

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA



CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LECHE
ENTERA DE VACA EN EL CENTRO DE ACOPIO DE
AGROINDUSTRIAS ALVARADO EN EL MUNICIPIO DE LA
LIBERTAD, PETÉN, DURANTE EL PERIODO DE ENERO A
JUNIO DE 2019

MARGARITA GABRIELA MARÍA CHUTÁN BERDÚO

Médica Veterinaria

GUATEMALA AGOSTO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA



**CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LECHE ENTERA
DE VACA EN EL CENTRO DE ACOPIO DE AGROINDUSTRIAS
ALVARADO EN EL MUNICIPIO DE LA LIBERTAD, PETÉN,
DURANTE EL PERIODO DE ENERO A JUNIO DE 2019**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

MARGARITA GABRIELA MARÍA CHUTÁN BERDÚO

Al conferírsele el título profesional de

Médica Veterinaria

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, AGOSTO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	M. A. Rodolfo Chang Shum
SECRETARIO:	M. Sc. Lucrecia Emperatriz Motta Rodríguez
VOCAL I:	M. Sc. Juan José Prem González
VOCAL II:	Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta
VOCAL III:	M. V. Edwin Rigoberto Herrera Villatoro
VOCAL IV:	P. Agr. Luis Gerardo López Morales
VOCAL V:	Br. María José Solares Herrera

ASESORES

M. V. WILSON VALDEZ MELGAR

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LECHE ENTERA DE VACA EN EL CENTRO DE ACOPIO DE AGROINDUSTRIAS ALVARADO EN EL MUNICIPIO DE LA LIBERTAD, PETÉN DURANTE EL PERIODO DE ENERO A JUNIO DE 2019

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar el título de:

MÉDICA VETERINARIA

ACTO QUE DEDICO

A DIOS: Por darme sabiduría y fortaleza a lo largo de mis años de estudio.

A MIS PADRES: Luis Guillermo Chután Reyes y María Gabriela Berdúo Contreras, por respetar cada una de mis decisiones y darme su apoyo incondicional a cada paso que doy; ser mi ejemplo y guía.

A MI HERMANA: Victoria Isabel Chután Berdúo por su ayuda y comprensión en momentos difíciles.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Por darme esta extraordinaria vida.

A MIS PADRES

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA

A MIS CATEDRÁTICOS: Por su dedicación y voluntad de compartir sus conocimientos para mi formación profesional.

A MI ASESOR: Por su tiempo y apoyo en el desarrollo de este documento.

A AGROINDUSTRIAS ALVARADO:

Por haberme brindado su confianza y facilitarme la realización del documento presente.

A HÉCTOR JOSÉ: Por su apoyo incondicional, por cada hora de desvelo, por compartir mis preocupaciones, tristezas y alegrías; fuiste un pilar para convertirme en lo que soy ahora, gracias.

A MIS COMPAÑEROS: Por hacer mi paso por la universidad más ligero y darme recuerdos que me acompañarán el resto de mi vida.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPOTESIS	3
III. OBJETIVOS	4
3.1. Objetivo General	4
3.2. Objetivos Específicos	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1. Leche	5
4.2. Importancia de la leche como alimento	7
4.3. Características organolépticas	9
4.4. Color	9
4.5. Sabor	9
4.6. Olor	10
4.7. Composición de la leche	10
4.8. Agua	11
4.9. Composición química	12
4.9.1. Grasa	12
4.9.2. Sólidos no grasos	15
4.9.3. Proteína	16
4.9.4. Lactosa	19
4.9.5. Vitaminas	19
4.9.6. Minerales	20
4.10. Propiedades físicas de la leche	21

4.10.1. Densidad	21
4.10.2. Punto de congelación	22
4.11. Factores que afectan la composición de la leche.....	23
4.11.1. Factores nutricionales	23
4.11.2. Factores no nutricionales.....	25
4.12. Normativa de la leche en Guatemala	30
4.13. Reglamento Técnico Centroamericano para leche cruda	31
V. MATERIALES Y MÉTODOS	32
5.1. Localización	32
5.2. Tipo de estudio	33
5.3. Variables evaluadas.....	34
5.4. Materiales	34
5.5. Recursos humanos	35
5.6. Métodos	35
5.6.1. Recopilación de información.....	35
5.6.2. Análisis de la información	35
5.6.3. Búsqueda de información secundaria.....	40
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
6.1. Presentación de resultados.....	41
6.2. Discusión de resultados	44
VII. CONCLUSIONES.....	55
VIII.RECOMENDACIONES	56
IX. RESUMEN	57
SUMMARY	58

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
XI. ANEXOS	62
11.1. Anexo 1	62
11.2. Anexo 2	63
11.3. Anexo 3	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Principales componentes de la leche expresados en valores medios por litro de leche	10
Tabla 2 Principales componentes de la materia grasa de la leche	12
Tabla 3 Principales ácidos grasos presentes en la leche (% medio)	14
Tabla 4 Principales componentes de la fracción nitrogenada de la leche (referidos a 1 litro de leche).	17
Tabla 5 Concentración de vitaminas en la leche de vaca.....	20
Tabla 6 Principales componentes de la fracción mineral de la leche (por litro de leche).....	21
Tabla 7 Composición media de la leche en las principales razas lecheras	26
Tabla 8 Características físico – químicas de la leche establecidas en la norma COGUANOR NGO 34 041	30
Tabla 9 Características físicas y químicas de la leche establecidas en la norma RTCR: 401 – 2006	31
Tabla 10 Clima promedio del primer semestre 2019 en el municipio de La Libertad, Petén	32
Tabla 11 Variables utilizadas para caracterización de la composición de la leche.	34
Tabla 12 Promedios calculados en base a las características físico – químicas de la leche según las muestras analizadas del primer semestre del 2019.....	41

Tabla 13 Resultados del análisis estadístico para la variable Grasa	41
Tabla 14 Resultados del análisis estadístico para la variable Proteína	42
Tabla 15 Resultados del análisis estadístico para la variable Sólidos no Grasos (SNG)	42
Tabla 16 Resultados del análisis estadístico para la variable Densidad	43
Tabla 17 Resultados del análisis estadístico para la variable Punto de Congelación	43
Tabla 18 Tabla de distribución normal estándar acumulada	63

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Molécula de triglicérido conformado por 3 ácidos grasos ligados a una molécula de glicerol	12
Ilustración 2 Comportamiento de la producción de leche, el porcentaje de grasa y proteína durante el ciclo de la lactancia	27
Ilustración 3 Caída de la etapa de producción comparando 1°, 2° y 3° lactación ..	29
Ilustración 4 Ejemplo de la organización de la base de datos en Excel de los resultados de las muestras recopiladas	36
Ilustración 5 Organización de promedios a aplicar en la fórmula de Z	38
Ilustración 6 Hoja de registro del laboratorio de Agroindustrias Alvarado S.A	65

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 1 Desviación estándar.....	37
Fórmula 2 Obtención del estadístico Z.....	38

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Comportamiento de Grasa durante el primer semestre 2019	44
Gráfico 2 Comportamiento de proteínas vs Comportamiento de grasa durante el primer semestre 2019	45
Gráfico 3 Comportamiento de proteína durante el primer semestre 2019	46
Gráfico 4 Comportamiento de SNG vs Comportamiento de proteína durante el primer semestre 2019	47
Gráfico 5 Comportamiento de SNG vs comportamiento de temperatura media durante el primer semestre 2019	48
Gráfico 6 Comportamiento de SNG durante el primer semestre 2019.	49
Gráfico 7 Comportamiento de densidad vs Comportamiento de grasa durante el primer semestre 2019	50
Gráfico 8 Comportamiento de densidad vs Comportamiento de proteína durante el primer semestre 2019	51
Gráfico 9 Comportamiento de punto de congelación vs Comportamiento de SNG durante el primer semestre 2019	52

I. INTRODUCCIÓN

La leche de vaca es un alimento capaz de cubrir las necesidades nutricionales de las fases de intenso crecimiento en la cría y así mismo puede satisfacer los requerimientos de bebés y niños, dando como resultado adultos más sanos.

Esta capacidad se debe a los componentes que posee, los cuales están determinados por diversos factores tanto nutricionales (alimentación, calidad de la ración) como no nutricionales (raza, estado de lactación, número de lactancia y edad del animal, época del año); muchos de estos sufren variaciones a lo largo del tiempo lo que nos da variaciones en los mismos componentes de la leche.

Los componentes de la leche determinan la calidad de la misma, en Guatemala la leche es considerada de calidad por la cantidad de grasa que contiene, sin embargo, nuevos estudios sugieren que son otros componentes de la leche los que le dan calidad a la misma, sobre todo cuando hablamos de aquella que se utilizará para su transformación en otros productos. Por lo tanto es importante el estudio de la composición láctea, debido a que la mayoría de las empresas que acopian leche no se dedican solamente a la venta de leche fluida si no también realizan procesos secundarios a la misma, obteniendo así diversidad de derivados lácteos; es en estas empresas donde es importante la caracterización de los componentes.

Por lo anterior, el presente trabajo expone la caracterización de los componentes lácteos basados en un semestre de datos recopilados de los registros Agroindustrias Alvarado, la cual es una empresa de acopio, distribución y transformación de leche, es importante que se conozcan las características de la materia prima que reciben para asegurar la calidad nutricional de los productos derivados que producen y distribuyen en distintos puntos del país y son consumidos diariamente por miles de guatemaltecos.

Con esta caracterización determina, en base a los datos recopilados, cómo afectaron los factores antes mencionados, en los componentes de la leche durante el primer semestre del año 2019 y lo presenta gráficamente para su fácil comprensión. Además se establece, a través de la prueba de hipótesis de medias, si las variables cumplen con los valores establecidos en los reglamentos de COGUANOR (Guatemala) y RTCA (Regional); debido a que si la leche acopiada no cumple con los estándares especificados en la normativa se puede tener problemas en las características del producto final y se corre el riesgo de poner a disposición de la población un producto que represente un riesgo para la salud.

II. HIPOTESIS

La leche acopiada por la empresa Agroindustrias Alvarado S. A. en el período de enero a junio de 2019, en el municipio de La Libertad, Petén, cumple con todos los estándares que establecen la normativa nacional (COGUANOR NGO 34 041) y regional (RTCR: 401 – 2006) para las características físico – químicas de la leche con una significancia del 5%.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Generar información acerca de la composición de la leche acopiada en Agroindustrias Alvarado, ubicada en el municipio de La Libertad, Petén

3.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características físico – químicas de la leche a través de las muestras analizadas.
- Establecer los principales factores que afectaron la composición de la leche durante el primer semestre del 2019.
- Comparar las características físico – químicas obtenidas en la leche durante el primer semestre del 2019 con la composición media de la leche de vaca establecida en la literatura.
- Establecer si la leche analizada cumple los estándares de la normativa nacional (COGUANOR NGO 34 041) y regional (RTCR: 401 – 2006).

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Leche

La cría de bovinos, una de las prácticas más antiguas, ha beneficiado al ser humano con sus múltiples servicios; entre ellos sobresale la producción de leche por sus fines lucrativos y por ser esta uno de los alimentos más completos para la población (Guerrero Ortiz & Rodríguez Castillo, 2010).

Según Villafuerte (1984), la leche es una secreción nutritiva de color blanquecino opaco producida por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos (incluidos los monotremas). Es el único fluido que ingieren las crías de los mamíferos hasta el destete. La leche de algunos de los mamíferos domésticos forma parte de la alimentación humana corriente en la inmensa mayoría de las civilizaciones: de vaca, principalmente, pero también de búfala, oveja, cabra, yegua, camella, alce, cerda, llama, etc.

Debemos tomar en cuenta que el humano es el único mamífero que sigue consumiendo leche después del destete y ha desarrollado procesos para obtener diversidad de derivados lácteos. Por lo cual no solo forma parte de la dieta básica, si no también se agrega de distintas formas a la comida diaria en diversos países, por lo cual más adelante se desarrollará un apartado para describir la importancia de la leche como alimento.

También podemos definir la leche como “un líquido de composición compleja, de color blanquecino y opaco, con un pH cercano al neutro y de sabor dulce, que presenta características especiales como variabilidad, alterabilidad y complejidad; como producto fresco del ordeño completo de una o varias vacas sanas, bien alimentadas y en reposo, exento de calostro (obtenido entre los 15 días antes y 5 días después del parto) y que cumpla con las características

físicas, microbiológicas e higiénicas establecidas” (Duque, Guevara, Motta - Delgado, & Rivera, 2014).

Tomando en cuenta que la leche es un producto altamente perecedero, debe ser enfriado a 4°C lo más rápidamente posible luego de su recolección. Las temperaturas extremas, la acidez (pH) o la contaminación por microorganismos pueden deteriorar su calidad rápidamente (Guerrero Ortiz & Rodríguez Castillo, 2010).

Como se mencionó anteriormente, a partir de la leche se obtienen los derivados lácteos mediante técnicas de separación de nutrientes o modificaciones bioquímicas de alguno de ellos. En general, estos tienen características organolépticas, composición química y valor nutritivo diferentes a los de la leche de partida, dependiendo del proceso tecnológico que se realice (Armas Alba, 2017).

La calidad de la leche puede considerarse desde dos aspectos esenciales que no son independientes uno del otro: la calidad química, que corresponde a su composición, características organolépticas (aspecto, olor y sabor), fisicoquímicas y a su valor nutritivo; y la calidad higiénica, relacionada con la carga y tipo de microorganismos, con la flora inocua y la flora productora de enzimas termorresistentes. En el primer caso, la leche no puede tener color ni olor anormales, ni tampoco debe contener ningún tipo de sedimentos así como sustancias químicas exógenas como antibióticos o detergentes, mientras que en el segundo caso, el contenido en bacterias debe ser bajo, siendo necesario aplicar buenas prácticas de higiene a lo largo de toda la cadena láctea (Armas Alba, 2017).

Más adelante se desarrollan todas las características relacionadas con la calidad de la leche.

4.2. Importancia de la leche como alimento

La principal función de la leche es la de nutrir a los hijos hasta que son capaces de digerir otros alimentos. Además cumple las funciones de proteger el tracto gastrointestinal de las crías contra patógenos, toxinas e inflamación y contribuye a la salud metabólica regulando los procesos de obtención de energía, en especial el metabolismo de la glucosa y la insulina (Villafuerte, 1984).

La leche es el único material producido por la naturaleza para funcionar exclusivamente como fuente de alimento, ya que, constituye una fuente nutritiva, no superada por ningún otro conocido por el ser humano. La confirmación de esta imagen nutritiva está en el uso extensivo que tiene la leche y sus derivados, como parte de la dieta diaria en los países altamente desarrollados. A consecuencia de esto, estas sociedades gozan casi de una completa carencia de enfermedades nutricionales en la población infantil y adultos jóvenes. En contraste, una elevada proporción de los bebés y niños en los países en desarrollo, donde el suministro de leche es mínimo o nulo, sufren deficiencias nutricionales (Coca Vázquez, González Cu, & Molina Sánchez, 2010).

Entre los muchos contrastes entre países desarrollados y en desarrollo, pueden citarse, a modo de ejemplo, los siguientes:

- Abastecimiento de leche de alta calidad versus abastecimiento deficiente o nulo
- Muy buena nutrición versus desnutrición escolar en diferentes grados
- Mejor conservación de alimentos versus pérdidas y deterioro de alimentos.

En base a la lista antes presentada podemos comparar la situación en Guatemala. Siendo un país en desarrollo donde la ganadería se ha visto reducida por el monocultivo, el abastimiento de leche de producción nacional es mínimo; por otro lado la legislación del país no favorece a la industria láctea por lo que no hay inversión para obtener un producto de calidad y a su vez la población guatemalteca no tiene fácil acceso a este alimento tan completo.

El uso de la leche y sus derivados en la alimentación humana tiene una larga historia, ésta contiene un balance de todos los elementos necesarios digeribles para la constitución y mantenimiento del cuerpo humano. Se conoce que la leche y sus derivados refuerzan las respuestas inmunológicas, particularmente para personas afectadas por VIH/SIDA (Duque, Guevara, Motta - Delgado, & Rivera, 2014).

La leche ha sido evaluada como una excelente fuente de proteína de alta calidad (por su aporte de aminoácidos esenciales) y de fácil digestión, además contiene gran cantidad de vitaminas y minerales, siendo una excelente fuente de fósforo y calcio, desempeñando un papel importante en el desarrollo de los dientes y huesos de los niños. Además la leche puede ser incluida en la dieta humana en todos los estados de vida (Duque, Guevara, Motta - Delgado, & Rivera, 2014). Por lo anterior podemos decir que la leche constituye un alimento ideal para los niños en desarrollo por su concentración de nutrientes.

En cuanto al valor económico y nutricional de la leche está directamente relacionado con el contenido de sólidos totales. Un vaso de leche de vaca o 30 gramos de queso suplen el 23% de las necesidades diarias de calcio, además de ser un aporte significativo de magnesio, fósforo, vitaminas A, B2, B12, C, D, E, K y más de 100.000 constituyentes como los ácidos orgánicos, sodio, potasio, cloro, hierro, yodo, cobre, manganeso y zinc. Además se afirma que la leche ofrece elementos anticancerígenos, presentes en la grasa como el ácido linoleico conjugado, esfingomielina, ácido butírico, beta-caroteno, vitaminas A y D (Duque, Guevara, Motta - Delgado, & Rivera, 2014).

De acuerdo a sus componentes individuales, la leche aporta 9,3 calorías por gramo de grasa, 4,1 calorías por gramo de proteína y 4,1 calorías por gramo de azúcar, siendo el valor general una aproximación de 75 calorías por cada 100 gramos de leche variando de acuerdo a la proporción de los constituyentes individuales (Duque, Guevara, Motta - Delgado, & Rivera, 2014).

4.3. Características organolépticas

Las características organolépticas son un atributo de calidad fundamental en cualquier alimento. La presencia de sabores, olores, colores o texturas atípicas en la leche limita seriamente su adecuación al uso. El origen de estos defectos puede encontrarse en una inadecuada alimentación de la vaca, en una contaminación de la leche o en la alteración de la misma como consecuencia de una conservación deficiente. Parece lógico que las leches con defectos organolépticos posean una baja o nula adecuación al uso (calidad) (Mestres Lagarriga & Romero del Castillo, 2004). A continuación se describen las principales características organolépticas de la leche:

4.4. Color

El color “normal” de la leche se debe a los efectos combinados de la caseína, sales coloidales, pigmentos y otros componentes. La caseína y las sales coloidales le imparten el color blanco y opaco de la leche, en la medida que refleja totalmente la luz. El pigmento, debido a los carotenos, le imparte a la leche un color ligeramente amarillento y los pigmentos de la riboflavina son los que le dan un color amarillo – verdoso al suero producido en la elaboración del queso (Vásquez Castillo, 2018).

Vásquez (2018) establece que el color blanco opalescente característico se debe a la refracción de la luz cuando los rayos de luz inciden sobre las partículas coloidales de la leche en suspensión. Cuando es muy rica en grasa, presenta una coloración cremosa, debido al caroteno que contiene la grasa, la leche baja en grasa toma un color ligeramente azulado.

4.5. Sabor

En cuanto al sabor, podemos decir que la leche fresca es ligeramente dulce, neutro debido a la lactosa que contiene. El sabor puede cambiar por acción de la alimentación, traumatismo de la ubre, alteraciones en el estado de salud de

la vaca, sustancias extrañas del medio ambiente o de los recipientes en los que se deposita (Vásquez Castillo, 2018). Así podemos decir que el sabor es la característica de la leche más sensible a sufrir alteraciones.

4.6. Olor

La leche fresca, procedente de una ubre sana, tiene un aroma característico que se ha descrito como a vacuno, se debe a una compleja mezcla de ácidos grasos de cadena corta y a sus productos de condensación u oxidación, cuerpos cetónicos, dióxido de carbono y otros productos volátiles normalmente presentes en pequeñas cantidades en los líquidos tisulares (Vásquez Castillo, 2018).

Desde un punto de vista estrictamente científico, el olor de la leche puede clasificarse en normales y anormales, subdividiéndose los segundos en fisiológicos (semillas, piensos), enzimáticos (rancidez), químicos (aroma oxidado y a cocido), bacteriológicos (acidez y amargor) y mecánicos o accidentales (parafina, jabón) (Vásquez Castillo, 2018).

4.7. Composición de la leche

En la tabla 1 se encuentran descritos los principales componentes de la leche:

Tabla 1 Principales componentes de la leche expresados en valores medios por litro de leche

Agua	875g
Glúcidos: Lactosa	48g
Materia grasa	
Lípidos simples	35g
Fosfolípidos	0,5g

Sustancias liposolubles insaponificables	0,5g
Sustancias nitrogenadas	
Proteínas	31,4g
Sustancias nitrogenadas no proteicas	1,6g
Minerales	
Ácido cítrico	1,6g
Potasio	1,4g
Calcio	1,2g
Cloruro	1,2g
Fósforo	1,0g
Sodio	0,6g
Azufre (procedente de aminoácidos azufrados)	0,3g
Magnesio	0,1g

Fuente: "Fundamentals of dairy chemistry". Citado por Josep Mestres.

Según cuál sea la composición de la leche, su adecuación al uso puede verse sensiblemente modificada. Así, por ejemplo: a una industria quesera no da el mismo rendimiento una leche con un bajo contenido en caseína que una que tenga un elevado contenido de caseína, o a una industria mantequera una leche con más o menos contenido de materia grasa. Los principales componentes de la leche que determinan su calidad son: la grasa, el extracto seco magro o sólidos no grasos y la proteína. No obstante, en determinadas situaciones otros componentes minoritarios pueden ser fundamentales en la adecuación al uso de la leche (Mestres Lagarriga & Romero del Castillo, 2004). A continuación se describirá cada uno de los componentes de la leche:

4.8. Agua

La cantidad de agua en la leche es regulada por la lactosa que se sintetiza en las células secretoras de la glándula mamaria. El agua que va en la leche es transportada a la glándula mamaria por la corriente circulatoria. La producción de leche es afectada rápidamente por una disminución de agua y cae el mismo día que su suministro es limitado o no se encuentra disponible. Esta es una de las

razones por las que la vaca debe de tener libre acceso a una fuente de agua abundante todo el tiempo (Vásquez Castillo, 2018).

4.9. Composición química

4.9.1. Grasa

La materia grasa agrupa un conjunto de numerosas sustancias de estructura química diferente, pero todas ellas solubles en estado anhidro en disolventes orgánicos apolares, como cloroformo, benceno o éter. La extracción de la materia grasa de la leche se basa en esta solubilidad (Veisseyre, 1988).

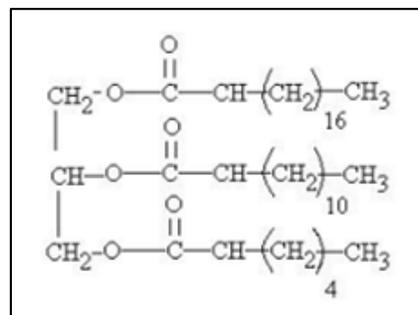


Ilustración 1. Molécula de triglicérido conformado por 3 ácidos grasos ligados a una molécula de glicerol

Su densidad es de 0.93 y ello explica su comportamiento en contacto con el agua. Así forma una perfecta emulsión que solo es posible romper por agitación energética. La grasa de la leche, la forman numerosos lípidos diferentes de los cuales los triglicéridos, constituyen la fracción cuantitativa más importante (Guerrero Ortiz & Rodríguez Castillo, 2010).

Los lípidos representan el 99% de la materia grasa. La composición media de los lípidos contenidos en un litro de leche es la siguiente (en % de lípidos totales): a) lípidos simples (glicéridos y estéridos) 99 – 99,5; b) lípidos complejos (lecitinas y cefalinas) 0,5 – 1,0. A continuación se presenta una tabla desglosando el porcentaje de los componentes de la grasa en la leche:

Tabla 2 Principales componentes de la materia grasa de la leche

Lípidos simples	98,5%
- Glicéridos	98,5%
• Triglicéridos	95 – 96%
• Diglicéridos	2 – 3%

• Monoglicéridos	0,1%
- Colestéridos	0,03%
- Céridos (ésteres de ácidos grasos y alcoholes de cadena larga)	0,02%
Lípidos complejos	1%
- Fosfatidil etanolamina (cefalina)	0,45%
- Fosfatidil colina (lecitina)	0,30%
- Fosfatidil inositol y fosfatidil serina	0,05%
- Esfingomielina	0,20%
Sustancias liposolubles insaponificables	0,5%
- Colesterol	0,3%
- Ácidos grasos libres	0,1%
- Hidrocarburos	0,1%
• B caroteno	4 – 9mg/kg
• Escualeno	300mg/kg
• Fitenos	Trazas
• Xantofilas	Trazas
- Vitaminas	
• Vitamina E	17 – 42mg/kg
• Vitamina A	6 – 12mg/kg
• Vitamina D	100 – 200µm/kg
• Vitamina K	Trazas
- Alcoholes (fitol, palmítico, esteárico, oleico)	Trazas

Fuente: “Les lipides de lait”. Citado por Josep Mestres.

La grasa se encuentra en forma de glóbulos, con un diámetro de 0.1 a 20 micras (0.001 mm = 1 micra). La materia grasa de la leche es una mezcla de triglicéridos (alcohol + ácidos grasos). Los ácidos grasos representan alrededor del 90% de la grasa de la leche. El ácido butírico es el representativo en el caso de la leche. También existen las grasas no saponificables (pigmentos y vitaminas liposolubles) (Vásquez Castillo, 2018). La siguiente tabla presenta desglosados los principales ácidos grasos presentes en la leche:

Tabla 3 Principales ácidos grasos presentes en la leche (% medio)

Butírico (C4)	4,0%
Caproico (C6)	2,5%
Caprílico (C8)	1,3%
Cáprico (C10)	2,8%
Decenoico (C10:1)	0,3%
Láurico (C12)	3,2%
Lauroleico (C12:1)	0,1%
Tridecanoico (C13)	0,1%
Iso – mirístico (C14 iso)	0,2%
Mirístico (C14)	11,0%
Miristoleico (C14:1)	1,0%
Iso – pentadecanoico (C15 iso)	1,0%
Pentadecanoico (C15)	1,2%
Pentadecenoico (C15:1)	0,1%
Iso – palmítico (C16 iso)	0,3%
Palmítico (C16)	27,5%
Palmitoleico (C16:1)	1,9%
Iso – heptadecanoico (C17 iso)	1,1%
Heptadecanoico (C17)	0,8%
Heptadecenoico (C17:1)	0,4%
Esteárico (C18)	10,5%
Oleico (C18:1)	23,0%
Vacénico (C18:1 trans)	2,0%
Linoleico (C18:2)	3,0%
Linolénico (C18:3)	0,6%

Fuente: “Les lipides de lait”. Citado por Josep Mestres.

La membrana está compuesta por lípidos polares, fosfolípidos, glicoproteínas, enzimas e iones metálicos (Mestres Lagarriga & Romero del Castillo, 2004).

4.9.2. Sólidos no grasos

Los sólidos no grasos (SNG) en la leche se refieren a los elementos como proteínas, lactosa, vitaminas y minerales, con excepción del contenido de agua y lípidos (Chacón Bueno, 2017).

Estos pueden determinarse por el método directo mediante la evaporación de la fase acuosa de la leche (Determinación de Cenizas), o por el método indirecto, mediante la relación de la densidad y su contenido de grasa (Vásquez Castillo, 2018).

El porcentaje de SNG puede variar en función del tipo de alimentación suministrada a los animales. Esta variación parece estar relacionada con el nivel de energía, una vez que, el aumento de este valor en la dieta de vacas de alta producción puede conducir a un aumento de hasta 0.2% en el porcentaje de SNG. Es importante destacar que la variación de SNG es cíclico, sobre todo, por la variación del nivel de proteína de la leche, lo que evidencia la importancia de este parámetro para la evaluación del rendimiento industrial del producto utilizado como materia prima (Coca Vázquez, González Cu, & Molina Sánchez, 2010).

También es importante la mención que el porcentaje de SNG decrece progresivamente con la edad del animal. Así, dentro de un ciclo de lactación, presenta una variación inversa a la curva de producción de leche, o sea, durante el primer mes los SNG es alto, disminuyendo al segundo mes cuando existe el pico de producción de leche y vuelve a aumentar al final de la lactación, a medida que la producción disminuye (Coca Vázquez, González Cu, & Molina Sánchez, 2010).

4.9.3. Proteína

Dado que el 95% de sustancias que componen esta fracción son proteínas, la denominación “proteínas” para toda la fracción constituye solo un pequeño abuso de lenguaje, pero la denominación más adecuada para la misma sería la de materias nitrogenadas (Mestres Lagarriga & Romero del Castillo, 2004).

Las proteínas lácteas se encuentran distribuidas en micelas de unas 100 milimicras de diámetro, formando un sistema coloidal altamente estable y sensible solo a las disminuciones de pH. Existen distintos tipos de proteínas lácticas que corrientemente se clasifican en caseína, proteínas de glóbulos grasos y proteínas del suero constituidas por β – lacto globulina, α – lacto globulina, enzimas, inmunoglobulina, etc. Estas últimas quedan en solución conjuntamente con la lactosa y sales minerales para constituir el lacto suero, cuando las caseínas coagulan (Guerrero Ortiz & Rodríguez Castillo, 2010).

Las principales fracciones proteicas son la caseína y las proteínas del suero de la leche (Vásquez Castillo, 2018). Se describen a continuación:

- a) Caseína: Son un grupo de fosfoproteínas que representan cerca del 80% de las proteínas totales. Se le denomina también complejo caseinato – fosfato tricalcico, puesto que todas ellas contienen grupos fosfatos esterificando sus aminoácidos (Guerrero Ortiz & Rodríguez Castillo, 2010).

Este grupo se caracteriza por precipitar a pH 4,6. Su solubilidad en estas condiciones es mucho menor que la de las proteínas del suero, lo que permite la separación entre unas y otras (Mestres Lagarriga & Romero del Castillo, 2004).

Las caseínas se clasifican en: caseína α_{s1} , caseína α_{s2} , caseína β y caseína κ . Las cuatro caseínas difieren mucho entre sí, una de las características distintivas respecto de las proteínas del suero es el enlace ester – fosfato, del cual carecen las proteínas del suero (Mestres Lagarriga & Romero del Castillo, 2004).

Las caseínas se encuentran en la leche en forma de micelas. En la leche recién ordeñada y sin refrigerar prácticamente toda la caseína se encuentra en forma de partículas bastante esféricas de 40 – 300nm de diámetro. Por término medio, cada micela está constituida por 104 moléculas de caseína (Mestres Lagarriga & Romero del Castillo, 2004).

A continuación se presenta la descripción de la fracción nitrogenada de la leche:

Tabla 4 Principales componentes de la fracción nitrogenada de la leche (referidos a 1 litro de leche).

Caseínas(*)	25g
α_{s1}	13 – 15g
α_{s2}	2,5 – 3,5g
B	8 – 11g
K	2,5 – 5g
Γ	1 – 2g
Proteínas solubles(*)	7g
β – lactoglobulina	2 – 4g
α – lactoalbúmina	0,5 – 1g
Sero albúmina	0,2 – 0,4g
Inmunoglobulinas	0,6 – 1g
- Inmunoglobulina G1	0,4 – 0,8g
- Inmunoglobulina G2	60 – 230mg
- Inmunoglobulina A	60 – 230mg
- Inmunoglobulina M	30 – 230mg
- FSC (free secretory component)	60 – 90mg
Proteosas – peptonas	0,5 – 1g
Sustancias nitrogenadas no preteicas(**)	1,5g
Péptidos	210mg
Aminoácidos	250mg
Urea	500mg

Nitrógeno amoniacal	10mg
Creatina	30mg
Creatinina	15mg
Ácido úrico	20mg
Ácido orótico	50mg
Ácido hipúrico	30mg
Tiamina	0,44mg
Riboflavina	1,7mg
Nicotinamida	1,0mg
Piridoxina	0,5mg
Ácido pantoténico	3,5mg
Biotina	30µg
Ácido fólico	3µg
Vitamina B12	4,3µg

Fuente: (*)"Cow milk proteins: twenty five years of progress". (**) "The NPN fraction of cow's milk". Citado por Josep Mestres.

b) Seroproteínas: El suero es el conjunto de todos los componentes de la leche que no se integran en la coagulación de la caseína (Vásquez Castillo, 2018).

Son solubles y están formadas por holoproteínas y glicoproteínas, represan cerca del 15 – 20% de las proteínas de la leche. La proteína más importante de este grupo es la β – lacto globulina, por la cantidad en que se encuentra y por ser la principal responsable del sabor a leche hervida cuando la leche es expuesta a temperaturas altas por tiempo prolongado. Entre otras proteínas de la leche están la lacto albumina, globulinas, seroalbúminas y las proteosas – petosas (Guerrero Ortiz & Rodríguez Castillo, 2010). Las seroproteínas por definición no contienen fósforo, pero presentan una gran cantidad de aminoácidos sulfurados (Villafuerte, 1984).

4.9.4. Lactosa

La lactosa es un azúcar estrictamente específico de la leche, y cuya síntesis y secreción está íntimamente relacionada con el volumen total de leche que producen los mamíferos. La glándula mamaria retiene 900g de agua por cada 50g de lactosa sintetizada, siendo el principal componente osmótico mediante un proceso activo de extracción de agua hacia las vesículas de Golgi donde se produce la síntesis (Hernández Rodríguez, 2003).

Es un disacárido reductor formado por la unión de una molécula de glucosa y una de galactosa. Debido a la existencia de un carbono asimétrico en su molécula, existen dos isómeros de la lactosa (α , β). En la leche los dos isómeros se encuentran en equilibrio (Duque, Guevara, Motta - Delgado, & Rivera, 2014).

Es interesante señalar que, en la leche nativa, la cantidad de glucosa es superior a la de galactosa, mientras que en el lactosuero es al revés. Así mismo, en el lactosuero y en los productos lácteos fermentados se pueden encontrar cantidades de glucosa y galactosa netamente superiores a las de la leche. Ello es debido a que el origen de la glucosa y galactosa, presentes en el lactosuero, está asociado a la metabolización de la lactosa por las bacterias lácticas (Duque, Guevara, Motta - Delgado, & Rivera, 2014).

4.9.5. Vitaminas

En cuanto al contenido de vitaminas, la leche es rica en ellas (A, B, C, D), las vitaminas A y D son solubles en grasa o en disolventes de la grasa, mientras que el resto son solubles en agua (Vásquez Castillo, 2018). A continuación se presenta una tabla con el contenido de vitaminas en la leche:

Tabla 5 Concentración de vitaminas en la leche de vaca

Vitamina	mg/L
Vitamina A	0,4
Caroteno	0,2
Vitamina D	0,0006
Vitamina E	0,98
Tiamina (B1)	0,44
Rivoflavina (B2)	1,75
Niacina	0,94
Ácido pantotenico	3,46
Piridoxina (B6)	0,64
Biotina	0,031
Ácido fólico	0,050
Cianocobalamina (B12)	0,0043
Vitamina C	21,1

Fuente: Tecnología de los alimentos. Citado por Paula Rodríguez.

4.9.6. Minerales

Estos comprenden sales solubles e insolubles de aniones orgánicos y minerales que provienen de la sangre del animal (Guerrero Ortiz & Rodríguez Castillo, 2010).

En la leche podemos encontrar numerosas sustancias minerales en disolución o ligadas a algunas de las moléculas coloidales, básicamente caseínas, presentes en la misma (Mestres Lagarriga & Romero del Castillo, 2004). A continuación se describe la fracción mineral contenida en la leche:

Tabla 6 Principales componentes de la fracción mineral de la leche (por litro de leche)

Macrocomponentes(*)	
Potasio	1,4g
Calcio	1,2g
Cloro	1,2g
Fósforo	1,0g
Sodio	0,6g
Azufre	0,3g
Magnesio	0,1g
Microcomponentes(**)	
Arsénico	30 - 60µg
Cromo	1 - 20µg
Cobalto	1 - 15µg
Cobre	2 - 10µg
Flúor	20 - 150µg
Yodo	5 - 700µg
Hierro	200 - 800µg
Manganeso	20 - 30µg
Molibdeno	18 - 120µg
Níquel	1 - 100µg
Selenio	5 - 24µg
Zinc	2 - 5mg

Fuente: (*) “Fundamentals of dairy chemistry”. (**) “Nutritional significance of essential trace elements in dairy foods”. Citado por Josep Mestres

4.10. Propiedades físicas de la leche

4.10.1. Densidad

La densidad de la leche oscila entre 1.027 – 1.035g/cm³, con una media de 1.032g/cm³ a una temperatura de 15°C; su variación con la temperatura es 0.0002g/cm³ por cada grado de temperatura. El mantener la leche a diferentes temperaturas puede afectar la medición de la densidad (Guerrero Ortiz & Rodríguez Castillo, 2010).

A medida que la leche se calienta, su estructura globular cambia y la densidad decrece. Otra medida utilizada para determinar la densidad de la leche es la gravedad específica. Esto es simplemente el grado de peso de una unidad de volumen de leche comparada (dividida por) con el peso del mismo volumen de agua a la misma temperatura (Guerrero Ortiz & Rodríguez Castillo, 2010).

La variación de la densidad está determinada por dos factores: a) Concentración de los elementos disueltos y en suspensión (SNG), la densidad varía proporcionalmente a esta concentración. b) Proporción de materia grasa, la densidad global de la leche varía de manera inversa al contenido graso (Vásquez Castillo, 2018).

4.10.2. Punto de congelación

Al enfriar una solución diluida se alcanza eventualmente una temperatura en la cual el solvente sólido (soluto) comienza a separarse. Dicha temperatura se conoce como punto de congelación de la solución. La leche congela a menos de 0 °C ya que las sustancias disueltas disminuyen el punto de congelación del solvente. El punto de congelación de la leche varía poco y es una de las medidas más constantes de la leche, siendo de -0.530 °C a -0.560 °C (con una media de -0.54°C) para la leche de vaca (Villafuerte, 1984).

El punto de congelación en la leche es el único parámetro fiable para detectar adulteración por agua. Cuando la leche se somete a un tratamiento de alta temperatura (UHT o esterilización) la precipitación de algunos fosfatos causará un aumento del punto de congelación (Vásquez Castillo, 2018).

4.11. Factores que afectan la composición de la leche

4.11.1. Factores nutricionales

Del conjunto de alteraciones en las características físico-químicas de la leche, la concentración de grasa es la que resulta más sensible a cambios nutricionales y puede variar casi 3.0 unidades porcentuales. Los efectos que tiene la alimentación sobre la concentración de la proteína láctea pueden producir cambios hasta de 0.60 unidades porcentuales. Las concentraciones de la lactosa y minerales, no responden previsiblemente a ajustes en la dieta y tampoco se han reportado efectos sensibles sobre el pH, la acidez y el peso específico de la leche (Hernández Rodríguez, 2003).

4.11.1.1. Alimentación

Las vacas con bajos niveles de alimentación reducen la producción de leche y el porcentaje de lactosa solo dentro de ciertos límites, sin embargo se producen aumentos en el porcentaje de grasa láctea. Por regla general, cualquier ración que aumenta la producción de leche reduce generalmente el porcentaje de grasa. La subalimentación es el único régimen nutricional que altera la lactosa donde el porcentaje de la misma solo se reduce levemente (Hernández Rodríguez, 2003).

Investigaciones han demostrado que por cada 30 Kg de incremento de peso vivo al momento del parto se logran incrementos en la producción de leche de 122 Kg, 8 Kg de grasa y 4 Kg de proteína durante las primeras 20 semanas de la lactancia. Sin embargo los efectos de la condición corporal sobre los porcentajes de grasa y proteína son pequeños. Durante la lactación los efectos del nivel de alimentación sobre el porcentaje de grasa y proteína son variables. Durante la lactancia si se incrementa el consumo de alimentos, también se incrementa la producción de leche y los rendimientos en grasa y proteína. Con el incremento del consumo, el porcentaje de grasa en la leche tiende a disminuir, sin embargo el porcentaje de proteína manifiesta un ligero incremento. Esta

última, en animales adecuadamente alimentados se encuentra raramente por debajo de los 3.2%, sin embargo en rebaños con malas condiciones alimentarias puede decaer hasta 2.8% (Hernández Rodríguez, 2003).

4.11.1.2. Calidad de la ración

En el caso del trópico Hernández (2003) señala que los pastos constituyen la base alimentaria de la vaca lechera, donde se presentan en la mayoría de ellos un bajo nivel de energía y proteína. Ello constituye la principal causa que afecta la producción de leche y la composición, donde se hace necesario suplementar con granos o cereales y lograr balancear adecuadamente la ración.

Los concentrados a base de cereales, resultan en un incremento en la producción de leche y en los rendimientos en grasa y proteína. La vaca lechera generalmente usa los suplementos proteicos como una fuente de energía, más que como fuente de proteína a la ubre. Por lo tanto, si en la dieta se cubren los niveles de proteínas en la ración total de la vaca lechera, un suplemento proteico adicional logrará los mismos incrementos en el porcentaje de proteína láctea que una ración de cereales con un nivel de energía similar (Hernández Rodríguez, 2003).

Cuando el contenido de proteína en la dieta es bajo, un suplemento proteico en la misma incrementa el contenido energético de la dieta en su totalidad a través de un incremento de la digestibilidad de la dieta, como resultado el porcentaje de proteína en la dieta también se incrementa. Tanto la producción de leche como la proteína láctea se incrementan cuando la deficiencia de energía en la dieta es corregida si se encontrara deficiente (Hernández Rodríguez, 2003).

Sin embargo cuando el uso de concentrados en la dieta de la vaca lechera es elevado y constituye más del 60% de la misma se produce cierta depresión en el porcentaje de la grasa láctea (Hernández Rodríguez, 2003).

Para mantener e incluso incrementar los niveles de grasa láctea, es aconsejable además el empleo de pequeñas cantidades de fibra en la dieta. El aporte diario de 2 a 3 kg/vaca de heno de buena calidad unido a una alimentación a base de pastos de buena calidad logra mantener el porcentaje de grasa en la leche. Además para eliminar el efecto de la depresión de la grasa se necesita de un 15 – 17 por ciento de fibra en la dieta. Sin embargo el mayor contenido de fibra en los pastos maduros hace que disminuya su calidad (menor digestibilidad), se afecte en consecuencia el consumo de materia seca por parte de los animales, y disminuya la producción diaria de leche (Hernández Rodríguez, 2003).

Cuando las vacas consumen pasturas con mayor cantidad de fibra, al avanzar la primavera, se recuperan los porcentajes de grasa en la leche, pero a costa de una menor producción de leche, obteniéndose menores producciones de grasa diaria. El menor consumo de energía de las vacas sobre pasturas maduras se refleja también, en menores porcentajes de proteína de la leche lo que unido a una menor producción, provoca importantes disminuciones en la producción diaria de proteína. El mayor valor nutritivo de los pastos en la época lluviosa, se debe a que en esta época una mayor proporción de la proteína de los pastos y forrajes está como proteína verdadera, mientras que en la época de seca, parte de dicha proteína está como nitrógeno no proteico (Hernández Rodríguez, 2003).

4.11.2. Factores no nutricionales

4.11.2.1. Raza

Existen notables diferencias entre razas con relación a los componentes mayores de la leche, donde se distingue la raza Holstein con niveles de sólidos más bajos si se compara con otras razas como la Jersey, que registra la mayor composición.

Tabla 7 Composición media de la leche en las principales razas lecheras

Raza	Grasa (%)	Proteína Total (%)	Proteína Verdadera (%)	Sólidos Totales (%)	SNG (%)	Cantidad (kg/ciclo)
Ayrshire	3.88	3.33	3.12	12.69	8.90	7,500
Brown Swiss	3.98	3.52	3.33	12.64	9.40	8,250
Guernsey	4.46	3.47	3.28	13.76	9.40	6,500
Holstein	3.64	3.16	2.97	12.24	8.86	10,500
Jersey	4.64	3.73	3.54	14.04	9.54	7,000

Fuente: Ciencia y tecnología de la leche. Citado por Robier Hernández.

La raza constituye hoy uno de los factores más relevantes a considerar en la composición de la leche, puesto que la grasa y proteína lácteas son caracteres genéticos con alta heredabilidad (Hernández Rodríguez, 2003).

La heredabilidad estimada para la producción de leche es relativamente baja (0.25), sin embargo para la composición de la leche es bastante alta (0.50). Opuestamente los factores ambientales como la nutrición y el manejo alimentario pueden tener mayor efecto sobre la producción que sobre la composición de la leche. En la práctica, se ha logrado un incremento de los sólidos de la leche, manteniéndose altos niveles productivos, debido al manejo combinado de la genética y la alimentación (Hernández Rodríguez, 2003).

4.11.2.2. Estado de lactación

El curso de la lactancia, no solo afecta la producción de leche, sino también la composición. Normalmente, un aumento en el rendimiento de leche es seguido por una disminución en los porcentajes de grasa y proteína en leche mientras los rendimientos de estos componentes permanecen igual o en aumento (Hernández Rodríguez, 2003).

El estado de lactación es uno de los factores responsable de la mayor variación en la composición de la leche. Así el calostro o primera secreción post – parto, se parece al suero sanguíneo, tiene pH 6 y es rico en leucocitos, inmunoglobulina, minerales y enzimas proteolíticas y lipolíticas. Al cabo de dos o tres días se convierte en leche normal (Guerrero Ortiz & Rodríguez Castillo, 2010).

Los cambios en los rendimientos productivos durante el ciclo de lactancia, influyen de manera inversa a la composición. Generalmente, en el primer tercio de la lactación y concomitante con el pico de lactancia, se registran las menores concentraciones de grasa, proteína y sólidos de la leche, situación que se invierte al final de la lactancia (Hernández Rodríguez, 2003).

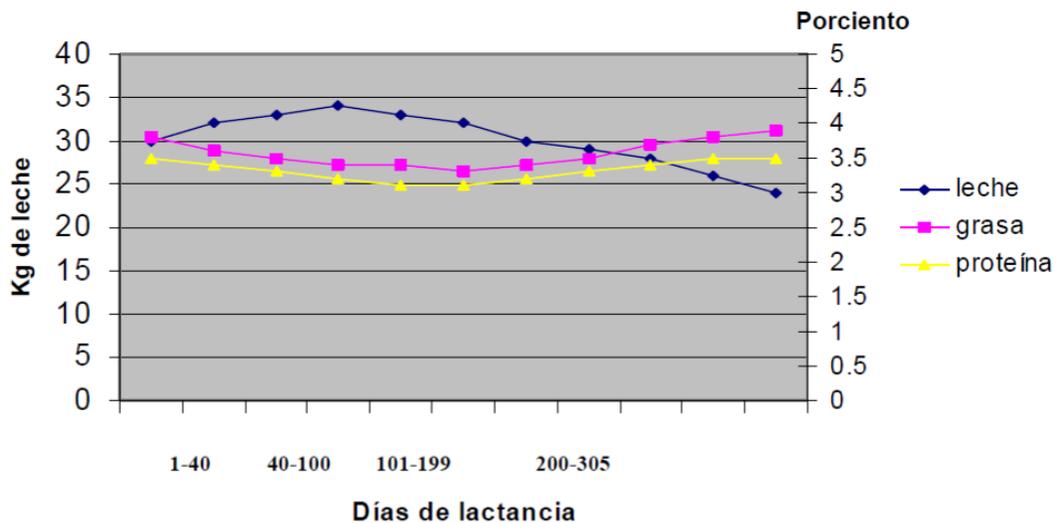


Ilustración 2 Comportamiento de la producción de leche, el porcentaje de grasa y proteína durante el ciclo de la lactancia

Sin embargo, este comportamiento se ajusta más a rebaños de vacas altas productoras, donde se aseguran todas las condiciones de manejo y alimentación,

ya que otros reportes sobre animales de menor producción y en condiciones rústicas de explotación no se observa este comportamiento típico. En estos las curvas de lactancia son menos pronunciadas y en ocasiones lineales. En tales condiciones, se evidencia una mayor influencia de los factores de manejo y alimentación. El tipo de animal y las condiciones de explotación, también son elementos muy relacionados con estos factores (Hernández Rodríguez, 2003).

4.11.2.3. Número de lactancias y edad del animal

Los niveles de producción de leche aumentan con las sucesivas lactancias de la vaca, obteniéndose los mayores volúmenes entre la tercera y la cuarta lactancia, lo que depende en gran medida de la edad de incorporación del animal a la reproducción y el manejo del mismo durante su vida productiva (Hernández Rodríguez, 2003).

Tanto grasa, como proteína disminuyen a medida que el animal envejece. La grasa de la leche cae un 0,2% cada año a partir de la primera a la quinta lactancia probablemente como resultado de una mayor producción y más infecciones en las ubres. Mientras que el contenido de grasa de leche permanece relativamente constante, el contenido de proteína de la leche disminuye gradualmente con la edad avanzada (Villafuerte, 1984).

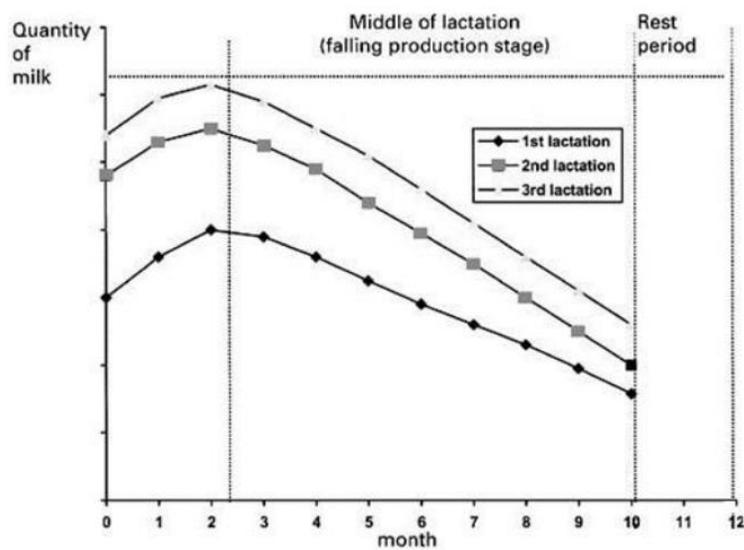


Ilustración 3 Caída de la etapa de producción comparando 1°, 2° y 3° lactación

4.11.2.4. Época del año

Los porcentajes de grasa y de proteína son más altos durante el invierno y más bajos durante el verano. Esta variación está relacionada con cambios en la disponibilidad y calidad de los alimentos y las condiciones climáticas. Durante el verano (época seca) los pastos son bajos en fibra y se deprimen los niveles de grasa en la leche. Además las altas temperaturas y la alta humedad disminuyen los niveles de consumo. Durante el invierno (época lluviosa) aumenta la disponibilidad y la calidad de los alimentos (pastos y forrajes), por lo que aumentan los niveles de grasa en leche, pero disminuye la producción de leche (Hernández Rodríguez, 2003).

Los factores ambientales en la mayoría de los casos afectan directamente el nivel de consumo de los animales dando como resultados variaciones significativas en la producción de leche y en la composición. Cuando la temperatura se encuentra por encima de los 30 °C se reduce la producción de

leche, además de los niveles de grasa y proteína, debido a la reducción del ingreso de energía a través de la dieta. La combinación del estrés calórico, con la pobre suplementación o una dieta basada solamente en forrajes condiciona en la lactancia temprana y media a una disminución de los rendimientos lácteos (Hernández Rodríguez, 2003).

4.12. Normativa de la leche en Guatemala

Para regular la producción de leche de vaca fresca en Guatemala, se aplica una normativa específica que no solo clasifica el producto, si no también establece las características que debe tener de acuerdo a su clasificación.

Para el presente trabajo se utilizará la norma guatemalteca obligatoria COGUANOR NGO 34 041, para comparar las características físico – químicas establecidas en la norma para la leche tipo 1, con las obtenidas a través del análisis estadístico.

Tabla 8 Características físico – químicas de la leche establecidas en la norma COGUANOR NGO 34 041

Característica	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Contenido de grasa láctea, en porcentaje en masa	≥ 3.0	≥ 0.5 a < 3.0	< 0.5
Proteínas (N x 6.38), en porcentaje en masa, mínimo	3.2	3.2	3.2
Sólidos lácteos no grasos, en porcentaje en masa, mínimo	---	8.25	8.25
Punto de congelación, en grados Celsius	Abajo de -0.53	Abajo de -0.53	Abajo de -0.53

Fuente: COGUANOR NGO 34 041

4.13. Reglamento Técnico Centroamericano para leche cruda

El reglamento técnico centroamericano (RTCA) tiene por objeto establecer los tipos y definir las características que debe reunir la leche fluida que se comercialice directamente para el consumo humano a nivel regional.

Para el presente trabajo se utilizará el reglamento técnico RTCR 401 – 2006, para comparar las características físico – químicas establecidas en la norma para la leche entera, con las obtenidas a través del análisis estadístico.

Tabla 9 Características físicas y químicas de la leche establecidas en la norma RTCR: 401 – 2006

Característica	Leche entera	Leche Semidescremada	Leche Descremada
Grasa láctea	% Mayor o igual a 3	Mayor o igual a 1 y menor de 3	Menor de 1
Sólidos no Grasos, Mínimo %	8.0	8.0	8.0
Proteínas (N*6,38), Mínimo %	3.0	3.0	3.0
Densidad a 15°C, Mínimo	1.032	1.030	1.029
Punto de congelación, °C	-0.513 (-0.531)	-0.513 (-0.531)	-0.513 (-0.531)

Fuente: RTCR (Reglamento Técnico Centroamericano)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización

El presente estudio recabó información de la leche acopiada por la empresa Agroindustrias Alvarado S.A, ubicada en el municipio de La Libertad, Petén. Este departamento cuenta con un clima tropical cálido y húmedo, típico de las tierras bajas. La temperatura va entre los 17 – 35°C, con una media de 27°C, la máxima se registra durante la época seca o de verano en los meses de febrero a mayo y la mínima de diciembre a enero. El municipio de La Libertad tiene definidas dos zonas de vida: bosque húmedo tropical (bh – T) y bosque húmedo premontano tropical (bh – PMT) (Espinoza Muñoz, 2007). A continuación se presenta la tabla 10 con la temperatura media que presentó el municipio de La Libertad, Petén durante el periodo en estudio.

Tabla 10 Clima promedio del primer semestre 2019 en el municipio de La Libertad, Petén

Mes	Temperatura media (°C)	Precipitación media (mm)
Enero	30	0.90
Febrero	34	0.09
Marzo	34	0.30
Abril	36	0.15
Mayo	37	0.63
Junio	35	1.51
Semestre	34	0.60

Fuente: Canal Antigua (2019)

Agroindustrias Alvarado es una empresa de acopio, distribución y transformación de leche, con un manejo de alrededor de dos millones de litros de leche mensuales, es importante que empresas de este tipo (que manejan

grandes volúmenes de leche) conozcan las características de la materia prima que reciben para asegurar la calidad nutricional de los productos derivados que producen y distribuyen en distintos puntos del país y son consumidos diariamente por miles de guatemaltecos (H. Alvarado, comunicación personal, 26 de septiembre, 2019).

Como se mencionó la empresa se dedica a la distribución de leche cruda a empresas como Grupo Lala® y Sarita®; además destinan un porcentaje de la leche acopiada para su transformación en distintos subproductos, tales como crema y distintos tipos de quesos. Su amplia cadena de distribución incluye la venta de sus productos en distintos puntos de Petén como el Chal y La Libertad, ambos municipios de ese mismo departamento; cuentan, además con un punto de venta en la capital donde se abastecen diversidad de pequeños comerciantes que se dedican a revender los productos, no solo dentro de la misma capital, sino también en distintos departamentos del país.

5.2. Tipo de estudio

El estudio realizado es de tipo descriptiva, ex post – facto de corte transversal y a través de la estadística descriptiva se analizaron las características físico – químicas de la leche registradas en una base de datos proporcionada por Agroindustrias Alvarado. S.A, lo que permitió evaluar las variaciones que se presentaron en el período de Enero a Junio de 2019 y determinar los factores que pudieron influir en dicho comportamiento; además a través de la prueba de hipótesis de media unilateral y bilateral (según corresponda el caso) establecer si las muestras analizadas cumplen con las normativas tanto nacional como regional seleccionadas para el estudio.

Ex post – facto significado “después o posterior de los hechos”, en investigación tiene el mismo significado, este tipo tiene como característica

principal, que se estudian los hechos o fenómenos una vez que ya han sucedido, de tal manera que las variables en la investigación ex post – facto, no pueden ser modificados (Cohen & Manion, 2002).

Corte transversal se define básicamente como procedimientos de investigación transversal sin continuidad en el eje del tiempo y no experimental y observacionales sin manipulación de variables por parte del investigador (Cohen & Manion, 2002).

5.3. Variables evaluadas

En la siguiente tabla se presentan las variables analizadas en el presente trabajo:

Tabla 11 Variables utilizadas para caracterización de la composición de la leche.

Variables	Sub variables
Análisis químicos	Grasa
	Proteína
	Sólidos no grasos (SNG)
Análisis físicos	Densidad
	Punto criogénico

Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que todas las variables a analizar son del tipo cuantitativo.

5.4. Materiales

- Computadora
- Registros del año 2019 de Agroindustrias Alvarado S.A.

5.5. Recursos humanos

- Investigador
- Asesores
- Personal administrativo de Agroindustrias Alvarado S.A

5.6. Métodos

El estudio comprendió tres fases:

5.6.1. Recopilación de información

Para acceder a los archivos de la empresa se solicitó autorización previa, al encargado de producción. Se realizó una revisión de archivos del laboratorio en la planta de Agroindustrias Alvarado en La Libertad, Petén; los datos se obtuvieron a través del analizador de leche por ultrasonido Ekomilk® Scan, estos corresponden a grasa, proteína, sólidos no grasos, densidad y punto criogénico de la leche del período de enero a junio del 2019, los cuales fueron transcritos a una hoja de cálculo Excel de Microsoft Office®. Se recopilieron datos de 5 de los principales proveedores de leche de la empresa.

5.6.2. Análisis de la información

La base de datos creada, en hojas de cálculo Excel de Microsoft Office®, se analizó de la siguiente forma para responder al primer y segundo objetivo específico planteado:

- Paso 1: Los datos se organizaron según la fecha de toma de muestra, sin discriminar entre proveedores, puesto que no son una variable o factor a tomar en cuenta en el estudio. Se utilizó una hoja por cada variable analizada; dentro de la misma los datos fueron separados por mes, por día del mes y por proveedor (solamente para guardar un orden entre los datos). Teniendo de esa forma cinco hojas en Excel (una por cada variable a analizar – grasa, proteína, sólidos no grasos, densidad y

punto criogénico) con datos separados por los seis meses a trabajar (enero a junio 2019) y dentro de cada mes con cinco columnas (pertenecientes a los proveedores de los cuales se obtuvieron los datos) ordenadas por día.

											3.12
466											
467	FEBRERO										
468	3.27	1-feb	3.22	1-feb	3.11	1-feb	3.08	1-feb	3.15	1-feb	
469	3.22		3		3.15		3.12		3.05		
470	3.4		3.15		3.09		3.14		3.22		
471	3.4		2.97		3.15		3.11		3.22		
472	3.4		3.22		8.9		2.16		3.16		
473	3		3.09		2.97		3.02		3.07		
474	3.09		3.15		3.22	2-feb	3.14		3.06		
475	3.11		3.11		3.18		3.07		3.11		
476	3.04		3.06		3.63		3.06		3.11		
477	3.19		3.2		3.91		3.1		3.11		
478	3.15		3.21		2.97		3.09		3.12		
479	3.12		3.09		3.09		3.19		3.09		
480	3.22	2-feb	3.74	2-feb	3.1	3-feb	3.11		3.11		
481	3.15		3.19		3.15		3.11		3.06		
482	3.2		3.17		3.15		3.15		3.11		
483	2.98		3.22		3.18		3.22		3.01		
484	3.15		3.21		3.1		2.73		3.91		
485	3.15		3.14		3.12		3.11		3.15	2-feb	
486	3.16		3.05		3.1	4-feb	3.15	2-feb	3.16		
487	3.11		3.11		3.11		3.11		3.11		

Ilustración 4 Ejemplo de la organización de la base de datos en Excel de los resultados de las muestras recopiladas

- Paso 2: Con los datos ordenados, se procedió a obtener el promedio del valor de los mismos, esto con el fin de poder analizar la totalidad de ellos sin la necesidad de utilizar una muestra sobre la población (total de muestras recopiladas para el estudio). Se promedió cada columna de acuerdo al mes, obteniendo cinco promedios de cada mes, en cada variable; siendo un total de 150.
- Paso 3: Con los valores de los procedimientos anteriores se obtuvo un promedio mensual de cada variable. Para esto se analizaron los 5 valores calculados en cada mes.

Con estos promedios se realizó la Tabla 12, la cual se utilizó para responder tanto el primer como el segundo objetivo específico.

La base de datos creada, en hojas de cálculo Excel de Microsoft Office®, se analizó de la siguiente forma para la prueba de hipótesis de media correspondiente al tercer objetivo específico planteado:

- Paso 4: Junto con el análisis del paso 2, se procedió a calcular la desviación estándar (véase Fórmula 1) de los mismos, se realizó de cada columna de acuerdo al mes, obteniendo cinco desviaciones estándar de cada mes, en cada variable; siendo un total de 150.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Fórmula 1 Desviación estándar

Dónde:

X: es el valor de cada una de las n observaciones, en este caso cada uno de los resultados de las muestras recopiladas para el estudio,

\bar{x} : es la media de la muestra y

n – 1: es el número de observaciones de la muestra menos uno.

- Paso 5: Junto con los valores del paso 3, se obtuvo un promedio mensual para la desviación estándar de cada variable a analizar. Para esto se utilizaron los 5 valores calculados en cada mes y así se obtuvieron los valores a utilizar en la fórmula de Z (ver Fórmula 2). En la ilustración 5 se muestra la organización de este procedimiento.

Q	R	S	T	U	V
PROMEDIO ABRIL					PROMEDIO FINAL
1.03282235	1.03275707	1.03218	1.03277287	1.03250232	1.03260692
DESVIACIÓN ABRIL					
0.00135049	0.00197083	0.00123976	0.00108438	0.00113021	0.001355133
PROMEDIO MAYO					
1.03315968	1.03292892	1.03265787	1.03312857	1.03321953	1.033018913
DESVIACIÓN MAYO					
0.0011555	0.00186746	0.00155364	0.00176891	0.00116727	0.001502557

Ilustración 5 Organización de promedios a aplicar en la fórmula de Z

- Los promedios finales calculados en el paso 3 y 5, fueron analizados a través del valor estadístico Z, utilizando la fórmula:

$$Z = \frac{X - \mu}{S}$$

Fórmula 2 Obtención del estadístico Z

Dónde:

μ es el valor esperado, el que se obtendrá tanto de la normativa nacional como de la regional,

S es la desviación estándar y

X es la media

S y X fueron calculadas previamente para cada variable y se aplicó la fórmula a cada mes y de forma semestral. Debido a que se analizaron un total de 10,643 muestras; este valor de Z será utilizado para comparar

con el nivel de significancia seleccionado y poder establecer de esta forma la regla de decisión.

- Establecemos la regla de decisión, con un nivel de significancia del 0.05 y determinamos dónde colocar la región de rechazo. En el caso de las variables grasa, proteína, SNG y densidad, esta sería unilateral ubicada del lado izquierdo. En caso de la variable punto de congelación se dan dos casos diferentes, para la normativa nacional la región de rechazo será unilateral ubicada del lado derecho y para la normativa regional esta será bilateral (con un valor de significancia de 0.025 para cada lado).
- Con los valores de significancia establecidos, se ubican los valores en la tabla de distribución normal estándar acumulada (Anexo 1) y el valor que marca en Z es el que se utilizará para comparar con los valores de Z calculados anteriormente (para cada mes y el semestre) y así establecer si cumplieron la normativa nacional (COGUANOR NGO 34 041) y/o regional (RTCR: 401 – 2006) según el valor esperado utilizado en la fórmula.
- Con los resultados obtenidos del análisis se elaboraron tablas para ordenar los datos y así poder concluir.

Finalmente se elaboraron las conclusiones y recomendaciones, de los resultados del análisis estadístico realizado con la información suministrada por el laboratorio de Agroindustrias Alvarado. Esto permitió un mejor conocimiento de las variaciones que se dieron en las características físico – químicas de la leche a lo largo del primer semestre del 2019 por el centro de acopio de Agroindustrias Alvarado S. A. en el municipio de La Libertad, Petén.

5.6.3. Búsqueda de información secundaria

Se realizó una búsqueda de información bibliográfica en libros, artículos científicos, tesis, normas técnicas referidas a leche tanto nacionales como regionales, trabajos publicados en revistas impresas y electrónicas; que permitieron un análisis comparativo de los datos en estudio, lo que facilitó el establecimiento de los factores que afectaron a los componentes de la leche y cómo fue que los hicieron variar en el período estudiado.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Presentación de resultados

Tabla 12 Promedios calculados en base a las características físico – químicas de la leche según las muestras analizadas del primer semestre del 2019

Mes	Grasa (%)	Proteína (%)	SNG (%)	Densidad (g/cm ³)	Punto de congelación (°C)
Enero	3.077	3.134	8.636	1.032	-0.568
Febrero	3.004	3.148	8.669	1.032	-0.571
Marzo	2.845	3.173	8.634	1.032	-0.570
Abril	2.813	3.142	8.693	1.033	-0.573
Mayo	2.765	3.177	8.780	1.033	-0.578
Junio	2.828	3.218	8.904	1.033	-0.587
Promedio del primer semestre 2019	2.888	3.165	8.720	1.033	-0.574

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13 Resultados del análisis estadístico para la variable Grasa

Mes	Promedio	Valor de Z calculado vs. Valor de Z en tabla COGUANOR	Valor de Z calculado vs. Valor de Z en tabla RTCR
Enero	3.077	0.240 > -1.64	0.240 > -1.64
Febrero	3.004	0.012 > -1.64	0.012 > -1.64
Marzo	2.845	-0.588 > -1.64	-0.588 > -1.64
Abril	2.813	-0.630 > -1.64	-0.630 > -1.64
Mayo	2.765	-0.763 > -1.64	-0.763 > -1.64
Junio	2.828	-0.512 > -1.64	-0.512 > -1.64
Semestre	2.888	-0.358 > -1.64	-0.358 > -1.64

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14 Resultados del análisis estadístico para la variable Proteína

Mes	Promedio	Valor de Z calculado vs. Valor de Z en tabla COGUANOR	Valor de Z calculado vs Valor de Z en tabla RTCR
Enero	3.134	-0.332 > -1.64	0.667 > -1.64
Febrero	3.148	-0.233 > -1.64	0.668 > -1.64
Marzo	3.173	-0.076 > -1.64	0.494 > -1.64
Abril	3.142	-0.490 > -1.64	1.204 > -1.64
Mayo	3.177	-0.129 > -1.64	0.975 > -1.64
Junio	3.218	0.152 > -1.64	1.813 > -1.64
Semestre	3.165	-0.174 > -1.64	0.832 > -1.64

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15 Resultados del análisis estadístico para la variable Sólidos no Grasos (SNG)

Mes	Promedio	Valor de Z calculado vs. Valor de Z en tabla RTCR
Enero	8.636	2.020 > -1.64
Febrero	8.669	1.831 > -1.64
Marzo	8.634	2.586 > -1.64
Abril	8.693	2.673 > -1.64
Mayo	8.780	2.897 > -1.64
Junio	8.904	3.493 > -1.64
Semestre	8.720	2.520 > -1.64

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16 Resultados del análisis estadístico para la variable Densidad

Mes	Promedio	Valor de Z calculado vs. Valor de Z en tabla RTCR
Enero	1.032	0.161 > -1.64
Febrero	1.032	0.205 > -1.64
Marzo	1.032	0.058 > -1.64
Abril	1.033	0.448 > -1.64
Mayo	1.033	0.678 > -1.64
Junio	1.033	1.060 > -1.64
Semestre	1.033	0.405 > -1.64

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17 Resultados del análisis estadístico para la variable Punto de Congelación

Mes	Promedio	Valor de Z calculado vs. Valor de Z en tabla COGUANOR	Valor de Z calculado vs. Valor de Z en tabla RTCR
Enero	-0.568	-2.101 < -1.64	-3.039 < -1.96
Febrero	-0.571	-1.678 < -1.64	-2.377 < -1.96
Marzo	-0.570	-2.650 < -1.64	-3.779 < -1.96
Abril	-0.573	-2.729 < -1.64	-3.810 < -1.96
Mayo	-0.578	-2.295 < -1.64	-3.102 < -1.96
Junio	-0.587	-3.500 < -1.64	-4.549 < -1.96
Semestre	-0.574	-2.414 < -1.64	-3.337 < -1.96

Fuente: Elaboración propia.

6.2. Discusión de resultados

En la variable grasa observamos una notable disminución en su concentración conforme se acentúa la época seca (véase Gráfico 1), esto se debe a que durante esta época del año cambia la disponibilidad y la calidad de los alimentos; lo cual afecta la concentración de fibra en los pastos, haciendo que sea menor y como consecuencia se deprimen los niveles de grasa en la leche.

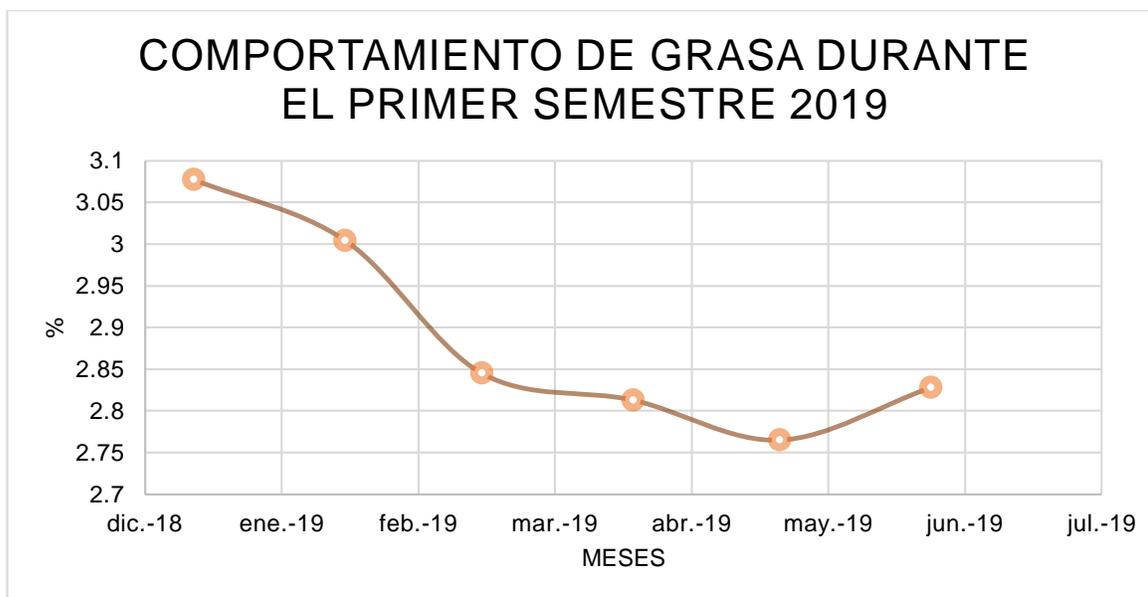


Gráfico 1 Comportamiento de Grasa durante el primer semestre 2019

Sabemos que un alto contenido de fibra generalmente conduce a un alto valor de la relación acetato: propionato y por lo tanto a una leche con mayor contenido de grasa. La relación entre grasa láctea y fibra alimentaria detergente ácida (ADF) es lineal en el rango 90 – 220kg ADF y que 220g/kg de ADF es el mínimo que debe contener la materia seca (MS) por lo cual decimos que la depresión en el contenido de grasa a partir del mes de marzo se debe a una disminución de la fibra en la dieta ofrecida, como resultado de la época seca.

Debemos tomar en cuenta que las temperaturas por encima de los 30°C reducen la producción de leche, afectando a su vez los niveles de grasa. En la tabla 11 encontramos la temperatura media por mes y observamos que enero obtuvo la temperatura más baja durante el semestre y a su vez obtuvo el promedio de grasa más alto del semestre, siendo de 3.077%; en los meses siguientes la temperatura sigue aumentando y su efecto en la composición de la leche es la disminución progresiva de la grasa láctea. Observamos también que el mes de mayo tuvo la temperatura más alta del semestre y como consecuencia el promedio de grasa más bajo (2.765%).

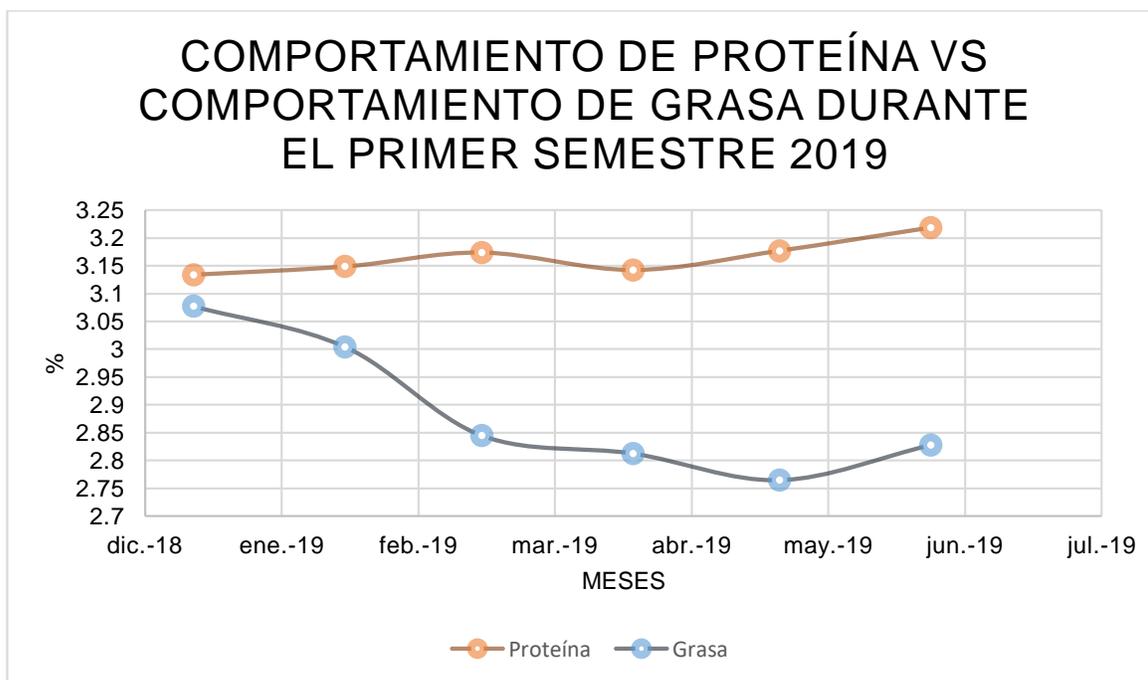


Gráfico 2 Comportamiento de proteínas vs Comportamiento de grasa durante el primer semestre 2019

Podemos mencionar que la falta de especialización del ganado sería un factor determinante en cuanto al porcentaje de grasa en la leche; Bustamante Guerrero, y otros (2010) establece el porcentaje de grasa para algunas razas de

ganado no especializado entre 2.80% - 3.09%. Por lo tanto podemos decir que la baja concentración de grasa en las muestras analizadas, estuvo influenciada por la falta de especialización del ganado.

En relación al ciclo de lactación (véase Ilustración 2) basados en la tabla 12 observamos que los primeros dos meses del semestre el porcentaje de grasa es alto y disminuye en los meses siguientes, hasta llegar al mes de junio donde presenta un ligero aumento; por lo que decimos que a lo largo del semestre el grupo de animales parte del estudio se encontraban empezando el ciclo de lactación y por eso se observa tal comportamiento en la variable grasa.

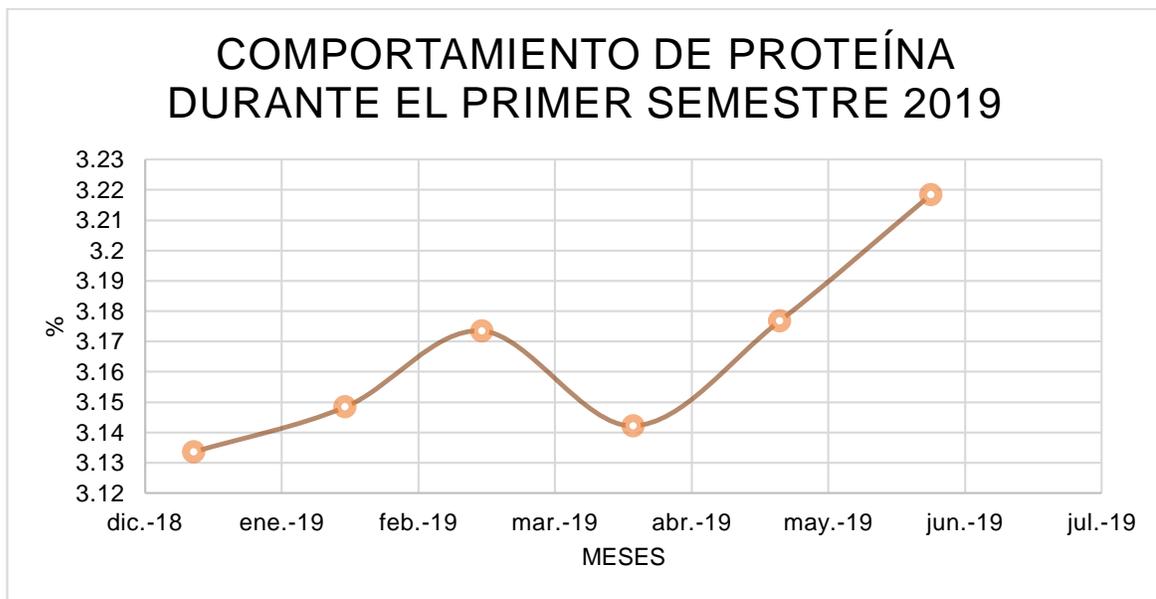


Gráfico 3 Comportamiento de proteína durante el primer semestre 2019

La literatura establece un rango para la grasa láctea entre 3.5 – 5.25%, en la tabla 12 observamos que los meses de enero y febrero son los que más se acercan a alcanzar el rango establecido. Por otro lado de marzo a junio y el promedio final del semestre no llegan a alcanzar el rango inferior, esto se debe a la forma en que los factores climáticos y nutricionales afectaron la síntesis de la

grasa láctea durante los meses mencionados. Lo anterior puede observarse gráficamente en el Gráfico 1.

Se dice que la relación de grasa: proteína generalmente es proporcional, sin embargo existen algunas situaciones en las que la concentración de proteína supera a la de grasa, según Gallardo (2006) a esto se le denomina inversión, y observando la Tabla 12 podemos decir que durante el primer semestre del año 2019 se presentó este fenómeno (véase Gráfico 2).

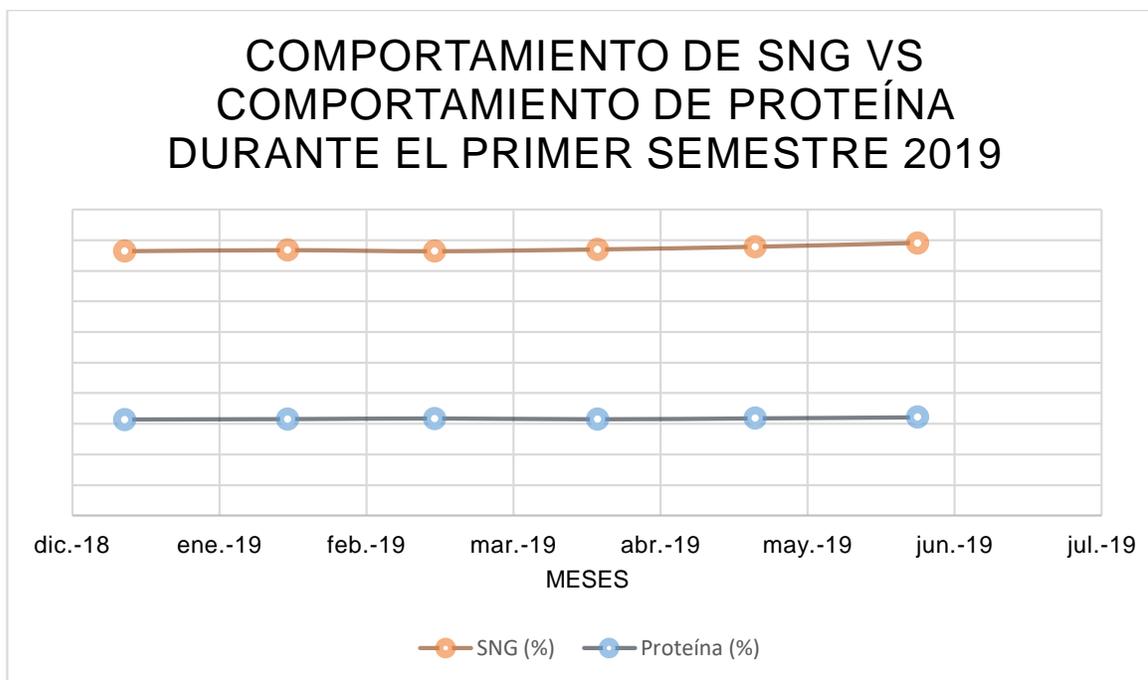


Gráfico 4 Comportamiento de SNG vs Comportamiento de proteína durante el primer semestre 2019

Sabemos que los forrajes tiernos y pasturas en pleno estado vegetativo, especialmente durante la época lluviosa, se caracterizan por tener un alto contenido de nitrógeno no proteico (NNP) y proteínas muy degradables en el rumen (solubles). El porcentaje de NNP y la degradabilidad ruminal de la proteína en la dieta se reduce a medida que aumenta el grado de madurez; debido a que

la disponibilidad de forraje se ve limitada durante la época seca, el ganado no permite la maduración del mismo y el clima adverso no favorece el crecimiento del forraje en los potreros que se encuentran en descanso (a diferencia de la época lluviosa donde el clima es favorable para el crecimiento y floración del pasto).

Entre los factores que afectan la síntesis de proteína del rumen encontramos la eficiencia de captación de NNP por los microorganismos, según el tipo de alimento utilizado; en forraje seco, picado con un contenido de proteína bruta menor al 8 – 9% donde el nitrógeno es limitante, la liberación de NNP por los microbios está equilibrada con la liberación de energía, y son capaces de capturar la mayoría de ese nitrógeno disponible. Pero con forraje fresco, con alto contenido de proteína, la liberación de NNP es muy rápida y grandes cantidades de amoníaco son absorbidas directamente del rumen.

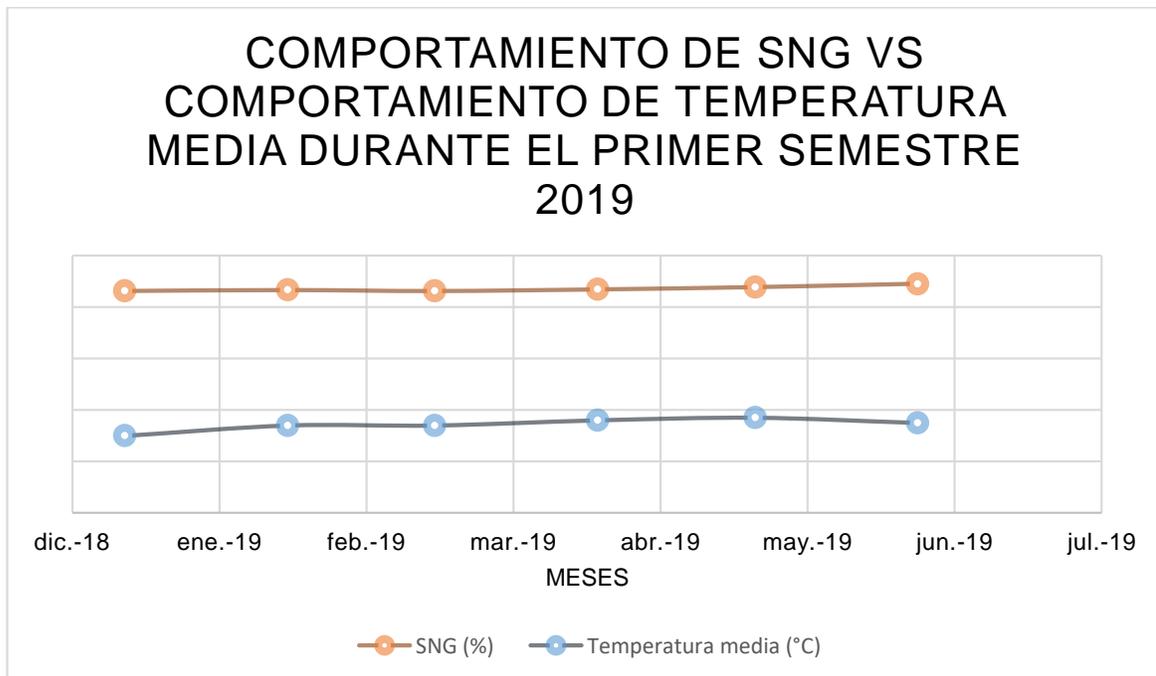


Gráfico 5 Comportamiento de SNG vs comportamiento de temperatura media durante el primer semestre 2019

Por lo anterior y basados en la Tabla 12 decimos que debido a que en la época seca se dispone de limitada cantidad de alimento y de baja calidad, la complementación de la dieta con forrajes secos favorece la captación, del poco nitrógeno aportado, por parte de los microorganismos del rumen y por otro lado el forraje fresco que encuentran los animales en los potreros, al estar tiernos su contenido de NNP es alto con una rápida liberación y como resultado el rumen absorbe abundantes cantidades de amoníaco que es integrado al metabolismo para la síntesis de proteína láctea.

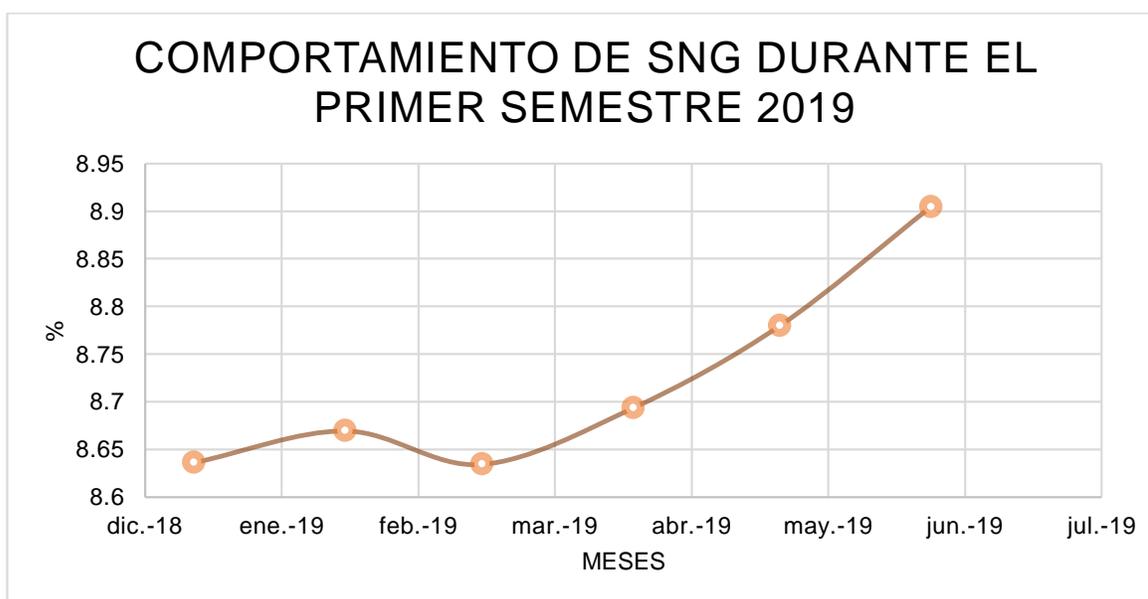


Gráfico 6 Comportamiento de SNG durante el primer semestre 2019.

En cuanto a la proteína, Bustamante y otros (2010) reporta valores para distintas razas no especializadas entre 3.56 – 3.88% para la variable, lo cual es ligeramente mayor a lo presentado en la tabla 7, esto podría ser un factor determinante para los valores presentados durante el primer semestre del 2019 pues, como se mencionó anteriormente, el grupo de animales dentro del estudio no pertenecen a razas especializadas en producción de leche.

Para el porcentaje de proteína láctea la literatura establece un rango entre 3.0 – 4.0%, por lo cual observamos el mes de enero con el porcentaje de proteína más bajo (3.134%) y junio el más alto (3.218%), véase Gráfico 3. El promedio del semestre completo también alcanza el rango que establece la literatura, presentando un valor de 3.165%.

Podemos relacionar el porcentaje de SNG con el de la proteína (véase Tabla 12) en cuanto a los meses de abril a junio observamos un comportamiento normal, pues van en aumento junto a la proteína (véase Gráfico 4). Es importante destacar que la variación en los SNG es cíclico, sobre todo, por la variación del nivel de proteína.

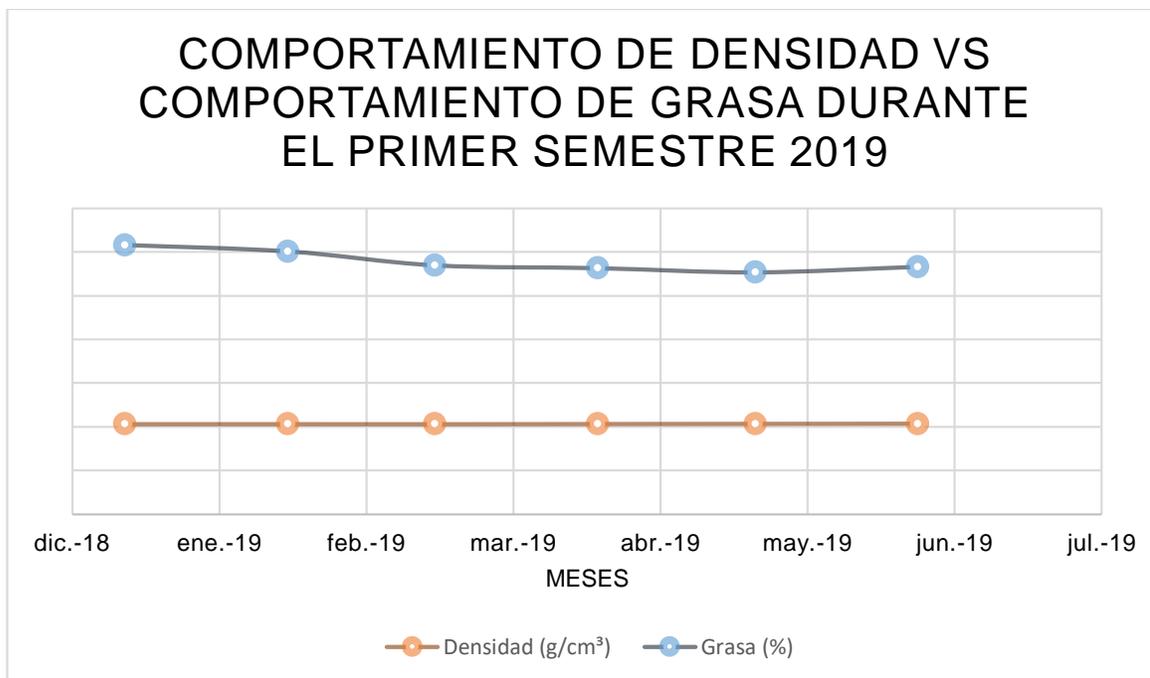


Gráfico 7 Comportamiento de densidad vs Comportamiento de grasa durante el primer semestre 2019

Se establece que la temperatura ambiental afecta también el contenido de SNG, sin embargo durante el estudio no se observó influencia de este factor,

debido a que el mes de mayo presentó la temperatura media más alta del semestre (véase Tabla 11) pero durante el mismo mes se calculó un promedio de 8.780% de SNG (el segundo más alto durante el semestre). Por otro lado el mes de marzo presentó una temperatura media de 34°C (no la más baja del semestre) se calculó el porcentaje de SNG más bajo, siendo de 8.634%; esto podemos encontrarlo graficado en el Gráfico 5. Por todo lo anterior decimos que para dicha variable, en este estudio no se observó influencia de la temperatura.

La literatura reporta que los SNG presentan un rango de entre 7.9 – 10.0%, por lo tanto si observamos la Tabla 12 y el Gráfico 6, vemos que todos los meses del estudio se encuentran dentro del rango establecido para esta variable. Sin embargo solamente un valor está por encima de la media, el cual corresponde al mes de junio con un porcentaje de 8.904.

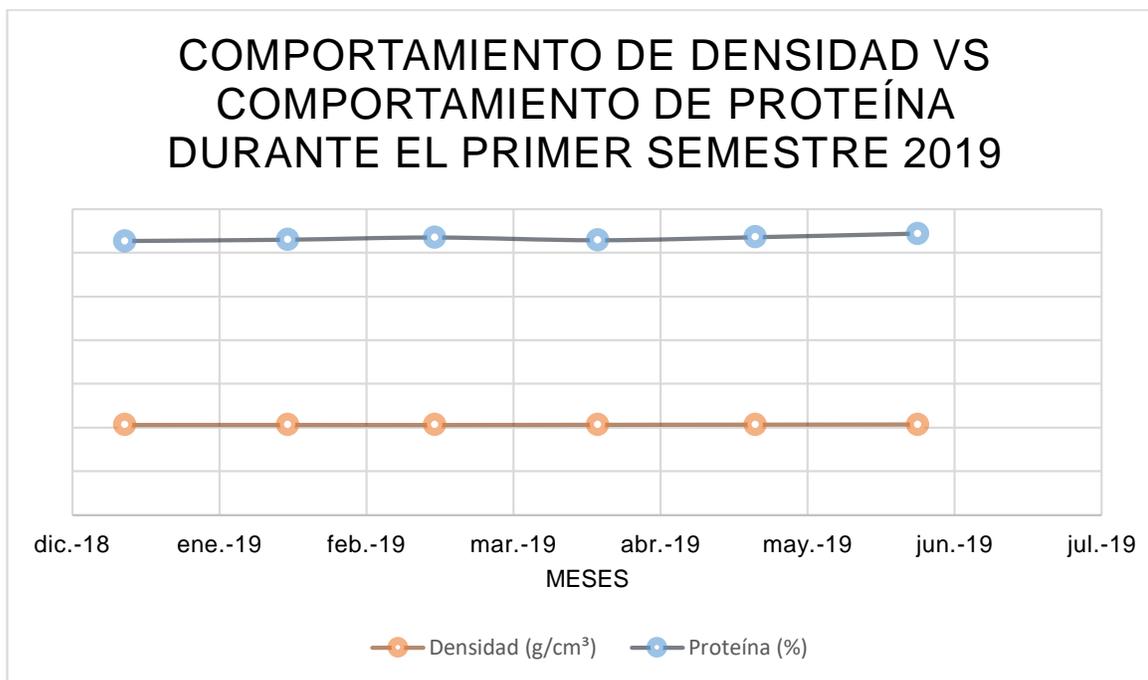


Gráfico 8 Comportamiento de densidad vs Comportamiento de proteína durante el primer semestre 2019

La variable densidad tiene una relación inversa al porcentaje de grasa láctea; entre mayor es la cantidad de grasa en la leche, menor es la densidad que presenta (véase Gráfico 7). Durante los meses de enero y febrero se observan los valores más altos de grasa y por consiguiente observamos los valores más bajos de densidad (1.032 g/cm^3). Durante el mes de marzo se reporta el mismo valor que los meses anteriores, sin embargo observamos que la grasa comienza a disminuir; esto pudo deberse a que el porcentaje de proteína sigue en aumento y la literatura reporta que mayores concentraciones de dicho componente aumentan el valor de la densidad (véase Gráfico 8). En los meses siguientes (abril y mayo) observamos que la densidad aumenta (1.033 g/cm^3) y también vemos que el porcentaje de grasa se encuentra bajo, lo cual favorece el aumento en la variable.

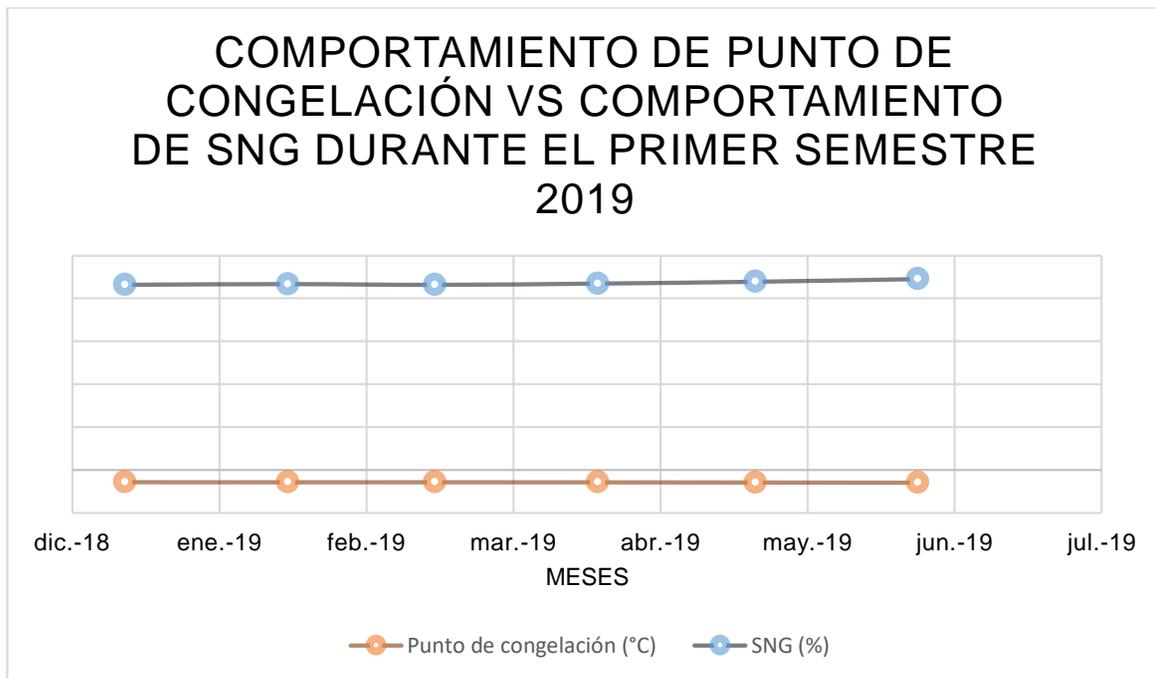


Gráfico 9 Comportamiento de punto de congelación vs Comportamiento de SNG durante el primer semestre 2019

El rango de densidad en la leche oscila entre $1.027 - 1.035 \text{ g/cm}^3$. En la Tabla 12 podemos observar que los valores de todos los meses en análisis alcanzan el rango que la literatura establece para la variable, siendo enero, febrero y marzo los que presentan menor valor (1.032 g/cm^3).

En la Tabla 12, observamos en el mes abril, se presenta un descenso en la variable esto debido al aumento en los SNG (véase Gráfico 9), sabemos que entre mayor es la cantidad de sólidos disueltos en la leche, menor será el punto de congelación; comportamiento que observamos claramente en los meses siguientes (mayo y junio) pues ambos presentan un aumento gradual en los SNG y de la mano se ve un descenso en el valor del punto de congelación.

Villafuerte (1984) establece un rango para el punto de congelación de entre -0.530 a -0.560°C . Podemos observar que durante el mes de enero presentó un valor de -0.568 , siendo el más alto durante el semestre en estudio. Luego durante el resto de meses (febrero, marzo, abril, mayo y junio) se encuentran muy por encima del límite superior.

En la tabla 13 encontramos la regla de decisión establecida para la variable grasa, el valor de Z calculado debe ser menor que -1.64 , observando la tabla podemos decir que los valores calculados para Z COGUANOR acepta la hipótesis nula con un nivel del 0.05 de significancia; lo mismo se aplica a la normativa regional (RTCR: 401 – 2006). Por lo anterior indicamos que la media verdadera puede ser mayor que o igual al 3%.

Para la variable proteína (Tabla 14) se establece, para la norma nacional, una regla de decisión donde Z deberá ser menor que -1.64 ; observamos que a lo largo del semestre los valores de Z calculados son mayores que el valor de comparación establecido en la regla de decisión por lo cual se acepta la H_0 con un nivel de significancia del 0.05; por esto indicamos que la media verdadera puede ser mayor que o igual al 3.2%.

Por otro lado para la norma regional, en la columna del valor de Z RTCR de la tabla 14 establecemos que en base a la regla de decisión aceptamos la H_0 con un 0.05 de significancia para todos los meses del semestre; por lo anterior decimos que la media verdadera puede ser mayor que o igual al 3%.

En la tabla 15 se encuentra definida la regla de decisión para la variable SNG donde Z debe ser menor que -1.64 ; al aplicar la regla de decisión aceptamos la hipótesis nula, con una significancia del 0.05, a todos los meses del semestre y el semestre total; y por eso establecemos que la media verdadera para esta variable puede ser mayor que o igual al 8%.

Para la variable densidad la regla de decisión se encuentra definida en la tabla 16; donde Z debe ser menor que -1.64 . Al aplicar la regla de decisión, podemos aceptar con un 0.05 de significancia la hipótesis nula durante todo el tiempo del estudio. Por lo anterior establecemos que la media verdadera para esta variable puede ser mayor que o igual a 1.032 g/cm^3 .

Para la variable punto de congelación (en la tabla 17) basados en la columna denominada valor de Z COGUANOR y aplicando la regla de decisión, aceptamos la hipótesis nula con una significancia del 5%. Por esto para la normativa COGUANOR NGO 34 041 establecemos que, para esta variable la media verdadera puede ser menor que o igual a -0.53°C .

En el caso de la normativa regional se establece una hipótesis $H_0: \mu = -0.513$ e $H_1: \mu \neq -0.513$, con una regla de decisión donde Z debe ser mayor que o igual a 1.96 o menor que o igual -1.96 para rechazar H_0 ; el cambio que observamos en esta regla de decisión se da, porque la cola es bilateral. Los valores para aplicar la regla de decisión planteada los encontramos en la tabla 17 en la columna denominada valor de Z RTCR, observamos que las Z calculadas son menores que -1.96 por lo cual se rechaza la hipótesis nula con una significancia del 5%. Por lo cual se concluye que la media verdadera no es igual a -0.513°C .

VII. CONCLUSIONES

1. Con base en las muestras analizadas, se concluye que el 100% de las características físico – químicas de la leche para el primer semestre del 2019 se encuentran dentro del rango establecido por la literatura, incluso con las variaciones presentadas a lo largo del estudio.
2. La característica físico – química con menos variación a lo largo del semestre fue la proteína debido a que sobre este influye en gran manera la cría, a diferencia de otros factores como la grasa.
3. Se concluye que las variables que cumplen con los valores de la composición media de la leche son los SNG en el mes de junio y la densidad en los meses de enero a marzo.
4. Se concluye que la raza no especializada y etapa del ciclo de lactación son los factores que influyen en la calidad productiva y las características físico – químicas de la leche debido a la idiosincrasia de cada animal.
5. Los factores que influyeron en los componentes de la leche fueron, principalmente: la temperatura media de la época, la disminución de fibra en los pastos ofrecidos por consumo de pasturas tiernas y la adición de NNP a las dietas por la época seca.
6. Se rechaza la hipótesis del estudio, pues a pesar que hubo características de la leche que cumplieron con los valores establecidos por la normativa nacional (COOGUANOR NGO 34 041), para la norma regional (RTCR: 401 – 2006), no todas las características físico – químicas cumplen con lo establecido.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar un equipo que analice el valor de la lactosa en la muestra de leche, de esa forma se tendría información más completa para establecer los factores que afectan la composición de la leche.
2. Se recomienda a los productores llevar registros correspondientes a razas, tipo de alimentación, ciclos de lactación y características generales de los hatos, lo cual facilitaría el determinar si dichos factores influyeron en las variaciones que presenten los componentes de la leche durante el estudio.
3. Implementar análisis microbiológico de la leche, ya que puede aportar información para un estudio más completo del estado de la misma en el área de estudio.
4. Ampliar las pruebas y análisis realizados en la planta, para establecer de mejor forma la calidad productiva e higiénica de la leche acopiada y otros factores que puedan afectar la misma y por consiguiente complementar de mejor forma la información del estudio.

IX. RESUMEN

El presente estudio recabó información de la leche acopiada por la empresa Agroindustrias Alvarado S.A, ubicada en el municipio de La Libertad, Petén; con el propósito de generar información acerca de las características y las variaciones que se dieron en los componentes de la leche de enero a junio del 2019 y a través del valor estadístico Z; y establecer si dichas características cumplen con la normativa nacional (COGUANOR NGO 34 041) y regional (RTCR: 401 – 2006).

Sabemos que a lo largo del año se dan variaciones en los componentes de la leche de vaca debido a factores nutricionales, fisiológicos y ambientales, por lo tanto es importante el estudio de los componentes de la leche ya que no existen estudios de esta naturaleza en Guatemala.

La investigación es de tipo descriptiva, ex post – facto de corte transversal; la población tiene un tamaño de 10,643 muestras analizadas a través del analizador de leche por ultrasonido Ekomilk® Scan; no se utilizará muestra sobre la población. Los datos fueron recolectados mediante la revisión de registros de la empresa. Se trabajará con un nivel de confianza del 95%.

Los resultados del análisis se encontraron dentro de lo normal, comparados con los valores que establece la literatura, sin embargo no todas las variables alcanzaron la media con la cual fueron comparadas; con la probabilidad acumulada de Z se concluyó que las características de las muestras no cumplen con un 95% de certeza las normativas con las cuales fueron comparadas a excepción de algunas variables.

SUMMARY

This research collected information about milk stockpiled by the Agroindustrias Alvarado S.A. Enterprise, located in La Libertad, Petén; with the purpose of generate information about the characteristics and variations that were given in the milk components between January and June 2019 and through the statistic Z – test, establish if that characteristics fill the requirements of the national (COGUANOR NGO 34 041) and regional (RTCR: 401-2006) normative.

As known, throughout the year the cow milk present variations in their components due to nutritional, physiological and environmental factors, therefore the study of the milk components is important since there's not studies of this nature in Guatemala.

This research is the type of descriptive, ex post – facto cross sectional; the population has a total of 10,643 samples analyzed by the Ekomilk® Scan ultrasound milk analyzer; there will not be used samples over the population. The data were collected by the reviewing of records of the Enterprise. It will be worked with a confidence level of 95%.

The analysis results were found within the normal rank compared with the values established by the literature, however, not all the variables reached the average that were compared with. It concluded that through the cumulative probability of Z, the characteristics of the samples do not satisfy with a 95% of certainty the normative that were compared with, in exception of some variables.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armas Alba, S. (2017). *Determinación de parámetros fisicoquímicos en leche*. La Laguna, España: Universidad de La Laguna.
- Barriga Velo, D., & López Ruiz, Á. L. (2016). *La leche. Composición y características*. Sevilla: Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica.
- Bustamante Guerrero, J. d., Martínez Velázquez, G., Montano Bermúdez, M., Palacios Fránquez, J. A., Ríos Utrera, Á., & Vega Murillo, E. (2010). Composición de leche de vacas Criollo, Guzerat y sus cruza F1 y su relación con el peso al destete de las crías. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 311-324.
- Canal Antigua. (1 de Julio de 2019). *AccuWeather*. Obtenido de <https://www.accuweather.com/es/gt/la-libertad/185822/june-weather/185822?year=2019&view=list>
- Chacón Bueno, F. M. (2017). *Evaluación de los análisis físico-químicos de la leche bovina*. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Coca Vázquez, R., González Cu, G., & Molina Sánchez, B. (2010). *Calidad de la leche cruda*. Veracruz, México: Universidad Veracruzana.
- Coello Fonseca, O. (2013). *Factores nutricionales que afectan la calidad de la leche en bovinos*. Torreón, Coahuila: Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".
- COGUANOR. (2004). *COGUANOR -Norma NGO. 34 041-*. Guatemala: COGUANOR.
- Cohen, L., & Manion, L. (2002). *Métodos de investigación educativa*. Madrid: La Muralla.



- Dominguez, F., & Nieves, A. (2015). *Probabilidad y estadística para ingeniería: un enfoque moderno*. México D.F.: McGraw - Hill.
- Duque, J., Guevara, F., Motta - Delgado, P., & Rivera, M. (2014). Factores inherentes a la calidad de la leche en la Agroindustria Alimentaria. *Colombiana Ciencia Animal*, 223-242.
- Espinoza Muñoz, E. H. (2007). *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión*. Petén, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Gallardo, M. (2006). Alimentación y composición química de la leche. *Producción animal*, 1-10.
- Guerrero Ortiz, J., & Rodríguez Castillo, P. (2010). *Características físico - química de la leche y sus variación. Estudio de caso, Empresa de lácteos El Colonial, león, Nicaragua*. León, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Hernández Rodríguez, R. (2003). *Caracterización, diagnóstico y corrección de alteraciones en las características físico - químicas de la leche*. La Habana, Cuba: Universidad Agraria de La Habana.
- Mestres Lagarriga, J., & Romero del Castillo, S. (2004). *Productos lácteos Tecnología*. Barcelona: UPC.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. (2007). *Reglamento Técnico: RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada*. Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica.
- Sánchez Turcios, R. A. (2015). t-Student. Usos y abusos. *Revista Mexicana de Cardiología*, 59-61.
- Vásquez Castillo, K. (2018). *Caracterización Físicoquímica y Organoléptica de leche entera ultrapasteurizada (UHT) procesadas en las empresas lácteas establecidas en Nicaragua. Laboratorio de Físicoquímica de Lácteos*



Centroamericanos, Enero - Mayo 2017. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.

Veisseyre, R. (1988). *Lactología técnica: composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche.* Zaragoza, España: Acribia.

Villafuerte, P. (1984). *Características de la leche.* Cochabamba, Bolivia: Universidad del Valle. Obtenido de Características de la leche.



XI. ANEXOS

11.1. Anexo 1

Como tercer objetivo específico se planteó establecer si la leche analizada cumple los estándares de la normativa nacional (COGUANOR NGO 34 041) y regional (RTCR: 401 – 2006), para esto se utilizó la prueba de hipótesis de medias unilateral y bilateral. Los valores de Z calculados se encuentran en las tablas de la 13 a la 17.

Debido a que se estableció un nivel de significancia de 0.05, el valor que se encuentra en la tabla de distribución normal estándar acumulada (Anexo 1) para la regla de decisión es de -1.64 en las pruebas de medias unilateral y de -1.96 para las pruebas de medias bilateral. Estas reglas de decisión indican que se rechace la hipótesis si el valor calculado para Z es mayor, menor o igual al valor encontrado en la tabla, según sea el caso.

11.2. Anexo 2

Tabla 18 Tabla de distribución normal estándar acumulada

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-3.4	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0002
-3.3	.0005	.0005	.0005	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0003
-3.2	.0007	.0007	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0005	.0005	.0005
-3.1	.0010	.0009	.0009	.0009	.0008	.0008	.0008	.0008	.0007	.0007
-3.0	.0013	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010
-2.9	.0019	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
-2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
-2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
-2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
-2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
-2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
-2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
-2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
-2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
-2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
-1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
-1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
-1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
-1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
-1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
-1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
-1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
-1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
-1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
-1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
-0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
-0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
-0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
-0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
-0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
-0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
-0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
-0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
-0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
-0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641

Fuente: Probabilidad y estadística para ingeniería. Citado por Antonio Nieves.

Tabla 11 Tabla de distribución normal estándar acumulada (continuación)

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

Fuente: Probabilidad y estadística para ingeniería. Citado por Antonio Nieves.

11.3. Anexo 3

Ilustración 6 Hoja de registro del laboratorio de Agroindustrias Alvarado S.A

Control de Lactopio "Agroindustrias Alvarado" Versión: 02

Adj: Anexo I PR-CC-026

Lactopio		Impacto volumen			Impacto precio			Información general			General	
		Agua	Grasa	Proteína	SNG	Densidad	Lactosa	Punto Criogénico	Temperatura	Adict.	Alcohol 70%	Hor. Ingreso Plan
g/ml	%	%	%	%	g/ml	%	grados centígrados	grados centígrados	grados Dornic	Por (L) / Neg (O)		
0.15	4.51	3.08	8.48	30.4			55.5		15	1		10:06
0.00	3.62	3.08	8.52	31.3			56.0		15	1		10:57
0.00	3.48	3.14	8.69	32.1			57.1		16	1		
1.04	3.19	3.02	8.36	31.1			55.0		15	0		
0.72	4.35	3.05	8.42	30.3			55.2		15	1		
0.00	3.18	3.12	8.64	32.2			56.8		15	0		
0.00	3.10	3.11	8.62	32.2			56.7		15	0		
3.49	4.64	2.96	8.17	29.0			53.7		15	1		
0.00	3.49	3.13	8.66	32.0			56.9		15	0		
0.00	3.71	3.08	8.51	31.2			55.9		15	0		
0.00	3.15	3.26	8.02	30.8			59.3		17	1		
0.00	3.51	3.18	8.78	32.5			57.7		15	0		
0.00	3.00	3.10	8.58	32.1			56.5		15	0		
0.00	4.01	3.09	8.54	31.1			56.0		15	0		
0.00	3.95	3.09	8.53	31.1			56.0		15	1		
0.00	3.11	3.12	8.65	32.3			56.9		15	0		
0.00	2.94	3.21	8.90	33.5			58.6		16	1		
0.00	3.85	3.28	9.05	33.2			59.2		16	0		
0.00	3.30	3.19	8.83	32.8			58.0		16	0		

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA

**CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LECHE ENTERA
DE VACA EN EL CENTRO DE ACOPIO DE AGROINDUSTRIAS
ALVARADO EN EL MUNICIPIO DE LA LIBERTAD, PETÉN,
DURANTE EL PERIODO DE ENERO A JUNIO DE 2019**

f. 

Margarita Gabriela María Chután Berdúo

f. 

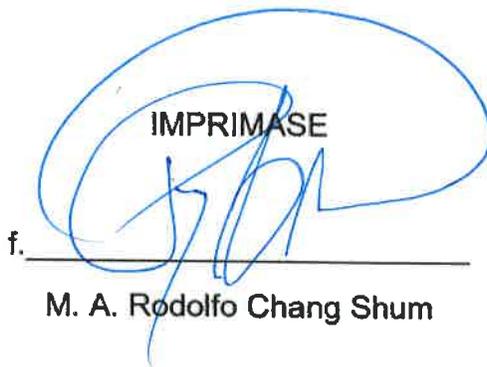
M.V. Willson Valdez Melgar

ASESOR

f. 

M. A. Jaime Rolando Méndez Sosa

EVALUADOR

IMPRIMASE


f. _____
M. A. Rodolfo Chang Shum

DECANO

