



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

CENTRO DE POSGRADOS

MAESTRÍA EN AGRICULTURA SOSTENIBLE

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE MAGÍSTER EN: AGRICULTURA SOSTENIBLE**

**TEMA: LA PROTEÍNA COMO INDICADOR DE PRODUCCIÓN DE
LECHE BOVINA EN EL DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS
AGROPRODUCTIVOS DE LA PARROQUIA AYORA DEL CANTÓN
CAYAMBE**

AUTOR: ING. GUALAVISÍ CACHIGUANGO, ORLANDO MARCELO

DIRECTOR: ING. Ph.D. CHICAIZA MORA, ELENA GABRIELA

SANGOLQUÍ

2019



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA
CENTRO DE POSGRADOS**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, *“LA PROTEÍNA COMO INDICADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE BOVINA EN EL DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS AGROPRODUCTIVOS DE LA PARROQUIA AYORA DEL CANTÓN CAYAMBE”* fue realizado por el señor *GUALAVISÍ CACHIGUANGO, ORLANDO MARCELO* el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, Diciembre del 2018.



**ELENA GABRIELA CHICAIZA MORA
C.C. 1716341084**



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA


CENTRO DE POSGRADOS

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **GUALAVISÍ CACHIGUANGO, ORLANDO MARCELO**, con cédula de ciudadanía N° **17156135617**, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: ***“LA PROTEÍNA COMO INDICADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE BOVINA EN EL DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS AGROPRODUCTIVOS DE LA PARROQUIA AYORA DEL CANTÓN CAYAMBE”***, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, Diciembre del 2018.



ORLANDO MARCELO, GUALAVISÍ CACHIGUANGO
C.C. 1715613517




**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA
CENTRO DE POSGRADOS**

AUTORIZACIÓN

Yo, **GUALAVISÍ CACHIGUANGO, ORLANDO MARCELO** autorizo a la Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: ***“LA PROTEÍNA COMO INDICADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE BOVINA EN EL DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS AGROPRODUCTIVOS DE LA PARROQUIA AYORA DEL CANTÓN CAYAMBE”***, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, Diciembre del 2018.



ORLANDO MARCELO, GUALAVISÍ CACHIGUANGO
C.C. 1715613517

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, mi guía y protector, quien todo me lo ha dado.

A mi madre Celinda Gualavisí y esposa Alexandra Farinango, quienes han sido en mi vida un pilar fundamental.

A mi abuelita Orfelina Cachiguango, por todo el cariño recibido de manera incondicional en cada etapa de mi vida.

A mi abuelito Alejandro Gualavisí, quien a pesar de no encontrarse físicamente fue y será un ejemplo de superación.

De manera especial a mis hijos Camila y Marcelo, quienes han sido fuente de motivación.

A mis amigos y de manera especial a Henry Hidalgo mi hermano, con quien, sin llevar un lazo de sangre ha sido mi apoyo incondicional.

Marcelo Gualavisí

AGRADECIMIENTO

De manera especial agradezco al equipo técnico del Laboratorio de Calidad de Leche y Laboratorio de Suelos y Agua de la Universidad Politécnica Salesiana.

A la Dra. Elena Chicaiza y Dr. Xavier Buenaño, por todo el apoyo incondicional brindado en el desarrollo y revisión de este documento.

Al Ing. Agrop. Gonzalo Espinoza por su valioso apoyo técnico en el desarrollo de esta investigación.

Mi profundo agradecimiento a los productores de leche de las comunidades Cariacu y Paquiestancia, quienes ofrecieron su valioso tiempo en la participación del diagnóstico y en la descripción de sus diversas labores que desarrollan en la gestión de sus fincas; asimismo a los directivos de los Centros de Acopio de leche Asociados “El Progreso de Cariacu” y “San Pedro de Paquiestancia”, quienes proporcionaron las facilidades para poder ejecutar la investigación.

Marcelo Gualavisí

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	
PROBLEMA	
1.1. Planteamiento del problema	4
1.1.1. Formulación del problema.....	7
1.2. Antecedentes.....	9
1.3. Justificación.....	10
1.4. Objetivos.....	11
1.4.1. Objetivo General	11
1.4.2. Objetivos Específicos	11

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Definiciones y los sistemas productivos de leche bovina.....	13
2.2.	Producción de leche bovina en Ecuador.....	16
2.3.	Análisis de los productores lácteos del cantón Cayambe	17
2.4.	Calidad composicional e higiénica de la leche bovina	19
2.4.1.	Proteína de la leche.....	22
2.4.2.	Conteo de bacterias totales	23
2.4.3.	Células somáticas	24
2.5.	Factores que afectan la calidad composicional de la leche	25
2.5.1.	La nutrición	26
2.5.2.	Los suelos dedicados a la producción de pastizales	31
2.5.3.	Genética del animal lechero	34
2.5.4.	Factores ambientales	35
2.6.	Sistema de pago por calidad	36
2.7.	La tecnología en la ganadería de leche bovina	40
2.8.	Tipología de productores.....	41
2.9.	Sostenibilidad de sistemas productivos	42

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	MATERIALES.....	45
3.1.1.	Materiales de Campo.....	45
3.1.2.	Materiales de Oficina	45

3.2. MÉTODOS.....	46
3.2.1. Área de estudio.....	46
3.2.2. Descripción del área en estudio.....	46
3.2.3. Definición de las unidades de evaluación.....	47
3.2.4. Análisis cualitativo.....	48
3.2.5. Diagnóstico de sistemas productivos.....	51
3.2.6. Muestreo y análisis de la leche.....	52
3.2.7. Métodos de análisis de laboratorio.....	53
3.2.8. Análisis estadístico.....	58
3.2.9. Análisis del costo de producción de la leche.....	59
3.2.10. Diagnóstico de sustentabilidad.....	61

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Tipología de los sistemas productivos.....	65
4.1.1. Resultados generales de la encuesta.....	65
4.1.2. Análisis de las muestras en laboratorio.....	74
4.1.3. Mapas temáticos del área de estudio.....	90
4.1.4. Componentes principales en la producción de leche.....	97
4.2. Los costos de producción de la leche.....	102
4.2.1. Costos fijos y variables.....	103
4.2.2. Estructura de los costos de producción.....	104
4.2.3. Costos por litro de leche.....	106
4.2.4. Ingresos obtenidos por la comercialización de la leche.....	107

4.2.5. Relación beneficio costo en la producción de leche.....	109
4.2.6. Ingreso total de los sistemas productivos	110
4.3. Índices de sostenibilidad.....	112
4.3.1. Fortalezas y debilidades del área de estudio.....	112
4.3.2. Estado del recurso natural suelo	113
4.3.3. Agrobiodiversidad	113
4.3.4. Situación económica productiva.....	114
4.3.5. Diagrama de índices de sostenibilidad	114

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.....	121
5.2. Recomendaciones.....	123
5.3. Bibliografía.....	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Producción de leche por estratos en la Sierra del Ecuador.</i>	17
Tabla 2 <i>Contenido nutricional de leche bovina.</i>	20
Tabla 3 <i>Requisito físico – químicos y microbiológicos para leche cruda.</i>	21
Tabla 4 <i>Pago de leche por calidad higiénica propuesta en el Acuerdo Ministerial 394.</i>	24
Tabla 5 <i>Especies y cantidad de semillas para establecimiento de mezclas de gramíneas y leguminosas forrajeras.</i>	30
Tabla 6 <i>Niveles críticos para la interpretación de análisis de suelos.</i>	32
Tabla 7 <i>Comparación del contenido de diferentes constituyentes de leche en tres razas bovinas.</i>	35
Tabla 8 <i>Matriz de pago al productor por calidad composicional, propuesta en el Acuerdo Ministerial 394.</i>	38
Tabla 9 <i>Valores Z para diferentes niveles de confianza.</i>	49
Tabla 10 <i>Identificación del tamaño de la muestra en el diagnóstico y evaluación del área de estudio.</i>	50
Tabla 11 <i>Categorización de unidades productivas en base a la superficie.</i>	51
Tabla 12 <i>Proveedores de leche participantes del diagnóstico y evaluación del área de estudio.</i>	52
Tabla 13 <i>Eficiencia de utilización de los pastizales.</i>	56
Tabla 14 <i>Equivalencia de unidades animales para diferentes categorías de un hato lechero.</i>	57
Tabla 15 <i>Parámetros físico-químicos promedio de los suelos en sistemas productivos de leche bovina en la parroquia Ayora.</i>	74
Tabla 16 <i>Parámetros de calidad del agua de riego del área de estudio.</i>	77

Tabla 17 <i>Modelamiento del valor de la leche en base a la aplicación del (Acuerdo 394).</i>	86
Tabla 18 <i>Coefficientes de regresión y estadísticos asociados para pH en la proteína en la leche.</i>	98
Tabla 19 <i>Costos de producción obtenidos en las unidades productivas seleccionas del área de estudio.</i>	105
Tabla 20 <i>Costo unitario de la producción primaria y secundaria de las unidades productivas del área de estudio.</i>	107
Tabla 21 <i>Modelamiento de los ingresos por concepto de la comercialización de la leche.</i>	108
Tabla 22 <i>Ingresos por estrato de las unidades de producción agropecuaria del área de estudio.</i>	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Distribución geográfica de pastos cultivados dentro del cantón Cayambe.	18
Figura 2 Localización de los sistemas productivos, proveedores de leche bovina de los centros de acopio en estudio.	47
Figura 3 Sexo de los productores de leche de las unidades productivas del área de estudio.	65
Figura 4 Edad de los productores de leche del área de estudio.	66
Figura 5 Nivel de instrucción de los productores agropecuarios del área de estudio.	67
Figura 6 Instituciones que ofertan capacitación a los productores de leche del área de estudio.	69
Figura 7 Superficie de las unidades productivas del área de estudio.	70
Figura 8 Razas bovinas presente en los sistemas productivos del área de estudio.	71
Figura 9 Unidad animal presente en los sistemas productivos del área de estudio.	72
Figura 10 Producción bovina en sistemas productivos del área de estudio.	73
Figura 11 Diagrama caja y bigote de los parámetros físico-químicos de los suelos de área de estudio.	75
Figura 12 Contenido de proteína en los pastos de las mezclas forrajeras del área de estudio.	78
Figura 13 Contenido de maleza en mezclas forrajeras del área de estudio.	79
Figura 14 Diagrama caja y bigote de los parámetros: proteína cruda, materia seca y composición botánica, en mezclas forrajeras del área de estudio.	80
Figura 15 Monitoreo de la proteína en la leche (periodo 2016 – 2018) del área de estudio.	81
Figura 16 Nivel de proteína en la leche en los sistemas productivos del área de estudio.	82
Figura 17 Monitoreo de la grasa en la leche (periodo 2016 – 2018) del área de estudio.	84
Figura 18 Nivel de grasa en la leche de los sistemas productivos del área de estudio.	85

Figura 19 Rangos de proteína en la leche producida en los sistemas productivos del área de estudio.	86
Figura 20 Monitoreo del conteo de bacterias totales en la leche bovina (periodo 2016 – 2018) del área de estudio.	88
Figura 21 Diagrama de caja y bigote de los parámetros composicionales e higiénicos de la leche en las comunidades Cariacu y Paquiestancia.	89
Figura 22 Mapa del contenido de materia orgánica en las unidades productivas del área de estudio.....	92
Figura 23 Mapa del nivel de pH en los suelos de las unidades productivas del área de estudio.	93
Figura 24 Mapa del nivel de fósforo asimilable en los suelos de los sistemas productivos del área de estudio.....	94
Figura 25 Mapa del contenido de proteína cruda en las pasturas de los sistemas productivos del área de estudio.	95
Figura 26 Mapa del contenido de proteína en la leche generada en los sistemas productivos del área de estudio.	96
Figura 27 Biplot del análisis de componentes principales en caracteres físicos y químicos de los suelos del área de estudio.	97
Figura 28 Biplot del análisis de componentes principales en la composición botánica, materia seca y proteína de pasturas del área de estudio.	99
Figura 29 Biplot del análisis de componentes calidad composicional de leche producida.....	100
Figura 30 Biplot del análisis de componentes calidad higiénica y sanitaria de la leche producida.	101
Figura 31 Componentes relacionados al costo de producción de la leche del área de estudio.	104

Figura 32 Relación beneficio-costo en la producción de leche de cinco unidades productivas del
área de estudio.....109

Figura 33 Diagrama tipo ameba con indicadores que comparan tres categorías de productores de
leche del área de estudio.....115

Figura 34 Tendencias de la sostenibilidad de los productores de leche del área de estudio.....119

RESUMEN

El diagnóstico se realizó en los sistemas productivos de leche en la zona nor-oriental del cantón Cayambe con la finalidad de recopilar información relacionada con la proteína de leche y los factores asociados a esta. En base a los insumos generados se identificó el nivel tecnológico, capacitación; además, se determinó su influencia sobre la sostenibilidad de los sistemas productivos del área de estudio. Los resultados relevantes del diagnóstico fueron: a) del análisis del suelo: por cada unidad de pH reducido el nivel de proteína en la leche disminuye en un 0,17%; b) el mayor porcentaje de proteína en la leche y relación beneficio costo corresponde a la categoría “> 6 ha”; c) el mayor porcentaje de grasa en la leche e ingresos no agrícolas “extrafina”, corresponden a la categoría “< 3 ha”. La proteína en la leche incide en la sostenibilidad económica de los sistemas productivos, ya que el pago del producto se realiza en base al nivel de proteína, por lo anterior se lo puede considerar como indicador de la calidad de la leche. Además, se realizó un análisis complementario, mediante el método Marco para la Evaluación de Sistemas de Recursos Naturales Mediante Indicadores de Sostenibilidad, que permitió concluir que la categoría “<3 ha” y “3 – 6 ha”, presentó un nivel bajo de sostenibilidad económica, tecnificación y un nivel medio de capacitación.

PALABRAS CLAVES:

- **PROTEÍNA**
- **SOSTENIBILIDAD**
- **LECHE**
- **SUELO**

ABSTRACT

The current study made a diagnosis of milk production systems in the north-eastern area of Canton Cayambe to collect primary and secondary information related to milk protein and the factors associated with it. Based on inputs produced in the diagnosis of agricultural production units; it was identified the training level and technology; and, it was determined if these influence the sustainability of the production systems of the study area. The relevant results of the diagnosis were: a) of the soil analysis: per each unit pH reduced, protein level in milk decreases by 0.17%; b) The highest percentage of milk protein milk and the highest cost benefit ratio were found in the category "> 6 ha"; c) The highest percentage of fat in milk and non-agricultural income "Extrafinca" were reported in the category "< 3 ha". The protein milk impacts in the economical sustainability of production systems due to the product payment is doing based in protein level, for this reason it is possible to consider its as milk quality indicator. Additionally, it is necessary to develop a complementary analysis by Natural resources system assessment frame with Sustainability Indicators. The conclusions are the production systems "< 3 ha" and "3 – 6 ha" at the date of diagnosis present a low level of economic sustainability, technification and a medium level of training.

KEY WORDS:

- **PROTEIN**
- **SUSTAINABILITY**
- **MILK**
- **SOIL**

INTRODUCCIÓN

Las actividades agropecuarias son de gran importancia en la economía del cantón Cayambe, donde, gran parte de la superficie de la zona rural está destinada a la ganadería, principalmente para la producción de leche con 55 % del total de área cultivable (López, 2013); donde existe una marcada diferencia en cuanto a las prácticas agrícolas desarrolladas por las fincas productivas con diferentes niveles tecnológicos y grado de capacitación recibida que termina reflejándose en la calidad composicional de la leche producida por estas.

Muchas personas e inclusive empresas piensan que, la capacitación o formación es un gasto y no lo consideran como una inversión. Lo interesante es que todos buscan mejores resultados, pero no hasta el punto de invertir en la capacitación de ellos mismos. La ignorancia es definitivamente más costosa, cuando no se capacita las probabilidades de fracasar son altas y las pérdidas son mayores.

Además, la aparente rentabilidad obtenida por el pequeño y mediano productor ganadero es lograda sin considerar el pago de los servicios prestados por los miembros de la familia e incorporando ingresos extra-finca, lo que podría enmascarar la verdadera realidad financiera que rodea esta actividad.

La ganadería de leche bovina en el Ecuador se desarrolla bajo una amplia diversidad de sistemas de producción que se hallan determinados por factores, como: una variedad de alternativas tecnológicas, ambientes socio-culturales, formaciones agroecológicas. En este sentido, la calidad higiénica y composicional de la leche producida es muy variable, así como el

impacto ambiental que se genera, las relaciones laborales existentes y el cuidado que se prodiga a los animales (Requelme y Bonifaz, 2012).

Pese a los problemas que se han suscitado en torno a la producción de leche, en la última década en los países en desarrollo se han evidenciado un crecimiento significativo en la demanda de productos lácteos a diferencia de la mayoría de países industrializados, caracterizados al contrario por un estancamiento relativo de la demanda en lácteos. El surgimiento de una clase media en los países en desarrollo y el mejoramiento de su nivel de vida, son elementos a menudo utilizados para explicar ese dinamismo de la demanda (Aubron *et al.*, 2014). Esto constituye una oportunidad para continuar con la producción de leche.

Por otro lado, es necesario mencionar que la información existente es reducida e impide que se demuestre si la tecnología en sus distintos niveles ha impactado positivamente sobre los sistemas productivos, puntualmente en aquellos que presentan ganadería de leche bovina, es prioritario levantar este tipo de información que permita generar soluciones que a corto y mediano plazo fomenten en la localidad en estudio y, en general, sus actores sociales, el mejoramiento de la calidad de su producto.

Frente a ese contexto, se plantea la presente investigación con el objetivo de relacionar el porcentaje de proteína en la leche bovina (%) con el nivel de tecnificación y capacitación de los sistemas productivos lecheros, para lo cual se recopilará información primaria y secundaria a través de encuestas y análisis de laboratorio a fin de obtener información alusiva a la calidad composicional de la leche y otros factores asociados a este producto.

De manera similar en el estudio se prevé relacionar el porcentaje de proteína de la leche producida con el pago realizado por la industria láctea en base a su calidad composicional, de acuerdo al Decreto 394, establecido por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2010). El análisis será realizado con los valores de proteína obtenidos de los proveedores de los centros de acopio participantes en los últimos cinco semestres.

CAPITULO I

PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Ecuador presenta gran potencial agropecuario, al menos para satisfacer el mercado interno. No obstante, actividades como el aprovechamiento de recursos no renovables desde los años 70 provocó una dependencia hacia estos recursos por el Estado, provocando un descuido total hacia el campo con productores poco competitivos. Además, las malas políticas y la migración de campesinos hacia la ciudad en busca de mejores oportunidades, propiciaron un abandono de estas zonas con vocación agrícola (Salvador, 2002).

Por otra parte, en la mayoría de cultivos en Ecuador, el 30 % de los costos de producción corresponden al valor requerido en mano de obra. Bajo esta premisa resulta imposible conseguir bajo las condiciones actuales que la población del área rural ecuatoriana, obtenga un ingreso equivalente a un salario digno proveniente de las actividades agropecuarias. En consecuencia, si el agricultor no dispone de la suficiente tierra agrícola y recursos económicos necesarios para cultivar la UPA (unidad productiva agropecuaria) al punto de generar utilidades equivalentes a un salario digno; se vuelve difícil continuar aseverando que los agricultores pequeños y medianos alimentan o van a alimentar a la población ecuatoriana y que de ellos dependa la seguridad y soberanía alimentaria (Nieto, 1994).

Entre tanto, la mayor parte de la actividad agropecuaria en el Ecuador se sustenta sobre un sistema semitecnificado. Nieto (1994) indica que “existen tecnologías pero no son aplicadas, posiblemente se debe al poco valor que se brinda a las tecnologías generadas a nivel comunitario, de las cuales en gran parte han sido adaptadas, modificadas y validadas por instituciones de investigación y que, sin embargo al momento de inventariarlas como tales, no aparecen”.

A lo expresado se suma, la constante inestabilidad de precios de los productos agrícolas de mayor consumo en esta última década, lo que ha contribuido al cambio de un modelo de producción agrícola a un modelo de producción ganadera. Beltrán y Cuarán (2015), afirman que “la actividad lechera genera interés debido a la estabilidad de precios y a la demanda que este producto ha tenido en la última década; así como al constante flujo de dinero que genera, situación que no ha sucedido con el resto de productos agropecuarios”.

Datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2016) indican que el número de bovinos de leche corresponde a 570.270 unidades en la región Sierra; mismos que registraron una producción de 4.106.855 litros. En contraste, para el mismo año en la región Costa reporta 271.194 unidades bovinas con una producción de leche de 955.272 litros y la región Oriental 54.537 unidades con una producción de 256.421 litros. La ganadería de leche bovina representa un rubro de alto interés para la región Sierra del Ecuador ya que representa el 77,21% de producción de este producto a nivel nacional.

En el cantón Cayambe existe una tendencia creciente de incremento de la producción de leche bovina que se debe a una serie de factores como la expansión de la frontera agrícola, a la

innovación y mejoramiento tecnológico, a la estabilización de precios de sustentación (Quishpe, 2016).

Beltrán y Cuarán (2015) sostienen que “el cantón Cayambe muestra una alta pluriactividad agrícola en las Unidades Productivas Agrícolas sin los suficientes ingresos para lograr el desarrollo familiar. Dentro de esta pluriactividad, se destaca la producción de pastos y forrajes destinada mayoritariamente a la alimentación de ganado bovino productor de leche. Adicionalmente, existe incertidumbre en los costos reales de producción de la leche como la mano de obra, la cual es asumida por los mismos miembros de la familia”.

El precio a recibir por la leche producida depende de las características del mercado. La dinámica del precio se manifiesta a través del modelo de pago determinado por las empresas comercializadoras, con base en las características composicionales requeridas o por el cumplimiento de normativas de carácter nacional (Cerón *et al.*, 2016) .

Sin embargo los pequeños y medianos productores de leche bovina que se encuentran en comunidades de la región interandina, por la dificultad del traslado de su producto a centros de acopio o industria procesadora, se ven obligados a comercializar su producto a intermediarios los cuales pagan al productor de leche un valor por debajo del precio establecidos en Acuerdos Ministeriales, remuneración que no justifica los costos de producción de esta actividad (Martínez *et al.*, 2014).

La proteína en la leche incide en la rentabilidad de los sistemas productivos enfocados a la ganadería de leche, desde su eslabón primario como elemento nutricional (pastos y suplementos)

hasta la producción de leche, que termina reflejándose en el pago por su nivel de proteína. La industria láctea nacional, reconoce un valor menor a \$ 0,40 dólares americanos por litro, en leche que reporte un contenido mínimo de 2,9% de proteína.

Bajo este contexto y la escasa información acerca de la calidad composicional de la leche y de los factores asociados a ella, que consecuentemente afectan la rentabilidad que esta actividad genera, es necesaria la realización de este estudio, con el fin de conocer que otros factores afectan la rentabilidad, así como, contar con información actual, que a corto plazo aporte a la gestión local de la actividad lechera, promoviendo un producto de alto valor comercial y económicamente sostenible.

La calidad de la leche en la región nor-oriental del cantón Cayambe, es afectada por las variables nutricionales, sanitarias e higiénicas. Las inadecuadas prácticas nutricionales aplicadas en los sistemas productivos se reflejan en la calidad composicional de la leche bovina. El estudio propuesto se enfoca en esta zona, dado que se observa una mayor producción lechera con incierto nivel de tecnificación y además la industria láctea se encuentra más especializada.

1.1.1. Formulación del problema

La implantación de la ley de Reforma Agraria en 1963, generó cambios en la tenencia de la tierra, en muchos casos pacíficos conflictos sociales, pero para otros, en desmedro de la producción. Se prometió asistencia técnica, crédito y educación a los campesinos, pero no se cumplió. (CIL, 2015).

La producción de leche bovina desarrollada, por pequeños y medianos productores del Ecuador, no cuenta con un sistema de explotación ganadera tecnificada, la baja calidad de este producto es el resultado al manejo inadecuado de diversos factores, como: razas criollas, insuficiente alimento para el ganado bovino, ordeño no tecnificado, escasos conocimientos de fertilización de pastizales, entre otros, que finalmente se plasma en bajos rendimientos de leche (Martínez, 2016).

La industria láctea contempla en su sistema de pago variables como volumen de producción, temperatura, acidez, grasa, proteína, sólidos totales, sólidos no grasos, descenso crioscópico, recuento de bacterias totales, recuento de células somáticas, antibióticos. A través de estos indicadores, se aplican bonificaciones y/o penalizaciones según corresponda, definiendo el precio final de la materia prima percibido por el productor (Revelli *et al.*, 2011).

Como requisito higiénico para la comercialización de leche cruda, el límite aceptable de bacterias anaerobias mesófilas es de $1,5 \times 10^6$ UFC/mL. En tanto que como requisito sanitario en leche cruda el límite de aceptación en relación al conteo de células somáticas es $7,0 \times 10^5$ CCS/mL. Se acepta el producto si cumple con los requisitos indicados, caso contrario se rechaza (INEN, 2008).

Requelme y Bonifaz (2012) manifiestan que la producción promedio de leche bovina es de 5,3 L/vaca/día, y este modesto rendimiento es atribuido a factores del tipo tecnológico; mismo que no ha cambiado de manera significativa. Según Vera (2005) la producción de leche en Ecuador reporta un incremento de 3,9 a 5,7 L/vaca/día, desde el año 1974 al 2000, prácticamente un litro en 25 años.

La sostenibilidad de sistemas productivos debe ser diagnosticada a través de directrices tecnológicas, económicas, sociales y ambientales, por lo que actualmente no han sido estos diagnosticados de una manera adecuada (Beltrán y Cuarán, 2015).

1.2. Antecedentes

La mayoría de cultivos demandan de terrenos agrícolas superiores a cinco hectáreas, superficie que ya podría considerarse latifundios. Bajo este contexto se puede concluir que el agricultor ecuatoriano mediano o pequeño, actualmente no puede acceder a un salario digno. Como alternativa viable surge la asociación (unión de predios) que persigue dejar de lado el individualismo con el fin de obtener un manejo sustentable y la obtención del máximo provecho de unidades pequeñas de tierras (Nieto, 1994).

La ganadería de leche bovina en pequeña escala enfrenta el desafío de producir leche en calidad y cantidad que propicie una mayor demanda del consumidor y una adecuada transformación a derivados, que garanticen su rentabilidad (Álvarez *et al.*, 2012). Además, la asociación constituye en una estrategia para adaptarse a la competencia. Otorgando un mayor poder de negociación y acceso a nuevos nichos de mercado (Quishpe, 2016).

El consumo per cápita de leche bovina de los ecuatorianos es de 110 litros por año. Este valor demuestra que el consumo de este producto es menor en comparación al consumo per cápita de lácteos que reportan otros países de la región como Uruguay y Argentina con un consumo de 270 y 220 litros, respectivamente. La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) sugieren un consumo per cápita de 220 litros (ANDES, 2014).

En el Ecuador, la producción de leche bovina, ha mostrado capacidad de adaptación y progreso constante entre sus productores, gracias al incremento y los cambios en el consumo alimenticio de la población, en respuesta al incremento de los ingresos familiares. Además deben sumarse políticas públicas como: facilidades crediticias, condiciones favorables para la importación de material genético y tecnológico, entre otros, que privilegiaron a este sector de la economía (Zambrano y Simbaña, 2017).

Los sistemas productivos no cuentan con eficientes procesos de capacitación, enfocados a las buenas prácticas agropecuarias, que finalmente inciden en el nivel de producción de leche; mismos que presentan valores por debajo de los estándares productivos definidos para este tipo de sistemas.

1.3. Justificación

Vera (2005), encontró que “las fincas lecheras de mayor tecnificación, se caracterizan por presentar potreros de alta calidad en una menor superficie, en los que manejan altas cargas bovinas; contrastando con las fincas lecheras de menor tecnificación. Asimismo, las fincas de mayor tecnificación, presentan volúmenes superiores de producción diaria de leche y producción por hectárea por año que las fincas de menor tecnificación”.

La obtención de datos sobre la calidad de leche bovina por parte de pequeños y medianos productores del cantón Cayambe constituye el aspecto crítico dentro del estudio, a través de la

evaluación composicional y su relación con el precio de venta, lo que permitirá visibilizar el beneficio real de la producción de leche.

Es posible que, al diagnosticar y evaluar los sistemas productivos con el componente lechero, se identifique problemas encubiertos relacionados a la variable tecnología; mismos que no han permitido sacar el mayor provecho de este recurso y plasmarlo en una mayor rentabilidad. Al detectar estos posibles problemas se podrá generar una asertiva propuesta de mejora.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Diagnosticar y evaluar los sistemas productivos a través del análisis de la proteína como un indicador de la calidad en la producción de leche bovina en la parroquia Ayora, cantón Cayambe.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Recopilar información primaria y secundaria relacionada a la variable proteína de la leche y los factores asociados a ésta.
- Identificar el nivel de capacitación, tecnológico y sostenibilidad de los sistemas productivos en estudio a través del análisis de encuestas aplicadas a los proveedores de los centros acopio.
- Analizar la rentabilidad económica de los sistemas productivos en base al porcentaje de proteína en la leche y factores relacionados a ella.

- Proponer alternativas de mejoramiento en función a los resultados obtenidos en el estudio.
- Difundir los resultados obtenidos en la investigación a la población involucrada.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Definiciones y los sistemas productivos de leche bovina

Haydee (2011), define un sistema productivo como el conjunto de características estructurales que configuran el proceso de transformación de una organización. La característica de los sistemas de producción es el impacto de estos sobre el mejoramiento de las propiedades beneficiosas del suelo y ambiente, y de la producción y productividad de los sistemas.

Los sistemas familiares de producción de leche son empresas que se desarrollan en unidades de producción agrícola individuales, con superficie de tierra reducida, pero no limitante, con unidades bovinas tan grandes que pueden ser manejados por la fuerza de trabajo familiar (Fierro y Carrera, 2017).

El concepto de pequeños productores se traslapa con otros conceptos: agricultura familiar; agricultores de tiempo parcial o agricultura de subsistencia. En particular, la agricultura de subsistencia suele contrastarse con la agricultura comercial, a pesar de que la primera suele encontrarse bajo intensas presiones para actuar comercialmente para su sobrevivencia (Schejtman, 2008).

Moreno *et al.* (2014), indica que en el cantón Cayambe, con respecto a la superficie intervenida (76.809,52 ha); el 28% corresponde a la producción de pastos. El manejo del hato

ganadero es semi-intensivo en haciendas medianas y grandes, en tanto que el manejo sobre una superficie menor a 5 hectáreas es del tipo intensivo.

Nieto (1994), por su parte señala que las tecnologías disponibles no han sido adoptadas debido a factores como:

- Ineficiente sistema de extensión agropecuaria del Estado; misma que ha sido significativamente burocratizada, poco especializada y nada oportuna.
- Sistema de crédito agropecuario poco o nada oportuno.
- Ausencia de un sistema de seguro agropecuario. Para los sistemas tan vulnerables como los de la Sierra, de cambiarse esta situación contribuiría a la tecnificación y autodesarrollo de la producción agropecuaria
- El sistema de comercialización además de caótico, ha favorecido al productor.
- No se han enfrentado problemas como: el exagerado minifundio, colonización desordenada, invasión de tierras no aptas para la agricultura, urbanismo en tierras agrícolas y otros.
- No ha sido valorada de manera equilibrada y equitativa, desde las universidades, ministerios e instituciones de desarrollo e investigación, las tecnologías autóctonas, para estudiarlas, mejorarlas y retornarlas a los beneficiarios.

Bajo estas consideraciones, es utópico que se van a desarrollar sosteniblemente los sistemas de producción de los pequeños agricultores; en base a la tecnología, aunque esta se encuentre disponible.

El creciente interés y preocupación por el desarrollo de la agricultura familiar se encuentra estrechamente vinculado al tema de la pobreza rural, más que al del desarrollo de la agricultura como tal (Schejtman, 2008).

López *et al.* (2013), sostiene que por décadas Cayambe se ha caracterizado por la producción de leche bovina, razón por lo cual los pastos y forrajes constituyen el principal cultivo del cantón considerando el área cultivada, ocupando el 28% del suelo, respondiendo a un modelo de ganadería de leche bovina semitecnificado.

El Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural Plurinacional de Cayambe GADIP (2015), indica que la industria láctea se encuentra compuesta principalmente por pequeños y medianos procesadores, aproximadamente 100 empresas que procesan entre 500 a 5.000 L/día, se encuentran organizados en dos asociaciones "ASOPROLAM, ASOMILAC" y la gran industria que procesa más de 50.000 L/día. En Cayambe se producen aproximadamente 300.000 L/día; misma que es procesada a nivel local y regional.

La nueva tendencia en la producción agropecuaria, se orienta en la obtención de productos de calidad e inocuos para el consumo humano, siendo la búsqueda de estas características una preocupación constante de todos os constituyentes de la cadena láctea y siendo a nivel de finca donde se debe garantizar las condiciones para obtener un producto de óptima calidad (Calderón y García, 2006).

2.2. Producción de leche bovina en Ecuador

En la actualidad cerca de la tercera parte del territorio nacional (31%) se destina a actividades relacionadas con la producción, de esta el 63% son atribuidas a la producción de ganado bovino, lo que corresponde a que el 20% de la superficie total (54.409 km²) se encuentra destinada a la producción de leche. Esto afirma que la producción pecuaria a nivel nacional es uno de los rubros más dinámicos (Valladarez, 2016).

Jiménez (2016), sostiene que en el Ecuador existen 237.000 productores de leche bovina, que producen 5,5 millones de litros diarios y la industria procesa 2,8 millones. El Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pichincha se encuentra implementando centros de acopio con la finalidad de dotar con materia prima de calidad a la empresa láctea, evitando especulaciones y rechazo de su producto a los proveedores de leche y este perciba un precio estable y justo por su producto.

A pesar que el 40% de las tierras del sector rural son destinados a la producción de pastos, los rendimientos de leche son bajos, en la Sierra la producción es de 6,46 L/vaca/día, en la Costa 3,11 y en el Oriente 4,50. En contexto, el bajo rendimiento productivo de los animales refleja la calidad y cantidad de alimento que consume, por lo tanto se debería evaluar sistemas de producción que mejoren la nutrición del hato (Gutiérrez *et al.*, 2017).

Requelme y Bonifaz (2012), mencionan que en el Ecuador la producción de leche bovina para la Sierra se sitúa entre 7,9 a 8,6 L/vaca/día; mientras que para la Costa el promedio de leche se sitúa entre 3,1 a 3,7 L/vaca/día.

Asimismo, es necesario resaltar que el rendimiento de leche por estratos en la región Sierra del Ecuador presenta diferencia en volúmenes de producción; mismos que son detallados a continuación:

Tabla 1

Producción de leche por estratos en la Sierra del Ecuador.

Estrato (ha)	Producción (l/vaca/día)
1 - 5	2,2 - 3,3
5 - 20	8,3 - 14,3
> 20	6,5 - 15,9

Fuente: Tomado de (Requelme y Bonifaz, 2012).

Como actividad ganadera, los sistemas familiares de producción de leche son responsabilizados indistintamente de la contaminación de aguas y suelos en los sistemas de producción intensiva, degradación de la tierra en respuesta al sobrepastoreo en tierras secas y deforestación inducida por el ganado bovino en los trópicos húmedos y sub-húmedos (Fierro y Carrera, 2017).

Ser eficiente, productiva y rentable en una ganadería pequeña se convierte en reto para el pequeño productor. Aunque la mano de obra es propia y se genera trabajo familiar, la producción, el número de animales, la superficie y los recursos económicos son mínimos (Márquez, 2010).

2.3. Análisis de los productores lácteos del cantón Cayambe

La producción de leche bovina en Ecuador inicia en el año 1950, posterior a la fundación de instituciones y estaciones experimentales y además, muchas haciendas de leche bovina mejoraron su manejo y tecnología con el apoyo de los servicios profesionales veterinarios e

ingenieros agrónomos, entre otros. Estos contribuyeron al desarrollo ganadero, muchos de ellos crearon, adaptaron y recomendaron pastos y sistemas de cultivo, que resultaron clave para la mejora productiva (CIL, 2015).

La ganadería de leche bovina en Ecuador es la actividad que mayor aporte ha tenido en la expansión de la frontera agrícola ya que cerca del 41% de la superficie total del país corresponde a pastos naturales, pastos cultivados y páramos dedicados a este fin (Vera, 2005).

El cantón Cayambe tiene una superficie total de 119.946 ha, de las cuales el 28,13% corresponden a pastos cultivados principalmente para la alimentación de ganado bovino de leche, Figura 1. En el cantón existen 28 centros de acopio que asocian 2.200 proveedores, que comercializan la leche a la industria láctea (GADIP, 2015).

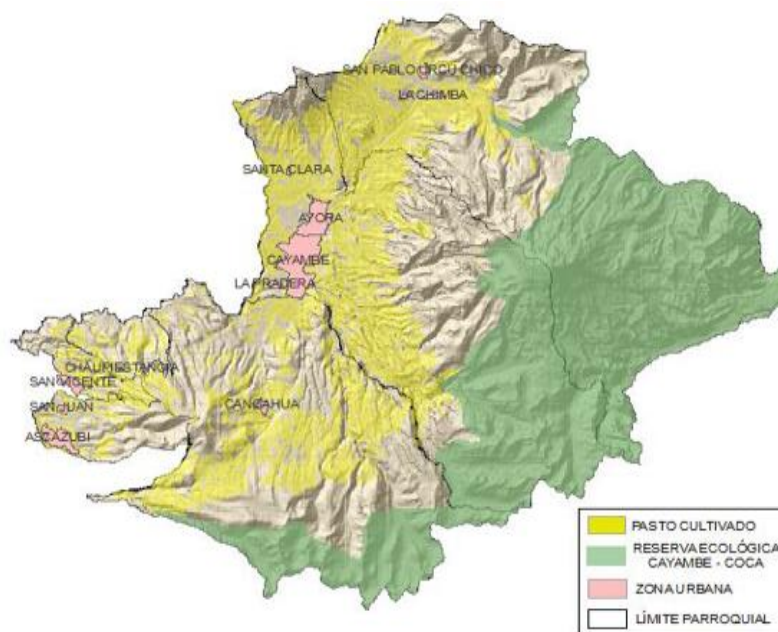


Figura 1. Distribución geográfica de pastos cultivados dentro del cantón Cayambe.

Fuente: (GADIP, 2015)

De manera general, el problema más sentido por los centros de acopio es la falta de recursos económicos para mejorar su tecnología, principalmente en cuanto a insumos y equipos de análisis. Las nuevas exigencias de calidad (llamadas de atención, multas, restricciones) por un contenido inadecuado de grasa, proteína, por altos contajes de bacterias totales (CBT) y un elevado conteo de células somáticas (CCS) constituyen otro desafío (Quishpe, 2016).

2.4. Calidad composicional e higiénica de la leche bovina

La leche es un material biológico extremadamente complejo que presenta un sistema multifásico de varios grupos de constituyentes de importancia nutricional y tecnológica. También es un sistema dinámico, excesivamente sensible a los cambios en las condiciones ambientales, temperatura, pH (Tamime, 2009).

La leche es una mezcla de diferentes sustancias las cuales se encuentran en suspensión o emulsión, contiene: agua, grasa, proteína, lactosa, vitaminas, minerales; a las cuales se les denomina extracto seco o sólidos totales (Gómez y Bedoya, 2005).

El término calidad de leche se fundamenta en la valoración de los parámetros como el contenido de células somáticas (CCS), contenido bacteriano (CBT), adulteración y aspecto de esta matriz. En la mayoría de los casos, la calidad composicional de la leche establece la base del precio a partir de la cantidad de sólidos útiles (grasa y proteína en kilogramos) remitidos (Vera, 2005; Boffa y Ferrer, 2012).

La calidad de la leche, como otro producto alimenticio debe ajustarse a especificaciones de comercialización. Estas se encuentran definidas en base a la composición físico química,

cualidades organolépticas y cualidades microbiológicas, todas estas establecidas por las normativas legales vigentes (Vargas, 2000).

La matriz leche bovina tiene componentes nutricionales los cuales pueden variar en respuesta a diferentes factores (alimenticios, genéticos, edad, otros). En general la leche bovina presenta los componentes descritos en la Tabla 2.

Tabla 2
Contenido nutricional de leche bovina.

Elemento	Concentración (%)
Agua	87,6
Grasa	3,5
Lactosa	4,6
Ceniza	0,8
Sólidos Totales	12,3

Fuente: Tomado de (Martinez y Gómez, 2013; INEN, 2015).

La industria láctea es consciente que poco puede hacerse para cambiar la composición fisicoquímica de la leche, a no ser por el manejo óptimo de los rebaños. Factores como la raza y el estado fisiológico del animal actúan sobre la calidad y cantidad del producto. También lo hacen la sanidad y alimentación del rebaño. Solo el asesoramiento permanente de los productores permite mejoras en la calidad composicional. El pago por porcentaje de proteína es un incentivo que estimula la mejora en la calidad del producto (Vargas, 2000).

En la Tabla 3, se detallan los parámetros composicionales e higiénicos-sanitarios que debe cumplir la leche cruda para su comercialización.

Tabla 3

Requisito físico – químicos y microbiológicos para leche cruda.

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo
Materia Grasa	%	3,0	...
Sólidos Totales	%	11,2	...
Sólidos No Grasos	%	8,2	...
Proteína	%	2,9	...
Conteo Bacteriano Total	CBT/MI	$2,0 \times 10^4$	$5,0 \times 10^4$
Conteo de Células Somáticas	CCS/mL	$< 5,0 \times 10^5$...

Fuente: Tomado de (INEN, 2015).

Las características físico, químicas son influenciadas por la raza y la genética de la vaca, el tipo de alimentación que recibe, por el periodo de lactancia, por el periodo de seco, por la edad y tamaño del animal principalmente (Vera, 2005; Tamime, 2009).

En cuanto a la calidad higiénica de la leche, que ha sido el permanente problema a través del tiempo, se han fijado parámetros de categorización y pagos de incentivos, con la finalidad de mejorar de manera continua esa condición del producto, que se relaciona directamente con la vida útil del alimento (Vargas, 2000).

En un diagnóstico a los centros de acopio de leche cruda del cantón Cayambe detectó que apenas el 20% de proveedores de este producto evidenciaban el cumplimiento de las buenas prácticas de ordeño (BPO). Asimismo, el 30% de proveedores transportaba de manera oportuna y en recipientes adecuados la leche a los centros de acopio (Valladarez, 2016).

2.4.1. Proteína de la leche

Actualmente la tendencia mundial sobre la producción de leche es producir para la industria una leche más concentrada, especialmente en la fracción proteica y minerales y reducida en la fracción lipídica. El desafío se orienta a producir un mayor volumen de leche por hectárea o producir más sólidos totales por vaca o por hectárea (Fernández y Tarazona, 2015).

La leche bovina generalmente contiene proteína entre 30-50 g/L; y en base a la solubilidad a pH 4,6 tenemos las caseínas insolubles representan el 80% de la proteína en la leche; mientras que las proteínas solubles representan el restante 20% (Tamime, 2009). La proteína verdadera se encuentra constituida por diferentes tipos de caseína y lactoalbúminas que pueden representar entre el 15 al 20% de las proteínas (Fernández y Tarazona, 2015).

2.4.1.1. La proteína como indicador de sostenibilidad

La proteína es uno de los factores nutricionales que permite valorar el nivel de producción agrícola en sistemas de producción de leche. Pastor y Sánchez (2000), sostienen que “valores de proteína bruta por debajo de 7% en forrajes, genera efectos negativos tanto en el funcionamiento rumiar como en el consumo voluntario del ganado bovino. Lo anterior termina reflejándose en la calidad y volumen de leche de los sistemas de producción ganadera.

La proteína de leche bovina presenta interés para la industria láctea, como: responsable en gran medida del rendimiento de la industria de quesos; además, de presentar un importante número de aminoácidos esenciales para el hombre (Briñez *et al.*, 2008).

Cada industria láctea, es libre de fijar el precio por cualquier componente de leche en particular. Debido a su mayor valor en los procesos de elaboración, la industria láctea paga alrededor de cinco veces más la proteína que la grasa (Boffa y Ferrer, 2012).

2.4.2. Conteo de bacterias totales

La leche presenta una diversidad de contaminantes, en donde la ubre en condiciones normales puede aportar hasta 1000 ufc/mL; deficientes prácticas de manejo ocasionan que microorganismos de la piel de los pezones, manos del ordeñador y todo el entorno del ordeño, terminen en la leche. Para su comercialización el recuento de bacteria por mililitro de leche debe estar por debajo de 100.000 ufc/mL a nivel de tanque (Cipolatti y Lizarraga, 2016).

La industria láctea busca a proveedores de leche con bajo conteo de bacterias totales (CBT), dejando al margen a proveedores cuyo producto no se ajusta a los requerimientos establecidos para su comercialización.

Las malas prácticas de higiene realizadas en el ordeño afectan la calidad de la leche, provocando altos recuentos microbiológicos. En consecuencia, mejorar las prácticas de ordeño garantiza la calidad higiénica de la leche y el cumplimiento de las normativas establecidas. (Calderón y García, 2006; Vásquez *et al.*, 2007).

En la Tabla 4, se ilustra el Acuerdo Ministerial 394, correspondiente al pago de leche en base a su calidad higiénica.

Tabla 4*Pago de leche por calidad higiénica propuesta en el Acuerdo Ministerial 394.*

CAMBIOS UFC (Unidades Formadoras de Colonias)										
Base (x 1000)				300		Precio por unidad de rango				0,003
Cambios unitarios (x 1000)				10	Ingrese un precio					
						Precio por componentes				0,420
Desde	0	11	21	31	41	51	61	71	81	91
Hasta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	0,510	0,507	0,504	0,501	0,498	0,494	0,491	0,488	0,485	0,482
Desde	101	111	121	131	141	151	161	171	181	191
Hasta	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
	0,479	0,476	0,473	0,47	0,467	0,463	0,46	0,457	0,454	0,451
Desde	201	211	221	231	241	251	261	271	281	291
Hasta	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300
	0,448	0,445	0,442	0,439	0,436	0,432	0,429	0,426	0,423	0,42
Desde	301	311	321	331	341	351	361	371	381	391
Hasta	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400
	0,417	0,414	0,411	0,408	0,405	0,401	0,398	0,395	0,392	0,389
Desde	401	411	421	431	441	451	461	471	481	491
Hasta	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500
	0,386	0,383	0,380	0,377	0,374	0,370	0,367	0,364	0,361	0,358

Fuente: Tomado de (MAG, 2010).

2.4.3. Células somáticas

Las células somáticas son un indicador de la salud de las glándulas mamarias y se manifiesta, como: leucocitos y células epiteliales en la leche. Para su comercialización el conteo

de células somáticas (CCS) debe encontrarse en el rango de 200.000 a 250.000 células por mililitro de leche (Cipolatti y Lizarraga, 2016).

Para un buen control de calidad de la leche es importante realizar un conteo de células somáticas, las cuales son células blancas del organismo de la vaca que actúan frente a organismos patógenos. Este conteo permite determinar la buena calidad del producto y el buen estado de salud de la vaca. Las células somáticas por mililitro de leche, se considera como un indicador útil para la concentración de leucocitos en leche y análisis de la salud de la glándula mamaria (Reyes y Manuel, 2008).

2.5. Factores que afectan la calidad composicional de la leche

La composición de la leche determina su calidad nutritiva, su valor como materia prima para desarrollar productos alimenticios y muchas de sus propiedades; mismas que pueden variar por la raza, individuo, número de partos, estado de lactación, alimentación, número de ordeños, entre otros (Revelli *et al.*, 2011).

Al respecto Martínez (2016), indica que la baja calidad de la leche se determina por diferentes factores entre ellos: razas tipo criollas, insuficiente alimento para el hato, ordeños no tecnificados, escasos conocimientos de fertilización de pastizales y la escasa disponibilidad de agua de riego en periodos secos, dando como resultado un déficit de alimento para el hato y por ende una baja producción de leche.

La composición de la leche bovina se encuentra influenciada por factores como: la dieta, la genética, la época de lactancia y manejo del hato, así como por diversos factores ambientales.

La calidad de la leche puede ser influenciada a través de la oferta de dietas con un mejor aporte nutricional. Aparentemente, la oferta y consumo de agua, la cantidad y calidad de fibra, proteína, energía de la dieta ofertada, entre otros aspectos, pueden alterar la proporción de sólidos presentes en la leche (Martínez *et al.*, 2007).

A continuación, se describen los factores más destacados que influyen sobre la composición de la leche bovina.

2.5.1. La nutrición

Los aspectos nutricionales a recalcar al momento de optimizar la producción de leche son: la energía, la proteína, los minerales, las vitaminas y el agua de bebida. La proteína es un nutriente, que debe ser considerado tanto en calidad como en cantidad; en virtud que se requiere aminoácidos esenciales, para la síntesis de caseína y otras proteínas menores de la leche (Melendez y Bartolome, 2017).

Es fundamental comprender que una adecuada alimentación de las vacas empieza por una buena calidad de los pastos y forrajes. Si el productor de leche planifica bajar los costos de producción, debe por principio producir pastos y forrajes de calidad. Adicionalmente debe tener en consideración que estos alimentos, no pueden dotar por si solos de todos los nutrientes requeridos por la vaca productora de leche, menos aún si los pastos y forrajes suministrados son de baja calidad (Almeyda, 2013).

En la producción de leche muchos factores son poco controlables, sin embargo en la nutrición y alimentación es factible lograr resultados significativos, principalmente, en la

concentración de lípidos, la concentración de proteínas es más difícil modificarla (Fernández y Tarazona, 2015).

Una alimentación baja en energía sobre el hato bovino, provoca un incremento en el contenido de grasa; así como también un bajo rendimiento de leche. Esto generalmente se observa en sistemas productivos manejados por pequeños productores (Valladarez, 2016).

En Ecuador, la alimentación del hato bovino de leche se fundamenta en el pastoreo de praderas nativas y, en menor proporción, praderas cultivadas; como suplementos utilizan balanceados comerciales. El sistema de ordeño predominante es el manual y se ocupa principalmente la mano de obra familiar, que se complementan con otros generados por diversas actividades dentro de la unidad de producción o fuera de ésta, en trabajos asalariados en la ciudad (Martínez *et al.*, 2007).

INEC (2016), indica que a nivel nacional el área destinada a cultivos permanentes ocupa 1,44 millones de hectáreas (ha). De esta superficie 640.993 ha corresponden a pastos cultivados y 594.615 ha con pastos naturales. Estos pastos son destinados a la alimentación de ganado bovino de leche, principalmente.

2.5.1.1. Efecto de los pastos y forrajes en la calidad de la leche

Las prácticas de manejo y utilización de las pasturas en sistemas productivos de leche determinan la eficiencia en el uso de recursos. Generalmente los productores de leche invierten en el mantenimiento de sus pasturas a lo largo del año, lo cual impacta sus costos de producción y obviamente su producción y productividad en el mercado lácteo (Villalobos y Arce, 2013).

El suministro de pastos de buena calidad en la alimentación del hato, genera un incremento en la producción de leche y en los rendimientos de grasa y proteína láctea. Además si el hato tiene disponibilidad de materia en niveles de 3% de su peso corporal, podrían cubrir una producción de hasta 20/L/UA/día, sin la necesidad de recibir suplementos concentrados (Vélez, 2013).

El pastoreo es la fuente alimenticia más económica para la producción de leche. Considerando el incremento de los costos de producción y las fluctuaciones sobre el precio de la leche pagada al productor, el manejo alimenticio del hato debería estar enfocado a maximizar la proporción de forraje proveniente del pastoreo en la alimentación de vacas lecheras (Piña, 2010).

La calidad del material que consume el animal será un reflejo de la altura a la cual coma. Si el hato consume sólo la parte superior, la calidad será excelente, pero el porcentaje de utilización de la pastura será escaso. Cuanto más abajo coma, mayor será la utilización, pero menor será su calidad promedio y se corre el riesgo de resentir el posterior rebrote de la pastura, ya que ésta presenta una dependencia del área foliar remanente para su recuperación del pastoreo (Ciliuti, 2017).

El pasto ryegrass perenne (*Lolium perenne L.*), en zonas ubicadas sobre los 3.000 metros sobre el nivel del mar (msnm), su crecimiento se reduce y los periodos de recuperación es de 2 a 4 semanas; y, los suelos donde crecen debe ser de mediana a alta fertilidad, con un drenaje adecuado y pH superior a 5,5; sus requerimientos son altos en nitrógeno, fósforo y potasio. (Villalobos y Sánchez, 2010).

Según Villalobos y Arce (2013), el contenido de proteína cruda en las especies forrajeras ryegrass perenne (*Lolium perenne L.*) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) es 25,21% y 22,38%, respectivamente. De manera similar la producción de biomasa por ciclo para ryegrass (*Lolium perenne L.*) es 3.360 kilogramos de materia seca por hectárea (kg de MS.ha⁻¹); en tanto que para el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) es 3.517 kg de MS.ha⁻¹.

2.5.1.2. Composición botánica

La composición botánica es la estimación de la disponibilidad de alimento para un hato, bajo determinado tiempo y manejo del pastoreo. La composición botánica de una pradera sembrada, está determinada a corto plazo por la mezcla elegida para su establecimiento y su permanencia depende de varios factores como las condiciones climáticas, edáficas y prácticas de manejo a las que se encuentra sometida (Cabrera, 2014).

El empleo de una gran cantidad de especies forrajeras genera discrepancias entre los momentos adecuados para el pastoreo de cada una, provocando pérdidas. En suelos homogéneos, conviene sembrar mezclas simples que presenten de dos hasta cuatro especies (De la Vega, 2006).

Pereira et al. (2016), manifiesta que “conocer el comportamiento agronómico de mezclas forrajeras, es clave para obtener una proporción adecuada y equilibrada entre especies leguminosas y gramíneas. La estimación de la composición botánica se realiza convencionalmente a través de la separación manual de las especies presentes en la mezcla de forraje”.

En la Tabla 5, se detalla alternativas para el establecimiento de mezclas de gramíneas y leguminosas forrajeras para la región Sierra del Ecuador.

Tabla 5

Especies y cantidad de semillas para establecimiento de mezclas de gramíneas y leguminosas forrajeras.

Alternativa		Semilla (kg/ha)
1	R. grass perenne	25
	R. grass anual	15
	Trébol blanco	5
2	R. grass perenne	40
	Trébol blanco	5
3	R. grass perenne	32
	Trébol blanco	8
	Trébol rojo	5
4	R. grass perenne	28
	R. grass anual	15
	Trébol blanco	4
5	R. grass perenne	20
	R. grass anual	10
	Trébol blanco	3
	Trébol rojo	2
	Pasto azul	15

Fuente: Tomado de (Grijalva *et al.*, 1995).

En el caso de gramíneas, a medida que transcurre el tiempo incrementa la acumulación de forraje. Sin embargo, llega un momento en el cual la planta cambia su postura hacia un crecimiento más erecto en el cual incrementa el nivel de fibra. En este punto es recomendable la

remoción de forraje a través del pastoreo, cuanto más se espere pasado este punto, mayor será la biomasa, pero el remanente dejado será de menor calidad lo cual condiciona el rebrote posterior (Ciliuti, 2017).

Los pastizales de ryegrass y trébol presentan mayor digestibilidad de (MS) en comparación al kikuyo asociado al trébol, en respuesta a las diferencias en su composición química (celulosa, hemicelulosa, lignina). Esto influye sobre el consumo de materia seca y en la suplementación con el uso de balanceados, porque cuando es mayor la digestibilidad del pasto; mayor es el consumo de (MS) y menor la necesidad de suplementar (Grijalva et al., 1995).

2.5.2. Los suelos dedicados a la producción de pastizales

La adopción de una agricultura sostenible por parte de los productores envuelve el uso de técnicas de mejoramiento, niveles apropiados de fertilizante y químicos, un buen entendimiento de la naturaleza, la interacción de los fertilizantes, rotaciones de cultivo y cómo estas influyen en los rendimientos y en los ingresos del productor (Haydee, 2011).

La ganadería es practicada en la mayoría de los casos en lugares inapropiados que contribuye a la degradación de suelos. En Sudamérica se estima que la degradación de las pasturas llega a un 40%; y principalmente se debe a la baja fertilidad de los suelos. El pastoreo continuo en estos suelos por parte del hato ganadero genera: erosión superficial y deslizamientos de los suelos (Murgueitio, 2003).

La relación suelo-planta-animal, presenta destacada importancia en el proceso de producción bovina. El suelo como soporte de la producción agropecuaria, receptor de residuos

sin tener en consideración su dinámica, conduce a la pérdida progresiva de sus características físico-químicas y biológicas, que finalmente se manifiesta en procesos progresivos de erosión, pérdida de la fertilidad, excesos de nutrientes, entre otros (Pedraza *et al.*, 2000).

Puede implementarse especies forrajeras según la topografía y tipo de suelo. Especies como alfalfa requieren suelos fértiles con buen drenaje. Festuca y ryegrass se adaptan a un amplio rango de condiciones. Además la categorización de suelos de acuerdo a sus características físico-químicas puede ayudar a la selección de mezclas gramíneas-leguminosas para las distintas situaciones edáficas particulares de la zona (De la Vega, 2006).

La Tabla 6, describe los rangos correspondientes al contenido nutricional de los parámetros físico y químicos para Andisoles o suelos derivados de materiales volcánicos. Las características de estos suelos son descritas a continuación:

Tabla 6

Niveles críticos para la interpretación de análisis de suelos.

Características	Categoría		
	Baja	Media	Alta
pH agua 1: 2,5	< 5,5	5,6 - 6,5	> 6,5
Suma de bases (meq/100 mL)	< 5,0	5,0 - 25,0	> 25,0
CICE (meq/100 mL)	< 5,0	5,0 - 25,0	> 25,0
Calcio (meq/100 mL)	< 4,0	4,0 - 20,0	> 20,0
Magnesio (meq/100 mL)	< 1,0	1,0 - 5,0	> 5,0
Potasio (meq/100 mL)	< 0,2	0,2 - 0,6	> 0,6
Fósforo (ppm)	< 10,0	10,0 - 20,0	> 20,0

Fuente: Tomado de (Bertsch, 1986)

Las condiciones nutricionales de los suelos Andisoles, pueden catalogarse como moderadamente fértiles y su potencial se encuentra definido por las características de las cenizas que los forman. En estos suelos la alta fijación de fósforo que en promedio supera el 70%. Esto genera problemas, desde el ámbito agrícola ya que la fijación de fósforo se traslapa a bajos rendimientos en cultivos como pastos y forrajes (Bertsch, 1986).

2.5.2.1. La fertilización en la producción de pastizales

Una adecuada fertilización, permite el manejo de un mayor número de vacas en producción en áreas pequeñas llegando a manejar una carga de cuatro hasta cinco vacas en producción por hectárea de pastos y forrajes. La producción de leche en sistemas desarrollados en áreas reducidas que no realicen periódicamente enmiendas de fertilización ni proporcionen concentrados a las vacas difícilmente puede sostener una vaca. Estos sistemas difícilmente pueden subsistir de la producción de leche (Márquez, 2010).

Villalobos y Arce (2013), sostienen que “para una producción anual de biomasa de 38.731 kg de MS.ha⁻¹ de pasto kikuyo “*Pennisetum clandestinum*” en un intervalo de recuperación de 31 días, es decir que para un promedio de 11,8 rotaciones/año son necesarios aplicar anualmente 518 kg. ha⁻¹ de nitrógeno. En tanto que para la producción de 28.995 kg de MS.ha⁻¹ de pasto ryegrass, con intervalos de recuperación 43 días y con 8,6 rotaciones/año se requiere una fertilización nitrogenada de 276 kg de MS.ha⁻¹”.

En el cultivo de ryegrass, el efecto sobre la reducción del contenido de proteína, se presenta principalmente en la omisión elemento nitrógeno, que sobre los nutrientes: fósforo,

potasio, azufre y magnesio. Debido a las transformaciones del nitrógeno en el suelo y consecuentes pérdidas, la cantidad de nitrógeno disponible en el suelo es pequeña, lo que obliga a productores suplir este nutriente con regularidad (Gutiérrez *et al.*, 2017).

Grijalva *et al.* (1995), sostiene que para la región interandina del Ecuador la producción de pasto kikuyo al año es 9.000 kg.ha⁻¹. En tanto que para la producción de pasto ryegrass+ trébol blanco alcanza rendimientos anuales de 17.340 kg/ha⁻¹. Estos valores están muy alejados a los rendimientos reportados en otros países de la región.

El fósforo es un nutriente que se vuelve limitante para un adecuado rebrote de pasto ryegrass, ya que su deficiencia inhibe la extracción de nitratos, así como su desplazamiento desde las raíces hacia la parte superior del área foliar para la producción de aminoácidos y síntesis proteica (Villalobos y Sánchez, 2010).

El pH del suelo influye sobre la disponibilidad del elemento fósforo. El suelo con un pH entre 6,5 a 7,5 mantiene el fósforo de manera soluble. El fósforo en suelos con valores de pH inferiores a 5,5 necesitan mayor cuidado ya que el elemento fósforo bajo estas condiciones se fija al elemento hierro en el suelo, limitando su disponibilidad para los cultivos (Cabrera, 2014).

2.5.3. Genética del animal lechero

Son marcadas las diferencias entre razas y algo menores entre biotipos de cada raza, en cuanto a la concentración de sólidos totales y por supuesto en cuanto a volúmenes de leche. Según Fernández y Tarazona (2015), “razas como Holstein Friesian se caracterizan por la

producción de altos volúmenes de leche y un bajo contenido de sólidos totales, si se la compara con la Jersey”.

Tabla 7

Comparación del contenido de diferentes constituyentes de leche en tres razas bovinas.

<i>Nutriente (%)</i>	<i>Raza</i>		
	Holstein	Jersey	J x H
Grasa	3,4	5,2	4,9
Proteína	3,2	3,9	3,6
Lactosa	4,1	4,3	4,2

Fuente: Tomado de (Fernández y Tarazona, 2015)

De acuerdo al factor edad y ciclo de producción Almeyda (2013), sostiene que vacas adultas presentan un mayor requerimiento nutricional en comparación a las vacas jóvenes (de primer y segundo parto) requieren nutrientes adicionales para su desarrollo. De manera similar una vaca presenta su pico de lactación al inicio del ciclo de la lactancia es decir a de los primeros 90 días de lactación y reduciéndose hasta los 305 días posterior al parto.

2.5.4. Factores ambientales

Debido a los cambios ambientales que se presentan anualmente, la calidad y cantidad de pastos que se ofrecen a los animales no es constante. La calidad de los pastos está en función a la digestibilidad (valor energético y proteíco), además este puede presentar cambios de acuerdo a su estado de madurez, la especie, así como a cambios estacionales. Estos factores pueden provocar

una reducción del volumen de la leche y una disminución de la concentración de proteína en la leche (Novoa, 1983; Fernández y Tarazona, 2015).

Vérlez (2013), sostiene que uno de los factores más analizados es el efecto de la temperatura sobre el consumo de alimento y agua, producción y composición de la leche, tasa de concepción y otros. La temperatura óptima para la producción de leche se encuentra entre 4 a 21 °C. Cuando la temperatura ambiental es 24 °C o superior, se reduce el consumo de alimento con una consecuente disminución de la producción de leche.

2.6. Sistema de pago por calidad

Se define por calidad de la leche, a las características nutricionales y microbiológicas; las características nutricionales se definen como el porcentaje de los diferentes parámetros químicos como: proteínas, grasas, lactosa, minerales, vitaminas, sólidos no grasos y sólidos totales, entre otros. La calidad microbiológica se refiere a la concentración de bacterias en la leche, presencia de microorganismos patógenos, residuos de antibióticos y medicamentos; que pueden afectar la salud humana y los procesos de transformación de la leche (Calderón y García, 2006).

Actualmente, los sistemas de pago por calidad constituyen la mejor herramienta para valorar la materia prima en función de sus aptitudes tecnológicas, además de focalizar aspectos productivos en aquellos ítems que resulten más relevantes en función de las necesidades que los mercados le van estableciendo a la industria (Muracciole, 2008).

Debido a la gran importancia de este producto como elemento nutricional, las autoridades deben ser exigentes en lo que respecta a su obtención, composición, pruebas de calidad y

procesamiento industrial. Su calidad es de vital interés para la salud pública obligando a una permanente atención y control a nivel de planta (Briñez *et al.*, 2008).

Se han desarrollado diversos estudios que contemplan la utilización de los análisis composicionales en los sistemas de pago por calidad de leche, con la finalidad de establecer el precio final de la misma. Estos sistemas de pago aplican bonificaciones o penalizaciones, determinando el precio final que será pagado al productor (Cerón *et al.*, 2016).

El sistema de pago por calidad integral es un sistema que prioriza la calidad composicional, higiénica y sanitaria de la leche para aplicar un precio. En base a una reglamentación se sugiere que, al menos el 80% del precio, surja por la calidad de la leche y el restante corresponda a bonificaciones comerciales (Boffa y Ferrer, 2012).

Como en la mayoría de los mercados el precio de la leche cruda pagada al productor es regulada por las leyes de la oferta y demanda. En los sistemas cooperativos, además de las fuerzas del mercado, juega un rol importante el resultado del negocio, que determina la capacidad de pago de la leche (Cipolatti y Lizarraga, 2016).

La política de pago que manejan los centros de acopio del cantón Cayambe se basa en el Acuerdo N° 394 del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG); el cual calcula el precio de la calidad de la leche, que tiene como elementos de cálculo: la grasa y la proteína como variables de pago por calidad de la leche; es decir mientras más alto es el porcentaje de grasa y proteína, mayor es el valor de comercialización de la leche (Garcés, 2015).

Valladarez (2016), indica que el cálculo de precio y bonificaciones por calidad de leche establecido para Ecuador, obedece a la fórmula que se detalla a continuación:

$$PFCA = \left((\text{Precio de sustentación}^{OF}) + (\text{Componentes}^{OF}) + (\text{Calidad higiénica}^{OF}) + (\text{Bonificaciones}^{OF}) \right)$$

Bonificaciones OF = Calidad sanitaria A + Buenas Prácticas Sanitarias.

De donde:

PFCA: Precio pagado en finca o centro de acopio.

OF: Oficial.

A: Hatos certificados por la Agencia de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD) como libre de brucelosis y/o tuberculosis.

B: Predios certificados por AGROCALIDAD con buenas prácticas ganaderas.

De esta manera se encuentra establecida la Tabla 8, para el pago de leche por componentes más el pago por calidad higiénica y sanitaria, establecida en el Acuerdo Ministerial 394.

Tabla 8

Matriz de pago al productor por calidad composicional, propuesta en el Acuerdo Ministerial 394.

PRECIO BASE	0,42	INGRESE SU	0,420	Índex % sobre precio de sustentación									
PRECIO													
Base contenido GRASA	3,00	\$/Kg Grasa	3,44	Por décima % Grasa	0,003	0,819							
Base contenido Proteína	2,90	\$/Kg Proteína	3,02	Por décima % Proteína	0,003	0,719							
Proteína ->													
Grasa	2,80	2,90	3,00	3,10	3,20	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00

CONTINÚA

3,0	0,417	0,420	0,423	0,426	0,429	0,432	0,435	0,438	0,441	0,444	0,447	0,450	0,453
3,1	0,420	0,423	0,426	0,429	0,433	0,436	0,439	0,442	0,445	0,448	0,451	0,454	0,457
3,2	0,424	0,427	0,430	0,433	0,436	0,439	0,442	0,445	0,448	0,451	0,454	0,457	0,460
3,3	0,427	0,430	0,433	0,436	0,439	0,442	0,445	0,448	0,451	0,454	0,458	0,461	0,464
3,4	0,431	0,434	0,437	0,440	0,443	0,446	0,449	0,452	0,455	0,458	0,461	0,464	0,467
3,5	0,434	0,437	0,440	0,443	0,446	0,449	0,452	0,455	0,458	0,461	0,464	0,467	0,470
3,6	0,438	0,441	0,444	0,447	0,450	0,453	0,456	0,459	0,462	0,465	0,468	0,471	0,474
3,7	0,441	0,444	0,447	0,450	0,453	0,456	0,459	0,462	0,465	0,468	0,471	0,474	0,477
3,8	0,445	0,448	0,451	0,454	0,457	0,460	0,463	0,466	0,469	0,472	0,475	0,478	0,481
3,9	0,448	0,451	0,454	0,457	0,460	0,463	0,466	0,469	0,472	0,475	0,478	0,481	0,484
4,0	0,451	0,454	0,457	0,460	0,463	0,466	0,470	0,473	0,476	0,479	0,482	0,485	0,488
4,1	0,455	0,458	0,461	0,464	0,467	0,470	0,473	0,476	0,479	0,482	0,485	0,488	0,491
4,2	0,458	0,461	0,464	0,467	0,470	0,473	0,476	0,479	0,482	0,485	0,488	0,491	0,495
4,3	0,462	0,465	0,468	0,471	0,474	0,477	0,480	0,483	0,486	0,489	0,492	0,495	0,498
4,4	0,465	0,468	0,471	0,474	0,477	0,480	0,483	0,486	0,489	0,492	0,495	0,498	0,501
4,5	0,469	0,472	0,475	0,478	0,481	0,484	0,487	0,490	0,493	0,496	0,499	0,502	0,505

Fuente: Tomado de (MAG, 2010)

Si bien en el país existe un precio de la leche fijado por el Estado, los precios que se pagan se encuentran relacionados con la calidad que demanda la mayor parte de empresas tanto en la composición físico-química como en las condiciones higiénicas y sanitarias de la leche (Requelme y Bonifaz, 2012).

Los laboratorios de análisis de leche, se han convertido en la alternativa más eficiente que a través de la racionalización de costos, optimización de recursos e integración de tecnología, permite abarcar la mayor parte de requerimientos analíticos que satisfacen los programas de pago por calidad de la industria láctea (Muracciole, 2008).

2.7. La tecnología en la ganadería de leche bovina

Requelme y Bonifaz (2012), identificaron a través de un estudio sobre las UPAS que afirma que, en las provincias de Cañar, Manabí y Pichincha con ganadería de leche, el 3% presentan sistemas productivos tecnificados, un 10% semi-tecnificados y un 87% estaban poco tecnificados.

Según Nieto (1994), las tecnologías se clasifican en: potencial (aquella que se encuentra a nivel de centro experimental), validada (aquella que ha sido ajustada a las condiciones del agricultor); y, de agricultor (aquella que se encuentra en uso por el agricultor, ya sea generada a nivel comunitario o haya sido adoptada).

La tecnología entre otros factores se ha convertido en un factor determinante para el crecimiento económico de los países. En este sentido, responsables públicos han comenzado a interesarse por diseñar políticas que las incentiven, promoviendo por un lado, la generación de recursos humanos altamente calificados, y por el otro, el flujo de conocimiento entre el gobierno, la academia, el sector productivo y la sociedad (Hugo y Javier, 2016).

Los sistemas de producción se clasifican en sistemas con tecnología: baja, media y alta. La estratificación se realiza en base a la aplicación o no de cuatro componentes tecnológicos: método de reproducción (inseminación artificial o monta natural), sanidad animal (participación en campañas zoonosanitarias), método de ordeña (manual o mecánica) y finalmente el uso de silo en la alimentación animal (Santillán *et al.*, 2009).

Los sistemas campesinos de leche bovina son unidades de producción con pequeñas superficies de tierra; aunque pueden carecer de tierra para cultivo, y cuentan con un máximo de 20 vacas y un mínimo de tres, la raza predominante es la Holstein (Martínez *et al.*, 2007).

La producción de leche se vende a la industria procesadora de lácteos local, queserías artesanales, o es comercializada por intermediarios, quienes la recolectan directamente de la unidad de producción para posteriormente ser comercializada a la industria láctea (Martínez *et al.*, 2007). El transporte de este producto es a través de tanqueros equipados con sistema de frío. Adicionalmente, existen transportistas informales de leche (60 piqueros) que entregan este producto a la pequeña industria láctea del sector (GADIP, 2015).

Pese a la reducida disponibilidad de activos y de los relativos bajos niveles de productividad, la agricultura familiar es un importante proveedor de muchos de los alimentos básicos de consumo popular (Schejtman, 2008).

La capacitación ofertada a productores de leche del cantón Cayambe por parte de técnicos extensionistas tanto públicos como privados no ha sido exitosa en estas últimas décadas, en el sentido que ésta no ha logrado plasmarse en términos de rendimientos óptimos, acompañada de una aceptable calidad composicional, sanitaria e higiénica (Cachipundo *et al.*, 2017).

2.8. Tipología de productores

Una tipología permite identificar un grupo de productores con características similares, agrupando a estos actores sociales, según su lógica económica, es decir, en base a los recursos

que posee, de su habilidad y experiencia tecnológica y de las potencialidades y limitantes de una zona (Merma y Julca, 2012).

Una tipología permite una mejor comprensión de los cambios que experimenta la agricultura familiar en un contexto macro económico que no se encuentra guiado por políticas neoliberales y en consecuencia, facilitaría el diseño de políticas públicas favorables al sector de productores rurales. Una tipología es elaborada en base a datos censales o de encuestas de hogares (Martínez, 2013).

En relación a la tipología de Agricultura Familiar, en la Sierra del Ecuador existe un amplio predominio de Agricultura Familiar de Subsistencia (AFS) que se basa en el trabajo familiar. En efecto, la AFS presenta una tenencia promedio de tierra de 5,5 ha con un ingreso no agrícola por parte de sus integrantes que representa el 32% (Martínez, 2013).

Es importante distinguir los diferentes tipos de agricultores implicados, considerando sus intereses, los recursos que disponen, el marco de relaciones sociales que trabajan y sus reacciones frente a las evoluciones tecnológicas. Este es el papel que corresponde a la tipología de productores agrícolas en el análisis de diagnóstico de las realidades agrarias (Escobar y Berdegué, 1990).

2.9. Sostenibilidad de sistemas productivos

El sector bovino, se caracteriza por la generación de empleo e impulso al desarrollo social con representativo aporte al Producto Interno Bruto (PIB) nacional y agropecuario, carece de políticas agrarias claras y precisas, que busquen guiar el óptimo desempeño de la ganadería,

dentro del enfoque de la sustentabilidad económica y de la sostenibilidad ambiental (Ledesma *et al.*, 2002).

No se puede garantizar la sostenibilidad de los tres componentes fundamentales del ecosistema del pastizal suelo-planta-animal sin conocer su dinámica de comportamiento, a efecto de identificar de manera oportuna problemas y tomar las medidas de control con el fin de reducir los efectos negativos sobre el sistema (Senra, 2005).

Para diagnosticar los sistemas agrícolas es primordial la construcción de indicadores de sostenibilidad, para cual se aplica la metodología basada en el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS). Esta es una herramienta innovadora para avanzar la evaluación de las sustentabilidad de sistemas rurales, basado en un enfoque cíclico, sistemático y multiescalar (Silva y Ramírez, 2017).

Haydee (2011), indica que “la evaluación de la sostenibilidad de sistemas de producción agrícolas es a través del uso de una metodología y el uso de indicadores, que permiten observar claras tendencias en el desarrollo de las UPAS”. Su utilidad se basa en la detección de puntos críticos de la sostenibilidad, establecer sus causas y proponer soluciones a corto plazo.

Naed (2008), manifiesta que para el análisis de sostenibilidad es necesario incorporar indicadores de regulación tecnológica, económica, social y ambiental de producción. Las variables tecnológicas y económicas utilizadas convencionalmente sobre la producción bovina pueden agregarse en un menor número de indicadores manejables y significativos.

A continuación se describen los indicadores de sostenibilidad y las particularidades de los mismo que fueron tomadas de (Silva y Ramírez, 2017).

Sociales: a) estructura y permanencia de las organizaciones de productores, b) asesoría y capacitación de productores; y, c) beneficiarios de la familia.

Ambientales: a) flujo de materiales y energía con sistemas agrícolas, b) superficie por unidad bovina, c) degradación de paisajes, d) degradación de pasturas, e) bajo nivel de integración entre la agricultura y ganadería, f) alta dependencia de la compra de suplementos, g) alta incidencia de enfermedades parasitarias y necesidades de tratamientos curativos; y, h) alta incidencia de otras enfermedades.

Al respecto Silva y Ramírez (2017), manifiestan que “teniendo en consideración que los indicadores presentan diferentes unidades de medida lo cual no permite la comparación directa entre ellos, en este contexto se construye una escala estandarizada (valor de juicio) que representa el valor de los indicadores con relación a la situación ideal. En este sentido es necesario definir condiciones máximas y mínimas a cada indicador”.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Materiales de Campo

Los materiales necesarios para desarrollar la presente investigación fueron:

- Libreta de campo
- Registro de proveedores de leche
- Fichas de encuestas
- Bolígrafos
- Cámara fotográfica
- Ortofotos proporcionada por el Sistema Nacional de Información - SNI
- Vehículo de transporte
- Barrenos
- Cuadrante para muestreo de pastos

3.1.2. Materiales de Oficina

- Computador portátil
- Programas: IBM SPSS Statistic 21, Infostat versión 2017, ArcGIS 10.1
- Formularios de encuesta

3.2. Métodos

3.2.1. Área de estudio

La investigación fue realizada en la parroquia Ayora; comunidades: Cariacu, Paquiestancia; del cantón Cayambe de la provincia de Pichincha. La parroquia en estudio dispone una superficie de 138,59 km² que corresponde al 10.27% de la superficie cantonal.

3.2.1.1. Ubicación

Moreno *et al.* (2014), indica que la cabecera parroquial de Ayora se encuentra localizada en las siguientes coordenadas:

Latitud: 0° 04' 10,02''

Longitud: 78° 08' 2,5''

Altitud: entre 2800 y 5200 metros sobre el nivel del mar (msnm).

3.2.2. Descripción del área en estudio

El diagnóstico y evaluación fue realizado en las asociaciones organizadas para el acopio y enfriamiento de leche: a) El Progreso en la comunidad de Cariacu; y, b) la Asociación San Pedro en la comunidad Paquiestancia. Estas se encuentran constituidas por 55 y 30 proveedores de leche respectivamente y representan el 11,76% del total de centros de acopio constituidos legalmente para la actividad de comercialización de leche cruda del cantón Cayambe.

En la Figura 2, se puede apreciar el área de influencia de los centros de acopio participantes del diagnóstico y evaluación.

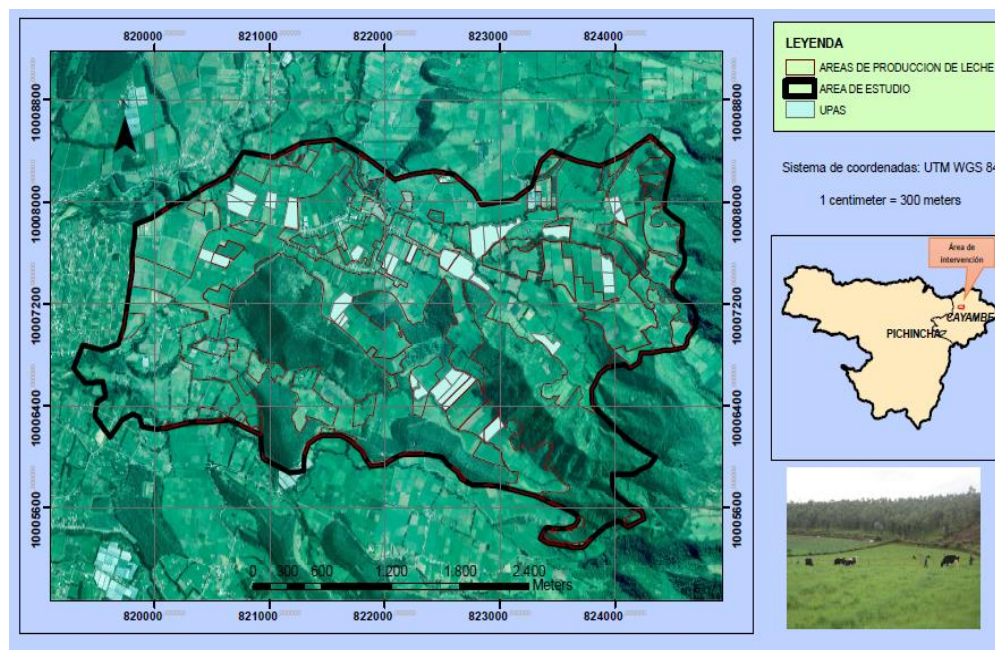


Figura 2. Localización de los sistemas productivos, proveedores de leche bovina de los centros de acopio en estudio.

Las fincas productivas participantes del estudio fueron geo-referenciadas; asimismo la información generada en el diagnóstico es sistematizada mediante el uso del programa ARGIS, con el propósito de realizar distintos análisis sobre los sistemas productivos estudiados.

3.2.3. Definición de las unidades de evaluación

Las unidades de análisis fueron definidas previamente por los representantes legales de los centros de acopio. En este sentido los proveedores de leche fueron agrupados teniendo en consideración la superficie destinada a la producción de pasto para la alimentación de ganado bovino y producción promedio (L/día).

3.2.4. Análisis cualitativo

A los proveedores de leche de los centros de acopio participantes se les aplicó una encuesta, la cual se encontraba estructurada por 102 preguntas que abordan aspectos de índole económico, social y ambiental, además se recolectó datos sobre características generales de los sistemas de producción.

3.2.4.1. Población

La población total para este estudio fue 85 productores de leche bovina. En estos se determinó el tamaño de la muestra. Al respecto el muestreo descrito por (Valladarez, 2016), tiene en consideración las siguientes variables:

- a) Determinación del grado de confiabilidad;
- b) Delimitación del valor de la probabilidad que tiene la muestra de no poseer las mismas características de la población (q);
- c) Análisis de la probabilidad que presenta la muestra de poseer las mismas características de la población (p);
- d) Cálculo del tamaño de la muestra y selección de los proveedores a encuestar en cada centro de acopio.

3.2.4.2. Tipo de muestreo

En esta investigación se aplicó el método de muestreo aleatorio estratificado. Casal (2003), manifiesta que este tipo de muestreo presenta interés cuando las características en

cuestión puede estar relacionada con la variable que pretendemos estudiar. El cálculo del tamaño de la muestra y las particularidades del mismo son tomadas de (Valladarez, 2016).

Muestra teórica (n₀)

$$n_0 = \frac{Z^2}{\varepsilon} * p * q$$

En donde

n₀: Cantidad teórica de elementos de la muestra;

Z²: Valor estandarizado en función del nivel de confianza;

Tabla 9

Valores Z para diferentes niveles de confianza.

Grado de confiabilidad (%)	Z
99	2,58
95	1,96
90	1,64

Fuente: Tomado de (Valladarez, 2016)

ε: Error de estimación asumido en el cálculo del tamaño de la muestra, según:

Para $3 \leq N \leq 10$ se estima $\varepsilon=0,1$ (error 10%);

Para $3 \geq N \geq 10$ se estima $\varepsilon=0,05$ (error 5%);

Muestra real (n):

$$n = \frac{no}{1 + no/N}$$

Donde N es el total de la población diagnosticada.

La Tabla 10, muestra en resumen el número total de proveedores de leche de los centros acopio estudiados y el tamaño de la muestra calculada con la cual se procedió a levantar información primaria como secundaria.

Tabla 10

Identificación del tamaño de la muestra en el diagnóstico y evaluación del área de estudio.

Item	Codificación	Valor
Población	(N)	85 proveedores
Z crítico	(Zc)	1,96
Tamaño de la muestra	U	39,3 proveedores

Según los cálculos, para una población de 85 proveedores de leche, considerando para la investigación un 95% de nivel de confianza y asumiendo un error de estimación del 5%, el tamaño estadístico de proveedores de leche fue 39. Sin embargo, fueron encuestados y analizados los suelos, pasturas y la calidad de leche a 46 sistemas productivos, insertos a dos centros de acopio del área de estudio.

3.2.4.3. Selección de proveedores

La Tabla 11, indica la estratificación de los productores de leche del área de estudio, fue realizada tomando en consideración el tamaño de las fincas de acuerdo a la superficie de las unidades productivas expresada en hectáreas. El método de selección utilizado fue en base al modelo propuesto por (Bonifaz y Requielme, 2012). La categorización fue realizada con la finalidad de generar un adecuado análisis de las mismas.

Tabla 11

Categorización de unidades productivas en base a la superficie.

Item	Superficie (ha)
Categoría 1	< 3
Categoría 2	3 - 6
Categoría 3	>6

La categorización utilizada para las unidades productivas del área de estudio se encuentra en un rango que va de 1 a 10 hectáreas; mismas que reflejan la verdadera situación entorno a la tenencia de tierra en la zona norte del cantón Cayambe.

3.2.5. Diagnóstico de sistemas productivos

El diagnóstico fue desarrollado a través de las siguientes actividades:

- a) Entrevista con el/la productor/a, con el fin de conocer su versión sobre la producción y problemas afines de su finca.

- b) Comprobación in situ de la producción e identificación de las características del sistema productivo (pendiente del terreno, estado de los potreros, otros).
- c) Toma de muestras de suelos y forraje de la finca para su análisis en laboratorio.

Para el componente suelo se analizaron los parámetros: materia orgánica, pH, conductividad eléctrica, fósforo, potasio, calcio, magnesio; en tanto que en los forrajes se analizaron: composición botánica, materia seca, proteína total. Estos parámetros también fueron utilizados como insumos para evaluar los índices de sostenibilidad de los sistemas productivos.

Las encuestas complementaron la obtención de datos de la gestión de los productores de leche del área de estudio. Se aplicó esta herramienta a un total de 46 productores de leche, distribuidos de acuerdo a lo mostrado en la Tabla 12.

Tabla 12

Proveedores de leche participantes del diagnóstico y evaluación del área de estudio.

Centro de acopio	Comunidad	Nº proveedores	Nº encuestas
El Progreso	Cariacu	55	35
San Pedro	Paquiestancia	30	11

3.2.6. Muestreo y análisis de la leche

Para la investigación se contó con los resultados de los análisis físico-químicos de leche bovina de los productores del área de estudio. Las muestras de leche fueron tomadas por el personal técnico de los laboratorios de calidad de leche de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cayambe, en horario aproximado de 5h00 a 7h00, al momento que los productores lecheros

entregan su producto a los centros de acopio. Las muestras fueron analizadas el mismo día del muestreo.

3.2.7. Métodos de análisis de laboratorio

3.2.7.1. Calidad composicional e higiénica de la leche

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de ensayos físico-químico permanente de Calidad de Leche (LCL) y el Laboratorio de Suelos y Agua (LSA) de la Universidad Politécnica Salesiana. El método de ensayo adoptado por el laboratorio (LCL) acreditado por la Secretaría de Acreditación del Ecuador (SAE).

Según el (LCL) y el (LSA) los principios de análisis son detallados a continuación:

Determinación de la Composición de la Leche. Permite determinar los componentes químicos de esta matriz en porcentaje, de grasa, proteína, sólidos totales y sólidos no grasos por espectrofotometría infrarroja de gama media. El método utilizado es ISO 9622-IDF 141/2013 Guía para la aplicación de espectrofotometría media infrarroja para leche/LCL-PE-01. Parámetros acreditados de acuerdo al certificado SAE LEN 17-008 (Grasa y Proteína).

Contaje Células Somáticas (CCS). Parámetro importante para confirmar la calidad sanitaria de las muestras de leche. Detecta la presencia de mastitis o infección de las glándulas mamarias en el ganado bovino, en unidades de células somáticas por mililitro. La metodología utilizada es la ISO 13366-2/IDF 148-2/2006 enumeración de células somáticas en leche/LCL-PE-02.

Contaje Total de Bacterias (CBT). Hace referencia a los estándares de higiene que deben cuidarse durante el ordeño y manipulación de la leche en su cadena productiva, expresada en unidades de CBT/mL, se realiza por el método de la ISO 16297-IDF161/2013 Protocolo de evaluación de métodos alternativos para el conteo bacteriano /LCL-PE-03 que es una metodología de análisis rápida confiable.

3.2.7.2. Calidad de los suelos, agua de riego y pasturas

Como parte de la identificación de fortalezas y debilidades de la zona en estudio que analizaron los principales parámetros que describen la calidad físico-química del agua para fines agrícolas y las principales propiedades químicas de los suelos. Las muestras fueron tomadas de los reservorios comunitarios de las comunidades Cariaru y Paquiestancia.

Para el caso agua de riego se analizó: pH, dureza total expresada en CaCO_3 , sólidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitratos, amonio, sulfatos. Esto se realizó en base a los métodos estandarizados para el análisis de agua natural y aguas residuales, sugerido por la Asociación de Salud Pública Americana (APHA), edición 22, 2012.

Para el segundo caso se analizaron en el suelo los parámetros descritos a continuación:

Materia orgánica: Parámetro básico para la valoración de la calidad y salud de los suelos, es expresado en porcentaje (%). Se analiza por el método Walkley y Black (1947), que consiste en la oxidación húmeda del suelo con dicromato de potasio en un medio ácido.

pH y Conductividad eléctrica (pH, C.E.): Parámetros necesarios para estimar la calidad y el grado de fertilidad de los suelos, son expresados en unidades de pH y milisiemens/cm. Estos parámetros son analizados por métodos electrónicos y el protocolo de valoración es en base a pasta saturada.

Fósforo asimilable (P): Parámetro indispensable para el buen desarrollo de especies forrajeras, es expresado en partes por millón (ppm), se realiza por el método de extracción Olsen Modificado y es analizado por colorimetría. El protocolo de evaluación para fósforo es sugerido por la Red de Laboratorios de Suelos y Agua del Ecuador (RELASE).

Potasio (K), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) asimilables: Necesarios para realizar programas de encalado en suelos destinados a la producción. Estos elementos son expresados en miliequivalentes por 100 mililitros (meq/100 mL); el método de extracción utilizado fue Olsen Modificado y su concentración es analizada por espectrofometría de absorción atómica.

Materia Seca y Composición Botánica: Parámetros que permiten la estimación de la disponibilidad de alimento, aplicado a la ganadería de leche bovina, se expresa en porcentaje (%). Protocolo de análisis basado en el cálculo del porcentaje de humedad.

Proteína (PC): Parámetro indispensable para realizar correcciones en la nutrición de ganado lechero, se expresa en porcentaje (%). El método de análisis es Kjeldahl, procedimiento basado en la mineralización ácida del nitrógeno en forma de amoníaco.

Entre los elementos estimados como parte de la planificación del uso de los recursos forrajeros en el área de estudio fueron:

Producción de forraje: Parámetro indispensable para conocer la producción de los potreros en términos de kilogramos de materia seca (MS) por hectárea y por año. En base a la (MS) de las pasturas se obtuvo importantes elementos de sobre la forma como el productor utiliza sus pastizales.

Eficiencia de utilización de los pastizales: Es el resultado de la intensidad del pastoreo y en la medida que incrementa el número de (UA) que pastorean una superficie determinada, la cantidad de forraje cosechado incrementa (Formoso, 2005).

En la Tabla 13, se muestra los valores de eficiencia de utilización para diferentes niveles de intensidad de uso de los pastos y forrajes.

Tabla 13

Eficiencia de utilización de los pastizales.

Pastoreo	Nivel de intensidad (%)		
	Alto	Bajo	Medio
Vacas en producción y secas	90,0	80,0	70,0
Vacas, vaquillas, terneros	...	70,0	60,0

Fuente: Tomado de (Caballero y Hervas, 1985)

Unidad de carga animal (UA)

Para el cálculo de la carga animal, se requiere la aplicación de un método de igualación para las diversas categorías de animales de un predio a un sistema de unidad uniforme. El término unidad animal (UA), describe una vaca de 450 kg, ya sea de categoría seca, o con una cría de

hasta seis meses de edad, o su equivalente, basándose en una cantidad de forraje requerida de 12 kg de materia seca por día.

El uso de las equivalencias, permite estimar el número de (UA) de las fincas con diversos tipos de categorías de animales. Para este propósito se emplea la unidad animal (UA), descrita en la Tabla 14.

Tabla 14

Equivalencia de unidades animales para diferentes categorías de un hato lechero.

Categoría	Equivalencia (UA)
Vaca lactante	1,0
Vaca seca	0,8
Vaca vientre	0,7
Vacona fierro	0,5
Vacona media	0,3
Ternero	0,1
Toro	0,8

Fuente: Tomado de (Izquierdo y Paladines, 2003)

Capacidad de carga (CC). Esta variable se define como el número de (UA) por hectárea que, en promedio, puede mantener a través del año en forma productiva y sin recurrir a otros alimentos introducidos a la finca.

La estimación de la capacidad de carga y las particularidades del mismo son tomadas de (Grijalva *et al.*, 1995).

$$CC = \frac{D \times f}{C \times t}$$

En donde

D= producción de forraje, kg de materia seca (MS)/ha.

F= eficiencia de utilización, %.

C= consumo de forraje por UA en kg MS/día.

T= tiempo de utilización del potrero en días.

La eficiencia de utilización de los pastizales asumido para la investigación fue de 70%, que corresponde a vacas en producción y secas, bajo un modelo de producción de leche medio que considera pérdidas de forraje en un 30%.

3.2.8. Análisis estadístico

Debido a que en el presente estudio se cuentan con datos cualitativos y cuantitativos, el enfoque estadístico es particular para cada caso.

3.2.8.1. Análisis de datos cualitativos

Los datos obtenidos de la encuesta aplicada son cualitativos, por lo que se procede a realizar un análisis descriptivo gráfico de las respuestas realizadas a cada una de las preguntas. Se usaron principalmente gráficos de barras.

3.2.8.2. Análisis de datos cuantitativos

Se realizaron los siguientes análisis:

- Estadística Descriptiva.
- Análisis de Correlación y Componentes Principales.

3.2.9. Análisis del costo de producción de la leche

El presente producto fue desarrollado a través de la herramienta metodológica estudio de caso; para cual fueron seleccionadas cinco sistemas productivos de leche del área de estudio; mismas que además de contar con similares características climáticas y agronómicas fueron contrastantes en las variables: unidad animal (UA), producción (L/día), y superficie. Estas variables permitieron la categorización de los sistemas productivos.

A continuación, se describe la categorización:

Para el estrato (< 3 ha) fueron seleccionados dos productores que disponen para la actividad agrícola de 1 a 2 hectáreas de pasturas, respectivamente; en el estrato (3 a 6 ha) fue seleccionado un productor con tres hectáreas de pasturas; finalmente en el estrato (> 6 ha) fueron seleccionados dos productores que disponen de 6,5 y 10 hectáreas de pasturas, respectivamente. Para el estudio de caso, no fueron considerados los productores atípicos que disponen una superficie menor a una hectárea y mayor a 20 hectáreas.

Para determinar los ingresos netos y gastos mensuales en la producción de leche fueron necesarios obtener los siguientes insumos:

Costo primo

Materia prima: (alimentación, potreros, sobrealimento, sal mineral, medicamento, vitaminas, desparasitarte, vacunas, antibióticos, inseminación, monta directa).

Mano de obra: Personas que colaboran en la (UPA).

Costos indirectos de fabricación

Servicios básicos (agua, luz eléctrica, teléfono).

Reparación y mantenimiento de maquinaria y equipos (2% del costo total de la maquinaria).

Equipos de seguridad para la producción (overol, guantes, botas de caucho).

Útiles de aseo (desinfectante, desengrasante, toalla, paños, detergente, cloro, otros).

Depreciación obra civil (infraestructura de riego, sala de ordeño, manga para manejo de ganado, poste de madera, otros).

Depreciación de equipos de producción (rastrillo, azadón, balde metálico, cedazo metálico, estacas metálicas para cerca eléctrica).

Depreciaciones de activos biológicos (vacas en producción, vacas secas, vacas hierro, otros).

Gastos administrativos**Teléfono e internet**

Suministros de oficina (cuadernos, esferos).

Depreciación de muebles y enseres (archivados, sillas, otros).

Depreciación de equipos de oficina (teléfono, impresora).

Con los insumos citados se logró definir el ingreso neto logrado por las (UPA's) dedicadas a la producción de leche en el área de estudio. Para finalmente contrastarlo con el salario mínimo vital definido por el Gobierno para el año 2018. Esta información permitió analizar si el salario mínimo vital es alcanzado por este sector de la población.

3.2.10. Diagnóstico de sustentabilidad

Con toda la información generada se simplificó los resultados, para contar con una tabla de evaluación de los indicadores de sostenibilidad de acuerdo a la metodología (MESMIS).

Los indicadores de sostenibilidad juegan un papel crucial en el desarrollo sostenible ya que permiten la supervisión de la sostenibilidad y desarrollo de políticas; con la finalidad de apreciar los diferentes elementos que la integran: el ambiente, los recursos, aspectos sociales y económicos de una manera integral (Haydee, 2011).

Esta metodología tiene como base los criterios de: eficiencia, distribución de costos y beneficios, conservación de recursos, diversidad, capacidad de innovación, control y participación, que facilitará la selección de indicadores que permitan mostrar el estado en que se encuentran los sistemas productivos.

De manera esquemática (MESMIS), demanda seguir las siguientes directrices de manera recursiva (Haydee, 2011):

- a) **Caracterización del sistema del manejo.** Caracterizar el sistema, los sistemas de manejo a evaluar, sus límites, subsistemas, flujos internos y externos.
- b) **Determinación de los puntos críticos.** Fortalezas y debilidades del sistema.
- c) **Selección de indicadores.** La evaluación de la sostenibilidad del sistema productivo agrícola requiere innovar aspectos que resultan complicados por otros más claros que permitan detectar tendencias en los sistemas productivos en particular. Se relaciona con la terminación de los criterios de diagnóstico y selección de indicadores estratégicos.
- d) **Medición y monitoreo de indicadores.** Diseño de herramientas de análisis y obtención de la información requerida. En el caso de indicadores cuantitativos se puede realizar la normalización mínimo-máximo. Barrantes (2018), cita que la normalización utiliza los valores mínimo y máximo para normalizar linealmente los datos.
- e) **Presentación e integración de resultados.** Comparar la sostenibilidad de los sistemas de manejo analizados indicando los principales obstáculos y aspectos que lo fortalecen.

- f) **Conclusiones y recomendaciones.** Síntesis del análisis y elaboración de sugerencias para fortalecer la sostenibilidad de los sistemas de manejo y el proceso de evaluación.

Cálculo de indicadores de sostenibilidad

El cálculo de los indicadores de sostenibilidad y las particularidades del mismo son tomadas de (Silva y Ramírez, 2017).

Para esta variable los elementos de análisis son descritos a continuación:

Valor de los indicadores (Vi)

Los indicadores de sostenibilidad fueron ordenados por área de evaluación (valor de juicio) teniendo en consideración las características de los sistemas productivos. Posteriormente se les asignó un valor entre 1 y 3 a cada indicador, en tres rangos de valores, mediante un proceso interactivo facilitadores-actores involucrados. Al respecto Barrantes (2018), menciona que si el incremento del indicador puede reflejar una situación mejor o peor para la dimensión entorno a la sostenibilidad.

La escala estandarizada permitió organizar toda la información y convertir los distintos indicadores en uno homogéneo.

Valor de criterio de diagnóstico (VCD)

$$VCD = \frac{(\sum Vi)}{S} \text{ [Ecuación 1]}$$

Donde S es el número de indicadores que forman cada criterio del diagnóstico.

Índice general de sostenibilidad (IGS)

$$IGS = \frac{(\Sigma VCD)}{N} \text{ [Ecuación 2]}$$

Donde N es el número de criterios del diagnóstico

Complemento a la metodología (MESMIS), se utilizó el diagrama tipo ameba para ilustrar la dimensión de los indicadores agrupados en variables ecológicas, económicas y sociales; para las tres categorías que engloban las unidades productivas del área de estudio.

Los diagramas tipo ameba son utilizados para mostrar en términos cualitativos hasta donde el objetivo ha sido alcanzado para cada indicador dando el porcentaje del valor actual. Al respecto Barrantes (2018), indica que “al utilizar este tipo de diagramas multidimensionales se puede representar de una manera “gráfica” el estado de los sistemas de producción. De esta forma, mostrar el grado de desarrollo sostenible de los sistemas de producción, así como sus debilidades”.

Los indicadores también pueden ser agrupados de acuerdo a su relevancia con el estado capital social, económico, y natural de cada sistema agrícola que se está siendo evaluado. Finalmente se graficaron los (IGS) generados con la finalidad de realizar un análisis comparativo de los niveles de sostenibilidad de cada categoría evaluada.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Tipología de los sistemas productivos

Para identificar los factores que inciden en los sistemas de producción de leche bovina en la parroquia Ayora, se realizó una clasificación de aspectos antrópicos, físicos y ambientales a través de una encuesta en las comunidades Cariacu y Paquiestancia, y los análisis de laboratorio de las muestras de leche, suelos, agua y forraje de las fincas seleccionadas. Los resultados se detallan a continuación:

4.1.1. Resultados generales de la encuesta

Sexo de los productores

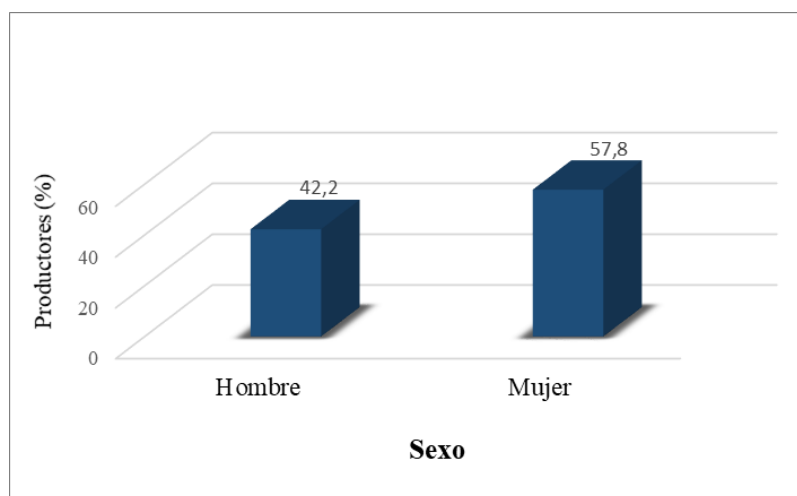


Figura 3. Sexo de los productores de leche de las unidades productivas del área de estudio.

La Figura 3, muestra que la participación de la mujer en la producción y comercialización de la leche es del 57,8% del total de unidades productivas diagnosticadas. Al respecto Salazar y García (2010), sostienen que en Ecuador el hombre cumple el rol de jefe de hogar en el 76,1% de hogares de la población rural. Es muy probable que el hombre cumple otro tipo de actividad que no está relacionada a la actividad lechera, lo cual obliga a la mujer asumir la responsabilidad del sistema productivo

Beltrán y Cuarán (2015), en un diagnóstico realizado en la parroquia Olmedo del cantón Cayambe, encontraron que el 37,2 % de padres de familia no trabajan en las unidades productivas ya que disponen de un empleo. Al respecto Biermayr (2016), sostiene que bajo un modelo tradicional el hombre con su remuneración garantiza el sustento familiar y la mujer posterior a realizar todo el trabajo doméstico, puede generar un dinero extra para la familia.

Edad del productor de leche

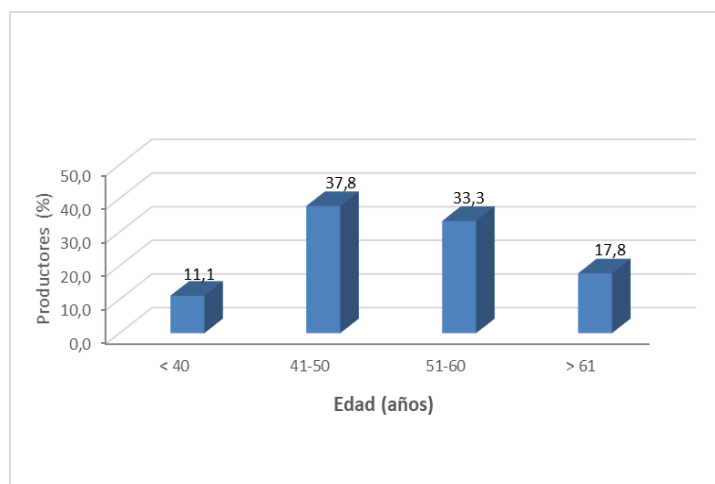


Figura 4. Edad de los productores de leche del área de estudio.

De acuerdo a la interpretación de la Figura 4, con respecto a la variable edad, se puede concluir que el 82,2% de productores de leche del área de estudio se encuentran entre los 40 a 60 años. Esto posiblemente puede indicar que a mediano plazo no exista alternancia en la producción de leche, en el área de estudio.

Salazar y García (2010), sostienen que en Ecuador la población comprendida entre los 15 a 64 años la mujer ocupa el 62,8%. De manera similar Moreno *et al.* (2014), indica que en el cantón Cayambe la población comprendida entre los 15 a 60 años la mujer ocupa el 60%. Nótese que en relación al análisis de la variable edad y sexo existe un relativo predominio de las mujeres en los grupos de edad.

La información generada en el diagnóstico es similar a los valores citados. Esto sustenta el proceso de muestreo seleccionado y ejecución del diagnóstico rural participativo llevado a cabo en esta investigación.

Nivel de instrucción

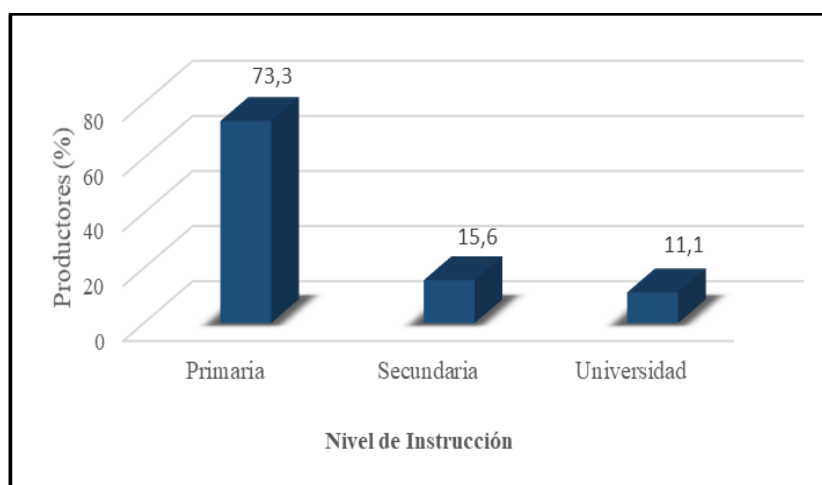


Figura 5. Nivel de instrucción de los productores agropecuarios del área de estudio.

De acuerdo a la

Figura 5, relacionado al parámetro nivel de instrucción, se observa que el nivel de educación predominante en los productores del área de estudio es la primaria con 73,3%. Asimismo, se observa que los productores de leche presentan un nivel de instrucción secundaria y superior de 5,6 y 11,1% respectivamente.

Al respecto Moreno *et al.* (2014), indica el cantón Cayambe la población presenta un nivel de instrucción primario y secundario de 39,41% y 20,43% respectivamente. El mismo autor manifiesta que el cantón Cayambe, existen extensiones universitarias; mismas que no proporcionan carreras afines a la producción agrícola o pecuaria.

Es necesario señalar que el nivel de instrucción influye sobre el aprovechamiento de las capacitaciones ofertadas ya que como requisito es indispensable tener un nivel apropiado de conocimientos para optimizar cualquier tipo de programas formación.

Instituciones capacitadoras del área de estudio

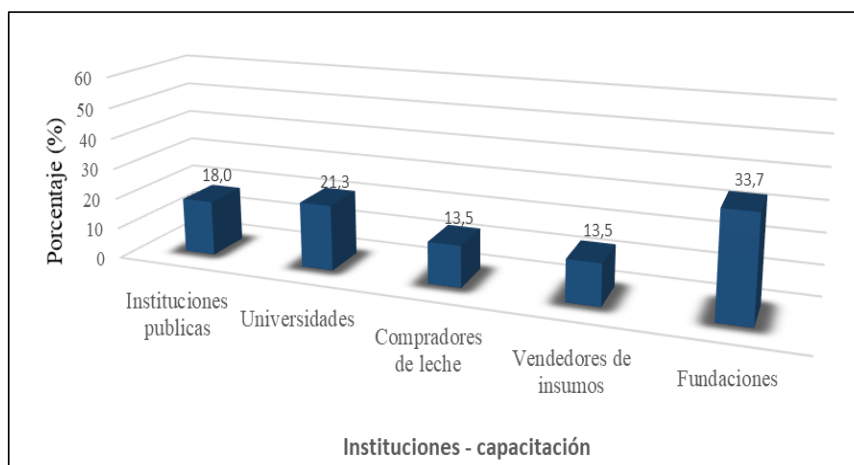


Figura 6. Instituciones que ofertan capacitación a los productores de leche del área de estudio.

De acuerdo a la Figura 6, en relación a las instituciones que proporcionan capacitación, se puede concluir que el 33,7% de los programas de capacitación son las fundaciones quienes ofertan este tipo de servicio en la zona en estudio. Entre las fundaciones de mayor influencia podemos citar: Casa campesina Cayambe (CCC), Instituto de Desarrollo de Comunidades Andinas de Cayambe - IEDECA, Servicios de Desarrollo Alternativo (SEDAL), Fundación Casa Campesina.

Al respecto Guerra (2012), sostiene que si bien existe una gama de servicios que estas instituciones aportan a las comunidades, no existe coordinación adecuada interinstitucional que permitan lograr cambios significativos permanentes.

Nótese que el segmento beneficiario entorno a los programas de capacitación trata de una población envejecida que dispone un nivel de instrucción primaria lo cual hace poco eficiente los programas de capacitación ofertados.

Superficie de las unidades productivas

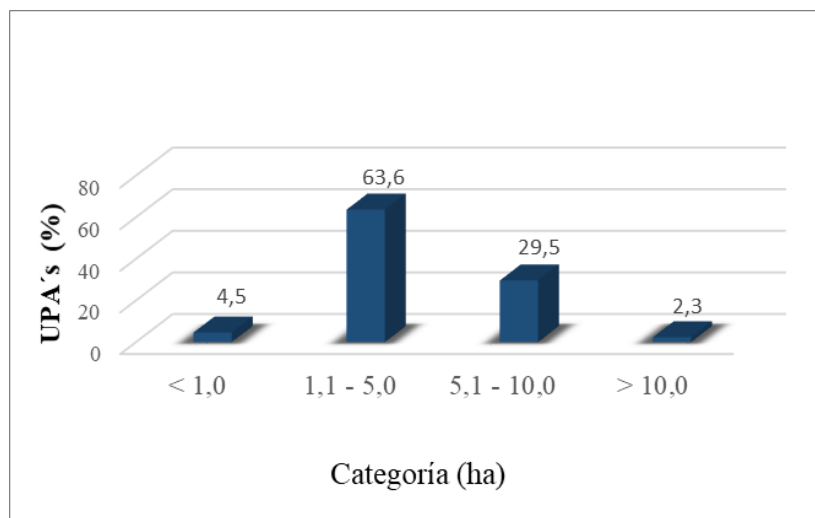


Figura 7. Superficie de las unidades productivas del área de estudio.

Al interpretar la Figura 7, se observa que del área de estudio el 63,6% de productores de leche dispone para esta actividad una superficie entre 1 a 5 hectáreas. Al respecto Bonifaz y Requielme (2012), señalan que en la Sierra del Ecuador del 50 al 86% de productores disponen de 1 a 5 ha para la producción de leche.

Haro (2003), menciona que la producción de leche bovina en Ecuador es de carácter extensivo y el incremento de la producción de leche se basa en la incorporación de un mayor número de factores, principalmente al incremento de pastizales y (UA), más no a un mejoramiento del rendimiento de sus factores, lo cual se evidencia en los bajos rendimientos de leche.

Lo anterior concuerda con Cachipundo *et al.* (2017), quien manifiesta que la sustentabilidad de los sistemas productivos va de la mano con la intensificación del uso del suelo

y tamaño de la tierra, en otras palabras, un número elevado de unidades animales (UA) alimentados con pastos y forrajes producido en una unidad de superficie (ha).

Razas bovinas

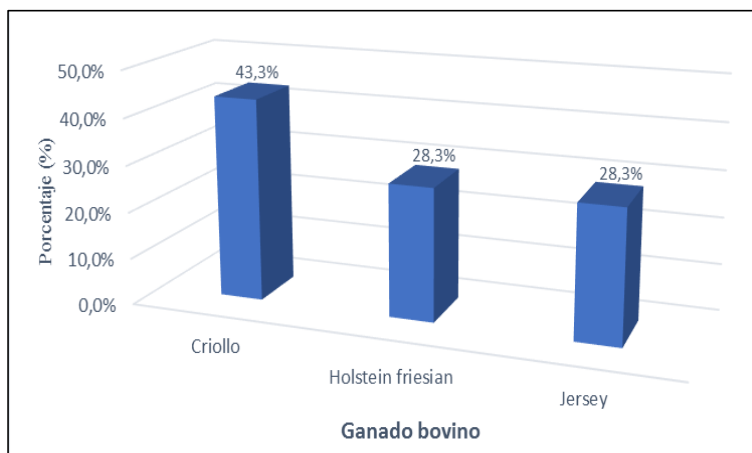


Figura 8. Razas bovinas presente en los sistemas productivos del área de estudio.

La Figura 8, muestra que el 43,3% de bovinos presentes en las unidades productivas corresponde a vacas tipo mestizas. Los productores del área de estudio disponen este tipo de ganado, principalmente por sus condiciones agrestes que le permiten sobrevivir en condiciones de páramo.

Nótese que en el área de estudio existe un predominio de mestizaje con razas productoras de leche. Herrera y Tarazona (2015), mencionan que cuando un alto porcentaje del hato ganadero se encuentra conformado por razas bovinas criollas, la producción no es idónea para la actividad lechera como sucede con la raza Holstein.

Al respecto Haro (2003), sostiene que el ganado vacuno criollo se caracteriza por presentar bajas tasas de crecimiento y reproducción con modestos niveles de producción, estos factores son compensados con bajos costos de producción y su capacidad de adaptación.

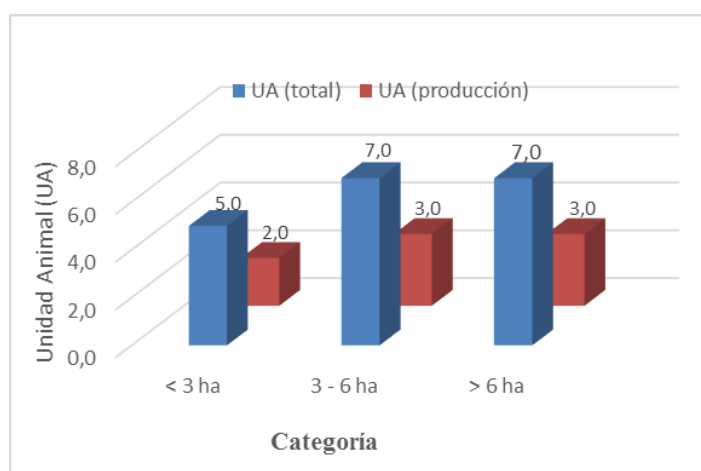


Figura 9. Unidad animal presente en los sistemas productivos del área de estudio.

La figura anterior, muestra que la unidad animal bovina (UA) presente en los sistemas productivos es baja para las categorías determinadas en el diagnóstico. Lo anterior ratifica los planteamientos realizados por Haro (2003), quien sostiene que en Ecuador la superficie de pastizales se ha incrementado en mayor proporción que las unidades bovinas, con la finalidad de compensar el bajo rendimiento de los pastizales, siendo este factor el cuello de botella de la producción de leche.

Producción de leche bovina

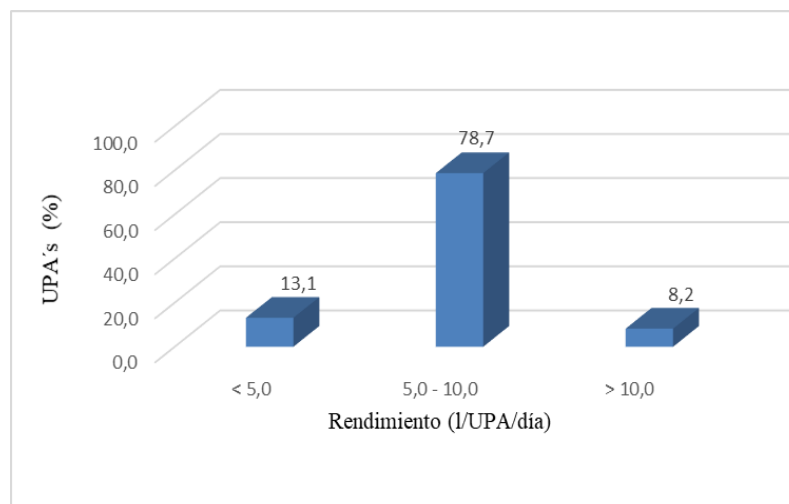


Figura 10. Producción bovina en sistemas productivos del área de estudio.

De acuerdo a la interpretación de la Figura 10, con respecto a la producción de leche, se puede concluir que el 78,7% de sistemas productivos del área de estudio presentan una producción que fluctúa entre 5,0 a 10,0 (L/UA/día); y apenas un 8,2% de unidades productivas tienen un rendimiento de leche superior a los 10,0 (L/UA/día).

Al respecto Haro (2003); Cachipundo *et al.* (2017), afirman que sistemas productivos con “> 5 ha” basados a un modelo de producción extensivo, presentan una mayor producción de leche (L/UA/día) en respuesta a un mayor número de vacas; contrariamente las fincas con “< 1 ha” presentan un menor número de hatos en producción y esto se refleja en rendimientos inferiores a los 9,8 (L/UA/día).

Bonifaz y Requelme (2012), mencionan que en la Sierra del Ecuador los sistemas productivos con 5 a 20 hectáreas, presentan una producción de leche que fluctúa de 8,3 a 14,3 (L/UA/día). Contrariamente fincas lecheras con superficies menores a 20 hectáreas la producción de leche se encuentra entre 6,5 a 15,9 (L/UA/día).

4.1.2. Análisis de las muestras en laboratorio

4.1.2.1. Parámetros físico-químicos de los suelos

Tabla 15

Parámetros físico-químicos promedio de los suelos en sistemas productivos de leche bovina en la parroquia Ayora.

Parámetros	Unidad de medida	Paquiestancia	Cariacu
Materia orgánica	%	5,9	5,7
pH	u pH	5,9	5,9
Conductividad eléctrica	mS/ cm	0,4	0,4
Fósforo	Ppm	24,3	17,4
Potasio	meq/ 100 mL	0,8	0,8
Calcio		10	10,6
Magnesio		3,1	3,2

En la Tabla 15, se observa algunos parámetros físicos y químicos de los suelos; estos rangos de nutrientes, detectados probablemente estarían condicionando el rendimiento de pastizales. Nótese que el contenido de fósforo si bien no es el óptimo para la producción de pastizales es ligeramente mayor en la comunidad de Paquiestancia. Asimismo, se observa que los niveles de materia orgánica son altos, esto justificaría parte de la acidez en los suelos en la zona de estudio.

Al respecto, Izquierdo y Paladines (2003), sostienen que el nivel óptimo de fósforo en el suelo es 40 ppm para la producción de pastos y forrajes. En este contexto, el contenido de fósforo detectado en la zona de estudio permitiría sustentar parcialmente una producción de pasturas. Los mismos autores, indican que factores intrínsecos, como: bajas cargas bovinas y pastoreos con

mucho retraso genera una producción de un mayor volumen de forraje pero con altos contenidos de fibra (menor calidad nutritiva).

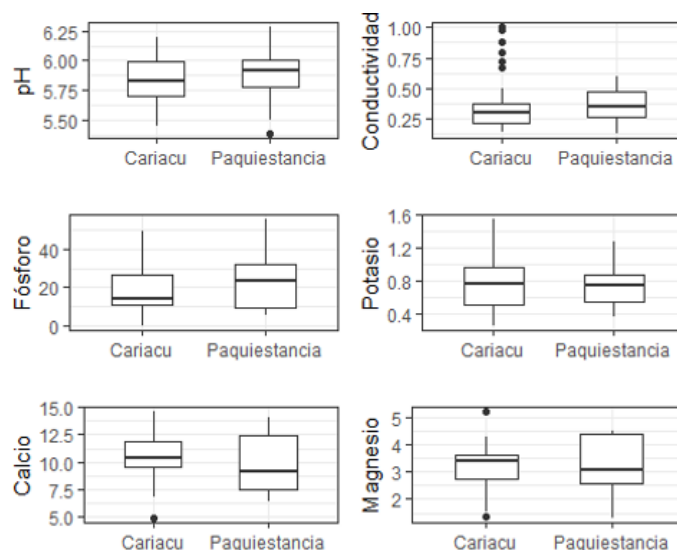


Figura 11. Diagrama caja y bigote de los parámetros físico-químicos de los suelos de área de estudio.

De acuerdo a la interpretación de la Figura 11, con respecto a los parámetros medidos en suelo, se puede concluir que: a) la mediana de pH no presenta diferencias entre las comunidades de Cariacu y Paquiestancia. El suelo tiende a ser ligeramente ácido en el área de estudio; b) los valores de conductividad eléctrica para las comunidades analizadas son similares, presentándose algunos valores atípicos altos en la comunidad de Cariacu; c) el parámetro fósforo presenta mayor variabilidad en la comunidad de Paquiestancia que en Cariacu, donde se presenta además sesgo hacia valores bajos; d) las medianas de los valores del parámetro potasio son similares para las comunidades Cariacu y Paquiestancia; e) en el caso del parámetro calcio, mayor variabilidad se evidencia en la comunidad de Paquiestancia, con una mediana ligeramente menor que la determinada en Cariacu; sin embargo el 75 % de los datos, tanto para Cariacu, como para

Paquiestancia se encuentran por debajo de los 12,5 meq/100 mL; f) el parámetro magnesio presenta una variabilidad similar al parámetro calcio, aunque con concentraciones menores a éste. Concentraciones de magnesio con tendencia a valores altos se presentan en la comunidad Cariacu.

En la Tabla 16, se puede observar que en el área de estudio la concentración de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua de consumo humano cumple con los requisitos de aceptación determinados por el Tratado Unificado de Legislación y Medio Ambiente (TULSMA).

De lo anterior se concluye que “la calidad agua”, con que cuentan los productores del área de estudio, permite garantizar el desarrollo de las buenas prácticas agrícolas (BPA) y buenas prácticas de ordeño (BPO) que probablemente influye positivamente a la conservación de la calidad composicional e higiénica de la leche.

MAE (2017) indica que “el agua empleada con fines agrícolas (irrigación de cultivos y otras actividades complementarias), debe cumplir con los niveles de permisibilidad establecidos en la tabla 4 y 5 del TULSMA, y estrictamente prohíbe el uso de aguas servidas para dicha actividad, exceptuándose aguas servidas tratadas”.

Lagger *et al.* (2000), sostiene que la calidad del agua no es tomada en cuenta en establecimientos lecheros. Si bien no se dispone de mucha información, la calidad del agua debe encontrarse orientada su aplicación a la producción de leche y pensando en altas producciones, lo recomendable es “que la calidad sea similar a la requerida para los seres humanos”.

Tabla 16

Parámetros de calidad del agua de riego del área de estudio.

Parámetros	Unidad de medida	Paquiestancia	Cariacu
pH	u pH	7,4	7,2
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L (DBO5)	< 4,0	< 4,0
Demanda química de oxígeno	mg/L (DQO)	< 15,0	< 15,0
Nitratos	mg/L (NO3)	0,9	2,7
Amonio	mg/L (NH3)	< 0,5	< 0,5
Sulfatos	mg/L (SO4)	< 0,5	< 0,5
Sólidos totales	mg/L (ST)	0,1	0,1
Coliformes totales	Número más probable/100 mL	< 1	< 1
Coliformes fecales		< 1	< 1

Por otra parte, el agua utilizada para el riego de las fincas proviene de reservorios comunitarios y el 100% de estas fincas dispone de agua; misma que es aplicada por aspersión. De acuerdo al diagnóstico realizado a los productores de leche, el agua de riego es proporcionada por turnos/semana y el tiempo disponible del agua tanto para Cariacu y Paquiestancia varía de 1 a 4 horas/ha/semana.

Al respecto Cachipundo *et al.* (2017), sostiene que el agua de riego es gestionada a nivel comunitario en base a los principios de equidad y solidaridad, sin embargo, no se establecen parámetros técnicos de distribución y aplicación de agua en las unidades productivas como: requerimientos hídricos, láminas de riego neta, según el estado de desarrollo del cultivo, condiciones climáticas locales y tipo de suelo.

Proteína cruda en los pastos

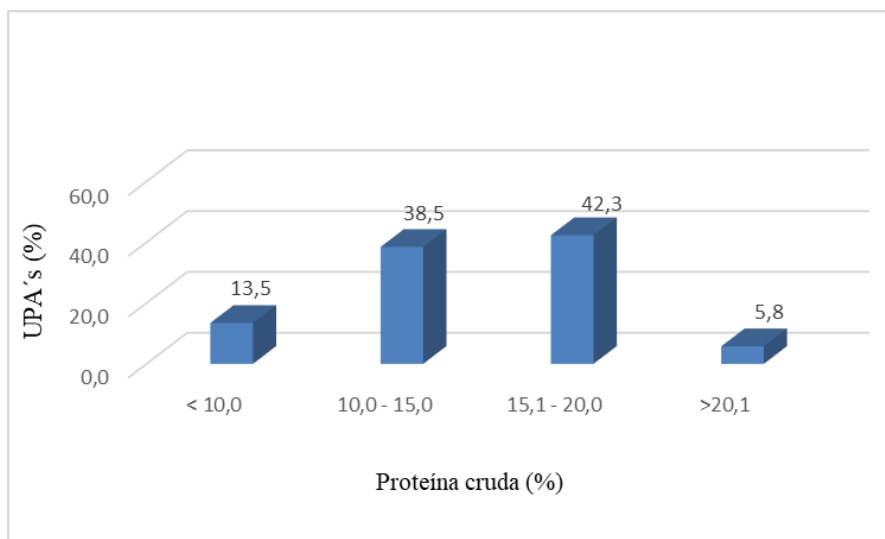


Figura 12. Contenido de proteína en los pastos de las mezclas forrajeras del área de estudio.

De acuerdo a la interpretación de la Figura 12, se observa de manera general que el 42% de sistemas productivos registran un contenido de proteína cruda en las pasturas cuyo rango fluctúa entre 15,1 a 20,0%. Probablemente, el nivel de proteína cruda detectado corresponde al forraje *Penisetum clandestinum* “kikuyo”, que nutricionalmente se caracteriza por mostrar bajos niveles de digestibilidad.

Al respecto Grijalva *et al.* (1995) indica que en relación al valor nutritivo, el kikuyo presenta al inicio de la floración un 15,3% de proteína cruda lo que representa un 9,3% de proteína digerible. El mismo autor, sostiene que “en la etapa de floración a nivel energético el kikuyo presenta 2,3 Mcal/kg de materia seca”.

Se concluye que los valores de proteína cruda detectado en los pastos son los suficientes para obtener leche con porcentajes de proteína que superan el valor mínimo de comercialización es 2,9 establecidos por el Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización INEN 009.

Contenido de maleza

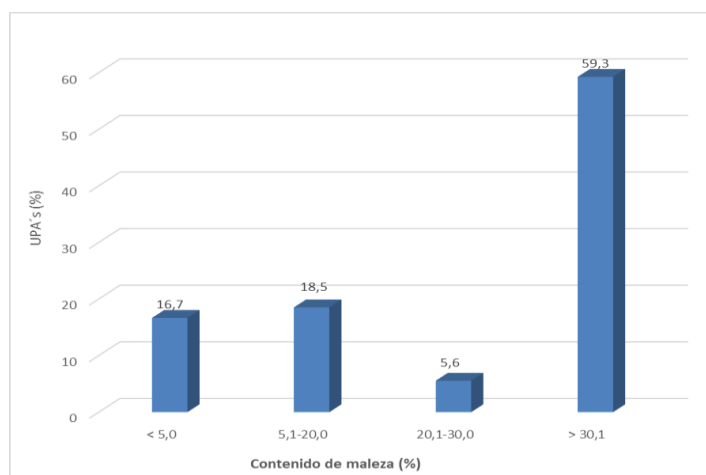


Figura 13. Contenido de maleza en mezclas forrajeras del área de estudio.

La Figura 13, muestra que el 59,3% de sistemas productivos presentan un valor $> 30,1\%$ de maleza en sus pasturas. El elevado contenido de maleza en los potreros se refleja sobre el nivel de proteína de los pastos, estos factores productivos seguramente terminan impactando negativamente sobre el volumen y calidad composicional de la leche.

Martínez (2016), entorno a un diagnóstico realizado en la provincia de Cotopaxi, detectó que el 82,52% de sistemas productivos la alimentación del ganado lechero se sustenta en base a pastos y forrajes disponibles en sus fincas. El mismo autor, menciona que “los pastizales

analizados son de baja calidad nutricional y las malas prácticas agrícolas implementadas en la zona han favorecido la propagación de especies invasoras sobre los pastizales”.

Al respecto Grijalva *et al.* (1995), sostiene que el valor nutritivo de un pasto no sólo depende de la cantidad de nutrientes que lo constituyen, sino también de la cantidad de nutrientes consumidos por el animal; y en respuesta a ciertas características no es aprovechado por el animal, resulta un alimento de baja calidad nutritiva.

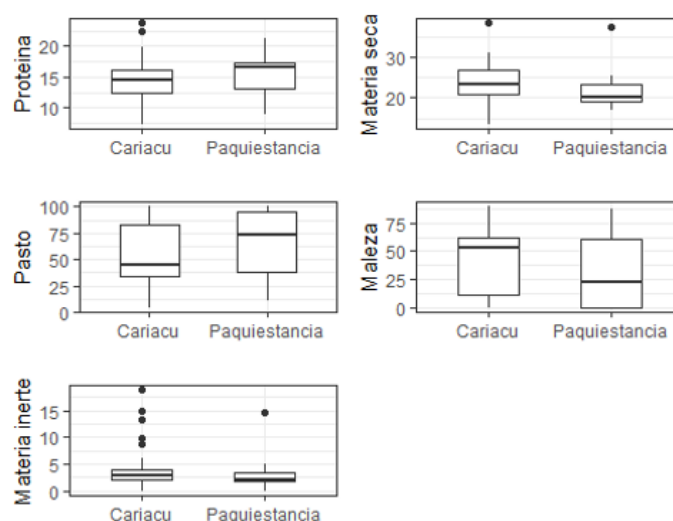


Figura 14. Diagrama caja y bigote de los parámetros: proteína cruda, materia seca y composición botánica, en mezclas forrajeras del área de estudio.

De acuerdo a la interpretación de la Figura 14, con relación a los parámetros medidos en los pastos y forrajes, se puede concluir que: a) la mediana de proteína cruda no presenta diferencias entre las comunidades de Cariacu y Paquiestancia. Los niveles de proteína cruda en los pastos son bajos en la zona de estudio; b) el valor de materia seca presenta una mayor variabilidad en comunidad Cariacu, con una mediana mayor que la determinada en Paquiestancia;

c) el parámetro pasto presenta menor variabilidad en la comunidad de Cariacu que en Paquiestancia, donde se presenta además sesgo hacia valores altos.

4.1.2.2. Calidad composicional e higiénica de la leche

Proteína en la leche

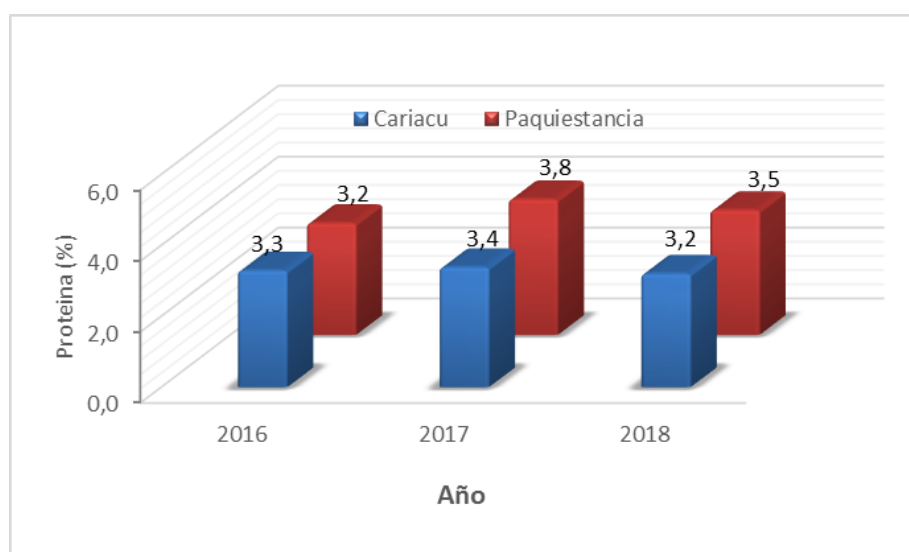


Figura 15. Monitoreo de la proteína en la leche (período 2016 – 2018) del área de estudio.

De acuerdo a la interpretación de la figura anterior, se puede concluir que en el año 2017 la leche, presentó los valores más altos de proteína tanto para comunidad de Cariacu y Paquiestancia. No obstante, el contenido promedio de este componente al final del 2018, presenta un descenso; muy probablemente, esto se debe a que la industria láctea del sector desde el año 2017, para el pago de la leche dio mayor prioridad la calidad higiénica que la calidad composicional del producto.

El nivel de proteína en la leche, producida en la zona de estudio, supera el valor mínimo establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana del Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (NTE INEN 009); la cual señala como valor mínimo de proteína en la leche 2,9% (INEN, 2008).

De acuerdo a la interpretación de la Figura 16, correspondiente al porcentaje de proteína en la leche, se puede concluir que: a) los sistemas productivos de la categoría “> 6 ha” presenta el mayor contenido promedio de proteína con 3,35%; en el caso de los sistemas productivos de la categoría “< 3 ha” presentan el menor contenido promedio de proteína con 3,29%.

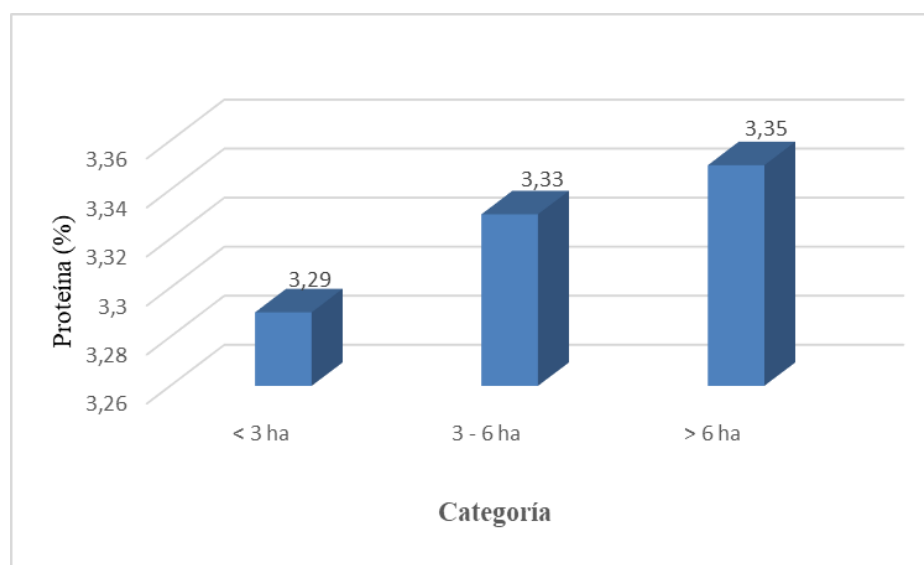


Figura 16. Nivel de proteína en la leche en los sistemas productivos del área de estudio.

Se puede concluir que si el pago fuese realizado por el nivel de proteína las fincas de la categoría “> 6 ha” son aquellas que recibirían un mayor precio por la venta de su producto. Sin embargo, el Acuerdo Ministerial 394, en el tema bonificaciones considera adicionalmente a la

proteína el nivel de grasa siendo complementario el nivel de este elemento para obtener una mayor bonificación.

Al respecto el ciclo de lactación puede influir significativamente sobre el contenido de proteína, incrementándose su contenido en la leche a medida que transcurre la lactación. Asimismo el contenido de proteína disminuye con el aumento del número de partos, esto debido a un efecto de dilución de componentes de la leche como respuesta a la mayor producción que las vacas presentan al incrementar el número de partos (Briñez *et al.*, 2008; Herrera y Tarazona, 2015).

En ese sentido, Martínez (2016), menciona que el precio fijado para el litro de leche es 0,39 USD y este valor puede variar de acuerdo a la calidad composicional, sanitaria e higiénica, que presente el producto y el precio de este puede variar entre 0,32 a 0,48 USD por litro. El mismo autor, menciona que el precio de la leche es mayor para sistemas productivos que disponen superficies que superan las 20 hectáreas, llegando a ser comercializada la leche en un precio que fluctúa entre 0,37 a 0,50 USD por litro, valor que incluiría bonificaciones que fijan las empresas que compran este producto.

Para el pago de la leche, el comprador toma muestras de manera aleatoria del producto en los centros de acopios a cada proveedor; y estas son enviadas para su análisis al Laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana y en base a los resultados de los análisis de la leche los compradores generan el pago a sus proveedores por el producto recibido.

Grasa en la leche



Figura 17. Monitoreo de la grasa en la leche (periodo 2016 – 2018) del área de estudio.

La Figura 17, corresponde al porcentaje de grasa en la leche. En este se observa que el año 2017 y 2018, presentaron valores más altos de grasa tanto en comunidad de Cariacu como en Paquiestancia. Los valores de grasa en la leche son acordes a los reportados por Herrera y Tarazona (2015), quienes sostiene que “un hato mestizo presenta un nivel de grasa en la leche que fluctúa entre 3,63 a 3,99%; mientras que vacas Holstein su nivel de grasa promedio es 3,4%”.

Nótese en la figura anterior, que el nivel de grasa registrado en la leche corresponde a ganado bovino criollo (Holstein-Jersey); mismo que se caracteriza por reportar niveles de grasa superiores a la raza Holstein.

Herrera y Tarazona (2015), indican que una alimentación en base a pastos provoca un mayor contenido de grasa 5,5% en la leche, el pastoreo de vacas Holstein en gramíneas, generan una producción de leche con 4,4% de grasa, mientras que la adición al pastoreo de leguminosas disminuirá de manera notable a 3,8% en contenido de grasa. El mismo autor, cita que “la alimentación en base a heno, ensilados de ryegrass y heno de pastizal natural, reportan

diferencias significativas en el contenido graso de la leche, detectando valores de 4,04%, 3,41% y 3,71%” respectivamente.

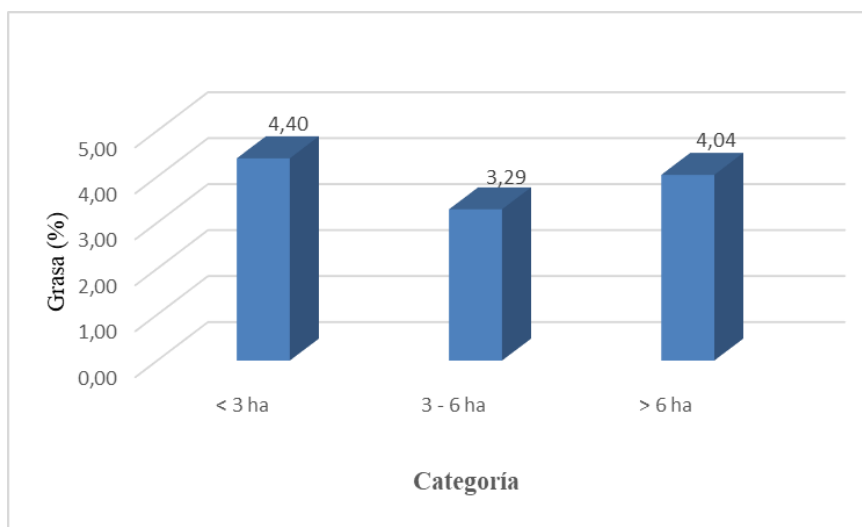


Figura 18. Nivel de grasa en la leche de los sistemas productivos del área de estudio.

De acuerdo a la interpretación de la Figura 18, con respecto al porcentaje de grasa en la leche, se puede concluir que: a) los sistemas productivos de la categoría “< 3 ha” presentan el mayor contenido de grasa con 4,40%; en el caso de los sistemas productivos de la categoría “< 3 - 6 ha”, presentan el menor contenido de proteína con 3,29%. Se puede concluir que en base al nivel de grasa las fincas de la categoría “> 3 ha”, son aquellas que recibirían un mayor precio por bonificaciones en la leche.

INEN (2008), indica que la leche bovina como requisito para su comercialización debe presentar como mínimo un 3,0% de grasa. Al respecto se concluye que el porcentaje de grasa en la leche producida en los sistemas productivos del área de estudio supera el valor mínimo establecido en la norma técnica para leche cruda.

Pago de leche en base a la calidad composicional

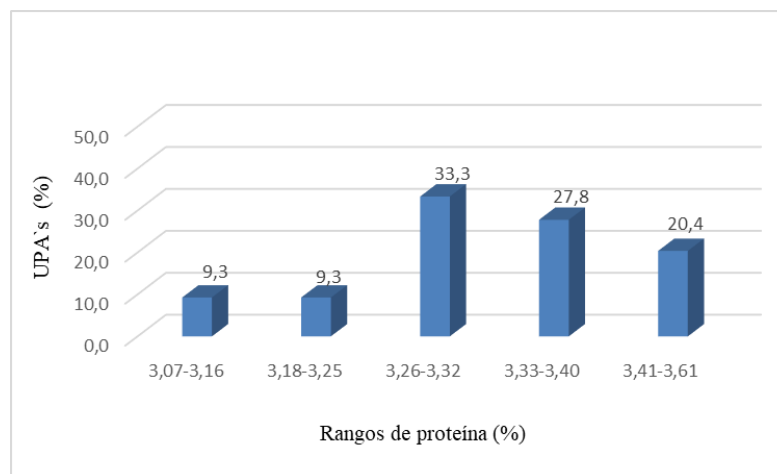


Figura 19. Rangos de proteína en la leche producida en los sistemas productivos del área de estudio.

La Figura 19, indica que el 100% de sistemas productivos producen leche con un contenido de proteína que supera el valor mínimo fijado para la comercialización de este producto 2,9%. En base a lo anterior, nótese que los diferentes niveles de proteína en la leche al momento de su comercialización, permite a los productores percibir un valor extra al precio base de la leche por concepto de bonificaciones fijadas por su calidad composicional principalmente.

La leche generada en los sistemas productivos del área de estudio, es comercializada a las empresas procesadoras de lácteos, como: El Ordeño y Ecuajugos. El producto es adquirido diariamente a los centros de acopio de leche y el pago a proveedores lo realizan de manera quincenal y fin de mes.

Tabla 17

Modelamiento del valor de la leche en base a la aplicación del (Acuerdo 394).

Proteína ->													
Grasa	2,80	2,90	3,00	3,10	3,20	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00
3,00	0,497	0,500	0,503	0,507	0,510	0,513	0,516	0,520	0,523	0,526	0,529	0,533	0,536
3,1	0,501	0,504	0,508	0,511	0,514	0,517	0,521	0,524	0,527	0,530	0,534	0,537	0,540
3,2	0,505	0,509	0,512	0,515	0,518	0,522	0,525	0,528	0,531	0,535	0,538	0,541	0,544
4,1	0,544	0,547	0,551	0,554	0,557	0,560	0,564	0,567	0,570	0,573	0,577	0,580	0,583
4,2	0,548	0,552	0,555	0,558	0,561	0,565	0,568	0,571	0,574	0,578	0,581	0,584	0,587
4,3	0,553	0,556	0,559	0,562	0,566	0,569	0,572	0,575	0,579	0,582	0,585	0,589	0,592
4,4	0,557	0,560	0,563	0,567	0,570	0,573	0,577	0,580	0,583	0,586	0,590	0,593	0,596
4,5	0,561	0,565	0,568	0,571	0,574	0,578	0,581	0,584	0,587	0,591	0,594	0,597	0,600

De acuerdo a la interpretación de la

Tabla 17, con respecto al precio de venta de la leche por concepto a bonificaciones basadas a su calidad composicional proteína/grasa, se concluye que: a) los sistemas productivos pertenecientes a la categoría “< 3 ha” reciba 0,573 USD/litro; en el caso de los sistemas productivos pertenecientes a la categoría “> 6 ha” reciba 0,564 USD/litro.

En relación a lo anterior, nótese que se vuelven complementarios, el nivel de proteína y grasa en la leche para obtener el mayor precio por concepto a bonificaciones entorno a su calidad composicional (basados al Acuerdo Ministerial 394).

En base a lo anterior, se concluye que por bonificaciones; el productor de las categorías “< 3 ha” y “> 6 ha”, reciban un valor del 14,6% y 12,8%; adicional por venta de la leche respectivamente. El valor base de comercialización de la leche en los centros de acopio en estudio fue de 0,50 USD/litro, a la fecha del diagnóstico.

El respecto Herrera y Tarazona (2015), sostienen que al institucionalizarse el pago por calidad, el ganadero se verá incentivado a cumplir y mejorar los niveles composicionales, a fin de

poder tener un mejor ingreso económico por la leche producida. Se concluye que la proteína y la grasa cumplen un rol importante al momento de evaluar la sostenibilidad de los sistemas productivos de leche.

Conteo total de bacterias

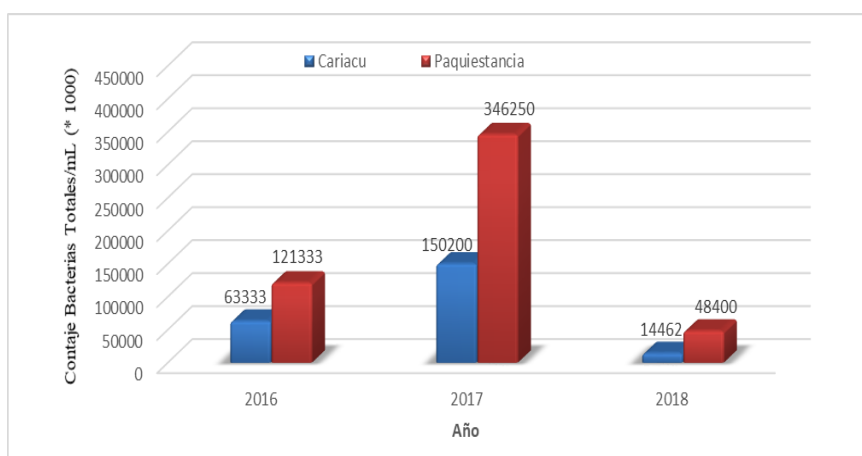


Figura 20. Monitoreo del conteo de bacterias totales en la leche bovina (periodo 2016 – 2018) del área de estudio.

La Figura 20, muestra que los años comprendidos para el periodo 2016 – 2018, la leche producida por la comunidad Cariacu, presentó un valor promedio de Contaje de Bacterias Totales (CBT) inferior a 1.0×10^6 . En contraste, se puede observar que para el mismo periodo la leche producida por la comunidad Paquiestancia, presentó un valor promedio de (CBT) superior a 1.0×10^6 . Es muy probable que en el periodo (2016 – 2018), la comunidad Paquiestancia, tuvo problemas al momento de comercializar la leche por los bajos niveles de calidad higiénica.

Al respecto industria láctea, penaliza con multas a proveedores que presentan bajos niveles de calidad composicional e higiénica en la leche; sanciones que finalmente, terminan reflejándose de manera negativa sobre el precio del producto.

Nótese que para el año 2018, el valor promedio de (CBT), entorno a la leche producida en las comunidades Cariacu y Paquiestancia es menor a $1,0 \times 10^6$. Al respecto INEN (2008), establece como requisito un valor de (CBT) máximo de 1.5×10^6 en leche bovina cruda para que pueda ser comercializada.

Desde el año 2016, los productores de leche de la comunidad de Cariacu, vienen trabajando de manera conjunta con la Universidad Politécnica Salesiana, en temas enfocados a mejorar las prácticas de ordeño, para la reducción de (CBT) en la leche. Al respecto, la comunidad de Paquiestancia se insertó a este proceso a inicios del año 2018.

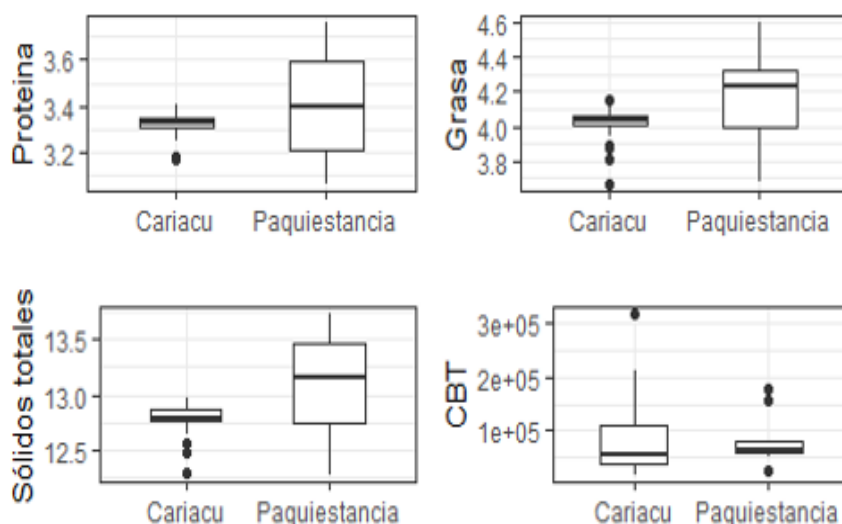


Figura 21. Diagrama de caja y bigote de los parámetros composicionales e higiénicos de la leche en las comunidades Cariacu y Paquiestancia.

De acuerdo a la interpretación de la Figura 21, en relación a los parámetros medidos en la leche, se puede concluir que: a) la mediana de proteína presenta diferencias entre las comunidades analizadas. El nivel proteína tiende a ser ligeramente mayor en la comunidad de Paquiestancia; b) en el caso del parámetro grasa, mayor variabilidad se evidencia en la comunidad de Paquiestancia, con una mediana ligeramente mayor que la determinada en Cariacu; c) el parámetro sólidos totales presenta una variabilidad similar al parámetro grasa, sin embargo estos parámetros presentan valores atípicos altos en relación a la mediana; d) en el caso del parámetro conteo de bacterias totales (CBT), mayor variabilidad se evidencia en la comunidad de Cariacu, con una mediana ligeramente menor que la determinada en Paquiestancia.

4.1.3. Mapas temáticos del área de estudio

A continuación, se ilustran los mapas temáticos de los parámetros:

Contenido de materia orgánica (Figura 22); nivel de pH (Figura 23) y fósforo asimilable en los suelos (Figura 24); el contenido de proteína cruda en las pasturas (Figura 25); y nivel de proteína en la leche (Figura 26). Por limitación de espacio, no se presentan los mapas temáticos de los restantes parámetros diagnosticados en los sistemas productivos.

Nótese, entorno al mapa temático del nivel de proteína en la leche, que el 100% de sistemas productivos diagnosticados, cumplen con los requisitos mínimos proteicos establecidos para su comercialización.

Al analizar el contenido de materia orgánica de los sistemas productivos, se concluye que buena parte de la producción de pasturas probablemente obedece a los altos niveles de este parámetro presente en los suelos. Cabrera (2014), indica que el pastoreo contribuye a la fertilidad de los suelos por la incorporación de materia orgánica, como producto de la degradación de raíces y por efecto el pastoreo que incrementa el contenido de nitrógeno en el suelo por las excreciones que el hato produce.

Es muy probable que la materia orgánica, influye directamente sobre el rendimiento de materia seca detectado en el diagnóstico; el cual es mayor al demandado por las bajas cargas bovinas manejadas en los sistemas productivos. Finalmente, se puede observar en los mapas el nivel de proteína cruda de pasturas y contenido de fósforo en los suelos que al momento de realizarse el diagnóstico, no fueron los adecuados para sostener una producción técnica de leche.

Materia orgánica

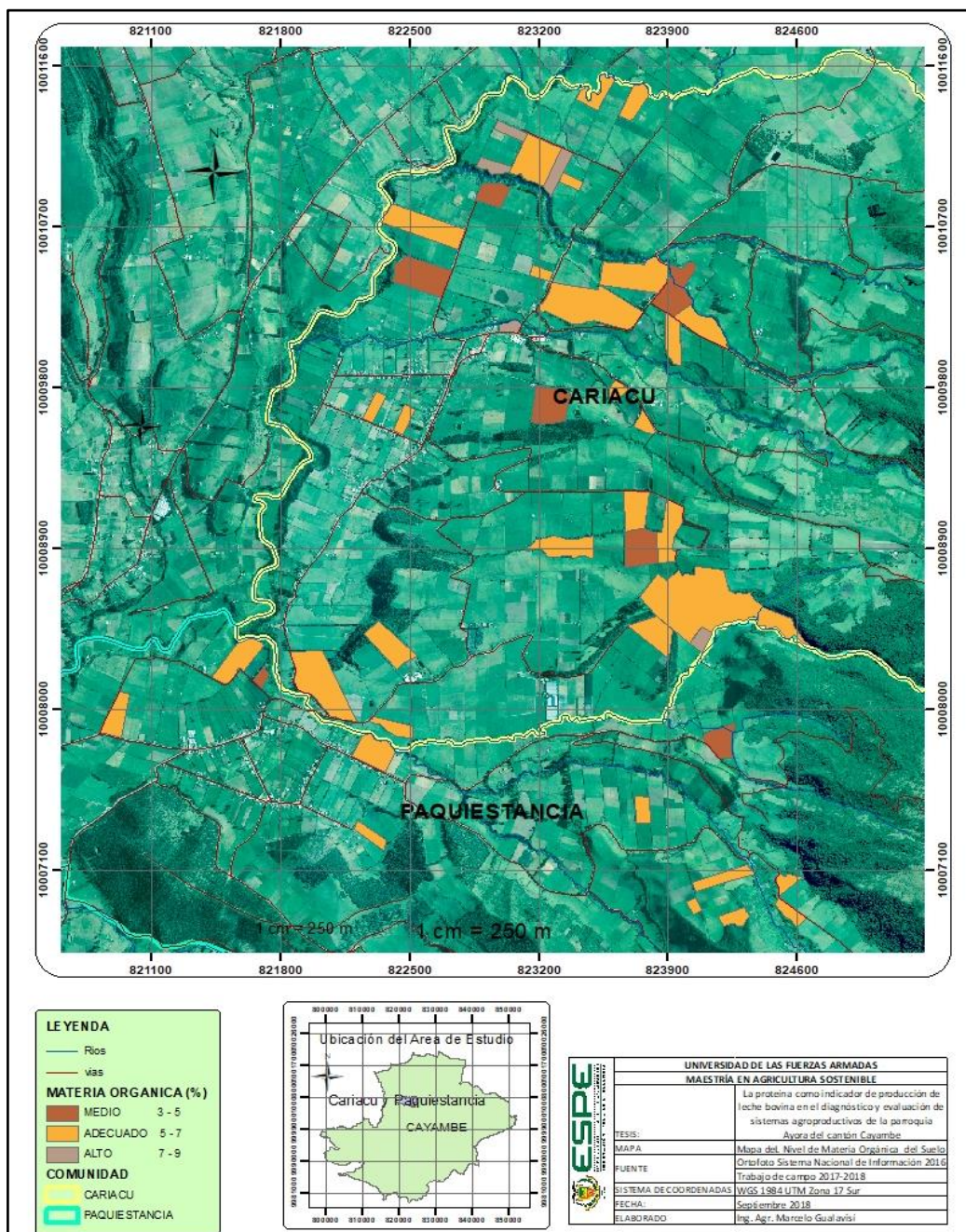


Figura 22. Mapa del contenido de materia orgánica en las unidades productivas del área de estudio.

pH en los suelos

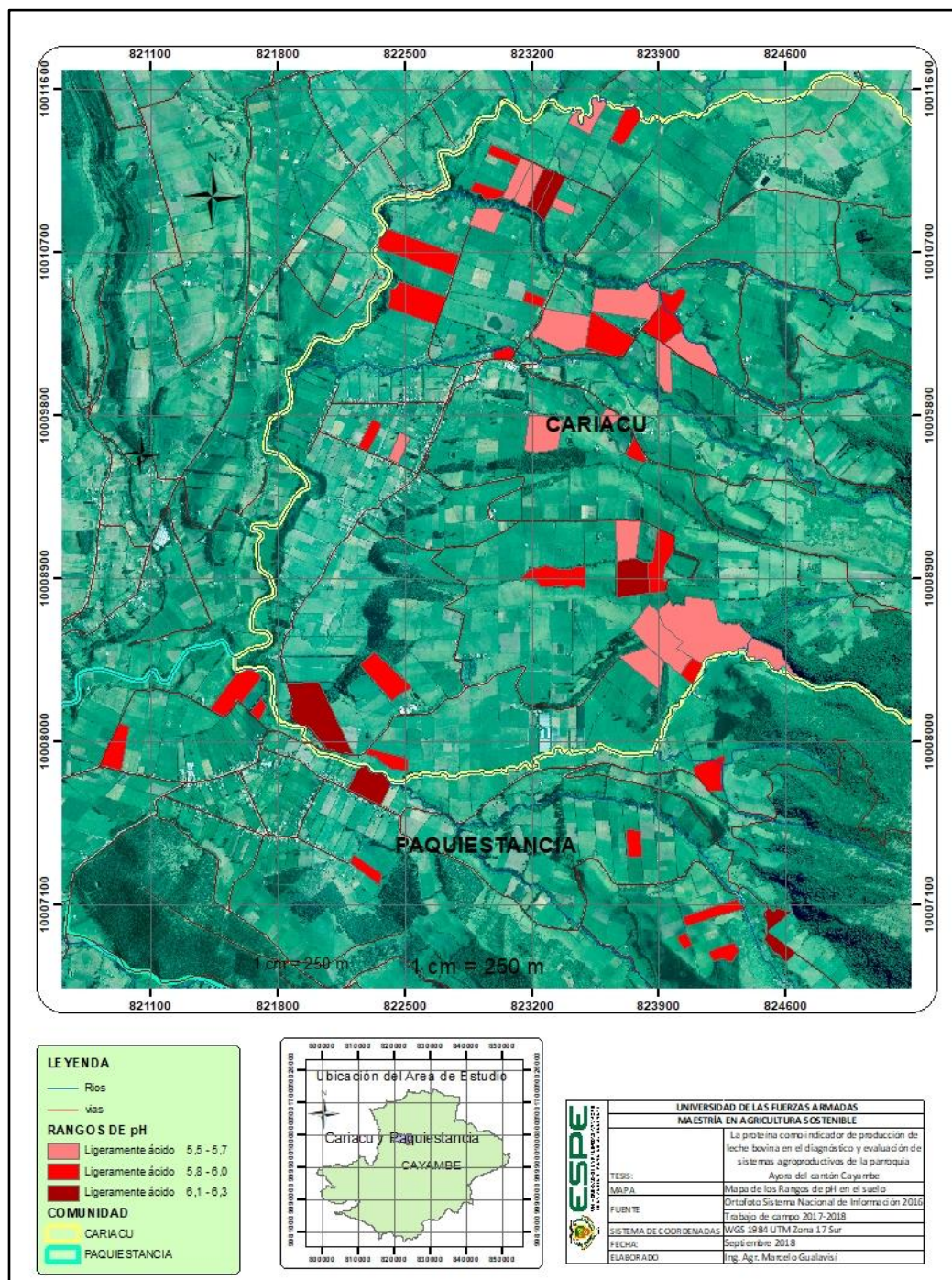


Figura 23. Mapa del nivel de pH en los suelos de las unidades productivas del área de estudio.

Fósforo en los suelos

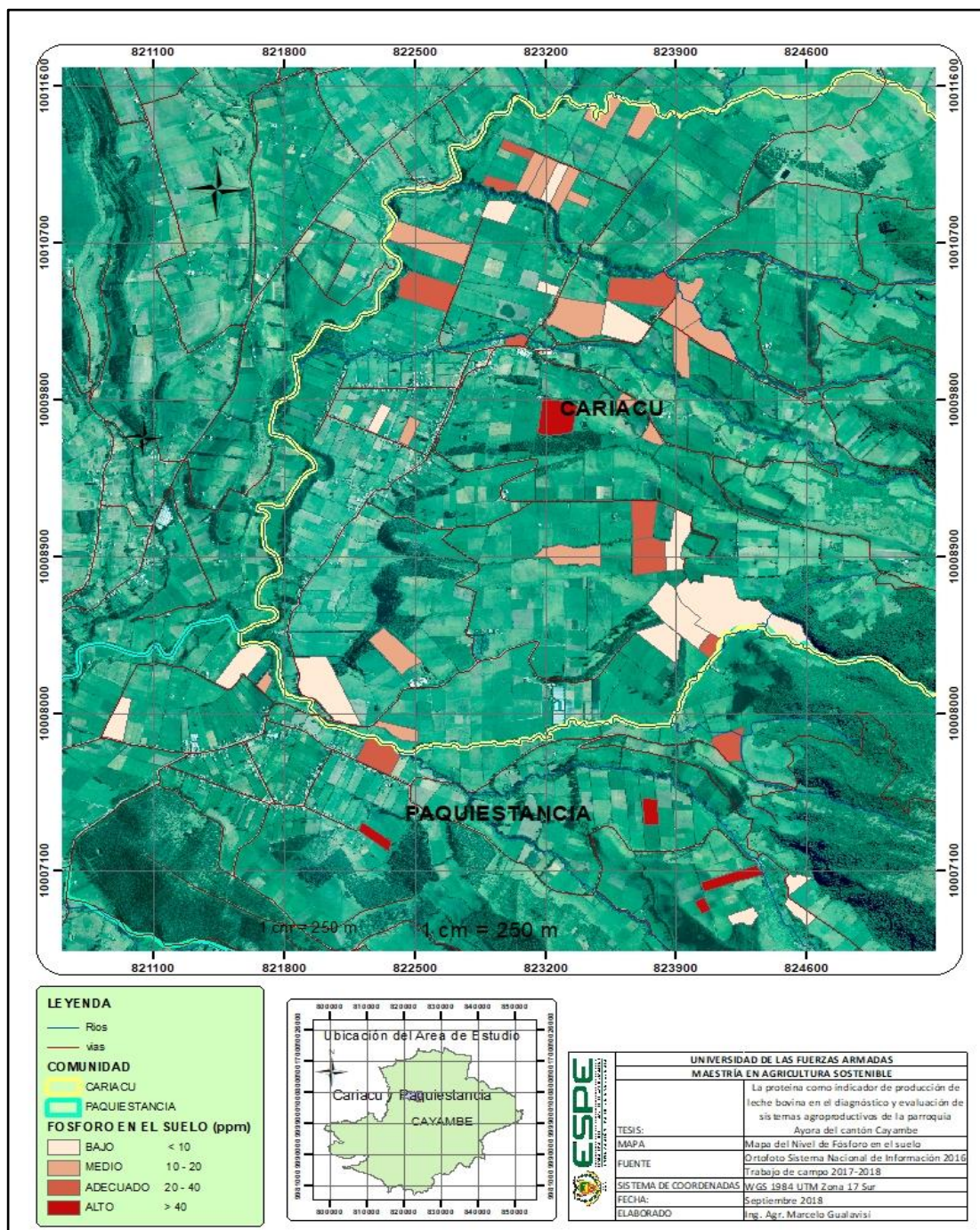


Figura 24. Mapa del nivel de fósforo asimilable en los suelos de los sistemas productivos del área de estudio.

Proteína cruda en pasturas

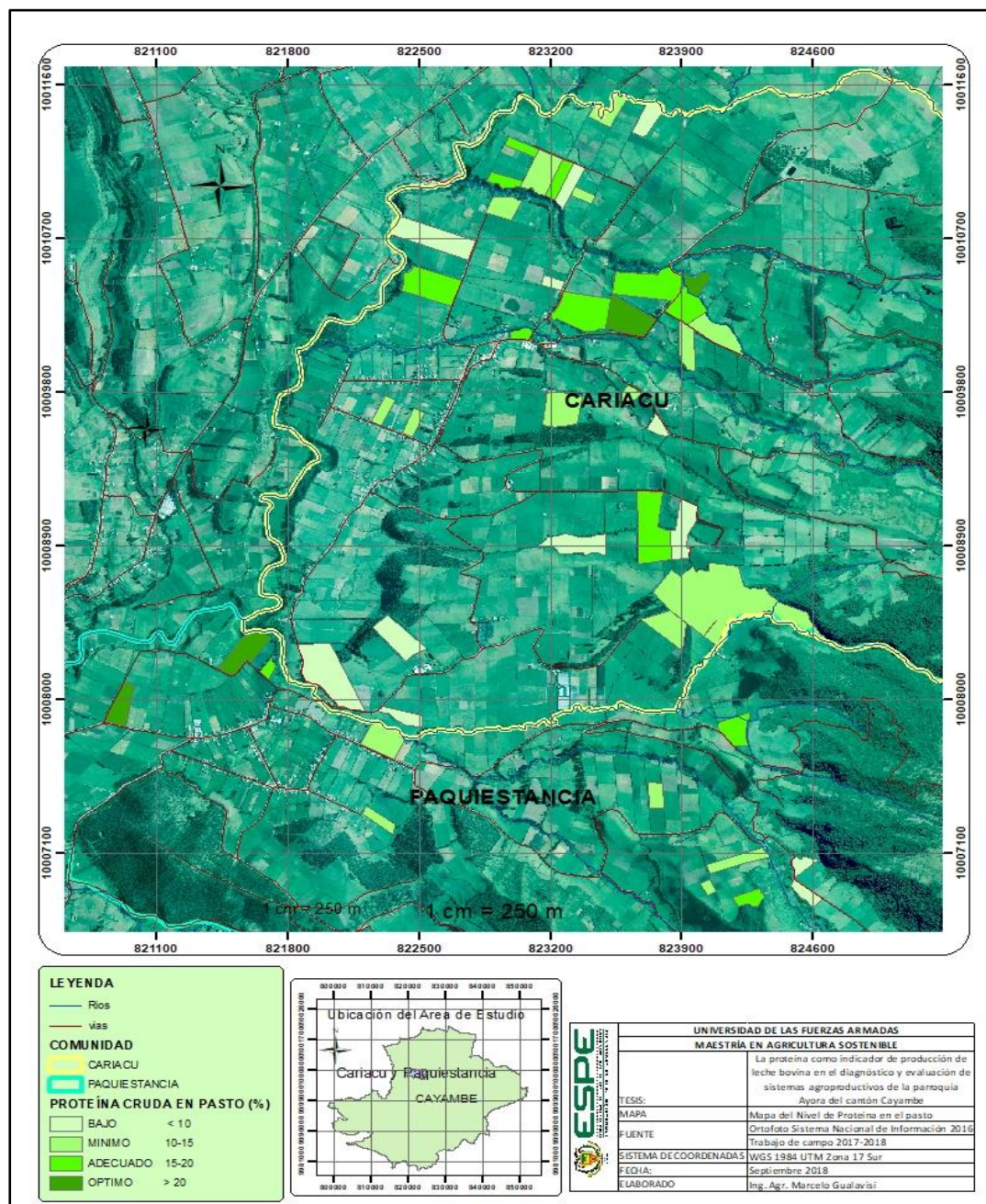


Figura 25. Mapa del contenido de proteína cruda en las pasturas de los sistemas productivos del área de estudio.

Proteína en la leche

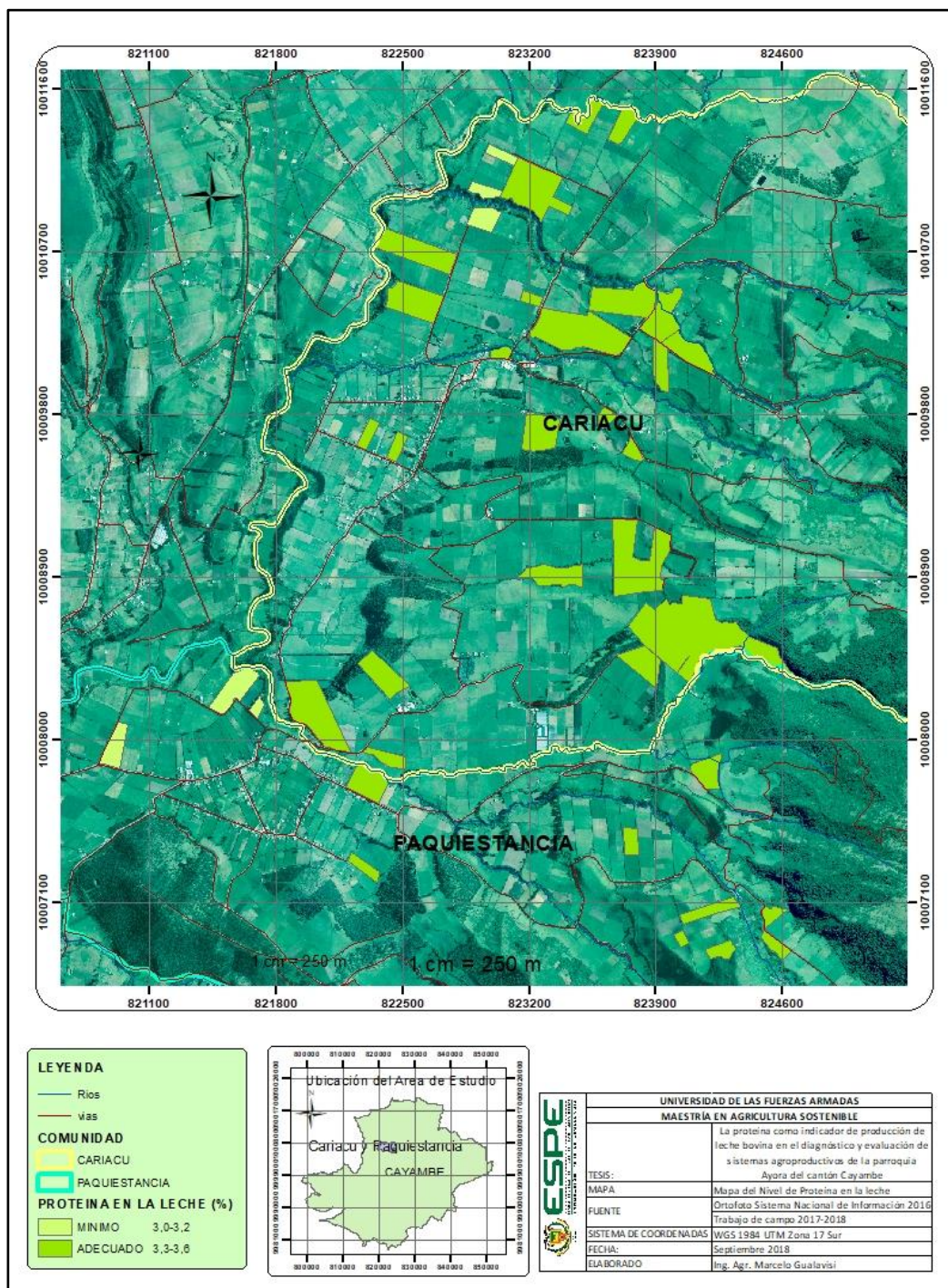


Figura 26. Mapa del contenido de proteína en la leche generada en los sistemas productivos del área de estudio.

4.1.4. Componentes principales en la producción de leche

Con la finalidad de establecer patrones de comportamiento, de los sistemas productivos del área de estudio, en respuesta a los factores: suelo, calidad composicional de mezclas forrajeras y como estos influyen en la calidad composicional de la leche, se realizó un análisis de componentes principales, a través del software estadístico InfoStat. Los resultados de este procedimiento son detallados a continuación:

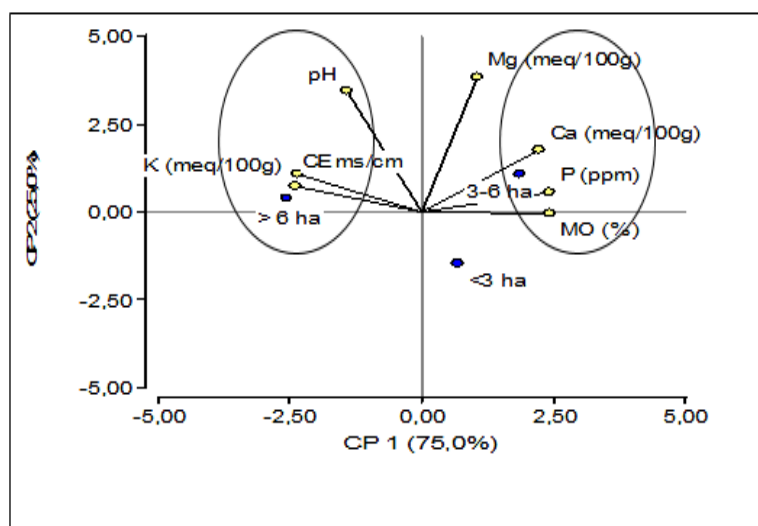


Figura 27. Biplot del análisis de componentes principales en caracteres físicos y químicos de los suelos del área de estudio.

De acuerdo a la interpretación de la Figura 27, del análisis de componentes principales alusiva a los parámetros físicos y químicos de suelos, se observan dos elipses de predicción. La elipse izquierda, muestra que los sistemas productivos de la categoría “> 6 ha”, disponen suelos con mayor porcentaje potencial hidrógeno, conductividad eléctrica y potasio. En la elipse derecha, podemos observar que los suelos de la categoría “3 – 6 ha”, presentan un mayor

porcentaje de materia orgánica, fósforo, calcio y magnesio asimilable. Es muy probable que esta diferencia entorno a la calidad de los suelos contribuyen al mejor porcentaje de pasturas.

Al respecto Apráez y Zambrano (2014), sostienen que valores de pH, ligeramente ácidos en los suelos favorece la solubilidad de algunos nutrientes. Lo citado ratifica los resultados obtenidos en la investigación de las unidades productivas del área de estudio, en las que se encontró un mayor porcentaje de pasturas en las mezclas forrajeras, principalmente en los sistemas productivos de la categoría “3 – 6 ha”.

Tabla 18

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados para pH en la proteína en la leche.

Coef	Est.	E.E.	LI (95%)	LS (95%)	T	p - valor	Cp Mallows	VIF
Const	4,31	0,39	3,52	5,09	11,01	< 0,0001		
pH	-0,17	0,07	-0,30	-0,03	-2,53	0,0146	6,38	1,00

En la Tabla 18, se observa que el pH, en los suelos incide negativamente sobre el contenido de proteína en la leche. Esta situación es evidenciada por el coeficiente de regresión; el cual muestra que por cada unidad de reducción de pH en el suelo se registra una disminución de 0,17% de proteína en la leche.

El bajo pH, indica una baja concentración de bases principalmente magnesio y potasio en los suelos. Salvo (2015), manifiesta que el pH afecta significativamente sobre la disponibilidad y la asimilación de nutrientes. Por otra parte, en el caso de las especies gramíneas un bajo nivel de pH, en el suelo afecta la división celular de las raíces y por consiguiente su crecimiento. Esto termina impactando, negativamente sobre el nivel de proteína cruda en los pastos, que

consecuentemente termina reflejándose en la calidad composicional de la leche de las fincas diagnosticadas.

Es necesario recalcar que el contenido proteico de la leche, cumple un rol preponderante sobre la sostenibilidad de los sistemas productivos, en efecto que la comercialización de este producto principalmente para la industria especializada en quesos está basada en la calidad composicional (proteína y grasa) de la leche y cuando estos valores son menores a los establecidos, el productor recibe un menor precio por la venta del producto.

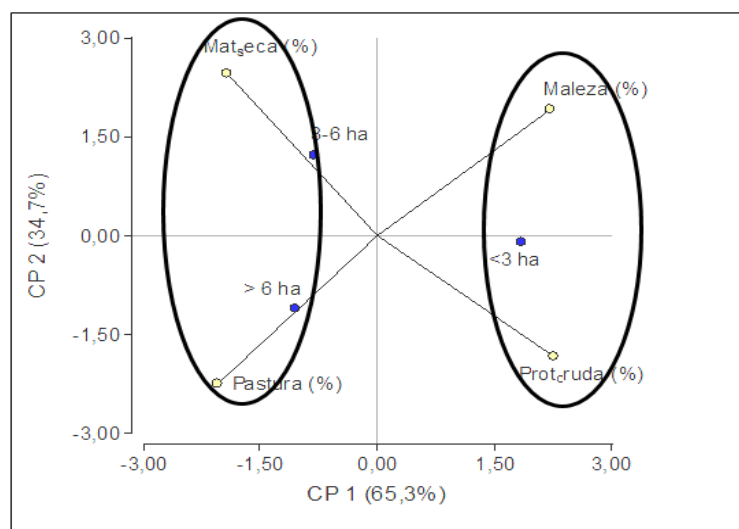


Figura 28. Biplot del análisis de componentes principales en la composición botánica, materia seca y proteína de pasturas del área de estudio.

De la Figura 28, sobre el análisis de componentes principales para los parámetros composición botánica, materia seca y proteína en las pasturas diagnosticadas se observa dos elipses de predicción. La elipse izquierda, muestra que los sistemas productivos de las categorías “3 - 6 ha” y “> 6 ha”, presentan un mayor porcentaje de pastura y materia seca en las mezclas

forrajeras. En tanto que la elipse derecha, indica que los sistemas productivos de la categoría “< 3 ha”, presentan en sus potreros un mayor porcentaje de proteína cruda y maleza.

Nótese que los sistemas productivos de las categorías “< 3 ha”, presentan un mayor porcentaje de proteína cruda en respuesta a su menor estado de madurez fisiológica de las especies forrajeras presentes en los potreros. La principal especie forrajera detectada en los sistemas productivos fue (*Pennisetum clandestinum*), que dispone un valor nutricional bajo en comparación a otras especies forrajeras.

Contrariamente las fincas de la categoría “3 – 6 ha” y “> 6 ha” presentan un mayor porcentaje de pastura, como efecto, a que los suelos presentan un mayor contenido de nutrientes. Esto posiblemente, influye de manera positiva a la permanencia de las pasturas en los potreros; pero su mayor porcentaje de materia seca puede indicar que existe un remanente de forraje, no consumido oportunamente por las bajas cargas de UA que presentan los sistemas productivos.

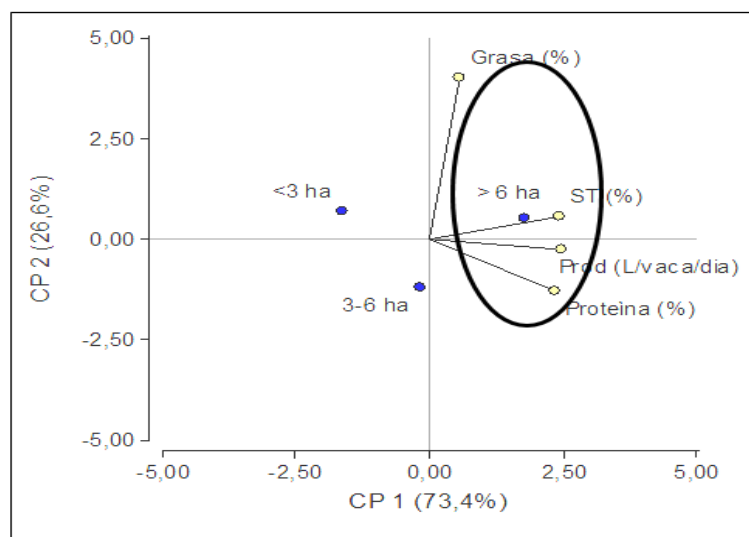


Figura 29. Biplot del análisis de componentes calidad composicional de leche producida.

En base a la interpretación de la Figura 29, sobre el análisis de componentes calidad composicional de leche producida en los sistemas productivos del área de estudio se identifica una elipse de predicción, esta muestra que los sistemas productivos de la categoría “> 6” hectáreas, disponen un mayor porcentaje de proteína, grasa, sólidos totales, proteína en la leche además de un mayor porcentaje de producción de leche.

Nótese, además que los sistemas productivos de la categoría “> 6 ha” al reportar un mayor volumen de producción presenta un mayor porcentaje de calidad proteica principalmente, que, sin lugar a duda, otorga bonificaciones por su calidad composicional al momento de comercializar el producto. En contraste los sistemas productivos de las categorías “< 3 ha” y “3 – 6 ha”, es probable que, al comercializar su producto en menor volumen, los ingresos generados no son los suficientes para cubrir sus necesidades básicas y esta circunstancia obliga a los miembros de los sistemas productivos a depender en mayor medida de los ingresos no agrícolas “extrafínca” generados por los integrantes de estas familias.

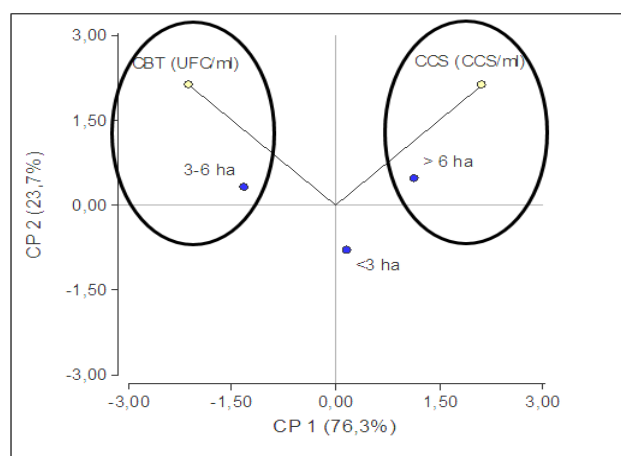


Figura 30. Biplot del análisis de componentes calidad higiénica y sanitaria de la leche producida.

De la Figura 30, sobre el análisis de la calidad higiénica y sanitaria en la leche se identifica claramente dos elipses de predicción. En la elipse izquierda se observa que los sistemas productivos de la categoría “3 – 6”, presentan un mayor Conteo de Bacterias Totales (CBT). Contrariamente, la elipse derecha, indica que los sistemas productivos de la categoría “> 6 ha”, presentan un mayor Conteo de Células Somáticas (CCS).

Nótese, que los sistemas productivos de la categoría “<3 ha”, presentan un comportamiento indiferente, en relación a la calidad higiénica y sanitaria de la leche. Seguramente, este valor intermedio de calidad sanitaria e higiénica, es el reflejo del poco interés que representa para el productor, la implementación de tecnologías de producción orientadas a mejorar el volumen de leche; así como la calidad en general del producto.

Al respecto, se concluye que los sistemas productivos de la categoría “> 6 ha” han realizado trabajos, orientados a mejorar la calidad higiénica en la leche a fin de evitar descuentos al momento de comercializar el producto.

Probablemente al momento de realizar inadecuadas prácticas de ordeño, el hato recibe golpes y lesiones a nivel de las ubres, que terminan provocando un desprendimiento atípico de glóbulos blancos en la leche, afectando la calidad sanitaria de este producto.

4.2. Los costos de producción de la leche

Como indica la metodología, seguida para el análisis económico de las unidades productivas del área de estudio, se realizó un análisis comparativo (estudio de caso); a cinco productores de leche, insertos a las tres categorías que fueron previamente definidas.

En los productores de leche seleccionados se determinó por el lapso de un mes los siguientes elementos:

Costos fijos, variables, totales de las unidades productivas a efecto de identificar el estado de las unidades de producción seleccionadas. Paralelamente, se obtuvo el costo de los productos generados y vendidos, con el fin de poder calcular la utilidad o la pérdida en el periodo de evaluación.

Para obtener el ingreso total, de las fincas lecheras consideradas en el estudio de caso, se calculó los ingresos que incurren por la venta de la leche, la información fue proporcionada por los responsables técnicos de los centros de acopio de leche.

Para los ingresos no agrícolas “extrafina”, se utilizó los valores promedio obtenidos del diagnóstico realizado a los productores de leche del área de estudio.

4.2.1. Costos fijos y variables

La Figura 31, muestra el nivel de participación de los costos y gastos incurridos en la producción de leche. En las fincas seleccionadas para el estudio de caso, se observa que el componente costo primo tiene porcentaje de participación “> 50%” sobre la producción de leche.

En otros términos, factores como: mano de obra y alimentación del animal, entre otras prácticas de manejo que influyen de manera significativa en la producción de leche deben ser mejoradas.

Valladarez (2016), sostiene que entorno a un análisis económico, la mano de obra en pequeños sistemas productivos, representa el 31,17% de total de costos de producción de leche bovina, seguido por la alimentación de hato con un 32,0 % y finalmente un 6,1% corresponde a la aplicación de sales minerales.

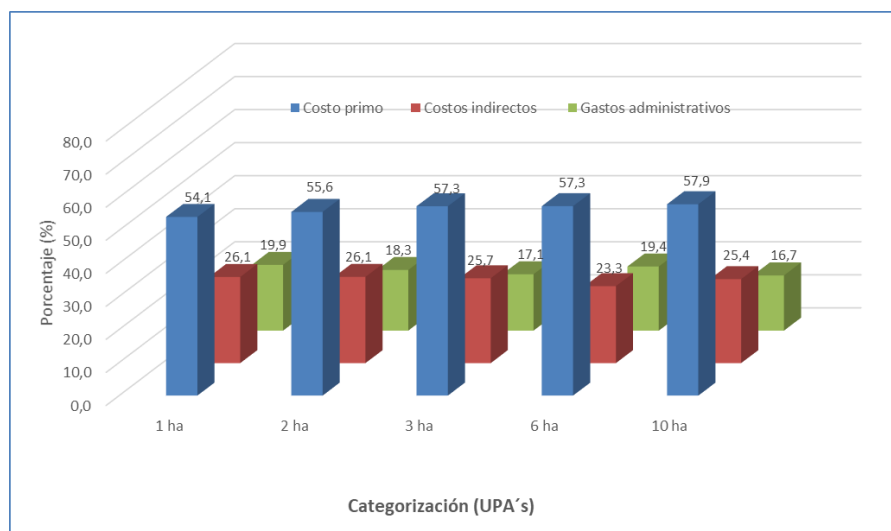


Figura 31. Componentes relacionados al costo de producción de la leche del área de estudio.

Con el objeto de cálculo, se utilizó de referencia el valor de la mano de obra, definido por el Ministerio del Trabajo, quién a través del Acuerdo Ministerial MDT-2017-0195, establece un salario básico unificado para el año 2018, de 386 USD.

4.2.2. Estructura de los costos de producción

Los costos de producción de leche de las fincas seleccionadas para el estudio de caso se muestran en la Tabla 19.

Tabla 19

Costos de producción obtenidos en las unidades productivas seleccionas del área de estudio.

Componentes	Rubro (%)	Categorización (ha/UPA)				
		1,0	2,0	3,0	6,5	10,0
Costo primo	Mano obra directa	35,4	24,2	25,7	30,8	12,7
	Alimentación, salud del animal	18,7	31,3	31,6	70,6	45,2
Costos indirectos de producción	Depreciación de obra civil	4,7	6,4	9,0	20,1	12,2
	Depreciación de maquinaria y equipo	2,5	3,4	2,9	7,3	5,2
	Depreciación de herramientas de producción	5,4	5,9	3,2	3,2	1,3
	Herramientas de producción y ordeño	8,6	3,7	5,0	5,0	2,1
	Depreciación de activos biológicos	4,8	6,6	5,6	5,6	4,6
Gastos administrativos	Suministros de oficina	2,5	1,7	1,5	1,5	0,6
	Depreciación de muebles y enseres	2,1	1,5	1,2	1,2	0,5
	Útiles de aseo	2,3	3,2	2,7	6,8	2,2
	Equipos de protección y seguridad	1,5	1,0	0,9	0,9	0,4
	Servicios básicos	7,3	5,0	4,3	4,3	1,8
	Equipos de computación	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1
	Tarifa del centro de acopio	1,2	2,6	2,5	10,5	6,5
	Terreno	2,5	1,5	1,9	4,2	2,6

De acuerdo a los datos obtenidos, se observa un incremento en los costos de producción, en la medida que disminuye el tamaño de la unidad productiva. Asimismo, se observa que el rubro que presenta un mayor porcentaje de participación sobre la producción de leche es la mano de obra; este rubro disminuye en la medida que incrementa la superficie productiva.

Al respecto García (2000), indica que los costos variables incrementan, en proporción directa con la tecnificación misma de la producción, pero también en razón inversa con el volumen de leche generado por el sistema productivo; por lo tanto, estos costos solo tendrán un bajo peso en sistemas que involucren una elevada producción de leche con el empleo mínimo de recursos externos, entendiéndose por estos por empleados e insumos.

Beltrán y Cuarán (2015), manifiestan que el rubro que presenta mayor participación en la producción de leche es el costo primo con el 28,0%, seguido de la depreciación de activos biológicos con 18,8%.

4.2.3. Costos por litro de leche

La Tabla 20, muestra los costos de producción obtenidos de las fincas seleccionadas como parte de la categorización. En esta se observa que los costos de producción de leche disminuyen conforme incrementa la superficie y unidades animales presentes en el sistema productivo. Bajo estas consideraciones se concluye que el valor más alto en la producción de leche se observa en las fincas de la categoría “< 3 ha”. Contrariamente las fincas de la categoría “> 6 ha” reportan un menor costo en la producción de leche.

Los costos de producción incrementan en la medida que aumenta la tecnificación del sistema productivo. De manera similar los precios pagados al productor por el litro de leche también se incrementan, como consecuencia de la mayor cantidad de leche entregada por los productores (García, 2000).

Tabla 20

Costo unitario de la producción primaria y secundaria de las unidades productivas del área de estudio.

Rubro	Categorización (ha/UPA)				
	1,0	2,0	3,0	6,5	10,0
Producción de leche (l/mes)	230,0	732,0	806,0	3458,0	5204,0
Producción de pastura (kg MS/mes)	678,2	1468,3	3524,9	4515,2	11065,6
Costo unitario de pastura (USD/kg MS)	0,13	0,12	0,07	0,12	0,08
Costo unitario de leche (USD/l)	1,66	0,76	0,81	0,34	0,31

Nótese que los costos de producción por litro de leche Tabla 21, obtenidos fluctúan de 1,60 USD/L en fincas de una hectárea; llegando a 0,30 USD/L en fincas < 6 hectáreas. Los valores detectados en los sistemas productivos de 6,5 y 10 hectáreas son similares al valor reportado por Basantes *et al.* (2017), quien sostiene que “el costo de producción por litro de leche es 0.35 USD y su valor de comercialización para generar una rentabilidad adecuada debería ser de 0,70 USD por litro, de esta manera el productor obtendría un ingreso de 8,40 USD/día, con una producción promedio de 12,0 L/vaca/día”.

4.2.4. Ingresos obtenidos por la comercialización de la leche

La Tabla 21, muestra que por concepto de la venta de leche, los productores reciben un valor que no superaría los costos totales incurridos en la producción de este producto. Estos valores son más evidentes en fincas de la categoría “< 3 ha”, que finalmente no logran superar el valor de un salario básico. Bajo el mismo análisis, se observa que los ingresos de sistemas productivos con una superficie “> 6 ha”, logran superar un salario básico por concepto de la venta de leche.

Nótese además que los ingresos generados por la venta de la leche en base “al criterio del productor” donde no se considera factores como: mano de obra, depreciación de equipos y enseres en general, reportan valores que si bien son valores positivos estos logran superar un salario básico en las unidades productivas a partir de la categoría “> 6 ha”.

Tabla 21

Modelamiento de los ingresos por concepto de la comercialización de la leche.

Utilidad (USD/mes)	Categorización (ha/UPA)				
	1,0	2,0	3,0	6,5	10,0
En base al diagnóstico	-277,1	-223,6	-289,5	412,2	778,5
Asumida por el productor	-27,5	80,2	75,4	931,8	1431,0

En la práctica, ninguna de las categorías lograría satisfacer completamente las necesidades básicas de los integrantes de un sistema productivo con los ingresos generados por la venta de la leche. Es muy probable que esta circunstancia, obliga a los integrantes de las fincas a ofertar su mano de obra, a la empresa pública o privada; con la finalidad, de aportar con ingresos no agrícolas extrafamiliares, que contribuye a la sostenibilidad económica.

Beltrán y Cuarán (2015), sostienen que los productores, registran ingresos netos positivos por la comercialización de la leche debido a que en la producción de este, no son considerados rubros como la mano de obra, gastos administrativos, así como valores de depreciación tanto de obra civil, equipos y activos biológicos. Lo anterior termina enmascarando el precio real de la leche.

4.2.5. Relación beneficio costo en la producción de leche

La Figura 34, muestra el indicador beneficio/costo, en cinco sistemas productivos de leche del área de estudio. Este indica que el productor de leche al no considerar los costos de producción reales (Alternativa 1), para el cálculo del precio de la leche, la actividad aparentemente reporta beneficios que superan los costos de producción en los sistemas productivos con una superficie mayor a dos hectáreas.

Nótese, en la misma figura que, al considerar los costos de producción, principalmente sobre las variables: mano de obra, depreciación de equipos y enseres, para el cálculo de los costos de producción en la leche (Alternativa 2). La relación beneficio/costo, es < 1 en sistemas productivos de la categoría < 6 ha. Lo anterior significa, que los ingresos netos son inferiores a los egresos totales y en consecuencia la actividad no es económicamente sostenible.

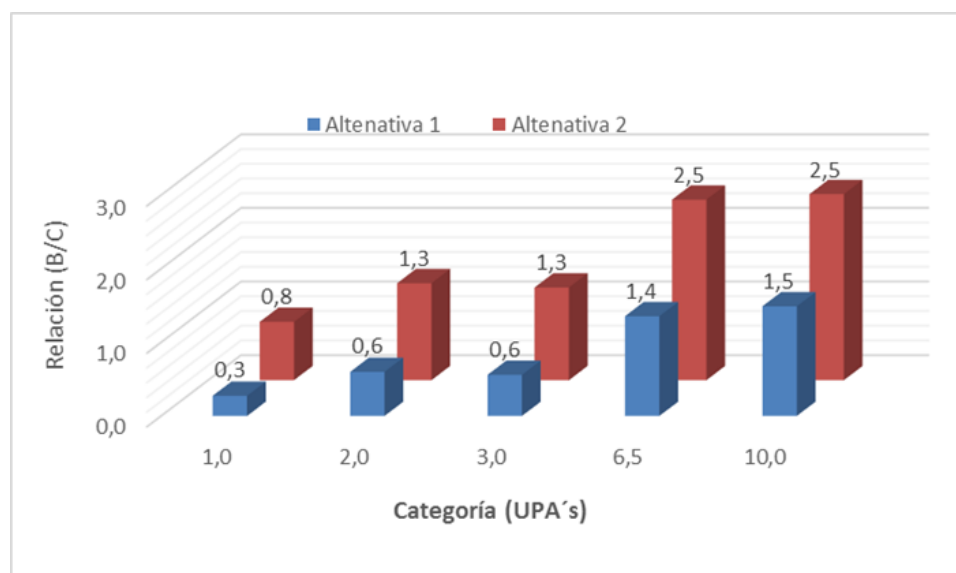


Figura 32. Relación beneficio-costo en la producción de leche de cinco unidades productivas del área de estudio.

Al respecto Basantes *et al.* (2017), sostiene que las causas que dificultan el desarrollo de la lechería en las comunidades campesinas, principalmente son: a) el escaso capital de trabajo para invertir en infraestructura productiva básica, b) manejo ineficiente de las pasturas cultivadas sumándose el sobre pastoreo de praderas naturales y c) la mano de obra disponible no es aprovechada adecuadamente.

Se concluye que con el actual modelo de manejo los sistemas productivos de la categoría “< 3 ha” y “3 - 6 ha”, presentan una relación beneficio/costo < 1. Pero el productor al no considerar los costos totales incurridos en la actividad, tiene esta una percepción de que la actividad de leche, aparentemente genera utilidades, en todas las categorías analizadas.

4.2.6. Ingreso total de los sistemas productivos

La tabla muestra que las unidades productivas del área de estudio con una superficie “> 6 ha”, el nivel de participación por concepto de venta de la leche genera un valor mayor 50% de los ingresos totales de la finca.

Tabla 22

Ingresos por estrato de las unidades de producción agropecuaria del área de estudio.

Ingresos (%)	Estratificación (ha/UPA)				
	1,0	2,0	3,0	6,5	10,0
Producción de leche	20,5	42,7	37,5	65,9	74,4
No agrícolas extrafinca	79,5	57,3	62,5	34,1	25,6
Ingreso total/mes (USD)	561,5	779,6	979,2	2388,9	3183,3

Nótese, además, que al incrementar el tamaño de la unidad productiva y número de (UA); el nivel de participación de los ingresos generados por concepto de la venta de leche, son mayores a los ingresos generados por concepto de las actividades no agrícolas extrafinca.

Al respecto, se puede concluir que la zona de estudio, tiene establecido un nivel tecnológico bastante condicionado, que no permite obtener volúmenes de producción eficiente, de leche en las unidades productivas. Por tal motivo; son primordiales, los ingresos generados por miembros de la familia, por concepto de actividades no agrícolas extrafinca, para lograr una sostenibilidad económica de los sistemas productivos, principalmente en fincas de las categorías “< 3 ha” y “3 - 6 ha”.

Al respecto Guerra (2012), enfatiza que los ingresos familiares en el sector rural presentan diferentes niveles de ingresos extraparcenarios; y cuando es mayor la vinculación con el mercado laboral, mayor se vuelve la dependencia sobre estos ingresos, en comparación a los ingresos agropecuarios por parte de las familias.

De este análisis, se concluye que si bien los rubros generados por venta de la leche son mayores en los sistemas de la categoría “< 6 ha”; los ingresos extrafinca, no dejan de ser significativos entorno a la sostenibilidad de los sistemas productivos.

(García, 2000), al respecto indica que un mayor nivel de tecnificación de un sistema productivo, incrementa los costos de producción, además de incrementar relativamente el volumen de leche y el precio pagado al productor por su producto. Sin embargo, la inversión de

capital presenta un mayor rendimiento, con los sistemas menos tecnificados y un mayor beneficio se genera con un nivel intermedio de tecnificación.

4.3. Índices de sostenibilidad

Para identificar los índices que impactan, sobre la sostenibilidad de los sistemas de producción de leche bovina del área de estudio, se realizó una clasificación de indicadores de aspectos antrópicos, físicos, ambientales a través de una encuesta. Esto fue complementado con los análisis de las muestras de leche, suelos, agua y forraje de las fincas seleccionadas.

Con los valores generados de cada indicador, se elaboraron diagramas tipo “amebas”; con la finalidad de visualizar el estado general de las unidades productivas (representadas por las categorías); y a través de cada criterio considerado en el diagnóstico, tomando en cuenta que mientras más se aproxime la “ameba” al diámetro del círculo (valor 1,0: óptimo) el sistema presentaría una mayor sostenibilidad.

Bajo esta reseña los resultados alusivos a los índices de sostenibilidad se detallan a continuación:

4.3.1. Fortalezas y debilidades del área de estudio

En el diagnóstico se determinó que el 100% de productores de leche, del área de estudio se encuentran en el rango de la población económicamente activa (PEA). Al respecto INEC (2014), define la PEA, como personas de 15 años en adelante. El mismo autor, sostiene que a nivel rural el 71% de la población forma parte de esta categoría.

Además, el estudio identificó que los productores de leche no presentan problemas relacionados a los servicios sociales y calidad de vida. Al respecto el 100% de integrantes de los sistemas productivos tienen acceso a la salud pública y educación.

4.3.2. Estado del recurso natural suelo

El suelo del área de estudio es del tipo Mollisol, su característica es presentar un horizonte espeso y una superficie oscura. Moreno *et al.* (2014), sostiene que en el cantón Cayambe el suelo Mollisol representa el 36,4% de la superficie total.

Con el análisis de las propiedades químicas de los suelos del área de estudio se concluye que el elemento calcio se encuentra en un rango medio para la producción de pastura, en contraste los nutrientes: magnesio, potasio, fósforo se presentan en un rango por debajo del adecuado para la producción.

Este bajo nivel nutricional probablemente influye sobre la baja permanencia de mezclas forrajeras del área de estudio. Al respecto Grijalva *et al.* (1995), sostiene que la base para la implementación de mezclas forrajeras es la fertilización de fondo y un adecuado mantenimiento de potreros.

4.3.3. Agrobiodiversidad

En las comunidades Cariacu y Paquiestancia el 98,8% de la superficie de los sistemas productivos se encuentra constituidas por pastizales y el restante 1,2% es destinado a la

producción de cultivos para autoabastecimiento y relacionados directamente con las costumbres alimenticias del área de estudio (hortalizas, tubérculos andinos, cereales).

4.3.4. Situación económica productiva

En la Tabla 22, se observa que la producción de leche presenta ingresos atractivos para los productores que disponen una superficie “> 6 ha”. Asimismo, se puede contrastar que las fincas de la categoría “< 3 ha” y “3 – 6 ha” reportan ingresos próximos a un salario básico por concepto de la comercialización de leche cruda.

La actividad no agrícola “extrafina” por parte de sus integrantes cumple un rol preponderante sobre la sostenibilidad económica de estos sistemas productivos.

4.3.5. Diagrama de índices de sostenibilidad

Usando el método Marco para la Evaluación de Sistemas de Recursos Naturales Mediante Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS), se definieron indicadores tales como: independencia de insumos externos, producción de forraje y leche, adaptabilidad del sistema, autosuficiencia alimentaria, diversidad de especies, entre otros.

Los resultados son presentados de una manera didáctica mediante la técnica gráfica “ameba” en la categorización de los sistemas productivos del área de estudio.

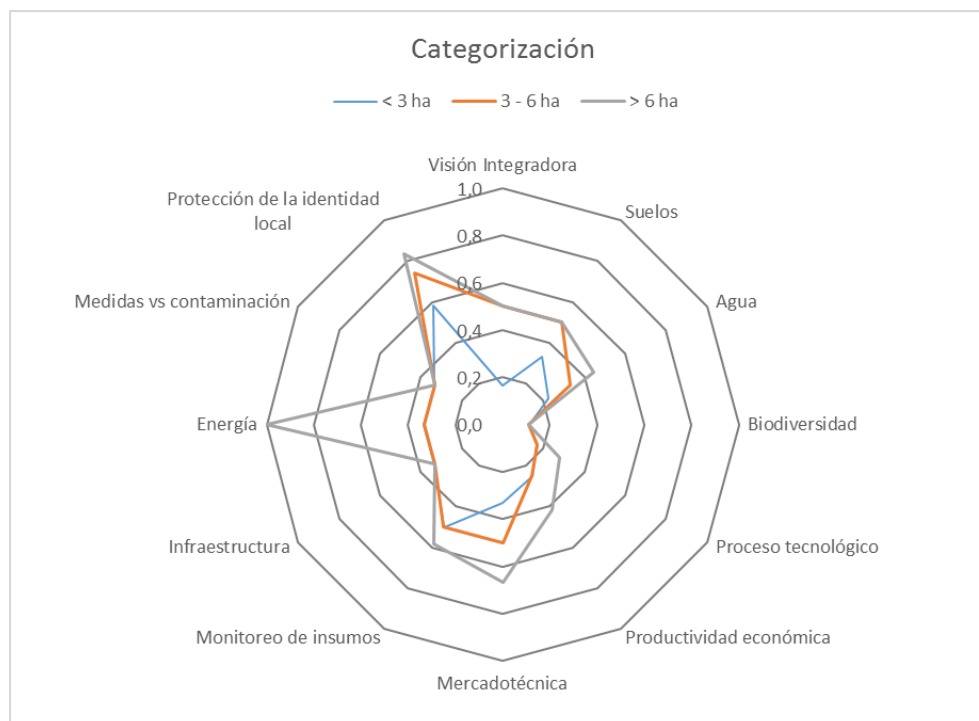


Figura 33. Diagrama tipo ameba con indicadores que comparan tres categorías de productores de leche del área de estudio.

La Figura 33, corresponde al diagrama tipo ameba; mismo que muestra la calificación global de los sistemas diagnosticados; es decir la calificación obtenida por cada una de las dimensiones evaluadas en los sistemas productivos del área de estudio. El análisis de los principales indicadores, son descritos a continuación:

Visión integradora

Al analizar este indicador a través del diagrama ameba se observa que los productores de la categoría “<3 ha” presentan un valor escalar de 0,2 su equivalente es 20%. En tanto que los productores de la categoría “3 - 6 ha” y “> 6 ha” presentan un valor aproximado a 0,5 su equivalente es 50%.

Nótese que estos valores muestran que los productores de las categorías “3 - 6 ha” y “> 6 ha” tienen un mayor grado de responsabilidad ambiental que se refleja en un mediano impacto al ecosistema ya que al tratarse de sistemas de producción extensivos manejan bajas cargas bovinas, además en el diagnóstico se evidenció la presencia de especies arbustivas nativas.

Asimismo, en el diagnóstico se identificó que los productores de categoría “< 3ha” disponen un menor nivel de compromiso en cuanto a su entorno. Es muy probable que los miembros esta categoría al tener un mayor grado de dependencia sobre actividades no agrícolas “extrafinca” no disponen el mismo nivel de integración entorno a actividades de carácter social desarrollados en sus comunidades.

Recurso suelo

Del indicador suelos en el gráfico de telaraña, se observa que los productores de la categoría “<3 ha” presentan en la escala un valor de 0,3 su equivalencia es 30%. En tanto que los sistemas productivos de la categoría “3 - 6 ha” y “> 6 ha” presentan en la escala un valor de 0,5 su equivalente es 50%.

Nótese que los suelos de las categorías “3 – 6 ha” y “< 6 ha” en la evaluación de indicador por rango ocupan una posición designada como inestable, en tanto que la categoría “< 3ha” ocupa una posición considerada como difícil. Esto de acuerdo a la evaluación del indicador propuesto por (Barrantes, 2018).

Recurso agua

Al analizar el indicador agua, se detectó que los productores de la categoría “< 3 ha”, tienen un valor de 0,2 su equivalente 20%. En tanto que los productores de “3 – 6 ha” y “< 6 ha” muestran un valor de 0,4 su equivalente 40%. Al respecto se detectó una inadecuada manera de distribución del agua de riego por los productores del área de estudio; en efecto todos los productores tienen acceso al agua riego un mismo periodo de tiempo sin considerar la superficie del sistema productivo peor aún características físicas de los suelos. En relación al análisis de la calidad del agua de riego se observa que cumple con los requisitos de permisibilidad definidos para agua con fines de agrícolas detallados en el TULSMA.

Biodiversidad

La gráfica indica que los productores de las categorías “< 3 ha”, “3 – 6 ha” y “> 6 ha” presentan un rango de 0,1 es decir un 10%. Esto se debe a que los productores se dedican netamente a la actividad ganadera, ellos no diversifican sus cultivos y no tienen áreas forestales como cercas vivas en sus potreros, en cuanto al análisis de su entorno ratifica que son zonas con alto grado de vulnerabilidad.

Proceso tecnológico

El esquema nos indica que los productores de la categoría “< 3 ha” y “3 – 6 ha” tienen un rango de 0,25 que equivale a 25%; en tanto que los productores de la categoría “> 6 ha” presentan un rango de 0,42 su equivalente 42%. Esto muestra que los productores de leche del

área de estudio disponen de un nivel tecnológico muy limitado, especialmente desde un ámbito agrícola.

Si bien instituciones aliadas proporcionan programas de capacitación de manera permanente, los productores no disponen de suficientes recursos para implementar todo aprendido en sus sistemas de producción.

Productividad económica

El esquema muestra, que los productores de la categoría “< 3 ha”, presentan un rango de 0,33 su equivalente 33%. Este indicador muestra una relación directa con la superficie ya que a menor superficie la rentabilidad es menor. En tanto que la categoría “3-6 ha” presentan un rango de 0,50 su equivalente 50%; mismo que se interpreta como medianamente eficiente ya que generan un rédito considerable pero solo para la subsistencia a nivel familiar. Por otro lado, los productores de la categoría “> 6 ha” presentan un rango del 0,7% su equivalente 70% que en términos económicos indica una mayor productividad en relación a las anteriores. Si bien la categoría “> 6 ha” presenta un mayor beneficio económico, esto no debe confundirse con eficiencia, ya que la mayor producción de leche se sustenta a una mayor superficie que les permiten sustentar una mayor carga bovina en comparación al resto de categorías.

Mercadotecnia

El esquema muestra que los productores de la categoría “< 3 ha” y “3-6 ha”, presentan un rango del 0,50 su equivalente 50%; indica que el nivel de comercialización está basado en intermediarios esto generado por el mediano y bajo volumen de leche. Además, no tienen una

imagen corporativa o empresarial, que ayude al impulso de sus pequeñas empresas mientras que los productores de la categoría “< 3 ha” presentan un valor de 0,58 su equivalencia 58%.

Al respecto se concluye que los productores de leche no solo comercializan la leche a intermediarios sino a los centros de acopio de gestión comunitaria que les permite negociar su producto con empresas lácteas como Nestlé, el Ordeño, Alimec, Dulacs, entre otras.

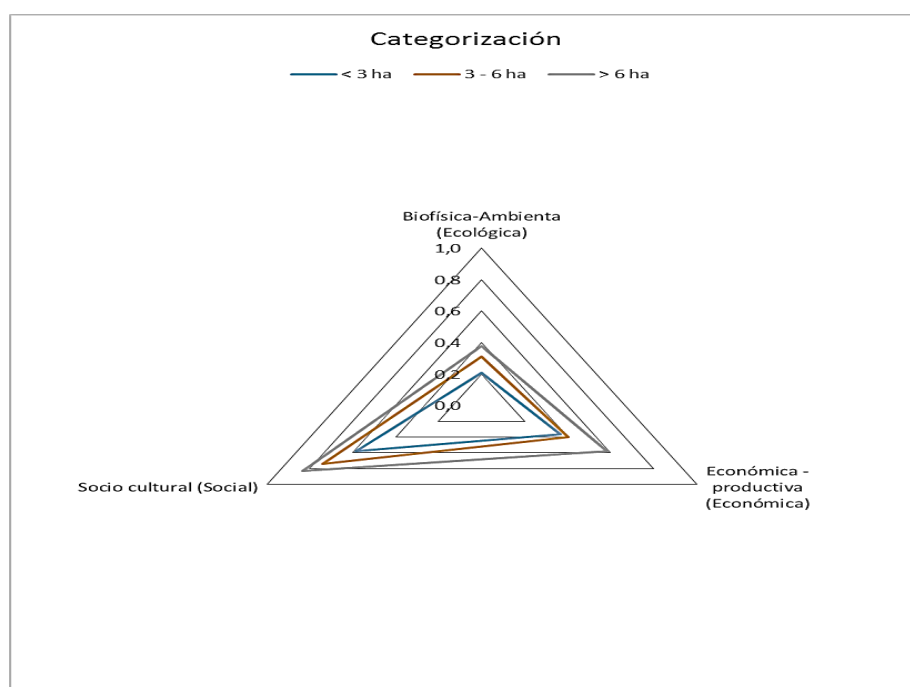


Figura 34. Tendencias de la sostenibilidad de los productores de leche del área de estudio

En la Figura 34, se observa que la tendencia de sostenibilidad presenta como su mayor debilidad a los factores ecológicos y económicos. Los bajos rendimientos de leche por los sistemas productivos diagnosticados, principalmente corresponden a la categoría “<3 ha”. Se concluye que al incrementar los índices económicos en los sistemas productivos existe un relativo incremento sobre el impacto de los recursos productivos del área de estudio.

En efecto los sistemas productivos de la categoría “< 3 ha” al disponer superficies limitadas para la producción de leche, sumado a malas prácticas agrícolas, fertilización principalmente, han generado un desgaste gradual de los nutrientes de los suelos, condiciones que favorecen el establecimiento en el sector de especies invasoras como gramíneas.

Es posible incrementar la productividad de las tierras utilizando tecnologías como el uso intensivo de los pastizales, riego complementario adecuado y pastos de corte que permiten aumentar en número de unidades animales y la producción de leche por superficie. La innovación tecnológica debe centrarse, principalmente a la utilización de técnicas como manejo de pastizales, que busquen el uso racional de recursos y mantenimiento de la carga. Por otra parte, la oportuna aplicación de conocimientos ecológicos que busque mejorar la gestión sostenible de los pastizales.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- El estudio realizó un diagnóstico a los sistemas productivos de la leche en la parroquia Ayora del cantón Cayambe, con el objeto de recopilar información primaria y secundaria relacionada a la proteína de la leche y los factores asociados a esta.
- En el estudio se identificó que el 57,8% de productores de leche son mujeres y el 82,2% de estos se encuentran entre 40 a 60 años; además se encontró que el 73,3% de productores ha aprobado la instrucción primaria. En relación a los sistemas productivos el 44,4% de estos cuentan con 3 a 6 hectáreas y el 44,4 % de los hatos bovinos presenta vacas criollas; y el 78,7% de la producción de leche fluctúa de 5 – 10 litros/vaca/día. Al analizar el nivel de proteína en la leche se encontró que la categoría “> 6 ha” presenta el valor más alto con 3,3%; mientras el valor más alto en grasa corresponde a la categoría “< 3 ha” con 4,4%. Analizando el nivel de proteína cruda en las pasturas se encontró que el 42,0% de sistemas productivos generan pastos con un rango de proteína cruda del 15,0 – 20,0%. Lo anterior permite ratificar que los sistemas productivos diagnosticados desde un enfoque agrícola presentan un nivel tecnológico bajo y un grado de capacitación mediano. Del análisis de los suelos se determinó, a través del coeficiente de del modelo regresión estimado, que por cada unidad de reducción del pH en el suelo se registra una disminución de 0,17% de proteína en la leche.

- Al aplicar el análisis de componentes principales la categoría “< 6 ha” identifica reporta el valor más alto de proteína en la leche; mientras que el valor más bajo corresponde a la categoría “< 3 ha”, lo cual representa ingresos adicionales a los sistemas productivos que generan un producto con mayor calidad composicional. Se identificó además que el nivel de grasa se vuelve complementaria a la proteína en la leche a fin de alcanzar un mayor beneficio económico por bonificaciones. En base a lo anterior se concluye que el nivel de proteína en la leche incide sobre la sostenibilidad de sistemas productivos ya que el pago de este producto se realiza en base al nivel de proteína y otros elementos asociados a esta.
- En relación a los índices de sostenibilidad mediante el método Marco para la Evaluación de Sistemas de Recursos Naturales Mediante Indicadores de Sostenibilidad del área de estudio se concluye que los componentes económicos y ambientales son inversamente proporcionales; esto significa que al incrementar el nivel de intensidad en el sistema productivo; inevitablemente se genera un impacto negativo sobre los recursos ambientales.
- En el análisis económico, precarizando la mano de obra y depreciaciones en general, se encontró en la categoría “> 6ha” los valores más altos de relación beneficio-costos (2,5) y los aportes no agrícolas extrafinca representaba el 25,6% del total de ingresos; mientras que la categoría “< 3 ha” presentó los valores más bajos de relación beneficio/costos (1,3) y los aportes no agrícolas extrafinca representaba el 62,5% del total de ingresos.

- Posterior al diagnóstico realizado a los productores participantes se les hizo llegar los siguientes productos técnicos: informes de interpretación de los análisis de suelos, foliar, composición de la leche y sus respectivos mapas temáticos. Además, los productores fueron capacitados en temas relacionados a las buenas prácticas agrícolas que les permita optimizar el uso de los recursos productivos.

5.2. Recomendaciones.

- Trabajar en la búsqueda de alternativas que permitan disminuir los costos de producción y ubiquen a los ganaderos ecuatorianos en mejores condiciones en términos de competitividad.
- Fortalecer los centros de acopio en temas que permitan mejorar la calidad y cantidad del producto para el posterior empoderamiento de la cadena de valor de la leche.

5.3. Bibliografía.

- Almeyda, M. (2013). Manual de manejo y de alimentación de vacunos II: Manejo y Alimentación de vacas productoras de leche en sistemas intensivos. Recuperado 25 de julio de 2018, de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/manual-manejo-alimentacion-vacunos-t29966.htm>
- Álvarez, G., Herrera, J., Bastidas, A., y Barreras, A. (2012). Calidad de la leche cruda en unidades de producción familiar del sur de Ciudad de México. *Archivos de medicina veterinaria*, 44(3), 237-242. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2012000300005>
- ANDES. (2014). Ecuador registra bajo consumo de lácteos en comparación con los países de Latinoamérica. Recuperado 21 de julio de 2018, de <http://tinyurl.com/y7vymbpm>
- Apráez, J., y Zambrano, G. (2014). Evaluación de la relación suelo-planta en un sistema productivo de leche del altiplano Nariño, Colombia. *Veterinaria y Zootecnia*, 8(1), 66-84. <https://doi.org/10.17151/vetzo.2014.8.1.5>
- Barrantes, C. (2018). Manual para el análisis de la sostenibilidad de sistemas de producción de la agricultura familiar, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Recuperado de <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/7035/1/BVE18040193e.pdf>
- Basantes, E., Huilcapi, S., Astudillo, D., y Ochoa, P. (2017). Cálculo de costos de producción y precio de venta del litro de leche. Recuperado 25 de agosto de 2018, de <http://www.eumed.net/coursecon/ecolat/ec/2017/produccion-leche-ecuador.html>
- Beltrán, J., y Cuarán, F. (2015). La agricultura familiar en la parroquia olmedo del cantón Cayambe - Ecuador 2014. Recuperado de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9221>

- Bertsch, F. (1986). Manual para interpretar la fertilidad de los suelos (2 edición). Costa Rica: San José Oficina de Publicaciones.
- Biermayr, P. (2016). Género y sistemas agroalimentarios sostenibles, 68.
- Boffa, S., y Ferrer, J. (2012). Detalles del proceso de pago de leche por calidad. Recuperado 10 de junio de 2018, de <http://www.todoagro.com.ar/noticias/nota.asp?nid=20241>
- Bonifaz, N., y Requelme, N. (2011). Buenas prácticas de ordeño y la calidad higiénica de la leche en el Ecuador. *La Granja*, 14(2), 45. <https://doi.org/10.17163/lgr.n14.2011.04>
- Bonifaz, N., y Requelme, N. (2012). Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador. *La Granja*, 15(1), 55. <https://doi.org/10.17163/lgr.n15.2012.05>
- Briñez, W., Valbuena, E., Castro, G., Tovar, A., y Ruiz, J. (2008). Algunos parámetros de composición y calidad en leche cruda de vacas doble propósito en el municipio Machiques de Perijá. Estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica*, XVIII (5). Recuperado de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=95918512>
- Cabrera, Y. (2014). Influencia de la fertilidad del suelo sobre la calidad composicional de la leche y perfiles metabólicos en animales de lechería especializada en el trópico alto de Nariño, 83.
- Cachipundo, C., Requelme, N., Gualavisí, O., Montenegro, C., Cuascota, J., y Mejía, A. (2017). Uso comunitario del agua y del suelo para la producción sustentable de pasturas. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 26(2), 142-154.
- Calderón, A., y García, F. (2006). Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 11(1). <https://doi.org/10.21897/rmvz.457>
- Casal, J. (2003). Tipos de muestreo. Recuperado de <http://protocollo.com.mx/wp-content/uploads/2016/10/Tipos-de-Muestreo.pdf>

- Cerón, M., Chaves, F., y Palacio, L. (2016). Paradigm of valuation of raw milk payment: Issues of quality, hygiene and sanitation in Colombia. *Livestock Research for Rural Development*. Recuperado de <https://colciencias.pure.elsevier.com/es/publications/paradigm-of-valuation-of-raw-milk-payment-issues-of-quality-hygie>
- Ciliuti, J. (2017). Las pasturas como base forrajera de los sistemas de producción uruguayo. Recuperado 27 de julio de 2018, de <http://www.lecheriauy.com/produccion/las-pasturas-base-forrajera-los-sistemas-produccion-uruguayo/>
- Cipolatti, F., y Lizarraga, S. (2016). Análisis de la calidad higiénica y sanitaria de la leche en un tambo de la localidad de Villa Valeria (Córdoba), 40.
- De la Vega, M. (2006). Criterios para la formulación de mezclas, 3.
- Escobar, G., y Berdegué, J. (1990). Tipificación de sistemas de producción agrícola, 282.
- Fierro, N., y Carrera, R. (2017). Economía de los sistemas familiares de producción de leche en la Amazonía ecuatoriana, 12.
- Formoso, F. (2005). Eficiencia de la producción y utilización de forraje en otoño e invierno, 4.
- Garcés, P. (2015). Análisis de las políticas de leche por calidad aplicadas en los principales centros de acopio del cantón Cayambe, provincia de Pichincha, en el período 2008-2013. Recuperado de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9291>
- García, A. (2000). Costos de Producción por Litro de Leche en Tres Sistemas de Producción de Nicaragua. Recuperado de https://www.academia.edu/2770279/Costos_de_Producci%C3%B3n_por_Litro_de_Leche_en_Tres_Sistemas_de_Producci%C3%B3n_de_Nicaragua

- Gómez, A., y Bedoya, M. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1). Recuperado de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=69520107>
- Grijalva et al. (1995). Producción y utilización de pastizales en la región interandina del Ecuador (INIAP). INIAP Archivo Historico.
- Guadarrama, F., y Manzano, V. (2016). *Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 59.
- Guerra, M. (2012). Cayambe: entre la agroempresa o agrobiodiversidad. Trabajo asalariado y conservación de los sistemas productivos. Recuperado 26 de septiembre de 2018, de <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/53775.pdf>
- Gutiérrez, F., Alcoser, R., Macías, G., Portilla, A., & Espinosa, J. (2017). Omisión de nutrientes y dosis de nitrógeno en la acumulación de biomasa, composición bromatológica y eficiencia de uso de nitrógeno de ryegrass diploide perenne (*Lolium perenne*). *Siembra*, 4(1), 81-92.
- Haro, R. (2003). I Informe sobre recursos zoogenéticos Ecuador. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/pdf/010/a1250e/annexes/CountryReports/Ecuador.pdf>
- Haydee, B. (2011). Evaluación de la sostenibilidad de sistemas productivos. Recuperado 1 de agosto de 2018, de <https://www.google.com.ec/search?q=evaluacion+sostenibilidad+sistemas+productivos&oq=evaluacion+sostenibilidad+sistemas+productivos&aqs=chrome..69i57.24000j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- Hernández, D., & Carballo, M. (2000). Reflexiones sobre el uso de los pastos en la producción sostenible de leche y carne de res en el trópico, 16.

- Herrera, J., y Tarazona, G. (2015). Factores que Influyen en la Composición de la Leche en el Sector el Retorno, Parroquia Sabanilla, Cantón Zamora, Provincia de Zamora Chinchipe – Ecuador. *Revista Politécnica*, 36(2), 34.
- INEC. (2014). Encuesta de Producción Agropecuaria Continua. Recuperado 20 de julio de 2018, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-produccion-agropecuaria-continua/>
- INEN. (2008). *NTE INEN 0009: Leche cruda. Requisitos*. Recuperado de <http://archive.org/details/ec.nte.0009.2008>
- Izquierdo, F., y Paladines, O. (2003). Fertilización de pasturas en el centro norte de la Sierra ecuatoriana. Universidad Central del Ecuador.
- Jiménez, C. (2016). La caída de los precios de la leche preocupa a los productores en la frontera norte. Recuperado 21 de julio de 2018, de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/la-caida-de-los-precios-de-la-leche-preocupa-a-los-productores-en-la-frontera-norte>
- Lagger, J. ., Mata, H., Pechin, G., Larrea, A., Otrosky, R., Cesan, R., & Caimier, A. (2000). La importancia de la calidad del agua en la producción lechera, 5.libro_produccion_campesina_lechera_paises_andinos_avsf_sipae_2014.pdf. (s. f.). Recuperado de https://www.avsf.org/public/posts/1667/libro_produccion_campesina_lechera_paises_andinos_avsf_sipae_2014.pdf
- López, M. (2013). Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional. Escala 1: 25000. Sistemas Productivos. Recuperado de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA2/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/PICHINCHA/CAYAMBE/EE/MEMORIA_TECNICA/mt_cayambe_sistemas_productivos.pdf

- MAE. (2017). Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua. Ministerio del Ambiente Ecuador, 37.
- MAG. (2010). MAGAP socializa Acuerdo 394 sobre la calidad y normativa de la leche – Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado 19 de julio de 2018, de <https://www.agricultura.gob.ec/magap-socializa-acuerdo-394-sobre-la-calidad-y-normativa-de-la-leche/>
- Mahecha, L., Gallego, L., y Peláez, F. (2002). Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(2), 213-225.
- Márquez, R. (2010). Guía de alimentación para ganado Lechero del pequeño productor. Recuperado 25 de julio de 2018, de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/guia-alimentacion-ganado-lechero-t28446.htm>
- Martínez, A., Villoch, A., Ribot, A., y Ponce, P. (2014). Diagnóstico de Buenas Prácticas Lecheras en una cooperativa de producción. *Revista de Salud Animal*, 36(1), 14-18.
- Martínez, L. (2013). La agricultura familiar en el Ecuador. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32340.40325>
- Martínez, L. (2016). Comercialización de la producción lechera y condiciones socioeconómicas de los lecheros minoristas de la comunidad de San Carlos, cantón Latacunga, parroquia Toacaso, 2015, 172.
- Martínez, L., Ortega, A., Flores, J., y Ortega, O. (2007). Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México, 13.

- Melendez, P., y Bartolome, J. (2017). Avances sobre nutrición y fertilidad en ganado lechero: Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(4), 407.
<https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i4.4160>
- Merma, I., y Julca, A. (2012). Tipología de productores y sostenibilidad de cultivos en Alto Urubamba, La Convención – Cusco. *Scientia Agropecuaria*, 3(2), 149-159.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2012.02.06>
- Moreno, L., Gavilanes, L., Utreras, D., y Bernal, G. (2014). Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del Cantón Cayambe 2015-2025, 339.mt_cayambe_sistemas_productivos.pdf. (s. f.). Recuperado de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA2/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/PICHINCHA/CAYAMBE/EE/MEMORIA_TECNICA/mt_cayambe_sistemas_productivos.pdf
- Muracciole, O. A. G. (2008). Pago de Leche por Calidad, 11.
- Murgueitio, E. (2003). Environmental impact of milk production systems in Colombia and alternative solutions. Recuperado 31 de julio de 2018, de <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd15/10/murg1510.htm>
- Naed, T. (2008). Aspectos metodológicos en la evaluación de la sostenibilidad de sistemas agrosilvopastoriles, 18.
- Nieto, C. (1994). La Sostenibilidad de Los Sistemas de Produccion Campesina en Los Andes. International Potato Center.
- Novoa, A. (1983). Aspectos nutricionales en la producción de leche. Bib. Orton IICA / CATIE.

- Pedraza, C., Mansilla, A., Fajardo, .P, y Agüero, H. (2000). Cambios de la producción y composición láctea por efecto del incremento de células somáticas en leche de vacas. *Agricultura Técnica*, 60(3), 251-258. <https://doi.org/10.4067/S0365-28072000000300005>
- Pereira, C., Valladares, J., Díaz, N., y Resch, C. (2016). Predicción de la composición botánica de mezclas forrajeras con leguminosas anuales y reygrass mediante NIRS, 6.
- Piña, L. (2010). Efecto del manejo del pastoreo sobre la producción de leche y sólidos lácteos. Circular de extensión, 8.
- Quishpe, V. (2016). Propuesta de mejora en el control del proceso productivo para la asociación de productores de leche del cantón Cayambe. Caso: Campinorte. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/11649>
- Requelme, N., y Bonifaz, N. (2012). Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador. *La Granja*, 15(1), 55. <https://doi.org/10.17163/lgr.n15.2012.05>
- Requelme, Narcisa, y Bonifaz, N. (2012). Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador. *La Granja*, 15(1), 55. <https://doi.org/10.17163/lgr.n15.2012.05>
- Revelli, G. R., Sbodio, O. A., y Tercero, E. J. (2011). Estudio y evolución de la calidad de leche cruda en tambos de la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero, Argentina (1993-2009). *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 37(2). Recuperado de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=86421189005>
- Revelli, G., Sbodio, O., & Tercero, E. (2011). Estudio y evolución de la calidad de leche cruda en tambos de la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero, Argentina (1993-2009). *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 37(2), 128-139.
- Reyes, H., & Manuel, J. (2008). Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche (Importance of the somatic cells count in the quality of milk), 34.

- Salazar, C., & García, K. (2010). Mujeres y hombres del Ecuador en cifras III. Serie de información estratégica. Recuperado de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Libros/Socioeconomico/Mujeres_y_Hombres_del_Ecuador_en_Cifras_III.pdf
- Salvador, A. (2002). Importancia de la transferencia de tecnología pecuaria en la zona alta del noroccidente de Pichincha y sus proyecciones, 121.
- Salvo, R. (2015). Una mirada al pH del suelo y su importancia en los sistemas productivos. Recuperado 19 de octubre de 2018, de <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Analisis/2014/03/13/Una-mirada-al-pH-del-suelo-y-su-importancia-en-los-sistemas-productivos.aspx>
- Santillán, F., García, J., Reyes, V., y López, G. (2009). Demandas tecnológicas y de política para mejorar la competitividad de la cadena agroalimentaria de leche en el estado de Hidalgo, 14.
- Schejtman, A. (2008). Alcances sobre la agricultura familiar en América Latina, 48.
- Senra, A. (2005). Índices para controlar la eficiencia y sostenibilidad del ecosistema del pastizal en la explotación bovina. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 39(1). Recuperado de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=193017852002>
- Silva, L., y Ramírez, O. (2017). Evaluación de agroecosistemas mediante indicadores de sostenibilidad en San José de las Lajas, Provincia de Mayabeque, Cuba. *Luna Azul*, (44), 120-152. <https://doi.org/10.17151/luaz.2017.44.8>
- Tamime, A. (2009). *Milk Processing and Quality Management*. John Wiley & Sons.
- Valladarez, S. (2016). Determinación del impacto de la política de precios por calidad del litro de leche en los centros de acopio del norte del cantón Cayambe periodo 2008-2014, 116.

- Vargas, T. (2000). Calidad de la leche: visión de la industria láctea, 6.
- Vásquez, F., Martínez, G., Mancera, V., Ávila, L., y Vargas, M. (2007). Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto de Chicamocha (departamento de Boyacá). *Revista de Medicina Veterinaria*, (14), 61-83. <https://doi.org/10.19052/mv.1802>
- Vélez, E. (2013). Factores de origen ambiental que afectan la producción de leche en vacunos bajo pastoreo semi-intensivo. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/225-Articulo_velez.pdf
- Vera, J. (2005). Identificación y evaluación de los factores que influyen en la calidad de la leche de las fincas proveedoras de la fábrica de quesos La Holandesa, 117.
- Villalobos, L., y Arce, J. (2013). Producción de biomasa y costos de producción de pastos Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*), kikuyo (*Kikuyuocloa clandestina*) y Ryegrass Perenne (*Lolium perenne*) en lecherías de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 37(2), 91-103.
- Villalobos, L., y Sánchez, J. (2010). Evaluación agronómica y nutricional del pasto ryegrass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. I. Producción de biomasa y fenología. *Agronomía Costarricense*, 34(1), 31-42.
- Zambrano, D., y Simbaña, L. (2017). La producción de leche en Ecuador y Chimborazo: nuevas oportunidades e implicaciones ambientales, 10, 270-289.