



**“UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ
GALLO”**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA



**EFFECTO DEL NIVEL TECNOLÓGICO EN EL RECuento DE
CÉLULAS SOMÁTICAS DE LOS HATOS LECHEROS EN LA
PROVINCIA DE CHICLAYO ENERO 2016 – AGOSTO 2017.**

TESIS

Para optar el título profesional de:

MÉDICO VETERINARIO

Presentado por:

LEIDY DENISSE RUESTA ESPINOZA

LAMBAYEQUE – PERÚ

2018

**EFEECTO DEL NIVEL TECNOLÓGICO EN EL RECuento DE
CÉLULAS SOMÁTICAS DE LOS HATOS LECHEROS EN LA
PROVINCIA DE CHICLAYO ENERO 2016 – AGOSTO 2017.**

TESIS

Para optar el título profesional de:

MÉDICO VETERINARIO

Presentado por:

LEIDY DENISSE RUESTA ESPINOZA

Aprobado por:

M.V. Elmer Plaza Castillo.

PRESIDENTE

Dr. José Luis Vílchez Núñez.

SECRETARIO

M.V. Adriano Castañeda Larrea.

VOCAL

M.V. M.S.c. Edgar Vásquez Sánchez.

PATROCINADOR

DEDICATORIA

*A Dios, por los dones concedidos, por
protegerme siempre y darme fuerzas
para superar obstáculos y dificultades a
lo largo de toda mi vida.*

*A mis padres Carlos y Lila por su incondicional
apoyo, por su aliento, consejos, dedicación, desvelo,
confianza y esmero en poder educarme; por ser la
pieza más importante en mi vida; mis ganas de
seguir adelante y ser mejor cada día.*

Gracias a ustedes estoy logrando mis objetivos.

*A mis hermanos Carlos, Elena, Aime, Jair,
Karla y Camila por el apoyo, por ser mis
amigos y mis mejores críticos, su opinión es
muy importante para mí, pero sobre todo
gracias por estar conmigo en todo momento.*

*A mis abuelitos, porque a pesar de no estar
presente, son los ángeles que siempre me
guían y cuidan en cada decisión que tome.*

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios porque sin él nada de esto hubiese sido posible; A mis padres por ser parte de mi vida; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que incluye este.

A mis profesores que me orientaron y formaron como profesional en especial, a la Doctora Magaly; por su guía, tiempo, paciencia, dedicación, humildad y por haber depositado su confianza hacia mi persona; muchas gracias por todo.

A mi asesor M.V. M.S.c. Edgar Vásquez por sus conocimientos, su persistencia, paciencia y carisma, que han sido fundamentales para el desarrollar mi tesis.

A todos mis grandes amigos por los muchos momentos compartidos en la universidad el cual nunca olvidaré; por demostrarme su lealtad, su incondicional apoyo; y por estar siempre ahí cuando más necesité de ustedes, gracias muchachos por ser como son.

CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
CONTENIDO	iii
LISTA DE TEBLAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCION	1
II. MARCO TEORICO	3
2.1.ANTECEDENTES	3
2.2.BASE TEÓRICA	8
2.2.1. Anatomía de la glándula mamaria.	8
2.2.1.1.Sistema de suspensión y soporte de la glándula mamaria.	9
2.2.1.2.Sistema conductor o estructura interna.	9
2.2.1.3.Sistema sanguíneo.	11
2.2.1.4.Sistema nervioso.	11
2.2.2. Fisiología de la glándula mamaria.	11
2.2.2.1.Iniciación de la secreción de leche.	11
2.2.2.2.Secreción de la leche.	12
2.2.3. La leche.	13
2.2.4. Calidad de leche.	13
2.2.4.1.Definición de calidad.	13
2.2.4.2.Lече de calidad.	14
2.2.4.3.Indicadores de calidad de leche.	14
2.2.5. Factores de defensa celular y humoral de la leche.	15
2.2.6. Células somáticas.	17
2.2.7. Función de las células somáticas.	17
2.2.8. Recuento de células somáticas.	18

2.2.9.	Importancia del recuento de células somáticas.	18
2.2.9.1.	Sanciones económicas.	18
2.2.9.2.	Producción de leche.	19
2.2.10.	Factores que influyen en un recuento de células somáticas elevado.	20
2.2.10.1.	Mastitis.	20
2.2.10.2.	Fase de lactación.	20
2.2.10.3.	Lesiones en la glándula mamaria y pezón de la vaca.	21
2.2.10.4.	Variaciones fisiológicas.	21
2.2.10.5.	Variaciones diarias y de temporada.	21
2.2.10.6.	Sistema y Frecuencia de ordeño.	21
2.2.10.7.	Estrés.	21
2.2.11.	Recuento de células somáticas a nivel de un hato.	22
2.2.12.	Recuento de células somáticas de una vaca individual.	23
2.2.13.	Métodos para realizar el conteo de células somáticas.	23
2.2.13.1.	Prueba De California Para Mastitis.	24
2.2.13.2.	Prueba de Wisconsin para Mastitis (WMT).	25
2.2.13.3.	Conteo de células somáticas por microscopia directa.	25
2.2.13.4.	Métodos de conteo electrónico celular.	26
2.2.13.4.1.	Método fluoro-opto-electrónico (Fossomatic) y Counter Coulter.	26
2.2.13.4.2.	DeLaval Cell Counter.	27
2.2.14.	Nivel tecnológico en los hatos lecheros.	28
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	34
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	37
V.	CONCLUSIONES	42
VI.	RECOMENDACIONES	43
VII.	BIBLIOGRAFÍA	44
VIII.	ANEXOS	47

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Requisito de calidad sanitaria de la leche cruda según las Normas Técnicas Peruanas, aprobadas por INDECOPI.	19
Tabla 2. Niveles de células somáticas (CCS) medido en la leche del tanque a granel.	22
Tabla 3. Comparación del conteo de células somáticas por cuarto.	23
Tabla 4. Clasificación de hatos lecheros de acuerdo con el valor del nivel tecnológico (NT).	29
Tabla 5. Tipos de animal y ponderaciones de la calidad genética.	30
Tabla 6. Fuentes de alimentación y sus respectivas ponderaciones.	31
Tabla 7. Tipo de manejo reproductivo y sus respectivas ponderaciones.	31
Tabla 8. Actividad sanitaria y su respectiva ponderación.	32
Tabla 9. Infraestructura y equipo, y sus respectivas ponderaciones.	33
Tabla 10. Recuento de células somáticas en hatos lecheros de la provincia de Chiclayo que envían leche a la empresa Gloria S.A., periodo enero del 2016 a agosto de 2017.	37
Tabla 11. Índice – componentes del nivel tecnológico y su ponderación en hatos lecheros de la provincia de Chiclayo, periodo enero del 2016 a agosto de 2017.	39
Tabla 12. Recuento de células somáticas y su nivel tecnológico de hatos lecheros de la provincia de Chiclayo, periodo enero del 2016 a agosto de 2017.	40

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Mapa satelital de la provincia de Chiclayo. 34
- Figura 2. Recuento de células somáticas en hatos lecheros de la provincia de Chiclayo que envían leche a la empresa Gloria S.A., periodo enero del 2016 a diciembre de 2017. 38
- Figura 3. Clasificación de hatos de la provincia de Chiclayo según su nivel tecnológico. 39

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del nivel tecnológico sobre el recuento de células somáticas (RCS) en hatos lecheros en la Provincia de Chiclayo. Se recolectaron muestras mensuales de leche durante el periodo enero del 2016 hasta agosto del 2017 de los 9 establos lecheros de los distritos de la Victoria, Pomalca, Eten y Chongoyape que envían su producto a la empresa GLORIA S.A. su estratificación de acuerdo al nivel tecnológico se clasificó en alto, medio y bajo. El promedio general de células somáticas en el año 2016 fue de 515277.78 ± 118135.84 cel/ml. y para los hatos con niveles tecnológicos de alto y medio fueron 491944.44 ± 101572.13 cel/ml y 526944.44 ± 133090.06 cel/ml, respectivamente. Por el contrario el promedio general de células somáticas en el año 2017 fue de 555416.67 ± 158689.70 cel/ml y para los hatos con niveles tecnológicos de alto y medio fueron 565416.67 ± 78365.4633 cel/ml y 550416.67 ± 194281.797 cel/ml, respectivamente, no habiendo diferencia significativa entre niveles tecnológicos. El estudio demuestra un incremento en el número de células somáticas en la leche a medida que aumenta el nivel tecnológico de los establos.

Palabras claves: Recuento de células somáticas, nivel tecnológico, hatos lecheros.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of the technological level on the somatic cell count (SCC) in dairy herds in the Province of Chiclayo. Monthly milk samples were collected during the period January 2016 to August 2017 from the 9 dairy farms in the Victoria, Pomalca, Eten and Chongoyape districts that send their product to the company GLORIA S.A. its stratification according to the technological level was classified as high, medium and low. The overall somatic cell average in 2016 was 515277.78 ± 118135.84 cel / ml. and for herds with technological levels of high and medium were 491944.44 ± 101572.13 cel / ml and 526944.44 ± 133090.06 cel / ml, respectively. On the contrary, the general average of somatic cells in the year 2017 was 555416.67 ± 158689.70 cel / ml and for herds with high and medium technological levels were 565416.67 ± 78365.4633 cel / ml and 550416.67 ± 194281.797 cel / ml, respectively, no There is a significant difference between technological levels. The study shows an increase in the number of somatic cells in milk as the technological level of the stables increases.

Key words: Somatic cell count, technological level, dairy herds.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú las regiones que lideran la producción de leche fresca son Cajamarca, Lima y Arequipa, con más de 300,000 toneladas anuales cada una.

Las regiones de La Libertad, Cusco, Puno, Amazonas, Lambayeque e Ica producen entre 50,000 y 150,000 toneladas anuales. En tanto, la producción de leche fresca de las 15 regiones restantes está por debajo de las 50,000 toneladas, según la Asociación de Ganaderos Lecheros del Perú (Agalep); sin embargo, la mayor producción no ha estado necesariamente acompañada de una mejora en su calidad. (1)

El manejo de la calidad de leche cruda se mantiene como un componente importante para lograr un adecuado desempeño de las cadenas de suministro de productos lácteos, a partir de leche cruda que cumpla estándares mínimos establecidos por las normas técnicas.

En muchos lugares de nuestro país, el manejo del ganado, así como la alimentación, son deficientes y no se siguen adecuadas prácticas de ordeño; teniendo como resultado una leche de baja calidad composicional y de exigua calidad higiénica. Además, si bien son incuestionables las cualidades nutritivas de la leche y los productos lácteos, no es menos cierto que, desde su síntesis en la glándula mamaria hasta su llegada al consumidor, están sometidos a un gran número de factores de riesgo que hacen peligrar la calidad original. Estos riesgos son: la multiplicación de micro-organismos, contaminación con gérmenes patógenos, alteración físico-química de sus componentes, absorción de olores extraños, generación de malos sabores y contaminación con sustancias químicas tales como pesticidas, antibióticos, metales, detergentes, desinfectantes, partículas de suciedad, etc. Todos éstos, ya sea en forma aislada o en conjunto, actúan en forma negativa sobre la calidad higiénica, nutricional e inocuidad del producto y, consecuentemente en contra de la salud pública y economía de cualquier país.

La mastitis bovina es uno de los principales factores que afectan la calidad de la leche, ya que sus daños afectan tanto al sector pecuario como a la salud pública en general, debido a que disminuye la calidad de leche que es un producto básico en la alimentación diaria. Principalmente debido al bajo rendimiento y disminución de la vida útil de los productos lácteos, a causa de características organolépticas indeseables principalmente ocasionada por la acción de enzimas proteolíticas y lipolíticas. (2) Además los agentes infecciosos causantes de la enfermedad pueden resultar nocivos para la salud humanal. (3) El aumento

de estos agentes ha representado grandes pérdidas en diferentes hatos lecheros a nivel mundial y en especial en las regiones con una producción lechera intensiva. (4)

La enfermedad puede cursar como subclínica (la de mayor prevalencia en un hato) o como clínica, siendo la primera la más problemática debido a que no se presenta sintomatología. Clásicamente se la ha definido como una “enfermedad poli factorial”, porque el riesgo de infección depende de la habilidad de la vaca para rechazarla, del tipo, número y patogenicidad de las bacterias presentes en un establo y, fundamentalmente, de las condiciones de medio ambiente y del nivel tecnológico de cada hato. Pudiendo estos ser de baja, media y alta tecnología en función al manejo en general. (3) Se dispone de varios métodos para el diagnóstico a nivel de campo y de laboratorio. El Recuento de Células Somáticas (RCS) en muestras de leche es un método rápido y relativamente fácil de hacer, habiéndose convertido en un procedimiento rutinario de diagnóstico para determinar la calidad de leche en muchos países. El mayor número de células somáticas significa un mayor grado de inflamación de la ubre y menor calidad de leche.

Los métodos más utilizados para detección de mastitis subclínica son entre otros: Prueba de California para Mastitis (CMT), Prueba de Wisconsin para Mastitis (WMT), y cuenta Microscópica de Células Somáticas (CMCS). Otros métodos utilizados actualmente por su rapidez y efectividad son los Contadores Electrónicos como Fossomatic (CE) y el contador infrarrojo (CI) también conocido como DeLaval Cell Counter (DCC). (5)

La detección del número de células somáticas se puede realizar de dos maneras, individualmente o muestreando la leche directamente del tanque recolector. La prueba individual determina el estado de salud de cada una de las vacas e indica cuales están enfermas; y el muestreo del tanque nos da el promedio del estado de salud de todas las vacas. (6)

El conteo de células somáticas en leches del tanque permite conocer el grado de infección en el que está el hato para la posterior implementación de acciones correctivas sobre el problema.; ya sea corregir prácticas de manejo de estos. Es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo evaluar el nivel tecnológico sobre el recuento de células somáticas de la leche en ganado bovino de la provincia de Chiclayo – Lambayeque – Perú.

II. MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

Ortiz y Vera realizaron un estudio que tuvo como objetivo evaluar el recuento de células somáticas (RCS) en establos lecheros de la zona de Arequipa. Se recolectaron muestras quincenales de leche en el 2005 de 15 establos lecheros de las irrigaciones de Majes, Santa Rita y La Joya. Los establos se estratificaron de acuerdo a su nivel tecnológico en alta, media y baja. El promedio general de células somáticas fue de $505 \times 10^3 \pm 150 \times 10^3$ cel/ml, y para los niveles tecnológicos de alta, media y baja fueron de 353, 559 y 603×10^3 cel/ml, respectivamente, habiendo diferencias significativas entre niveles tecnológicos ($p < 0.05$). El estudio demuestra un incremento en el número de células somáticas en la leche a medida que disminuye el nivel tecnológico de los establos. (7)

Banzano Díaz realizó un estudio donde evaluó la calidad fisicoquímica, mediante la prueba de acidez titulable, prueba de alcohol, prueba Delvotest y crioscopia; la calidad higiénica, mediante el recuento mesófilos aerobios, coliformes, *E. coli*, psicrótrofos totales; y la calidad sanitaria, mediante el conteo de células somáticas y la prueba de CMT, en establos lecheros del norte del Perú. Para ello se recolectaron muestras quincenales durante cuatro meses entre mayo y setiembre del 2011. Los establos se estratificaron de acuerdo a su nivel tecnológico en baja, media y alta. Demostrando que los tres grupos de establos evaluados cumplen con el parámetro de acidez y estabilidad a la prueba del alcohol. En la crioscopia, el grupo de mediana y baja tecnología no presento diferencias significativas ($p < 0.05$), pero ambas si tienen diferencia significativa ($p < 0.05$) con la alta tecnología. Se encontró bajo porcentaje de casos positivos a la prueba Delvotest (3,33%). El recuento mesófilos aerobios, coliformes totales y psicrótrofos totales presentaron diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tres grupos de establos. En estas variables si existe relación directa entre calidad y tecnología. Mientras que en el recuento de *E. coli* y células somáticas no se halló relación directa entre calidad y tecnología, a pesar de que en este último parámetro si se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre grupos de establos. (8)

Hernández y Bedolla en el año 2008, realizaron una revisión sobre la importancia de las células somáticas en la calidad de la leche. Las células somáticas son, entre otras,

células blancas propias del organismo que le sirven como defensa a la glándula mamaria de la vaca contra organismos patógenos. La determinación del contenido de células somáticas de la leche del tanque, o de los cuartos de la glándula mamaria de las vacas, es el medio auxiliar de diagnóstico más importante para juzgar el estado de salud de la ubre de un hato. Con los resultados de las células somáticas se corrobora la calidad de la leche, lo que le garantiza a la población consumir productos de buena calidad y de buena presentación, y al ganadero obtener una mayor producción al tener su hato sano y por lo tanto, mayores ingresos por venta de la leche. (6)

Velásquez y Vega realizaron un estudio en la provincia de Huaura, región Lima-Provincias, entre 2009 y 2010, y tuvo por objetivo determinar la calidad de leche mediante el Recuento de Células Somáticas (RCS), en tanques de leche de tres establos y cuatro asociaciones de pequeños ganaderos, en dos épocas del año. No hubo diferencia estadística entre los RCS de establos ($755.4 \pm 46.9 \times 10^3$ células/ml) con los valores de las asociaciones de pequeños ganaderos ($752.1 \pm 41.1 \times 10^3$ células/ml); sin embargo hubo diferencias entre establos ($p < 0.05$). El RCS en el verano ($957.1 \pm 54.1 \times 10^3$ células/ml) fue superior al obtenido en el invierno ($550.3 \pm 35.5 \times 10^3$ células/ml) ($p < 0.05$). Una mayor proporción de cuartos afectados con mastitis subclínica se observó en los establos medianos y grandes en comparación a los pequeños (52.6 y 49.9% vs 29.8%, respectivamente) ($p < 0.05$). La leche proveniente de los establos y asociaciones de ganaderos de la zona de Huaura no cumple las normas técnicas de calidad de la legislación peruana en términos de RCS. La mastitis subclínica estuvo asociada al tamaño del establo, número de parto y momento de lactancia. (9)

Moreno Vásquez y colaboradores realizaron una caracterización de la calidad higiénica y sanitaria de la leche cruda en la cuenca del Alto Chicamocha en el departamento de Boyacá. Se efectuó un análisis mediante pruebas de laboratorio en donde se evaluaron los recuentos de Células Somáticas, Mesófilos, *Staphylococcus*, Coliformes, *Listeria* en láminas de petrifilm 3M® y se realizó además la prueba de *Brucella* (Prueba de anillo en leche) en 34 hatos registrados en la Federación de Ganaderos de Boyacá, en dos épocas del año. Se encontraron diferencias estadísticas entre las épocas de muestreo y los recuentos. En las estaciones lluviosas, las vacas se exponen a contaminación ambiental (barro, estiércol, etc) y, por lo tanto, los recuentos de Mesófilos, *Coliformes* y Células Somáticas aumentan. Adicionalmente las

actividades relacionadas con la rutina de ordeño no están siendo efectivas en la reducción de los recuentos microbiológicos. En consecuencia, la proliferación de microorganismos en la glándula mamaria de las vacas causa mastitis y, por tanto, una disminución en la calidad de la leche producida, que se refleja en los componentes sanitarios e higiénicos del producto y, por ende, en los beneficios económicos recibidos por el ganadero. (10)

Osorio Rodas en el año 2010 realizó un trabajo con 3 fincas de ganado lechero especializado ubicadas en el Valle de Jamastrán, El Paraíso, Honduras, muestreando vacas con mastitis clínica en diferentes épocas del año, diferentes edades, razas, número de partos, nivel de producción y días en lactación. Las bacterias que se aislaron principalmente fueron en su orden *Staphylococcus sp.* (44.44%) y *Streptococcus sp.* (48.89%), en menor cantidad *E. coli* (6.67%). Se encontró un efecto estadístico significativo con relación a las variables edad de la vaca ($P<0.05$) y número de partos ($P<0.002$), debido a que las vacas con mayor edad y mayor cantidad de número de partos tienen lesiones a nivel del esfínter del pezón por la cantidad de ordeños. No se encontró un efecto estadístico significativo con relación a las variables época del año ($P<0.29$), raza ($P<0.40$), días en lactación ($P<0.40$) y nivel de producción ($P<0.16$). (11)

Gutiérrez Velarde analizó los resultados de los análisis de calidad higiénica de leche cruda procedente de módulos de frío acopiados por una empresa láctea Peruana, durante el periodo de Junio 2012 a Junio 2014 con el objetivo de analizar el Recuento de Células Somáticas (RCS) y Unidades Formadoras de Colonias (UFC) en leche fresca como indicadores de calidad Sanitaria e higiénica. La data obtenida contiene un total de 3531 resultados de del Recuento de Células Somática y 3531 resultados unidades formadoras de colonia (UFC) procedentes de ocho zonas de la cuenca sur del Perú: Aplao, Camana, La Cano-San Isidro, La Joya, Majes, Mejía, Santa Rita-Yuramayo y Vitor. Mediante estadística descriptiva se clasificó la calidad higiénica de la leche cruda que ingresa a la industria láctea con mayor acopio en la cuenca Sur; determinándose lo siguiente: con respecto a Unidades Formadoras de Colonias en el 2012, el 16.55% de la leche acopiada está calificada como categoría A que corresponde a la mejor calidad higiénica por sus bajos valores $<80,000$ UFC/ml de la zona Santa Rita-Yuramayo; seguida por el 0.21% en calidad B de la zona de Camana, el 71.22 % en calidad C de las zonas Majes y La Joya, un 12.02% en calidad D de las

zonas de Aplao y Vitor siendo esta la categoría de menor calidad por sus alto recuentos > a 500,000 UFC/ml. En el 2013 la leche acopiada se clasificó el 18% en Calidad A de la zona Santa Rita-Yuramayo y Vitor, el 81% en calidad B de Aplao, La Cano-San Isidro, La Joya, Majes, Mejía y el 1% en calidad C en la zona de Camana. Para el 2014 el 14% corresponde a la categoría A en las zonas de Mejía, Santa Rita-Yuramayo, el 75% en calidad B de las zonas La Joya, Vitor, Majes, el 10% con categoría C, lo conforman las zonas de Aplao, La Cano-San Isidro y el 1% corresponde a la zona de Camana. Se concluye que los valores encontrados para Unidades Formadoras de Colonias promedio fueron de $359,738 \pm 448,147$ UFC/ml; $301,048 \pm 464,820$ UFC/ml y $324,547 \pm 455,686$ UFC/ml para los años 2012, 2013 y 2014 respectivamente, indicando que la calidad higiénica puede oscilar entre la categoría de A hasta D. Con respecto al Recuento de Células Somática; el estándar de este parámetro en el Perú está definido en la Norma técnica peruana NTP 202.001 que establece que valores aceptables son hasta 500,000 células/ml; no cumplen este requisito en el 2012 el 9.2% (zonas: Aplao, Camana), para el 2013 el 59% y el 61% para el 2014 son los registros que “no cumplen” este requisito (zonas: Aplao, La cano-San Isidro, Majes). Se concluye que los valores promedios por año para el recuento de Células somáticas fueron de $561,296 \pm 415,329$ células/ml; $604,412 \pm 445,635$ células/ml y $700,614 \pm 596,977$ células/ml para los años 2012, 2013 y 2014 respectivamente, indicando que los valores obtenidos en el periodo de estudio en promedio no cumplen el requisito de estándares de las normas vigentes. (12)

Ibarra Moreno en el 2011 desarrollaron un trabajo que tuvo como objetivo evaluar el conteo de células somáticas utilizando dos sistemas de lavado de pezones, uno automático y el otro por medio del sistema tradicional de lavado de pezones con agua, aplicando yodo al 7% y secado con toallas sanitarias, en bovinos lecheros en Torreón, Coahuila. Los resultados indicaron una disminución del conteo promedio de células somáticas en tanque frío, tras el uso continuo del sistema automático de lavado de pezones al cabo del primer año de los tres observados. Los promedios anuales de células somáticas observados con el sistema tradicional de lavado fueron en 2004; 274,300, en 2005; 288,300 y en 2006; 315,750. Los promedios anuales con el sistema automático de lavado fueron en 2007; 309,000, en 2008; 249,600 y en 2009; 244,400. (13)

García Muñiz y colaboradores evaluaron el efecto de factores ambientales en la producción de leche ajustada a 305 días (PLT), la producción (PP) y los días al pico (DPP) de lactancia, y la persistencia (PER) en vacas Holstein de agroempresas familiares con diferente nivel tecnológico (NT) en el estado de Jalisco, México. La información analizada (n= 4323 mediciones de producción diaria de leche de 537 lactancias) provino de 16 hatos. Las agroempresas se tipificaron como de bajo, medio o alto NT. El modelo mixto incluyó los efectos fijos de NT, número, año y estación de parto. La PLT en el NT bajo fue similar ($P>0,05$) entre épocas; sin embargo, en el NT medio la PLT en lluvias fue 11% mayor que en secas; mientras que en el NT alto la situación se invirtió, observándose una interacción similar para PP. Las vacas en bajo o alto NT presentaron más tarde ($P<0,01$) los DPP que aquellas en NT medio (68,7 y 77,2 vs 47,7 días). La PER en NT medio o alto fue similar entre épocas; sin embargo, en NT bajo fue más alta ($P<0,01$) en secas (60%) que en lluvias (44%). La producción de leche difiere por NT entre agroempresas familiares, lo cual debe ser considerado por los programas de desarrollo rural. (14)

Riffo Carvallo evaluó un sistema de muestreo automático para leche cruda (BARTEC®), instalado en los camiones recolectores de una industria lechera del sur de Chile. Para realizar este trabajo, se extrajeron muestras de leche cruda almacenada en tanques prediales, mediante éste sistema de muestreo y el manual, siendo este último considerado como el método de referencia, para los efectos de comparación. La toma de muestras, abarcó un periodo de 4 semanas, distribuidas entre los meses de diciembre del 2008 y enero del 2009. Para la obtención de éstas, se visitó un total de 146 predios, distribuidos entre la Décimo Cuarta Región de Los Ríos y la Décima Región de Los Lagos. Una vez extraídas las muestras, se almacenaron y transportaron hasta la industria, desde donde finalmente fueron enviadas a un laboratorio certificado, para sus análisis correspondientes. Los resultados del análisis de la calidad higiénica de la leche (recuento total de bacterias y recuento de células somáticas), fueron sometidos a análisis descriptivo, donde se detectaron leves diferencias entre ambas metodologías de muestreo. Sin embargo, a través del diagrama de dispersión, cuyo coeficiente de correlación fue de 0,99 (para ambos análisis de calidad), se estableció que los valores en la mayoría de los casos fueron muy similares, además el análisis de varianza indicó que las diferencias no fueron significativas ($p\text{-valor} > 0,05$), entre ambas metodologías de muestreo. Por lo tanto la

metodología de muestreo automático, puede ser utilizada como metodología alternativa, validada frente al método de muestreo manual. (15)

Maldonado García en el 2011 evaluó el comportamiento reproductivo de agroempresas lecheras, en hatos estratificados en dos niveles tecnológicos: transición y empresarial. La información utilizada se tomó del reporte global generado por el software LACTO de AGROPEC Star®. La base de datos incluyó 38 unidades de producción con un total de 4,748 vacas Holstein con partos entre 1996 y 2011. Las variables evaluadas fueron: intervalo parto primer celo (IPPC), intervalo parto primer servicio (IPPS), servicios por concepción (SPC), días abiertos (DA) e intervalo entre partos (IEP). El análisis consideró un modelo mixto que incluyó los efectos fijos de número, año y época de parto, y nivel tecnológico, y las interacciones dobles significativas entre estos efectos; así mismo, se consideró agroempresa dentro de nivel tecnológico y vaca dentro de agroempresa y nivel tecnológico como aleatorios. El nivel tecnológico tuvo efecto ($p < 0.05$) en SPC e IEP; la interacción de nivel tecnológico por año de parto tuvo efecto en todas las variables. Los SPC e IEP en el nivel tecnológico de transición (1.8 ± 0.05 SPC y 403.4 ± 4.9 d) fueron menores que en el nivel tecnológico empresarial (2.08 ± 0.09 SPC y 426.7 ± 8.1 d). No se encontraron diferencias significativas entre niveles tecnológicos para IPPC, IPPS y DA. Las unidades de producción en transición mostraron mejor comportamiento reproductivo que las empresariales. (16)

2.2.BASE TEÓRICA

2.2.1. ANATOMÍA DE LA GLÁNDULA MAMARIA

La glándula mamaria (o ubre) de las vacas lecheras se encuentra ubicada en la región abdominal posterior, externamente formando una estructura en forma de saco. La ubre bovina presenta un conjunto de cuatro glándulas, llamadas cuartos o cuarterones, cubiertas externamente por una piel suave y elástica, provista de vello fino excepto en los pezones. En su apariencia, la ubre es redondeada y se encuentra externamente a la cavidad abdominal, adosada a su pared mediante un fuerte aparato suspensorio. Las cuatro glándulas mamarias están íntimamente unidas pero son independientes. Cada glándula tiene su propio conjunto de ductos que conducen la leche hasta el seno lactífero glandular. Las glándulas drenan su contenido al exterior a través de un conducto que finaliza en un pezón (*Papilla mammae*). (17)

La glándula mamaria está formada por las siguientes estructuras anatómicas: Una estructura externa que lo conforma un aparato suspensorio, y una estructura interna que consta del parénquima y el estroma. El parénquima es la parte secretora de la glándula y está constituido por tejido epitelial tú- bulo-alveolar. El estroma está formado por otros tejidos complementarios de origen mesodérmico como los sistemas vasculares sanguíneo y linfático, y los tejidos adiposo, conjuntivo y nervioso. (6)

2.2.1.1. SISTEMA DE SUSPENSIÓN Y SOPORTE DE LA GLÁNDULA MAMARIA

El aparato suspensor de la glándula está formado por 6 capas:

- a) La piel, que es el tejido más superficial que protege y colabora en la suspensión y estabilidad de la ubre.
- b) La fascia superficial o tejido areolar subcutáneo que sujeta la piel a los tejidos contiguos.
- c) Ligamento suspensorio lateral superficial, situados a cada lado y alrededor de la ubre, son de tipo conjuntivo. Estos tejidos penetran en la ubre y también ayudan a sostenerla.
- d) Ligamento suspensorio lateral profundo, se origina también del tendón subpélvico. Estas capas laterales profundas prácticamente envuelven la ubre, se insertan en la superficie convexa de la misma y por medio de numerosas fibras emitidas penetran hacia el interior de la glándula.
- e) Ligamento suspensorio medio, este ligamento posee una gran capacidad elástica y le permite a la ubre ensancharse cuando acumule leche entre un ordeño y el siguiente, además de tener una función importante en la suspensión de la glándula.
- f) El tendón subpélvico, prácticamente no forma parte de las estructuras de suspensión, pero es el que origina los niveles de los ligamentos laterales superficiales y profundos. (18)

2.2.1.2. SISTEMA CONDUCTOR O ESTRUCTURA INTERNA

La vaca posee cuatro pezones el 60% de la producción de los dos posteriores. La función más importante del pezón consiste en transferir leche al ternero joven. Naturalmente su uso ha sido modificado para permitir el ordeño manual y a máquina para producir alimento para el hombre.

El pezón tiene un plexo venoso eréctil en su base, es esta una masa de vasos sanguíneos que, bajo el estímulo de la succión y de la bajada de leche, se congestiona para producir un pezón más rígido. El pezón rígido es importante tanto para el ternero como para la ordeñadora, pues si este se encoge, impediría el flujo de leche desde la cisterna de la glándula hacia la cisterna del pezón y de aquí que se enlenteciese la operación de ordeño. Otra función muy importante es evitar la entrada de la infección de la ubre. (19)

El pezón de cada cuarto libera solamente leche secretada o sintetizada en la glándula. El sistema conductor se inicia en un pequeño canal situado en el extremo de cada pezón (punta del pezón) denominado meato del pezón. Este canal tiene una longitud de 6 a 12 mm y está rodeado de unos pequeños músculos circulares (involuntarios) que se denomina esfínter del pezón. El meato con su esfínter actúa como una barrera que no solamente no deja salir la leche sino que además impiden el ingreso de microorganismos y cuerpos extraños. Cuando el esfínter es débil se observa goteo o hilos de leche en la punta del pezón; especialmente antes del ordeño. Ubres con esfínter débil son fáciles de ordeñar, pero son muy susceptibles de contaminarse y consecuentemente más propensos a las infecciones (mastitis); contrariamente, ubres con esfínter fuerte son difíciles de ordeñar pero más resistentes a la contaminación.

A continuación del meato del pezón se ubica una cavidad denominada cisterna del pezón, la misma que posee una capacidad de 14 a 42g de leche, según el tamaño del pezón.

Sobre la cisterna del pezón existe una pequeña constricción denominada pliegue anular. Luego viene una cavidad mayor denominada cisterna glandular o cisterna de la ubre. Esta es muy variable en tamaño, forma y capacidad, y funciona como un colector para los 12 a 20° más conductos que desembocan en dicha cisterna.

A los conductos que desembocan en la cisterna de la ubre se les denomina conductos principales o conductos alveolares. Estos conductos principales se ramifican y rerramifican, dando origen finalmente a pequeños conductos que terminan en el tejido secretor denominado alvéolo o acino. En el lugar de ramificación los conductos presentan un estrechamiento que impide que la leche circule con facilidades a la cisterna. Los alveolos son estructuras esféricas y huecas.

Un conjunto de alvéolos conforman un lobulillo y un grupo de lobulillos determinan un lóbulo. Un lóbulo está rodeado de una membrana o cápsula de tejido conjuntivo

Los alveolos y los pequeños conductos terminales están revestidos por una sola capa de células epiteliales que se encargan de elaborar la leche a partir de los constituyentes de la sangre y luego la descargan en una cavidad hueca llamada lumen.

Cada alvéolo recibe sangre a través de finos capilares que rodean por el exterior a las células secretoras. También rodean al alvéolo células mioepiteliales o musculares contráctiles que bajo la acción hormonal son importantes para la bajada de leche. (20)

2.2.1.3.SISTEMA SANGUÍNEO

En general, la glándula mamaria recibe sangre aportada por dos arterias principales, una para cada mitad. Estas son las arterias PUDENDO EXTERNAS, que son ramificaciones de las arterias iliacas externas, que a la vez proceden de la aorta abdominal. (21)

Las pudendo dan origen a las arterias mamarias, tanto caudal como craneal, que a su vez se ramifican y terminan formando pequeños capilares arteriales que rodean a los alvéolos.

2.2.1.4. SISTEMA NERVIOSO

Es importante el sistema nervioso respecto al reflejo neurohormonal de la eyección de leche. El nervio Inguinal es el principal que actúa, cuyas fibras llegan de la segunda tercera y cuarta vértebra lumbar. Estas fibras terminan en el pezón de la ubre, específicamente en la punta del pezón. Estos nervios desencadenan la bajada de leche al ser portadores del estímulo desde la ubre al hipotálamo del cerebro para q de la orden de liberación de la hormona oxitócina.

2.2.2. FISIOLÓGÍA DE LA GLÁNDULA MAMARIA

2.2.2.1.INICIACIÓN DE LA SECRECIÓN DE LECHE

En la mayoría de animales mamíferos, la iniciación de la lactación y la producción continua de leche es controlada por la hormona prolactina que se secreta en la glándula pituitaria. (21)

La prolactina es la hormona dominante en la iniciación de la lactancia, estimulada por el amamantamiento, así como otros estímulos además que debe interactuar con otras

hormonas para conseguir su mayor efecto. Las hormonas que son sinergistas de la prolactina para estimular la lactancia, son: El cortisol, la hormona del crecimiento, la hormona tiroidea y la insulina. (22)

2.2.2.2. SECRECIÓN DE LA LECHE

El pezón está innervado abundantemente y por ello puede transmitir rápidamente los estímulos del ternero mamón al cerebro, induciendo de este modo la bajada adecuada de la leche. Para que esto ocurra es necesario un equilibrio hormonal específico.

Las células epiteliales del alvéolo elaboran los componentes de la leche a partir de la sangre. Al principio del ciclo de secreción las células secretoras son cortas y de forma cuboide. La síntesis gradual de la leche provoca el alargamiento de ellas y los glóbulos de grasa empiezan a juntarse en el extremo de las células que dan hacia el lumen o cavidad de los alveolos, rodeándose de la membrana celular. Por el contrario las proteínas de la leche y la lactosa se descargan en forma de vacuolas sin cubrirse de la membrana celular.

El estímulo nervioso que resulta de la limpieza y masaje de la ubre durante el ordeño, al alcanzar el sistema nervioso central determina la liberación de la oxitócina del lóbulo posterior de la glándula pituitaria a la sangre. En un minuto aproximadamente ella alcanza su efecto en la ubre y produce la contracción de las células mioepiteliales que rodean los alveolos y los conductos menores, forzando a salir hacia la cisterna a la leche que se encuentra alojada en el lumen y en el sistema de conductos, esta acción toma el nombre de eyección o bajada de leche.

Mientras las contracciones continúan la leche puede ser extraída de la ubre con bastante rapidez. Por esta razón el ordeño debe ser rápido y efectuado inmediatamente después que se ha producido la eyección de la leche, ya que el lóbulo posterior de la hipófisis libera la oxitócina con mayor influencia durante dos minutos y luego declina manteniendo niveles eficaces durante seis a ocho minutos.

Después de la finalización del efecto hormonal las células mioepiteliales se relajan y si el ordeño no ha sido completado la última porción de leche no podrá ser extraída. A veces, ciertas vacas se acostumbran a soltar su leche únicamente con el acto de suministrarles concentrado, mientras que otras responden a los ruidos de ordeño, a la alimentación o a la presencia de sus terneros. Debido a esto podemos decir que el mecanismo de la eyección de leche puede ponerse en marcha también en efecto de

ruido u otras actividades que el animal aprende a asociar con su proceso del ordeño, así como el estímulo de la ubre. (20)

2.2.3. LA LECHE

Es el producto íntegro de la secreción mamaria normal sin adición ni sustracción alguna y que ha sido obtenida mediante el ordeño. La designación de "leche" sin especificación de la especie productora, corresponde exclusivamente a la leche de vaca. A las leches obtenidas de otras especies les corresponde, la denominación de leche, pero seguida de la especificación del animal productor.

Leche cruda entera: Es el producto íntegro no alterado ni adulterado del ordeño higiénico, regular y completo de vacas sanas y bien alimentadas, sin calostro y exento de color, olor, sabor y consistencia anormales y que no ha sido sometido a procesamiento o tratamiento alguno. (23) A excepción de la leche que se obtiene cinco días posteriores al parto y quince días antes del mismo.

COMPOSICIÓN FÍSICO – QUÍMICA DE LA LECHE

La leche es una compleja mezcla de distintas sustancias, presentes en suspensión o emulsión y otras en forma de solución verdadera, presenta sustancias definidas: agua, grasa, proteína, lactosa, vitaminas, minerales; a las cuales se les denomina extracto seco o sólidos totales, etc. La grasa de la crema se presenta en partículas de varios tamaños visibles en microscopios ópticos. Están cubiertas por una superficie de capa de proteínas que actúan como coloides protector. La caseína es de dimensiones coloidales y se coagula cuando la lactosa se convierte en ácido láctico por calor o bacterias. La lactosa y otros compuestos están en verdadera solución molecular. El material restante es agua. (24)

2.2.4. CALIDAD DE LECHE

2.2.4.1. Definición de calidad

En la actualidad, existen muchas definiciones respecto a la calidad, lo cual se busca que el servicio o producto que nosotros adquiramos satisfaga nuestras expectativas, mejor dicho, que aquel servicio o producto funcione tal y como nosotros queramos y para realizar aquella tarea o servicio que tiene que realizar. Con todo y a pesar de esta definición el término "Calidad" siempre será entendido de diferente manera por cada

uno de nosotros, ya que para unos la Calidad residirá en un producto y en otros en su servicio posventa de este producto. (17)

Existen varios motivos que justifican el interés por procurar la calidad:

- ❖ Satisfacción al cliente, al obtener el producto.
- ❖ Esfuerzos por mejorar continuamente, introduciendo nuevos métodos que lo faciliten.
- ❖ Motivación a trabajadores que elaboran los productos o servicios de alta calidad.

2.2.4.2. Leche de calidad

La calidad de la leche implica tres aspectos: La cantidad, sus componentes (grasa, proteína, lactosa, vitaminas y minerales) y los factores contaminantes (contaminación bacteriológica, conteo celular somático y presencia de residuos). La expresión concreta de la prevención de enfermedades y el bienestar animal es la producción de leche de calidad. Para lo cual debemos de hablar de salud de la ubre en lugar de mastitis, hablar de calidad de la leche en lugar de un enfoque meramente productivista y clínico, e incorporando al consumidor como una parte fundamental en el esquema de calidad. (25)

2.2.4.3. Indicadores de calidad de leche

Estos son:

- ❖ De Composición (grasa y sólidos totales)
- ❖ Calidad higiénica (conteo bacteriano)
- ❖ Calidad sanitaria (conteo de células somáticas)
- ❖ Inhibidores y antibióticos

Calidad de composición: se hace referencia a las características físico – químicas de la leche. Los indicadores de la calidad composicional son el contenido de sólidos totales, proteína y grasa; sin embargo son determinantes el comportamiento de la leche al ser procesada. (12)

Calidad higiénica: El concepto de higiene de la leche se refiere a la contaminación de la leche por bacterias, y se expresa en unidades formadoras de colonia. Los valores normales para el recuento total de bacterias deben ser menor a 100.000 UFC/ml, mientras que para la leche pasteurizada está entre 40.000 y 80.000 UFC/ml. Para

obtener un buen recuento de bacterias en leche las principales herramientas son la higiene, la refrigeración, la minimización del tiempo de almacenamiento, pero de ninguna manera se deben utilizar sustancias químicas que son consideradas adulterantes.

Calidad sanitaria: referido a la concentración de células somáticas, aspecto que día a día adquiere mayor relevancia al comprobarse su estrecha relación con la capacidad productiva de los animales. Las células somáticas son una respuesta del grado de inflamación que presenta la glándula mamaria como consecuencia de la presencia de patógenos u otros factores que generen un trauma, derivado de un defectuoso manejo del ordeño, inapropiadas instalaciones y manejos generales. (26)

Inhibidores y antibióticos: Los inhibidores son todas las sustancias ajenas al proceso de secreción de la leche que frena el desarrollo bacteriano, produciendo por lo tanto perjuicios en la industria al no permitir el normal desarrollo de los fermentos. Los inhibidores más comunes son: cloro, agua oxigenada e iodóforos. La presencia de antibióticos no sólo se debe a tratamientos intramamarios, sino también a tratamientos por vía oral o inyectable que se apliquen a la vaca lactando.

Debido al perjuicio que estos presentan para la industria y para la misma salud humana, ya que algunos de ellos no son destruidos en el proceso de pasteurización. (12)

2.2.5. FACTORES DE DEFENSA CELULAR Y HUMORAL DE LA LECHE

La leche tiene un efecto que inhibe el crecimiento de bacterias, las mata o las hace inofensivas. Su efecto antibacterial se debe a factores de defensas celulares y humorales. En estos intervienen los leucocitos polimorfo nucleares (PMN), los linfocitos y los macrófagos (principal tipo de células en la leche). Los factores humorales son las inmunoglobulinas, los factores del complemento, el sistema lactoperoxidasa-tiocianatoperóxido- hidrógeno, la lactoferrina y la lizosima.

El paso rápido de los leucocitos sanguíneos a la luz alveolar es uno de los mecanismos naturales más importantes de defensa contra la mastitis. En el caso de una glándula mamaria sana se puede observar un contenido menor de 100 mil leucocitos por mililitro de leche. El contenido de leucocitos aumenta como una respuesta a los microorganismos invasores. En el caso de la mastitis aguda, los conteos pueden llegar

hasta millones de células somáticas por mililitro. Los leucocitos más numerosos durante el curso de una mastitis son los granulocitos polimorfos nucleares. Éstos reconocen las bacterias marcadas con anticuerpos y los fagocitan. Pueden pasar de 12 a 24 horas después de la infección antes de que el contenido de PMN aumente claramente. (4)

Leucocitos neutrófilos polimorfo nucleares: Los leucocitos neutrófilos polimorfo nucleares (PMN) forman la primera línea de defensa inmunológica contra bacterias que penetran la barrera física del canal del pezón. Los PMN protegen a la glándula mamaria por medio de la fagocitosis y la muerte intracelular, debido a su capacidad para fagocitar y matar bacterias opsonizadas y no opsonizadas empleando enzimas bactericidas y radicales oxi.

Los neutrófilos desempeñan cinco funciones clave para una vigilancia inmune exitosa y defensa contra los patógenos intramamarios: marginación, migración, fagocitosis, estallido respiratorio y de granulación. La marginación y la migración de los neutrófilos son críticas para la vigilancia inmune innata y para confinar la respuesta inflamatoria en el sitio de la infección. La fagocitosis, el estallido respiratorio y la de granulación culminan en la destrucción intracelular del patógeno por neutrófilos de la leche que han migrado desde la sangre hasta el foco de la infección.

Linfocitos: El reclutamiento local y la actividad de las células somáticas (o sea leucocitos) son los mecanismos de defensa inmune más importantes contra la infección de la glándula mamaria bovina. Aunque un alto número de neutrófilos bovinos en leche es crítico para una lucha activa contra las infecciones, los macrófagos y los linfocitos T constituyen la mayor parte de las células somáticas en leche de cuartos sanos. Los linfocitos son las únicas células del sistema inmune que reconocen antígenos por medio de receptores de membrana y que son específicos para patógenos invasores. Existen dos tipos de linfocitos que difieren en función y productos proteicos, los linfocitos T y B. Los porcentajes de estas células pueden ser significativos dependiendo del estado de la lactancia y de su localización en los tejidos.

Las células B, representan el 20% de los linfocitos. Su función es reconocer los antígenos o sustancias extrañas para producir anticuerpos específicos y secretar inmunoglobulinas localmente. Las células T se encargan de destruir a los antígenos

por contacto directo, produciendo linfocinas (células asesinas y células auxiliaadoras) que activan el complejo de histocompatibilidad (inmunidad humoral). Conformando así el 45% de los linfocitos. En distintas muestras de leches, los neutrófilos son la población de leucocitos más predominante en leche de glándulas mamarias infectadas (59% a 99% del total de células somáticas, dependiendo del estado de la lactancia).

2.2.6. CÉLULAS SOMÁTICAS

Se denomina así a las células de la leche, a aquellas células propias del cuerpo (somáticas) en la leche. Estas provienen de la sangre y del tejido de la glándula mamaria.

Las células somáticas, son células que se difunden desde la sangre a los tejidos y conductos de la glándula mamaria, como respuesta inflamatoria defensiva a una agresión traumática o, en la mayoría de los casos, infecciosa. Se encuentran constituidas en mayor proporción por leucocitos (macrófagos, linfocitos y neutrófilos) y en menor grado de células de descamación provenientes del epitelio glandular; Aproximadamente el 98% de estas células son leucocitos y 2% son células epiteliales de descamación por envejecimiento. (27)

El contenido de células somáticas en la leche nos permite conocer datos claves sobre la función y el estado de salud de la glándula mamaria lactante y debido a su cercana relación con la composición de la leche un criterio muy importante de calidad de la leche. (28)

Estas son células de alto poder fagocítico (capacidad para ingerir las partículas invasoras) y con capacidad para liberar respuestas inespecíficas capaces de destruir gran número de los organismos invasores. Otra población importante en la defensa de la glándula está constituida por las mismas células epiteliales glandulares. Cuando estas mismas células mueren debido a la agresión bacteriana, se desprenden del tejido mamario arrastrando consigo gran cantidad de bacterias adheridas a ellas. (27)

2.2.7. FUNCIÓN DE LAS CÉLULAS SOMÁTICAS

En la glándula mamaria sana las células somáticas, solo se presentan en cantidades pequeñas. En este caso se trata de células de tejidos (células epiteliales) y de células de defensa (granulocitos, polimorfonucleares, neutrofilos, macrófagos y linfocitos). La importancia biológica de las células somáticas recae en la intervención en la

defensa contra infecciones de la ubre. En enfermedades y estimulaciones de la glándula mamaria aumenta el contenido de células en la leche, asimismo el contenido de células sanguíneas de defensa aumenta considerablemente. (4)

2.2.8. RECUESTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS

El Conteo de Células Somáticas (CCS) ha sido el índice más ampliamente usado del nivel de infección tanto en vacas individuales como en hatos. Igualmente es el mejor parámetro para estimar las pérdidas por disminución en la producción de leche de la glándula mamaria. (11)

El recuento de células somáticas, es el número de células existentes en leche. Se utiliza como indicador de la infección de la glándula mamaria. (19)

El CCS es la medición más ampliamente utilizada para supervisar el estado inflamatorio de las glándulas mamarias; puede ser realizada en la leche de; a) cuartos individuales, b) vacas individuales, c) el hato completo y d) un grupo de hatos. La infección intramamaria es el principal factor causante de cambios en el CCS en la leche. Cuando los microorganismos causantes de mastitis invaden un cuarto de la ubre y empiezan a multiplicarse o cuando el número de estos aumenta significativamente en un cuarto infectado, el organismo de la vaca tiene que reclutar leucocitos para combatir a dichos microorganismos causantes de la mastitis. (29)

2.2.9. IMPORTANCIA DEL RECUESTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS

La importancia del conteo de células somáticas en la leche para el productor significa conocer el estado de salud de sus animales, así como la producción de leche de su hato en general. De la misma forma para el consumidor saber que la leche que obtiene y lleva su hogar es de buena calidad.

El CCS en la leche del tanque es reconocido como el mejor indicador del nivel de mastitis de un hato, principalmente de los casos subclínicos ocasionados por microorganismos contagiosos, a pesar de algunas limitaciones en su interpretación dadas por el tamaño del hato y el factor de dilución de las células en la leche.

2.2.9.1.Sanciones económicas

En la actualidad, casi en todos los países se tiene un sistema de sanción económica que es impuesta si el recuento de células somáticas (Tabla 1) o recuento total de

bacterias en la leche es elevada, superando un umbral determinado por Normas técnicas. Esto se realiza con la finalidad de garantizar que la leche producida sea de máxima calidad. (19)

Tabla 1. Requisito de calidad sanitaria de la leche cruda según las Normas Técnicas Peruanas, aprobadas por INDECOPI.

Ensayo	Requisito	Método de Ensayo
Conteo de células somáticas/ml	Máximo 500 000	NTP 202.173:1998

Fuente: INDECOPI, 2003 (23)

El sistema de pago al productor lechero será de acuerdo a los componentes (RCS, proteína, grasa y otros sólidos) que terminan cada día en su tanque de enfriado.

Por encima de estos, existen premios que aumentan su ingreso bruto, los cuales incluyen premios por encima de su orden, premios por calidad. Los premios por calidad se pagan para estimular la producción de leche de alta calidad y varían dependiendo de cada planta procesadora. (30)

Desde una perspectiva económica, reducir el conteo de células somáticas significa para el productor:

- Aumento de la producción de leche.
- Menores costos de reemplazo.
- Menos leche descartada.
- Costos reducidos de medicamentos y tarifas veterinarias.
- Disminución de trabajo.
- Aumento en el rendimiento del producto final. (31)

2.2.9.2. Producción de leche

Cuando el recuento de células del hato aumenta, hay una disminución correspondiente en la producción de leche. Esta disminución se produce como consecuencia del daño infligido al tejido que produce la leche por las bacterias de la mastitis o de las toxinas que laboran. (19)

2.2.10. FACTORES QUE INFLUYEN EN UN RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS ELEVADO.

Las bacterias que invaden el canal del pezón de la ubre pueden ser contagioso o ambiental como resultado de falla prácticas, las bacterias contagiosas se diseminan en el momento del ordeño entre pezones de una vaca o entre diferentes vacas. Las bacterias ambientales están presentes en los alrededores de la vaca como su piel, ropa de cama y piscinas de agua y lo hará penetrar la ubre cuando se dan las condiciones adecuadas. Una vez que las bacterias atacan las células, la vaca responde enviando glóbulos blancos a la escena. Estos son en esencia los que constituye el CCS, al tener mayor CCS en leche de vacas individuales o el tanque a granel es una señal de que las bacterias han invadido la ubre de la vaca. Así como esta existen diferentes factores que influyen para un elevado CCS. (31)

2.2.10.1. Mastitis

La detección temprana de mastitis ayuda a reducir el CCS. La mastitis clínica es una inflamación de la ubre que puede ser fácilmente detectado por el productor. El cuarto que es el afectado suele estar inflamado, caliente al tacto y sensible.

La presencia de mastitis subclínica se convierte en un problema mayor, debido a que no hay presencia de signos clínicos, y para ello es necesario la utilización de pruebas auxiliares de campo o de laboratorio. (7)

La efectividad del tratamiento depende de la identificación y susceptibilidad de los causales de mastitis, de la duración del tratamiento y de la elección del antibiótico con bajas tasas de residuos. (32)

Si bien el estado infeccioso es el factor más importante que aumenta el recuento celular somático de la vaca, cuanto mayor es la cantidad de vacas afectadas de mastitis mayor será el recuento celular en el tanque. (33)

2.2.10.2. Fase de lactación

El recuento de células somáticas es alto en las dos primeras semanas de lactancia; decrece durante la lactancia media y aumenta al final de la misma. El número de la lactancia como tal no influye significativamente sobre el conteo de células somáticas; si las vacas más viejas muestran altos conteos de células somáticas es por reflejo de la historia individual de mastitis.

2.2.10.3. Lesiones en la glándula mamaria y pezón de la vaca,

Un número de factores pueden causar lesiones en la glándula mamaria o lastimar los cuartos. Entre ellos, el uso inadecuado de máquinas de ordeño y corrales o instalaciones mal diseñadas o en mal estado. En lesiones de esta naturaleza, un gran número de glóbulos blancos está presente, lo que resulta en un recuento aumentado de células somáticas. (19)

Equipos defectuosos o instalaciones inapropiadas, falta de mantenimiento de los equipos de ordeña, insuficiente capacidad de vacío, fluctuaciones de vacío, no cortar el vacío antes de retirar las pezoneras, etc. Pueden causar traumas, dañar el pezón y transmitir agentes infecciosos durante la ordeña.

2.2.10.4. Variaciones fisiológicas

En ciertos días del mes se pueden registrar variaciones en el recuento individual de la vaca debido a procesos fisiológicos. Por ejemplo, el ligero aumento en el recuento de células somáticas que se puede observar en la vaca en celo. (33)

2.2.10.5. Variaciones diarias y de temporada

El promedio de recuento de células somáticas en los tanques de leche de los hatos aumenta en los meses de verano. Esto podría explicarse por qué el calor provoca estrés en las vacas y disminuye sus sistemas inmunes, y también el estiércol caliente (fuente de infección) permite la multiplicación más rápida de las bacterias. Mientras tanto se acepta que en nuestro país las condiciones medioambientales creadas por la estación de lluvias dan lugar a la más frecuente aparición de mastitis. (34)

2.2.10.6. Sistema y Frecuencia de ordeño

El sobreordeño y las fluctuaciones en los niveles de vacío ocasionan en algún caso un incremento en el conteo de células, mientras que en casos no se observan cambios significativos. (11)

El recuento de células somáticas tiende a ser mayor en el ordeño de la tarde que en el de la mañana; esta variación se debe a la diferencia del volumen de leche producida en ambos ordeños.

2.2.10.7. Estrés

Los malos tratos del personal, los acarreos rápidos, los trabajos en la manga y las agresiones de los perros han mostrado que incrementan el número de células somáticas. (32)

El estrés puede afectar el recuento de células somáticas, entre otros factores, por la inmunosupresión, con la consecuencia de riesgo aumentado para nuevas infecciones intramamarias (efecto directo). (34)

2.2.11. RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS A NIVEL DE UN HATO

El monitoreo de las células somáticas puede hacerse individualmente en cada vaca o por muestreo de la leche del tanque receptor. La diferencia entre ambos casos es que en el primero, se puede conocer el estado de salud de un animal determinado; mientras que para el segundo caso sólo podrá derivarse información del estado de salud promedio de todo un hato. (19) (35)

El nivel de células somáticas (Tabla 2) como medida normal es de 200,000 células/ml de leche de una muestra del tanque del establo, arriba de este número se considera como anormal y es indicativo de que existe una infección en el hato productor. (36)

Un hato con un recuento de menos de 200,000 tendrá poca mastitis contagiosa en comparación con un hato con un recuento de más de 500,000 que tendrá un problema grave, probablemente significan que el 50% del ganado en producción está enfermo de mastitis subclínica, elevando considerablemente las pérdidas económicas. No obstante, los recuentos de células no se relacionan necesariamente con el número de casos clínicos, ya que el problema podría ser debido a un nivel elevado de mastitis ambiental que repercutirá en el recuento de células. (35) (31)

Tabla 2. Niveles de células somáticas (CCS) medido en la leche del tanque a granel.

Niveles de células somáticas	
Bajo	Menos de 200,000 CCS/ml
Medio	200,000 – 500,000 CCS/ml
Alto	500 000 – 1 000 000 CCS/ml
Muy alto	500 000 – 1 000 000 CCS/ml

Fuente: Carillanca, (1997), citado por Butendieck, (2001) (37)

El fundamento del análisis de leche del tanque es detectar, por medio de distintas técnicas, es determinar el recuento de células somáticas, ver la presencia de grupos bacterianos que provienen de diversas fuentes, así como determinar el nivel de infección mastítica del hato. Esto permite corregir prácticas de manejo que se emplea en el hato lechero, para ver la calidad de leche dada a la población, controlar la contaminación bacteriana e implementar las medidas de control de mastitis más adecuadas, de acuerdo con el organismo patógeno prevalente. (6)

2.2.12. RECUESTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS DE UNA VACA INDIVIDUAL

Los recuentos de células de una sola vaca constituyen la mejor manera de identificar las vacas con recuentos elevados de células. Los recuentos individuales de células se calculan a partir de una muestra mixta de los cuatro cuartos. A esta muestra también se le puede calificar de compuesta. Los recuentos de células de toda la glándula aluden a los resultados de cada uno de los cuartos. (19) (35)

Una medida importante para conocer el estado de salud de la glándula mamaria y su calidad de leche es la comparación a nivel de cuartos de la vaca. (Tabla 3). Debido a las grandes diferencias de los demás cuartos con el trasero derecho, podemos definir su estado como sospechoso o con gran posibilidad de estar infectado con un agente causante de mastitis.

Tabla 3. Comparación del conteo de células somáticas por cuarto

Cuarto	Células/ml de leche
Delantero derecho	45,000
Trasero derecho	160,000
Delantero Izquierdo	38,000
Trasero Izquierdo	53,000

Fuente: Wolter et al., 2004 (4)

2.2.13. MÉTODOS PARA REALIZAR EL CONTEO DE CÉLULAS SOMÁTICAS.

La determinación del conteo de células somáticas en leche fresca es uno de los métodos seguros para establecer el grado de irritación de la glándula mamaria. Las células somáticas pueden ser cuantificadas por métodos indirectos como el California Mastitis Test y la de Wisconsin para Mastitis. Estos métodos son rápidos y

económicos pero con el inconveniente de ser subjetivos al medir indirectamente la concentración de células somáticas en la leche.

Entre los métodos directos está el recuento microscópico directo. Este método es más exacto que los anteriores pero esta influenciase por la pericia del ejecutor, su grado de cansancio, el número de muestras contadas además del aumento microscópico usado. (38)

Para la objetivación de los recuentos celulares se ha desarrollado y mejorado a lo largo de los años el contador electrónico; siendo de aplicación universal sobre todo en laboratorios de control lechero o dedicados al diagnóstico o investigación de la mastitis, utilizándose aparatos de recuentos celulares como el Fossomatic y Coulter Counter, entre ellos difieren en sencillez, confiabilidad y costo. Estos métodos son los más usados por su confiabilidad y rapidez. (6)

Lo importante es seleccionar el que mejor se ajuste a las necesidades y posibilidades de cada explotación, pero sí es conveniente realizar el conteo de células somáticas como prevención a enfermedades y protección a la inversión que se tiene.

2.2.13.1. Prueba De California Para Mastitis

La Prueba de California para Mastitis o California Mastitis Test (CMT, por sus siglas en inglés), es una prueba indirecta que mide macroscópicamente la cantidad de ADN, primariamente una función del número de células blancas nucleadas en leche.

Es una prueba sencilla que es útil para detectar la mastitis subclínica por valorar groseramente el recuento de células de la leche. No proporciona un resultado numérico, sino más bien una indicación de si el recuento es elevado o bajo, por lo que todo resultado por encima de una reacción vestigial se considera sospechoso.

El CMT está basado en el agregado de un detergente aniónico a la leche, llamado Lauryl Sulfato de Sodio, a una concentración del 3%, que disuelve las membranas celulares permitiendo que el ADN de los leucocitos sea liberado para formar un gel transitorio con el detergente. A mayor presencia de células liberadas existirá una mayor cantidad de ADN en la muestra, mayor viscosidad del gel. Permitiendo determinar la respuesta inflamatoria con base en la viscosidad del gel que se forma al mezclar el reactivo (púrpura de bromocresol) con la misma cantidad de leche en una

paleta con cuatro pozos independientes permitiendo evaluar cada cuarto independientemente.

2.2.13.2. Prueba de Wisconsin para Mastitis (WMT)

La Prueba de Wisconsin para Mastitis (WMT), fue diseñada para el uso en el laboratorio, y es utilizada para estimar el contenido de células somáticas de muestras de leche fresca mezclada o leche de tanques de enfriamiento, así como para muestreo de vacas individuales.

Se utiliza una solución similar a la que se emplea con la prueba de California, pero en contraste con esta última, los resultados se miden cuantitativamente dependiendo de la viscosidad, no cualitativamente o de estimarla a ojo de buen cubero como en la CMT.

La técnica consiste en utilizar un tubo graduado en milímetros en donde se depositan 2 ml de leche y una mezcla de 2 ml de reactivo para CMT con agua destilada (1:1) ambas a temperatura ambiente. Enseguida se agita durante 10 segundos, horizontalmente y de izquierda a derecha. Se deja reposar 10 segundos y posteriormente se invierten los tubos durante otros 10 segundos. Una vez transcurrido el tiempo, se procede a realizar la lectura en el tubo por debajo de la espuma que se forma. Los resultados se relacionan con la escala graduada en mililitros del tubo y su valor de células somáticas, empleando para su interpretación una tabla específica para la prueba.

Los rebaños con una puntuación baja entre 3 y 12 están en condiciones buenas a regular, mientras que los rebaños con puntuaciones superiores a 12 requieren de atención inmediata.

2.2.13.3. Conteo de células somáticas por microscopia directa

El recuento microscópico directo de las células somáticas de la leche denominado también, método óptico, si bien es de referencia, actualmente es de poca utilidad cuando se trata de un gran número de muestras y se debe trabajar con una metodología más rápida. Sin embargo, aún mantiene su utilidad para los trabajos de investigación.

En este método se hace uso de un microscopio con agrandamiento de 500x, observando frotis teñidos de leche problema y se procede a realizar un conteo del número de células somáticas.

2.2.13.4. Métodos de conteo electrónico celular

Durante la mitad de la década de los setentas, el empleo del CMT en laboratorio fue reemplazado por métodos de recuento electrónico, inicialmente con un contador de partículas (Coulter Counter) y posteriormente con un analizador fluoróptico de DNA (Fossomatic).

Los métodos electrónicos presentan ventajas importantes ante otros métodos de cuantificación de células somáticas entre las que se encuentran: tiempo mínimo de análisis, las muestras pueden ser almacenadas después de ser fijadas, el método es objetivo, el escaneo electrónico provee una alta exactitud estadística y adicionalmente puede ofrecer datos del tamaño celular.

2.2.13.4.1. Método fluoro-opto-electrónico (Fossomatic) y Counter Coulter

Estos dos aparatos poseen alta correlación con la microscopia óptica, por lo que proporcionan una medida segura en el recuento de células somáticas. Sin embargo, se pueden presentar variaciones en el recuento en las mismas muestras cuando se realizan con los dos aparatos debido a la diferencia de operación de cada uno de ellos.

El Fossomatic basa su cálculo en la tinción fluorométrica del material nuclear, mientras que el Counter Coulter cuenta el número de impulsos eléctricos resultantes de las partículas que pasan entre dos electrodos. Es decir, cuenta partículas de un diámetro determinado, que para el caso serían las células, pero en el rango de recuento entrarían otras partículas, aumentando ligeramente el valor en comparación con el Fossomatic. (33) (5)

El Fossomatic consiste en el filtrado de una solución de leche mezclada con detergente (Tritón X-100 EDTA) a través de una membrana con poros finos.

Un procedimiento colorimétrico basado en la reacción con el ADN de las células es entonces utilizado para determinar el contenido de ADN que está relacionado directamente con el número de células presentes en la muestra inicial. (5)

Procedimiento:

Se coloca una muestra de leche de 5ml de leche a 40° C. En el Fossomatic se tiñen las células somáticas con un colorante fluorescente para obtener una reacción solo

con el ADN de las células. Es por eso que las partículas sucias y los glóbulos de los lípidos no se suman al número de las células somáticas.

La muestra pasa frente a una luz especial y un detector registra cada célula somática. Entre cada muestra el aparato limpia su sistema de flujo para evitar el efecto del arrastre de una muestra a otra. Todas estas funciones son automáticas.

En síntesis, se puede decir que el Fossomatic es un contador específico de ADN basado en un principio óptico de fluorescencia. Debido a que el bromuro de ethidio penetra en la célula y forma un complejo fluorescente con el ADN nuclear, cada célula produce un pulso eléctrico que se amplifica y se registra.

2.2.13.4.2. DELAVAL CELL COUNTER

El DeLaval Cell Counter (DCC) es un equipo profesional para el diagnóstico de mastitis. Con DeLaval Cell Counter DCC se puede probar y controlar el recuento de células somáticas directamente en la granja y obtener el resultado en menos de un minuto. Funciona con batería y posee un medidor óptico de células somáticas de la leche. Esto permite estudiar el estado de salud de la ubre de la vaca, también posibilita el estudio de los estándares sanitarios en la leche del tanque.

El equipo utiliza cassettes, los cuales succionan cantidades pequeñas de leche, ya dentro del cassette, la leche se mezcla con reactivos que llegan al núcleo de las células somáticas, lo cual permite su conteo, mediante un sensor de fluorescencia. Esto se traduce en el número de células somáticas en leche, el cual aparece rápidamente en la pantalla del equipo. Su principio es similar al utilizado por el equipo Fossomatic y nos da datos precisos sobre el estado de salud de la ubre de la vaca lechera. (12)

Beneficios de usar el Contador de células DeLaval DCC:

Detección temprana de mastitis

- Tratamiento en una etapa temprana
- Recuperación rápida y menos pérdida de producción
- Control eficiente de la mastitis
- Menor riesgo de sanciones o pérdida de pago de bonificación

Manejo de la vaca seca

- Controle qué vaca o cuarto necesita tratamiento al secarse

- Menos uso y costo de antibióticos

Seguimiento eficiente de la salud de la ubre fresca de vaca

- Detección temprana de vacas infectadas para tratamiento relevante
- Señal clara cuando enviar leche al tanque

Seguimiento inmediato de las vacas tratadas con mastitis

- Señal clara si la vaca es tratada con éxito
- Señal clara cuando enviar leche al tanque

DeLaval Cell Counter DCC hace posible detectar la infección de mastitis en una etapa temprana, cuando es fácil y rentable tratarla y antes de que se propague dentro del rebaño infectando a otras vacas. Los rebaños con mastitis bajo control tendrán un recuento de células somáticas en el tanque a granel por debajo de 100 000 células / ml de leche.

No puede ser más fácil de usar. El DCC es un instrumento portátil y ligero y no precisa de conexión externa. Esto significa que se puede usar en cualquier sitio que se necesite. No es necesario realizar calibraciones y se pone en marcha en unos segundos.

Para realizar una lectura, por medio del cassette se succiona una pequeña cantidad de leche y se introduce en el DCC. El resultado de la muestra se expresa en células/ml de leche en el visor exactamente 45 segundos después de haber insertado el cassette.
(39)

2.2.14. NIVEL TECNOLÓGICO EN LOS HATOS LECHEROS

Se llama nivel tecnológico a la aplicación de nuevas técnicas de manejo en un establo lechero con un fin posterior, como puede ser el aumento de la población del ganado, aumento de la producción de leche así como disminución de enfermedades en el hato, disminución en el recuento de células somáticas, etc.

Su clasificación se basa en cinco aspectos principales y se le dio una ponderación diferente de acuerdo con su importancia relativa: 25% el índice de manejo reproductivo, 25% índice de manejo sanitario, 15% índice calidad genética, 25% índice de manejo alimenticio, y 10% índice de infraestructura y equipo. Los valores

obtenidos correspondían al tipo de productor ganadero y por ende a su clasificación: e tipo I bajo, tipo II medio y tipo III alto. (16)

Determinación del nivel tecnológico

El nivel tecnológico (NT) se estimó como una función lineal de los índices de manejo reproductivo (IMR), manejo sanitario (IMS), calidad genética (ICG), manejo alimenticio (IMA), e infraestructura y equipo (IIE) para cada Hato, ponderados por su importancia para diferenciarlas. La ecuación utilizada para el cálculo del NT fue:

$$NT = [(ICG*0.036) + (IMA*0.250) + (IMS*0.196) + (IMR*0.260) + (IIE*0.258)]$$

Con base en los valores obtenidos para el NT, las agroempresas se asignaron a una de las siguientes clases, con base en el criterio indicado en la Tabla 4.

Tabla 4. Clasificación de hatos lecheros de acuerdo con el valor del nivel tecnológico (NT).

Rango de NT	Tipo de hato	Clasificación
$0.0 \leq NT \leq 0.4$	I	Bajo
$0.4 < NT \leq 0.8$	II	Medio
$0.8 < NT \leq 1.0$	III	Alto

Fuente: Maldonado, 2011 (16)

Nivel tecnológico bajo

Los pequeños hatos son comúnmente administrados por personas pobres dentro de los asentamientos urbanos. La producción de leche tiene restricciones de liquidez y es deficiente en las prácticas de alimentación y reproducción. Esto se expresa en el bajo peso corporal y las altas tasas de mortalidad de su ganado. Los pequeños hatos suelen ser sistemas de alimentación de establo puros con una infraestructura mínima estable, localizada al lado de las casas de los agricultores. La calidad de los alimentos es baja, ya que los pequeños agricultores dependen en gran medida de los intermediarios locales y de la calidad de los alimentos que ofrecen. Debido a que los agricultores a menudo carecen de acceso a alimentos balanceados y equitativos de alta calidad, principalmente usan maíz sin mazorcas y salvado de trigo para alimentar a su ganado lechero. Siempre que sea posible, la producción de leche es una estrategia económica complementaria para mejorar la seguridad de los medios de

subsistencia. De hecho, la producción de leche es una fuente de ingresos particularmente importante para las personas mayores.

Nivel tecnológico medio y grande

Los hatos medianos y grandes tienen mejores prácticas de alimentación y reproducción. Comúnmente usan maíz con mazorcas y mezclas de concentrado de alimento, preparadas en la granja. Dado que el ganado lechero en estos establos se agrupa por edad y etapa de lactancia, la calidad y la cantidad de alimento se ajustan a los requerimientos de nutrientes específicos de los animales. El trabajo familiar se reemplaza comúnmente por mano de obra contratada, incluidos diferentes especialistas como veterinarios, nutricionistas y personal contable.

Las principales diferencias entre hatos medianos y grandes son el resultado de las economías de tamaño, lo que lleva a los hatos grandes a costos promedio más bajos y mayor producción de leche por vaca. Es decir, los propietarios de los hatos grandes tienen suficiente capital para realizar una mayor inversión, en cuanto a número de ganado, así como su tecnología, además de proporcionar la infraestructura y la maquinaria necesarias para garantizar una producción eficiente de leche y forraje. Obviamente, en los hatos grandes, las vacas siempre se ordeñan a máquina, a diferencia de las granjas pequeñas o, a veces, medianas, donde el ordeño manual es común. (40)

A continuación se muestra la forma de calcular los índices componentes del NT.

Índice de calidad genética

Se realizó una clasificación del ganado bovino en dos tipos raciales, como se indica en la Tabla 5.

Tabla 5. Tipos de animal y ponderaciones de la calidad genética.

Tipo de animal	Número de animales (a)	Ponderador (b)
Cruzado con razas mejoradas	A	0.75
Raza pura	B	1

Fuente: Maldonado, 2011 (16)

El cálculo del índice de calidad genética se estimó con la siguiente ecuación:

$$\text{ICG} = (\Sigma a*b)/\Sigma a$$

Índice de manejo de alimentación

El IMA indica la fuente de alimentación del ganado bovino a la cual se le asoció un ponderador. Se consideró el nivel tecnológico más bajo cuando el ganado se alimentó de pastos nativos sin que se ofreciera suplemento, hasta el caso en que se ofreció alimentación balanceada para cada grupo de edades y estados fisiológicos de los bovinos, como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Fuentes de alimentación y sus respectivas ponderaciones

Fuente de alimentación	Número de animales (a)	Ponderador (b)
Crianza extensiva (Pastoreo)	A	0.25
Pastoreo y con alimentación balanceada	B	0.5
Alimentación con forraje de corte y alimentación balanceada bajo estabulación	C	0.75
Dieta integral balanceada a nivel de nutrientes generales (proteína, minerales, etc.) por estado fisiológico y nivel de producción	D	1

Fuente: Maldonado, 2011 (16)

El índice de manejo de alimentación se estimó con la siguiente ecuación:

$$\text{IMA} = (\Sigma a*b)/\Sigma a$$

Índice de manejo reproductivo

Para el IMR se tomó en cuenta el método de cruzamiento y el control de eventos reproductivos importantes, como es el diagnóstico de gestación. La ponderación para estos atributos se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Tipo de manejo reproductivo y sus respectivas ponderaciones.

Manejo reproductivo	Sí/No (a)	Ponderador (b)
Monta e inseminación	1 ó 0	0.2
Inseminación	1 ó 0	0.6

Diagnóstico de gestación por palpación	1 ó 0	0.1
Transferencia de embriones	1 ó 0	0.3

Fuente: Maldonado, 2011 (16)

El índice se determinó con la siguiente ecuación:

$$IMR = \Sigma a*b$$

Índice de manejo sanitario

Se tomaron en cuenta actividades de manejo para la prevención de enfermedades y medidas generales de higiene en las instalaciones, como se describe en la Tabla 8.

Tabla 8. Actividad sanitaria y su respectiva ponderación.

Actividad sanitaria	Sí/No (a)	Ponderador (b)
vacunación	1 ó 0	0.2
Limpieza de la ubre antes del ordeño	1 ó 0	0.05
Aplicación de sellador	1 ó 0	0.05
Aplicación de presellador y sellador	1 ó 0	0.1
Desparasitación mixta	1 ó 0	0.05
Prueba de mastitis esporádicamente	1 ó 0	0.05
Prueba de mastitis mensualmente	1 ó 0	0.2
Utilización de agua potable para lavar ubre y equipo de ordeño	1 ó 0	0.05
Limpieza de equipo de ordeña con detergentes ácido y alcalino	1 ó 0	0.2
Limpieza de corrales	1 ó 0	0.05

Fuente: Maldonado, 2011 (16)

El cálculo de este índice se realizó con la siguiente ecuación:

$$IMS = \Sigma a*b$$

Índice de infraestructura y equipo

El IIE se calculó con base en las instalaciones y equipo con que contó cada hato como se muestra en la Tabla 9; las categorías van desde los productores que no cuentan con

ninguna instalación, hasta aquellos que cuentan con las instalaciones y equipos más sofisticados.

Tabla 9. Infraestructura y equipo, y sus respectivas ponderaciones.

Infraestructura y Equipo	Sí/No (a)	Ponderador (b)
Sistema de ordeño manual	1 ó 0	0.01
Labor de ordeño familiar	1 ó 0	0.01
Labor de ordeño contratado	1 ó 0	0.02
Camión	1 ó 0	0.02
Camioneta	1 ó 0	0.02
Pozo	1 ó 0	0.02
Bomba de agua doméstica	1 ó 0	0.02
Corrales	1 ó 0	0.02
Cercado del hato	1 ó 0	0.02
Sistema de ordeño mecánico con línea directa al bote	1 ó 0	0.02
comederos sin sombra	1 ó 0	0.02
Bebederos sin sombra	1 ó 0	0.02
comederos con sombra	1 ó 0	0.04
Bebederos con sombra	1 ó 0	0.04
Sistema de ordeño mecánico con línea directa al tanque	1 ó 0	0.04
División de corrales	1 ó 0	0.04
Sala de ordeño con techo	1 ó 0	0.04
Picadora de forraje	1 ó 0	0.04
Molino de martillos	1 ó 0	0.04
Retirada automática de pezoneras	1 ó 0	0.04
Médico veterinario especialista	1 ó 0	0.04
Bodega o Almacén de alimentos	1 ó 0	0.04
Sombra	1 ó 0	0.06
Equipo de inseminación	1 ó 0	0.06
Termo para semen	1 ó 0	0.06
Equipo veterinario	1 ó 0	0.06
Tanque frío	1 ó 0	0.06
Mezcladora	1 ó 0	0.06
sala de ordeño	1 ó 0	0.08

Fuente: Maldonado, 2011 (16)

El índice de infraestructura y equipo se calculó con la siguiente ecuación, propuesta por Maldonado:

$$IIE = \sum a*b$$

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución:

El trabajo se llevó a cabo desde enero del 2016 a diciembre de 2017 en la Provincia de Chiclayo. Se trabajó con 9 Hatos lecheros (anexo 1), localizados en los distritos de la Victoria, Pomalca, Eten y Chongoyape, los cuales envían leche a la empresa GLORIA S.A. Los hatos se clasificaron de acuerdo al nivel tecnológico empleado, tomando en cuenta las características señaladas por Pacheco., adaptadas a la necesidad del trabajo en hatos de alta, media y baja tecnología.

Se realizaron muestreos de leche en forma mensual a 9 Hatos. Las muestras se colectaron directamente del tanque de enfriamiento de leche. Las muestras se mantuvieron refrigeradas y el RCS de la leche se hizo a las 48 horas, utilizando un equipo Coulter Counter en el Laboratorio interno de la empresa GLORIA S.A.

Datos del Lugar: La Provincia de Chiclayo se encuentra en el departamento de Lambayeque, Perú. Cuenta con 20 distritos, su extensión es de 3,194.84 Km². Su clima es cálido – templado con una temperatura que oscila entre 15°C – 23°C. Periódicamente, cada 7, 10, 15, años se presentan temperaturas elevadas que pueden pasar los 35° debido al Fenómeno del Niño, con lluvias regulares y aumento extremado del agua de los ríos.

Figura 1. Mapa satelital de la Provincia de Chiclayo.



Fuente: Google, 2017.

3.2. Materiales

Material Biológico

- Ganado lechero perteneciente a los 9 hatos clasificados en alta, media y baja tecnología, de los cuales se extrajo la muestra de leche cruda fría producida en durante los meses enero 2016 y agosto 2017.

Material de Campo

Recolección de la muestra de Leche:

- Bolsas herméticas estériles
- Cucharon de acero inoxidable
- Mascarilla
- Protector de cabello
- Alcohol al 96%
- Cooler con Gelpac.

Clasificación del nivel tecnológico:

- Fiche de datos de los hatos lecheros.
- Cámara fotográfica

Equipos de Laboratorio:

- Refrigeradora
- Contador electrónico de Células DeLaval DCC para recuento de células somáticas

3.3. Metodología

3.3.1. Obtención de muestra

- Previo a la toma, y con la finalidad de obtener una muestra homogénea, se puso en funcionamiento las paletas del tanque para agitar la leche durante 10 minutos.
- Rotulación del envase estéril en el cual colocaremos el número del establo trabajado.
- Desinfección del cucharón de acero inoxidable y de las manos de la persona que sacara la muestra, con Alcohol al 96%. Posteriormente colocarse protector para cabello, guantes y finalmente mascarilla.
- Con ayuda del cucharón previamente desinfectado, tomar la muestra de leche y colocarla en el envase estéril.
- Procedemos a colocar la muestra en un cooler a 3°C y lo llevamos al laboratorio donde la muestra se mantendrá refrigerada y el CCS de la leche se evaluara a las 48 horas.
- Una vez llegada la muestra al laboratorio y pasadas las 48 horas, se procesara la muestra con ayuda del contador electrónico DeLaval Cell Counter (DCC). Para realizar la lectura con este equipo se toma una pequeña muestra de leche y se coloca en el cassette, introduciendo este cassette en el DCC.
- Finalmente el número de células somáticas en leche, aparecerá rápidamente en la pantalla del equipo.
- El resultado de la muestra se expresa en células/ml de leche en el visor exactamente 45 segundos después de haber insertado el cassette.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostrados son producto de las muestras tomadas, sea el caso del recuento de células somáticas y de la interpretación de la ficha de datos de los hatos lecheros de la provincia de Chiclayo que envían leche a la empresa GLORIA S.A en el caso de la clasificación de acuerdo a su nivel tecnológico, durante el periodo de enero del 2016 a diciembre de 2017.

4.1. Recuento de células somáticas en hatos lecheros de la provincia de Chiclayo, periodo enero del 2016 a diciembre de 2017.

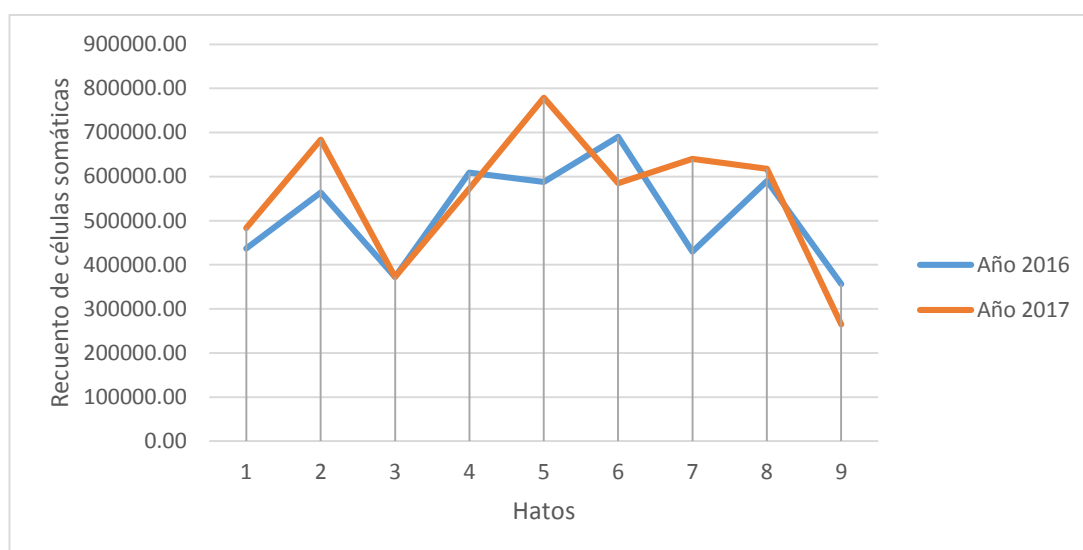
La interpretación de los resultados sobre el promedio del recuento de células somáticas en hatos lecheros de la provincia de Chiclayo que envían leche a la empresa Gloria S.A en el periodo enero del 2016 a diciembre de 2017, se refleja en la Tabla 10, figura 2.

Tabla 10. Recuento de células somáticas en hatos lecheros de la provincia de Chiclayo que envían leche a la empresa Gloria S.A en el periodo enero del 2016 a diciembre de 2017.

HATOS	2016			2017		
	Alto (500 000 – 1 000 000 cel/ml)	Medio (200,000 – 500,000 cel/ml)	Bajo (Menos de 200,000 cel/ml)	Alto (500 000 – 1 000 000 cel/ml)	Medio (200,000 – 500,000 cel/ml)	Bajo (Menos de 200,000 cel/ml)
1	--	436666.67	--	--	483750.00	--
2	564166.67	--	--	683750.00	--	--
3	--	372500.00	--	--	372500.00	--
4	609166.67	--	--	572500.00	--	--
5	588333.33	--	--	778750.00	--	--
6	690000.00	--	--	585000.00	--	--
7	--	430000.00	--	640000.00	--	--
8	590000.00	--	--	617500.00	--	--
9	--	356666.67	--	--	265000.00	--
Promedio \pm S	608333.33	398958.33	--	646250.00	373750.00	--
por niveles de	\pm	\pm	--	\pm	\pm	--
RCS	48365.65	40307.70	--	76182.35	109380.36	--
Promedio						
General \pm S	515277.78 \pm 118135.84			555416.67 \pm 158689.70		
por años						

Fuente: Establos lecheros de la provincia de Chiclayo que envían leche a Gloria S.A.
p>0.05

Figura 2. Células somáticas en hatos lecheros de la provincia de Chiclayo que envían leche a la empresa Gloria S.A en el periodo enero del 2016 a diciembre de 2017.



Fuente: Establos lecheros de la provincia de Chiclayo que envían leche a Gloria S.A.

En la tabla 10, Figura 2 se obtuvo como resultado que el promedio general de células somáticas en todos los hatos estudiados en el año 2016 fue de 515277.78 ± 118135.84 cel/ml y en el año 2017 fue de 555416.67 ± 158689.70 cel/ml, resultados similares a los estudiado por Ortiz y Vera (2006) en Arequipa encontrando $505 \times 10^3 \pm 150 \times 10^3$, los cuales se encuentra por encima del nivel máximo permitido (500×10^3 células/ml) por normas técnicas peruanas (INDECOPI, 2003) clasificándolos como un nivel de recuento de células somáticas, de igual manera a los resultados obtenidos por Velásquez y Vega (2010) en la ciudad de Lima, inaceptable para países desarrollados como Australia, Nueva Zelanda y pases europeos.

También nos muestra en la tabla 10 los promedios de los niveles de recuento de células somáticas 608333.33 ± 48365.65 para los hatos con RCS alto y 398958.33 ± 40307.70 para hatos con RCS medio en el año 2016; sin embargo en el 2017 se encontró 646250.00 ± 76182.35 para hatos con RCS alto y 373750.00 ± 109380.36 para hatos con RCS medio, observándose así una variación mínima en el promedio de RCS.

Además se muestra que la mayoría de hatos lecheros mantuvo su promedio; es decir la variación en el recuento de células somáticas entre el año 2016 y 2017 fue mínima, a excepción del hato número 7 en el cual su promedio de células somáticas en leche se muestra aumentado en el año 2017.

4.2. Clasificación de hatos según su nivel tecnológico.

La clasificación de acuerdo a su nivel tecnológico en alta, media y baja de los hatos lecheros de la provincia de Chiclayo, se muestra en la Tabla 11.

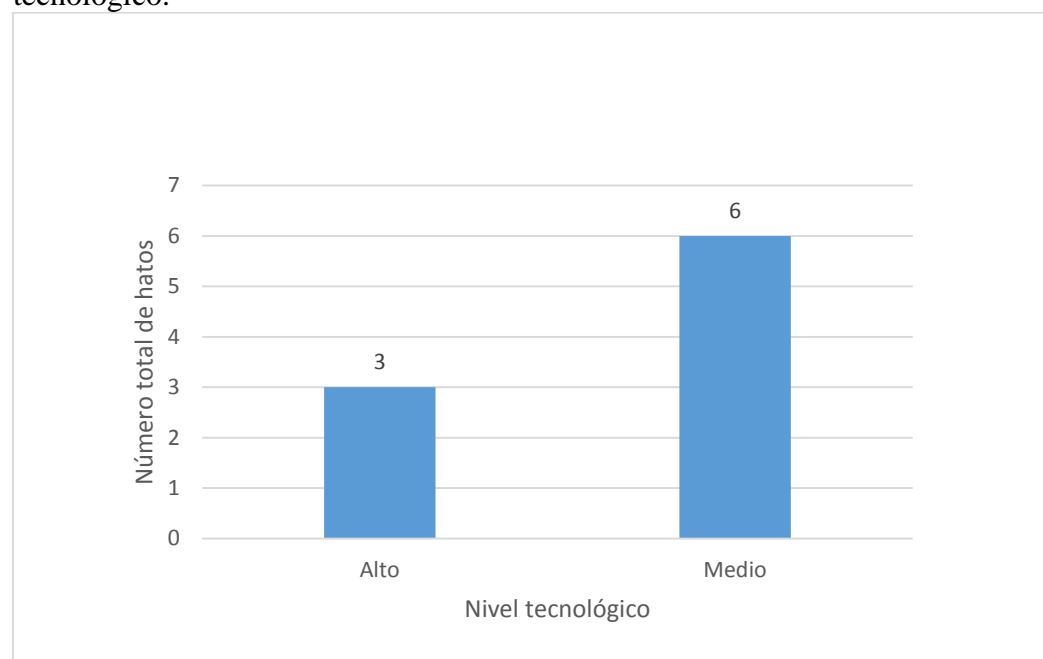
Tabla 11. Índice – componentes del nivel tecnológico y su ponderación en hatos lecheros de la provincia de Chiclayo, periodo enero del 2016 a agosto de 2017.

Número de hato	ICG	IMA	IMR	IMS	IIE	Ponderador	tipo	Clasificación
Hato 1	1	0.75	0.7	0.9	0.94	0.82	III	Alto
Hato 2	1	0.75	0.7	0.8	0.74	0.75	II	Medio
Hato 3	1	0.75	0.7	0.8	0.84	0.78	II	Medio
Hato 4	1	0.75	1	0.65	0.88	0.84	III	Alto
Hato 5	1	0.75	0.3	0.35	0.49	0.50	II	Medio
Hato 6	1	0.75	0.3	0.35	0.55	0.51	II	Medio
Hato 7	1	0.75	1	0.9	0.8	0.87	III	Alto
Hato 8	1	0.75	0.3	0.6	0.72	0.60	II	Medio
Hato 9	1	0.75	0.3	0.4	0.77	0.58	II	Medio

Fuente: Establos lecheros de la provincia de Chiclayo que envían leche a Gloria S.A.

ICG= índice de calidad genética, IMA= índice de manejo alimenticio, IMR= índice de manejo reproductivo, IMS= índice de manejo sanitario y IIE= índice de infraestructura y equipo.

Figura 3. Clasificación de hatos de la provincia de Chiclayo según su nivel tecnológico.



Fuente: Establos lecheros de la provincia de Chiclayo que envían leche a Gloria S.A.

En la tabla 11, Figura 3 muestra que el análisis para la clasificación de nivel tecnológico tomado de Maldonado en el 2011 se aplicó a 9 hatos lecheros de la Provincia de Chiclayo usados en la investigación permitió establecer 3 niveles distintos: bajo cuando el promedio ponderado es mayor que 0 y menor que 0.4, medio

mayor que 0.4 y menor que 0.8 y alto nivel tecnológico mayor que 0.8 y menor que 1; de los cuales solo 3 hatos de ellos tienen un nivel tecnológico alto y 6 hatos un nivel tecnológico medio.

Los hatos N° 5 y 6 pertenecientes a Invernillo – Pomalca presentan un nivel tecnológico medio con una ponderación menor que los hatos N° 2, 3, 8 y 9 esto debido a la falta de higiene al momento de la labor de ordeño, y en la infraestructura la falta de sombra, la que es fundamental para un mejor manejo del hato.

4.3.Efecto del nivel tecnológico sobre el recuento de células somáticas en hatos lecheros de la provincia de Chiclayo.

La interpretación de los datos para observar el efecto del nivel tecnológico sobre el recuento de las células somáticas está representado en la Tabla 12.

Tabla 12. Recuento de células somáticas y su nivel tecnológico en hatos lecheros de la Provincia de Chiclayo, periodo enero del 2016 a diciembre de 2017.

NIVEL DE RCS	2016					2017				
	Hatos lechero		Nivel Tecnológico			Hatos lechero		Nivel Tecnológico		
	n	%	Alto (%)	Medio (%)	Bajo (%)	n	%	Alto (%)	Medio (%)	Bajo (%)
BAJO	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
MEDIO	4	44.44	50 (n=2/4)	50 (n=2/4)	0.00	3	33.33	33.33 (n=1/3)	66.67 (n=2/3)	0.00
ALTO	5	55.56	20 (n=1/5)	80 (n=4/5)	0.00	6	66.67	33.33 (n=2/6)	66.67 (n=4/6)	0.00
MUY ALTO	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	9	100.00	33.33 (n=3/9)	66.66 (n=6/9)	0.00	9	100	33.33 (n=3/9)	66.66 (n=6/9)	0.00

Fuente: Establos lecheros de la provincia de Chiclayo que envían leche a Gloria S.A.

En la tabla 12. El recuento de células somáticas en los 9 hatos de la provincia de Chiclayo en el año 2016, se obtuvo que solo 4 hatos tienen un nivel medio de RCS/ml representando un 44.44%, de los cuales 2 tienen un nivel tecnológico alto y 2 un nivel tecnológico medio; es decir 50% cada uno; mientras que 5 hatos tienen un nivel alto de RCS/ml representando el 55.56%, de los cuales 1 tienen un nivel tecnológico alto y 4 un nivel tecnológico medio; es decir 20 - 80%.

En el año 2017, se obtuvo que solo 3 hatos tienen un nivel medio de RCS/ml representando un 33.33%, de los cuales 1 tienen un nivel tecnológico alto y 2 un nivel

tecnológico medio; es decir 33.33 – 66.67%; mientras que 6 hatos tienen un nivel alto de RCS/ml representando el 66.67%, de los cuales 2 tienen un nivel tecnológico alto y 4 un nivel tecnológico medio; es decir 33.33 – 66.67%.

Los resultados del estudio muestran un incremento del recuento de células somáticas a medida que aumenta el nivel tecnológico empleado en hatos lecheros de la Provincia de Chiclayo. Si bien es cierto q el nivel tecnológico influye de manera determinante en el Recuento de células somáticas como manifiesta Ortiz y Vera (2006), en nuestra investigación se encontraron hatos con nivel tecnológico alto y recuento de células somáticas altas porque el resultado de la ponderación evaluada en los índices de sanidad e infraestructura tuvieron un resultado menor como se muestra en los hatos número 4 y 7.

V. CONCLUSIONES

- El recuento de células somáticas en tanques de leche de hatos de la provincia de Chiclayo fue de 515277.78 ± 118135.84 cel/ml en el año 2016 y de 555416.67 ± 158689.70 cel/ml en el año 2017, mostrándose por encima del límite máximo permitido por las normas técnicas de calidad del país.
- Los hatos lecheros con mejores niveles tecnológicos de la provincia de Chiclayo tienen alto recuento de células somáticas en la leche debido a un descuido en los índices de sanidad e infraestructura manifestados en sus ponderaciones.
- El nivel tecnológico aplicado a los 9 hatos lecheros de la Provincia de Chiclayo usados en la investigación se estableció 3 niveles distintos: alto, medio y bajo nivel tecnológico, de los cuales solo 3 de ellos tienen un nivel tecnológico alto y 6 hatos un nivel tecnológico medio.

VI. RECOMENDACIONES

- Los resultados obtenidos en el estudio podrían ser utilizados con el fin de demostrar el recuento de células somáticas es fundamental para determinar la calidad de leche que se le brindara a la población, así también mejorar el nivel tecnológico de los hatos lecheros; pero haciendo más énfasis en los índices de sanidad e infraestructura.
- Mejorar el nivel tecnológico de los hatos lecheros pero haciendo un énfasis en los índices de sanidad e infraestructura mejorando el manejo del ordeño en instalaciones e higiene, con respecto a la sanidad y proporcionando un equilibrio en el sentido de producción animal dado en el manejo del medio ambiente proporcionar calidad de vida en función de sombra, respecto a la infraestructura.
- Incentivar la implementación de programas integrales de manejo, para lo cual sería indispensable contar con medios económicos necesarios y mejorar el nivel de capacitación de los productores, así como de sus trabajadores.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Anónimo. Leche fresca: Cajamarca, Lima y Arequipa lideran producción en el país. El Peruano. 2017 junio 8.
2. Cuchillo Hurtado Z, Dauqui VE, Campos Gaona R. Factores que inciden en el Recuento de Células Somáticas (RCS) y la calidad de la leche. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, Ciencias Agropecuarias; 2010.
3. Corbellini N. La Mastitis Bovina y su impacto sobre la calidad de leche. Instituto nacional de Tecnología Agropecuaria.
4. W. W, Castañeda V. H, Kloppert B, Zschoeck M. La Mastitis Bovina. México: Universidad de Guadalajara, Departamento de Salud Pública; 2004.
5. Bedolla CC, Castañeda VH. Métodos de detección de la mastitis bovina. RECVET. Revista electrónica de Veterinaria. 2007 Septiembre; VIII(9): p. 17.
6. Hernández Reyes M, Bedolla Cedeño JL. Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche. REDVET. Revista electrónica de veterinaria. 2008 Agosto; IX(8): p. 34.
7. Ortiz Z. , Vera A.. Recuento de células somáticas en hatos lecheros de diferente nivel tecnológico en Arequipa. Rev Inv Vet Perú. 2006; 17(2): p. 104-107.
8. Banzano Díaz S. Evaluación de la calidad fisicoquímica, higiénica y sanitaria de la leche cruda fría producida en establos con diferentes niveles tecnológicos en el Norte del Perú. Tesis pregrado. Trujillo: universidad Nacional de Trujillo , Facultad de ciencias biológicas; 2012.
9. Velásquez V. C, Vega V. J. Calidad de la leche y mastitis subclínica en establos de la provincia de Huaura, Lima. Rev Inv Vet Perú. 2012; 1(23): p. 65 - 71.
- 10 Moreno Vásquez , Rodríguez Martínez , Méndez Mancera , Osuna Ávila E, Vargas. . Análisis microbiológico y su relacion con la calidad higienica y sanitaria de la leche producida en la region del Alto de Chicamocha (Departamento de Boyacá), Colombia. Revista de Medicina Veterinaria. 2007 Julio - diciembre;(14): p. 61-83.
- 11 Osorio Rodas RE. Aislamiento y Tipificación de los principales germen es que . producen mastitis clínica en las diferentes etapas de lactación en vacas lecheras en el valle de Jamastran, El paraíso, Honduras. tesis pregrado. Guatemala: Universida de San Carlos de Guatemala; 2010.
- 12 Gutiérrez Velarde Y. Evaluación del recuento de celulas somaticas y unidades . formadoras de colonias en leche cruda entera de productores con módulo de frío, como indicador de calidad sanitaria e higienica de Junio del 2012 a Junio del 2014. Majes Arequipa. Tesis. Arequipa: Universidad Católica de Santa María; 2016.

- 13 Ibarra Moreno MÁ. Conteo celular somático con dos sistemas de lavado de pezones . en bovinos productores de leche. Tesis pregrado. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División Regional de Ciencia Animal; 2011.
- 14 García Muñiz G, Mariscal Aguayo DV, Caldera Navarrete A, Ramírez Valverde R, . Estrella Quintero H, Núñez Domínguez R. Variables relacionadas con la producción de leche de ganado holstein en agroempresas familiares con diferente nivel tecnológico. Interciencia. 2007 Diciembre; 32(12): p. 841- 846.
- 15 Riffo Carvallo O. Evaluación de un Sistema de Muestreo Automático para leche . cruda. Determinación de Recuento total de Bacterias y Recuento de células somáticas. Tesis. Chile: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias; 2009.
- 16 Maldonado García G. Nivel Tecnológico y su efecto en el comportamiento . reproductivo de agroempresas de bovinos lecheros. Tesis de maestría. México: Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de enseñanza, investigación y servicio en zootecnia; 2011.
- 17 Pardini CR. Notas sobre Producción de leche. Argentina: Universidad Nacional de . Córdoba, Producción Animal; 2012.
- 18 Schmidt GH. Biología de la lactación Zaragoza: Acribia; 1974.
- 19 Blowey R, Edmondson P. Control de la mastitis en granjas de vacuno de leche . Zaragoza: Acribia; 1995.
- 20 Almeida Matias J. Manual de alimentación y manejo de ganado lechero Chiclayo; . 2005.
- 21 Gasque GR, Blanco O MA. Zootecnia en bovinos productores de leche. México: . Universidad Nacional Autónoma de México, Producción animal; 2001.
- 22 Fuquay Jw. Reproducción animal aplicada México: Manual moderno; 1982.
- 23 INDECOPI. Norma técnica peruana NTP 2002.001 Leche y productos lácteos. . leche cruda. Requisitos. 4th ed. Lima; 2003.
- 24 Agudelo Gómez , Bedoya Mejía. Composición nutricional de la leche de ganado . vacuno. Revista Lasallista de Investigación. 2005 Enero-Junio; 2(1): p. 38 - 42.
- 25 Saltijeral OJ, Córdova IA, Sánchez LN. Importancia de la calidad de leche desde la . vaca hasta la mesa. In V Congreso Nacional de control de mastitis; 2003; México. p. 13.
- 26 WingChing-Jones. El Módulo Lechero. Universidad de Costa Rica; 2016.

- 27 Zemanate Avirama A, Grass Ramírez JF. Relacion de resultados entre pruebas de . resazurina y conteo de celulas somaicas para la determinacion de la calidad higiénica y sanitaria de la leche y los efectos de elevado número de células somáticas en la caldad de la leche procesada. Tesis. Universidad de Cauca; 2005.
- 28 Castañeda W W, B. K M. La Mastitis Bovina. Guadalajara: Instituto Estatal de . Investigaciones de Hesse, Salud pública; 2004.
- 29 Philpot WN. Importancia de la cuenta de células somáticas y los factores que la . afectan. In III Congreso Nacional de contro de Masitis y Calidad de la leche; 2001; México. p. 26.
- 30 Garcia AD. Células somáticas y alto recuento bacteriano ¿Cómo controlarlo? . [Online].; 2004 [cited 2017 Noviembre. Available from: https://openprairie.sdstate.edu/extension_extra/537.
- 31 Garcia AD. Somatic Cells and High Bacteria Counts: How to Deal With Them. . [Online].; 2004 [cited 2017 Noviembre. Available from: https://openprairie.sdstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1128&context=extension_extra.
- 32 Acebo V. M. Mastitis: Afecta la producción y la calidad de la leche. Intervet . Ecuador. .
- 33 Saran A, Chaffer M. Mastitis y calidad de la leche. 2000;; p. 14 - 16, 31 - 42. .
- 34 Jaramillo M. Células somáticas y calidad de la leche. Despertar Lechero. 2000;(17): . p. 41 - 48.
- 35 Cabrera Valtierra M. Apuntes dictados en la materia propéutica médica. México: . UNAM, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 1962.
- 36 Hernández V. MA. Tips en vacas lecheras, como contribuir a la utilidad neta de la . empresa lechera. 2003; 34(2): p. 18 - 21.
- 37 Butendieck B. N. Células somáticas, mastitis y calidad de leche. Chile: Instituto de . investigaciones agropecuarias.; 2001.
- 38 Flores J, Gesche E, Gonzáles , Murúa R. Archivos de medicina veterinaria. . Asociacion Nacional de escuelas de Medicina Veterinaria. 1979.
- 39 Segura A. Un consejo profecional en el campo. DeLaval Equipos S.A. 2003. .
- 40 Bernet T, Julca J, Sáenz J, Prain G. Peri-urban milk production in Peru: Assessing . farmers' decision-making within a changing market. Lima: Agrarian University La Molina, Livestock Department; 2000.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Total de hatos utilizados para la investigación con su respectivo distrito de procedencia, pertenecientes a la provincia de Chiclayo.

Número de hatos	Distrito de procedencia
1	Reque
2	Victoria
3	Victoria
4	Victoria
5	Invernillo (Pomalca)
6	Invernillo (Pomalca)
7	Pomalca
8	Chongoyape
9	Chongoyape

Anexo 2. Recuento de células somáticas en el hato N°1, durante enero del 2016 a diciembre del 2017.

***Los valores de recuento de células somáticas están expresados en células /ml.**

HATO 1				
Meses	2016		2017	
	*RCS obtenidos	Nivel del RCS: BAJO: Max 200,000 MEDIO: Max 500,000 ALTO: Max 1,000,000 MUY ALTO mayor a 1,000,000	*RCS obtenidos	Nivel del RCS: BAJO: Max 200,000 MEDIO: Max 500,000 ALTO: Max 1,000,000 MUY ALTO mayor a 1,000,000
Enero	380000	Medio	450000	Medio
Febrero	510000	Alto	800000	Alto
Marzo	450000	Medio	460000	Medio
Abril	500000	Alto	480000	Medio
Mayo	290000	Medio	420000	Medio
Junio	410000	Medio	490000	Medio
Julio	250000	Medio	330000	Medio
Agosto	850000	Alto	440000	Medio
Septiembre	430000	Medio	----	----
Octubre	530000	Alto	----	----
Noviembre	420000	Medio	----	----
Diciembre	220000	Medio	----	----

Anexo 3. Recuento de células somáticas en el hato N°2, durante enero del 2016 a diciembre del 2017.

***Los valores de recuento de células somáticas están expresados en células /ml.**

HATO 2

Meses	2016		2017	
	*RCS obtenidos	Nivel del RCS: BAJO: Max 200,000 MEDIO: Max 500,000 ALTO: Max 1,000,000 MUY ALTO mayor a 1,000,000	*RCS obtenidos	Nivel del RCS: BAJO: Max 200,000 MEDIO: Max 500,000 ALTO: Max 1,000,000 MUY ALTO mayor a 1,000,000
Enero	410000	Medio	880000	Alto
Febrero	490000	Medio	420000	Medio
Marzo	810000	Alto	920000	Alto
Abril	840000	Alto	720000	Alto
Mayo	410000	Medio	360000	Medio
Junio	330000	Medio	1200000	Muy alto
Julio	410000	Medio	320000	Medio
Agosto	680000	Alto	650000	Alto
Septiembre	800000	Alto	-----	-----
Octubre	850000	Alto	-----	-----
Noviembre	420000	Medio	-----	-----
Diciembre	320000	Medio	-----	-----

Anexo 4. Recuento de células somáticas en el hato N°3, durante enero del 2016 a diciembre del 2017.

***Los valores de recuento de células somáticas están expresados en células /ml.**

HATO 3

Meses	2016		2017	
	*RCS obtenidos	Nivel del RCS: BAJO: Max 200,000 MEDIO: Max 500,000 ALTO: Max 1,000,000 MUY ALTO mayor a 1,000,000	*RCS obtenidos	Nivel del RCS: BAJO: Max 200,000 MEDIO: Max 500,000 ALTO: Max 1,000,000 MUY ALTO mayor a 1,000,000
Enero	330000	Medio	350000	Medio
Febrero	400000	Medio	820000	Alto
Marzo	440000	Alto	1150000	Muy alto
Abril	600000	Alto	420000	Medio
Mayo	290000	Medio	700000	Alto

Junio	290000	Medio	900000	Alto
Julio	210000	Medio	410000	Medio
Agosto	550000	Alto	310000	Medio
Septiembre	340000	Medio	-----	-----
Octubre	250000	Medio	-----	-----
Noviembre	380000	Medio	-----	-----
Diciembre	390000	Medio	-----	-----

Anexo 5. Recuento de células somáticas en el hato N°4, durante enero del 2016 a diciembre del 2017.

***Los valores de recuento de células somáticas están expresados en células /ml.**

HATO 4				
Meses	2016		2017	
	*RCS obtenidos	Nivel del RCS: BAJO: Max 200,000 MEDIO: Max 500,000 ALTO: Max 1,000,000 MUY ALTO mayor a 1,000,000	*RCS obtenidos	Nivel del RCS: BAJO: Max 200,000 MEDIO: Max 500,000 ALTO: Max 1,000,000 MUY ALTO mayor a 1,000,000
Enero	630000	Alto	370000	Medio
Febrero	700000	Alto	610000	Alto
Marzo	770000	Alto	650000	Alto
Abril	880000	Alto	980000	Alto
Mayo	760000	Alto	300000	Medio
Junio	440000	Medio	790000	Alto
Julio	510000	Alto	580000	Alto
Agosto	650000	Alto	300000	Medio
Septiembre	360000	Medio	-----	-----
Octubre	800000	Alto	-----	-----
Noviembre	520000	Alto	-----	-----
Diciembre	290000	Medio	-----	-----

Anexo 6. Recuento de células somáticas en el hato N°5, durante enero del 2016 a diciembre del 2017.

***Los valores de recuento de células somáticas están expresados en células /ml.**

HATO 5

Meses	2016		2017	
	*RCS obtenidos	Nivel del RCS: BAJO: Max 200,000 MEDIO: Max 500,000 ALTO: Max 1,000,000 MUY ALTO mayor a 1,000,000	*RCS obtenidos	Nivel del RCS: BAJO: Max 200,000 MEDIO: Max 500,000 ALTO: Max 1,000,000 MUY ALTO mayor a 1,000,000
Enero	920000	Alto	630000	Alto
Febrero	780000	Alto	600000	Alto
Marzo	810000	Alto	650000	Alto
Abril	800000	Alto	810000	Alto
Mayo	360000	Medio	820000	Alto
Junio	730000	Alto	980000	Alto
Julio	360000	Medio	980000	Alto
Agosto	480000	Medio	760000	Alto
Septiembre	560000	Alto	-----	-----
Octubre	390000	Medio	-----	-----
Noviembre	460000	Medio	-----	-----
Diciembre	410000	Medio	-----	-----

Anexo 7. Recuento de células somáticas en el hato N°6, durante enero del 2016 a diciembre del 2017.

***Los valores de recuento de células somáticas están expresados en células /ml.**

HATO 6

Meses	2016		2017	
	*RCS obtenidos	Nivel del RCS: BAJO: Max 200,000 MEDIO: Max 500,000 ALTO: Max 1,000,000 MUY ALTO mayor a 1,000,000	*RCS obtenidos	Nivel del RCS: BAJO: Max 200,000 MEDIO: Max 500,000 ALTO: Max 1,000,000 MUY ALTO mayor a 1,000,000
Enero	590000	Alto	560000	Alto
Febrero	780000	Alto	560000	Alto
Marzo	930000	Alto	560000	Alto
Abril	720000	Alto	1400000	Muy alto
Mayo	740000	Alto	320000	Medio
Junio	610000	Alto	310000	Medio
Julio	560000	Alto	490000	Medio
Agosto	620000	Alto	480000	Medio
Septiembre	570000	Alto	-----	-----
Octubre	690000	Alto	-----	-----
Noviembre	690000	Alto	-----	-----
Diciembre	780000	Alto	-----	-----

Anexo 8. Recuento de células somáticas en el hato N°7, durante enero del 2016 a diciembre del 2017.

***Los valores de recuento de células somáticas están expresados en células /ml.**

HATO 7				
Meses	*RCS obtenidos	2016	*RCS obtenidos	2017
		Nivel del RCS: BAJO: Max 200,000 MEDIO: Max 500,000 ALTO: Max 1,000,000 MUY ALTO mayor a 1,000,000		Nivel del RCS: BAJO: Max 200,000 MEDIO: Max 500,000 ALTO: Max 1,000,000 MUY ALTO mayor a 1,000,000
Enero	610000	Alto	450000	Medio
Febrero	390000	Medio	410000	Medio
Marzo	720000	Alto	1100000	Muy alto
Abril	280000	Medio	900000	Alto
Mayo	280000	Medio	410000	Medio
Junio	560000	Alto	760000	Alto
Julio	320000	Medio	740000	Alto
Agosto	410000	Medio	350000	Medio
Septiembre	320000	Medio	-----	-----
Octubre	440000	Medio	-----	-----
Noviembre	390000	Medio	-----	-----
Diciembre	440000	Medio	-----	-----

Anexo 9. Recuento de células somáticas en el hato N°8, durante enero del 2016 a diciembre del 2017.

***Los valores de recuento de células somáticas están expresados en células /ml.**

HATO 8				
Meses	*RCS obtenidos	2016	*RCS obtenidos	2017
		Nivel del RCS: BAJO: Max 200,000 MEDIO: Max 500,000 ALTO: Max 1,000,000 MUY ALTO mayor a 1,000,000		Nivel del RCS: BAJO: Max 200,000 MEDIO: Max 500,000 ALTO: Max 1,000,000 MUY ALTO mayor a 1,000,000
Enero	920000	Alto	830000	Alto
Febrero	770000	Alto	600000	Alto
Marzo	870000	Alto	540000	Alto
Abril	410000	Medio	910000	Alto

Mayo	510000	Alto	560000	Alto
Junio	430000	Medio	500000	Alto
Julio	610000	Alto	450000	Medio
Agosto	490000	Medio	550000	Alto
Septiembre	330000	Medio	-----	-----
Octubre	610000	Alto	-----	-----
Noviembre	610000	Alto	-----	-----
Diciembre	520000	Alto	-----	-----

Anexo 10. Recuento de células somáticas en el hato N°9, durante enero del 2016 a diciembre del 2017.

***Los valores de recuento de células somáticas están expresados en células /ml.**

HATO 9				
Meses	2016		2017	
	*RCS obtenidos	Nivel del RCS: BAJO: Max 200,000 MEDIO: Max 500,000 ALTO: Max 1,000,000 MUY ALTO mayor a 1,000,000	*RCS obtenidos	Nivel del RCS: BAJO: Max 200,000 MEDIO: Max 500,000 ALTO: Max 1,000,000 MUY ALTO mayor a 1,000,000
Enero	280000	Medio	250000	Medio
Febrero	280000	Medio	320000	Medio
Marzo	560000	Alto	200000	Medio
Abril	390000	Medio	250000	Medio
Mayo	600000	Alto	260000	Medio
Junio	430000	Medio	360000	Medio
Julio	280000	Medio	230000	Medio
Agosto	440000	Medio	250000	Medio
Septiembre	270000	Medio	-----	-----
Octubre	250000	Medio	-----	-----
Noviembre	290000	Medio	-----	-----
Diciembre	210000	Medio	-----	-----

Anexo 11. Ficha de caracterización del nivel tecnológico aplicada a los productores de hatos lecheros de la Provincia de Chiclayo.



“UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA



CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES DE GANADO BOVINO LECHERO.

Fecha de encuesta / /

EL OBJETIVO DE ESTA FICHA DE DATOS ES CARACTERIZAR LA ESTRUCTURA Y EVALUAR EL NIVEL TECNOLÓGICO DE LOS HATOS LECHEROS QUE ENVÍAN LECHE A LA EMPRESA GLORIA S. A.

1. Identificación del entrevistado y de su unidad de producción.
 - 1.1. Número del establo:
 - 1.2. Ubicación:
 - 1.3. Edad del encargado:
 - 1.4. Cuántos años lleva como productor ganadero:
 - 1.5. Grado de instrucción del encargado:

Grado de instrucción	señalar
Primaria	
Secundaria	
Técnica superior	
Universitario	
Profesional	
- Tipo de profesión	

2. Inventario productivo.

- 2.1. ¿Con cuantas cabezas de ganado bovino para leche cuenta actualmente?:

Estructural del hato	Numero de cabeza
Ternera lactante: (nacimiento –destete)	
Ternera destetada: (3 -4 meses de edad)	

Ternera en crecimiento: (5 - 12 meses)	
Vaquilla:	
Vaquillona:	
Vacas en producción: - Alta producción - Media producción - Baja producción	
g) Vacas en seca.	

3. Razas.

Razas Lecheras	Marcar
a)Holstein:	
b)Fleivick:	
c)Jersey:	
d)Brown Swiss:	
e)Otros	

4. Instalaciones.

4.1. Confort:

Cuenta con:	Marcar	
	Si	No
Bebederos.		
Comederos.		
Sombra. - Comederos. - Bebederos. - General.		
Carrales.		
División de corrales.		

<ul style="list-style-type: none"> - Producción. - Seca. - Recría. (Vaquillas y vaquillonas) - Terneras. 		
Agua. <ul style="list-style-type: none"> - Potable - Pozo 		

4.2. ¿Con que equipo cuenta su unidad de producción?

La unidad de producción cuenta con:	señalar
Bomba de agua doméstica.	
Picadora de forraje.	
Molino de martillo.	
Camioneta.	
Camión.	
Mezcladora.	
Equipo de inseminación.	
Termo para semen.	
Equipo veterinario. <ul style="list-style-type: none"> - Medicamentos. - Material de cirugía. - Ecógrafo. 	
Otros (especifique)	

5. Alimentación:

5.1. Principal fuente de alimentación.

Fuente	señalar
Praderas cultivadas.	
Forraje <ul style="list-style-type: none"> - Chala - Panca seca 	

- Otros.	
Ensilados.	
Henificados.	
Bloques nutricionales o de sales	
Residuos Agroindustriales <ul style="list-style-type: none"> - Cascara de maracuyá - Cascara de lenteja - Otros. 	
Alimento balanceado (concentrado) <ul style="list-style-type: none"> - Comprado. - Elaborado. - Proteína cruda (%) - Energía Neta de lactancia (%) 	

6. Manejo Reproductivo.

Actividad	señalar
Monta natural	
Inseminación artificial	
Inseminación artificial con semen sexado <ul style="list-style-type: none"> - Normal /convencional. - Nacional/ importado. - Para qué tipo de animal lo utiliza (Vaquillas) - Características buscadas: Producción. Ubres (Calidad). Otros. 	
Transferencia de embriones	
Otros (especifique)	

6.1. Después del parto:

Actividad a realizar	Señalar
Esperan próximo celo	
Sincronización <ul style="list-style-type: none"> - Celo: Método a utilizar - Ovulación: Método a utilizar 	

7. Manejo productivo

7.1. Característica de ordeño:

características	señalar
Sistema de ordeño <ul style="list-style-type: none"> - Manual - Mecánico Línea directa al bote Línea directa al tanque 	
Tipo de sala de ordeño <ul style="list-style-type: none"> - Tipo manga - Aberturas laterales - Espina de pescado - otros 	
Labor <ul style="list-style-type: none"> - Familiar - contratado 	
Numero de ordeño al día	
Tiempo de ordeño (hora)	
Limpieza de la ubre	
Uso de agua potable para el ordeño	

Lavado del equipo de ordeño con detergentes alcalinos y ácidos	
Aplicación de pre-sellador	
Aplicación de sellador	
Prueba para mastitis(tés de mastitis californiana – CMT)	
Numero de pezoneras por ordeño	
Enfriamiento de leche	
Retirado automática de pezones	
Profesionales especialistas - utilidad	
Producción de leche en línea de ordeño (L/vaca/día)	
Precio que paga Gloria (ficha)	

8. Manejo sanitario

8.1. Lea todos las actividades y señale cuales son las que se realizan en su unidad de producción

Actividad sanidad	Señalar
Realiza desparasitación externa	
Realiza desparasitación interna	
Realiza vacunación	
Realiza limpieza de los corrales - Cada cuanto tiempo	

8.2. ¿Cuáles son las enfermedades más importantes? ¿En qué meses se presentan con mayor frecuencia?

9. Manejo productivo

9.1. ¿Recibe capacitación y asistencia técnica? SI__ NO__

Anexo 12. Aplicación de la ficha de datos en el Hato 1 para determinar el nivel tecnológico.

Hato 1		
Clasificación de hatos de acuerdo a su nivel tecnológico (NT)		
Rango de NT	Tipo de hato	Clasificación
$0.8 < 0.82 \leq 1.0$	III	Alto
NT= $[(1*0.036)+(0.75*0.250)+(0.9*0.196)+(0.7*0.260)+(0.94*0.258)]= 0.82$		
Índice de calidad genética		
Tipo de animal	Número de animales (a)	Ponderador (b)
Cruzado con razas mejoradas	0	0.75
Raza pura	606	1
Total	ICG = $(\Sigma a*b)/\Sigma a$	ICG = 1
Índice de manejo de alimentación		
Fuente de alimentación	Número de animales (a)	Ponderador (b)
crianza extensiva (Pastoreo)	0	0.25
Pastoreo y con alimentación balanceada	0	0.5
Alimentación con forraje de corte y alimentación balanceada bajo estabulación	601	0.75
Dieta integral balanceada a nivel de nutrientes generales (proteína, minerales, etc.) por estado fisiológico y nivel de producción	0	1
Total	IMA = $(\Sigma a*b)/\Sigma a$	IMA = 0.75
Índice de manejo reproductivo		
Manejo reproductivo	Sí/No (a)	Ponderador (b)
Monta e inseminación	0	0.2
Inseminación	1	0.6
Dx de gestacion por palpación	1	0.1
Transferencia de embriones	0	0.3
Total	IMR = $\Sigma a*b$	IMR = 0.7

Índice de manejo sanitario		
Actividad sanitaria	Sí/No (a)	Ponderador (b)
vacunación	1	0.2
Limpieza de la ubre antes del ordeño	1	0.05
Aplicación de sellador	0	0.05
Aplicación de presellador y sellador	1	0.1
Desparasitación mixta	1	0.05
Prueba de mastitis esporádicamente	0	0.05
Prueba de mastitis mensualmente	1	0.2
Utilización de agua potable para lavar ubre y equipo de ordeño	1	0.05
Limpieza de equipo de ordeña con detergentes ácido y alcalino	1	0.2
Limpieza de corrales	1	0.05
Total	IMS = $\Sigma a*b$	IMS = 0.9
Índice de infraestructura y equipo		
Infraestructura y Equipo	Sí/No (a)	Ponderador (b)
Sistema de ordeño manual	0	0.01
Labor de ordeño familiar	0	0.01
Labor de ordeño contratado	1	0.02
Camión	1	0.02
Camioneta	1	0.02
Pozo	1	0.02
Bomba de agua doméstica	1	0.02
Corrales	1	0.02
Cercado del hato	1	0.02
Sistema de ordeño mecánico con línea directa al bote	0	0.02
comederos sin sombra	0	0.02
Bebedores sin sombra	0	0.02
comederos con sombra	1	0.04
Bebedores con sombra	1	0.04

Sistema de ordeño mecánico con línea directa al tanque	1	0.04
División de corrales	1	0.04
Sala de ordeño con techo	1	0.04
Picadora de forraje	1	0.04
Molino de martillos	1	0.04
Retirada automática de pezoneras	0	0.04
Médico veterinario especialista	1	0.04
Bodega o Almacén de alimentos	1	0.04
Sombra	1	0.06
Equipo de inseminación	1	0.06
Termo para semen	1	0.06
Equipo veterinario	1	0.06
Tanque frío	1	0.06
Mezcladora	1	0.06
sala de ordeño	1	0.08
Total	$IIE = \sum a \cdot b$	$IIE = 0.94$

Anexo 13. Aplicación de la ficha de datos en el Hato 2 para determinar el nivel tecnológico.

Hato 2		
Clasificación de hatos de acuerdo a su nivel tecnológico (NT)		
Rango de NT	Tipo de hato	Clasificación
$0.4 < 0.75 \leq 0.8$	II	Medio
$NT = [(1 \cdot 0.036) + (0.75 \cdot 0.250) + (0.8 \cdot 0.196) + (0.7 \cdot 0.260) + (0.74 \cdot 0.258)] = 0.75$		
Índice de calidad genética		
Tipo de animal	Número de animales (a)	Ponderador (b)
Cruzado con razas mejoradas	0	0.75
Raza pura	167	1
Total	$ICG = (\sum a \cdot b) / \sum a$	$ICG = 1$
Índice de manejo de alimentación		
Fuente de alimentación	Número de animales (a)	Ponderador (b)
crianza extensiva (Pastoreo)	0	0.25

Pastoreo y con alimentación balanceada	0	0.5
Alimentación con forraje de corte y alimentación balanceada bajo estabulación	163	0.75
Dieta integral balanceada a nivel de nutrientes generales (proteína, minerales, etc.) por estado fisiológico y nivel de producción	0	1
Total	$IMA = (\Sigma a*b)/\Sigma a$	IMA = 0.75
Índice de manejo reproductivo		
Manejo reproductivo	Sí/No (a)	Ponderador (b)
Monta e inseminación	0	0.2
Inseminación	1	0.6
Dx de gestación por palpación	1	0.1
Transferencia de embriones	0	0.3
Total	$IMR = \Sigma a*b$	IMR = 0.7
Índice de manejo sanitario		
Actividad sanitaria	Sí/No (a)	Ponderador (b)
vacunación	1	0.2
Limpieza de la ubre antes del ordeño	1	0.05
Aplicación de sellador	1	0.05
Aplicación de presellador y sellador	0	0.1
Desparasitación mixta	0	0.05
Prueba de mastitis esporádicamente	0	0.05
Prueba de mastitis mensual	1	0.2

Utilización de agua potable para lavar ubre y equipo de ordeño	1	0.05
Limpieza de equipo de ordeña con detergentes ácido y alcalino	1	0.2
Limpieza de corrales	1	0.05
Total	IMS = $\Sigma a*b$	IMS = 0.8
Índice de infraestructura y equipo		
Infraestructura y Equipo	Sí/No (a)	Ponderador (b)
Sistema de ordeño manual	0	0.01
Labor de ordeño familiar	0	0.01
Labor de ordeño contratado	1	0.02
Camión	1	0.02
Camioneta	1	0.02
Pozo	1	0.02
Bomba de agua doméstica	1	0.02
Corrales	1	0.02
Cercado del hato	1	0.02
Sistema de ordeño mecánico con línea directa al bote	0	0.02
comederos sin sombra	1	0.02
Bebederos sin sombra	1	0.02
comederos con sombra	0	0.04
Bebederos con sombra	0	0.04
Sistema de ordeño mecánico con línea directa al tanque	1	0.04
División de corrales	1	0.04
Sala de ordeño con techo	1	0.04
Picadora de forraje	1	0.04
Molino de martillos	0	0.04
Retirada automática de pezoneras	0	0.04

Medico veterinario especialista	1	0.04
Bodega o Almacén de alimentos	1	0.04
Sombra	0	0.06
Equipo de inseminación	1	0.06
Termo para semen	1	0.06
Equipo veterinario	1	0.06
Tanque frío	1	0.06
Mezcladora	0	0.06
sala de ordeño	1	0.08
Total	$IIE = \sum a*b$	$IIE = 0.74$

Anexo 14. Aplicación de la ficha de datos en el Hato 3 para determinar el nivel tecnológico.

Hato 3		
Clasificación de hatos de acuerdo a su nivel tecnológico (NT)		
Rango de NT	Tipo de hato	Clasificación
$0.4 < 0.78 \leq 0.8$	II	Medio
$NT = [(1*0.036)+(0.75*0.250)+(0.8*0.196)+(0.7*0.260)+(0.84*0.258)] = 0.78$		
Índice de calidad genética		
Tipo de animal	Número de animales (a)	Ponderador (b)
Cruzado con razas mejoradas	0	0.75
Raza pura	239	1
Total	$ICG = (\sum a*b)/\sum a$	$ICG = 1$
Índice de manejo de alimentación		
Fuente de alimentación	Número de animales (a)	Ponderador (b)
crianza extensiva (Pastoreo)	0	0.25
Pastoreo y con alimentación balanceada	0	0.5

Alimentación con forraje de corte y alimentación balanceada bajo estabulación	232	0.75
Dieta integral balanceada a nivel de nutrientes generales (proteína, minerales, etc.) por estado fisiológico y nivel de producción	0	1
Total	$IMA = (\sum a*b)/\sum a$	$IMA = 0.75$
Índice de manejo reproductivo		
Manejo reproductivo	Sí/No (a)	Ponderador (b)
Monta e inseminación	0	0.2
Inseminación	1	0.6
Dx de gestacion por palpación	1	0.1
Transferencia de embriones	0	0.3
Total	$IMR = \sum a*b$	$IMR = 0.7$
Índice de manejo sanitario		
Actividad sanitaria	Sí/No (a)	Ponderador (b)
vacunación	1	0.2
Limpieza de la ubre antes del ordeño	1	0.05
Aplicación de sellador	1	0.05
Aplicación de presellador y sellador	0	0.1
Desparasitación mixta	0	0.05
Prueba de mastitis esporádicamente	0	0.05

Prueba de mastitis mensualmente	1	0.2
Utilización de agua potable para lavar ubre y equipo de ordeño	1	0.05
Limpieza de equipo de ordeña con detergentes ácido y alcalino	1	0.2
Limpieza de corrales	1	0.05
Total	$IMS = \sum a*b$	$IMS = 0.8$
Índice de infraestructura y equipo		
Infraestructura y Equipo	Sí/No (a)	Ponderador (b)
Sistema de ordeño manual	0	0.01
Labor de ordeño familiar	0	0.01
Labor de ordeño contratado	1	0.02
Camión	0	0.02
Camioneta	1	0.02
Pozo	1	0.02
Bomba de agua doméstica	1	0.02
Corrales	1	0.02
Cercado del hato	1	0.02
Sistema de ordeño mecánico con línea directa al bote	0	0.02
comederos sin sombra	0	0.02
Bebederos sin sombra	0	0.02
comederos con sombra	1	0.04
Bebederos con sombra	1	0.04

Sistema de ordeño mecánico con línea directa al tanque	1	0.04
División de corrales	1	0.04
Sala de ordeño con techo	1	0.04
Picadora de forraje	1	0.04
Molino de martillos	0	0.04
Retirada automática de pezoneras	0	0.04
Médico veterinario especialista	1	0.04
Bodega o Almacén de alimentos	1	0.04
Sombra	1	0.06
Equipo de inseminación	1	0.06
Termo para semen	1	0.06
Equipo veterinario	1	0.06
Tanque frío	1	0.06
Mezcladora	0	0.06
sala de ordeño	1	0.08
Total	$IIE = \sum a*b$	$IIE = 0.84$

Anexo 15. Aplicación de la ficha de datos en el Hato 4 para determinar el nivel tecnológico.

Hato 4		
Clasificación de hatos de acuerdo a su nivel tecnológico (NT)		
Rango de NT	Tipo de hato	Clasificación
$0.8 < 0.84 \leq 1.0$	III	Alto
$NT = [(1*0.036)+(0.75*0.250)+(0.65*0.196)+(1*0.260)+(0.88*0.258)] = 0.84$		
Índice de calidad genética		

Tipo de animal	Número de animales (a)	Ponderador (b)
Cruzado con razas mejoradas	0	0.75
Raza pura	196	1
Total	$ICG = (\sum a*b)/\sum a$	$ICG = 1$
Índice de manejo de alimentación		
Fuente de alimentación	Número de animales (a)	Ponderador (b)
crianza extensiva (Pastoreo)	0	0.25
Pastoreo y con alimentación balanceada	0	0.5
Alimentación con forraje de corte y alimentación balanceada bajo estabulación	191	0.75
Dieta integral balanceada a nivel de nutrientes generales (proteína, minerales, etc.) por estado fisiológico y nivel de producción	0	1
Total	$IMA = (\sum a*b)/\sum a$	$IMA = 0.75$
Índice de manejo reproductivo		
Manejo reproductivo	Sí/No (a)	Ponderador (b)
Monta e inseminación	0	0.2
Inseminación	1	0.6
Dx de gestacion por palpación	1	0.1
Transferencia de embriones	1	0.3
Total	$IMR = \sum a*b$	$IMR = 1$
Índice de manejo sanitario		

Actividad sanitaria	Sí/No (a)	Ponderador (b)
vacunación	1	0.2
Limpieza de la ubre antes del ordeño	1	0.05
Aplicación de sellador	1	0.05
Aplicación de presellador y sellador	0	0.1
Desparasitación mixta	0	0.05
Prueba de mastitis esporádicamente	1	0.05
Prueba de mastitis mensualmente	0	0.2
Utilización de agua potable para lavar ubre y equipo de ordeño	1	0.05
Limpieza de equipo de ordeña con detergentes ácido y alcalino	1	0.2
Limpieza de corrales	1	0.05
Total	IMS = $\Sigma a*b$	IMS = 0.65
Índice de infraestructura y equipo		
Infraestructura y Equipo	Sí/No (a)	Ponderador (b)
Sistema de ordeño manual	0	0.01
Labor de ordeño familiar	0	0.01
Labor de ordeño contratado	1	0.02
Camión	0	0.02
Camioneta	1	0.02
Pozo	1	0.02
Bomba de agua doméstica	1	0.02

Corrales	1	0.02
Cercado del hato	1	0.02
Sistema de ordeño mecánico con línea directa al bote	0	0.02
comederos sin sombra	0	0.02
Bebederos sin sombra	0	0.02
comederos con sombra	1	0.04
Bebederos con sombra	1	0.04
Sistema de ordeño mecánico con línea directa al tanque	1	0.04
División de corrales	1	0.04
Sala de ordeño con techo	1	0.04
Picadora de forraje	1	0.04
Molino de martillos	0	0.04
Retirada automática de pezoneras	0	0.04
Médico veterinario especialista	1	0.04
Bodega o Almacén de alimentos	1	0.04
Sombra	1	0.06
Equipo de inseminación	1	0.06
Termo para semen	1	0.06
Equipo veterinario	1	0.06
Tanque frío	1	0.06
Mezcladora	1	0.06
sala de ordeño	1	0.08
Total	$IIE = \sum a*b$	$IIE = 0.88$

Anexo 16. Aplicación de la ficha de datos en el Hato 5 para determinar el nivel tecnológico.

Hato 5		
Clasificación de hatos de acuerdo a su nivel tecnológico (NT)		
Rango de NT	Tipo de hato	Clasificación
$0.4 < 0.50 \leq 0.8$	II	Medio
NT= [(1*0.036)+(0.75*0.250)+(0.35*0.196)+(0.3*0.260)+(0.49*0.258)]= 0.50		
Índice de calidad genética		
Tipo de animal	Número de animales (a)	Ponderador (b)
Cruzado con razas mejoradas	0	0.75
Raza pura	149	1
Total	ICG = $(\sum a*b)/\sum a$	ICG = 1
Índice de manejo de alimentación		
Fuente de alimentación	Número de animales (a)	Ponderador (b)
crianza extensiva (Pastoreo)	0	0.25
Pastoreo y con alimentación balanceada	0	0.5
Alimentación con forraje de corte y alimentación balanceada bajo estabulación	139	0.75
Dieta integral balanceada a nivel de nutrientes generales (proteína, minerales, etc.) por estado fisiológico y nivel de producción	0	1
Total	IMA = $(\sum a*b)/\sum a$	IMA = 0.75
Índice de manejo reproductivo		
Manejo reproductivo	Sí/No (a)	Ponderador (b)
Monta e inseminación	1	0.2
Inseminación	0	0.6
Dx de gestacion por palpación	1	0.1

Transferencia de embriones	0	0.3
Total	$IMR = \sum a*b$	$IMR = 0.3$
Índice de manejo sanitario		
Actividad sanitaria	Sí/No (a)	Ponderador (b)
vacunación	1	0.2
Limpieza de la ubre antes del ordeño	1	0.05
Aplicación de sellador	0	0.05
Aplicación de presellador y sellador	0	0.1
Desparasitación mixta	0	0.05
Prueba de mastitis esporádicamente	0	0.05
Prueba de mastitis mensualmente	0	0.2
Utilización de agua potable para lavar ubre y equipo de ordeño	1	0.05
Limpieza de equipo de ordeña con detergentes ácido y alcalino	0	0.2
Limpieza de corrales	1	0.05
Total	$IMS = \sum a*b$	$IMS = 0.35$
Índice de infraestructura y equipo		
Infraestructura y Equipo	Sí/No (a)	Ponderador (b)
Sistema de ordeño manual	0	0.01
Labor de ordeño familiar	1	0.01
Labor de ordeño contratado	0	0.02
Camión	0	0.02
Camioneta	1	0.02
Pozo	1	0.02
Bomba de agua doméstica	1	0.02
Corrales	1	0.02
Cercado del hato	1	0.02

Sistema de ordeño mecánico con línea directa al bote	1	0.02
comederos sin sombra	1	0.02
Bebederos sin sombra	1	0.02
comederos con sombra	0	0.04
Bebederos con sombra	0	0.04
Sistema de ordeño mecánico con línea directa al tanque	0	0.04
División de corrales	1	0.04
Sala de ordeño con techo	1	0.04
Picadora de forraje	1	0.04
Molino de martillos	0	0.04
Retirada automática de pezonerías	0	0.04
Médico veterinario especialista	0	0.04
Bodega o Almacén de alimentos	0	0.04
Sombra	0	0.06
Equipo de inseminación	0	0.06
Termo para semen	0	0.06
Equipo veterinario	1	0.06
Tanque frío	1	0.06
Mezcladora	0	0.06
sala de ordeño	1	0.08
Total	$IIE = \sum a*b$	$IIE = 0.49$

Anexo 17. Aplicación de la ficha de datos en el Hato 6 para determinar el nivel tecnológico.

Hato 6		
Clasificación de hatos de acuerdo a su nivel tecnológico (NT)		
Rango de NT	Tipo de hato	Clasificación
$0.4 < 0.51 \leq 0.8$	II	Medio
$NT = [(1*0.036)+(0.75*0.250)+(0.35*0.196)+(0.3*0.260)+(0.55*0.258)] = 0.51$		
Índice de calidad genética		

Tipo de animal	Número de animales (a)	Ponderador (b)
Cruzado con razas mejoradas	0	0.75
Raza pura	189	1
Total	$ICG = (\sum a*b)/\sum a$	$ICG = 1$
Índice de manejo de alimentación		
Fuente de alimentación	Número de animales (a)	Ponderador (b)
crianza extensiva (Pastoreo)	0	0.25
Pastoreo y con alimentación balanceada	0	0.5
Alimentación con forraje de corte y alimentación balanceada bajo estabulación	177	0.75
Dieta integral balanceada a nivel de nutrientes generales (proteína, minerales, etc.) por estado fisiológico y nivel de producción	0	1
Total	$IMA = (\sum a*b)/\sum a$	$IMA = 0.75$
Índice de manejo reproductivo		
Manejo reproductivo	Sí/No (a)	Ponderador (b)
Monta e inseminación	1	0.2
Inseminación	0	0.6

Dx de gestacion por palpación	1	0.1
Transferencia de embriones	0	0.3
Total	$IMR = \Sigma a*b$	$IMR = 0.3$
Índice de manejo sanitario		
Actividad sanitaria	Sí/No (a)	Ponderador (b)
vacunación	1	0.2
Limpieza de la ubre antes del ordeño	1	0.05
Aplicación de sellador	0	0.05
Aplicación de presellador y sellador	0	0.1
Desparasitación mixta	0	0.05
Prueba de mastitis esporádicamente	0	0.05
Prueba de mastitis mensualmente	0	0.2
Utilización de agua potable para lavar ubre y equipo de ordeño	1	0.05
Limpieza de equipo de ordeña con detergentes ácido y alcalino	0	0.2
Limpieza de corrales	1	0.05
Total	$IMS = \Sigma a*b$	$IMS = 0.35$
Índice de infraestructura y equipo		
Infraestructura y Equipo	Sí/No (a)	Ponderador (b)
Sistema de ordeño manual	0	0.01

Labor de ordeño familiar	1	0.01
Labor de ordeño contratado	0	0.02
Camión	0	0.02
Camioneta	0	0.02
Pozo	1	0.02
Bomba de agua doméstica	1	0.02
Corrales	1	0.02
Cercado del hato	1	0.02
Sistema de ordeño mecánico con línea directa al bote	1	0.02
comederos sin sombra	1	0.02
Bebederos sin sombra	1	0.02
comederos con sombra	0	0.04
Bebederos con sombra	0	0.04
Sistema de ordeño mecánico con línea directa al tanque	0	0.04
División de corrales	1	0.04
Sala de ordeño con techo	1	0.04
Picadora de forraje	1	0.04
Molino de martillos	1	0.04
Retirada automática de pezoneras	0	0.04
Medico veterinario especialista	0	0.04

Bodega o Almacén de alimentos	1	0.04
Sombra	0	0.06
Equipo de inseminación	0	0.06
Termo para semen	0	0.06
Equipo veterinario	1	0.06
Tanque frío	1	0.06
Mezcladora	0	0.06
sala de ordeño	1	0.08
Total	$IIE = \sum a*b$	$IIE = 0.55$

Anexo 18. Aplicación de la ficha de datos en el Hato 7 para determinar el nivel tecnológico.

Hato 7		
Clasificación de hatos de acuerdo a su nivel tecnológico (NT)		
Rango de NT	Tipo de hato	Clasificación
$0.8 < 0.87 \leq 1.0$	III	Alto
$NT = [(1*0.036)+(0.75*0.250)+(0.9*0.196)+(1*0.260)+(0.8*0.258)] = 0.87$		
Índice de calidad genética		
Tipo de animal	Número de animales (a)	Ponderador (b)
Cruzado con razas mejoradas	0	0.75
Raza pura	170	1
Total	$ICG = (\sum a*b)/\sum a$	$ICG = 1$
Índice de manejo de alimentación		
Fuente de alimentación	Número de animales (a)	Ponderador (b)
crianza extensiva (Pastoreo)	0	0.25
Pastoreo y con alimentación balanceada	0	0.5

Alimentación con forraje de corte y alimentación balanceada bajo estabulación	159	0.75
Dieta integral balanceada a nivel de nutrientes generales (proteína, minerales, etc.) por estado fisiológico y nivel de producción	0	1
Total	$IMA = (\sum a*b)/\sum a$	IMA = 0.75
Índice de manejo reproductivo		
Manejo reproductivo	Sí/No (a)	Ponderador (b)
Monta e inseminación	0	0.2
Inseminación	1	0.6
Dx de gestacion por palpación	1	0.1
Transferencia de embriones	1	0.3
Total	$IMR = \sum a*b$	IMR = 1
Índice de manejo sanitario		
Actividad sanitaria	Sí/No (a)	Ponderador (b)
vacunación	1	0.2
Limpieza de la ubre antes del ordeño	1	0.05
Aplicación de sellador	0	0.05
Aplicación de presellador y sellador	1	0.1
Desparasitación mixta	1	0.05
Prueba de mastitis esporádicamente	0	0.05

Prueba de mastitis mensualmente	1	0.2
Utilización de agua potable para lavar ubre y equipo de ordeño	1	0.05
Limpieza de equipo de ordeña con detergentes ácido y alcalino	1	0.2
Limpieza de corrales	1	0.05
Total	$IMS = \sum a*b$	$IMS = 0.9$
Índice de infraestructura y equipo		
Infraestructura y Equipo	Sí/No (a)	Ponderador (b)
Sistema de ordeño manual	0	0.01
Labor de ordeño familiar	0	0.01
Labor de ordeño contratado	1	0.02
Camión	0	0.02
Camioneta	0	0.02
Pozo	1	0.02
Bomba de agua doméstica	1	0.02
Corrales	1	0.02
Cercado del hato	1	0.02
Sistema de ordeño mecánico con línea directa al bote	0	0.02
comederos sin sombra	1	0.02
Bebederos sin sombra	1	0.02
comederos con sombra	0	0.04
Bebederos con sombra	0	0.04

Sistema de ordeño mecánico con línea directa al tanque	1	0.04
División de corrales	1	0.04
Sala de ordeño con techo	1	0.04
Picadora de forraje	1	0.04
Molino de martillos	1	0.04
Retirada automática de pezoneras	0	0.04
Médico veterinario especialista	1	0.04
Bodega o Almacén de alimentos	1	0.04
Sombra	0	0.06
Equipo de inseminación	1	0.06
Termo para semen	1	0.06
Equipo veterinario	1	0.06
Tanque frío	1	0.06
Mezcladora	1	0.06
sala de ordeño	1	0.08
Total	$IIE = \sum a*b$	$IIE = 0.8$

Anexo 19. Aplicación de la ficha de datos en el Hato 8 para determinar el nivel tecnológico.

Hato 8		
Clasificación de hatos de acuerdo a su nivel tecnológico (NT)		
Rango de NT	Tipo de hato	Clasificación
$0.4 < 0.60 \leq 0.8$	II	Medio
$NT = [(1*0.036)+(0.75*0.250)+(0.6*0.196)+(0.3*0.260)+(0.72*0.258)] = 0.60$		
Índice de calidad genética		

Tipo de animal	Número de animales (a)	Ponderador (b)
Cruzado con razas mejoradas	0	0.75
Raza pura	119	1
Total	$ICG = (\sum a*b)/\sum a$	$ICG = 1$
Índice de manejo de alimentación		
Fuente de alimentación	Número de animales (a)	Ponderador (b)
crianza extensiva (Pastoreo)	0	0.25
Pastoreo y con alimentación balanceada	0	0.5
Alimentación con forraje de corte y alimentación balanceada bajo estabulación	113	0.75
Dieta integral balanceada a nivel de nutrientes generales (proteína, minerales, etc.) por estado fisiológico y nivel de producción	0	1
Total	$IMA = (\sum a*b)/\sum a$	$IMA = 0.75$
Índice de manejo reproductivo		
Manejo reproductivo	Sí/No (a)	Ponderador (b)
Monta e inseminación	1	0.2
Inseminación	0	0.6

Dx de gestacion por palpación	1	0.1
Transferencia de embriones	0	0.3
Total	$IMR = \Sigma a*b$	$IMR = 0.3$
Índice de manejo sanitario		
Actividad sanitaria	Sí/No (a)	Ponderador (b)
vacunación	1	0.2
Limpieza de la ubre antes del ordeño	1	0.05
Aplicación de sellador	0	0.05
Aplicación de presellador y sellador	0	0.1
Desparasitación mixta	1	0.05
Prueba de mastitis esporádicamente	0	0.05
Prueba de mastitis mensualmente	0	0.2
Utilización de agua potable para lavar ubre y equipo de ordeño	1	0.05
Limpieza de equipo de ordeña con detergentes ácido y alcalino	1	0.2
Limpieza de corrales	1	0.05
Total	$IMS = \Sigma a*b$	$IMS = 0.6$
Índice de infraestructura y equipo		
Infraestructura y Equipo	Sí/No (a)	Ponderador (b)
Sistema de ordeño manual	0	0.01

Labor de ordeño familiar	0	0.01
Labor de ordeño contratado	1	0.02
Camión	0	0.02
Camioneta	1	0.02
Pozo	1	0.02
Bomba de agua doméstica	1	0.02
Corrales	1	0.02
Cercado del hato	1	0.02
Sistema de ordeño mecánico con línea directa al bote	1	0.02
comederos sin sombra	0	0.02
Bebederos sin sombra	0	0.02
comederos con sombra	1	0.04
Bebederos con sombra	1	0.04
Sistema de ordeño mecánico con línea directa al tanque	0	0.04
División de corrales	1	0.04
Sala de ordeño con techo	1	0.04
Picadora de forraje	1	0.04
Molino de martillos	0	0.04
Retirada automática de pezoneras	0	0.04
Médico veterinario especialista	0	0.04

Bodega o Almacén de alimentos	0	0.04
Sombra	1	0.06
Equipo de inseminación	1	0.06
Termo para semen	1	0.06
Equipo veterinario	1	0.06
Tanque frío	1	0.06
Mezcladora	0	0.06
sala de ordeño	1	0.08
Total	$IIE = \sum a*b$	$IIE = 0.72$

Anexo 20. Aplicación de la ficha de datos en el Hato 9 para determinar el nivel tecnológico.

Hato 9		
Clasificación de hatos de acuerdo a su nivel tecnológico (NT)		
Rango de NT	Tipo de hato	Clasificación
$0.4 < 0.58 \leq 0.8$	II	Medio
$NT = [(1*0.036)+(0.75*0.250)+(0.4*0.196)+(0.3*0.260)+(0.77*0.258)] = 0.58$		
Índice de calidad genética		
Tipo de animal	Número de animales (a)	Ponderador (b)
Cruzado con razas mejoradas	0	0.75
Raza pura	53	1
Total	$ICG = (\sum a*b)/\sum a$	$ICG = 1$
Índice de manejo de alimentación		
Fuente de alimentación	Número de animales (a)	Ponderador (b)
crianza extensiva (Pastoreo)	0	0.25
Pastoreo y con alimentación balanceada	0	0.5

Alimentación con forraje de corte y alimentación balanceada bajo estabulación	53	0.75
Dieta integral balanceada a nivel de nutrientes generales (proteína, minerales, etc.) por estado fisiológico y nivel de producción	0	1
Total	$IMA = (\sum a*b)/\sum a$	IMA = 0.75
Índice de manejo reproductivo		
Manejo reproductivo	Sí/No (a)	Ponderador (b)
Monta e inseminación	1	0.2
Inseminación	0	0.6
Dx de gestacion por palpación	1	0.1
Transferencia de embriones	0	0.3
Total	$IMR = \sum a*b$	IMR = 0.3
Índice de manejo sanitario		
Actividad sanitaria	Sí/No (a)	Ponderador (b)
vacunación	0	0.2
Limpieza de la ubre antes del ordeño	1	0.05
Aplicación de sellador	1	0.05
Aplicación de presellador y sellador	0	0.1
Desparasitación mixta	0	0.05
Prueba de mastitis esporádicamente	1	0.05

Prueba de mastitis mensualmente	0	0.2
Utilización de agua potable para lavar ubre y equipo de ordeño	0	0.05
Limpieza de equipo de ordeña con detergentes ácido y alcalino	1	0.2
Limpieza de corrales	1	0.05
Total	$IMS = \sum a*b$	$IMS = 0.4$
Índice de infraestructura y equipo		
Infraestructura y Equipo	Sí/No (a)	Ponderador (b)
Sistema de ordeño manual	1	0.01
Labor de ordeño familiar	0	0.01
Labor de ordeño contratado	1	0.02
Camión	0	0.02
Camioneta	0	0.02
Pozo	1	0.02
Bomba de agua doméstica	0	0.02
Corrales	1	0.02
Cercado del hato	1	0.02
Sistema de ordeño mecánico con línea directa al bote	1	0.02
comederos sin sombra	0	0.02
Bebederos sin sombra	0	0.02
comederos con sombra	1	0.04
Bebederos con sombra	1	0.04

Sistema de ordeño mecánico con línea directa al tanque	0	0.04
División de corrales	1	0.04
Sala de ordeño con techo	1	0.04
Picadora de forraje	1	0.04
Molino de martillos	1	0.04
Retirada automática de pezoneras	0	0.04
Médico veterinario especialista	0	0.04
Bodega o Almacén de alimentos	0	0.04
Sombra	1	0.06
Equipo de inseminación	1	0.06
Termo para semen	1	0.06
Equipo veterinario	1	0.06
Tanque frío	1	0.06
Mezcladora	1	0.06
sala de ordeño	1	0.08
Total	$IIE = \sum a*b$	$IIE = 0.77$



Figura 4



Figura 5



Figura 6



Figura 7

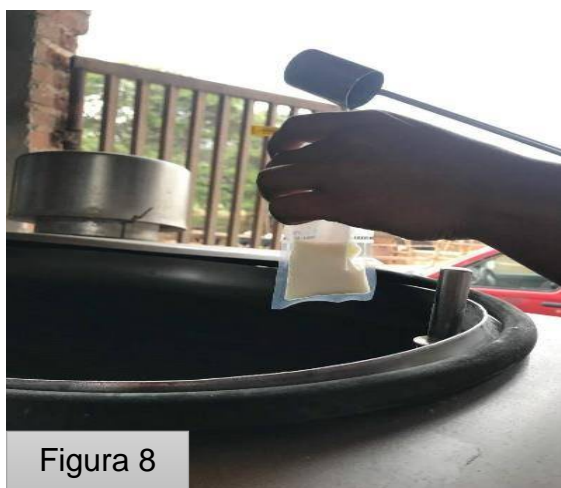


Figura 8

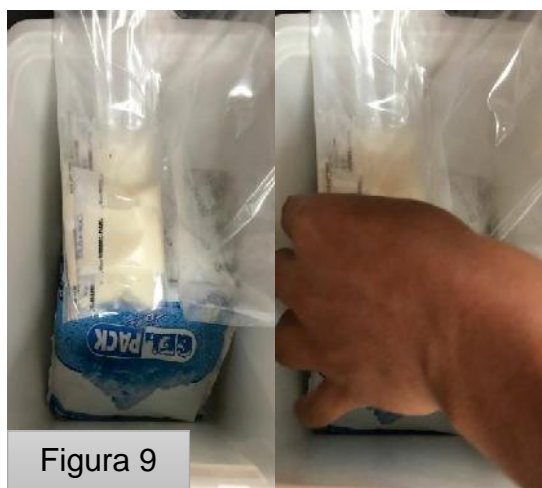


Figura 9

Fig. 4. Tanque de leche fría. Fig. 5. Bolsa hermética estéril. Fig. 6. Desinfección del cucharón de acero inoxidable. Fig. 7. Recolección de leche. Fig. 8. toma de muestra. Fig. 9. Muestra de leche en el cooler.



Figura 10



Figura 11



Figura 12



Figura 13



Figura 14



Figura 15

Fig. 10. Toma de datos. Fig.11. Hato lechero sin sombra. Fig. 12. Hato lechero con sombra. Fig.13. Picadora de forraje. Fig. 14. Inseminación Artificial. Fig. 15. Sala de ordeño mecánico.