

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA

CALIDAD DE LA LECHE FLUIDA DE VACA QUE SE PRODUCE EN
LA ALDEA DE ENTRE RIOS, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS,
IZABAL.



ELIO RENATO SOLARES RAMÍREZ

CHIQUMULA, GUATEMALA, ABRIL DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA

CALIDAD DE LA LECHE FLUIDA DE VACA QUE SE PRODUCE EN
LA ALDEA DE ENTRE RIOS, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS,
IZABAL.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

ELIO RENATO SOLARES RAMÍREZ

Al conferírsele el título de

ZOOTECNISTA

En el grado académico de

LICENCIADO

CHIQUMULA, GUATEMALA, ABRIL 2016

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA**



RECTOR
Dr. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Representante de profesores:	M.Sc. José Leónidas Ortega Alvarado
Representante de profesores:	Lic. Zoot. Mario Roberto Suchini Ramírez
Representante de graduados:	Lic. Zoot. Oscar Augusto Guevara Paz
Representante de estudiantes:	Br. Carla Marisol Peralta Lemus
Representante de estudiantes:	PAE. Alberto José España Pinto
Secretaria	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADEMICAS

Coordinador Académico:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Córdón
Coordinador de Carrera:	Lic. Zoot. Merlin Wilfrido Osorio López

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACION

Presidente:	M.C. Raúl Jáuregui Jiménez
Secretario:	M.Sc. Baudilio Cordero Monroy
Vocal:	M.Sc. Carlos Alfredo Suchini Ramírez

TERNA EVALUADORA

M.V. Gustavo Adolfo López Martínez
M.V. Walter Archila Córdón
Lic. Zoot. Luis Fernando Córdón Córdón

Chiquimula, abril 2016

Señores Miembros

Honorables del Consejo Universitario ,

Centro Universitario de Oriente

Su despacho

Respetables señores

En cumplimiento a lo establecido en las normas del Centro Universitario de Oriente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes, el trabajo de graduación titulado **"calidad de la leche fluida de vaca que se produce en la aldea de Entre Ríos, municipio de Puerto barrios, Izabal"**

Como requisito previo a optar al título profesional de Zootecnista en el grado académico de licenciado.

Esperando que el presente trabajo de investigación, llene los requisitos para su aprobación.

Atentamente

A handwritten signature in purple ink, consisting of stylized initials and a surname, positioned above the printed name.

Elio Renato Solares Ramírez

Chiquimula, marzo de 2016

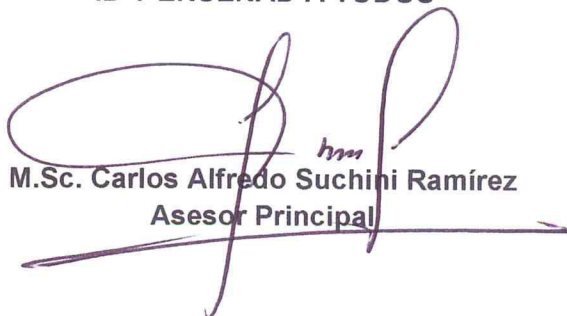
Señor Director:
Nery Waldemar Galdámez Cabrera, M. Sc.
Centro Universitario de Oriente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director.

En atención a la designación efectuada por la Comisión de Trabajos de Graduación, de la Carrera de Zootecnia para asesorar al estudiante **Elio Renato Solares Ramírez**, en el trabajo de graduación intitulado: **"CALIDAD DE LA LECHE FLUIDA DE VACA QUE SE PRODUCE EN LA ALDEA DE ENTRE RÍOS, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS IZABAL"**. Tengo el agrado de dirigirme a usted, para informarle que he procedido a revisar y orientar a la mencionada sustentante sobre el contenido de dicho trabajo.

En ese sentido, el tema desarrollado contribuye a promover el mejoramiento de la calidad de la leche para consumo y para procesamiento en el municipio de Puerto Barrios Izabal. Por lo que en mi opinión este trabajo reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes; razón por la cual recomiendo su aprobación para su sustentación en el Examen General Público, previo a optar al título de Zootecnista en el grado académico de Licenciado.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



M.Sc. Carlos Alfredo Suchini Ramírez
Asesor Principal

D-TG-Z-025/2016

EL INFRASCrito DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el documento de la investigación que efectuó el estudiante **ELIO RENATO SOLARES RAMÍREZ** titulado **“CALIDAD DE LA LECHE FLUIDA DE VACA QUE SE PRODUCE EN LA ALDEA DE ENTRE RIOS, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, IZABAL**, trabajo que cuenta con la aprobación de la Comisión de Trabajos de graduación de la carrera de Zootecnia. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como Trabajo de Graduación, a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de Zootecnista.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a once de abril de dos mil dieciséis.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera

**DIRECTOR
CUNORI - USAC**



c.c. Archivo

NWGC/ars

ACTO QUE DEDICO

- A Dios** Por haberme permitido llegar hasta este punto tan importante en mi vida así mismo por la salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.
- A mis padres** **Mariano Solares y Blanca Ramírez** por haberme brindado todo el apoyo necesario en todo momento, tanto moral como económico; por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien y por el gran amor y cariño que me demuestran cada día.
- A mis hermanos** **Jairo, Claudia Solares** por ser ejemplo de unos hermanos mayores de la cual he aprendido aciertos y de momentos difíciles que ha sido de mucho enseñanza en mi vida para poder aprender de ellos, por su apoyo moral y amor sincero demostrado a cada momento.
- A mi hermano** **Romario Solares**, por ser esa persona que siempre ha creído en mí, por ser ese apoyo que tanto he necesitado en cada momento, por tenerme mucha paciencia y ser un ejemplo de persona y hermano en mi vida.
- A mis sobrinos** Por ser la luz de felicidad que iluminó grandemente nuestra casa, por ese carisma y amor que tienen cada uno de ellos.
- A mi novia** Por estar conmigo y brindarme el apoyo necesario que he necesitado para poder alcanzar cada una de mis metas, por demostrarme su cariño y paciencia todos los días.
- A mis tios** **Byron Solares y Álvaro Jiménez** por ser ejemplos de personas que DIOS ha puesto en mi vida, por el apoyo e

inspiración a seguir adelante para poder ser un profesional con éxito.

A mis amigos

Que me brindaron su apoyo en cada momento para mi formación profesional la cual fue de motivación para poder hacer bien las cosas y haberme podido graduar en el menor tiempo posible.

A Clarita

Por ser una gran persona, por apoyarme en todo momento y demostrarnos su gran amor y cariño para cada uno de la familia.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A MIS PADRES

Por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaron en todo momento. Gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto se los debo a ustedes.

A MIS HERMANOS

Por estar conmigo, por apoyarme siempre y hacerme saber que todo en la vida se puede lograr.

A MIS ASESORES

Lic. Zoot. Carlos Suchini y Lic. Byron Solares por su tiempo tan valioso que me dedicaron para poder apoyarme en el presente trabajo, por la paciencia y de dedicación que me brindaron la cual no fue en vano ya que se está viendo reflejado en este día tan especial en mi vida.

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE

Por brindarme la oportunidad y el privilegio de poder estudiar la carrera de Zootecnista.

**A LA CARRERA DE
ZOOTECNIA**

Por ser parte de mi formación académica, por brindarme los conocimientos necesarios que fueron de ayuda para poder alcanzar la formación profesional.

**A MIS
CATEDRATICOS**

Por esa paciencia y conocimientos que brindaron en cada curso la cual sé que será de mucha ayuda en mi vida profesional.

A todas las personas e instituciones que me apoyaron en la realización de esta investigación no me queda más que darles infinitamente gracias.

INDICE

Contenido	Pagina
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
III. JUSTIFICACIÓN	3
IV. OBJETIVOS	4
4.1. General	4
4.2. Específicos	4
V. MARCO TEÓRICO	5
5.1 Historia de la leche de vaca	5
5.2 La leche de vaca	5
5.3 Composición química de la leche	6
5.3.1 Agua	6
5.3.2 Proteína	6
5.3.3 Grasa	8
5.3.4 Vitaminas	9
5.3.5 Minerales	9
5.3.6 Componentes inmunes	10
5.3.7 Células en la leche	11
5.4 Componentes indeseables en la leche	12
5.4.1 Bacterias	12
5.4.2 Pesticidas	12
5.4.3 Detergentes y desinfectantes	13
5.5 Variaciones en la composición de la leche	13
5.6 Propiedades físicas de la leche	14
5.6.1 Color	14
5.6.2 Densidad	14
5.6.3 Punto de congelación	15
5.6.4 pH	15
5.6.5 Estabilidad al calentarse	15
5.7 Efectos en la salud pública	16

5.8 Fundamentos para el pago de leche según calidad	17
5.9 Aplicación simultanea	18
5.10 Uniformidad	18
5.11 Ajuste permanente	18
5.12 Claridad y difusión	19
5.13 Medidas técnicas	19
5.14 Responsabilidad sobre la calidad	19
5.15 Papel del Estado	19
5.16 Recepción de la leche	21
VI. METODOLOGIA	22
6.1 Localización	22
6.2 población y muestra	22
6.3 recolección de muestras	23
6.4 Variables a medir	23
6.5 Variables a evaluar	23
6.6 Análisis estadístico	24
VII. RESULTADOS Y DISCUCIONES	25
7.3 Propuesta de manejo	29
VIII. CONCLUSIONES	32
IX. RECOMENDACIONES	33
X. BIBLIOGRAFÍA	34
XI. APENDICE	38

INDICE DE CUADROS

CUADRO	En texto	Página
5.1	Características químicas y físicas: Couguanor NGO 34244	
7.1	Resultados de análisis físico de la leche realizado en la finca y en el centro de acopio	25
7.2	Características de análisis químico de la leche en la finca y en el centro de acopio	27
7.3	Características de las instalaciones y manejo del ordeño	29
7.4	Características sanitarias de las vacas sujetas a investigación de la aldea Entre Ríos, Puerto Barrios, Izabal.	30
	En apéndice	
9.1	Boleta para recolección de información de las fincas	38
9.2	Localidades de las fincas que fueron analizadas en el municipio de Puerto Barrios, Izabal.	39

Solares Ramírez, ER. 2016. Calidad de la leche fluida de vaca que se produce en la aldea de Entre Ríos, Municipio de Puerto Barrios, Izabal. Tesis Lic. Zoot. Chiquimula, GT, USAC. 50P.

RESUMEN

El estudio se realizó como una contribución de la Carrera de Zootecnia del Centro Universitario de Oriente, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a la solución de los problemas de los productores de leche de la Aldea Entre Ríos, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, dentro de las acciones de la Comisión de Trabajos de Graduación.

El propósito del trabajo de investigación fue evaluar la calidad de la leche fluida de vaca, en función de sus características físicas y químicas. Adicionalmente se desarrolló una propuesta destinada a mejorar las deficiencias encontradas en las fincas evaluadas.

La información se obtuvo del muestreo y análisis de leche en 35 fincas y en el centro de acopio comercial ubicados dentro de la jurisdicción de la aldea Entre Ríos. Dentro de estos se incluye pruebas de laboratorio, el paso de una boleta y análisis estadísticos con pruebas no paramétricas tales como las tablas de frecuencias y t de student.

Los hallazgos más importantes en la calidad de la leche reflejan comportamientos estadísticos similares para las variables, densidad, punto de congelación y conductividad; no obstante, la temperatura presentó diferencia, ésta causada por el tiempo transcurrido entre el ordeño y el transporte al centro de acopio. También se determinó una relación adecuada entre los sólidos de la leche y el agua presente en la leche debido a que la densidad identificada se encuentra de los rangos normales. Adicionalmente, se encontró que el punto de congelación está dentro del rango normal, la conductividad levemente baja. Dentro de las características químicas se reportan valores similares estadísticamente en cuanto a sólidos no grasos, proteína y pH; no obstante la grasa es mayor en el centro de acopio. Además, se encontraron los niveles de lactosa levemente por debajo de lo normal.

Finalmente, se determinó a través de la prueba de alcohol y bandas reactivas proporcionaron resultados negativos en todos los casos analizados.

En ese contexto, de acuerdo a las deficiencias encontradas en la finca se recomienda promover el uso de tanques de enfriamiento para el transporte de la leche, capacitar a los involucrados en el ordeño sobre el manejo del ordeño en forma higiénica y proporcionar a los mismos un manual práctico del ordeño y promover el uso de pruebas periódicas de California Mastitis Test, brucelosis y tuberculosis.

Palabras claves: leche fluida, análisis, calidad, higiene, sanidad.

I. INTRODUCCIÓN

La leche es uno de los productos naturales más valiosos y más antiguos que constituyen parte de la cadena alimenticia. Los productos alimenticios son sustancias destinadas a satisfacer las necesidades nutritivas o a ser consumidos por placer. Como producto de consumo humano es sumamente importante que cumpla con características y normas sanitarias adecuadas que eviten comprometer la salud de sus consumidores y su precio en el mercado.

El producto proveniente de las explotaciones lecheras toma diferentes destinos: la que se canaliza a las plantas formalmente establecidas, la que va en forma directa al consumidor y aquella que se canaliza a la industria informal (productos artesanales).

En este contexto, el trabajo que a continuación se plantea tiene como propósito evaluar la calidad higiénica de la leche que se produce y se consume en la aldea Entre Ríos, municipio de Puerto Barrios, Izabal. El estudio pretende determinar la calidad en función de dos criterios, el primero se refiere a la calidad higiénica de la leche basada en la acidez, adulteración con agua y residuos de antibiótico; el segundo se refiere a determinar la composición físico-química en base a su contenido de proteína, grasa, sólidos no grasos y densidad. Finalmente, se procedió a analizar las deficiencias encontradas para elaborar una propuesta que mejore la situación actual de la producción láctea en la zona.

Con esta información se pretende beneficiar a los productores que se esfuerzan para producir leche, poniendo a disposición información básica que sirva para conocer la condición de sus productos lácteos y de acuerdo a esto corregir las deficiencias para obtener mejores precios que garanticen una mejor productividad y calidad para sus sistemas.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción bovina lechera es una de las actividades más importantes en Guatemala, no obstante; esta actividad ha decrecido considerablemente en el municipio de Puerto Barrios departamento de Izabal por diferentes razones. La primera y principal causa está relacionada con el precio, el cual se encuentra por debajo de los costos de producción, afectando seriamente la productividad de los sistemas lecheros de la región. La otra causa es el desconocimiento de los productores sobre la calidad higiénica y composición química de la leche que se produce, lo que no les permite exigir mejores precios al garantizar una mejor calidad.

Es necesario entonces, poner en marcha estudios que permitan determinar la condición actual de la calidad de leche que se produce y distribuye para consumo humano en esta zona, para poder corregir deficiencias y garantizar a la población un producto de alta calidad.

III. JUSTIFICACIÓN

El departamento de Izabal es una de las zonas ganaderas más importantes del país, en donde muchos de los ganaderos se dedican a la producción de leche y sus derivados, especialmente aquellos que tienen sus fincas cerca de las áreas urbanas. Sin embargo, se ven afectados por el comportamiento del mercado, el cual no les permite obtener precios estables durante todo el año. Por otro lado, no se motiva a productores y empresarios a mejorar la calidad de la leche para exigir mejores precios por sus productos, precios que compensen los costos de producción para obtener mejores utilidades.

Las prácticas inadecuadas de manejo, el mal sistema de alimentación, ordeño, la incidencia de mastitis y el uso incorrecto de productos químicos para su control, ponen en duda la calidad de la leche que se producen factores que influyen negativamente en la salud de los consumidores y en la productividad de sus sistemas.

Todo lo anterior sirvió para que los productores lecheros de la zona en mención se organizaran y preocuparan por desarrollar actividades de mejora en sus sistemas, con el fin de obtener productos lácteos de buena calidad y por consiguiente mejores precios.

En consecuencia, es importante ejecutar estudios orientados a determinar la calidad de la leche que se producen en esta zona. Asimismo, es importante desarrollar una propuesta de manejo destinada a mejorar las deficiencias encontradas en las diferentes fincas evaluadas.

IV. OBJETIVOS

4.1 General

Evaluar la calidad de la leche fluida de vaca producida en la aldea Entre Ríos del municipio de Puerto Barrios, Izabal.

4.2 Específicos

Determinar la calidad de la leche en función de sus características físicas y químicas más importantes (grasa, sólidos no grasos, proteína, lactosa, agua añadida, presencia de antibióticos, densidad, punto de congelación, pH, conductividad y temperatura).

Elaborar una propuesta de manejo destinado a mejorar las deficiencias encontradas en las fincas con problemas de la calidad de la leche.

V. MARCO TEÓRICO

5.1 Historia de la leche de vaca

Aunque no se sabe a ciencia cierta cuando tuvo su origen el consumo de leche de animales domésticos, existe evidencia de vacas que fueron ordeñadas hace 9 mil años antes de Cristo. En varias partes de la Biblia se hace referencia a leche, mantequilla y queso. La estampa más antigua de ordeño está en un panel de piedra de cuatro pies de largo, en el cual aparecen vacas con sus becerros, hombres que las ordeñan y unas jarras altas en las cuales echan la leche ordeñada. Este panel se encontró en las ruinas de un templo e cerca de Babilonia y se estima que tiene entre 5,500 a 6,000 años de hecho

Por otra parte, griegos y romanos, hace 1,550 años antes de Cristo y 750 años antes de Cristo, respectivamente muestran que la leche, mantequilla y queso eran todos artículos esenciales en la dieta diaria de la población. Los romanos utilizaban los productos lácteos como artículos importantes para el comercio. Desde Roma, el conocimiento de los productos lácteos se esparció por toda Europa. Las vacas lecheras se encontraban por toda Europa desde el principio de la Era Cristiana. Las vacas y sus productos eran tan importantes para estos pueblos, que la prosperidad y riqueza se medían en términos de cantidad de ganado (Molina, 2001).

5.2 La leche de vaca

La leche se considera un producto del ordeño higiénico, regular, completo e gininterrumpido de hembras sanas, íntegro, no alterado, que no contenga calostro que esté exento de color, sabor y consistencias anormales. Es un alimento casi perfecto, debido a la cantidad y proporción en que se encuentran los diferentes nutrientes que esta posee en forma natural. El principal propósito de la leche es proveer de nutrientes y de protección a los animales lactantes, hasta que sean capaces de consumir alimentos sólidos (Revilla, 1982).

5.3 Composición química de la leche

5.3.1 Agua

El agua es la fase dispersante, en la cual los glóbulos grasos y demás componentes de mayor tamaño se encuentran emulsionados o suspendidos. Las sustancias proteicas se encuentran formando un coloide en estado de “sol” liófilo (caseína y globulina) o liófilo (albúmina), mientras que la lactosa y las sales se hallan en forma de solución verdadera. El peso específico de la leche oscila entre 1.027 y 1.035, con una media de 1.032. El punto de congelación se encuentra por término medio entre -0.54°C y -0.55°C (valores límites: -0.51°C y -0.59°C) en virtud de la lactosa y sales disueltas; la técnica de su determinación se llama crioscopia y ha sido también adoptada en el examen de la leche para determinar posibles adulteraciones por adición de agua. También puede influir sobre el punto de congelación de la leche la acidificación, en cuyo caso el punto crioscópico disminuye. El calentamiento de la leche origina la elevación del punto de congelación. (Agudelo y Bedoya, 2005)

5.3.2 Proteína

Dentro de los compuestos orgánicos uno de los más complejos es el que está formado por las proteínas. Desde el punto de vista nutricional las proteínas constituyen las más importantes de la leche por ser vitales para la vida; desde el aspecto industrial la proteína juega un papel preponderante en la manufactura de quesos ya que forma casi el 30% de estos productos. Las proteínas de la leche están formadas por 78% de caseína, 17% de proteínas del suero y 5% de sustancia nitrogenada no proteicas (Revilla, 1982).

5.3.2.1 Caseína

La caseína constituye el 80% de la proteína de la leche. La caseína se libera de las células secretorias dentro de la leche como “micelas” que son complejos o grupos de varias moléculas de caseína unidas entre sí por fosfato de calcio u otras sales. Existen tres tipos importantes de caseína (llamadas α , β , κ caseína) la proporción más larga (77%) es α -caseína; α - y β -caseína posee una molécula de hidrato de carbono adosada. La caseína

no se encuentra afectada por el calentamiento permanece bastante estable a lo largo de la pasteurización; aun así, cambios en la acidez de la leche rompen la estructura de las micelas y hacen que la caseína se precipite y forme un coágulo.

En el ternero recién nacido, los ácidos del estómago y la enzima renina precipitan a caseína permitiendo una digestión eficiente de la proteína por medio de enzimas proteolíticas. Las caseínas son ricas en aminoácidos esenciales (aquellos aminoácidos que el cuerpo no puede sintetizar) y contribuyen los mismos a la formación de proteína del recién nacido en crecimiento. El hecho de que las micelas de caseína se unan al ternero recién nacido obtenga suficiente calcio y fósforo para el crecimiento de sus huesos (Wattiaux, 1995).

5.3.2.2 Proteínas séricas

Las proteínas séricas se encuentran en solución en la fracción acuosa de la leche a diferencia de la caseína que se encuentra suspendida en micelas. Las proteínas séricas incluyen aquellas específicas para la leche y aquellas que se encuentran también en el suero. Las proteínas séricas generalmente se encuentran más afectadas por el calor y menos afectadas por los cambios de acidez que las caseínas. A medida que la leche se calienta, las proteínas séricas tienden a adherirse a las micelas de caseína

La a-lactoalbúmina se encuentra en todas las especies y provee además de aminoácidos esenciales. En la glándula mamaria, la a-lactoalbúmina es un precursor importante de la enzima lactosa-sintetasa que sintetiza la lactosa. Por lo tanto, a.lactoalbumina es un factor importante al determinar el grado de producción de lactosa, que a su vez determina el volumen de leche producida. La b-lactoglobulina se encuentra en la leche de las especies unguladas (bovinos, porcinos y ciervos) y parece ser la principal fuente de aminoácidos para el recién nacido, la albúmina y las inmunoglobulinas en la leche reflejan concentraciones de las mismas sustancias en la sangre; en la leche no se encuentran inmunoglobulinas específicas.

Las enzimas presentes en la leche desempeñan un gran número de funciones. Con el tiempo las lipasas y proteasas pueden atacar la grasa y proteínas de la leche en sí y ser

responsables por la pérdida de sabor y el cambio de las características a medida que estas sustancias se degradan. Una de las funciones de la pasteurización es la de inactivar estas enzimas. La fosfatasa alcalina, se utiliza para indicar una pasteurización inadecuada (Wattiaux 1995).

5.3.2.3 Nitrógeno no proteico

El nitrógeno no proteico es responsable solo del 6% del nitrógeno de la leche. Comprende aminoácidos, urea y otras sustancias nitrogenadas no-proteicas, sustancias que típicamente se encuentra en la sangre (Wattiaux 1995).

5.3.3 Grasa

Los lípidos, que están compuestos por ácidos grasos, son las sustancias que comúnmente conocemos como “grasas” y “aceites”. Ellos forman la membrana que rodea las células y también se utilizan como reserva energética: cuando se agotan los hidratos de carbono, la célula utiliza los lípidos como fuente de energía. Los lípidos o grasas tienen varios propósitos en la alimentación. El más importante es el de abastecimiento de energía. Además, ayudan a que la alimentación sea más sabrosa, proporcionan ácidos grasos esenciales y transportan las vitaminas A, D, E y K. Los ácidos grasos de la leche (palmítico, oleico, esteárico, y triglicéridos de los ácidos mirístico, butírico, etc.) se presentan como glóbulos grasos. Como estos son las partículas más grandes de la leche, y las más livianas, tienen una tendencia natural a flotar una vez que se deja reposar la leche por un tiempo. Los ácidos grasos de los lípidos normalmente se combinan con glicerol para dar origen a los triglicéridos. La leche cruda contiene en promedio 3,4 % de grasa (denominada “butirosa”), que aporta 9 kilocalorías por gramo. Pero, a través del proceso industrial de estandarización de la grasa, el consumidor puede disponer de productos denominados “enteros” (contienen 3 % mínimo de materia grasa), “parcialmente descremados” (1,5-2 % de materia grasa) y “totalmente descremados” (0,3 % máximo de materia grasa) (Mastellone, 2000).

5.3.4 Vitaminas

La leche contiene vitaminas como la A, D, E, K, B1, B2, B6, B12, C, carotenos, nicotinamida, biotina, ácido fólico, su concentración está sujeto a grandes oscilaciones. El calostro posee una extraordinaria riqueza vitamínica, contiene de 5 a 7 veces más vitamina C y de 3 a 5 veces más vitaminas B2, D y E que la leche normal. También influye la época del año, tiempo atmosférico, ambiente y la alimentación; este último factor repercute especialmente en los carotenos y en la vitamina A como consecuencia de la abundante ingestión de carotenos cuando la base de la alimentación son forrajes frescos. La vitamina E por su parte es 10% más abundante en épocas en que el ganado tiene acceso a forraje más toscos, lo cual posiblemente dependa del mayor contenido graso de la leche en verano. Por lo general, la concentración de las vitaminas hidrosolubles se conserva constantemente. En la vitamina C se observan fluctuaciones dependiendo de la alimentación. Son variadas las influencias de la manipulación de la leche sobre su contenido vitamínico ya que en el simple almacenamiento se producen pérdidas de vitaminas, dependientes de la temperatura y de las radiaciones lumínicas (Agudelo y Bedoya, 2005).

5.3.5 Minerales

Prácticamente todos los minerales del suelo, de donde se ha alimentado la vaca, están presentes en la leche. De los minerales presentes en la leche, el calcio es el más significativo desde el punto de vista nutricional. Está presente en forma abundante y fácilmente asimilable por el organismo. Estudios dietéticos han mostrado que las deficiencias de calcio en nuestras dietas son debidas al bajo consumo de leche. Se torna difícil planear una dieta adecuada sin el concurso de productos lácteos. El tenor de fósforo también es considerable en la leche pero de menor importancia nutritiva que el calcio ya que puede ser proveído por otras fuentes alimentarias comunes. La leche es relativamente pobre en hierro y cobre.

Cenizas y sales de la leche no son términos sinónimos. Las primeras son el residuo blanco que permanece después de la incineración de la leche a 600 °C y están

compuestas por óxidos de sodio, potasio, calcio, hierro, fósforo y azufre, más algo de cloruro. El azufre y fracciones de fósforo y hierro, proceden de las proteínas. Las sales de la leche son fosfatos, cloruros y citratos de potasio, sodio, calcio y magnesio. Los cloruros de sodio y los de potasio están totalmente ionizados, mientras que los fosfatos de calcio, magnesio y citrato están, una parte en forma soluble y otra en forma de complejos coloidales en equilibrio, muy débil, con el complejo caseína. Aproximadamente dos tercios del contenido total de calcio de la leche adoptan una configuración coloidal dispersa y solo un décimo de él se haya ionizado. El estado de equilibrio entre el calcio iónico y las formas ligadas o en complejos desempeña un papel importante en la estabilidad física de los productos lácteos elaborados. Por acidificación, se ioniza más calcio y ello contribuye a la desestabilización de la caseína. Por diálisis, se disocia el complejo calcio-fosfato y libera las unidades micelares. Las elevadas temperaturas desplazan el equilibrio hacia la formación de complejos, con lo que se disminuye la concentración de las especies iónicas y aumenta la estabilidad del sistema caseína. Además de las sales mayoritarias, la leche contiene trazas de otros muchos elementos, que reflejan en cierto grado, las características del alimento consumido. Algunos de estos elementos, como molibdeno y hierro, forman parte de las enzimas (Zavala, 2005).

5.3.6 Componentes inmunes

La leche posee proteínas llamadas inmunoglobulinas que son producidas por los linfocitos (células blancas de la sangre) localizados en el bazo y los ganglios linfáticos. Las inmunoglobulinas son una de las principales defensas contra los organismos infecciosos (virus, bacterias, etc.) mientras que el bebé humano recibe las inmunoglobulinas que lo protegen durante los dos primeros meses de vida por transferencia a través de la placenta de la madre, la ruta principal para el ternero recién nacido para recibir las inmunoglobulinas de la madre es la leche.

Las concentraciones de inmunoglobulinas son especialmente altas al comienzo de la lactancia, decreciendo rápidamente luego de 48 horas. La primera leche es llamada calostro y es de vital importancia para el ternero, esto es llamado ç“inmunidad pasiva” y protege al lactante hasta que su propio sistema inmunitario pueda desarrollar una

inmunidad “activa” mediada por sus propias células inmunes. El calostro bovino contiene una clase especial de inmunoglobulina llamada “IgG” o inmunoglobulina G. La IgG no se produce en el tejido mamario pero transfiere directamente del suero sanguíneo a la leche. El ternero puede absorber mejor las inmunoglobulinas inmediatamente después del nacimiento. La capacidad de absorción decrece a casi cero a las 36 horas de edad. Por lo tanto, el calostro debe de ser suministrado al ternero lo más pronto posible luego del nacimiento. Esto se debe a que el ternero no produce cantidades importantes de ácido clorhídrico. En su mucosa gástrica en las primeras 12 horas de vida, de manera que las inmunoglobulinas en el calostro no son dañadas. El calostro posee también inhibidores de otras enzimas digestivas abomasales que facilitan la absorción. Mamar calostro, como mínimo, duplicara las oportunidades de sobrevivencia del lactante. Las inmunoglobulinas del calostro son estables en el torrente circulatorio del ternero por 60 días, otorgando protección hasta que el propio sistema inmune sea funcional.

El calostro es de vital importancia para el ternero recién nacido, pero también carece de valor comercial ya que no es aceptado dentro de la colección de la leche para consumo humano, de manera que la leche producida por la vaca luego de parir no debe incluirse dentro de la leche para vender. El calostro puede almacenarse congelado para administrarse a otros terneros (Wattiaux, 1995).

5.3.7 Células en la leche

El recuento de células somáticas (RCS) se utiliza corrientemente como una medida de calidad de la leche. Las células somáticas son simplemente células del cuerpo animal, presente a bajo niveles en la leche normal. Altos niveles en la leche son indicativos de una leche anormal, de calidad disminuida, causada por una infección bacteriana intramamaria (mastitis) (Butendieck, 1997)

5.4 Componentes indeseables en la leche

5.4.1 Bacterias

Cuando la leche es segregada en la ubre es virtualmente estéril. Pero incluso antes de abandonarla es infectada por bacterias que entran a través del canal del pezón. Estas bacterias son normalmente inofensivas y reducidas en número: sólo unas pocas decenas o centenares por mililitro (300 – 1500 bacterias/ml).

Sin embargo, en casos de inflamación bacteriana de la ubre (mastitis), la leche es fuertemente contaminada con bacterias y puede incluso no ser apropiada para su consumo, sin hacer mención del propio sufrimiento de la vaca. Hay siempre una cierta concentración bacteriana en el canal del pezón, pero la mayor parte de las bacterias se eliminan al comienzo del ordeño. Es conveniente separar en otro recipiente los primeros chorros de leche que salen de la ubre, ya que son ricos en bacterias (Richard, 2000)

La leche puede contener residuos o sustancias aplicadas a animales o a su ambiente, incluyendo antibióticos y pesticidas. Los antibióticos aplicados ya sea dentro de la ubre o intramuscular, son absorbidos por los tejidos y re-excretados dentro de la leche a lo largo de varios días. Los antibióticos pueden tener un efecto inhibitorio sobre varios procesos utilizados para fabricar productos lácteos y los consumidores pueden tener alergia a los antibióticos. Por lo tanto, la leche proveniente de vacas tratadas con antibióticos, debe de ser retiradas del consumo humano por lo menos por tres días luego de que el tratamiento intramamaria ha finalizado, y cuatro días luego de la última inyección intramuscular. Cada vez que se utilizan antibióticos, el productor debe de observar las instrucciones particulares sobre retención de la leche para consumo humano específicamente para ese medicamento (Wattiaux, 1995).

5.4.2 Pesticidas

Los pesticidas pueden encontrar su camino dentro de la leche por pulverizaciones o baños aplicados a la vaca para el control de ectoparásitos o por el alimento que una vaca come. Se debe tener gran cuidado para prevenir que los pesticidas contaminen a los

animales que están produciendo leche, y evitar alimentar vacas con forrajes en los que insecticidas han sido aplicados recientemente. Los únicos pesticidas que deben de ser utilizados para ectoparásitos en vacas son aquellos que se están recomendados específicamente para este propósito (Wattiaux, 1995).

5.4.3 Detergentes y desinfectantes

El equipo utilizado para coleccionar y almacenar la leche puede llegar a ser una fuente de contaminación con metales u otros elementos de detergentes y sanitarios utilizados para la limpieza. Estos pueden afectar la actividad de los cultivos utilizados en la fabricación de yogurt y queso (Wattiaux, 1995).

5.5 Variaciones en la composición de la leche

La composición de la leche puede variar considerablemente dentro de un rango normal. Algunos factores que afectan la composición de la leche son la raza, alimentación, estado de la lactancia, época del año y enfermedades.

Una caída substancial en la concentración de lactosa (o en el total de sólidos) podría despertar las sospechas de que se ha agregado agua a la leche luego del ordeño. Ciertos tipos de alimentos pueden agregar sabor a la leche. Ejemplos son nabo, col y pobre almacenamiento en silo. Algunas pasturas naturales (como cebolla salvaje) pueden afectar también la leche. El alimento conduce a la presencia de algunos ácidos grasos en la leche que otorgan diferente sabor y pueden también afectar las propiedades físicas de las grasas. Un silo de alta humedad puede, por ejemplo, incrementar el contenido de ácido graso butírico y los triglicéridos relacionados con el mismo. A medida que progresa la lactancia, el tamaño de los glóbulos grasos decrece. En hatos donde los partos se presentan a lo largo del año, las diferencias tienden a compensarse, pero donde se practica el servicio estacional, pueden existir diferencias en las propiedades de la leche de una época del año a otra. En casos extremos, esto puede afectar el comportamiento de la leche durante su procesamiento (Wattiaux, 1995).

5.6 Propiedades físicas de la leche

5.6.1 Color

La leche es un líquido opalescente que parece blanco si el espesor es suficiente. Este aspecto característico resulta principalmente de la dispersión de la luz por las micelas de fosfocaseinato de cal. Los glóbulos grasos dispersan igualmente la luz, pero intervienen poco en la opalescencia blanca, ya que su dimensión es muy superior a la longitud de onda media de la luz solar. La leche sirve frecuentemente de punto de comparación y así se habla de “aspecto lácteo”, de líquido “lechoso”. (Alais, 1970)

5.6.2 Densidad

La densidad de la leche puede fluctuar entre 1.028 a 1.034 g/cm³ temperatura de 15°C; su variación con la temperatura es 0.0002 g/cm³ por cada grado de temperatura. La densidad de la leche varía entre los valores dados según sea la composición de la leche, pues depende de la combinación de densidades de sus componentes, que son los siguientes:

- Agua: 1.000 g/cm³.
- Grasa: 0.931 g/cm³
- Proteínas: 1.346 g/cm³
- Lactosa: 1.666 g/cm³
- Minerales: 5.500 g/cm³
-

La densidad mencionada (entre 1.028 y 1.034 g/cm³) es para una leche entera, pues la leche descremada está por encima de esos valores (alrededor de 1.036 g/cm³), mientras que una leche aguada tendrá valores menores de 1.028 g/cm³ (Alais, 1970)

5.6.3 Punto de congelación

Una de las propiedades coligativas de la leche es la reducción del punto de congelación (pc) por efecto de los solutos de peso molecular bajo como la lactosa y las sales, de acuerdo con lo establecido en la ley de Raoult.

En general el pc varía de -0.52° a -0.57°C y este valor se usa en los análisis.

El punto de congelación permite determinar fraudes y para la medición se utiliza un osmómetro. Según Almeida (2013) el punto de congelación varía debido a:

- Contenido en gases de la leche
- La alteración por fermentación láctica
- Adición de sales solubles
- Pasterización y tratamiento UHT

5.6.4 pH

El pH identificado en calostro es de 6.4, en tanto que en la leche es de 6.5 a 6.8 o mayor. También se ha considerado que la leche que proviene de glándulas mamarias afectadas por mastitis el pH es alcalina, lo que se atribuye a la disminución de la lactosa e incremento de sales que pasan de sangre a la leche, el pH de la leche ha sido señalado como indicador en el estudio de salud de la glándula mamaria, sin embargo, menciona que los cambios en pH por mastitis son mínimos por lo que el diagnóstico con base en esto es de poco valor.

Por otro lado debe reconocerse que microorganismos tales como streptococcus agalactiae bajo condiciones de crecimiento muy acelerado pueden convertir lactosa en ácido láctico que en presencia de púrpura de bromocresol resulta en un color amarillo acusando una acidez en la leche (Ávila y Gutiérrez, 2010).

5.6.5 Estabilidad al calentarse

La leche fresca puede tolerar calentamiento sin cambios en su estructura; solamente el calentamiento prolongado rompe las micelas de caseína y puede causar cambios en los azúcares de la leche. Una vez que el pH ha caído como resultado del almacenamiento,

es probable que la leche cambie cuando se calienta y que los sólidos se coagulen (Wattiaux, 1995).

5.7 Efecto en la salud pública

Los antibióticos cuando se encuentran en la leche ocasionan graves problemas en la salud pública. Actualmente, no se conocen informes sobre intoxicaciones provocadas por antibióticos de uso común ingeridos a través de la leche, y se explica porque sus concentraciones resultan ser muy bajas como para provocar un efecto toxico. No obstante, persiste la duda de si el consumo de antibióticos por el hombre, a través de alimentos contaminados, pueden alcanzar niveles que determinen una toxicidad de tipo crónico, motivo más que suficiente para prohibir la presencia de estos en los alimentos (Magariños, 2000).

Otro de los problemas que ocasiona en el ser humano el antibiótico presente en la leche, lo constituye las reacciones de tipo alérgico que se producen luego de un periodo de sensibilización, que generan en el sistema retículo endotelial anticuerpos contra la droga administrada, que al mismo tiempo actúa como antígeno. El contacto con los antígenos, continuo o periodo, provoca la reacción alérgica que resulta desproporcionada con la dosis ingerida (Magariños, 2000).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), reconoce que las enfermedades transmitidas por alimentos afectan la salud pública en forma importante, están extendidas y representan una grave amenaza para la salud tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados, afectando particularmente a los niños, las mujeres embarazadas, las personas de edad y la personas que se encuentran afectadas por otras enfermedades. Además de las consecuencias directas en la esfera de la salud, esas enfermedades suponen una considerable carga para los sistemas sanitarios y reducen marcadamente la productividad económica. Por lo anterior, los responsables de las políticas y los consumidores de numerosos países, están reevaluando su estrategia en materia de inocuidad de los alimentos y los aspectos internacionales de la salud pública de dicha estrategia

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2004) 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 accesibles, y así asegurar que todos los grupos de la población puedan gozar de un estado de salud aceptable. Dichos programas están centrándose cada vez más en un enfoque de la granja a la mesa, como un medio efectivo para reducir los peligros transmitidos por los alimentos, incluyen todas las actividades que se lleven a cabo para asegurar la calidad, la inocuidad y la presentación honesta del alimento en todas sus etapas, desde la producción primaria, pasando por la elaboración y almacenamiento, hasta la comercialización y el consumo. La protección a los consumidores solo tendrá lugar, si todos los sectores de la cadena actúan de forma integrada y los sistemas de control de los alimentos tienen en cuenta todas las fases de dicha cadena (FAO, 2004).

5.8 Fundamentos para el pago de leche según calidad

Para definir el concepto de calidad de leche, debe tenerse presente factores de calidad de composición como grasa, sólidos no grasos, proteína, lactosa, vitaminas, minerales y factores de calidad higiénica como presencia de microorganismos patógenos, toxinas, residuos químicos, microorganismos saprófitos, células somáticas, materias extrañas y condiciones organolépticas.

El propósito de un pago equitativo de la leche de acuerdo a la calidad real del producto es producir mediante el pago diferenciado por calidad, el estímulo económico necesario para lograr un mejoramiento efectivo de la composición del producto y de sus condiciones higiénicas. El pago de la leche cruda según su calidad ha constituido en todos los países con una actividad lechera desarrollada, una herramienta fundamental para alcanzar niveles de excelencia en cuanto a volumen de producción total, calidad y éxito comercial de sus productos lácteos (Boffa y Ferrer, 2012).

Para asegurar el éxito en la aplicación del sistema de pago antes descrito, es necesario que se cumplan una serie de premisas fundamentales, entre las que destacan las siguientes:

5.9 Aplicación simultanea

Como aspecto fundamental se indica la aplicación simultánea del sistema que se adopte, ya sea a nivel regional, zonal o nacional, de tal modo que todos los compradores de leche respeten los mínimos establecidos para aplicar premios, precio normal o deducciones. Sin perjuicio de lo anterior una industria puede incorporar exigencias de calidad adicionales, según sus rubros específicos de producción y mercado (Pérez y Rodríguez, 2010).

5.10 Uniformidad

Un sistema de pago de leche, debe cumplir con el requisito de ser uniforme para todos los productores que entregan leche a determinada planta. Esto no se debe discriminar en el precio entre los productores pertenecientes a una misma planta y que tengan las mismas características de: calidad, distancia y volumen de entrega (Pérez y Rodríguez, 2010).

5.11 Ajuste permanente

Otro aspecto básico es la necesidad de ajustar permanentemente el sistema de forma que, una vez alcanzadas las metas fijadas para una etapa, se determinen nuevas metas y se ajuste el esquema a ellas. Un sistema estático, no modificable con agilidad, implica el riesgo de ser inoperante a corto plazo o no corregible en las imperfecciones que se detecten en una primera etapa de aplicación.

Para ello es indispensable constituir, desde el momento en que se decida la aplicación de un sistema de pago de leche según calidad, una instancia que pueda evaluar

periódicamente los resultados obtenidos y ajustar adecuadamente los niveles de calidad exigidos para las distintas categorías de leche, para así producir progresivamente un mejoramiento efectivo de la calidad de este producto (Pérez y Rodríguez 2010).

5.12 Claridad y difusión

Como otro requisito fundamental se plantea la necesidad imperiosa de que los esquemas de pago según calidad sean claros, simples, fáciles de entender, ampliamente conocidos y comprendidos particularmente por los productores y las industrias (Pérez y Rodríguez, 2010).

5.13 Medidas técnicas

Previo a la iniciación de un esquema de pago de leche, según calidad, deben existir y conocerse el conjunto de medidas y procedimientos técnicos adecuados conducentes a la producción de leche de buena calidad. Sólo así podrá cada productor tener opción a los premios pagados por calidad. Estas mismas medidas producen, además de un mejoramiento en la calidad, una mayor producción de leche (Pérez y Rodríguez, 2010).

5.14 Responsabilidad sobre la calidad

Por otra parte si la calidad de la leche es determinada a nivel de recepción en plantas, debe asegurarse que la industria cautela aquellos factores de su responsabilidad y que afectan a la calidad de la leche, tales como: adecuada higienización de tarros, racionalización de recorridos de leche y recepción de la misma (Pérez y Rodríguez, 2010).

5.15 Papel del Estado

Finalmente, se hace presente que recae en el Estado la responsabilidad de oficializar y reglamentar el esquema y controlar su aplicación, pudiendo delegar esta última responsabilidad (Magariños 2000); la Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR-

es el Organismo Nacional de Normalización, adscrito al Ministerio de Economía, lo cual se ratifica en el Decreto No. 78-2005, Ley del Sistema Nacional de la Calidad. La principal función de COGUANOR es desarrollar actividades de Normalización que contribuyan a mejorar la competitividad de las empresas y elevar la calidad de los productos y servicios en el mercado nacional e internacional. Su ámbito de actuación abarca todos los sectores económicos. En función a la leche bovina propone las siguientes características

Tabla 5.1 Características químicas y físicas

Características	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Contenido de grasa láctea. % en masa.	≥3.0	≥0.5 a < 3.0	< 0.5
Proteínas (N x 6.38). % en masa, mínimo.	3.2	3.2	3.2
Sólidos lácteos totales, en porcentaje en masa, mínimo.	11.5	---	---
Sólidos lácteos no grasos, % en masa, mínimo.	---	0.25	0.25
Acidez, expresada como ácido láctico, en porcentaje en masa, máximo			
Leche pasteurizada	0.18	0.18	0.16
Leche UHT y esterilizada	0.16	0.16	0.16
Punto de congelación, en grados Celsius	Debajo de -0.53	Debajo de -0.53	Debajo de -0.53
Ensayo de fosfatasa, en microgramos por mililitro, máximo	1	1	1
Separación de líquidos a las 46 h	No hay separación visible de crema	No hay separación visible de crema	---
Impurezas macroscópicas (sedimentos), no mayor que el disco patrón que tienen	0.2 mg	0.5 mg	0.5 mg

Fuente: Coguanor, 2004

5.16 Recepción de la leche

Dentro de otros específicos, se establece de manera especial que las plantas sólo podrán recibir leches que:

1. Tengan olor y aspectos normales, que no presenten alteraciones de textura, signos de sangre, pus o leche calostrales y ausencia de materias extrañas y coagulaciones.
2. Ser negativas a la prueba de alcohol, esto es, no presentar coagulación a 68% (v/v) de concentración de alcohol (Magariños 2000).

VI. METODOLOGIA

Para dar cumplimiento a los objetivos propuestos se hizo uso de la metodología siguiente

6.1 Localización

El estudio se desarrolló en la aldea Entre Ríos del municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, sector donde se ubican la mayor cantidad de fincas lecheras que abastecen a la población de la cabecera municipal y al centro de acopio privado ubicado en la región. Está localizada a la altura del kilómetro 300 de la carretera CA-9, que comunica a la cabecera departamental de Izabal con la ciudad capital de Guatemala.

Según medidas tomadas (GPS), tienen una altura sobre el nivel del mar de 27 metros y se encuentra entre las coordenadas 15° 43' 00" latitud norte y 88° 35' 01" longitud oeste. Según, Cruz, De la (1982) se ubica dentro de la zona de vida bosque muy húmedo subtropical cálido. Las condiciones climáticas que caracterizan esta zona son precipitación pluvial entre los rangos de 2500 hasta los 3000 milímetros por año, con temperaturas promedio de 27 ° C y humedad relativa de 80 %.

6.2 Población y muestra

Para determinar la población y muestra se realizó un sondeo, con el propósito de determinar la población y muestra. Los resultados de este indican que existen en el área de estudio un total de 35 fincas, las cuales abastecen a los consumidores de la cabecera departamental y el centro de acopio de leche privado. Por ser el número de productores la cantidad antes mencionada, para la realización del estudio se tomó la totalidad de los mismos para hacer las mediciones respectivas.

6.3 Recolección de muestras

Con los productores identificados, previamente se realizó la prueba de Mastitis California Test (CMT) con el fin de identificar a las vacas con problemas de mastitis, las vacas con resultados positivos a esta enfermedad fueron descartadas y se tomó únicamente las vacas sanas para recolectar la información. Seguidamente, se hicieron cuatro muestreos y respectivos análisis por productor, directamente de los recipientes en la finca y en el centro de acopio, con intervalos de siete días y entre los horarios de seis y ocho de la mañana.

La leche recolectada en las fincas, fue transportada a temperatura ambiente en toneles plásticos sellados, desinfectados y debidamente identificados. El tiempo que transcurre en el traslado de la leche al centro de acopio es de aproximadamente dos horas.

Las muestras de leche fueron procesadas usando el analizador electrónico de leche (EKOMILK TOTAL) (R) con el que se realizó las pruebas químicas y físicas en la leche, en las que se incluye grasa, sólidos no grasos, densidad, proteína, agua agregada, pH, conductividad, lactosa, temperatura y punto de congelación. El analizador funciona succionando una pequeña muestra de 10 ml de leche y la somete al paso de una onda de ultrasonido, un procesador traduce los resultados midiendo los parámetros antes descritos. Por otra parte, también se estableció en el laboratorio la presencia de antibióticos ampliamente usados en la prevención y tratamiento de enfermedades en animales productores de leche y en particular la mastitis usando bandas reactivas.

6.4 Variables medidas

- Producción total de leche en finca lt/productor
- Producción promedio lt/vaca
- Vacas con mastitis/productor
- Vacas sanas/productor

6.5 Variables evaluadas

Las variables evaluadas en la leche durante el estudio se describen a continuación:

- Grasa (%),
- Sólidos no grasos (%)
- Proteína (%)
- Lactosa (%)
- Agua añadida (%)
- Densidad (g/ml)
- Punto de congelación (grados Celsius)
- pH
- Conductividad
- Temperatura (grados Celsius)
- Presencia de antibióticos
- Estabilidad térmica de la leche (alcohol)

6.6 Análisis estadístico

Todas las variables que se evaluaron son cuantitativas para analizarlas estadísticamente se realizó un análisis univariado usando para el efecto pruebas no paramétricas como las tablas de frecuencias y T de student

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados, en esta sección se presentan los resultados de las variables sujetas a evaluación, ordenando la información según los objetivos planteados.

7.1 Calidad de la leche en función de sus características físicas

Tabla 7.1. Resultados del análisis físico de la leche realizada en la finca y en el centro de acopio.

Variable	Muestreo en finca			Muestreo centro de acopio			Prueba de T student Sig	R
	N	Media	CV	N	Media	CV		
Densidad g/cm ³	35	1.034	0.09	35	1.034	0.08	0.509 ^{ns}	0.87
Punto de congelación °C	35	-0.59	2.40	35	-0.59	2.04	0.097 ^{ns}	0.96
Temperatura °C	35	31.02	2.88	35	30.79	2.38	0.002 ^{**}	0.71
Conductividad mS/cm	35	3.76	6.34	35	3.76	5.88	0.926 ^{ns}	0.98

Fuente: Propia, 2015.

N: Universo CV: Coeficiente de variación. r: correlación. ns: no significativo **: alta significancia

Los resultados de las características físicas de la leche se presentan en la tabla 7.1, se incluye dentro de la misma información relacionada con la densidad, punto de congelación, temperatura y conductividad.

La muestra describe que la densidad, punto de congelación y conductividad no varió estadísticamente ($Pr \leq 0.05$) en las muestras analizadas en la finca y en el centro de acopio. De acuerdo con esto se induce que la leche se mantuvo estable con relación a estas variables. Sin embargo, la temperatura mostró un comportamiento diferente estadísticamente, presentando valores de 31.02 y 30.79 grados Celsius en finca y en centro de acopio respectivamente. Además puede observarse una correlación positiva alta (2.88) en esta variable, es decir, que la temperatura se incrementó con el transporte

al centro de acopio. Esta variación está justificada por la influencia del tiempo entre el ordeño, la toma de la muestra y la temperatura ambiental en ese momento.

La leche recién ordeñada está a una temperatura de 37 grados Celsius, a esta temperatura es un excelente caldo de cultivo para todo tipo de bacterias que se encuentran en la granja (suelos, estiércol, utensilios, depósitos y otros). Cuanto más baja es la temperatura, más se retarda la proliferación microbiana en la leche, a temperaturas medias de 20 a 37 grados Celsius es la flora láctica mesófila la que invade la leche y provoca su coagulación por acidificación, sobre todo los estreptococos, bacterias coliformes que son muy tolerantes a las variaciones de temperatura (Alais, 1985).

La variable densidad reportada es de 1.034 gr/cm³ para ambos casos (finca y centro de acopio). La Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) considera la densidad de la leche entera fresca entre 1.028 y 1.034 gr/cm³ por lo que en este caso se encuentra dentro del rango normal. Jiménez, W. 2005 en un estudio realizado en el municipio de la Nueva Concepción, Escuintla con pequeños productores encontró una densidad media de 1.032 mucho más baja que la encontrada en el presente estudio y sin encontrar diferencia estadística entre los tratamientos. De esto se deduce que existe una relación adecuada entre sólidos y el agua presentes en la leche, ya que se encuentran dentro de los límites exigidos por la COGUANOR, 2004.

Bajo las condiciones del estudio realizado se encontró que el punto de congelación de la leche es de -0.59 grados Celsius, este valor reportado está dentro del rango normal según COGUANOR (debajo de -0.53 grados); el punto de congelación de la leche es una característica que se utiliza para detectar la adición de agua en la leche. El agua, incrementa el punto de congelación y la alteración en la fermentación láctica; y la adición de sales solubles rebajan dicho punto. Sin embargo, según la dirección general de normas mexicanas el punto de congelación de la leche debe estar entre -0.53 y -0.56. Por otro lado García y Ochoa (1987) en Colombia recomiendan como promedio -0.539. De todo esto se deduce que el valor de punto de congelación encontrado en el presente estudio es normal, si se compara con las normas y regulaciones de Guatemala, pero en otros países como México y Colombia esta leche podría tener problemas de recepción en un centro de acopio.

La conductividad eléctrica de la leche analizada en el presente estudio reporta datos de 3.76 mS/cm, encontrándose levemente debajo de lo normal (4 a 5 mS/cm), que igual que en los casos anteriores no fue causa de rechazo del producto. Esta es una característica utilizada para detectar el agregado de agua o para descubrir leches provenientes de vacas con mastitis. La adición de agua y la presencia de electrolitos minerales disminuyen la conductividad. Leches con conductividad arriba de 5 son consideradas como patológicas, además, los antisépticos y los conservadores alcalinos también elevan la conductividad.

Finalmente se deduce que los parámetros antes descritos no son evidencia clara de adulteración de la leche, por consiguiente, el centro de acopio no rechazó la leche producida en la región.

7.2. Calidad de la leche en función de las características químicas

Tabla 7.2. Características químicas de la leche en la finca y en el centro de acopio.

Variable	Muestreo en finca			Muestreo centro de acopio				Prueba T student ot
	N	Medias	CV	N	Media	CV	R	
Grasa %	35	2.82	18.97	20	2.77	17.69	0.97	-2.79*
Sólidos no grasos %	35	8.35	2.70	20	8.37	2.40	0.97	1.21 ^{ns}
Proteína %	35	3.25	2.42	20	3.25	4.19	0.79	-0.26 ^{ns}
Lactosa %	35	4.49	2.74	20	4.51	3.38	0.79	0.55 ^{ns}
Ph	35	6.67	1.57	20	6.68	1.66	0.92	0.63 ^{ns}

Fuente: Propia, 2015.

La tabla 7.2 presenta los resultados de las características químicas de la leche de los muestreos hechos en la finca y en el centro de acopio. Como puede observarse, los sólidos no grasos, proteína, lactosa y pH muestran un comportamiento similar estadísticamente ($Pr \leq 0.05$) en las muestras tomadas en la finca y en el centro de acopio, sin embargo, el porcentaje de grasa muestra diferencia estadísticas entre los datos obtenidos en la finca y la planta (2.82 y 2.77%) el motivo de esta variación es muy difícil de determinar debido a que la grasa es el componente de mayor variabilidad en la leche

ya que se ve afectado por factores como la raza, número de lactancia o edad, inflamación de la ubre por infección, alimentación, número de ordeños/día y otros. La grasa reportada en la leche, a pesar de existir diferencia estadística es considerada como baja, debido a que COGUANOR 2004 recomienda que los valores deben estar en un mínimo de 3.0 %. Adicionalmente, puede observarse un coeficiente de variación alto (17.69), esto debido que existió gran variabilidad en los porcentajes de grasa en la leche, es decir, leche con valores altos y leches con valores muy bajos en porcentaje de grasa. La deficiencia de grasa en la leche tiene efectos negativos al momento de entregar en la planta y al momento de procesar la leche, pues obliga a las procesadoras a utilizar otra fuente de grasa para subir los niveles. Jiménez en el 2005 presenta valores por arriba de los obtenidos (3.75 %) en el presente estudio.

Los sólidos no grasos muestran un comportamiento normal (8.35 % y 8.37 %) debido a que COGUANOR 2004 reporta como valores normales menos de 8.25 %. Los sólidos no grasos sirven para determinar si una muestra cumple con los requisitos legales establecidos, permite establecer si una leche se encuentra adulterada, determina el rendimiento que puede tener la leche para la elaboración de productos lácteos y para tener valores de referencia para la selección genética de los animales. Carranza, (2016) reporta valores cercanos a los obtenidos de sólidos no grasos de 8.45 en promedio en vacas criollos barrosas.

Los valores de proteína encontrados (3.25 %), son considerados como aceptables, debido a que COGUANOR 2004 recomienda para leche fluida entera un mínimo de 3.2 %. Inrugaray en el 2011, en un estudio realizado en la Nueva Concepción, Escuintla encontró porcentajes de proteína cercanos a (3.04 %). Carranza en el (2016) encontró porcentajes de 3.28 % en promedio.

La lactosa obtenida en los resultados (4.49 y 4.51 %) es levemente baja, debido a que el valor ideal de la misma debe ser del 5 % (Zavala, 2005), en promedio es el ingrediente principal como fuente de energía, adicionalmente favorece la absorción de calcio y fósforo. en la dieta de las personas que la consumen. Carranza (201) presenta una media de 4.56 % de lactosa, dato muy similar al obtenido en el presente estudio.

Finalmente el pH encontrado en estudio (6.67 y 6.68) es considerado dentro del rango normal debido a que el rango varía entre 6.5 y 6.8. La leche recién ordeñada y sana, es ligeramente ácida, con un pH comprendido entre 6.5 y 6.8 como consecuencia de la presencia de caseínas, aniones fosfóricos y cítricos principalmente. Estos valores se aplican a temperaturas cercanas a los 25 grados Celsius (Alais, 1985).

Además en el análisis realizado con bandas reactivas no encontró presencia de residuos de antibióticos la leche y la prueba con alcohol se realizó encontrando todas leches evaluadas como normales.

7.3. Propuesta de manejo

En las 35 fincas estudiadas se encontró una producción de 74 litros de leche/finca/día; es decir una producción total diaria de 2590 litros de leche procedente de vacas sanas y entregadas al centro de acopio privado ubicado cerca de la región.

Tabla 7.3 Características de las instalaciones y manejo del ordeño

Variable N=35	N	Bueno %	Regular %	Deficiente %	Si %	No %	Manual %	Mecánico %
Instalaciones de ordeño		15	65	20				
Higiene de corral		0	60	40				
Limpieza de pezones					20	80		
Sellado de pezones					0	100		
Tipo de ordeño							100	0

Fuente: propia, 2016.

En la tabla 7.3 se presentan las características de las instalaciones y el manejo que se proporciona a las vacas durante el ordeño. Puede observarse que sólo el 15 % de las fincas tienen instalaciones buenas (apropiadas), siendo el mayor valor el estado regular (65 % no apropiadas pero funcionales) de las mismas y un 20 % tiene las instalaciones en condición deficiente (no llena los requisitos mínimos). Otro factor observado es la higiene del corral, en donde los resultados revelan que es regular (60 %) y deficiente (40 %). Por otro lado, es importante referir que la limpieza de los pezones previo al ordeño

no se hace en el 80 % de los casos y el sellado de los mismos después del ordeño no lo realizan ninguno de los productores debido a que el ordeño se realiza con ternero para estimular la bajada. El tipo de ordeño es manual en el 100 % de los casos analizados. Lo anteriormente descrito es una debilidad de las fincas que debe ser resuelta en forma inmediata, debido a que bajo estas condiciones se requiere mayor esfuerzo para obtener leche con la calidad conveniente para su comercialización.

Tabla 7.4 Características sanitarias de las vacas sujetas a investigación de la aldea Entre Ríos, Puerto Barrios, Izabal.

Variable	N	Min	Max	Suma	%	Media	DS	CV
N=35								
Vacas por productor		7	59	691	100	19.75	12.08	1.63
Vacas sanas		5	38	525	76	14.95	7.99	1.87
Vacas con mastitis		0	21	166	24	4.80	4.70	1.18
Vacas con mastitis subclínica		0	9	96	58	2.80	2.16	1.29
Vacas con mastitis clínica		0	12	69	42	2.00	2.92	0.68

N: universo. Min: mínimo. Max: máximo. DS: desviación estándar y C.V: coeficiente de variación.

Elaboración propia, 2016.

Las características sanitarias de las fincas evaluadas, muestra que existen unidades de producción con un mínimo de 7 vacas y un máximo de 59 y un promedio de 19.75 vacas por productor para una suma total de 691 vacas en producción. Dentro de esta información, se pudo determinar que hay 525 vacas sanas (76 %) y 168 vacas (24 %) con mastitis, dentro de las cuales el 58 % tiene problemas de mastitis subclínica y el resto (42 %) mastitis clínica. Esta condición de las fincas provoca pérdidas económicas por el valor de la producción láctea perdida, vacas perdidas por eliminación prematura, leche degradada o desechada, gastos en medicamentos y gastos veterinarios.

En ese contexto, se propone desarrollar en las fincas las siguientes acciones técnicas:

- Organizar a los productores para que los procesos y decisiones sean tomadas en consenso, con el fin de mejorar las condiciones actuales de producción y comercialización de sus productos.
- Gestionar apoyo para asesoría y proyectos de mejoras de instalaciones con instituciones, para incentivar a los productores a mejorar los procesos de ordeño.
- Recomendar tener un área revestida de cemento para que las actividades de ordeño se efectúen en un ambiente adecuado y limpio.
- Que los ordeñadores utilicen equipo personal mínimo adecuado para el ordeño como redcillas, botas de hule y otros como cubeta, rejos, coladores, mantas, tambos, jabón, yodo y agua limpia suficiente.
- Que los ordeñadores estén acreditados con los registros sanitarios correspondientes.
- Promover capacitaciones sobre buenas prácticas de manejo del ordeño para productores de Entre Ríos con tendencia a mejorar la higiene del ordeño y obtener productos lácteos de buena calidad y mejores precios de venta.
- Elaborar un manual práctico de procedimientos de ordeño destinado a ordeñadores de las fincas del área de estudio.
- Pruebas periódicas de mastitis (CMT) para detectar vacas positivas y ser tratadas adecuadamente para evitar la proliferación de la enfermedad y tener una mejor calidad de leche.
- Hacer énfasis en la importancia que tiene la higiene y desinfección de ubre y pezones a todas las vacas ordeñadas.
- Realizar pruebas de brucelosis y tuberculosis debido a que son dos enfermedades zoonóticas de gran importancia, que por su carácter crónico en los animales causan grandes pérdidas económicas permanentes en las explotaciones ganaderas.

VIII. CONCLUSIONES

- Las variables densidad, punto de congelación y conductividad muestran un comportamiento estadístico similar; sin embargo la temperatura de la leche mostró diferencia estadística en los análisis realizados en las fincas y el centro de acopio, siendo el valor mayor para el centro de acopio.
- Existe una relación adecuada entre sólidos y el agua presentes en la leche analizada, ya que la densidad se encuentra dentro de los límites exigidos por la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) del Ministerio de Economía.
- Bajo las condiciones del estudio realizado se encontró que el punto de congelación de la leche es de -0.59 grados Celsius, este valor está dentro del rango normal requerido por COGUANOR;
- La conductividad eléctrica de la leche se encuentra levemente debajo del rango normal, pero no fue causa de rechazo por parte del centro de acopio.
- Los sólidos no grasos, proteína, lactosa y pH muestran un comportamiento similar en los análisis realizados en las fincas y el centro de acopio, no obstante la grasa si muestra esa diferencia siendo mayor su porcentaje en la finca.
- Dentro de las características químicas la grasa reporta valores bajos a los normales, sin embargo, el centro de acopio acepta la leche y cubre esta deficiencia con la adición de grasa de otras fuentes.
- Los valores de sólidos no grasos, proteína y pH fueron encontrados dentro del rango normal, no obstante, la lactosa es levemente baja.
- La prueba de alcohol y de banda reactiva a antibióticos dieron resultados negativos en todos los casos analizados.

IX. RECOMENDACIONES

- Efectuar con estudiantes de la carrera de Zootecnia, estudios que determinen el efecto que tienen la mastitis (clínica y subclínica) sobre las características físicas y químicas de la leche.
- Promover con los productores el uso de tanques de enfriamiento para el transporte de la planta para evitar el riesgo de contaminación de la misma.

Las instituciones responsables del control de la calidad de la leche, ministerio de agricultura, ganadería y alimentación y el ministerio de salud pública y asistencia social deben realizar monitoreo frecuente para determinar la calidad de la leche fluida fresca que se consume en el municipio de Puerto Barrios, Izabal.

- Capacitar a los productores y ordeñadores sobre la importancia de la calidad higiénica u nutritiva de la leche, proporcionando un manual de procedimientos que incluya las buenas prácticas de ordeño.
- Promover el uso periódico de pruebas de California Mastitis Test, brucelosis y tuberculosis con los animales en producción.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo Gómez, DA; Bedoya Mejía, O. 2005. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno (en línea). Revista Lasallista de Investigación 2 (1): 38-42. Consultado 02 feb. 2015. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/695/69520107.pdf>
- Alais, C. 1970. Ciencia de la leche. México, Editorial Continental. p. 178-179, 187.
- Almeida López, L. 2013. Propiedades físicas de la leche (en línea). Tabasco, MX, Instituto Tecnológico Superior De La Región Sierra. 13 diapositivas. Consultado 20 feb. 2015. Disponible en <http://es.slideshare.net/mercenaryy/propiedades-fisicas-de-la-leche-unidad-2>
- Avila Téllez, S; Gutiérrez Chávez, AJ. 2010. Producción de leche con ganado bovino. 2 ed. México, El Manual Moderno. 442 p.
- Boffa, S; Ferrer, JL. 2012. Detalles del proceso de pago de la leche por calidad. Argentina, TodoAgro. Consultado 10 ene. 2016. Disponible en <http://www.todoagro.com.ar/noticias/nota.asp?nid=20241>
- Butendieck B, N. 1997. Células somáticas, mastitis y calidad de leche (en línea). Chile, INIA, CRI-Carillanca. p. 15. Consultado 18 feb. 2016. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR22423.pdf>
- Carranza Pinto, MR. 2016. Evaluación de la calidad de la leche de bovino criollo Barroso-Salmeco de la finca Conda, Chiquimulilla, Santa Rosa. Tesis Licda. Zoot. Chiquimula, GT, USAC. 50 p.

- COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas). 1982. Norma guatemalteca obligatoria: NGO 34041 (en línea). Guatemala. 14 p. Consultado 23 abr. 2015. Disponible en www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pontofocal/%5Cpontofocal%5Ctextos%5Cregulamentos%5CGTM_9.pdf
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT); OMS (Organización Mundial de la Salud, CH). 2004. Refuerzo de los servicios oficiales de control de la inocuidad de los alimentos (en línea). *In* Foro Mundial FAO/OMS de Autoridades de Reglamentación Sobre Inocuidad de los Alimentos (2, 2004, Bangkok, TH). Actas. Tailandia. p. 87-251. Consultado 16 may. 2015. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/008/y5871s/y5871s02.pdf>
- _____. s.f. Garantía de la inocuidad y calidad de los alimentos: directrices para el fortalecimiento de los sistemas nacionales de control de los alimentos (en línea). Roma, IT. 91 p. Consultado 11 ago. 2015. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y8705s/y8705s00.pdf>
- Irungaray S, RA. 2011. Evaluación en la calidad de la leche en ganaderías doble propósito con ordeño manual en el municipio de nueva concepción, Escuintla (en línea). Tesis Lic. Zoot. Guatemala, USAC. p. 19. Consultado 24 nov. 2014. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_1220.pdf
- Jiménez Juárez, WA. 2005. Evaluación de la calidad físico-química y microbiológica de la leche bovina de tres principales pequeños productores de Santa Ana Mixtan del parcelamiento Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala (en línea). Tesis MV. Guatemala, USAC, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 47 p. Consultado 08 feb. 2015. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_0965.pdf

- Magariños, H. 2000. Producción higiénica de la leche cruda (en línea). Guatemala, Producción Y Servicios Incorporados S.A. 104 p. Consultado 08 feb. 2015. Disponible en http://www.science.oas.org/oea_gtz/LIBROS/LA_LECHE/leche_all.pdf
- Mastellone, P. 2000. Ayudando a conocer el mundo de la leche (en línea). Argentina, UADE. 101 p. Consultado 29 ene. 2015. Disponible en <http://www.laserenisima.com.ar/download/pdf/09.pdf>
- Molina Fernández, JF. 2001. La leche y su historia (en línea). Puerto Rico, La Lechera Wordpress.com. Consultado 15 ene. 2015. Disponible en <https://lalechera12.wordpress.com/la-leche-y-su-historia/>
- Ochoa M, I; García G, O. 1987. Derivados de la leche: características físicas de la leche (en línea). Bogotá, CO, SENA. 33 p. Consultado 18 ene. 2016. Disponible en http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/31496/pdf/b2_car1.pdf
- Pérez Santana, M, Rodríguez Arango, D. 2010. Sistema de pago de la leche (en línea). Colombia, Sub Productos Agropecuarios Agroindustriales. Consultado 17 feb. 2016. Disponible en <http://agroelectiva.blogspot.com/2010/11/sistema-de-pago-de-la-leche.html>
- Revilla, A. 1982. Tecnología de la leche. 2 ed. Costa Rica, IICA. 399 p.
- Richard, E. 2000. Microbiología de la leche y de los productos lácteos (en línea). Madrid, ES, Ediciones Díaz de Santos, S.A. 168 p. Consultado 02 abr. 2015. Disponible en <http://www.editdiazdesantos.com/libros/ellner-richard-microbiologia-de-la-leche-y-de-los-productos-lacteos-preguntas-y-respuestas-L03004410101.html>

- Wattiaux, MA. 1995. Nutrición y alimentación. 2 ed. Estados Unidos de América, The University of Wisconsin System. 130 p
- Zavala Pope, JM. 2005. Aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche (en línea). Perú, DGPA. 60 p. Consultado 18 ene. 2015. Disponible en [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/7AE7E7AB111562710525797D00789424/\\$FILE/Aspectosnutricionalesytecnol%C3%B3gicosdelaleche.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/7AE7E7AB111562710525797D00789424/$FILE/Aspectosnutricionalesytecnol%C3%B3gicosdelaleche.pdf)



XI Apéndice

Boleta 11 Boleta para recolección de información de las fincas

No. Boleta _____

Nombre del productor _____

No de animales en ordeño _____

Cantidades de litros producidos _____

Razas de vacas _____

Instalaciones de sala de ordeño

Buena	Regular	Defectuosa

Higiene de corral

Buena	Regular	Defectuosa

Tipo de ordeño

Manual	Mecánico

Limpieza de pezones a la hora del ordeño

Si	No

Sello de pezones

Si	No

Figura 9.2 Localidades de las fincas que fueron analizadas en el municipio de Puerto Barrios, Izabal.

