

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTA DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DIRECCION DE INVESTIGACION**

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:

Determinación de la higiene en el ordeño y su relación con la calidad de la leche cruda en 7 ganaderías de la zona norte de El salvador.

DATOS DE LOS RESPONSABLES:

TÍTULO A OBTENER: Ingeniero Agroindustrial

AUTORES:

| Nombre, apellidos | Institución y dirección | Teléfono y E - mail | Firma |
|---|---|---|-------|
| Br. Gabriel Ovidio Galicia Azenón | Colonia Mis Recuerdos, casa #9 Atiquizaya, Ahuachapán | 7219-3633 goga_1994@hotmail.com | |
| Ing. MSc Blanca Eugenia Torres de Ortiz | Facultad de Ciencias Agronómicas, UES, | 22251506 blanca.bermude s@ues.edu.sv | |
| Ing. Enrique Alonso Alas García | Facultad de Ciencias Agronómicas, UES, | 22251506 eaag40@hotmail .com | |

Visto bueno:

Coordinador de Procesos de Graduación del Departamento: Firma:
Ing. Enrique Alonso Alas García

Coordinador General de Procesos de Graduación de la Facultad: Firma:
Ing. MSc. Elmer Edgardo Corea Guillén

Jefe del Departamento: Firma: Sello:
Ing. Ludwing Vladimir Leyton Barrientos

Lugar y fecha: Ciudad Universitaria, 7 de agosto de 2018

DETERMINACIÓN DE LA HIGIENE EN EL ORDEÑO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE LA LECHE CRUDA EN 7 GANADERÍAS DE LA ZONA NORTE DE EL SALVADOR.

Autor: Galicia-Azenón, G. O, ¹Torres-Ortiz, B.E.², Alas-García, E.A.²

Resumen:

La investigación se llevó a cabo en el departamento de Chalatenango, en los municipios de Nueva Concepción, Tejutla, Agua Caliente y San Rafael en el periodo comprendido de julio a diciembre de 2017 las unidades experimentales utilizadas fueron las 7 ganaderías seleccionadas que proveen leche a la Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte. Se evaluó la calidad mediante pruebas de laboratorio donde se analizaron parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Para ello se colectaron muestras de leche individuales de 78 vacas y de los 7 tanques refrigerados en cada una de las ganaderías, la recolección de muestras se llevó a cabo durante tres periodos de tiempo, separados cada uno por capacitaciones en ordeño higiénico en total se impartieron tres capacitaciones. La determinación del contenido nutricional (lactosa, grasa, proteína, sólidos no grasos y minerales en porcentaje) de la leche se realizó por medio de un analizador de leche LactostarFunke®, Gerber®. Se realizó la determinación de parámetros físico pH, acidez titulable, densidad y los parámetros microbiológicos se determinaron a través del conteo de UFC/ml y mediante la prueba de reductasa, el conteo de células somáticas se obtuvo mediante el equipo Ekomilk® Horizon®. Los parámetros nutricionales de las muestras tomadas de vacas individuales y de termos refrigerados no se vieron influenciadas por el grado de capacitación en ordeño higiénico, los parámetros físicos de las muestras de vacas (acidez y pH), vario positivamente logrando disminuir un 0.13 en promedio en los valores de acidez y un incremento de 0.01 unidades de pH en promedio, el recuento de mesófilos se redujo con las capacitaciones, llegando a reducir en promedio en un 42.55%, el conteo de células somáticas disminuyo hasta en 7% células/ml. Las muestras de termos refrigerados redujeron su acidez en promedio 3% y el valor de pH incremento en 0.04 unidades, el conteo de microbiológico mesófilos disminuyó en promedio un 55%, el conteo de células somáticas se redujo en promedio un 20%.

Palabras clave: parámetros físicos, químicos y microbiológicos, células somáticas, ordeño higiénico.

¹ Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia, Estudiante tesista.

² Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia, Docente director.

DETERMINATION OF HYGIENE IN MILKING AND ITS RELATIONSHIP WITH THE QUALITY OF RAW MILK IN 7 LIVESTOCKS OF THE NORTHERN AREA OF EL SALVADOR.

Author: Galicia-Azenón³, G. O, Torres-Ortiz, B.E⁴., Alas-García, E.A. ⁴

Abstract:

The research was accomplished in the department of Chalatenango, in the municipalities of Nueva Concepción, Tejutla, Agua Caliente and San Rafael, in the period from July to December 2017. The experimental units of the research were seven farms that used to provide milk to the Livestock Cooperative Society of the North Zone, quality was evaluated through laboratory tests where physical, chemical and microbiological parameters were analyzed. according to this objective, individual milk samples were collected from 78 cows and from the 7 refrigerated tanks in each of the herds, the collection of samples was carried out during three periods of time, each separated by periodic trainings in hygienic milking (three trainings). The determination of the nutritional content (lactose, fat, protein, non-fat solids and minerals in percentage) of the milk was made by a milk analyzer LactostarFunke®, Gerber®. The determination of physical pH parameters, titratable acidity, density and the microbiological parameters were determined through the CFU / ml count and through the reductase test and the somatic cell count was obtained by the Ekomilk® Horizon® equipment. The nutritional parameters of the samples taken from individual cows and refrigerated thermos were not influenced by the degree of training in hygienic milking, the physical parameters of the samples (acidity and pH), varied positively achieving a decrease of 0.13 on average in the acidity values and an increase of 0.01 pH units on average, the mesophil count was reduced with training, reaching an average reduction of 42.55%, the somatic cell count decreased to 7% cells / ml. Samples of refrigerated thermos reduced their acidity by an average of 3% and the pH value increased by 0.04 units, the mesophilic microbiological count decreased by an average of 55%, the somatic cell count was reduced by an average of 20%.

Keywords: physical, chemical and microbiological parameters, somatic cells, hygienic milking.

³ University of El Salvador, Faculty of Agricultural Sciences, Department of Zootechnics, Student thesis.

⁴ University of El Salvador, Faculty of Agricultural Sciences, Department of Zootechnics, Teacher Director

1. Introducción.

La producción agropecuaria actual, hacen énfasis en la obtención de productos de alta calidad e inocuos para el consumo humano, siendo la búsqueda de estas características una preocupación constante de todos los constituyentes de la cadena láctea y es a nivel de las ganaderías en donde se deben garantizar las condiciones para la obtención de un producto de óptima calidad (Calderón y Rodríguez, 2008).

La aplicación de las Buenas Prácticas de Ordeño (BPO) en las ganaderías que forman parte de la cadena láctea, involucran la planificación y realización de una serie de actividades necesarias para el cumplimiento de los requisitos mínimos en la producción de leche apta para el consumo humano y para su adecuado procesamiento en la elaboración de productos lácteos (Gonzales C, 2015).

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1 Descripción del estudio

El estudio se realizó en el departamento de Chalatenango, el cual posee elevaciones que van desde los 400 a los 2,730 msnm, con una duración de 6 meses, en el periodo comprendido de julio a diciembre de 2017 se tomó como población las 60 ganaderías que provee leche a la Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte De El Salvador, de las cuales se obtuvieron datos de producción y sus inventarios de ganado para poder extraer una muestra significativa la cual debería cumplir con los siguientes criterios: Tener de 20 a 50 vacas en ordeño, producción promedio diario por vaca 15 botellas (11.25 litros), sistemas refrigerados para el almacenamiento de la leche, y poseer protocolos de ordeño higiénico, la muestra obtenida fue de 7 ganaderías ubicadas en los municipios de Nueva Concepción, Tejutla, Agua Caliente y San Rafael.

2.2 Metodología de campo

Se desarrolló una encuesta dinámica y de observación, con 24 preguntas donde se evaluaron aspectos de las instalaciones de ordeño, buenas prácticas higiénicas (antes, durante y después del ordeño) con una escala de 1 al 10. Paralelo a este proceso se colectaron muestras de leche en cada una de las ganaderías, teniendo muestras de vacas individuales y de tanque refrigerados.

Se colectaron en total por cada uno de los muestreos 78 muestras de vacas individuales de cada una de las ganaderías además se tomó muestra del tanque refrigerados ubicado en las ganaderías de las 7 en estudio, en tres periodos, el primero para diagnosticar el estado de la calidad de la leche, el segundo para realizar una comparación después de la capacitación en buenas prácticas de ordeño, para observar el efecto que esta posee, y un monitoreo mediante un tercer muestreo. Estos muestreos tuvieron un distanciamiento de 15 días entre cada uno de ellos

Esta se realizó mediante una charla para dar a conocer el estudio en las instalaciones de la Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte, una semana antes de dar inicio con la primera toma de muestras, luego se capacitó de manera práctica y teórica en el periodo intermedio de cada uno de los muestreos, en donde se abordaron temas como: buenas prácticas higiénicas, buenas prácticas previas al ordeño, buenas prácticas durante el ordeño, detección de mastitis, buenas prácticas después del ordeño, y

lavado de los utensilios de ordeño. para observar el efecto que este posee sobre la calidad de la leche, en total se realizaron dos capacitaciones en campo.

Las muestras se tomaron en frascos de 250 ml de capacidad, siguiendo el procedimiento descrito en el Capítulo 33 de los métodos oficiales para el análisis (AOAC, 2000), según lo establece la Norma Salvadoreña Obligatoria para Leche Cruda (NSO67.01.01.06). Una vez tomadas se identificaron y ubicaron en cajas térmicas manteniendo una temperatura promedio de 4°C garantizando esto por medio de termómetro, para su conservación no se utilizaron agentes preservantes. Se transportaron al laboratorio de control de calidad de la Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte en un periodo de 6 horas, posteriormente fueron trasladadas al laboratorio del Departamento de Zootécnica de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador en un periodo de 12 horas; las muestras se analizaron por completo en un periodo de tiempo no mayor de 24 horas.

2.3 Metodología de laboratorio

Determinación de nutrientes de la leche.

Se realizó la determinación del contenido nutricional (lactosa, grasa, proteína y sólidos no grasos y minerales en porcentaje) de la leche por medio de un analizador de leche LactostarFunke®, Gerber®.

Análisis físico

Densidad; fue medida mediante el equipo Lactoscan®, la cual es expresada en g/cm³. (Funke, Gerber, Alemania).

pH: La medición del pH se realizó por medio de “pH-metro” de la marca Horizon®, El cual se calibró para el uso en leche con solución buffer para obtener datos más acertados.

Acidez: La acidez se midió por titulación y corresponde a la cantidad de hidróxido de sodio utilizado para neutralizar los grupos ácidos. Este valor se expresa en “grados Dornic” (°D), que corresponde al volumen n de solución de hidróxido de sodio N/9 utilizada para titular 10 ml de leche en presencia de fenolftaleína. Este resultado expresa el contenido en ácido láctico. Un grado Dornic equivale a 0,1 g/l de ácido láctico ó 0,01% en gramos de ácido láctico por litro o por kilogramo. Si se utiliza hidróxido de sodio N/9 con 10 ml de leche, el volumen de reactivo en ml da directamente el resultado (Negri L,2005).

Análisis microbiológico

Recuentos mesófilos (Unidades Formadoras de Colonias)

Se prepararon medio de cultivo PCA (Plate count agar) colocando 23.5gr en 1 litro de agua destilada, luego llevándolo a ebullición con agitación constante; de igual manera se preparó Agua Peptonada Bufferada, agregando 25.5gr en 1 litro de agua agitar hasta diluir por completo. Posteriormente se llevaron ambos medios a esterilización en auto clave.

Para poder preparar las placas fue necesario diluir la muestra de leche, para lo cual se utilizaron tubos de ensayo estériles en los cuales se colocó 9ml de agua peptonada bufferada estéril, se realizarán 3 diluciones para el análisis.

Se prepararon las placas Petri de las diluciones 10^{-2} y 10^{-3} , tomando 1 ml de caja dilución con una punta estéril y colocándola al centro de la placa Petri se utilizaron puntas diferentes y estériles para inocular cada dilución; y se preparó todo en duplicado. Se vertió cerca de 12-15 ml del medio de cultivo a $45 \pm 1^\circ\text{C}$ en cada placa Petri. Se agito haciendo figura de 8, el inoculo con el medio y permitir que la mezcla solidificara en las placas de Petri en una superficie horizontal. Además, se preparó una placa de control, con 15 ml del medio para verificar su esterilidad. Una vez solida se colocaron en una incubadora a temperatura de 30°C durante $72 \pm 3\text{h}$. Colocando la placa de forma invertida.

Para realizar el conteo de las UFC, se extraen la placa Petri de la incubadora y se seleccionaron aquellas que poseían 10 a 300 colonias. Los resultados se expresan en UFM/ml

Prueba de Reductasa

El tiempo de acción de la reductasa se determinó al añadir 1 ml de solución de azul de metileno a 10 ml de leche. Los tubos con las muestras se sumergieron hasta el nivel de la leche en baño María a 36°C por 10 min y se agitaron por medio de un agitador que agiliza el proceso y se registró el tiempo inicial de incubación; después los tubos se regresaron al baño y se mantuvieron a una temperatura de 36°C , se realizaron las lecturas cada 30 min para observar la decoloración de la leche e interpretar resultados. Los resultados se expresan en horas.

Conteo de Células Somáticas

Se utilizó el equipo Ekomilk® Horizon®, el cual es un surfactante que disuelve las membranas de las células somáticas. A si como sus sobres de núcleos y forma un gel, aumentando la viscosidad de la leche. Se establece una relación proporcional entre la viscosidad de la mezcla (leche/Ekoprím) y el número de células somáticas de la leche ensayada (Horizon, 2000). El cual expresa el resultado en células/ml.

2.4 Metodología estadística

Se aplico el método estadístico descriptivo e inferencial de tipo prospectivo con un diseño longitudinal para caracterizar el proceso de ordeño higiénico de la leche, evidenciando la calidad mediante pruebas de laboratorio, con un nivel de confianza 95%, una precisión de 10%, con una proporción del 50% en cada uno de los grupos.

Variables independientes

- Higiene del ordeño.
- Tipo de ordeño

Variables dependientes

- Calidad físico- química
- Composición nutricional
- Calidad microbiológica.

El muestreo aplicado en la investigación es del tipo dirigido ya que se seleccionaron las unidades elementales de la población a juicio de los investigadores, sabiendo que estas unidades gozaron de una representatividad adecuada.

Se realizó una evaluación de las medias, desviaciones estándar y una prueba no paramétrica de Kruskal- Wallis para comparar cuando las distribuciones no son normales, esto permitió encontrar significación al comparar los grupos.

3. Resultados y discusión.

La investigación fue realizada en 7 ganaderías, con condiciones similares a los cuales se les realizaron 3 muestreos; cada muestreo corresponde al número de capacitación sobre ordeño higiénico recibidas en cada ganadería para lo cual, cuando no se tenía capacitación se denominó grupo C0, al recibir la primera capacitación se denominó grupo C1 y después de la segunda capacitación se denominó grupo C2.

3.1 Evaluación de la higiene en el proceso de ordeño.

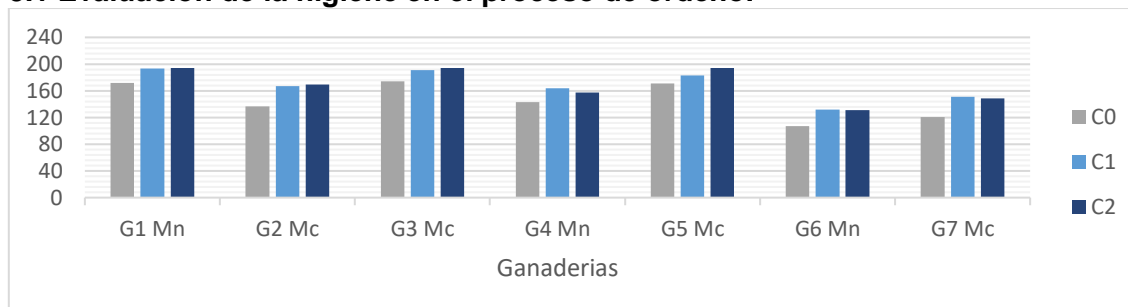


Figura 1 Evaluación de la higiene en el proceso de ordeño.

Se observa en la figura 1, que durante el primer muestreo y capacitación C0 las ganaderías de ordeño manual (Mn) presentaban una higiene regular con un promedio de 140 puntos en la encuesta, mientras las ganaderías con ordeño mecánico (mc) presentaron un promedio de 151 puntos, durante el segundo muestreo y capacitación C1, las ganaderías con ordeño manual presentaron un promedio de 163 puntos, las ganaderías de ordeño mecánico durante el segundo muestreo presentaron un promedio de 173 puntos, en el último muestreo la ganaderías con ordeño manual presentaron un promedio de 161 puntos en la evaluación de ordeño higiénico, presentado una disminución de la puntuación no a si las ganaderías con ordeño mecánico las cuales durante el tercer muestreo capacitación C2 lograron un promedio de 173 puntos.

3.2 Parámetros nutricionales de muestra de vacas de individuales

En cuanto al porcentaje de grasa se observó diferencia significativa entre los grupos de capacitaciones como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1 Resultados de análisis de grasa en porcentaje (%) tomada de vacas

| Capacitación | Ganaderías | | | | | | | Promedio | D.E | P |
|--------------|------------|------|------|------|------|------|------|----------|------|---------|
| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | | | |
| C0 | 4.31 | 4.49 | 5.39 | 4.64 | 2.37 | 3.85 | 3.01 | 4.01 | 1.03 | <0.0001 |
| C1 | 4.15 | 2.41 | 1.65 | 1.82 | 1.19 | 3.96 | 0.89 | 2.30 | 1.30 | |
| C2 | 1.75 | 2.64 | 2.21 | 1.61 | 2.74 | 3.26 | 0.84 | 2.15 | 0.82 | |

Según el acuerdo de suministro de leche cruda de vaca grado "A", Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte de El Salvador, la leche debe ser entregada con un contenido de grasa de 3.8% (SCGZNSV,2010). Por tanto, se observa que los datos recolectado de muestras de vacas individuales, cumplen este parámetro las del grupo C0 los cuales no tenía capacitación en ordeño higiénico, mientras los grupos C1 y C2 con capacitación no cumplen.

El resultado de la proteína en porcentaje presento diferencia significativa entre los grupos de capacitaciones como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2 Resultados de análisis de proteína en porcentaje (%) tomada de vacas

| Capacitación | Ganaderías | | | | | | | Promedio | D.E | P |
|--------------|------------|------|------|------|-----|------|------|----------|------|---------|
| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | | | |
| C0 | 3.98 | 4.48 | 5.3 | 4.53 | 3.2 | 3.2 | 3.11 | 3.97 | 0.84 | <0.0001 |
| C1 | 4.18 | 3.35 | 3.29 | 3.16 | 3.3 | 3.2 | 3.17 | 3.38 | 0.36 | |
| C2 | 2.78 | 3.41 | 3.25 | 3.21 | 3.2 | 3.11 | 3.21 | 3.17 | 0.19 | |

Según la Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece un valor mínimo de proteína 3.2%. El resultado de los análisis para las vacas individuales muestra que en los grupos C0 y C2 se cumple con este parámetro establecido por la ley siendo estos los grupos con cero y con una capacitación respectivamente, el grupo C2 con mayor capacitación presenta los valores bajos.

El contenido de lactosa en porcentaje presento diferencia significativa entre los grupos de capacitaciones como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3 Resultados de análisis de lactosa en porcentaje (%) tomada de vacas

| Capacitación | Ganaderías | | | | | | | Promedio | D.E | P |
|--------------|------------|------|------|------|------|------|------|----------|------|---------|
| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | | | |
| C0 | 5.98 | 6.75 | 7.96 | 6.8 | 4.66 | 4.61 | 4.71 | 5.92 | 1.32 | <0.0001 |
| C1 | 6.28 | 4.77 | 4.78 | 4.62 | 4.77 | 4.8 | 4.67 | 4.96 | 0.59 | |
| C2 | 4.24 | 4.97 | 4.74 | 4.84 | 4.83 | 4.5 | 4.72 | 4.69 | 0.25 | |

Alais C,1984 establece que la leche se compone de 4.53% de lactosa. En base a esto se puede observar que las muestras tomadas de vacas individuales de los grupos C0, C1 y C2 en estudio cumple con este parámetro.

El porcentaje de solidos no grasos expreso diferencia significativa entre los grupos de capacitaciones como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4 Resultados de análisis de solidos no grasos en (%) tomada de vacas

| Capacitación | Ganaderías | | | | | | | Promedio | D.E | P |
|--------------|------------|-------|-------|-------|------|------|------|----------|------|--------|
| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | | | |
| C0 | 10.62 | 12.12 | 14.26 | 12.23 | 8.49 | 8.44 | 7.76 | 10.56 | 2.43 | 0.0004 |
| C1 | 11.23 | 8.7 | 8.72 | 8.4 | 8.81 | 8.83 | 8.49 | 9.03 | 0.99 | |
| C2 | 7.64 | 9.05 | 8.32 | 8.88 | 8.93 | 8.23 | 8.57 | 8.52 | 0.50 | |

El RTRC: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada, establece un mínimo de 8% de solidos no grasos en la leche de vaca cruda. Basado en este dato podemos observar que las muestras tomadas de vacas individuales de los grupos en estudio C0, C1 y C2, cumplen con este parámetro.

3.3 Parámetros físico de muestra de vacas de individuales

No se encontró diferencia significativa en el resultado de acidez expresado en grados Dornic entre los grupos de capacitaciones como se muestra en cuadro 5.

Cuadro 5 Resultados de análisis de acidez titulable en °D tomada de vacas

| Capacitación | Ganaderías | | | | | | | Promedio | D.E | P |
|--------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|------|--------|
| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | | | |
| C0 | 13.13 | 15.08 | 14.69 | 14.44 | 14.31 | 14.67 | 14.15 | 14.35 | 0.62 | 0.1467 |
| C1 | 14.38 | 14.92 | 13.92 | 14.22 | 14.31 | 14.33 | 14.23 | 14.33 | 0.30 | |
| C2 | 14.38 | 14.23 | 14.23 | 14.33 | 14.31 | 14.22 | 13.85 | 14.22 | 0.17 | |

Según el acuerdo de suministro de leche cruda de vaca grado "A", Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte de El Salvador, la leche debe ser entregada con un rango de acidez 14 a 16 acidez titulable (SCGZNSV,2010). (La Norma Salvadoreña para leche cruda) NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece un rango de 14 a 17 de acidez titulable. Se puede apreciar que las muestras tomada de vacas individuales en los grupos C0 y C1 posee un mayor grado de acidez siendo su promedio de 14.35 y 14.33 respectivamente; en el caso del grupo C2 con mayor capacitación en ordeño higiénico se observa una reducción en la acidez siendo el promedio para este grupo de 14.22.

En el resultado de la prueba de pH no se encontró diferencia significativa entre los grupos de capacitaciones como se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6 Resultados de análisis de pH tomada de vacas

| Capacitación | Ganaderías | | | | | | | Promedio | D.E | P |
|--------------|------------|------|------|------|------|------|------|----------|------|--------|
| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | | | |
| C0 | 6.97 | 6.78 | 6.82 | 6.84 | 6.85 | 6.82 | 6.87 | 6.85 | 0.06 | 0.1339 |
| C1 | 6.85 | 6.79 | 6.88 | 6.86 | 6.85 | 6.85 | 6.86 | 6.85 | 0.03 | |
| C2 | 6.85 | 6.86 | 6.86 | 6.85 | 6.85 | 6.86 | 6.9 | 6.86 | 0.02 | |

La Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece un rango de 6.4 a 6.7 en cuanto al pH, basado en este dato se puede observar que los datos recolectados de las muestras tomada de vacas individuales se mantienen por encima de este rango.

La densidad presento diferencia significativa entre los grupos de capacitaciones como se muestra en el cuadro 7.

Cuadro 7 Resultados de análisis de densidad (gr/ml) tomada de vacas

| Capacitación | Ganaderías | | | | | | | Promedio | D.E | P |
|--------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|
| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | | | |
| C0 | 1.025 | 1.030 | 1.037 | 1.031 | 1.030 | 1.030 | 1.018 | 1.029 | 0.006 | 0.017 |
| C1 | 1.027 | 1.020 | 1.030 | 1.029 | 1.036 | 1.019 | 1.030 | 1.027 | 0.006 | |
| C2 | 1.017 | 1.031 | 1.030 | 1.022 | 1.020 | 1.027 | 1.031 | 1.025 | 0.006 | |

La Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece un rango de 1.028 a 1.033 a 15°C, se puede observar que solo los datos del grupo C0 cumplen con este parámetro, no a si los del grupo C1 que estuvo bajo con 0.001gr/ml y el grupo C2 con 0.003gr/ml.

3.4 Parámetros microbiológicos de muestra de vacas de individuales

El Recuento de mesófilos (UFC) mostro que hay diferencia significativa entre los grupos de capacitaciones como se muestra en el cuadro 8

Cuadro 8 Resultados de análisis de mesófilos en UFC/ml tomada de vacas

| Capacitación | Ganaderías | | | | | | | Promedio | D.E | P |
|--------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|--------|
| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | | | |
| C0 | 1,815 | 2,948 | 9,878 | 7,657 | 2,038 | 4,652 | 9,769 | 5,537 | 3,531 | 0.0017 |
| C1 | 2,477 | 6,311 | 5,392 | 4,136 | 5,241 | 8,146 | 4,783 | 5,212 | 1,764 | |
| C2 | 2,943 | 3,301 | 3,077 | 3,702 | 3,227 | 2,591 | 3,423 | 3,181 | 356 | |

La Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece, una clasificación en base al contenido microbiológico de la leche, se establece el grado A en un rango menor o igual a 300,000 UFC/ml, grado B en un rango mayor de 300,000 UFC/ml y menor o igual a 600,000 UFC/ml y grado C en un rango mayor de 600,000 UFC/ml y menor de 900,000UFC/ml. Basado en esto se puede observar que todas las muestras de todos los grupos se encuentran clasificadas como grado A.

En cuento a la prueba de reductasa (horas), no se encontró diferencia significativa entre los grupos de capacitaciones como se muestra en el cuadro 15.

Cuadro 1 Resultado de prueba de reductasa (Horas) tomada de vacas

| Capacitación | Ganaderías | | | | | | | Promedio | D.E | P |
|--------------|------------|------|------|----|----|----|------|----------|------|--------|
| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | | | |
| C0 | 6 | 6 | 5.85 | 6 | 6 | 6 | 5.85 | 5.96 | 0.07 | 0.1218 |
| C1 | 6 | 5.85 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5.98 | 0.06 | |
| C2 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6.00 | - | |

Según el acuerdo de suministro de leche cruda de vaca grado "A", establece una clasificación en base a horas según la prueba de reductasa, grado A mayor de 6 horas, grado B de 4 a 6 horas y grado C 2 a 4 horas, (SCGZNSV,2010). Basado en la Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece, una clasificación similar grado A 6 horas o más, grado B 4 horas y menos de 6 horas y grado C menos de 4 horas.

El Conteo de células somáticas (células/ml) mostro que no hay diferencia significativa entre los grupos de capacitaciones como se muestra en el cuadro 9

Cuadro 9 Resultado de CCS en (células/ml) tomada de vacas en miles.

| Capacitación | Ganaderías | | | | | | | Promedio | D.E | P |
|--------------|------------|----------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|--------|
| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | | | |
| C0 | 1,287.44 | 306.19 | 182.58 | 2,357.00 | 606.00 | 2,183.11 | 1,405.77 | 1,189.73 | 869.99 | 0.7319 |
| C1 | 977.94 | 1,180.54 | 950.19 | 3,109.22 | 195.00 | 1,545.94 | 909.12 | 1,266.85 | 907.40 | |
| C2 | 382.88 | 1,315.81 | 592.65 | 2,224.44 | 1,145.12 | 1,642.00 | 949.54 | 1,178.92 | 626.83 | |

La Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece: un conteo de células somáticas por mililitro máximo de 750,000. En base a esto se observa que todas las muestras de vacas individuales se encuentran por encima de este parámetro, pero se observa que a medida se incrementa el número de capacitaciones sobre el ordeño higiénico el conteo de células somáticas disminuya, generando una relación inversa mente proporcional.

La calidad de la leche tiene una relación directa con altos conteos de células somáticas (CCS), los cuales están relacionados con la mastitis subclínica, y la mastitis está íntimamente relacionada con las prácticas de ordeño. Los millones de bacterias que se encuentran en los cuartos de la ubre salen afuera durante el ordeño junto con la leche y en este momento contaminan las manos del ordeñador, baldes, jarrones de ordeño y los suelos (Gonzales C, 2015).

3.5 Parámetros nutricional de muestra de termos refrigerados

El resultado de la prueba de grasa mostro que hay diferencia significativa entre los grupos de capacitaciones como se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 20 Resultados de análisis de grasa en (%) tomada de termos

| Capacitación | Ganaderías | | | | | | | Promedio | D.E | P |
|--------------|------------|------|------|------|------|------|------|----------|------|--------|
| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | | | |
| C0 | 4.36 | 3.94 | 4.06 | 4.28 | 4.07 | 4.98 | 4.07 | 4.25 | 0.35 | 0.0433 |
| C1 | 4.11 | 3.36 | 3.09 | 2.89 | 3.58 | 5.54 | 4.14 | 3.82 | 0.90 | |
| C2 | 3.23 | 3.75 | 4.06 | 3.77 | 3.6 | 3.32 | 3.67 | 3.63 | 0.28 | |

Según el acuerdo de suministro de leche cruda de vaca grado "A", Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte de El Salvador, la leche debe ser entregada con un contenido de grasa de 3.8% (SCGZNSV,2010). Basado en esto se puede apreciar que los grupos en estudio cumplen con este parámetro.

No se encontró diferencia significativa en cuanto a la proteína entre los grupos de capacitaciones como se muestra en el cuadro 11

Cuadro 11 Resultados de análisis de proteína en (%) tomada de termos

| Capacitación | Ganaderías | | | | | | | Promedio | D.E | P |
|--------------|------------|------|------|------|------|------|------|----------|------|--------|
| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | | | |
| C0 | 3.88 | 3.7 | 3.62 | 3.84 | 3.02 | 3.1 | 2.92 | 3.44 | 0.41 | 0.2568 |
| C1 | 3.21 | 3.05 | 2.82 | 2.45 | 3.34 | 3.23 | 3.21 | 3.04 | 0.31 | |
| C2 | 2.71 | 3.1 | 3.21 | 3.08 | 3.24 | 3.15 | 2.8 | 3.04 | 0.21 | |

La Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece un valor mínimo de proteína 3.2%. se puede apreciar que solo las muestras del grupo C0 cumplen con este criterio en base a la normativa, sin embargo, cabe destacar que en este grupo la desviación estándar es mayor y esta disminuye en los grupos C1 y C2.

No se encontró diferencia significativa entre los grupos de capacitaciones según el resultado de la prueba de lactosa como se muestra en el cuadro 12

Cuadro 12 Resultados de análisis de lactosa en (%) tomado de termos

| Capacitación | Ganaderías | | | | | | | Promedio | D.E | P |
|--------------|------------|------|------|------|------|------|------|----------|------|--------|
| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | | | |
| C0 | 5.83 | 5.56 | 5.44 | 5.79 | 4.34 | 4.45 | 4.4 | 5.12 | 0.69 | 0.3605 |
| C1 | 4.83 | 4.6 | 4.08 | 3.52 | 4.59 | 4.86 | 4.64 | 4.45 | 0.48 | |
| C2 | 4.08 | 4.48 | 4.63 | 4.64 | 4.87 | 4.57 | 4.01 | 4.47 | 0.31 | |

Según Magariños H, 2000. La lactosa el componente más abundante entre los sólidos de la leche un 4.6%; es un disacárido compuesto por glucosa y galactosa. Basado en esto se observa que las muestras del grupo C0 cumplen con este requisito, pero posee la mayor desviación entre sus datos, los grupos C1 y C2 presenta una menor variación entre sus datos, pero no cumplen con el criterio según este autor,

En cuanto a los sólidos no grasos, no se encontró diferencia significativa entre los de capacitaciones grupos como se muestra en el cuadro 13

Cuadro 13 Resultados de análisis de sólidos no grasos en (%) tomado de termos

| Capacitación | Ganaderías | | | | | | | Promedio | D.E | P |
|--------------|------------|-------|------|-------|------|------|------|----------|------|--------|
| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | | | |
| C0 | 10.34 | 10.08 | 9.79 | 10.39 | 7.6 | 8.16 | 8.11 | 9.21 | 1.20 | 0.3578 |
| C1 | 8.74 | 8.46 | 7.45 | 6.44 | 8.38 | 8.98 | 8.49 | 8.13 | 0.89 | |
| C2 | 7.49 | 8.18 | 8.47 | 8.57 | 8.95 | 8.24 | 7.36 | 8.18 | 0.57 | |

Según el RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada, establece un mínimo de 8% de sólidos no grasos en la leche de vaca cruda. Se puede observar que todas las muestras tomadas de los tanques de refrigeración cumplen con este parámetro, siendo los que poseen menor desviación los del grupo C1, y C2, el de mayor desviación es el grupo C0.

3.6 Parámetros físico de muestra de termos refrigerados

El resultado de la prueba de acidez no se encontró diferencia significativa entre los grupos de capacitaciones como se muestra en el cuadro 14.

Cuadro 14 Resultados de análisis de acidez titulable en °D tomada de termos

| Capacitación | Ganaderías | | | | | | | Promedio | D.E | P |
|--------------|------------|----|----|----|----|----|----|----------|------|--------|
| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | | | |
| C0 | 13 | 14 | 15 | 15 | 14 | 14 | 15 | 14.29 | 0.76 | 0.2512 |
| C1 | 14 | 15 | 14 | 14 | 14 | 15 | 14 | 14.29 | 0.49 | |
| C2 | 14 | 14 | 14 | 14 | 13 | 14 | 14 | 13.86 | 0.38 | |

La Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece un rango de 14 a 17 de acidez titulable. Como se puede apreciar en los datos tomados de los tanques refrigerados, los del grupo C2 se encuentra 0.14°D por debajo del rango, con menor desviación entre los datos, los grupos C1 y C2 se encuentran dentro del rango con mayor desviación.

En la investigación de Calderón *et al.* (2012), se menciona que cuando la leche es almacenada sin refrigeración como ocurre en la mayoría de la región del Magdalena medio, el crecimiento bacteriano se ve favorecido ya que la población bacteriana se

incrementa cada 30 minutos y como consecuencia del metabolismo bacteriano, se presenta la acidificación de la leche.

Los resultados de análisis de pH no se encontró diferencia significativa entre los grupos de capacitaciones como se muestra en el cuadro 15.

Cuadro 15 Resultados de análisis de pH tomado de los termos

| Capacitación | Ganaderías | | | | | | | Promedio | D.E | P |
|--------------|------------|------|------|------|------|------|------|----------|------|--------|
| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | | | |
| C0 | 6.99 | 6.89 | 6.79 | 6.79 | 6.89 | 6.89 | 6.79 | 6.86 | 0.08 | 0.2512 |
| C1 | 6.89 | 6.79 | 6.89 | 6.89 | 6.89 | 6.79 | 6.89 | 6.86 | 0.05 | |
| C2 | 6.89 | 6.89 | 6.89 | 6.89 | 6.99 | 6.89 | 6.89 | 6.90 | 0.04 | |

Según la Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece un rango de 6.4 a 6.7 en cuanto al pH, se puede observar en los resultados que todos se encuentran por encima del rango de pH establecido por la normativa.

La densidad no mostro diferencia significativa entre los grupos de capacitaciones como se muestra en el cuadro 16

Cuadro 16 Resultados de análisis de densidad en (gr/ml) tomado de los termos

| Capacitación | Ganaderías | | | | | | | Promedio | D.E | P |
|--------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|--------|
| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | | | |
| C0 | 1.024 | 1.024 | 1.022 | 1.024 | 1.030 | 1.026 | 1.017 | 1.024 | 0.004 | 0.7974 |
| C1 | 1.019 | 1.018 | 1.024 | 1.021 | 1.028 | 1.018 | 1.028 | 1.022 | 0.004 | |
| C2 | 1.015 | 1.027 | 1.028 | 1.018 | 1.020 | 1.027 | 1.024 | 1.023 | 0.005 | |

De acuerdo con la Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece un rango de 1.028 a 1.033 a 15°C, se observa que todas las muestras tomadas los tanques refrigerados se encuentran dentro del rango que establece la normativa.

3.7 Parámetros microbiológicos de muestra de termos refrigerados

El recuento de mesófilos (UFC) no mostro diferencia significativa entre los grupos de capacitaciones como se muestra en el cuadro 17

Cuadro 17 Recuento de mesófilos en (UFC/ ml) de los termos en miles

| Capacitación | Ganaderías | | | | | | | Promedio | D.E | P |
|--------------|------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|----------|-------|--------|
| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | | | |
| C0 | 2.57 | 31.11 | 1.93 | 42.21 | 5.71 | 16.64 | 19.73 | 17.13 | 15.30 | 0.7319 |
| C1 | 2.82 | 15.36 | 26.27 | 10.59 | 4.46 | 4.46 | 9.18 | 10.45 | 8.23 | |
| C2 | 3.05 | 7.96 | 5.00 | 9.96 | 7.96 | 7.32 | 12.32 | 7.65 | 3.05 | |

Según la Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece, una clasificación en base al contenido microbiológico de la leche, se establece el grado A en un rango menor o igual a 300,000 UFC/ml, grado B en un rango mayor de 300,000 UFC/ml y menor o igual a 600,000 UFC/ml y grado C en un rango mayor de 600,000 UFC/ml y menor de 900,000UFC/ml.

La carga microbiana inicial de la leche está directamente relacionada con la limpieza de los utensilios, el almacenamiento de la leche y el transporte. Un conteo mayor de 400,000 UFC / ml indica deficiente higiene y desinfección de los ordeñadores, baldes, utensilios en contacto con la leche y equipo de ordeño (SAGARPA, 2009).

Tomado de referencia este criterio de la normativa se puede apreciar que todas las muestras tomadas del tanque de refrigeración cumplen con la clasificación A, sin embargo, se aprecia una considerable disminución de la carga microbiológica a medida incrementan la capacitación, presentado un comportamiento inversamente proporcional, a mayor capacitación en ordeño higiénico menor carga microbiológica posee la leche (Magariños H, 2000)

En cuanto a la prueba de reductasa (horas) no se encontró diferencia significativa entre los grupos de capacitaciones como se muestra en el cuadro 18

Cuadro 18 Resultado de prueba de reductasa (Horas) tomada de termos

| Capacitación | Ganaderías | | | | | | | Promedio | D.E | P |
|--------------|------------|----|----|----|----|----|----|----------|------|--------|
| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | | | |
| C0 | 6 | 4 | 6 | 4 | 6 | 6 | 6 | 5.43 | 0.98 | 0.1218 |
| C1 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6.00 | - | |
| C2 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6.00 | - | |

La Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece, una clasificación similar grado A 6 horas o más, grado B 4 horas y menos de 6 horas y grado C menos de 4 horas.

Según la investigación de, Preciada S, s.f., sobre Asesoría para el mejoramiento de la calidad de la leche en el Centro de acopio del municipio de TABIO existen algunos factores que pueden afectar el tiempo de reducción, entre ellos el tipo de microorganismo, el número de leucocitos y la tendencia de la leche a elevar los microorganismos hacia la superficie a medida que se va separando la crema en el tubo de prueba. Esta prueba no es muy apropiada para la evaluación de la calidad higiénica de las leches refrigeradas, debido a que se relaciona con el recuento de bacterias mesófilas (temperatura óptima: 25 a 40 °C) pero no con los psicrófilos (temperatura óptima: 10 a 20 °C) ni con las bacterias termodúricas (resisten la pasteurización). La presencia de antibióticos e inhibidores en leche distorsiona los resultados de la prueba

El conteo de células somáticas (células/ml) no presento diferencia significativa entre los grupos de capacitaciones como se muestra en el cuadro 19

Cuadro 19 Resultado de CCS en (células/ml) tomada de termos en miles.

| Capacitación | Ganaderías | | | | | | | Promedio | D.E | P |
|--------------|------------|----------|----------|----------|--------|----------|----------|----------|----------|--------|
| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | | | |
| C0 | 231.50 | 5,800.00 | 1,601.00 | 5,800.00 | 152.00 | 4,280.00 | 3,090.00 | 2,993.50 | 2,417.27 | 0.7319 |
| C1 | 357.00 | 764.50 | 714.50 | 3,440.00 | 107.50 | 5,641.00 | 5,680.00 | 2,386.36 | 2,492.92 | |
| C2 | 201.00 | 873.00 | 864.00 | 5,746.00 | 595.00 | 5,708.00 | 3,020.00 | 2,429.57 | 2,425.61 | |

La calidad de la leche tiene una relación directa con altos conteos de células somáticas (CCS), los cuales están relacionados con la mastitis subclínica, y la mastitis está

íntimamente relacionada con las prácticas de ordeño. si bien los valores límites del Recuento de Células Somáticas varían en distintos países, se considera que por encima de las 500,000 células/ml se trata de leche proveniente de un sistema productivo con alta prevalencia de infecciones intramamarias y es, por lo tanto, considerado como un hato problema (Gonzales C, 2015).

4. Conclusiones

Los parámetros nutricionales (grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos) de las muestras tomadas de vacas individuales no se vieron influenciadas por el grado de capacitación en ordeño higiénico de cada una de las ganaderías.

Los parámetros físicos (acidez y pH), vario pasivamente logrando disminuir un 0.13°D en promedio en los valores de acidez pasado de 14.35°D a 14.22°C y un incremento de 0.01 unidades de pH en promedio pasando de 6.85pH a 6.86pH.

El recuento de mesófilos se redujo con las capacitaciones, llegando a reducir en promedio en un 42.55%, logrando llevar el recuento de 5,537UFC/ml a 3,181UFC/ml. EL CCS de las muestras de vacas individuales disminuyo hasta en 7% células/ml. De un coteo de 1,266,850 células/ml, al final del estudio se lograron 1,178,920 células/ml.

Los resultados de los parámetros nutricionales (grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos) de las muestras tomadas de los termos de cada una de las ganaderías presento una tendencia a la baja, no se observó efecto de las capacitaciones en ordeño.

La acidez de las muestras tomadas de los termo refrigerados se redujo en promedio 3%, logrando pasar de 14.29°D a 13.86°D y el valor de pH incremento en 0.04 unidades logrando valores de 6.90pH.

El conteo de microbiológico mesófilos disminuyó en promedio un 55%, de un conteo de 17,130 UFC/ml a un conteo de 7,650UFC/ml. El conteo de células somáticas de las muestras se redujo en promedio un 20%, esto significó pasar de 2,993,500 células/ml a 2,429,570 células/ml.

5.Recomendaciones.

Establecer un programa de capacitaciones continuas para los miembros de la sociedad cooperativa ganadera de la zona norte, en donde se concienticé sobre la importancia del ordeño higiénico y el adecuado manejo de la leche.

Incorporar más aspectos técnicos al acuerdo de suministro de leche cruda de vaca grado "A", basado en los reglamentos y normativas vigentes, para proporcionar productos con mayor calidad, tales como criterios microbiológicos, y conteo de células somáticas.

La Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 de leche cruda debe ser actualizada incorporar parámetros nutricionales, tales como los sólidos no grasos.

6.Bibliografía.

- Alais, C. 1984. Ciencia de la Leche. Principios de Técnica Lechera, MX. Continental. 583 p.
- AOAC (Association of official analytical chemists). 2000. Official methods of analysis collection of milk laboratory sample. p. 4.

- Calderón A y Rodríguez V. 2008. Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano cundiboyacense (Colombia), Colombia, 8 p.
- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). 2006. Norma Salvadoreña Obligatoria 67.01.01.06 "Leche Cruda de vaca". CONACYT. San Salvador, SV. p. 3.
- Gonzales C, 2015. Buenas Prácticas de Ordeño. CARITAS, Perú P34
- SCGZNSV (Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte de El Salvador), 2010, ACUERDO DE SUMINISTRO DE LECHE CRUDA DE VACA GRADO "A". Chalatenango, El Salvador P3.
- Horizon, 2000. Tomado del Manual de usuario del aparato Ekomilk, Bulgaria p.10.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador).2003. Diagnóstico De Los Recursos Zoogenéticos En El Salvador. San Salvador. p.75
- Magariños H, 2000. Producción higiénica de la leche cruda, Valdivia, Chile p.104
- Negri Livia,2005. Manual de Referencias técnicas para el logro de leche de calidad. 2º ed. INTA. P7
- Preciada S, s.f., Asesoría para el mejoramiento de la calidad de la leche en el Centro de acopio del municipio de TABIO, Colombia P84.
- RTCR, (Reglamento Técnico de Costa Rica) 2006: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada, p 20.
- SAGARPA (Secretaria De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentación), 2009, Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en Unidades de Producción de Leche Bovina, México, P112.