

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

**NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:**

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 R.L. de C.V. en El Salvador.

**TÍTULO A OBTENER:**

Ingeniero Agroindustrial.

**AUTORES:**

<b>Nombres, apellidos</b>	<b>Institución y dirección</b>	<b>Teléfono y E-mail</b>	<b>Firma</b>
Br. Mónica Maricela Martínez Sandoval	Calle Padres Aguilar #221, San Salvador.	77456361 ms13014@ues.edu.sv	
Br. Víctor Alfonso Pérez García	Guaymango, Ahuachapán.	70167437 pg11007@ues.edu.sv	
Ing. M. Sc. Blanca Eugenia Torres de Ortiz	Facultad de Ciencias Agronómicas, UES.	22251506 blanca.bermudes@ues.edu.sv	
Lic. Daniel de Jesús Palacios Hernández	Facultad de Ciencias Agronómicas, UES.	78643651 daniel.palacios@ues.edu.sv	

**VISTO BUENO:**

Coordinador General de Procesos de Graduación del Departamento:

Ing. Carlos Enrique Ruano Iraheta

Firma:

Director General de Procesos de Graduación de la Facultad:

Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García

Firma:

Jefe del Departamento:

Ing. M. Sc. Blanca Eugenia Torres de Ortiz

Firma:

Sello:

Lugar y fecha: Ciudad Universitaria, 23 de octubre del 2020.

## **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 R.L de C.V. en El Salvador.**

Autores: Martínez-Sandoval, MM<sup>1</sup>; Pérez-García, VA<sup>1</sup>; Torres-de Ortiz, BE<sup>2</sup>; Palacios-Hernández, DJ<sup>2</sup>

### **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., ubicada en el municipio de Tejutla, departamento de Chalatenango. El objetivo de la investigación fue evaluar retrospectivamente la calidad de la leche cruda de vaca en un periodo de tres años comprendidos del 2016 al 2018. Se trabajó con una matriz de 1,065 observaciones, derivadas de 30 productores. Las variables de medición fueron grasa, reductasa, agua y antibiótico las cuales fueron comparadas contra el tipo de ganadería, época del año, tipo de ordeño y nivel de producción. Se aplicó estadística descriptiva y se contrastaron hipótesis con pruebas de Chi-cuadrado, T-Student, ANOVA y Kruskal-Wallis. La leche cruda presentó un promedio de 3.84%  $\pm$ 0.25 de grasa, 89% leche cruda grado "A", con baja ocurrencia de agua y antibiótico, 1% y 0.15% respectivamente. Los principales resultados obtenidos fueron que la época del año influyó en la grasa, reductasa y agua, 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), en la época lluviosa. El tipo de ganadería influyó en la reductasa, produciendo el mejor efecto la ganadería tecnificada (91% leche cruda grado A). El nivel de producción afectó la grasa y reductasa, produciendo mejores efectos las ganaderías con producción >225.75 L/día con una media de grasa de 3.85%  $\pm$ 0.25 y 92% leche cruda grado "A". El tipo de ordeño mecánico produjo mejores efectos sobre la variable reductasa respecto al ordeño manual, probablemente debido a 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.*

<sup>1</sup>Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia, Estudiante Tesista.

<sup>2</sup>Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Docente Director.

## **Retrospective analysis of the physical-chemical and microbiological quality of raw milk collected by the Cooperativa Ganadera de la Zona Norte de El Salvador R.L de C.V. in El Salvador.**

Authors: Martínez-Sandoval, MM<sup>1</sup>; Pérez-García, VA<sup>1</sup>; Torres-de Ortiz, BE<sup>2</sup>; Palacios-Hernández, DJ<sup>2</sup>

### **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., municipality of Tejutla, department of Chalatenango. The objective was to retrospectively evaluate the quality of raw cow's milk in a period of three years from 2016 to 2018. We worked with a matrix of 1,065 observations, derived from 30 producers. The measurement variables were fat, reductase, water and antibiotic which were compared against the type of livestock, season, type of milking and production level. Descriptive statistics were applied and hypotheses were contrasted with Chi-square, T-Student, ANOVA and Kruskal-Wallis tests. Raw milk presented an average of 3.84%  $\pm$  0.25 fat, 89% grade "A" raw milk, with low occurrence of water and antibiotics, 1% and 0.15% respectively. The main results obtained were that the time of year influenced fat, reductase and water, producing better effects in reductase (90% grade A milk) 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 had an influence on reductase, producing the best effect from technical livestock (91% raw milk grade A). The production level affected fat and reductase, producing better effects in herds with production > 225.75 L/day with an average fat of 3.85%  $\pm$  0.25 and 92% grade "A" raw milk. The type of mechanical milking produced better effects on the reductase variable compared to manual milking, probably due to a good hygiene or genetic management. It was concluded that the microbiological quality of the raw cow milk 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.*

<sup>1</sup>University of El Salvador, Faculty of Agricultural Sciences, Department of Zootechnics, Student Thesis.

<sup>2</sup>University of El Salvador, Faculty of Agricultural Sciences, Professor Director.

## 1. INTRODUCCION

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).

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). 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. 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 de la calidad de la misma, a lo que hay que agregar que no se alcanza seguridad alimentaria en el sector lácteo (Ponce 2007).

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). El objetivo del estudio fue evaluar mediante un análisis retrospectivo la calidad de la leche acopiada en un periodo de tres años (2016-2018), describir las características y el comportamiento de los parámetros de calidad, determinar los factores que producen variaciones en la calidad y comparar económicamente que los defectos en la calidad de la leche disminuyen los ingresos generados de su comercialización.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Ubicación, duración, unidades experimentales**

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 a 260 m.s.n.m.; temperatura promedio de 24.0 °C y precipitación media anual de 2122 mm (CDO 2018). El tipo de estudio fue analítico retrospectivo, las unidades experimentales fueron muestras de leche cruda de vaca obtenidas de 30 productores por un periodo de tres años (2016-2018).

### **2.2. Metodología de campo**

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. El tipo de preguntas fueron cerradas, con 3 o más opciones. Para realizar la encuesta se realizaron visitas al centro de acopio y las preguntas fueron realizadas personalmente con los productores. Los datos registrados en el periodo 2016-2018 fueron recolectados durante una visita de campo previamente programada con la organización. Estos datos fueron almacenados en una memoria USB y extraídos en los ordenadores correspondientes. Los datos fueron organizados de forma lineal en matrices  $n \times p$  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  $\times$  30 productores como filas; 4 variables dependientes y 4 independientes como columnas. Esto formó una matriz de 4680  $\times$  8.

### **2.3. Metodología estadística**

Se aplicaron técnicas de estadística descriptiva como medidas resumen y tablas de frecuencia. Se construyeron matrices en MS Excel 2013, se generaron particiones en InfoStat v. 2019 y se realizaron pruebas de hipótesis en IBM SPSS Statistics 24.0 con un nivel de significancia del 5% ( $p=0.002$ ). Para comparar el efecto de la época del año, tipo de ganadería y tipo de ordeño sobre las variables reductasa, agua y antibiótico se aplicó Chi-cuadrado. Para comparar el efecto de la época del año, tipo de ganadería y tipo de ordeño en la variable grasa se aplicó una prueba T-Student apareada, ANOVA de Welch y T-Student independiente, respectivamente. Para comparar el efecto del nivel de producción en la grasa, reductasa, agua y antibiótico se aplicó ANOVA, ANOVA de Welch y Kruskal-Wallis para agua y antibiótico, respectivamente. Las variables en estudio fueron las épocas del año, factores productivos (tipo de ganadería, tipo de ordeño y volumen de producción) y su efecto sobre los parámetros de calidad de la leche (porcentaje de grasa, agua adicionada, clase<sup>3</sup> [reductasa] y presencia/ausencia de antibiótico).

<sup>3</sup>La reductasa o clase microbiológica de la leche se clasificó con la prueba de azul de metileno según la NSO 67.01.01:06 (Normativa Salvadoreña Obligatoria Productos Lácteos: Leche cruda de vaca. Sección 6.2).

## **2.4. Comparación de ingresos**

Se realizó una comparación de ingresos calculando el promedio de cada variable por época y a partir de las características de la leche se aplicaron los descuentos correspondientes a las fallas de calidad. 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/L 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. Se obtuvieron los ingresos diarios a partir de los cuales se calcularon ingresos mensuales y anuales. El volumen de producción se obtuvo de los promedios de cada rango o nivel de producción.

## **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

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

La leche cruda 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 ocurrencia de agua adicional del 1%, y 0.15% de presencia de antibiótico. La mayor proporción de datos se concentró en valores debajo de 3.80% (Figura A-1), siendo el mínimo exigido por la Cooperativa Ganadera de la Zona Norte de 4%, en su Política de Compra de Leche, incumpliendo con lo requerido por la organización. El contenido de grasa presentó fluctuaciones en un periodo de tres años, alcanzando valores mínimos en 2016 y 2018, en los meses de enero para ambos, y en abril de 2016 y febrero de 2018. Los valores máximos se presentaron en octubre de 2016 y 2017, junio 2018 y noviembre 2016 (Figura 1). Los valores más altos se encuentran en el rango de 93-97%, obteniendo el valor más alto en el mes de diciembre de 2018, este mismo mes presentó un alto valor de leche cruda grado "A" en el año 2017 (Figura 2).

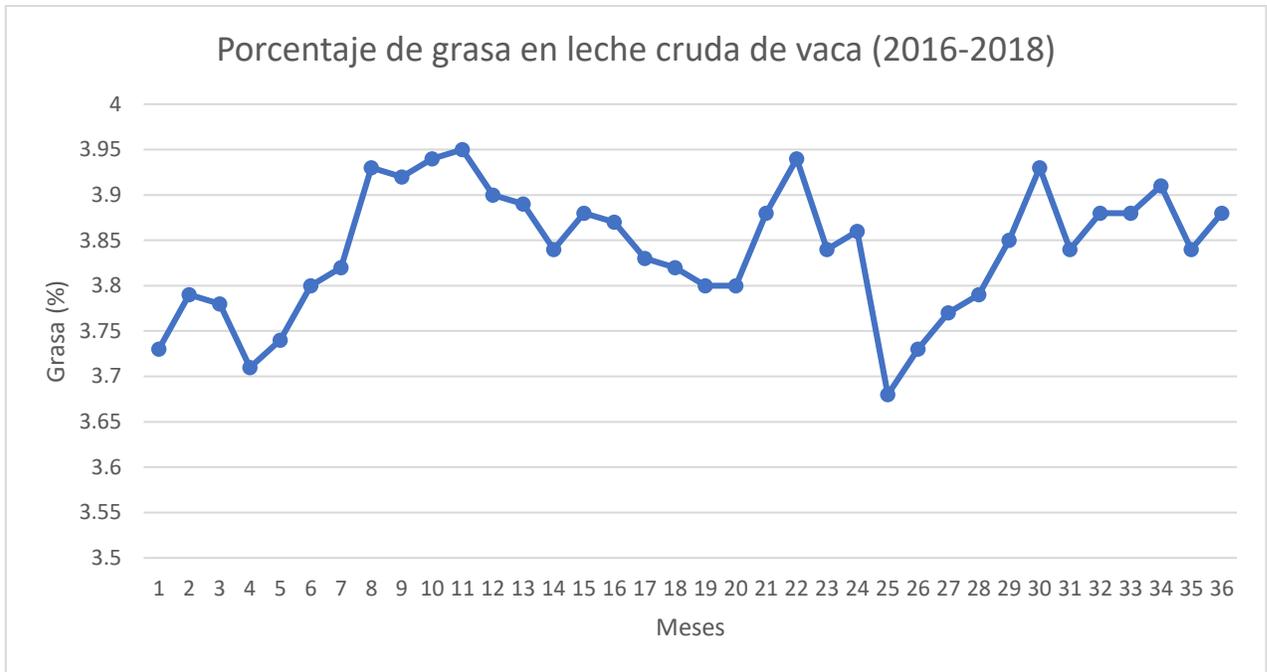


Figura 1. Porcentaje de grasa en leche cruda de vaca entre meses.

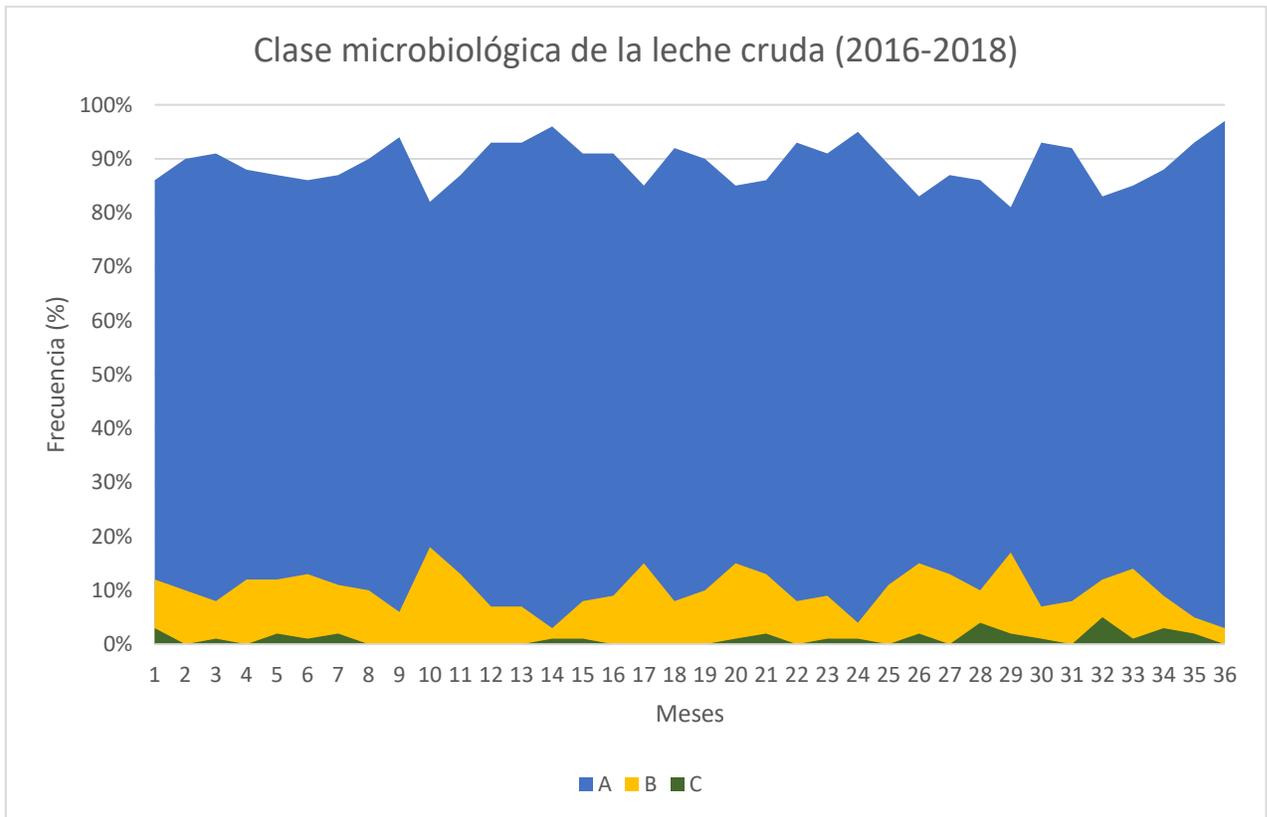


Figura 2. Calidad microbiológica de la leche cruda entre meses.

### 3.2. Efecto de la época del año

La época del año produce diferentes efectos en el contenido de grasa de leche cruda de vaca, con un nivel de significancia del 5% ( $p=0.002$ ), con una media de  $3.87 \pm 0.23$  en la época 2 contra una de 3.81 en la época 1, produciendo el mejor efecto la época 2 (lluviosa) (Cuadro 1). 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.

Cuadro 1. Medidas 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	Media	3.82	3.87	-	-	-	-
	D.E.	0.26	0.23	-	-	-	-
Reductasa	A	-	-	2269	0.9	1899	0.88
	B	-	-	227	0.09	246	0.11
	C	-	-	18	0.01	24	0.01
Agua	Ausencia	-	-	2480	1	2079	0.98
	Presencia	-	-	1	4.00E-4	46	2.00E-02
Antibiótico	Ausencia	-	-	2507	1	2168	1
	Presencia	-	-	6	2.40E-3	1	4.60E-04

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.

La presencia y ausencia de agua adicional en leche cruda de vaca presentó proporciones diferentes según la época del año, la proporción de casos reportados fue 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).

La época del año no produjo diferencias significativas en la ocurrencia de antibiótico. 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%)

### **3.3. Efecto del tipo de ganadería**

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) (Cuadro 2). 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 2. Medidas 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	Media	3.85	3.83	-	-	-	-
	D.E.	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.

### 3.4. Efecto del tipo de ordeño

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% ( $p=0.002$ ). 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 (Cuadro 3). 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 ordeño 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 3. Medidas resumen del tipo de ordeño.

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

### 3.5. Efecto del volumen de producción

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  $3.85 \pm 0.25$  (Cuadro 4). 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). 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 4. Medidas 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	Media	3.82	3.85	3.85	-	-	-	-	-	-
	D.E.	0.25	0.25	0.24	-	-	-	-	-	-
Reductasa	A	-	-	-	872	0.81	1878	0.92	1418	0.9
	B	-	-	-	194	0.18	147	0.07	132	0.08
	C	-	-	-	11	0.01	12	0.01	19	0.01
Agua	Ausencia	-	-	-	1060	0.99	1947	0.99	1551	0.99
	Presencia	-	-	-	14	0.01	20	0.01	13	0.01
Antibiótico	Ausencia	-	-	-	1075	1	2032	1	1567	1
	Presencia	-	-	-	2	1.9E-3	4	2.0E-3	1	6.4E-4

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

### 3.6. 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 5).

Cuadro 5. 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 litros, P2: 225.75-375 litros y P3: 375.75 litros 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.

## 4. 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%  $\pm$ 0.23; mientras que en la época seca se obtiene mayor proporción de leche cruda grado “A” (90%).

El tipo de ganadería y tipo de ordeño producen efectos diferentes en la calidad microbiológica de la leche, produciendo mejores efectos la ganadería tecnificada y el ordeño mecánico, produciendo 91% y 94% leche cruda grado “A” respectivamente.

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, produciendo leche con 3.85%  $\pm$ 0.25 de grasa y 92% leche cruda grado “A”.

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), presentaron una pérdida anual de 7,727.12\$, los del rango 225.75-375 L (P2), de 15,148\$ y de 375.75

a más litros (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.

## 5. RECOMENDACIONES

Supervisar el cumplimiento de las buenas prácticas de higiene, protocolo de ordeño higiénico e implementar medidas de bioseguridad en las fincas para reducir la carga microbiológica en el hato por parte de la Cooperativa.

Analizar periódicamente la calidad de la leche cruda y en la medida de lo posible incluir otros parámetros de interés como: lactosa, sólidos no grasos, proteína, para prevenir o corregir defectos en la calidad.

Atender las necesidades específicas de los productores es agrupándolos de acuerdo con las características de la leche que producen.

Buscar la relación entre variables climáticas como humedad, temperatura, precipitación y características de la leche.

Evitar residuos de agua en baldes o recipientes de recolección de leche. Si el ordeño es mecánico, verificar el drenaje completo después de la limpieza.

Establecer procedimientos operativos estandarizados de limpieza y saneamiento, a fin de reducir los contaminantes microbiológicos en la leche cruda.

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.

## 6. 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.

**Argüello, 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.

**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.

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

**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. Consultado 25 sep. 2020. Disponible en [http://osartec.gob.sv/index.php?option=com\\_content&view=article&id=63&Itemid=412](http://osartec.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=63&Itemid=412)

**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](http://www.fao.org/ag/agn/cdfruits_es/others/docs/sistema.pdf)
- 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](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.
- 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. Mérida, México. Rev. Mex. Cienc. 7(4).
- 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](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/materialdeapoyoparapruebasdeplataforma_1693.pdf)
- 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](http://www.inocua.org/site/Archivos/libros/leche_all.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>
- Motta Delgado, P; Malhory, R; Duque, J; Guevara, F. 2014.** Factores inherentes a la calidad de la leche en la agroindustria alimentaria (en línea). Rev. Colombiana Cien. Anim. 6(1):223-242. Consultado 20 jun. 2020. Disponible en <https://revistas.unisucra.edu.co/index.php/recia/article/view/265/306>
- 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>

**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](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.

## 7. ANEXOS

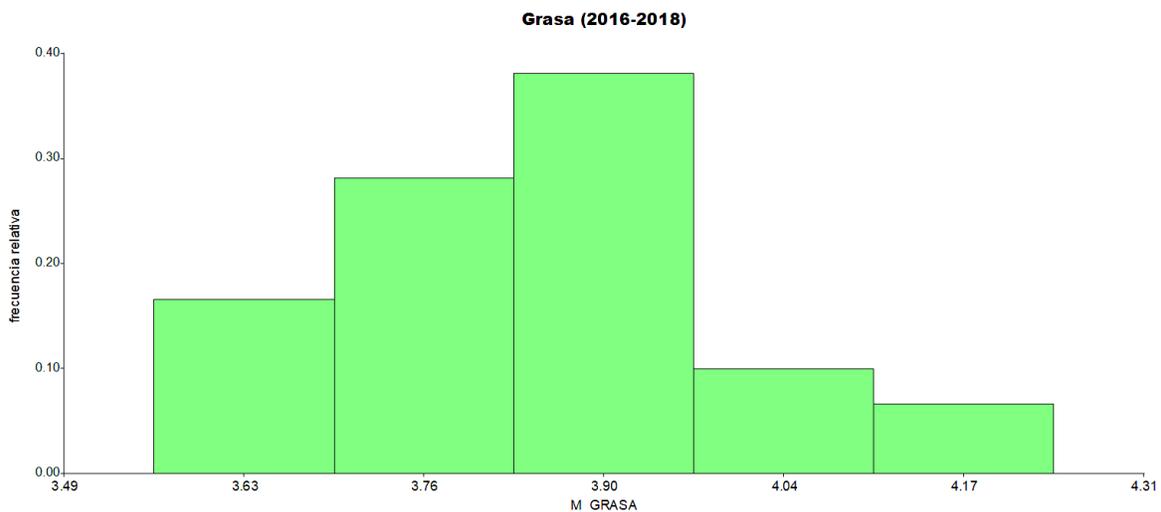


Figura A- 1. Histograma variable grasa