata de una situación en la que interesa poner a prueba si existe o no independencia entre dos variables cualitativas (atributos) de una población. Si la diferencia no es significativa, concluimos que las variables son independientes. Caso contrario, decimos que esas dos variables de clasificación están relacionadas o son dependientes (Saino s.f.).

2.9.4. T-Student

Cuando la diferencia entre dos promedios de la población se está investigando, se utiliza una prueba t. Es decir que se utiliza cuando deseamos comparar dos medias. Con una prueba t, tenemos una variable independiente y una dependiente. La variable independiente puede solamente tener dos niveles. Si la independiente tuviera más de dos niveles, después utilizaríamos un análisis de la variación unidireccional (ANOVA) (SEFO s.f.).

2.9.4.1. Muestras pareadas

Esto se refiere a la diferencia entre las cuentas medias de una sola muestra de individuos que se determina antes del tratamiento y después del tratamiento. Puede también comparar las cuentas medias de muestras de individuos que se aparean de cierta manera (SEFO s.f.).

2.9.4.2. Muestras independientes

Esto se refiere a la diferencia entre los promedios de dos poblaciones. Básicamente, el procedimiento compara los promedios de dos muestras que fueron seleccionadas independientemente una de la otra (SEFO s.f.).

2.9.5. Kruskal-Wallis

La prueba de Kruskal-Wallis compara las medianas de varias (más de dos) poblaciones para ver si son diferentes. La idea básica de Kruskal-Wallis es recolectar una muestra de cada población, clasificar todos los datos combinados de menor a mayor y luego buscar un patrón de cómo se distribuyen esos rangos entre las diversas muestras. La prueba de Kruskal-Wallis funciona para comparar más de dos poblaciones como un procedimiento no paramétrico (Rumsey 2007).

2.9.6. Análisis de la varianza

El análisis de la varianza, o más brevemente, ANOVA se refiere en general a un conjunto de situaciones experimentales y procedimientos estadísticos para el análisis de respuestas cuantitativas de unidades experimentales. El problema ANOVA más simple se conoce indistintamente como unifactorial, de clasificación única o ANOVA unidireccional e implica el análisis de datos muestreados de más de dos poblaciones (distribuciones) numéricas o de datos de experimentos en los cuales se utilizaron más de dos tratamientos (Devore 2008).

2.9.7. ANOVA de Welch

Cuando se viola el supuesto de varianzas iguales, la prueba F de Fisher puede no ser confiable, debido a una probabilidad inflada de un error tipo I y una potencia disminuida. La prueba F de Welch es una alternativa que corrige estos problemas. Welch sigue una lógica similar a la prueba F de Fisher, pero el cálculo es más complicado. La idea detrás de la modificación es calcular una gran media ponderada, con los pesos basados en el tamaño de la muestra y la varianza dentro de cada grupo. Esta gran media ponderada da como resultado una medida modificada de Suma de medias cuadradas. Se suprimen más detalles de los cálculos, ya que se realizan fácilmente en SPSS y en otro software (Mellinger y Hanson 2016).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó con la información proporcionada por la Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte de El Salvador de R.L. de C.V., localizada en la carretera a Chalatenango, kilómetro 54, Cantón Aldeíta, Municipio de Tejutla, Departamento de Chalatenango; con coordenadas geográficas 14°06'31" N 89°07'56" O y una altitud, 260 m; temperatura promedio de 24.0 °C (Figura A-1). En un año, la precipitación media es 2122 mm (CDO 2018).

La información analizada comprende un segmento de 3 años que inician a partir del 2016 hasta el 2018 (Cuadro A-2, A-3 y A-4). La recolección y análisis de datos se realizó de octubre 2019 a junio de 2020 con el objetivo de evaluar el efecto de las épocas del año y tipo de ganadería en la calidad físico-química y microbiológica de la leche cruda de vaca, comparándolas de acuerdo a la Legislación Salvadoreña específicamente la *Normativa Salvadoreña Obligatoria 'Leche Cruda de Vaca' (NSO 67.01.01:06)* en la que se establecen las variables de calidad que se deben de someter a evaluación y los rangos o valores de las mismas, los parámetros de medición tomados en cuenta por la disposición de la información fueron grasa, agua adicionada, reductasa y antibiótico. Los métodos y equipo de laboratorio para el análisis de cada variable independiente son: agua y grasa se utilizó un lactoscan, el cual realizaba el análisis por medio de la toma de una muestra directa de leche, la reductasa por medio de la prueba de azul de metileno y para el antibiótico la prueba de SNAPduo. Es un tipo de estudio retrospectivo analítico con una población total de 60 miembros productores de leche de los cuales se tomó una muestra de 30 productores, tomando como criterio de inclusión que estos fueran miembros activos desde 2016, es decir, dentro del periodo de estudio.

3.1. METODOLOGIA DE CAMPO

3.1.1. Encuesta para generar línea base

Para caracterizar el tipo de ganadería de cada productor seleccionado, fue necesario formular una encuesta para recolectar información acerca de: datos de producción, ordeño higiénico, alimentación, reproducción, sanidad y manejo de desechos, ya que estas características determinarían el tipo de ganadería (Cuadro A-1). El tipo de preguntas fueron cerradas, con 3 o más opciones (Figura A-2). Para realizar la encuesta se realizaron visitas al centro de acopio y las preguntas fueron realizadas personalmente con los productores (Figura A-5).

3.1.2. Base de datos electrónica

Los datos registrados en el periodo 2016-2018 fueron recolectados durante una visita de campo previamente programada con la organización (Figuras A-4 y A-5). Estos datos fueron almacenados en una memoria USB y extraídos en los ordenadores correspondientes. Los datos fueron organizados de forma lineal en matrices n x p para su posterior análisis. La base de datos estaba conformada por un total de 1,095 datos diarios por productor y variable, esta información se redujo formando una matriz de 156 datos semanales x 30 productores como filas; 4 variables dependientes y 4 independientes como columnas. Esto formó una matriz de 4680 x 8 (Figura A-6).

3.2. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA

Las variables en estudio fueron las épocas del año, factores productivos y su efecto sobre los parámetros de calidad de la leche, estas se describen en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Variables en estudio y sus características.

VARIABLE	NOMBRE	TIPO DE VARIABLE	NIVELES	VALORES	NIVEL DE MEDIDA
Y	Grasa	Cuantitativa	n.d.	Porcentaje (%)	Racional
	Agua	Cualitativa	2	1= Presencia 2= Ausencia	Nominal
	Clase (Reductasa*)	Cualitativa	3	1= A 2= B 3= C	Ordinal
	Antibiótico	Cualitativa	2	1= Presencia 2= Ausencia	Nominal
X	Época	Cualitativa	2	1= seca 2= lluviosa	Nominal
	Tipo de ganadería	Cualitativa	2	1= Tecnificada 2= Doble propósito	Nominal
	Tipo de ordeño	Cualitativa	2	1= Manual 2= Mecánico	Nominal
	Producción	Cualitativa	3	1= 75.75-225 L 2= 225.75-375 L. 3= >375.75 L	Ordinal
*La reductasa o clase microbiológica de la leche se clasificó según la NSO 67.01.01:06 para leche cruda de vaca (ver sección 2.6.1.3).					

3.2.1. Caracterización de las ganaderías

Las encuestas fueron tabuladas, generando una matriz de 30 individuos x 20 variables o respuestas (Cuadro A-1). La matriz fue ordenada de valores mayores a menores utilizando el software estadístico Infostat v. 2019.

Se seleccionaron 6 variables principales para definir el nivel tecnológico de las fincas, estos fueron: área de producción, número total de animales en la ganadería, ganado en producción, producción promedio diaria por animal, tipo de ordeño y tipo de reproducción. Con esto se pudo definir que, de las 30 ganaderías en estudio, 12 son catalogadas como tecnificadas y 18 como doble propósito. Estas se clasificaron como tecnificadas o doble propósito con los datos recolectados en la encuesta para generar la línea base de las variables mencionadas anteriormente, ya que, al ser ordenadas de mayor a menor quedó evidenciado qué ganaderías eran las que poseían más área de producción, mayor número de animales en la ganadería, más ganado en producción, etc; y como segundo criterio se tomó en cuenta el número de respuestas 3 ó 4 de la encuesta para poder clasificarlas definitivamente siendo que si la ganadería poseía una frecuencia de tres o más respuestas 3 ó 4 se consideró como *tecnificada* y *doble propósito* si la ganadería poseía una frecuencia de tres o más respuestas 1 ó 2 (Figura A-2).

3.2.2. Prueba de hipótesis

El análisis de datos inició con la construcción de matrices para lo cual se utilizó el software MS Excel 2013 ®, posteriormente estos datos fueron trasladados al software estadístico Infostat ® para para generar particiones sobre las cuáles se llevó a cabo el análisis y realizar prueba de independencia. Las pruebas de bondad de ajuste, T-Student, Kruskal-Wallis y ANOVA de Welch se llevaron a cabo en el software IBM® SPSS® Statistics 24.0. Se trabajó con un nivel de significancia del 5%. Las pruebas aplicadas a cada variable son:

3.2.2.1. Grasa: Para comparar el efecto de las épocas del año en el contenido de grasa se aplicó una prueba T-Student para muestras apareadas; para el tipo de ganadería, T-Student para muestras independientes, con un nivel de significancia del 5%.

3.2.2.2. Reductasa: para comparar proporciones de leche cruda grado A, B, C de la época 1 y época 2 se aplicó una prueba de bondad de ajuste multinomial, con un nivel de significancia del 5%. Para comprobar la dependencia entre variables se aplicó Chi-cuadrado con un nivel de significancia del 5%.

3.2.2.3. Agua y antibiótico: para comparar las proporciones de ausencia y presencia de agua y antibiótico se aplicó una prueba de Bondad de Ajuste Binominal, con un nivel de significancia del 5% mientras que para comparar la dependencia entre variables se aplicó Chi-cuadrado con el mismo nivel de significancia.

3.2.3. Análisis de conglomerados

Esta técnica de análisis multivariado se aplicó para agrupar a los productores de acuerdo con la calidad de leche que producen en cada época. Se formaron conglomerados para la época seca y lluviosa (Figura A-7 y Figura A-8). Los conglomerados se formaron con los resultados obtenidos de los 30 productores de leche en cuanto a grasa, reductasa, agua y antibiótico para cada una de las dos épocas. Los productores se agruparon en clusters. Las agrupaciones fueron representadas en un dendograma en el cual la línea de corte se ubica a una distancia de 2.5, formando un total de 4 clusters a dicha distancia. Se procedió a obtener los promedios obtenidos en grasa, reductasa, agua y antibiótico por cada cluster.

3.3. COMPARACIÓN DE INGRESOS

Se calculó el promedio de cada variable por época y a partir de estas características se calcularon los descuentos que se aplican a la leche de acuerdo a las fallas que presenta en la calidad y la magnitud de estas. Los descuentos calculados fueron los siguientes, de acuerdo con la política de compra de leche:

- a. Grasa (Desc-GR): si porcentaje de grasa es menor a 4%, el descuento es de \$0.01 por cada décima.
- b. Reductasa (Desc-RedA): se descuenta el porcentaje que no es leche grado "A" y se asigna el precio/litro de la siguiente manera: leche grado "A": \$0.59, leche grado "B": \$0.45 y leche grado "C": \$0.36.
- c. Agua (Desc-Agua): se multiplicó por 5 el promedio de agua en porcentaje, el resultado se multiplica por su probabilidad de ocurrencia.
- d. Antibiótico (Desc-AntiBco): se descuenta el 100% de la entrega diaria menos (más) \$300 de multa y \$15 del costo de una prueba. Este valor se multiplica por su probabilidad de ocurrencia.

Se generó una tabla para aplicar los descuentos a partir del precio de venta inicial que es de \$0.59/litro. Se obtienen los ingresos diarios a partir de los cuales se obtienen los mensuales y anuales. El volumen de producción se obtuvo de los promedios de cada rango o nivel de producción.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LECHE

La leche cruda acopiada en el periodo 2016-2018 presentó las siguientes características: 3.84% de grasa, el 89% de la leche cruda fue grado “A”, 10% grado “B” y 1% grado “C”, con una probabilidad de aparición de agua adicional del 1% y otra de 0.15% de presencia de antibiótico, es decir con probabilidades muy bajas pero que afectan gravemente la calidad y por lo tanto el precio (Cuadro 7).

Cuadro 7. Descripción general de la leche cruda acopiada (2016-2018) (%).

PARÁMETRO	NIVEL	AÑO/VALOR PORCENTUAL			GLOBAL
		2016	2017	2018	
Grasa		3.84	3.85	3.83	3.84
Reductasa	<i>Grado “A”</i>	89	90	88	89
	<i>Grado “B”</i>	11	9	10	10
	<i>Grado “C”</i>	1	0.45	2	1
Agua	<i>Ausencia</i>	99.935	97	100	99
	<i>Presencia</i>	0.065	3	0	1
Antibiótico	<i>Ausencia</i>	99.87	99.87	99.81	99.85
	<i>Presencia</i>	0.13	0.13	0.19	0.15

Grasa: El valor mínimo en el porcentaje de grasa fue de 3.56% y el máximo de 4.24%, siendo el mínimo exigido por la Cooperativa Ganadera de la Zona Norte de 4%, en su Política de Compra de Leche. El rango de variación es de 0.68. La distribución de los datos es simétrica con un leve sesgo hacia la derecha lo cual indica que una mayor proporción de datos se encuentra concentrada en valores debajo de 3.80% (Figura 1).

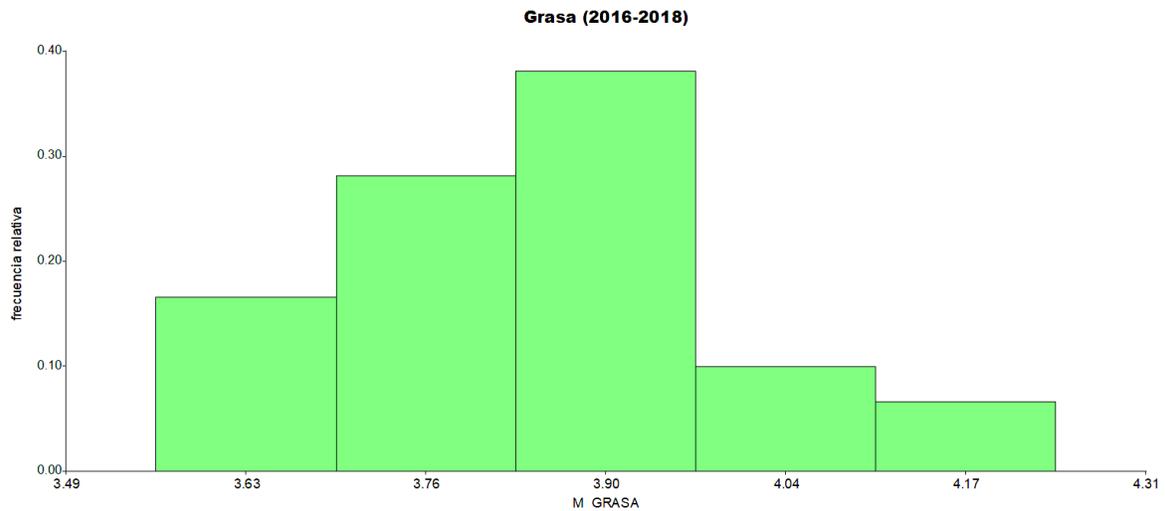


Figura 1. Histograma para la variable grasa.

Reductasa: El promedio de aparición de leche cruda grado “A” fue de 89%, el valor mínimo, 48%, y el máximo de 100% presencia de leche cruda grado “A”, por lo tanto, el rango de variación es de 0.52 unidades. La distribución de los datos es leptocurtica indicando que existe una alta concentración de datos en el centro con asimetría negativa, lo cual indica que los datos tienden hacia valores más altos de presencia de leche cruda grado “A”. Es decir, hay mayor probabilidad de obtener leche cruda grado “A” (Figura 2).

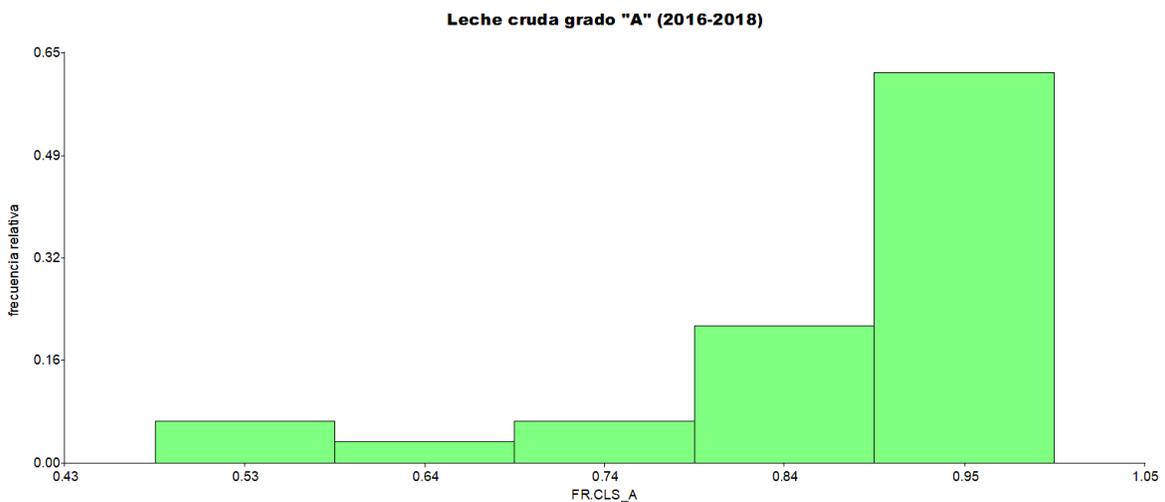


Figura 2. Histograma para la variable reductasa.

Antibiótico: Presenta un promedio alto de ausencia siendo este de 99.88%, es decir que la probabilidad de aparición de antibiótico en la leche cruda es muy baja, no obstante, la presencia en un tan solo una de las muestras causa graves efectos en la calidad y precio de la leche. El valor mínimo fue de 98% y un rango de variación de 2 unidades. La

distribución de los datos presenta una asimetría negativa y con una alta proporción de datos alrededor de la media (Figura 3).

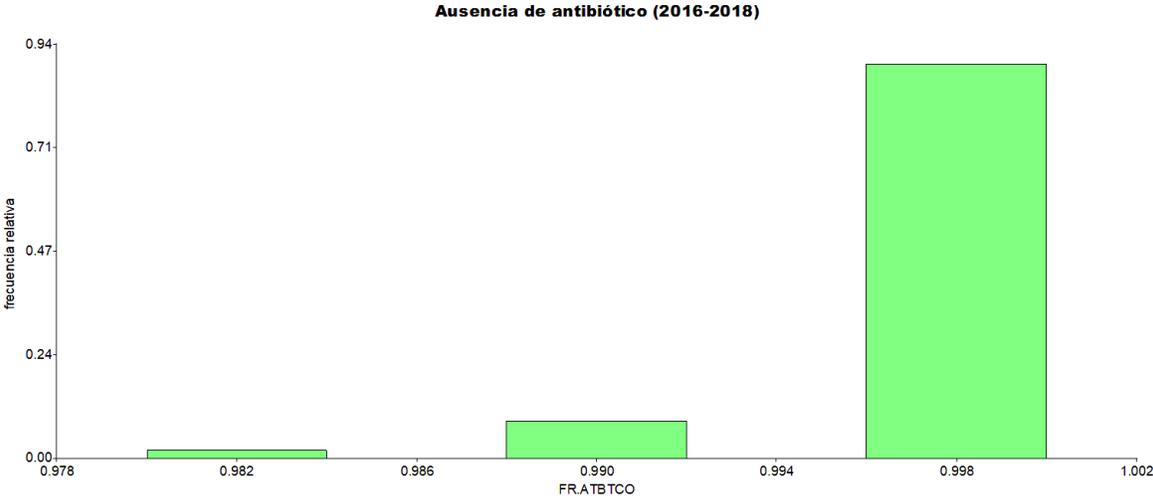


Figura 3. Histograma para la variable antibiótico.

Aqua: También presenta una baja probabilidad de aparición de agua adicional, esta media es de 98.87% ausencia de agua en muestras de leche, el valor mínimo es de 94% y el máximo de 100%, por lo tanto, el rango de variación es de 6 unidades. La asimetría negativa indica que los datos tienden a acumularse en los valores más altos y alrededor de la media. Es decir que la probabilidad de aparición de agua es baja, sin embargo, es un factor que ocasiona graves daños en la calidad (Figura 4).

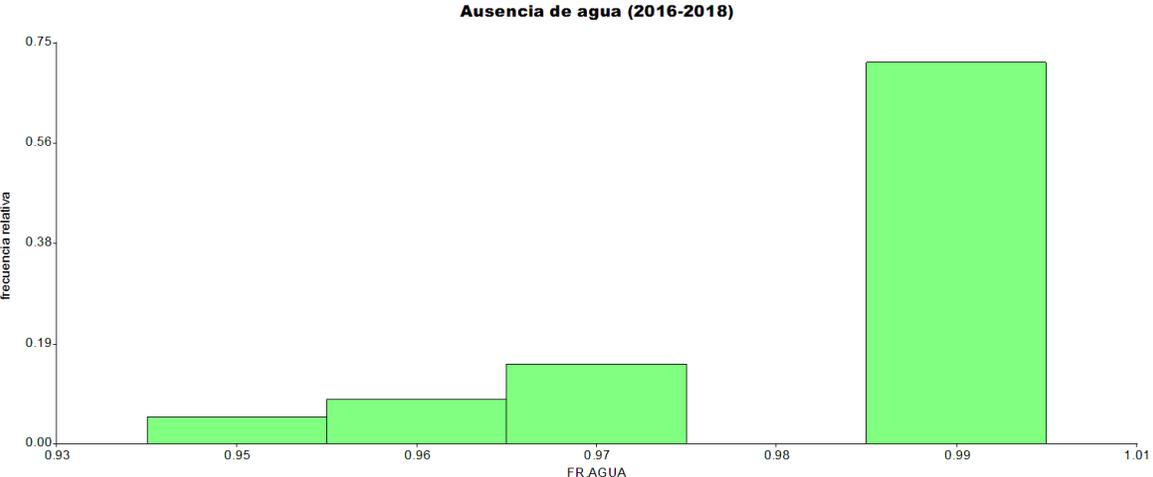


Figura 4. Histograma para la variable agua.

4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE ENTRE MESES

4.2.1. Comportamiento de las variables

El comportamiento de las variables sometidas a estudio en la investigación, se detallan en el Cuadro 8 y se describe su comportamiento a continuación:

Grasa: en octubre, septiembre, noviembre y junio se produce leche con mayor porcentaje de grasa (\bar{x} =3.9%), siendo octubre el mes que presenta leche con mayor porcentaje de grasa (3.93%). El menor porcentaje de grasa ocurre en el mes de enero (3.75%).

Reductasa: el mes de diciembre presenta el porcentaje más alto de leche cruda grado “A” alcanzando un 95%, por lo tanto, es de excelente calidad microbiológica. En contraste, mayo es el mes que presenta menor proporción de leche grado “A”, con un 84%; seguido de agosto con un 86%. En el resto de los meses se produce leche grado “A” en proporciones que van desde 88% a 90%. Por lo tanto, las fallas en reductasa se producen con mayor frecuencia en mayo y agosto.

Antibiótico: los casos de antibióticos son poco comunes. En un periodo de tres años se han reportado un total de 7 casos, por lo tanto, su probabilidad de ocurrencia es muy bajo. Estos casos ocurrieron en marzo, febrero, abril, enero y agosto, con mayor ocurrencia en marzo, mes en el cual se presentó un caso cada año.

Agua: en el periodo de tres años, el 99% de los casos corresponde a ausencia de agua con un total de 47 casos de presencia de agua en la leche. En el año 2018 no se reportó ocurrencia. El año 2017 presentó mayor incidencia de agua adicional en los meses de julio y agosto en el cual ocurrieron 46/47.

4.2.2. Características de la leche

Los meses se clasificaron en un total de seis conglomerados de acuerdo a las características de la leche producida (Figura A-9). Estos se describen a continuación:

Cluster 1 (marzo): presenta fallas en la prueba de antibiótico. Los demás parámetros se mantienen aceptables.

Cluster 2 (agosto): presenta fallas en la reductasa (96% leche grado “A” y 12% grado “B”), presencia de agua y antibiótico. La grasa presenta un nivel aceptable (3.86%).

Cluster 3 (diciembre): la leche presenta la mejor calidad microbiológica con un 95% leche cruda grado “A”, 4% grado “B” y 0.026% grado “C”, libre de agua y antibióticos y con un nivel aceptable de grasa (3.88%).

Cluster 4 (mayo): presenta el nivel más bajo de leche cruda grado “A”, con un 84%, mayor proporción de leche grado “B” de 15% y 1% grado “C”, aunque libre de agua y antibióticos y con un nivel aceptable de grasa (3.82%).

Cluster 5 (octubre-septiembre-noviembre-junio): el porcentaje de grasa se encuentra entre 3.86-3.93% con un promedio de 3.89%, leche grado “A” entre 0.88-0.9%, promedio de 89% leche cruda grado “A” y 10% grado “B” y 1% grado “C”, libre de agua y antibióticos.

Cluster 6 (julio-abril-febrero-enero): presenta las mismas características microbiológicas que el cluster 5 (octubre-septiembre-noviembre-junio), con un porcentaje más bajo de grasa (3.79%), y con fallas en el test de agua y antibiótico.

Cuadro 8. Descripción de la leche cruda entre meses (2016-2018).

CLUSTER	MESES	GRASA (%)	REDUCTASA (FR)			AGUA (FR)		ANTIBIÓTICO (FR)	
			“A”	“B”	“C”	A	P	A	P
C1	3	3.78	0.9	0.09	0.01	1	0	1	2.80E-03
C2	8	3.86	0.86	0.12	0.02	0.91	0.09	1	2.30E-03
C3	12	3.88	0.95	0.04	2.6E-03	1	0	1	0
C4	5	3.82	0.84	0.15	0.01	1	0	1	0
C5	10	3.93	0.88	0.11	0.01	1	0	1	0
	9	3.89	0.88	0.11	0.01	1	0	1	0
	11	3.87	0.9	0.09	0.01	1	0	1	0
	6	3.86	0.9	0.1	0.01	1	0	1	0
\bar{x}		3.9	0.9	0.1	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0
C6	7	3.82	0.9	0.1	0.01	0.97	0.03	1	0.00
	4	3.8	0.88	0.1	0.01	1	2.8E-03	1	2.80E-03
	2	3.78	0.9	0.09	0.01	1	0	1	2.80E-03
	1	3.75	0.89	0.1	0.01	1	0	1	2.60E-03
\bar{x}		3.8	0.9	0.1	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0

A: Ausencia, P: Presencia.

4.3. CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE ENTRE ÉPOCAS

En el Cuadro 9, se observa el comportamiento de los datos según época del año, donde, en la época 1 (seca que comprende los meses de noviembre a mayo), la leche cruda presenta una mejor proporción de leche cruda grado “A” con un 90%, ausencia prácticamente completa de agua y antibiótico. Sin embargo, presenta una menor proporción en el contenido de grasa (3.81%) en comparación con la época 2 (lluviosa, la cual comprende los meses de junio a octubre), cuya media es de 3.87%. Ambos valores de grasa no cumplen con el estándar de la política de compra de leche establecida por la Cooperativa Ganadera de la Zona Norte, cuyo valor es de 4.0%.

Cuadro 9. Características de la leche entre épocas (%).

CARACTERÍSTICAS		ÉPOCA 1(SECA)	ÉPOCA 2 (LLUVIOSA)
Reductasa	<i>A</i>	90	88
	<i>B</i>	9	11
	<i>C</i>	1	1
Grasa		3.81	3.87
Agua	<i>Ausencia</i>	100	98
	<i>Presencia</i>	0.04	2
Antibiótico	<i>Ausencia</i>	100	100
	<i>Presencia</i>	0.24	0.05

4.3.1. Comportamiento de las variables

Grasa: En la época 1 (seca) la media es de 3.81%, con un valor mínimo de 3.6% y máximo de 4.13%, un rango de 0.53 unidades porcentuales. La mayor proporción de datos se concentran hacia valores más bajos de 3.80% (Figura 5). En la época lluviosa la media es de 3.86%, con valor mínimo de 3.56% y máximo de 4.24% es decir un rango de 0.68 unidades (Figura 6).

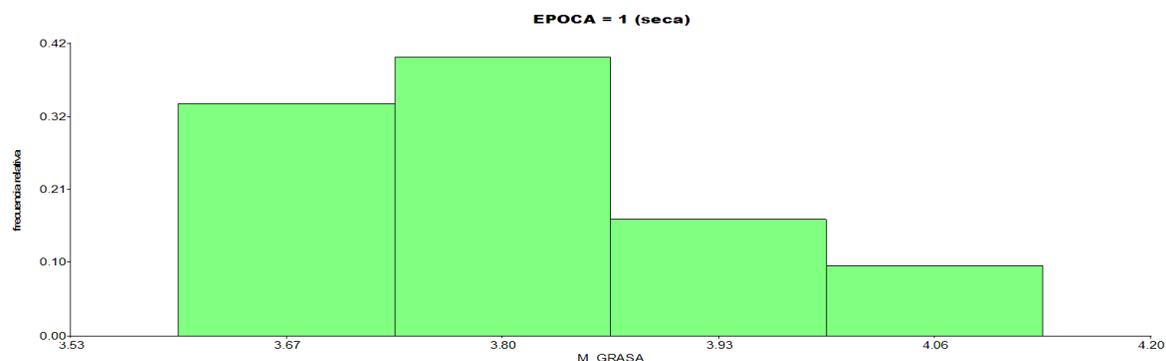


Figura 5. Histograma para la variable grasa y época seca.

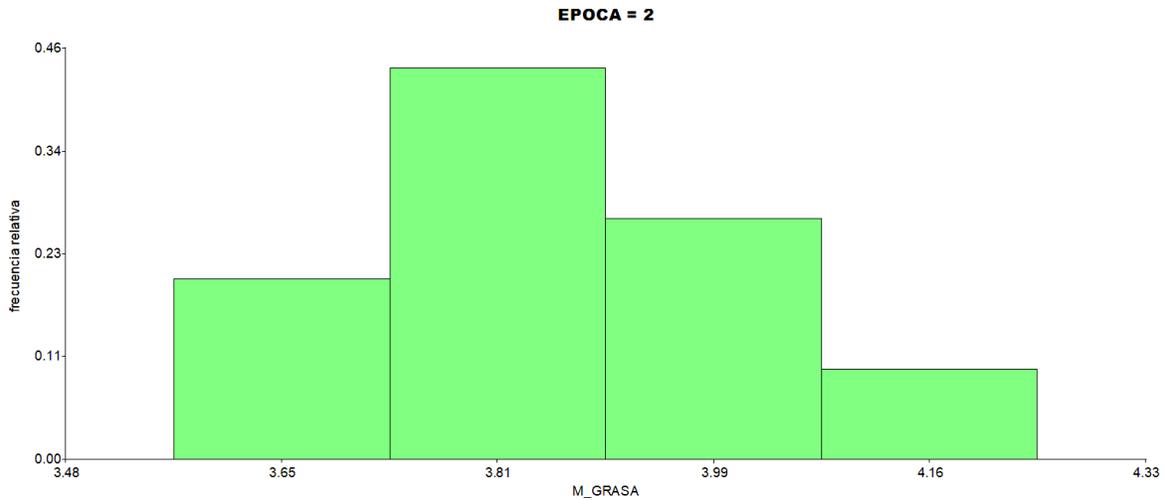


Figura 6. Histograma para la variable grasa y época lluviosa.

Reductasa: En la época seca la media es de 90.3%, el valor mínimo de 54% y el máximo de 100%, con un rango de 0.46. La mayor concentración de datos ocurre en la región central y hacia los valores más altos que se encuentran alrededor de 94% (Figura 7). En la época lluviosa la media disminuye a 87.57%, el mínimo a 48% y el máximo se mantiene en 100%, el rango de variación es de 0.52. La distribución es asimétrica y los datos se concentran en la región central cuyo valor es el mismo en que la época seca (94%) (Figura 8).

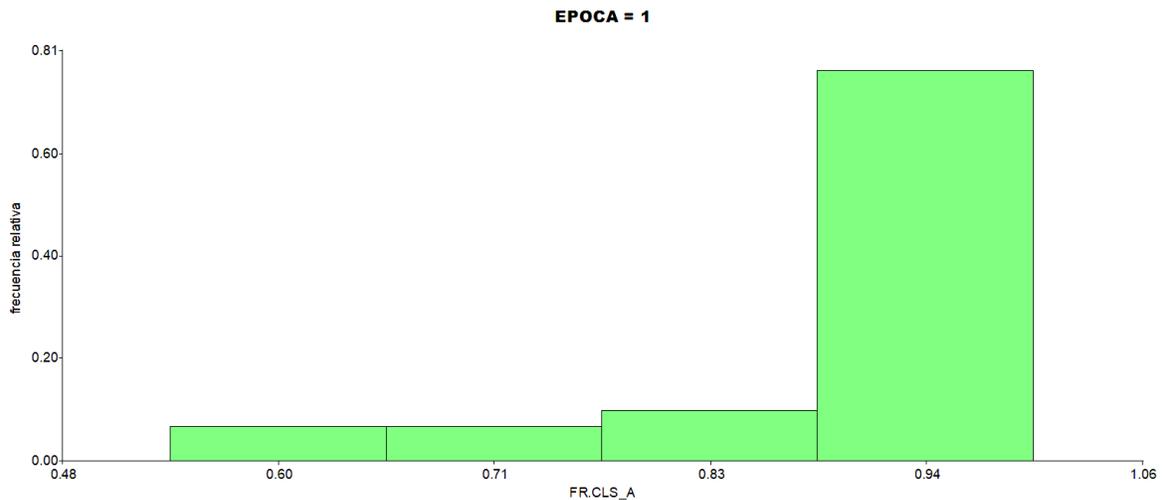


Figura 7. Histograma para la variable reductasa y época seca.

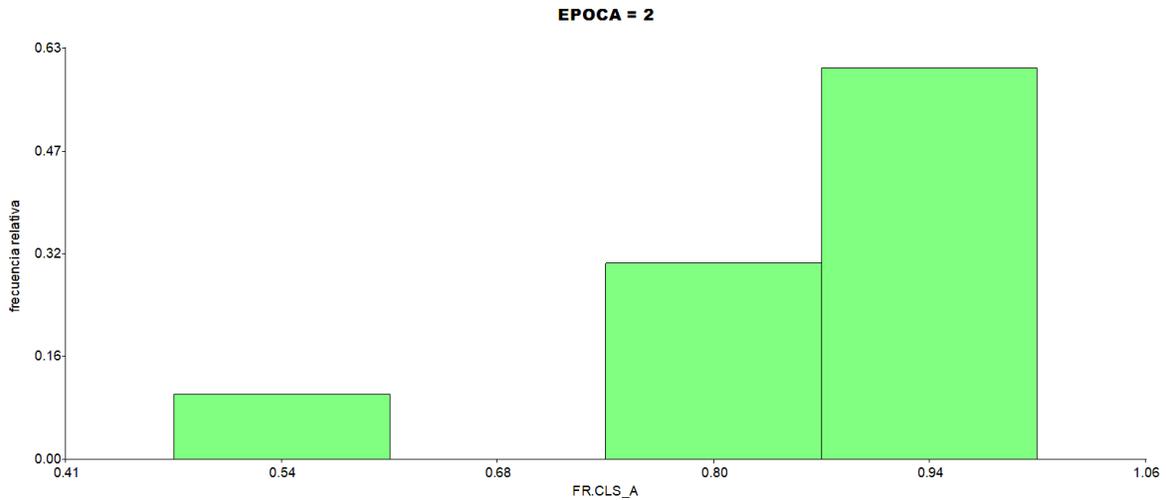


Figura 8. Histograma para la variable reductasa y época lluviosa.

Antibiótico: En la época seca la media es de 99.80%, el valor mínimo es de 98% y el rango es de 2 unidades. Los datos se concentran en la región central cuya marca de clase es 99.7% con una asimetría negativa (Figura 9). En la época lluviosa, la medida es de 99.97% de ausencia de antibiótico, con un valor mínimo de 99% y máximo de 100%. Es decir, hay mayor probabilidad de que ocurra presencia de antibiótico durante la época seca. Los datos se concentran cerca de la media con una asimetría negativa (Figura 10).

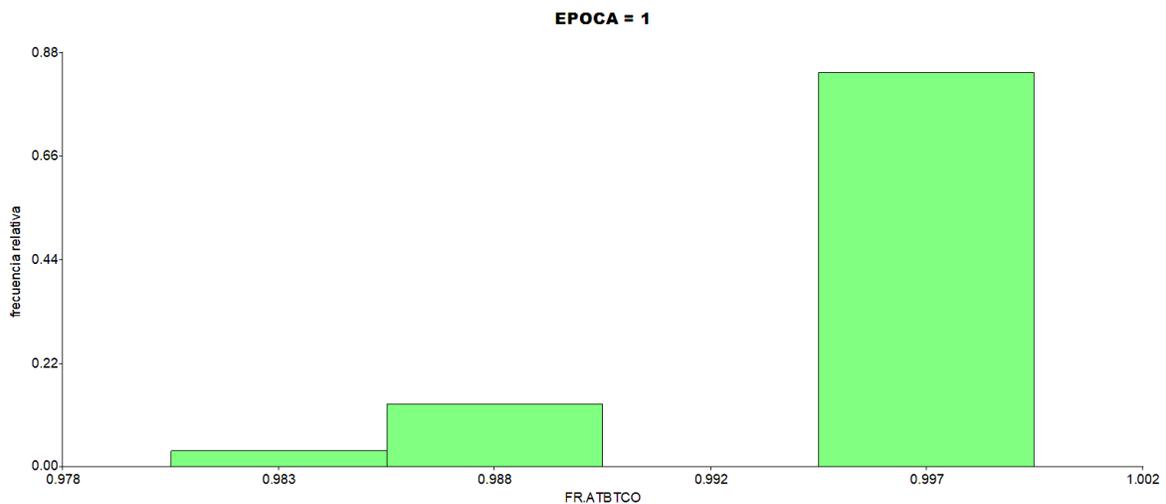


Figura 9. Histograma para la variable antibiótico y época seca.

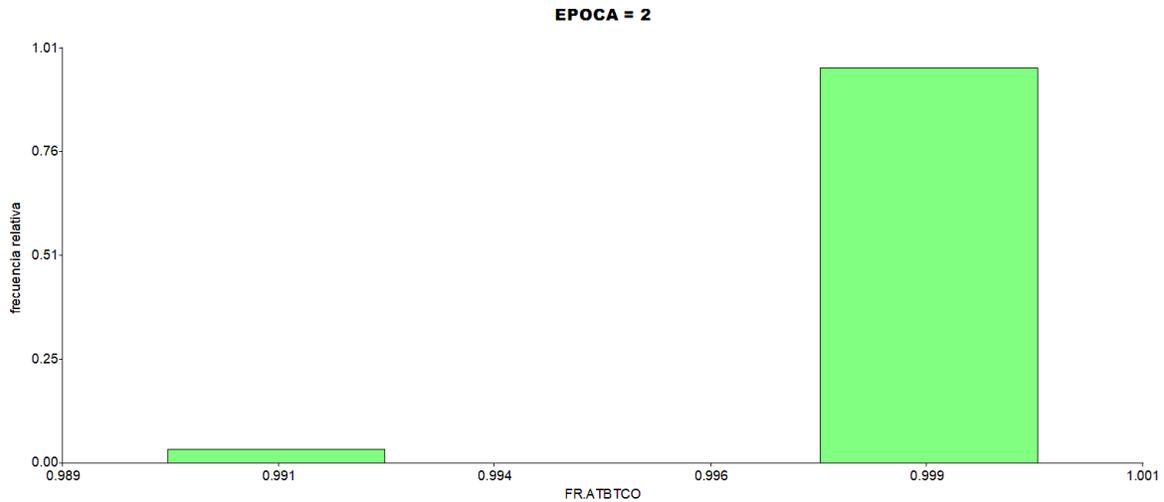


Figura 10. Histograma para la variable antibiótico y época lluviosa.

Agua: En la época seca la media es de 99.97%, es decir, una muy baja probabilidad de aparición de agua adicional en muestras de leche. El valor mínimo es de 99% y el rango es de 1 unidad, siendo el valor máximo de 100% ausencia de agua adicional, la mayoría de datos se concentran en la región central (Figura 11). En la época lluviosa la media es de 97.77%, es decir, hay mayor probabilidad de aparición de agua en muestras de leche, el valor mínimo es de 94% y el máximo de 100% por lo tanto el rango es de 6 unidades (Figura12).

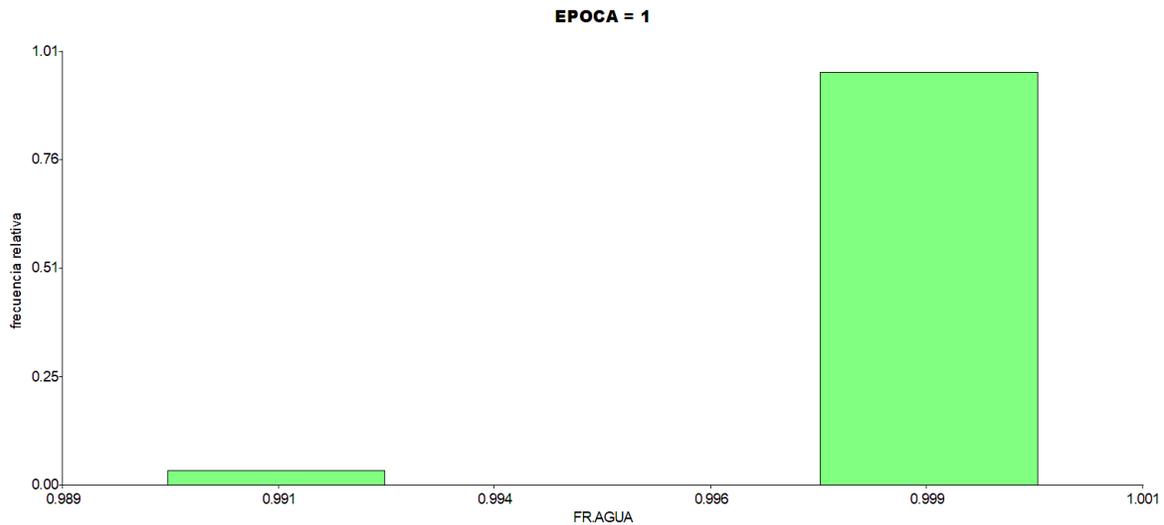


Figura 11. Histograma para la variable agua y época seca.

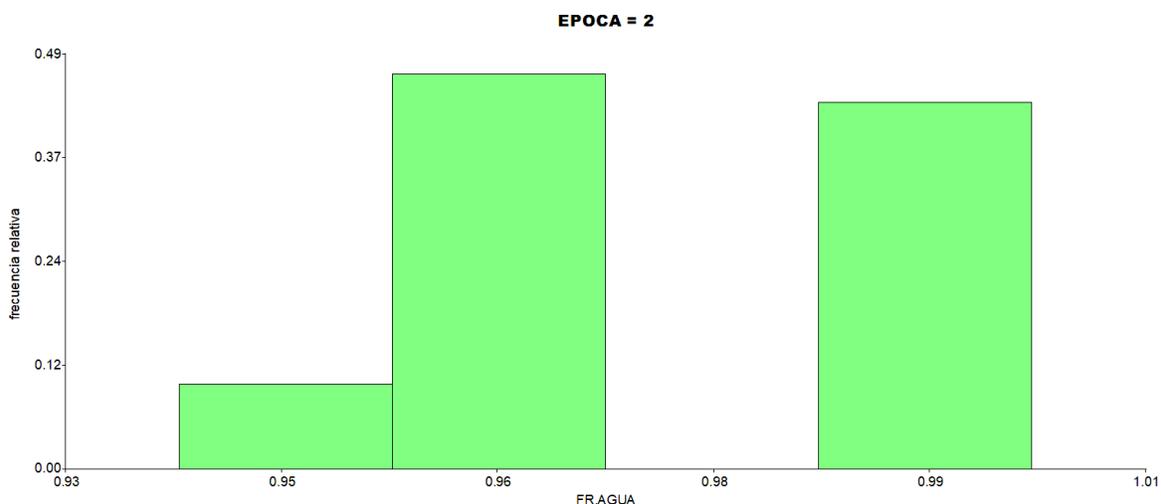


Figura 12. Histograma para la variable agua y época lluviosa.

4.4. CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE ENTRE ÉPOCAS Y PRODUCTORES

En el Cuadro 10, se observa que el nivel de grasa aumenta en la época 2 (lluviosa) con una media de 3.96% y la calidad microbiológica disminuye, con una media de 77% leche cruda grado “A”, se presentan más problemas con el agua adicional disminuyendo la ausencia a 98.75%, así como también problemas de antibiótico. Durante la época seca se presentan muy pocos o nulos casos de antibiótico. Se puede afirmar que la leche cruda presenta una mejor calidad durante la época seca, a excepción de la grasa cuyo valor es más alto durante la época lluviosa. Es decir, la calidad microbiológica y física de la leche es mejor durante la época seca mientras que la calidad química resulta mejor en la época lluviosa.

Cuadro 10. Descripción de la leche entre productores y épocas.

CLUSTER	CARACTERÍSTICAS E1				CARACTERÍSTICAS E2			
	Grasa	Red_A	Agua_A	AB_A	Grasa	Red_A	Agua_A	AB_A
C1	3.81	1	0.99	1	3.91	0.89	1	0.99
C2	3.76	0.65	1	1	3.85	0.52	0.99	1
C3	4.1	0.85	1	1	4.24	0.75	0.99	1
C4	3.8	0.95	1	1	3.85	0.92	0.97	1
\bar{X}	3.87	0.86	0.9975	1	3.96	0.77	0.9875	0.9975

4.4.1. Época seca (E1)

En la época seca se identificaron cuatro clusters (Cuadro 11), que agrupan a los productores de acuerdo con la calidad de la leche producida (Figura A-7). Las características de la leche por grupos son las siguientes:

C1: conformado por un solo individuo. La leche posee un nivel adecuado de grasa y similar al de C2 y C4. Posee excelente calidad microbiológica con un 100% leche cruda grado “A”, sin embargo, la leche ha presentado presencia de agua adicional en alguna ocasión (99% de ausencias).

C2: lo conforman 4 individuos. Esta leche posee el mismo nivel de grasa que C1 y C4, sin embargo, presenta un bajo nivel microbiológico en comparación al resto, este es de 65% leche cruda grado “A”.

C3: formado por 2 individuos. Presenta el porcentaje más alto de grasa (4.1%) pero presentó fallas en la clase microbiológica con un 85% de leche cruda grado “A”.

C4: este conglomerado está conformado por la mayoría de individuos (23). El nivel de grasa se mantiene igual al de C1 y C2, presentó fallas en la clase microbiológica pero menos severa que C2 y C3 con un total de 95% de leche cruda grado “A”.

Cuadro 11. Características de la leche por productor en época seca.

CLUSTER	PRODUCTORES	CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE			
		Grasa (%)	Red_A (Fr)	Agua_A (Fr)	AB_A (Fr)
C1	18	3.8	1	0.99	1
C2	22, 21, 28, 6	3.8	0.65	1	1
C3	24, 27	4.1	0.85	1	1
C4	14, 10, 9, 7, 5, 26, 29, 17, 4, 13, 8, 30, 3, 15, 19, 25, 11, 16, 20, 23, 12, 2, 1	3.8	0.95	1	1

4.4.2. Época lluviosa (E2)

Los grupos en la época lluviosa conformados por los productores de acuerdo con la calidad de la leche (Cuadro 12), permanecen similares al de la época seca (Figura A-8), con ligeras variaciones que se describen a continuación.

C1: formado por un individuo. Presentó fallas en la presencia de antibiótico (99% ausencias). Durante la época 2 (lluviosa) no presentó problemas de agua adicional. Posee buena calidad microbiológica con un 89% leche cruda grado “A” superado solo por C4. Posee un buen nivel de grasa (3.91%) y no presentó problemas de agua adicional.

C2: posee un nivel de grasa igual que el de C4 (3.85%). La proporción de leche cruda grado “A” es de apenas 52%. Presentó problemas de agua adicional en 1% de los casos.

C3: está formado por un solo individuo. Presenta el valor más alto de grasa con un 4.24%. Presentó problemas con agua adicional en 1% de los casos y la calidad microbiológica se reduce a 75% leche cruda grado “A”.

C4: conformado por 25 individuos. Presenta una media de grasa igual a 3.85% y mejor calidad microbiológica con un 92% de leche cruda grado “A” aunque presenta problemas con agua adicionada con 97% ausencia.

Cuadro 12. Características de la leche por productor en época lluviosa.

CLUSTER	PRODUCTORES	CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE			
		Grasa	Red_A	Agua_A	AB_A
C1	10	3.91	0.89	1	0.99
C2	15, 22, 28	3.85	0.52	0.99	1
C3	24	4.24	0.75	0.99	1
C4	13, 9, 5, 29, 4, 21, 27, 7, 6, 3, 20, 16, 23, 18, 14, 2, 26, 19, 11, 25, 30, 17, 8, 12, 1	3.85	0.92	0.97	1

4.5. EFECTO DE LA ÉPOCA DEL AÑO

En el Cuadro 13, medidas de resumen del efecto de la época del año en las variables dependientes y los resultados de la prueba de hipótesis para la época del año se encuentran en el Cuadro A-5. Además, el efecto de la época del año sobre las variables grasa, reductasa, agua y antibiótico se describen a continuación:

Grasa: La época del año produce diferentes efectos en el contenido de grasa de leche cruda de vaca, con un nivel de significancia del 5%, con una media de 3.87 en la época 2 contra una de 3.81 en la época 1, produciendo el mejor efecto la época 2 (lluviosa). Este resultado concuerda con los encontrados por Zeinhom *et al.* (2016), quienes confirman la asociación entre condiciones climáticas y características químicas de la leche. Nóbrega y Langoni (2011), también confirman la influencia de la época del año en la grasa, reportando el valor más bajo durante la época seca. Los valores reportados fueron 3.03% y 4.11% durante la época seca en vacas Holstein y Jersey respectivamente. Los autores plantean que la variación en la composición bioquímica de la leche tiene varios orígenes: dieta del animal, genética y almacenamiento de la leche. Vélez (2013), por otro lado, afirma que el uso de pastos de buena calidad en la alimentación trae como resultado un incremento en el rendimiento de grasa, proteínas y producción. Es posible que la abundancia de pastos en el periodo de lluvias garantice un mejor nivel de nutrición. Además, se sabe con certeza que la temperatura tiene efecto sobre el consumo de alimento y agua, producción y composición de la leche. Martínez Álvarez *et al.* (2017), confirman que la época del año afecta la composición láctea y lo asocian con la alimentación que es uno de los factores con mayor influencia sobre los componentes lácteos.

Reductasa: La proporción de leche grado A, B, C presenta diferencias significativas de acuerdo con la época del año. La proporción de leche grado A, B, C es dependiente de la época. La proporción de la época 1 es de 90% A, 9% B, 1% C contra la época 2 que es de 88% A, 11% B, 1% C. Produce mejores efectos la época 1 (seca). Según Zeinhom *et al.* (2016), las condiciones favorables de humedad y temperatura aumentan el crecimiento y número de bacterias en el ambiente. Es razonable que bajo estas condiciones aumente la contaminación bacteriana de la ubre por patógenos entre operaciones de ordeño. El estrés por calor es otro factor que puede ampliar la susceptibilidad de infección, ya sea por disminución de la resistencia del hospedador o por aumento de la exposición del hospedador a patógenos, creado por condiciones que favorecen su crecimiento y

propagación en el ambiente. Este podría explicar la diferencia entre proporciones de leche grado A, B y C de acuerdo con la época del año.

Agua: La presencia y ausencia de agua adicional en leche cruda de vaca presenta proporciones diferentes según la época del año, la proporción de casos reportados es dependiente de la época. La proporción época 1 es de 0.04% presencia y 99.96% ausencia, mientras que para la época 2 es de 98% ausencia y 2% presencia de agua adicional en leche cruda de vaca. La mejor proporción se presentó en la época 1 (seca). Fernández citado por Motta Delgado *et al.* (2014), manifiesta que la cantidad de agua en la leche es regulada por la lactosa que sintetiza en las células secretoras de la glándula mamaria. Cuando la leche falla el test de agua adicionada la primera teoría siempre es la adición intencional de agua, sin embargo, el punto de congelación es afectado también por los componentes solubles, lactosa y sal. Según Watters (2015), la lactosa es el componente principal relacionado con el agua durante la síntesis de la leche; si la lactosa es limitante, se esperaría una disminución en el rendimiento de leche. La leche por poseer numerosas sustancias en solución tiene un punto de congelación inferior al del agua. El descenso crioscópico normal observado en la leche se debe principalmente a la lactosa y sales minerales que se encuentran en solución. Cuando se le agrega agua a la leche, se diluyen sus solutos y el punto de congelación aumenta, acercándose al del agua (González 2013).

Antibiótico: La proporción de casos de antibiótico es diferente según la época del año, sin embargo, esta proporción no es dependiente de la época. Es decir, el efecto no es debido a la época. La proporción de la época 1 es de 99.76% ausencia y 0.24% presencia mientras que la de la época 2 es de 99.96% ausencia y 0.04% presencia. Entre las causas de presencia de residuos de antibióticos Magariños citado por Motta Delgado *et al.* (2014), destaca: errores de orientación y prácticas inadecuadas (42%), incorrecta aplicación de recomendaciones (22%), recomendaciones equivocadas (6%), uso de ungüentos y sustancias que contienen penicilinas (7%), limpieza insuficiente de la máquina de ordeño (7%), comunicación y difusión insuficiente en el predio (42%), partos prematuros en el periodo seco (8%), adquisición de vacas tratadas (3%), causas desconocidas (5%)

Cuadro 13. Medidas de resumen del efecto de la época del año.

VARIABLE DEPENDIENTE	VALOR	E1	E2	ÉPOCA SECA (E1)		ÉPOCA LLUVIOSA (E2)	
				Fr. acumulada	Fr. relativa	Fr. acumulada	Fr. relativa
Grasa	<i>Media</i>	3.82	3.87	-	-	-	-
	<i>D.E.</i>	0.26	0.23	-	-	-	-
Reductasa	<i>A</i>	-	-	2269	0.9	1899	0.88
	<i>B</i>	-	-	227	0.09	246	0.11
	<i>C</i>	-	-	18	0.01	24	0.01
Agua	<i>Ausencia</i>	-	-	2480	1	2079	0.98
	<i>Presencia</i>	-	-	1	4.00E-4	46	2.00E-02
Antibiótico	<i>Ausencia</i>	-	-	2507	1	2168	1
	<i>Presencia</i>	-	-	6	2.40E-3	1	4.60E-04

4.6. EFECTO DEL TIPO DE GANADERIA

En el Cuadro 14, se presentan las medidas de resumen para el efecto del tipo de ganadería y en el Cuadro A-6, se encuentran los resultados de la prueba de hipótesis para el tipo de ganadería. El efecto que el tipo de ganadería produce su la variable reductasa, se detalla a continuación:

Reductasa: el tipo de ganadería produce efectos diferentes en la proporción de leche cruda de vaca grado A, B, C. Las proporciones para el tipo de ganadería 1 son 91% A, 8% B, 1% C; mientras que para el tipo de ganadería 2, las proporciones son de 88% A, 11% B y 1% C, produciéndose la mayor proporción de leche grado A en el tipo de ganadería 1 (tecnificada).

Diversos estudios (Hutton *et al.* 1991; Wilson *et al.* 1997; Barkema *et al.* 1999; Peeler *et al.* 2000; Barnouin *et al.* 2005 citados por Arguello 2015) han demostrado la asociación de varias prácticas de manejo con la incidencia de mastitis y su relación con la exposición a patógenos. Como lo afirma Blowey y Collis citados por Arguello (2015), las buenas prácticas de higiene son medidas 100% preventivas, que aplicadas a las instalaciones, al manejo de las vacas en las fases de ordeño, conservación de la leche, limpieza y desinfección, reducirán significativamente el riesgo de contaminación de la leche cruda por material extraño, microorganismos o sustancias químicas, gracias a esto los resultados no son significativos en cuanto al uso del sistema de ordeño con relación a RCS.

El tipo de ganadería no produce diferentes efectos en el contenido de grasa y proporciones de presencia o ausencia en antibiótico y agua.

Cuadro 14. Medidas de resumen del tipo de ganadería

VARIABLE DEPENDIENTE	VALOR	GANADERÍA TECNIFICADA	GANADERÍA DOBLE PROPÓSITO	GANADERÍA TECNIFICADA		G. DOBLE PROPÓSITO	
				Fr. acum.	Fr. relativa	Fr. acum.	Fr. relativa
Grasa	<i>Media</i>	3.85	3.83	-	-	-	-
	<i>D.E.</i>	0.24	0.25	-	-	-	-
Reductasa	A	-	-	1715	0.91	2453	0.88
	B	-	-	148	0.08	325	0.12
	C	-	-	19	0.01	23	0.01
Agua	A	-	-	1860	0.99	2698	0.99
	P	-	-	17	0.01	30	0.01
Antibiótico	A	-	-	1880	1	2794	1
	P	-	-	1	5.30E-4	6	2.10E-03

A: ausencia. P: presencia.

4.7. EFECTO DEL TIPO DE ORDEÑO

En el Cuadro 15, se presentan las medidas de resumen del efecto del tipo de ganadería en las variables dependientes, además en el Cuadro A-7, se presentan los resultados de la prueba de hipótesis para el tipo de ordeño. El efecto del tipo de ordeño sobre la variable reductasa, se detalla a continuación:

Reductasa: se comprobó estadísticamente que el tipo de ordeño produce variaciones significativas en la proporción de reductasa y que esta variable es dependiente del tipo de ordeño, con un nivel de significancia del 5%. Estas proporciones son de 94% leche grado “A”, 5% leche grado “B” y 0.38% grado “C” para el tipo de ordeño mecánico y 88% grado “A”, 11% grado “B” y 1% grado “C” para el tipo de ordeño manual. La mayor proporción de leche grado “A” es producida por el tipo de ordeño mecánico.

Irungaray (2011), reporta en ganaderías con ordeño manual las siguientes proporciones de leche según su clasificación: 20% leche Premium, 40% tipo A, 20% tipo B y C y un 10% que sobrepasó el límite permitido de *E. coli* de acuerdo a la industria guatemalteca. Argüello (2015), encontró una asociación negativa entre el tipo de ordeño y la presencia de mastitis. Es decir que la presencia del factor (ordeño mecánico) no se asocia con la mayor ocurrencia de mastitis. Por otro lado, Cuchillo *et al.* citado por Argüello (2015), afirma que el equipo de ordeño está entre los factores que inciden en el RCS y que existe una relación entre el sistema de ordeño y el RCS. Los resultados coinciden con lo mencionado por Cuchillo *et al.* citado por Argüello (2015). Posterior al ordeño los principales factores que interfieren con la calidad de la leche son los microorganismos y la temperatura de la misma, los primeros están presentes en diferentes sustancias y materiales como el aire del establo, en

la leche, en el agua, en el alimento y en las heces (Motta Delgado *et al.* 2014). Juárez Barrientos *et al.* (2016), reportó que el tipo de ordeño afectó ($P < 0.05$) los conteos bacterianos, ya que, la leche obtenida mediante ordeño mecánico presentó conteos inferiores a los obtenidos por ordeña manual.

El tipo de ordeño no produce diferencias significativas en el resto de las variables. Aguilera *et al.* (2013), demostraron estadísticamente que no se produjeron diferencias significativas entre los dos tipos de ordeño, por lo tanto, no hubo ninguna variación en las variables físico-químicas y microbiológicas de la leche cruda, incluyendo reductasa. Lo anterior puede explicarse por factores genéticos, alimenticios y de buenas prácticas de higiene.

Cuadro 15. Medidas de resumen del efecto del tipo de ordeño.

VARIABLE DEPENDIENTE	VALOR	ORDEÑO MECÁNICO	ORDEÑO MANUAL	ORDEÑO MECÁNICO		ORDEÑO MANUAL	
				Fr. acum.	Fr. relativa	Fr. acum.	Fr. relativa
Grasa	<i>Media</i>	3.87	3.84	-	-	-	-
	<i>D.E.</i>	0.2	0.26	-	-	-	-
Reductasa	<i>A</i>	-	-	739	0.94	3429	0.88
	<i>B</i>	-	-	43	0.05	430	0.11
	<i>C</i>	-	-	3	3.80E-03	39	0.01
Agua	<i>Ausencia</i>	-	-	779	0.99	3779	0.99
	<i>Presencia</i>	-	-	6	0.01	41	0.01
Antibiótico	<i>Ausencia</i>	-	-	784	1	3890	1
	<i>Presencia</i>	-	-	1	1.30E-03	6	1.50E-03

4.8. EFECTO DEL VOLUMEN DE PRODUCCIÓN

En el Cuadro 16, se muestran las medidas de resumen del efecto del volumen de producción y en el Cuadro A-8, se presentan los resultados de la prueba de hipótesis para el nivel de producción. A continuación, se presenta el efecto del volumen de producción en la grasa, reductasa, agua y antibiótico.

Grasa: estadísticamente el nivel de producción está afectando el contenido de grasa en leche cruda de vaca, con un nivel de significancia del 5% ($p=0.002$), produciendo los mejores efectos los niveles 2 (225.75-375 L) y 3 (375.75 L a más). Aquellas ganaderías con mayores niveles de producción (>225.75 L) presentaron mejores resultados en la variable grasa con una media de 3.85. Según Bondan *et al.* (2018), el rendimiento (producción) de leche está correlacionado positivamente con la lactosa y negativamente con la grasa, RCS y sólidos totales. El contenido bajo de sólidos a menudo se relaciona con un efecto de

dilución por el alto rendimiento causado por el componente *B. taurus* (Juárez Barrientos *et al.* 2016). Estos resultados difieren ya que el incremento en la producción no produce reducción en la grasa ni calidad microbiológica (reductasa).

Reductasa: Estadísticamente el nivel de producción diaria total de las ganaderías está generando diferentes efectos sobre la variable reductasa, con un nivel de significancia del 5% ($p=0.002$), produciendo los mejores resultados los niveles 2 y 3, con proporciones del 92% y 90% respectivamente. Las ganaderías con niveles de producción arriba de 225.75 L producen leche cruda grado “A” en mayor proporción.

Cuadro 16. Medidas de resumen del efecto del nivel de producción.

VARIABLE DEPENDIENTE	VALOR	NP1	NP2	NP3	NIVEL PRODUCCIÓN 1 (NP1)		NIVEL PRODUCCIÓN 2 (NP2)		NIVEL PRODUCCIÓN 3 (NP3)	
					Fr. Acum.	Fr. relativa	Fr. acum.	Fr. relativa	Fr. acum.	Fr. relativa
Grasa	<i>Media</i>	3.82	3.85	3.85	-	-	-	-	-	-
	<i>D.E.</i>	0.25	0.25	0.24	-	-	-	-	-	-
Reductasa	<i>A</i>	-	-	-	872	0.81	1878	0.92	1418	0.9
	<i>B</i>	-	-	-	194	0.18	147	0.07	132	0.08
	<i>C</i>	-	-	-	11	0.01	12	0.01	19	0.01
Agua	<i>Ausencia</i>	-	-	-	1060	0.99	1947	0.99	1551	0.99
	<i>Presencia</i>	-	-	-	14	0.01	20	0.01	13	0.01
Antibiótico	<i>Ausencia</i>	-	-	-	1075	1	2032	1	1567	1
	<i>Presencia</i>	-	-	-	2	1.90E-3	4	2.0E-3	1	6.4E-4

NP1: 75.75 a 225 L, NP2: 225.75-375 L, NP3: 375.75 L a más.

4.9. COMPARACIÓN DE INGRESOS

La disminución del precio de venta ocurre en las dos épocas, siendo esta mayor en la época lluviosa. El precio por calidad de la leche cruda de la época lluviosa es principalmente afectado por la reducción en la proporción de leche cruda grado “A” (reductasa) y mayor ocurrencia de presencia de agua adicional y antibiótico. Estos mismos factores afectan en menor medida la calidad de la leche en la época seca, a excepción del antibiótico, cuya probabilidad de ocurrencia es prácticamente nula. La mejor calidad de leche se obtiene durante la época seca, por lo tanto, presenta un mejor precio en comparación con la época lluviosa. No obstante, el precio óptimo de venta y, por lo tanto, los mejores ingresos para los productores, se obtiene de la leche cruda que cumple con los parámetros de calidad establecidos (Cuadro 17).

Cuadro 17. Variación en los ingresos percibidos (\$).

DETALLE	ÉPOCA 2 (Lluviosa)			ESTÁNDAR MÁS ALTO			ÉPOCA 1 (Seca)		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
	\bar{x} = 150.38	\bar{x} = 300.38	\bar{x} = 450.38	\bar{x} = 150.38	\bar{x} = 300.38	\bar{x} = 450.38	\bar{x} = 150.38	\bar{x} = 300.38	\bar{x} = 450.38
Inicio	88.22	176.22	264.22	88.22	176.22	264.22	88.22	176.22	264.22
Desc-GR	-	-	-	-	-	-	2.01	4.01	6.01
Desc-RedA	20.29	40.53	60.77	-	-	-	12.35	24.67	36.99
Desc-Agua	0.09	0.18	0.28	-	-	-	0.02	0.05	0.07
Desc-AntiBco	0.79	0.79	0.79	-	-	-	-	-	-
Ingreso diario	67.05	134.72	202.39	88.22	176.22	264.22	73.84	147.49	221.15
Ingreso mensual	2,011.49	4,041.54	6,071.58	2,646.60	5,286.60	7,926.60	2,215.18	4,424.84	6,634.50
Ingreso anual	24,473.18	49,172.06	73,870.93	32,200.30	64,320.30	96,440.30	26,951.39	53,835.56	80,719.74

Donde:

\bar{x} : Media de producción en litros (L).

P: Niveles de producción (P1: 75.75-225 L, P2: 225.75-375L y P3: 375.75 L a más).

Desc-GR: Descuento por incumplimiento del porcentaje de grasa.

Desc-RedA: Descuento del porcentaje de leche que no es clase A.

Desc-Agua: Descuento por aparición de agua adicionada en leche.

Desc-AntiBco: Descuento por aparición de antibiótico en leche.

5. CONCLUSIONES

La época del año produce efectos diferentes en las variables grasa, reductasa y agua. La media más alta de grasa se obtuvo en la época lluviosa con 3.87%; mientras que las mejores proporciones de leche cruda (A, B, C), así como ausencia de agua, se obtuvo en la época seca. Los resultados de estos fueron 90% A, 9% B y 1% C para la variable reductasa; y 98% ausencias para la variable agua. La variable antibiótico, aunque mostró diferencias significativas en las proporciones durante la época seca y lluviosa, este efecto no es dependiente de la época del año. Además, esta variable tampoco es afectada por el tipo de ganadería.

El tipo de ganadería produce efectos diferentes únicamente en las proporciones de leche grado A, B y C, de acuerdo con la prueba de reductasa, produciendo un mejor efecto el tipo de ganadería tecnificada. Esta proporción es de 91% A, 8% B y 1% C.

El tipo de ordeño incide sobre la variable reductasa, afectando el nivel de leche grado "A", obteniendo la mayor proporción de leche grado "A" con el ordeño mecánico, esta proporción es de 94% A, 5% B y 0.38% C.

En el nivel de producción se observaron efectos diferentes sobre las variables grasa y reductasa, produciendo los mejores efectos los niveles 2 y 3; lo cual indica un nivel >225.75 L/día. Las ganaderías con alto nivel de producción obtienen niveles más altos de grasa y reductasa que ganaderías con bajo nivel de producción, lo cual podría indicar que se trata de un buen manejo, prácticas de higiene o genética.

La leche de la época seca presenta mejores características y, por lo tanto, un mejor precio de venta, sin embargo, se producen pérdidas económicas a causa de fallas en la calidad durante las dos épocas. Los productores dentro del rango de 75.75-225 L (P1), tuvieron una pérdida anual de 7,727.12\$, los del rango 225.75-375 L (P2), de 15,148\$ y de 375.75 L a más (P3), pérdidas anuales de 22,569.37\$; para la época 2 (lluviosa) y para la época 1 (seca) las pérdidas fueron de 5,248.91\$, 10,484.74\$ y 15,720.56\$ respectivamente; siendo la época lluviosa y los ganaderos del P3 los que producen mayores pérdidas económicas.

6. RECOMENDACIONES

Supervisar las condiciones bajo las cuales se lleva a cabo el ordeño manual, por parte de la Cooperativa Ganadera de la Zona Norte de R.L. de C.V. Además, de evaluar el nivel de cumplimiento de las buenas prácticas de ordeño y ordeño higiénico. Esto para detectar el origen de las fallas en la prueba de reductasa de muestras provenientes de este tipo de ordeño.

Investigar qué factores relacionados con la época lluviosa (humedad relativa y temperatura) afectan la calidad de la leche, para determinar de qué manera la época lluviosa afecta el manejo del ganado y cómo se produce la disminución de la calidad, para tomar medidas preventivas. Además, investigar qué factores relacionados al nivel de producción de la ganadería pueden estar influyendo en la grasa y reductasa de la leche. Asimismo, investigar si existe relación entre el nivel de producción, grasa y reductasa.

Supervisar y monitorear constantemente el comportamiento de la calidad de la leche para atender las necesidades específicas de los productores a manera de que se pueda aumentar o mantener el nivel de calidad y producción. Una manera de atender las necesidades específicas de los productores es agrupándolos de acuerdo con sus características. Esto permite observar las fallas en la calidad que necesitan mayor atención.

Desarrollar estrategias para reducir el impacto ocasionado por las variaciones estacionales, tipo de ordeño, tipo de ganadería, nivel de producción y variables específicas relacionadas a estas, para mejorar la calidad de la leche producida.

Replicar el sistema de pago por calidad aplicado por la Cooperativa Ganadera de la Zona Norte a nivel nacional, sustentados en políticas públicas que incentiven al productor de leche a mejorar sus prácticas pecuarias y de esta forma obtener mejores ganancias y productos de calidad para la población consumidora.

7. BIBLIOGRAFÍA

Aguilera, F; Molina, R; Ramírez, R. 2013. Evaluación de las buenas prácticas de higiene y calidad de leche extraída con dos tipos de ordeño en cuatro ganaderías del departamento de La Paz. Tesis Lic. La Paz, El Salvador, Universidad de El Salvador. 128 p.

Anrique, R. 2012. Carla Bizama ed. Nutrición y alimentación de vacas lecheras en pastoreo. América LTDA. Valdivia, Chile. 65 p.

Arguello, J. 2015. Efecto del sistema de ordeño en la calidad de la leche de los productores de la Cooperativa Colega. Tesis Lic. Bogotá, Colombia, Universidad de La Salle. 49 p.

BANDESAL (Banco de Desarrollo de El Salvador). 2016. Informe sectorial agropecuario 2012-2016. (en línea). Consultado 7 abr. 2020. Disponible en <http://www.bandesal.gob.sv/wp-content/uploads/2017/03/Final-Informe-Sector-Agropecuario.pdf>

BCR (Banco Central de Reserva, El Salvador). 2016. Resultados económicos de El Salvador en 2015 y proyecciones (en línea). Consultado 23 may. 2019. Disponible en <https://www.bcr.gob.sv/bcrsite/uploaded/content/category/2093725701.pdf>

Berra, CL. 2002. III Seminario Internacional: Sistemas de pago y parámetros de control de la leche en Latinoamérica (en línea). Consultado 25 mar. 2019. Disponible en http://biblioteca.colanta.com.co/pmb/opac_css/doc_num.php?explnum_id=728

Bondan, C; Folchini, J; Noro, M; Lazzari, D; Martini, K; Díaz, F.2018. Milk composition of Holstein cows: a retrospective study. Cienc. Rural. Vol. 48. N°12. Santa María.

Caballero Trejo, E; Pérez Pérez, JA. 2010. Análisis retrospectivo (en línea). Consultado 24 mar. 2019. Disponible en <https://es.scribd.com/doc/42719055/Analisis-retrospectivo>

CDO (Climate Data Organization). 2018. Clima: Chalatenango (en línea). Consultado 12 sep. 2018. Disponible en <https://es.climate-data.org/>

Codex Alimentarius. 1999. Norma general del CODEX para el uso de términos lecheros. CODEX STAN 206-1999. 4 p.

CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, El Salvador). 2006. Productos lácteos: Leche cruda de vaca y especificaciones. Norma NSO 67.01.01:06 (en línea). San

Salvador, El Salvador. 3 ene. Consultado 25 sep. 2020. Disponible en http://osartec.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=63&Itemid=412

Delgado Callisaya, PA; Parisaca, V; Quispe, I; Delgado E; Anduviri, M. 2016. Evaluación de la calidad de la leche cruda bovina (*Bos taurus*) en la Comunidad Mazo Cruz del departamento de La Paz, Bolivia (en línea). Consultado 25 may. 2020. Disponible en http://www.scielo.org.bo/pdf/jsaas/v3n1/v3n1_a04.pdf

Devore, J. 2008. 7 ed. Probabilidad y estadística para ingenierías y ciencias. México. CENGAGE Learning. 744 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2002. Sistemas de calidad e inocuidad de los alimentos: manual de capacitación sobre higiene de los alimentos y sobre el sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC) (en línea). Consultado 21 jul. 2020. Disponible en http://www.fao.org/ag/agn/cdfruits_es/others/docs/sistema.pdf

FAOSTAT (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2017. Datos sobre alimentación y agricultura (en línea). Consultado 5 sep. 2018. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QL>

Fonseca, R. 2017. Centroamérica una región sexy para la industria láctea (en línea). Consultado 07 jun. 2019. Disponible en <https://www.estrategiaynegocios.net/lasclavesdeldia/1086708-330/centroam%C3%A9rica-una-regi%C3%B3n-sexy-para-la-industria-l%C3%A1ctea>

García Arámbulo, RJ. 2017. Factores que afectan la calidad de la leche (en línea). Consultado 23 mar. 2019. Disponible en <https://es.scribd.com/document/351005950/FACTORES-QUE-AFECTAN-LA-CALIDAD-DE-LA-LECHE-docx>

García, C.A.C; Montiel, R.L.A.; Borderas T.F. 2014. Grasa y proteína de la leche de vaca: Componentes, síntesis y modificación. Universidad Autónoma Metropolitana. Coyoacán. Arch. Zootec. 63:85-105.

González Cu, GR; Molina Sánchez, B; Coca Vázquez, R. 2010. Calidad de la leche cruda. 5 mar. 2010. Primer foro: Ganadería lechera de la zona alta de Veracruz (en línea). Veracruz, México. Consultado 06 jul. 2019. Disponible en

https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELALECHECRUDA.pdf

González, M. 2013. Estudio del punto crioscópico de leche cruda bovina, en dos pisos altitudinales y dos épocas del año, Ecuador 2012. Tesis Ing. Universidad Politécnica Salesiana. 94 p.

González Muracciole, OA. 2004. IV Seminario Internacional Competitividad en Carne y Leche: Pago de leche por calidad (10, 2004, Medellín, Colombia). Medellín, Colombia. 11 p.

Google Earth. 2020. El globo terráqueo más completo (en línea). Consultado 12 jun. 2020. Disponible en <https://www.google.com/intl/es/earth/>

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica) /MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador) /CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal Enrique Álvarez Córdova, El Salvador). 2011. Caracterización de la cadena productiva de lácteos en El Salvador. San Salvador, El Salvador (en línea). 126 p. Consultado 12 feb. 2019. Disponible en <http://repiica.iica.int/docs/B4160e/B4160e.pdf>

Irungaray Salazar, RA. 2011. Evaluación de la calidad de la leche en ganaderías doble propósito con ordeño manual en el municipio de La Nueva Concepción, Escuintla. Tesis Lic. Zoo. Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala, USAC. Consultado 10 mar. 2019.

Juárez Barrientos, J; Díaz Rivera, P; Rodríguez Miranda, J; Martínez Sánchez, C; Hernández-Santos, B; Ramírez Rivera, E; Torruco Uco, J; Herman Lara, E. 2016. Caracterización de la leche y clasificación de calidad mediante análisis cluster en sistemas de doble propósito. Rev. mex. de cienc. Pecuarias vol. 7 no. 4. Mérida, México. 525-537.

Linn, JG. 1988. Diseñando alimentos: Opciones de productos animales en el mercado: Factores que afecta la composición de la leche de vaca (en línea). Consultado 06 abr. 2020. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK218193/>

López, G. 2008. Evaluación productiva y reproductiva de ganado bovino en la transición de su composición racial en la Cooperativa Astoria, Departamento de La Paz. Tesis Lic. La Paz, El Salvador, Universidad de El Salvador. 53 p.

- LUZ (Universidad de Zulia). 2003.** Introducción al control de calidad de la leche cruda. Maracaibo, Venezuela (en línea). Consultado 05 may. 2020. Disponible en http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/materialdeapoyoparapruebasdeplataforma_1693.pdf
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador) 2003.** Informe de coyuntura enero-junio 2003. Oficina de Políticas y Estrategias. San Salvador, El Salvador.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador) 2017.** Sector agropecuario, el más dinámico en el crecimiento de la economía en el 2016. (en línea). Consultado 07 abr. 2020. Disponible en <http://www.mag.gob.sv/sector-agropecuario-el-mas-dinamico-en-el-crecimiento-de-la-economia-en-el-2016/>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador). 2011.** Anuarios de Estadísticas Agropecuarias: Anuario de Estadísticas Agropecuarias 2011-2012. San Salvador, El Salvador.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador). 2019.** Anuarios de Estadísticas Agropecuarias: Anuario de Estadísticas Agropecuarias 2011-2012. San Salvador, El Salvador.
- Magariños, H. 2000.** Producción higiénica de la leche cruda (en línea). Consultado 06 jul. 2019. Disponible en http://www.inocua.org/site/Archivos/libros/leche_all.pdf
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, El Salvador). 2008.** Diagnóstico ambiental del subsector lácteo El Salvador (en línea). Consultado 20 mar. 2019. Disponible en http://www.caftadr-environment.org/spanish/outreach/publications/2_DIAGNOSTICO_AMBIENTAL_DEL_SU_BSECOTR_LACTEO.pdf
- Martínez Álvarez, M; Ribot Enríquez, A; Martínez Vasallo, A; Capdevila Varela, J; Hernández Rodríguez, R. 2017.** Influencia de la época del año sobre la calidad físico-química de la leche en una provincia de la región occidental de Cuba (en línea). Revista Salud Animal 39(3):1-5. Consultado 20 dic. 2018. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/rsa/v39n1/rsa07117.pdf>

- Martínez Vasallo, A; Ribot Enríquez, A; Villoch Cambasm A; Montes de Oca, N; Remón Díaz, D; Ponce Ceballo, P. 2017.** Calidad e inocuidad de la leche cruda en las condiciones actuales de Cuba (en línea). *Revista Salud Animal* 39(1):51-61. Consultado 25 sep. 2020. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/rsa/v39n3/rsa10317.pdf>
- Martínez, H. 1999.** Análisis de la ganadería a nivel nacional y propuestas de solución. Programa de producción animal. CENTA, San Salvador, El Salvador.
- Mellinger, C; Hanson, T. 2016.** Quantitative research methods in translation and interpreting studies. Estados Unidos. Taylor & Francis. 276 p.
- MINEC (Ministerio de Economía, El Salvador). 2009.** IV Censo Agropecuario 2007-2008 (en línea). San Salvador, El Salvador. 52 p. Consultado 22 mar. 2019. Disponible en <http://sisan.conasan.gob.sv/anda/index.php/catalog/005/download/51>.
- Motheral, B; Brooks, J; Clark, M; Crown, W; Davey, P; Hutchins, D; Martin, B; Stang, P. 2003.** A checklist for retrospective database studies- report of the ISPOR task force on retrospective databases. *Value in Health* 6 (2): 90-97. Iowa, USA.
- Motta Delgado, P; Malhory, R; Duque, J; Guevara, F. 2014.** Factores inherentes a la calidad de la leche en la agroindustria alimentaria. *Rev. Colombiana Cien. Anim.* 6(1):223-242.
- Nickson, C. 2019.** Retrospective studies and chart reviews (en línea). Consultado 24 may. 2020. Disponible en <https://litfl.com/retrospective-studies-and-chart-reviews/>
- Nóbrega, D; Langoni, H. 2011.** Breed and season influence on milk quality parameters and in mastitis occurrence (en línea). *Brazilian Journal of Veterinary Research* 31(12):1045-1052. Consultado 30 oct. 2019. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/pvb/v31n12/02.pdf>
- Ponce Ceballo, P. 2007.** Sistema de pago de la leche: La vía más rápida y segura para mejorar la calidad (en línea). Consultado 22 sep. 2020. Disponible en <http://redulac.censa.edu.cu/index.php/es/documentos-cientificos/category/2-articulos-cenlac?download=102:pago-por-calidad-internet&start=30>
- Ramos Piñero, M. 2014.** Investigación retrospectiva para dar respuesta al origen de una enfermedad ocupacional (en línea). *Salud de los trabajadores* 22 (1): 65-70. Consultado 04 may. 2019. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5300521.pdf>

- Rumsey, D. 2007.** Intermediate statistic for dummies. John Wiley & Sons. Indiana, Estados Unidos. 362 p.
- Saino, M. s.f.** Capítulo IV: procedimientos no paramétricos de prueba de hipótesis (en línea). Argentina. Consultado 04 may. 2020. Disponible en <http://www.ocw.unc.edu.ar/facultad-de-ciencias-economicas/estadistica-ii/actividades-y-materiales/material-de-estudio-capitulo-iv>
- SEFO (Scientific European Federation of Osteopaths). s.f.** Prueba “t” de Student. (en línea). Consultado 04 may. 2020. Disponible en <https://www.scientific-european-federation-osteopaths.org/wp-content/uploads/2019/01/Prueba-t-de-Student.pdf>
- SIC (Superintendencia de Competencia). 2009.** Estudio sobre condiciones de competencia de la agroindustria de la leche en El Salvador. (en línea). Consultado 07 abr. 2020. Disponible en https://www.sc.gob.sv/wp-content/uploads/estudios_IE/estudios_presentaciones/Presentacion_Estudio_Leche.pdf
- Tomás-Sábado, J. 2010.** Fundamentos de bioestadística y análisis de datos para enfermería. Universidad Autónoma de Barcelona. España. 146 p.
- Torres Bermúdez, BE. 2008.** Análisis de factores que afectan el rendimiento productivo y reproductivo de hembras lecheras bovinas de la Zona Norte de El Salvador. Tesis MSc. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional de Costa Rica. 120 p.
- Vélez de Villa Vargas, EE. 2013.** Factores de origen ambiental que afectan la producción de leche en vacunos bajo pastoreo semi-intensivo (en línea). Consultado 23 mar. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/225-Articulo_velez.pdf
- Watters, R. 2015.** QMPS: Agua en la leche (en línea). Consultado 20 may. 2020. Disponible en <https://www.dairyherd.com/article/qmps-how-did-water-get-my-milk>
- Zeinhom, M.; Abdel, R.; Mohammed, A.; Bernabucci, U. 2016.** Impacto de las condiciones estacionales en la calidad y contenido de patógenos de leche de vacas frisonas (original en inglés). Asian Australasian Journal of Animal Sciences 29(8):1207-1213.

8. ANEXOS

Cuadro A- 1. Variables para caracterizar el tipo de ganadería.

Variables	Escala	Clases
Área de producción	Ordinal	1=<10 manzanas 2= 10-20 manzanas 3= 21-30 manzanas 4= 31 a más
Número total de animales en la ganadería	Ordinal	1= <50 cabezas 2= 50-70 cabezas 3= 71-90 cabezas 4= 91 a más
Ganado en producción	Ordinal	1= <20 cabezas 2= 21-40 cabezas 3= 41-60 cabezas 4= 61 a más
Genética del ganado	Nominal	1= Holstein 2= Brown Swiss 3= Brahman 4= Jersey 5= Encaste
Producción promedio diaria por animal	Ordinal	1= <3.75 L 2= 4.5-7.5 L 3= 8.25-15 L 4= 15.75 L a más
Producción total diaria de la ganadería	Ordinal	1= <75 L 2= 75.75-225 L 3= 225.75-375 L 4= 375.75 L a más
Tipo de ordeño	Nominal	1= manual 2= mecánico
Protocolo de ordeño higiénico	Binaria	1= sí 2= no
Tipo de alimentación	Nominal	1= Forraje o pasto 2= Ensilaje 3= concentrado 4= Ración total
Época del año en que lo suministra	Binaria	1= seca 2= lluviosa
Tipo de reproducción	Binaria	1= monta natural 2= inseminación artificial
Número de ordeños diarios	Ordinal	1= una vez 2= dos veces 3= tres veces
Condiciones del agua	Binaria	1= potable 2= sin tratamiento

Prueba de CMT	Binaria	1= sí 2= no
Frecuencia CMT	Ordinal	1= semanal 2= quincenal 3= mensual
Separación de vacas enfermas	Binaria	1= sí 2= no
Tratamiento de aguas residuales	Binaria	1= sí 2= no
Manejo de desechos sólidos	Binaria	1= sí 2= no
Tipo de tratamiento	Binaria	1= seco 2= húmedo
Destino de los desechos	Binaria	1= para abono 2= otro

Cuadro A- 2. Datos utilizados para la ejecución de análisis estadísticos (promedios).

AÑO 2016		
MES	% GRASA	Desviación estándar
Enero	3.73	0.19
Febrero	3.79	0.18
Marzo	3.78	0.35
Abril	3.71	0.14
Mayo	3.74	0.11
Junio	3.80	0.20
Julio	3.82	0.13
Agosto	3.93	0.18
Septiembre	3.92	0.21
Octubre	3.94	0.25
Noviembre	3.95	0.26
Diciembre	3.90	0.31
PROMEDIO	3.83	0.21

Cuadro A- 3. Datos utilizados para la ejecución de análisis estadísticos (promedios).

AÑO 2017		
MES	% GRASA	Desviación estándar
Enero	3.89	0.25
Febrero	3.84	0.23
Marzo	3.88	0.23
Abril	3.87	0.25
Mayo	3.83	0.28
Junio	3.82	0.25
Julio	3.80	0.25
Agosto	3.80	0.23
Septiembre	3.87	0.25
Octubre	3.94	0.25
Noviembre	3.83	0.24
Diciembre	3.86	0.26
PROMEDIO	3.85	0.25

Cuadro A- 4. Datos utilizados para la ejecución de análisis estadísticos (promedios).

AÑO 2018		
MES	% GRASA	Desviación estándar
Enero	3.68	0.19
Febrero	3.73	0.20
Marzo	3.76	0.22
Abril	3.79	0.22
Mayo	3.85	0.22
Junio	3.93	0.23
Julio	3.83	0.22
Agosto	3.87	0.21
Septiembre	3.88	0.27
Octubre	3.91	0.26
Noviembre	3.83	0.28
Diciembre	3.88	0.31
PROMEDIO	3.83	0.24

Cuadro A- 5. Resultados de pruebas de hipótesis para época del año.

Variable X	Variable Y	Prueba	Valor calculado		p-valor	gl	Criterio de rechazo	Decisión
Época	Grasa	T-Student apareada	T	-3.67	0.001	29	EC > Vcrítico: rechazo H0.	Se rechaza H ₀ .
	Reductasa	Bondad de Ajuste	X ²	17.476	0.000	2		Se rechaza H ₀ .
		Independencia	X ²	9.099	0.011	2		Se rechaza H ₀ .
	Agua	Bondad de Ajuste	X ²	53.176	0.000	1	p-valor<α: Rechazo H0.	Se rechaza H ₀ .
		Independencia	X ²	51.146	0.000	1		se rechaza H ₀ .
	Antibiótico	Bondad de Ajuste	X ²	3.207	0.073	1		Se acepta H ₀ .
		Independencia	X ²	2.893	0.89	1		Se acepta H ₀ .

H₀.: Hipótesis nula.

Cuadro A- 6. Resultados de prueba de hipótesis para el tipo de ganadería.

Variable X	Variable Y	Prueba	Valor calculado		p-valor	g.l.	Criterio de rechazo	Decisión
Tipo de ganadería	Grasa	T-Student independiente	T	0.34	0.7382	28	EC > Vcrítico: rechazo H0.	Se acepta H ₀ .
	Reductasa	Bondad de Ajuste	X ²	23.253	0.000	2		Se rechaza H ₀ .
		Independencia	X ²	17.621	<0.000	2		Se rechaza H ₀ .
	Agua	Bondad de Ajuste	X ²	0.771	0.38	1	p-valor<α: Rechazo H0.	Se acepta H ₀ .
		Independencia	X ²	0.414	0.52	1		Se acepta H ₀ .
	Antibiótico	Bondad de Ajuste	X ²	2.255	0.133	1		Se acepta H ₀ .
		Independencia	X ²	1.956	0.162	1		Se acepta H ₀ .

H₀.: Hipótesis nula.

Cuadro A- 7. Resultados de prueba de hipótesis para tipo de ordeño.

Variable X	Variable Y	Prueba	Valor calculado		p-valor	g.l.	Criterio de rechazo	Decisión
Tipo de ordeño	Grasa	ANOVA de Welch	W	0.825	0.374	19.93	EC > Vcrítico: rechazo H0.	Se acepta H ₀ .
	Reductasa	Bondad de Ajuste	X ²	28.747	0.000	2		Se rechaza H ₀ .
		Independencia	X ²	25.53	0.0001	2		Se rechaza H ₀ .
	Agua	Bondad de Ajuste	X ²	0.505	0.477	1	p-valor < α: Rechazo H0.	Se acepta H ₀ .
		Independencia	X ²	0.62	0.4328	1		Se acepta H ₀ .
	Antibiótico	Bondad de Ajuste	X ²	3.616E-02	1	1		Se acepta H ₀ .
Independencia		X ²	0.03	0.8602	1	Se acepta H ₀ .		

H₀: Hipótesis nula.

Cuadro A- 8. Resultados de prueba de hipótesis para nivel de producción.

Variable X	Variable Y	Prueba	Valor calculado		p-valor	g.l.	Criterio de rechazo	Decisión
Producción	Grasa	ANOVA	F	16.0	0.0016	14	EC > Vcrítico: rechazo H0.	Se rechaza H ₀ .
	Reductasa	ANOVA de Welch	W	13.62	0.004	2		Se rechaza H ₀ .
	Agua	Kruskal-Wallis	H	0.153	0.9265	1	p-valor < α: Rechazo H0.	Se acepta H ₀ .
	Antibiótico	Kruskal Wallis	H	1.07	0.5836	1		Se acepta H ₀ .

H₀: Hipótesis nula.

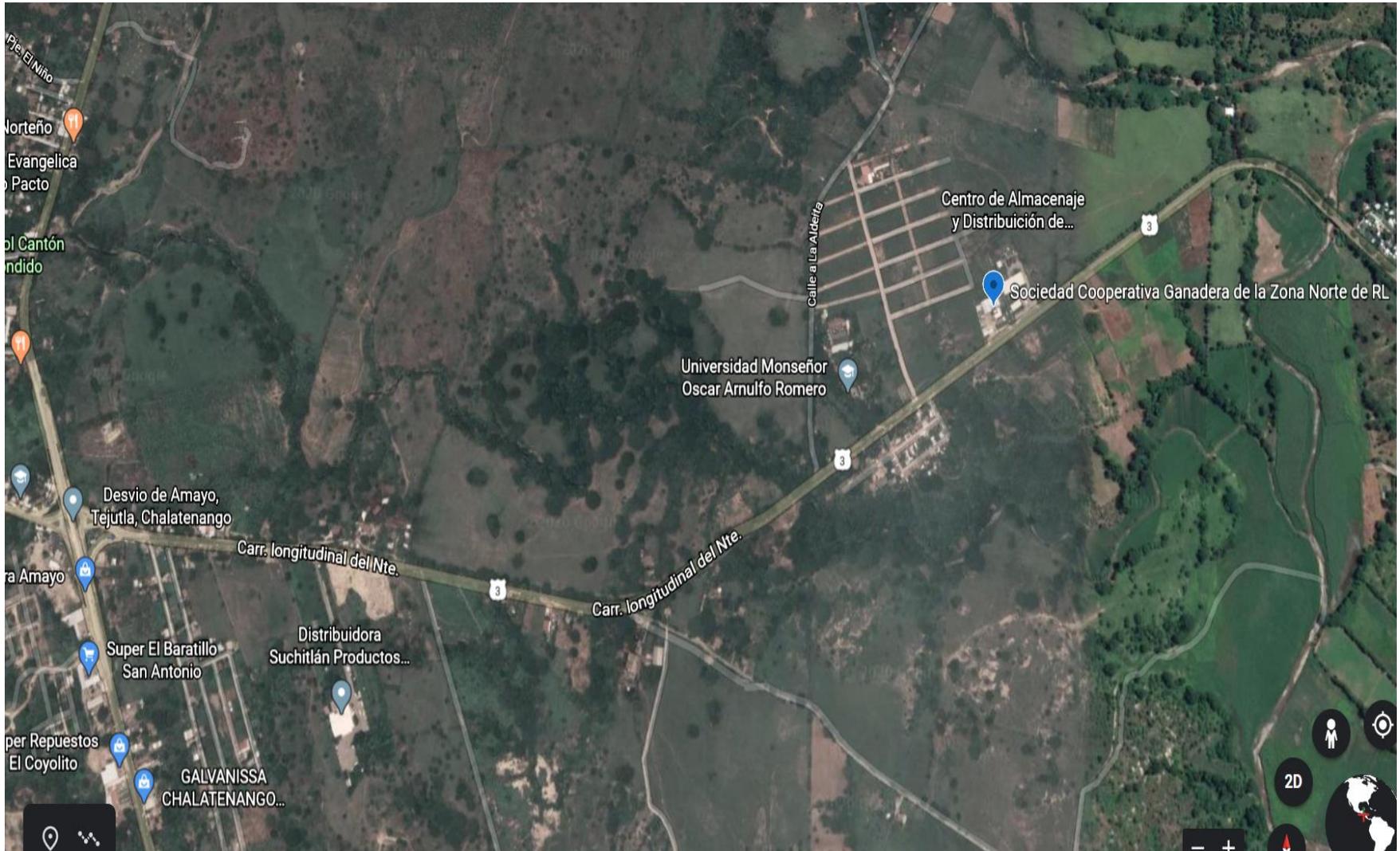


Figura A- 1. Georeferenciación de la Cooperativa Ganadera de la Zona Norte de RL.



FECHA: _____

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

OBJETIVO: Recolectar información para la caracterización de las explotaciones ganaderas sometidas a estudio para determinar el tipo de relación que existe entre la calidad física, química y microbiológica de la leche cruda de vaca en la zona Norte de El Salvador.

A. DATOS GENERALES DE LA EXPLOTACIÓN.

1. Nº DE ENCUESTA: _____
2. ENCUESTADOR: _____
3. PROPIETARIO: _____
4. UBICACIÓN DE LA GANADERÍA (Municipio): _____
5. FECHA DE INGRESO A LA COOPERATIVA (Año): _____

B. DATOS DE PRODUCCIÓN.

6. ÁREA DE PRODUCCIÓN:
 1. <10 manzanas.
 2. 10-20 manzanas.
 3. 21-30 manzanas.
 4. 31 a más.
7. NÚMERO DE ANIMALES
 - 7.1. Número total de animales en la ganadería:
 1. <50 cabezas.
 2. 50-70 cabezas.
 3. 71-90 cabezas.
 4. 91 a más.
 - 7.2. Ganado en producción:
 1. <20 cabezas.
 2. 21-40 cabezas.
 3. 41-60.
 4. 61 a más.
8. GENÉTICA DEL GANADO:
 1. Holstein.
 2. Brown Swiss.
 3. Brahman.
 4. Jersey.
 5. Encaste.Especifique: _____
9. PRODUCCIÓN PROMEDIO DIARIA POR ANIMAL:
 1. <5 botellas.
 2. 5-10 botellas.
 3. 11-20 botellas.
 4. 21 a más.
10. PRODUCCIÓN TOTAL DIARIA DE LA GANADERÍA:
 1. <100 botellas.
 2. 101-300 botellas.
 3. 301-500 botellas.
 4. 501 a más.

C. DATOS DE MANEJO

11. TIPO DE ORDEÑO:
 1. Mecánico.
 2. Manual.
12. PROTOCOLO DE ORDEÑO HIGIÉNICO:
 - 12.1. ¿Tiene protocolo de ordeño higiénico?
 1. Sí.
 2. No.
 - 12.2. ¿Aplica el protocolo de ordeño higiénico?
 1. Sí.
 2. No.
13. TIPO DE ALIMENTACIÓN:
 1. Forraje o pasto.
 2. Ensilaje.
 3. Concentrado.
 4. Ración total.

14. ÉPOCA DE AÑO EN QUE LO SUMINISTRA:
- 14.1. Forraje: 1. Seca. 2. Lluviosa.
- 14.2. Ensilaje: 1. Seca. 2. Lluviosa.
- 14.3. Concentrado: 1. Seca. 2. Lluviosa.
- 14.4. Ración total: 1. Seca. 2. Lluviosa.
15. TIPO DE REPRODUCCIÓN:
1. Monta natural.
2. Inseminación artificial.
3. Ambos.
16. NÚMERO DE ORDEÑOS DIARIOS.
1. Una vez. 3. Tres veces.
2. Dos veces.
17. CONDICIONES DEL AGUA
1. Potable (clorada). 2. Sin tratamiento.
- D. SANIDAD ANIMAL***
18. REALIZA PRUEBA DE CMT (MASTÍTIS):
1. Si. 2. No.
- *Si la respuesta es no, pase a la pregunta 20.**
19. CADA CUÁNTO REALIZA LA PRUEBA:
1. Semanal. 3. Mensual.
2. Quincenal.
20. SEPARA LAS VACAS CON MASTITIS A LA HORA DEL ORDEÑO:
1. Si. 2. No.
- E. MANEJO DE DESECHOS.***
21. POSEE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES:
1. Si. 2. No.
22. POSEE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS:
1. Si. 2. No.
23. TIPO DE TRATAMIENTO:
1. Seco. 2. Húmedo.
24. DESTINO DE LOS DESECHOS:
1. Para abono. 3. No los utiliza.
2. Otro.
- Especifique: _____

Figura A- 2. Fotografía de la encuesta para la recolección de información.



Figura A- 3. Visita de campo para la entrega de archivos.



Figura A- 4. Consultas de la base de datos.



Figura A- 5. Entrevista con productores de la Coop. de la Zona Norte.

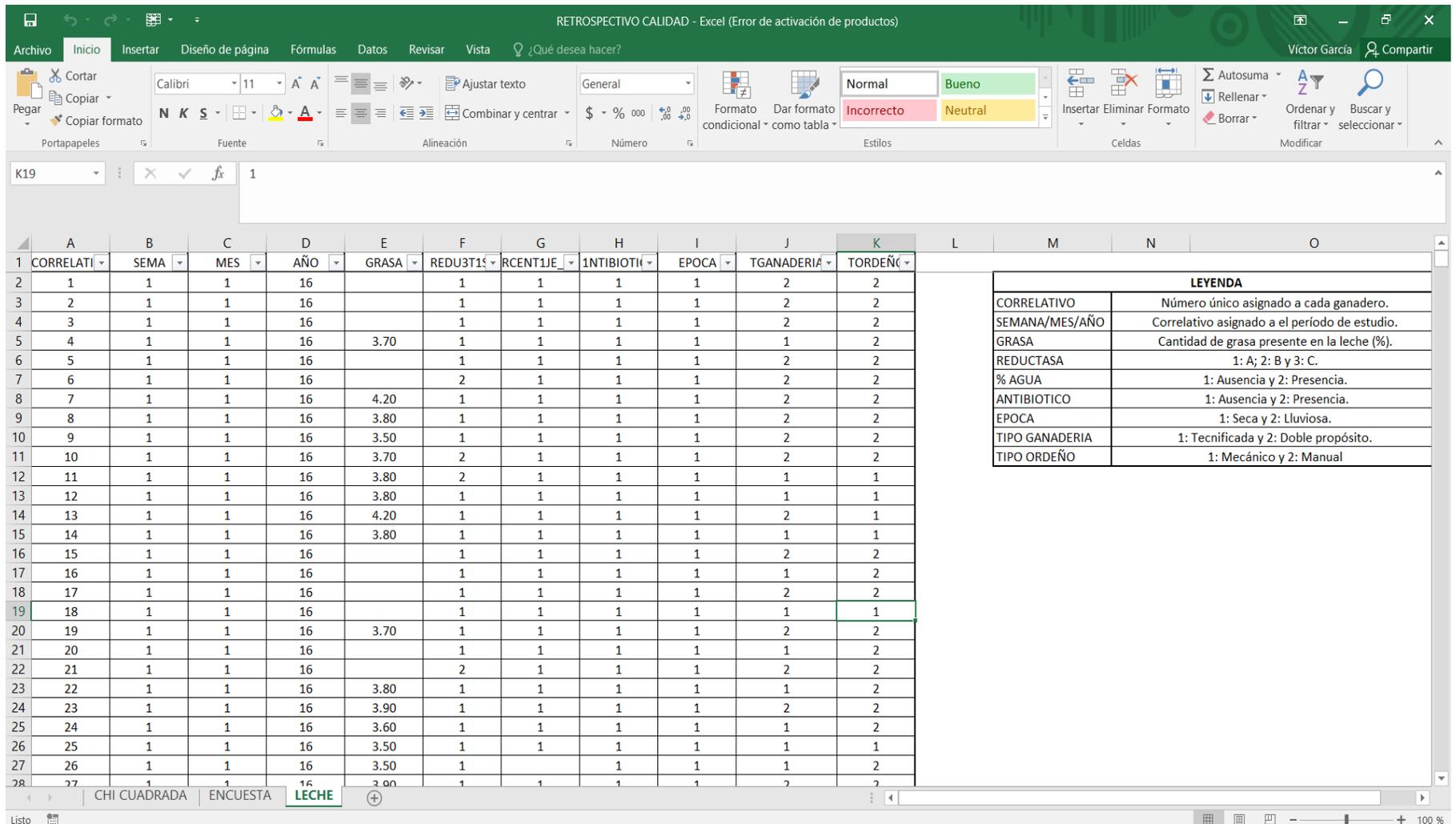


Figura A- 6. Captura de pantalla de la base de datos levantada.

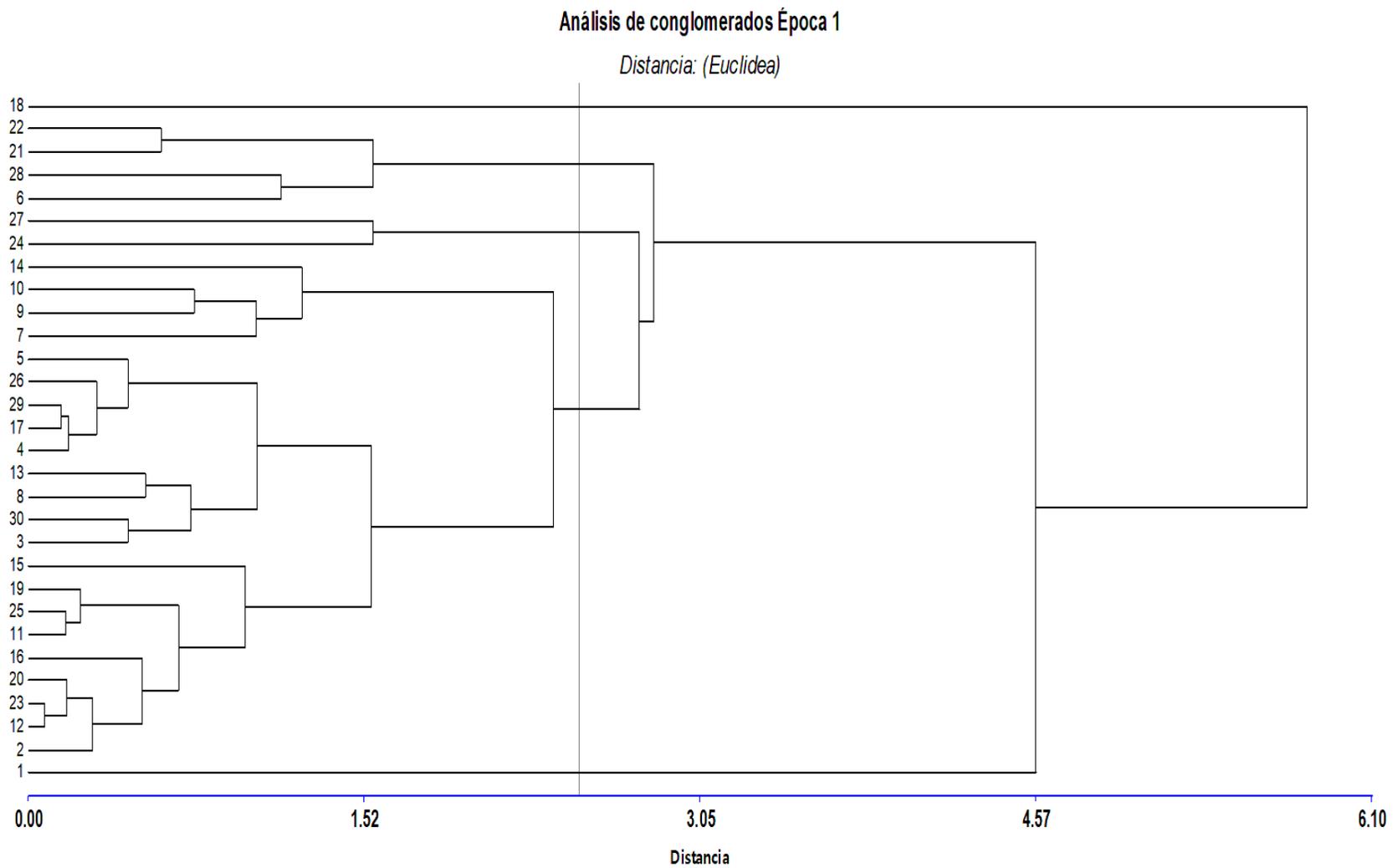


Figura A- 7. Análisis cluster de la calidad de la leche entre productores y época seca.

Análisis de conglomerados Época 2

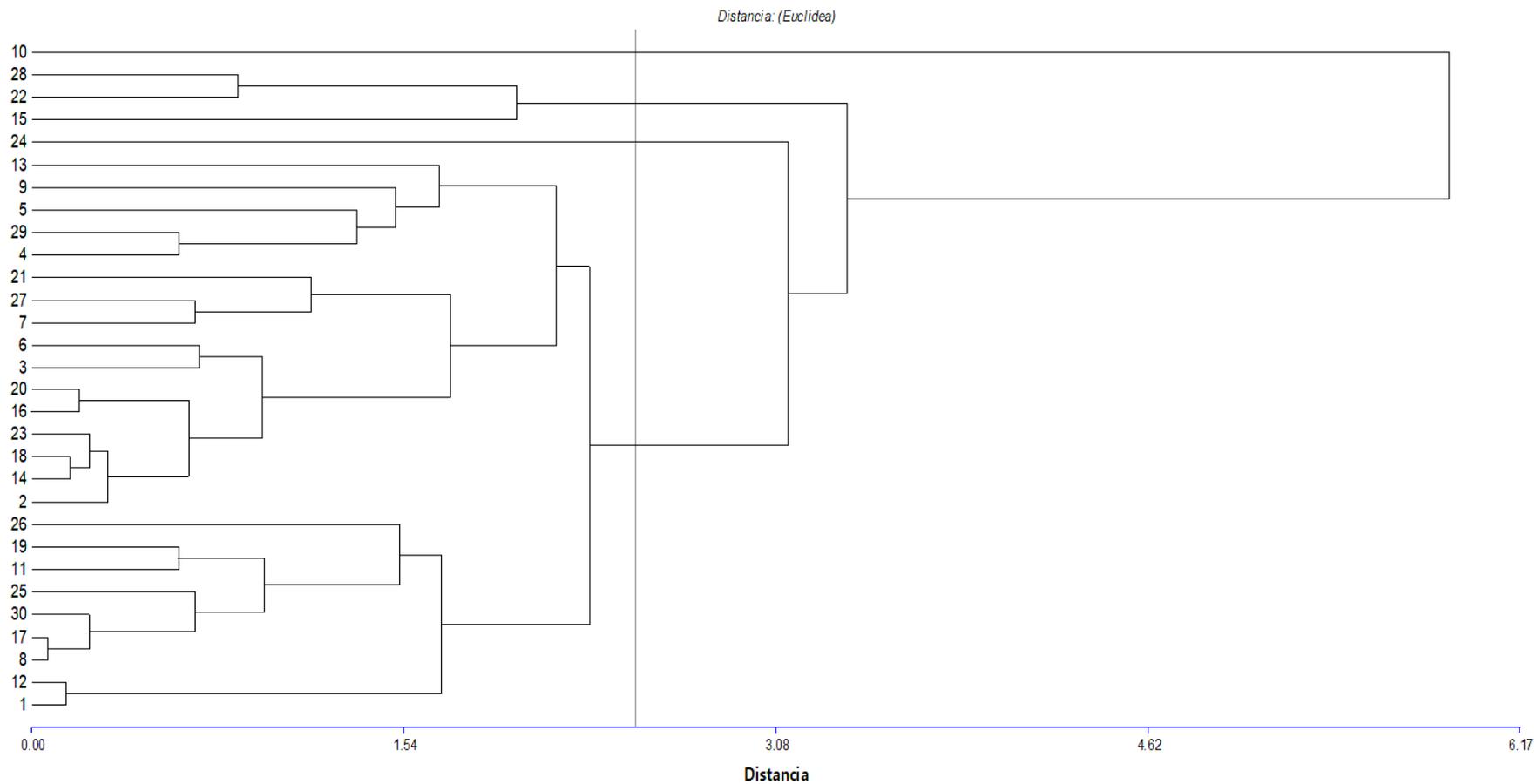


Figura A- 8. Análisis cluster de la calidad de la leche entre productores y época lluviosa.

Análisis cluster por mes (2016-2018)

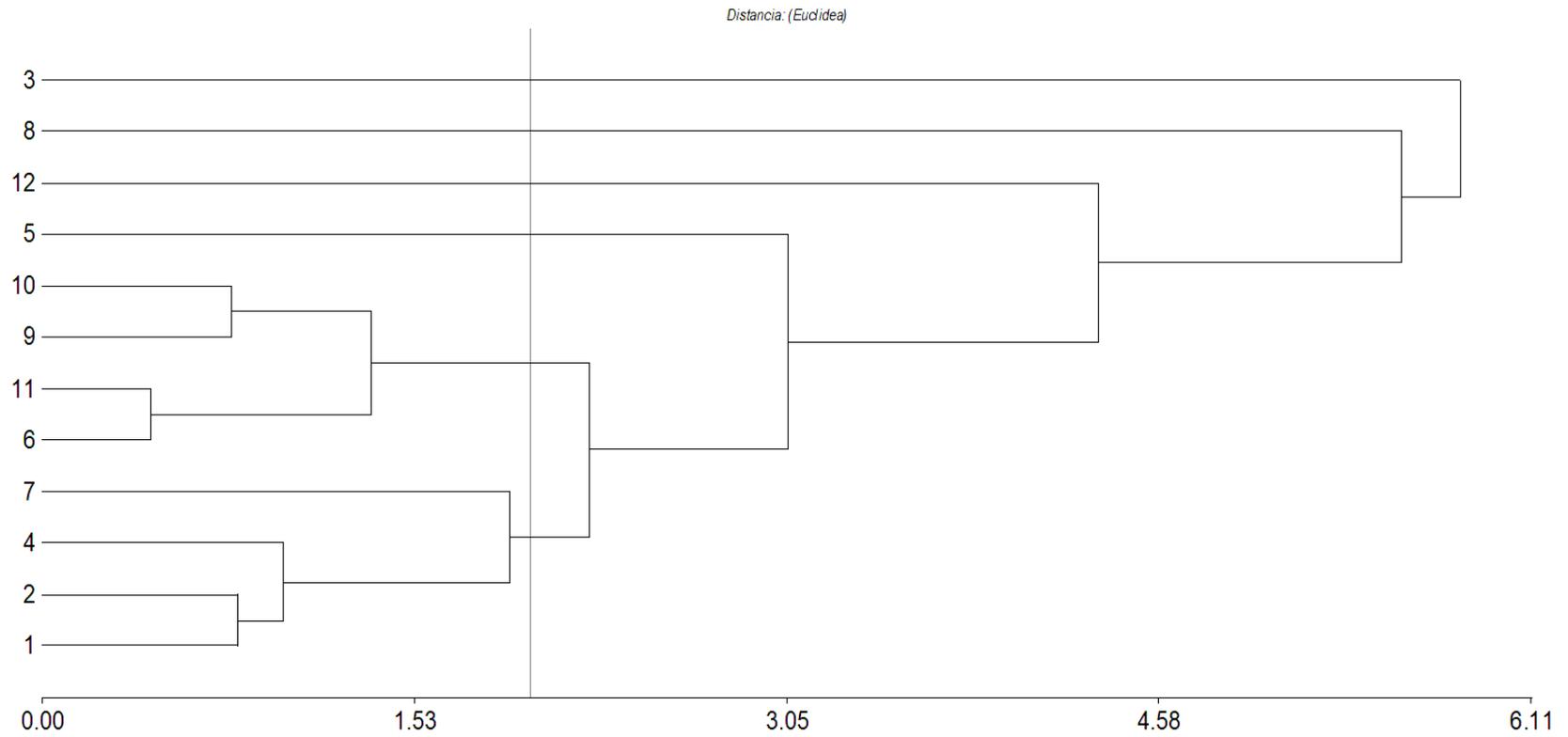


Figura A- 9. Análisis cluster de la calidad de la leche entre meses.