MAESTRÍA INTERINSTITUCIONAL
EN PRODUCCIÓN PECUARIA

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Caracterización de sistemas de lechería familiar y del componente nutrimental de vacas en producción de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

Tesis que para obtener el grado de:
Maestro en Producción Pecuaria
Presenta:

Laura Lizeth Valdivia Gómez

Director de tesis: **Dr. José Manuel Palma García**
Co-asesor: **Dr. José M. Zorrilla Ríos**

Comité tutorial**:**
Dr. José de Jesús Olmos Colmenero
Dr. Carlos U. Häubi Segura.

Guadalajara, Jalisco. Diciembre del 2015

DEDICATORIAS

A DIOS

Quien llevo mi vida más allá de mis sueños y apareció donde la ciencia me cerro las puertas.

A José Gómez y Catalina Aniceto

Amados y siempre recordados, seres de fuerza y luz en mi camino.

A Emma Gómez y Antonio Valdivia

Por su máxima protección, entrega de libertad y confianza.

A Amaury, Berenice, Mayan, Yamile y Arleth

Mis hermanos amados y por quienes busco la superación.

A Adamary, Edson, Emily y Bryan

Mis adorados sobrinos siempre estuvieron dándome un abrazo y una sonrisa en los peores momentos.

A Fernando Aceves

Por siempre apoyarme y recordar mi fortaleza.

A Francisco Campos

Quien viera en mí un futuro prometedor y durante años me lo recordara.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guadalajara:
Por permitir una vez más mi superación académica.

A mi equipo de trabajo:
Antonio Valdivia, Amaury Valdivia, Berenice Valdivia, Jorge González, Jaime Velasquez y Lourdes Márquez.
Sin lugar a dudas ellos son verdaderos autores.

A mi tutor:
Dr. José Manuel Palma García.
Quien me apoyo enteramente con un enfoque humanista, buscando siempre mi crecimiento profesional.

A mis grandes maestros y amigos, quienes estuvieron guiando esta investigación:
Dr. Carlos U. Häubi Segura
Dr. José de Jesús olmos Colmeneros
Dr. José M. Zorrilla Ríos

A mis compañeros del MIPPE:
Cesar, Alejandra, Carlos y Elena
Definitivamente una amistad que perdurara siempre.

Al coordinador del MIPPE
Dr. Javier Padilla
Siempre al pendiente de la finalización de este documento

A todos los ganaderos del municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México:
Quienes participaron en el desarrollo de esta investigación y fueron el motivo en la elección del tema

MAESTRÍA INTERINSTITUCIONAL
EN PRODUCCIÓN PECUARIA

MIPPE

DR. JAVIER PADILLA RAMÍREZ
COORDINADOR DE POSGRADO
MAESTRÍA INTERINSTITUCIONAL
EN PRODUCCIÓN PECUARIA
PRESENTE:

Con base en el reglamento de la Maestría Interinstitucional en Producción Pecuaria, le comunico que he revisado el trabajo de tesis que presenta **Laura Lizeth Valdivia Gómez,** para obtener el grado de Maestro en Producción Pecuaria, con el título:

CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS DE LECHERÍA FAMILIAR Y DEL COMPONENTE NUTRIMENTAL DE VACAS EN PRODUCCIÓN DE IXTLAHUACÁN DE LOS MEMBRILLOS, JALISCO, MÉXICO.

En mi opinión, dicho trabajo de investigación que presenta el candidato cumple con los requisitos del programa, por lo que otorgo el VOTO APROBATORIO, para que pueda ser sustentado en el examen de grado correspondiente.

Se extiende la presente el día 18 de Noviembre de 2015, para los fines administrativos que al interesado convengan.

ATENTAMENTE

Dr. José Manuel Palma García
MIPPE, Universidad de Colima

Ccp. ARCHIVO

MAESTRÍA INTERINSTITUCIONAL
EN PRODUCCIÓN PECUARIA

MIPPE

DR. JAVIER PADILLA RAMÍREZ
COORDINADOR DE POSGRADO
MAESTRÍA INTERINSTITUCIONAL
EN PRODUCCIÓN PECUARIA
PRESENTE:

Con base en el reglamento de la Maestría Interinstitucional en Producción Pecuaria, le comunico que he revisado el trabajo de tesis que presenta **Laura Lizeth Valdivia Gómez,** para obtener el grado de Maestro en Producción Pecuaria, con el título:

CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS DE LECHERÍA FAMILIAR Y DEL COMPONENTE NUTRIMENTAL DE VACAS EN PRODUCCIÓN DE IXTLAHUACÁN DE LOS MEMBRILLOS, JALISCO, MÉXICO.

En mi opinión, dicho trabajo de investigación que presenta el candidato cumple con los requisitos del programa, por lo que otorgo el VOTO APROBATORIO, para que pueda ser sustentado en el examen de grado correspondiente.

Se extiende la presente el día 18 de Noviembre de 2015, para los fines administrativos que al interesado convengan.

ATENTAMENTE

José de Jesús Olmos Colmenero
Profesor del Centro Universitario de los Altos
de la Universidad de Guadalajara

Ccp. ARCHIVO

MAESTRÍA INTERINSTITUCIONAL
EN PRODUCCIÓN PECUARIA

MIPPE

DR. JAVIER PADILLA RAMÍREZ
COORDINADOR DE POSGRADO
MAESTRÍA INTERINSTITUCIONAL
EN PRODUCCIÓN PECUARIA
PRESENTE:

Con base en el reglamento de la Maestría Interinstitucional en Producción Pecuaria, le comunico que he revisado el trabajo de tesis que presenta **Laura Lizeth Valdivia Gómez,** para obtener el grado de Maestro en Producción Pecuaria, con el título:

CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS DE LECHERÍA FAMILIAR Y DEL COMPONENTE NUTRIMENTAL DE VACAS EN PRODUCCIÓN DE IXTLAHUACÁN DE LOS MEMBRILLOS, JALISCO, MÉXICO.

En mi opinión, dicho trabajo de investigación que presenta el candidato cumple con los requisitos del programa, por lo que otorgo el VOTO APROBATORIO, para que pueda ser sustentado en el examen de grado correspondiente.

Se extiende la presente el día 18 de Noviembre de 2015, para los fines administrativos que al interesado convengan.

ATENTAMENTE

DR. CARLOS URBAN HÄUBI SEGURA
PTC. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES

Ccp. ARCHIVO

ÍNDICE

Lista de Cuadros ..... **IV**

Lista de Figuras ..... **VI**

RESUMEN **1**

ABSTRACT **2**

1. INTRODUCCIÓN **3**

2. REVISIÓN DE LITERATURA **6**

2.1. Sistemas de producción en general. 6

2.2. Sistemas ganaderos. 7

2.3. Sistemas de producción de leche en México. 8

2.4. Sistema de lechería familiar. 9

2.5. La ganadería en Ixtlahuacán de los Membrillos. 10

2.6. Los minerales en la alimentación del ganado. 12

2.7. Fósforo en la vaca lechera. 14

2.8. Contaminación difusa de las actividades ganaderas y agrícolas. 19

2.9. La eutrofización del agua superficial. 21

3. PREGUNTA CIENTÍFICA **22**

4. HIPÓTESIS **23**

5. OBJETIVO GENERAL **24**

5.1. Objetivos específicos 24

6. MATERIALES Y MÉTODOS..... 25

6.1. Diagnóstico estático del Sistema de Lechería Familiar en Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco.....25

6.2. Análisis de las relaciones económicas, sociales y políticas de las unidades de producción de los Sistemas de Lechería Familiar en Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.....28

6.3. Caracterización de la composición química de los alimentos comúnmente utilizados en vacas del Sistema de Lechería Familiar del municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.....30

7. RESULTADOS..... 32

7.1. Diagnóstico estático del Sistema de Lechería Familiar en Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco.....32

7.1.1. Características generales de las unidades de producción de los Sistemas de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.....33

7.1.2. Análisis de Componentes Principales (ACP) de las unidades de producción de los Sistemas de Lechería Familiar en Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.....36

7.1.3. Análisis de Conglomerados (AC) de las unidades de producción de los Sistemas de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.....41

7.2. Análisis de las relaciones económicas, sociales y políticas de las unidades de producción de los Sistemas de Lechería Familiar en Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.....43

7.3. Caracterización de la composición química de los alimentos comúnmente utilizados en vacas del Sistema de Lechería Familiar del municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México. 47

7.3.1. Análisis de energía de los alimentos utilizados en el Sistema de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México. 50

7.3.2. Análisis de calcio y fósforo de los alimentos utilizados en el Sistema de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México. 51

8. DISCUSIÓN 54

8.1. Diagnóstico estático del Sistema de Lechería Familiar en Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México. 54

8.2. Análisis de las relaciones económicas, sociales y políticas de las unidades de producción de los Sistemas de Lechería Familiar en Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México. 55

8.3. Caracterización de la composición química de los alimentos comúnmente utilizados en vacas del Sistema de Lechería Familiar del municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México. 57

9. CONCLUSIONES 60

10. LITERATURA CITADA 61

11. ANEXO 76

Lista de Cuadros

Cuadro 1.- Variables originales obtenidas de las encuestas realizadas a los ganaderos del municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México. 26

Cuadro 2.- Descripción de variables que participan en el diagrama causal de bucles de las relaciones económicas, sociales y políticas del Sistema de Lechería Familiar (SLF) en el municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México. 28

Cuadro 3.- Socios ganaderos, unidades de producción pecuaria (UPP) y unidades de producción lechera (UPL) registradas en diferentes dependencias gubernamentales y sociales en Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México. 32

Cuadro 4.- Número de productores, visitas, entrevistas y abandono de la actividad lechera por localidades del municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México. 32

Cuadro 5.- Indicadores generales de los Sistemas de Lechería Familiar del municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México. 34

Cuadro 6.- Alimentos suministrados a las vacas en producción del Sistema de Lechería Familiar en el municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México. 35

Cuadro 7.- Valores propios y porcentajes de varianza explicada para los primeros cinco componentes principales de las unidades de producción de los Sistemas de Lechería Familiar en Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México..... 36

Cuadro 8.- Valores propios y porcentajes de varianza explicada para los primeros cinco componentes de los ranchos del Sistema de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México. 40

Cuadro 9.- Resultados por clase de los conglomerados de las unidades de producción de los Sistemas de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México. 42

Cuadro 10.- Resultados de las variables por clase de los conglomerados de las unidades de producción de los Sistemas de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México. 42

Cuadro 11.- Contenido de MS, PC, EE, FC, Cenizas, ELN, TND, Ca y P en la dieta ofrecida en pila a las vacas de los Sistema de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México. 48

Cuadro 12.- Relación de energía neta de lactancia recibida en pila por rancho/vaca/día y su producción de leche actual y esperada (L/día) en vacas del Sistema de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México..... 50

Cuadro 13.- Relación de materia seca (MS) calcio (Ca) y fósforo (P) recibido, requerido (NRC, 2001) y diferencia de consumo (vaca/día) del Sistema de Lechería Familiar en el municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco. 52

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa de ubicación del municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México. 11

Figura 2. Interacciones observadas (sinergismo y antagonismo) entre algunos minerales en las dietas de las vacas lecheras..... 13

Figura 3. Metabolismo del fósforo en la vaca lechera (descripción en el texto del trabajo). 16

Figura 4. Análisis de Componentes principales (ACP) en primer plano factorial (Componente 1 y 2) de los ranchos del Sistema de Lechería Familiar en Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México. 38

Figura 5. Análisis de Componentes Principales (ACP) Biplot en primer plano factorial (ranchos y componentes 1 y 2) del Sistema de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México. 39

Figura 6. Dendograma del grado de similitud de las características entre los ranchos del Sistema de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco México. .. 41

Figura 7. Diagrama Causal de Bucles de las relaciones económicas, sociales y políticas del Sistema de Lechería Familiar (SLF) en el municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México. 45

Figura 8. Relación de ELN, Cenizas, FC, EE y PC en la dieta servida en pila a las vacas de los Sistemas de Lechería Familiar en el municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México, contrastando un aporte ideal para bovinos leche con una producción deseada de 20 L/vaca/día según NRC, 1989. 49

Figura 9. Relación de fósforo (P) consumido, excretado en estiércol y secretado en leche por vacas de los Sistemas de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México. 53

RESUMEN

El Sistema de Lechería Familiar (SLF) en México prevalece como uno de los más importantes debido a la gran cantidad de población que lo compone, como en el caso de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México, en donde es una de sus principales actividades económicas, sin embargo, se desconocen las características productivas asociadas a los aspectos económicos y sociales. Por lo que el presente trabajo tiene como objetivo diagnosticar este sistema, conocer los componentes de la dieta de sus vacas y en particular del fósforo. El trabajo consistió en visitas de junio del 2014 a junio del 2015 a diferentes instituciones públicas del sector, organizaciones de productores y entrevistas a 21 ganaderos del lugar. Para su evaluación se utilizó estadística descriptiva en los indicadores productivos, análisis causal para conocer las relaciones del sistema y una caracterización de la composición química de los alimentos utilizados en las vacas en producción. Los resultados mostraron que la edad del productor es de 43 ± 23.7 años, tenencia de tierra 4.8 ± 4.5 ha, con 10.2 ± 6.9 vacas en ordeño del fenotipo Holstein, producción de 10.5 ± 5.9 L/vaca/día, ordeño manual y en el 43 % de los productores en una ocasión. El pastoreo lo realizan 14 de 21 productores, la alimentación no es balanceada y la aportación de P es de 45.4 ± 23.9 g/día en la dieta. El empadre es por monta natural, intervalo entre partos de 12.6 ± 0.8 meses, edad a primer parto de 2.6 ± 0.6 años, alta prevalencia de mastitis, piroplasmosis y problemas por moscas. El análisis de conglomerados crea tres grupos que reflejan homogeneidad en el municipio. El análisis cualitativo, basado en el diagrama causal, evidenció: deficiencias e incluso rupturas entre los actores políticos que intervienen en el sistema, provocando la falta de apoyo, incremento acelerado de población y de industria, propiciando competencia por recursos naturales y mano de obra, inexistencia de extensionismo y nula relación con instituciones académicas en donde la producción y comercialización de los productos generados es aceptada por la población, equilibrándolo sin ser el detonante de la actividad. Por las condiciones que enfrenta el SLF en el municipio, existe un decremento de la actividad y requiere acciones inmediatas con visión integral que impulsen este sistema y signifiquen un motor de cambio al sector.

Palabras clave: ganadería, crisis, vulnerabilidad, diagrama causal, vacas

ABSTRACT

Family System Dairy (SLF) in Mexico prevails as one of the most important due to the large population that composes it, as in the case of Ixtlahuacán of Membrillos, Jalisco, Mexico, where it is one of its main economic activities, however, productive characteristics associated with the economic and social aspects are unknown. So this projects aims to charecterize this system, to understand the components of the diet of the cows and in particular phosphorus. The work consisted of visits from June 2014 to June 2015 to various public sector institutions, producer organizations and interviews with 21 farmers of the place. Descriptive statistics were used to evaluate the production indicators, causal relationships to learn the system and a characterization of the chemical composition of foods used in dairy cows feeding, The results showed that the age of the producer is 43 ± 23.7 years, land tenure was 4.8 ± 4.5 ha, with 10.2 ± 6.9 milking cows of Holstein phenotype, milk production of 10.5 ± 5.9 L/cow/day, manual milking and only one milking in 43% of the farms. Grazing is carried out by 14 of 21 producers, diets are not balanced and the content of P was 45.4 ± 23.9 g P per cow per day was found in the diet. Breeding is by natural mating, calving interval of 12.6 ± 0.8 months, age at first calving of 2.6 ± 0.6 years, with high prevalence of mastitis, piroplasmosis and fly problems. Cluster analysis produced three groups that reflect uniformity in the municipality. The qualitative analysis, based on the causal diagram, showed: shortcomings and even ruptures between political actors in the system, causing a lack of support, rapid population growth and industry, fostering competition for natural resources and labor, lack of extension work and no relation to academic institutions, where the production and marketing of products is accepted by the population, balancing but failing to be the trigger for the activity. Due to the conditions facing the SLF in the municipality, there is a decrease in the dairy activity and requires immediate action to promote this integrated vision of the system and which can become an engine to promote changes in this sector.

Keywords: livestock, crisis, vulnerability, causal diagram, cows

1. INTRODUCCIÓN

El incremento demográfico, la demanda de los requerimiento alimenticios de la humanidad y el aumento en la compra de insumos alimenticios extranjeros, ha obligado a los países en desarrollo a crear nuevas estrategias que combatan el desgaste de los recursos naturales considerando los requerimientos de las futuras generaciones (FAO, 2014).

Por lo tanto, la tendencia de los nuevos sistemas ganaderos es considerar el balance óptimo entre el ámbito económico, social y ambiental, tres dimensiones centrales en la búsqueda del desarrollo sustentable (Calvente, 2007).

En México, para el 2015 se presentaron saldos anuales positivos en las actividades pecuarias, destacando la producción de leche de bovino, considerada como uno de los productos más significativos para el subsector pecuario. Al segundo trimestre de 2015, se alcanzó una producción nacional de 5 mil 464 millones de litros (2.3 % mayor que el 2014 en el mismo periodo), esto se asoció a la competencia por el alimento, tierra y precios, lo que generó una mayor exigencia productiva de la actividad en todos los niveles (SIAP, 2015).

La cadena productiva de leche en México proviene de diferentes opciones desarrolladas en condiciones heterogéneas desde el punto de vista tecnológico y socioeconómico, que permiten distinguir según los criterios empleados para su caracterización, por lo menos cuatro sistemas: especializado, semiespecializado, lechería familiar y el de doble propósito (Barrera y Sánchez, 2003; Espinosa *et al*., 2007; Gallardo *et al.,* 2010).

En este contexto, Méndez *et al*. (2000) mencionan que las explotaciones lecheras de pequeña escala aportan el 35 % de la producción nacional de leche. La producción de tipo familiar en las actividades agrícolas y ganaderas son el modelo más utilizado en México desde hace más de 100 años (Espinosa *et al.,* 2007), logrando subsistir pese a las circunstancias en que laboran, como uno de los más importantes del país (Barrera y Sánchez, 2003).

El estado de Jalisco encabeza la producción nacional de leche con hatos de tipo familiar (López, 2013), sistema especialmente importante desde el punto de vista social por la gran cantidad de productores rurales y de población que lo componen 24.8, aunque en algunos casos sólo se consigue sustento de él, sin generar riqueza social (SIEA- SAGARPA, 2005).

En este tipo de hatos, uno de los subsistemas que requiere de atención particular es el referente al o a los programas de alimentación adoptados, con particular énfasis a su impacto en la salud animal y ambiental, así como en la producción y dentro de ello, el tema del balance mineral es de especial relevancia.

Consecuentemente, es necesario adoptar una dieta balanceada, que aporte minerales en forma cualitativa y cuantitativa, situación esencial para mantener la salud, obtener un óptimo rendimiento productivo en un hato ganadero (Hernández, 2004) y tener el menor impacto ambiental posible, puesto que los minerales pueden presentar interacciones sinérgicas o antagónicas, y el desequilibrio de alguno de ellos, afecta el de los otros (Miller, 1979).

El P es considerado como el segundo mineral más abundante en el cuerpo y es esencial en la salud y bienestar animal, ya que participa en diferentes funciones biológicas: formación de trifosfato de adenosina (ATP), nicotinamida adenina dinucleótido fosfato (NADP) y nicotinamida adenin dinucleótido (NAD) (Grünberg, 2008), fosforilación de enzimas, utilización y transferencia de energía AMP y ADP, formación de formación de huesos y dientes, secreción de la leche, transporte de ácidos grasos transferencia de energía (Jackson *et al.*, 2012).

En la búsqueda de la optimización y el conocimiento en los requerimientos nutricionales en los sistemas de producción de bovinos leche, se reconoce al fósforo como un elemento imprescindible en el mejoramiento de la producción y reproducción de esta especie, aunque también se conoce que su exceso tiene un importante impacto ambiental negativo (Amaral - Philips, 2000; Miller *et al.,* 2010).

Por ello, Wattiaux *et al*. (2007) realizaron una caracterización de P en los sistemas de lechería familiar en la zona de los Altos de Jalisco, México, donde encontraron que las

vacas estaban siendo alimentadas con un exceso de ortofosfatos lo que indicaba que las vacas estaban siendo alimentadas con 1.5 veces por encima de lo recomendado.

Situación que se torna alarmante, considerando que su elevado uso llega a contribuir al incremento de P en los suelos y en el agua por escurrimiento superficial, particularmente en el temporal de lluvias, ya que aproximadamente un 26 % del P que se excreta por los animales no es reciclado por las plantas. Aunque, el contenido total de P del estiércol varía de acuerdo a la especie animal, la dieta y el método de manipulación, en general el P inorgánico constituye del 60 al 90 % del P total en los desechos animales y del 20 al 80% es soluble en agua (Havlin, 2004).

Por lo tanto, el presente trabajo pretende caracterizar el sistema de lechería familiar, de los alimentos y el fósforo en la alimentación de este sistema en el municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México, ya que la zona carece de información documentada que señale las características en la cual se desarrolla, además su importante cercanía a grandes vertientes de agua dulce (Lago de Chapala, Lago de Cajititlán y río Lerma - Santiago), hacen que en este municipio surja la necesidad de una caracterización de sus sistemas de producción ganadera en especial de los sistemas de lechería y su posible impacto ambiental.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Sistemas de producción en general.

Un sistema está definido por el Padre de la teoría general de sistemas, Bertalanffy (1968) como un complejo de elementos interactuantes, precedentes de condiciones espaciales y temporales que pueden expresarse mediante ecuaciones diferenciales parciales, sin tomar en cuenta una posible dependencia de aconteceres previos a la historia del sistema. En esta condición cada elemento está determinado en parte por el estado que guarden cada uno de los demás que lo configuran, manteniendo el sistema directo o indirectamente unido de modo más o menos estable y cuyo comportamiento global es el perseguir el mismo objetivo, entendiendo que cualquier cambio en un miembro afectará su totalidad (Arnold y Osorio, 1998).

Latorre (1996), menciona que todo el funcionamiento de una organización es un sistema o un conjunto de subsistemas que nos permite elaborar un objetivo común, en donde se forma una estructura que permite tener mejores resultados, además de sintetizar los procesos y llevar un mejor control de todo lo que se realiza dentro, para la optimización de los recursos.

El concepto de subsistema; es importante cuando se estudian sistemas de gran dimensión o muy complejos éstos nos permiten dividir el sistema entero en partes manejables y fáciles de entender dependiendo de los límites establecidos y según sea nuestro propósito de análisis. Pueden ser conceptualizados considerando al igual que en un sistema; propósito, contorno, límite, componentes, interacciones, subproductos, recursos, ingresos y egresos. Si carecen de estas características son considerados como componentes y no como sistemas o subsistemas (Wadsworth, 1997).

El sistema agropecuario, menciona Scalone (2007), funciona como un todo, una unidad en donde la aplicación de la fuerza de trabajo del hombre, sobre el capital y los recursos naturales, por medio de una adecuada administración y orden con el principio de perseguir un mismo objetivo.

2.2. Sistemas ganaderos.

Dentro de una unidad productiva Agropecuaria el sistema ganadero se considera como un subsistema, caracterizado por la explotación de animales, distribuidos de acuerdo a su función zootecnica por edad y/o sexo los cuales son sometidos a itinerarios técnicos con el mismo propósito productivo (Scalone, 2007).

La producción ganadera se efectúa en diversas condiciones y formas, considerando diferentes especies animales, recursos naturales y situaciones socioeconómicas. Dentro esta gama se realiza una clasificación de los sistemas ganaderos, definidos según Steinfeld *et al*. (2006) de acuerdo a la utilización del suelo por el ganado; pueden ser sistemas de pastoreo, sistemas mixtos o sistemas de producción intensiva en donde dependen de suministros de comida, energía y otros insumos externos.

El sistema intensivo es importante desde el punto de vista ambiental, ya que la gran demanda por sus insumos puede tener efectos sobre el medio ambiente en regiones diferentes a aquellas en donde la producción ocurre (Steinfeld *et al*., 2006). Sin embargo, cuando un sistema se desarrolla en pastoreo, está expuesto a los contaminantes del medio ambiente, afectando el suelo, aire y agua, propiciando particularmente la eutrofización de los cuerpos de agua superficial o subterráneos gracias a las altas concentraciones de nitrógeno y fósforo que son desechadas por la explotación (Alfaro y Salazar, 2005).

En todos los casos, la Comisión Nacional del Agua (CNA) en el 2010 declaró que el agua es uno de los recursos más utilizados por los sistemas agropecuarios, de cada 100 L concesionados para usos consuntivos al 2009, 77 correspondían a este medio.

FAO (2014) mencionó que en la actualidad, los sistemas agropecuarios a escala familiar juegan un papel importante en el cambio climático, la gestión de la tierra, el agua y la biodiversidad, factores claves para el éxito en la futura producción agropecuaria, que serán ampliamente apoyados por el sector político en pie de cubrir la demanda de alimentos que requiere la creciente población mundial (IICA, 2015).

2.3. Sistemas de producción de leche en México.

En México los sistemas de producción de leche se desarrollan bajo diferentes esquemas de organización productiva en donde las condiciones tecnológicas, agroclimáticas y socioeconómicas son heterogéneas, tanto en las formas de producción como en los diversos tamaños de las unidades productivas (Espinosa *et al*., 2007).

Dixon *et al*. (2001) mencionaron que los factores determinantes para la evolución de un sistema son: recursos naturales, clima, ciencia, tecnología, liberación comercial, política, información y capital humano, interacciones biofísicas y socioeconómicas de las que depende un esquema de organización ganadera.

Con base en la diversificación de recursos naturales y climas en México, SAGARPA (2000) considera tres principales regiones ecológicas ganaderas: templada, árida y semiárida y trópico (seco y húmedo). La templada comprende la mayor parte del territorio, incluido parte del estado de Jalisco, y es la más importante en producción de leche con una participación del 47 % del total de la producción nacional (Barrera y Sánchez, 2003).

Basados en el aprovechamiento de los factores antes mencionados, en México se han podido caracterizar por lo menos cuatro sistemas de producción de leche: el especializado, semiespecializado, el de lechería familiar y el de doble propósito (Barrera y Sánchez, 2003; Espinosa *et al*., 2007; Gallardo *et al.,* 2010).

Aunque la producción lechera se desarrolla en todo el territorio de México, según la Secretaria de Economía (2012), durante el periodo del 2005 a 2010 se concentró en cuatro estados, Jalisco, Coahuila, Durango y Chihuahua, los cuales contribuyeron con el 45 % de la producción nacional y para el segundo trimestre del 2015, Jalisco se seguía posicionando como el estado con la mayor producción de leche (1,016,936 miles de litros de avance acumulado) 3.5 % más que en el mismo periodo del 2014 (SIAP, 2015).

Dada la importancia del estado de Jalisco en la producción láctea, la caracterización de los sistemas productivos ha sido sumamente relevante en temas de producción lechera a nivel nacional (SIEA, 2005).

El Sistema de Información Estadística Agropecuaria (SIEA, 2005), menciona que en Jalisco la diversidad económica y cultural ha permitido el desarrollo de los cuatro sistemas de producción de leche presentes en México. Además cuenta con la segunda cuenca lechera más importante del país (la región de Los Altos), donde se produce el 60 % del total del estado (Cervantes, 2001).

El sistema de lechería familiar es el que predomina en la zona y representa entre 70 y 80 % de las explotaciones existentes (Cervantes, 2001). Además, es el más importante para las familias jaliscienses desde el punto de vista económico, contribuye con un poco más de la tercera parte de la producción nacional (Vargas *et al*., 2009).

2.4. Sistema de lechería familiar.

La producción del tipo familiar en las actividades pecuarias y agrícolas ha sido el modelo por tradición en México desde hace más de 100 años (Espinosa *et al.,* 2007). El estado de Jalisco ha ocupado el primer lugar en la producción nacional de leche aportando el 18.6 % del total (López, 2013), con el sistema de tipo familiar. Este sistema ha prevalecido como uno de los más importantes en la producción nacional, (Barrera y Sánchez, 2003).

El sistema de lechería familiar es especialmente importante en el contexto social por la gran cantidad de productores rurales involucrados (SIEA- SAGARPA, 2005) y caracterizado primordialmente por hacer uso de la unidad familiar como mano de obra y utilizar sus campos de pastoreo para cultivos de maíz, que después como esquilmos agrícolas sirven de agostadero para su ganado (Cervantes y Beltrán, 2004; Román, 2009).

Los productores de este sistema no se cuenta con infraestructura productiva adecuada, se caracteriza por un bajo nivel tecnológico, que considera un uso excesivo de concentrados afectando el balanceo de dietas adecuadas al estado fisiológico o etapa productiva de la vaca, además de que debido al manejo que se realiza, la calidad de la leche que producen es baja, lo cual limita el acceso a la industria láctea (FIRA, 2014), que induce a un impacto negativo en la economía del productor.

Su ganado es principalmente del fenotipo Holstein, aunque son hatos reducidos (5 a 50 vacas en producción) y con baja calidad genética, se utiliza la monta directa y ocasionalmente la inseminación artificial, la ordeña puede ser mecánica o manual con diferentes grados de especialización (Cervantes *et al*., 2001).

Como todo sistema cuenta con fortalezas y debilidades, uno de los principales problemas que aquejan a este sector son los altos costos de producción y bajo precio pagado por litro (López, 2013), sin embargo, ha logrado subsistir por años dada la mano de obra familiar no asalariada (Cervantes *et al*., 2001) y al amplio potencial para incrementar su participación en el abastecimiento del déficit de la demanda nacional de leche, mediante la implementación de tecnologías adecuadas, a través de las cuales es posible mejorar la producción, calidad y acceso al mercado de la leche (FIRA, 2014).

Sin embargo, no ha sido aprovechado debido a la descapitalización de sus unidades productivas, reflejado en infraestructura abandonada o subutilizada, ocasionando un déficit interno de productos pecuarios y por consiguiente la dependencia en la importación de éstos (Diario Oficial de la Federación, 2013).

La producción lechera del tipo familiar se establece en toda la República, sin embargo, su producción máxima se concentra en la región de los Altos de Jalisco, dado su inventario ganadero y su aportación en la producción lechera nacional (López, 2013; Román, 2009), sin embargo, existen otras zonas del estado no menos importantes en la producción de leche, las cuales no han sido reconocidas dada la poca información que se posee de los sistemas en que se desarrollan, como la zona centro, a la cual pertenece el Municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos.

2.5. La ganadería en Ixtlahuacán de los Membrillos.

Ixtlahuacán de los Membrillos se encuentra localizado en el centro del estado de Jalisco, delimitado al norte con el municipio de Tlajomulco de Zúñiga y al sur con el municipio de Chapala (Figura 1), dentro de sus actividades económicas principales se encuentra la producción de leche (Espíritu, 2014). Su extensión territorial es de 184.25

km^2 de las cuales 2 948 hectáreas son designadas para actividades ganaderas (PNG, 2014).

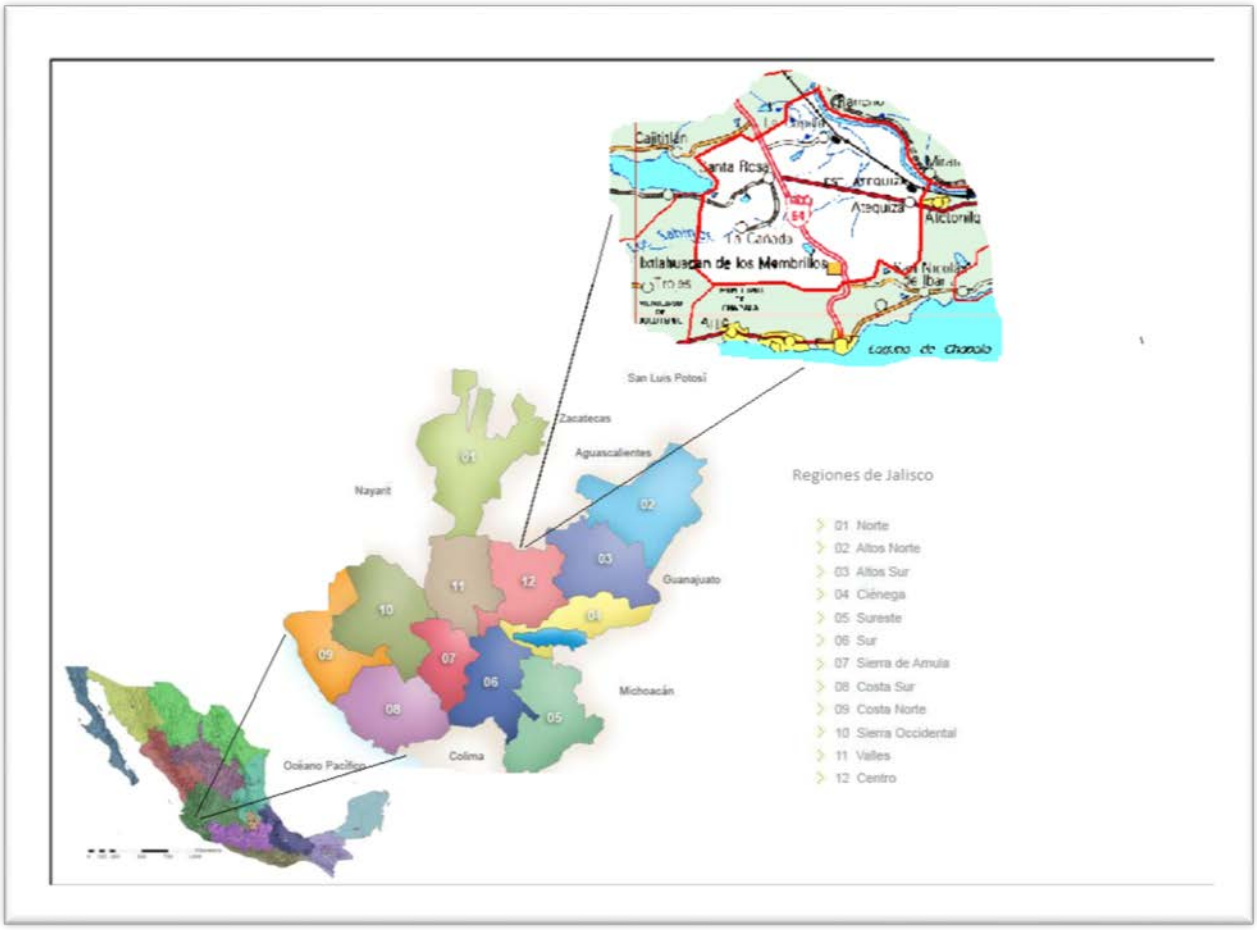


Figura 1. Mapa de ubicación del municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

La SIEG (2012) describe que la ganadería en Ixtlahuacán de los Membrillos mantuvo una tendencia de desarrollo en el periodo 2006-2010, logrando que esta actividad sea de interés económico para el municipio, dadas las circunstancias de oportunidad de crecimiento para los ganaderos. Sin embargo, carece de información documentada que señale las características en las cuales los ganaderos del municipio tienen sus sistemas de producción.

Las discrepancias en las estadísticas que reportan algunas instituciones oficiales, hacen que en este municipio surja la necesidad de una caracterización de sus sistemas de producción ganadera, ya que es una de las actividades socio-económicas

relevantes, en especial la producción de leche, y con importante impacto agroecológico en la región dado que esta circundada por acuíferos de enorme importancia nacional.

2.6. Los minerales en la alimentación del ganado.

Toda explotación animal requiere de la implementación de programas de alimentación que cubran con los requerimientos de mantenimiento y den lugar a los de producción de la especie en el sistema (Sánchez *et al.,* 2015). Los forrajes de temporal son la principal fuente de alimento del ganado en los SLF, sin embargo, las condiciones climáticas, el aprovechamiento de agua y la degradación del suelo, son intermitentes que dan lugar a la baja calidad de estos como alimento (Osuna *et al.,* 2015).

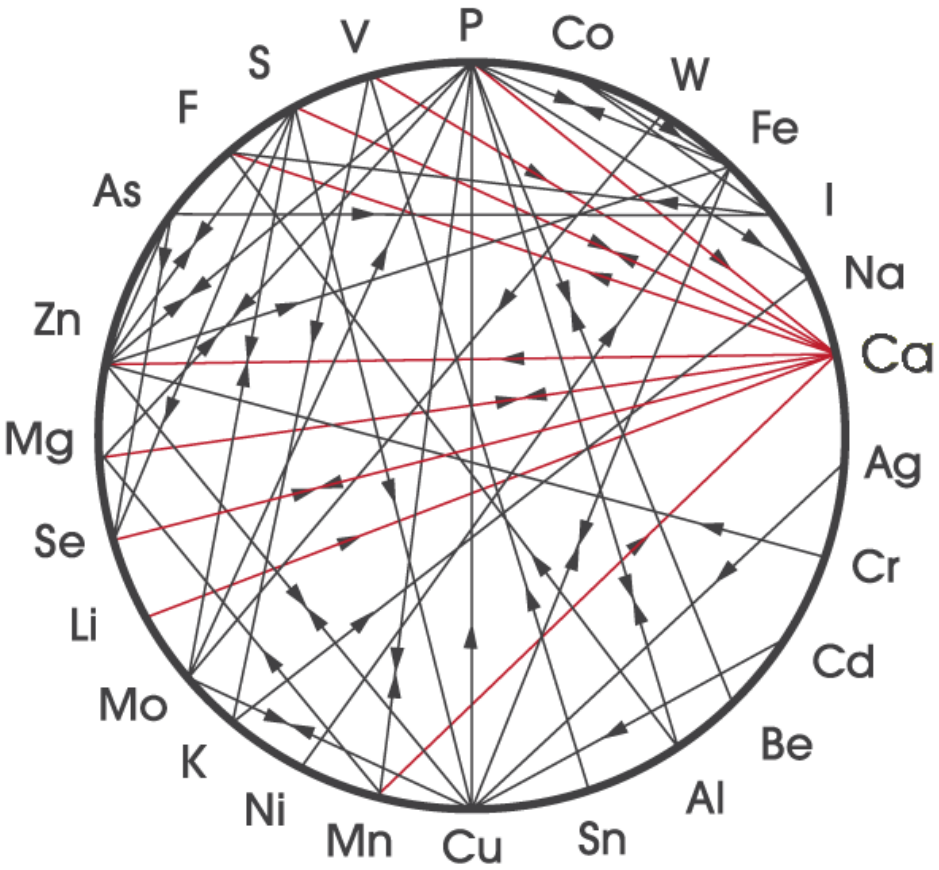
En la búsqueda por complementar las dietas de los animales del SLF, se hace un uso excesivo de concentrados comerciales, afectando el balanceo (FIRA, 2014), uso que resulta ineficiente en el proceso de transformación en energía (Ertl *et al.,* 2015) y de todos los componentes nutrimentales de la dieta, incluyendo los minerales.

Los minerales forman parte importante en la dieta de los animales. Realizan más funciones en el cuerpo que aquellas que son realmente reconocidas. Se tiende a asociar a los minerales como estructuras rígidas, sin embargo llegan a efectuar funciones que permiten el crecimiento animal. Varias enzimas necesitan minerales para su activación y funcionamiento (Mayberry, 2005).

Los minerales son clasificados como macrominerales y microminerales, el primer grupo incluye al calcio, fósforo, sodio, cloro, potasio, magnesio y azufre, el segundo al cobalto, cobre, yodo, hierro, manganeso, molibdeno, selenio y zinc. Esta clasificación es realizada con base en la cantidad en que son agregados a la dieta (Mahan y Newton, 1995; NRC, 2001; Unger y Chiappe, 2008).

Los macrominerales forman parte de los componentes estructurales de hueso y otros tejidos, sirven como elementos importantes en los fluidos corporales, además juegan un papel vital en la presión osmótica, equilibrio ácido – base y transmisión nerviosa (Unger y Chiappe, 2008).

Los minerales pueden presentar relaciones de sinergismo o antagonismo (Figura 2), por ejemplo en el caso del calcio, magnesio y fósforo que participan en forma sinérgica para en la formación ósea, activación de enzimas, coagulación y al equilibrio ácido – base. Estos poseen una relación estrecha, que los tiene como elementos de importante relación, ya que un desequilibrio en uno de ellos conlleva al de los otros dos (NRC, 2001).



Fuente: Miller (1979)

Figura 2. Interacciones observadas (sinergismo y antagonismo) entre algunos minerales en las dietas de las vacas lecheras.

En la ganadería lechera un aporte cualitativo y cuantitativo de minerales en la dieta es esencial para mantener en óptimas condiciones su rendimiento productivo y reproductivo (NRC, 2001; Hernández, 2004; Kincaid y Rodehutscord, 2005).

Sin embargo los productores del sistema familiar carecen de conocimientos en cuanto a los requerimientos nutricionales de sus vacas de acuerdo a cada una de las etapas de producción, esto puede determinar si algunos minerales pueden estar siendo ofrecidos en cantidades superiores o inferiores a las requeridas por el animal.

2.7. Fósforo en la vaca lechera.

El fósforo es el segundo mineral más abundante en la dieta y es esencial en la salud y bienestar animal, asimismo se le reconoce como el que tiene más funciones biológicas conocidas en el organismo (Hernández, 2004 y Salcedo, 2010).

En una vaca en producción las deficiencias de P son altamente marcadas, pues se genera una disminución en la producción láctea, en la fertilidad, crecimiento deprimido, trastornos metabólicos y en casos severos, anomalías óseas (Mayberry, 2005). Además, juega un papel importante en la fermentación ruminal y en la síntesis de proteína microbiana.

El metabolismo del fósforo en la vaca lechera (Figura 3) considera a una vaca sana y no gestante. En él, se observan ocho compartimentos importantes durante el tránsito del fósforo por el cuerpo del animal, desde la ingesta hasta su secreción y excreción.

Una vez que el fósforo entra al aparato digestivo (1), es dividido en dos vertientes importantes a nivel rumen (2), P digestible y P indigestible (Kebreab *et al.,* 2008). En este compartimento, el P digestible participa en los procesos de formación y regulación de fosfolípidos y nucleótidos de las actividades enzimáticas en los microbios del rumen, además, es requerido para maximizar el crecimiento microbiano y el consumo de alimento, por lo cual, si no se cumple con el requerimiento de P, las tasas en la síntesis de proteína de fermentación se ven reducidas provocando una baja digestibilidad en la materia orgánica de la dieta (Kincaid y Rodehutscord, 2005).

En el intestino delgado (3), una porción de P digestible es enviada al torrente sanguíneo y otra a los fluidos extracelulares, el resto sigue su curso hacia intestino grueso (4), en este compartimento el P indigestible es enviado a excreción y el P digestible al fluido extracelular la porción unida a los microorganismos es transportada al torrente

sanguíneo (Kebreab *et al.,* 2008). Sin embargo, cuando existe un exceso de P digestible en la alimentación de la vaca, éste es excretado vía heces (McDonald *et al.,* 2010), llega a excretarse hasta el 69% del total consumido (Amaral - Philips, 2000).

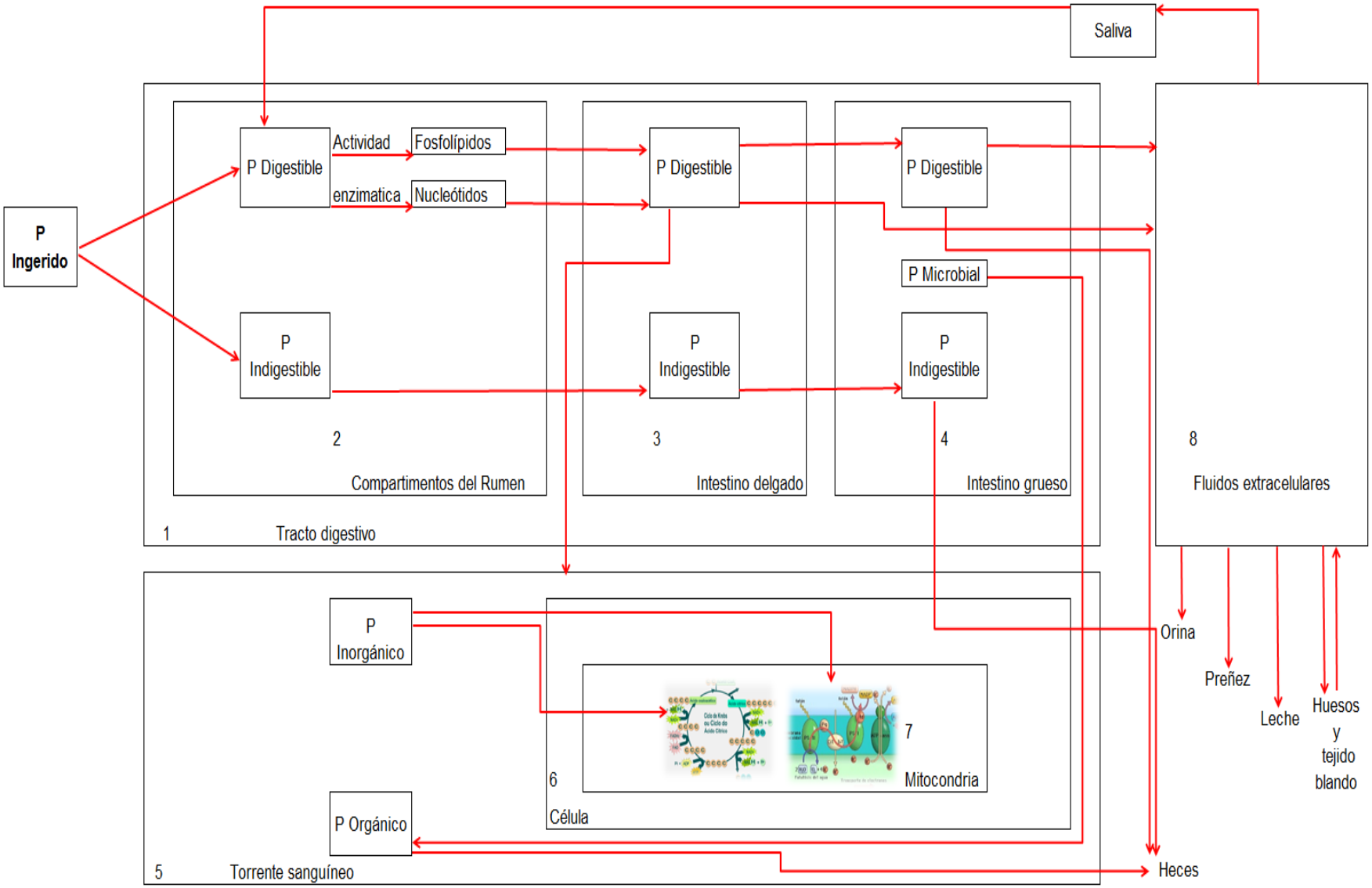


Figura 3. Metabolismo del fósforo en la vaca lechera (descripción en el texto del trabajo).

En el torrente sanguíneo (5), el fósforo constituye la parte medular y está fácilmente disponible como fosfolípidos; los glóbulos rojos (Kebreab *et al.*, 2008) contienen 350 a 450 mg/L que se puede almacenar principalmente en forma de compuestos inorgánicos con hierro, aluminio y calcio o en formas orgánicas en microorganismos y material en descomposición (McDowell y Condron, 2001).

El fósforo inorgánico entra a la célula (6) y en la mitocondria (7) participa en los procesos de creación energética, ciclo de Krebs, fosforilación oxidativa, la cual es uno de los procesos por los que se forma trifosfato de adenosina (ATP), molécula maestra que provee de energía a los organismos vivos para su funcionamiento (Grünberg, 2008), facilitando la utilización de grasas, carbohidratos y proteínas (Jackson *et al.*, 2012). Sin lugar a duda un desbalance de este mineral en el organismo da lugar a trastornos de origen metabólico.

En los fluidos extracelulares (8) el fósforo constituye el 1 % del peso corporal del animal del cual el 80 a 85 % se encuentra retenido en huesos y dientes, participa en los estados de preñez (Kebreab *et al.,* 2008), y según Amaral – Philips (2000) el 30 % es secretado vía leche y sólo el 1 % en orina.

A través de la saliva, el fósforo tiene la característica de poder ser reciclado de la sangre de la vaca al rumen, convirtiéndolo en fósforo inorgánico y siendo en ocasiones la principal entrada de este mineral, para después ser reabsorbido nuevamente a la sangre a través del tracto digestivo (Kincaid y Rodehutscord, 2005; Puggaard *et al.,* 2010).

En los bovinos, así como en los pequeños rumiantes, existe una fuerte correlación entre la concentración de fósforo en la saliva, en el plasma de la sangre y en el fluido ruminal. La secreción de fósforo inorgánico a través de la saliva es de entre 30 y 60 g diarios. Por lo cual, el fluido nutrimental que se recibe a través del alimento y la saliva es otro factor importante relacionado con el volumen de P en la saliva y con el consumo de materia seca (Kincaid y Rodehutscord, 2005).

En condiciones normales de alimentación, la concentración de fosfatos en la saliva de una vaca en producción es de 600 a 800 miligramos por litro, sustancias que

contribuyen al equilibrio ácido–base a nivel ruminal (Salcedo, 2010), así mismo la literatura sugiere un rango de referencia en la concentración de Pi en el plasma sanguíneo de 1.3 a 2.6 mg/dL (Goff, 1999; Satter, 2002), la cual contribuye a amortiguar la acidez de la sangre y otros fluidos corporales.

En el caso del P, se ha otorgado un lugar importante en la reproducción del ganado lechero, lo que ha llevado a muchos productores con el afán de mejorar sus índices reproductivos a considerar niveles elevados de este mineral (Miller *et al.,* 2010), sin considerar las repercusiones económicas y ambientales que genere. La falta de conocimiento de las cantidades adecuadas de P ofrecidas en la dieta de las vacas lecheras hace que esté en juego el bienestar animal, la producción de leche y la economía del ganadero.

La producción así como la reproducción del bovino no se ve beneficiada por los excesos de P en la dieta, por el contrario, generan gastos innecesarios, tanto económicos como ambientales (López *et al.,* 2004). En el 2001, el NRC publicó el requerimiento adecuado de P para que una vaca en producción no sufriera alteraciones, (64 g/día para una vaca Holstein de 650 kg de peso y una producción lechera de 25 kg/día), ello asegura la salud y buen desempeño reproductivo y productivo en la vaca, sin tener un efecto significativo, sin embargo, estudios adicionales demuestran que un exceso puede disminuir la producción total de leche (Miller *et al.,* 2010).

Basado en lo anterior, en los Altos de Jalisco (Wattiaux *et al*., 2007), demostraron un uso inadecuado de ortofosfato (PO_4^{3-} Meta) (PO_3^{3-}) - Pirofosfatos ($P_2O_7^{4-}$) como fuente de P, en la dieta de las vacas en el sistema de lechería familiar de la zona, con un nivel de 0.56 % con base en materia seca de la dieta, mientras que la concentración recomendada por NRC (2001) era una dosis de 0.33 al 0.44 %.

Los resultados demostraron un desbalance entre el tamaño del hato y la disponibilidad por hectárea de cultivo para reciclar fósforo y nitrógeno. La recomendación fue 1.5 vacas/ha, mientras que los productores hacían uso de un 8.1. La concentración de P en las raciones era en promedio 1.5 veces más alta a la recomendación (NRC, 2001) por consiguiente la presencia de fósforo fue alta en el estiércol. Desafortunadamente

cuando el fósforo es suministrado en exceso en la alimentación del ganado, sólo se incrementa su excresión en heces y orina, sin mejorar su eficiencia en el organismo (Knowlton y Herbein, 2002).

Dadas las condiciones de los ganaderos y la poca difusión de la información sobre los requerimientos en cada una de las etapas de la alimentación de sus vacas, aunado a la búsqueda de la optimización reproductiva de las mismas, ha hecho que en muchas regiones la sobrealimentación con fósforo sea una práctica muy común en las explotaciones lecheras y se esté haciendo un uso indiscriminado de este mineral, provocando efectos ambientales negativos (Valdivia 2013).

2.8. Contaminación difusa de las actividades ganaderas y agrícolas.

Las fuentes de contaminación se clasifican en puntuales (también llamadas directas o localizadas) y no puntuales (conocidas como difusas o no localizadas). Las fuentes de contaminación directa descargan contaminantes vía tubería, canales o zanjas, así como descargas de plantas de tratamiento de agua, efluentes de las industrias y escurrimiento de grandes corrales destinados a las actividades pecuarias (Flores *et al.,* 2009).

En países desarrollados se ha demostrado que existe una fuerte relación causa-efecto entre la actividad ganadera y la contaminación difusa de ríos y cuerpos de agua superficiales, haciendo mención especial a la eutrofización debido a las altas concentraciones de nitrógeno y fósforo (Alfaro y Salaza*r,* 2005).

El riesgo ecológico de contaminantes de origen no puntual es más importante que el que representan las descargas puntuales, pero el riesgo a la salud es comparable. En México es poca la evidencia que demuestre que se están tomando acciones para disminuir la contaminación difusa, no obstante que el sector agropecuario es el principal usuario generador de contaminación difusa (Aguilar y Pérez, 2008), La CNA (2010) reconoce que las descargas del sistema agropecuario, la deforestación y un mal manejo de basura ocasionan el 70 % de la contaminación de los cuerpos de agua en México.

Los sistemas agrícolas y pecuarios manejados en el estado de Jalisco han intensificado su actividad en los últimos años, donde cada día es más frecuente el uso de grandes cantidades de fertilizantes químicos en los campos agrícolas, aunado a prácticas pecuarias como el incremento en la carga animal, situación que produce un exceso de nutrientes para las plantas. En la pradera también se observa un mayor deterioro en época de lluvia, pudiendo con ello incidir en la pérdida de suelo por la erosión y arrastre de sedimentos (Goic y Rojas, 2004).

Estudios recientes (FAO, 2002; Wattiaux *et al*., 2007) muestran que la cantidad de nutrientes como fósforo y nitrógeno producidos en el estiércol por la ganadería es mucho mayor que la cantidad requerida por las hectáreas de cultivo de 15 municipios de la región de los Altos de Jalisco. Dentro del municipio de Tepatitlán, las actividades pecuarias producen 3.18 y 6.15 veces más de N y P de lo que requieren los cultivos.

Los sistemas pecuarios generan un grave impacto ambiental con origen en fuentes de contaminación puntual y difusa; la primera surge de las explotaciones pecuarias en granjas o establos y la segunda ocurre por los escurrimientos superficiales y la erosión hídrica de los suelos de las tierras agrícolas y las áreas de pastoreo, como lo demostraron Flores *et al.* (2014), en un estudio realizado en la zona de los Altos Jalisco, donde se demostró que el exceso de P con los que son alimentadas las vacas de los sistemas de lechería aunado al exceso de P en la fertilización de los campos agrícolas llega a los cuerpos de agua por medio del escurrimiento superficial y la erosión hídrica

En ambas, el factor más importantes es el exceso de nutrimentos, particularmente fósforo y nitrógeno, los cuales desencadenan un problema ambiental cuando son incorporados al suelo, aunque son utilizados de forma natural por algunos organismos vivos, el exceso aunado al temporal de lluvias, ayuda a transportar estos componentes a los cuerpos de agua y provocar la eutrofización como lo menciona Koelsch (2005).

Por esta razón, la solución al problema de contaminación difusa requiere de la aplicación de acciones desde la implementación de políticas públicas adecuadas hasta la aplicación de prácticas de manejo de bajo impacto ambiental, que permitan la prevención y/o control de la contaminación difusa.

2.9. La eutrofización del agua superficial.

La eutrofización se define según Schnoor (1996), como un proceso natural que consiste en el aumento de materia orgánica como resultado de la adición de nutrientes principalmente nitrógeno y fósforo, responsables de las altas concentraciones de clorofila en el agua, crecimiento excesivo de algas, malezas acuáticas y toxicidad de los florecimientos los cuales reducen el contenido de oxígeno del agua y de manera crítica su calidad, consecuentemente la pérdida del hábitat con cambios en la biodiversidad, impactos en la actividad pesquera, turismo, e incluso a la salud humana.

En este sentido, McCool y Renard (1990), demostraron que concentraciones en el agua de 0.015 ppm de P inorgánico y 0.3 ppm de N inorgánico, son los niveles en que la eutrofización podría llegar a ser un problema. Sin embargo, la eutrofización del agua guarda relación con el N inorgánico disuelto (NID) y el P inorgánico disuelto (PID) en la proporción NID:PID, desde un punto de vista estequiométrico de algas y macrófitas acuáticas, si esta proporción es mayor de 7:1 (Gold y Oviatt, 2005), 12:1 (Pietilainen, 1997) o 14:1 (Schnoor, 1996), el P es el nutrimento limitante; pero si la proporción es menor de 5:1 (Pietilainen, 1997) o 7:1 (Gold y Oviatt, 2005), el N es el nutrimento limitante.

En las últimas décadas, el depósito de algunos nutrientes a los cuerpos de agua por las actividades humanas ha ido en aumento, como resultado está la producción de algas y malezas acuáticas de manera desmedida y con mayor rapidez de lo que ocurre en condiciones naturales, generando la falta de oxígeno en el agua la cual limita el desarrollo de flora, fauna y algunos organismos en los humedales y ambientes marinos, a esto se le conoce como eutrofización antropogénica (Bricker y Pirhalla, 2001).

La eutrofización es principalmente atribuida a las descargas de fósforo procedentes de la agricultura y ganadería (Van de Haar y St-Pierre, 2006; James *et al.,* 2007). En algunas zonas de Jalisco, la eutrofización es uno de los problemas por contaminación difusa más fuertes que presentan la mayor parte de los cuerpos de agua como consecuencia del elevado número de ganado que se encuentra dentro de las áreas de escurrimiento (Flores *et al.,* 2009).

3. PREGUNTA CIENTÍFICA

¿Cuáles son las características del sistema de lechería familiar, los componentes nutrimentales y de balance de fósforo en la dieta de las vacas en producción de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco?

4. HIPÓTESIS

Las relaciones económico – sociales – productivas y políticas son adversar para la producción de lechería familiar en el municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

En donde el subsistema alimenticio de dicho sistema presenta un desbalance que genera un nivel de fósforo por encima de lo recomendado, impactando en forma negativa la producción, la economía y el ambiente.

5. OBJETIVO GENERAL

Diagnosticar el sistema bovino de lechería familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, ubicado en la zona centro de Jalisco, así como del subsistema alimentación en los componentes de la dieta y en particular del fósforo.

5.1. Objetivos específicos

1. Realizar un diagnóstico ganadero que permita la caracterización del sistema de lechería familiar en el municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.
2. Establecer las relaciones económicas, sociales y políticas de las unidades de producción de los Sistemas de lechería familiar en Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.
3. Caracterización de la composición química nutricional de los alimentos comúnmente utilizados en vacas del sistema de lechería familiar del municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Diagnóstico estático del Sistema de Lechería Familiar en Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco

El estudio se realizó en el municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos en la región centro del Estado de Jalisco, el cual se encuentra ubicado geográficamente entre los paralelos 20° 21' 00" a 20° 27' 30" de latitud norte y los meridianos 103° 07' 20" a 103° 07' 00" de longitud oeste y a una altitud de 1,570 msnm. Su extensión territorial es de 184.25 $km^{2.}$ El clima corresponde al tipo semicálido y semihúmedo sin estación invernal definida. La temperatura media anual es de 19.6 °C y lluvia promedio anual es de 944 mm. El suelo se clasifica como mezcla del tipo vertisol y phaeozem. Los recursos hídricos del municipio los integran: el rio Santiago y los arroyos del caudal de los Sabinos, los Lobos y Agua Escondida (SIEG, 2012).

Se estudió el SLF (Sistema de Lechería Familiar) en el municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, el cual cuenta con 70 localidades (H. Ayuntamiento de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, 2014), de las cuales se seleccionaron aquellas que contaban con sistemas de producción de lechería familiar: los Olivos, Atequiza, Ixtlahuacán de los Membrillos, Capilla del Refugio, Los Cedros, Las Aguilillas, Buenavista, El Rodeo, Santa Rosa, la Cañada y la Colonia Luis García.

Se visitaron diferentes instituciones gubernamentales Delegación SAGARPA del estado y Dependencia de Fomento Agropecuario del municipio, así como organizaciones, del ramo; Unión Ganadera Regional de Jalisco de tipo estatal y Asociación Ganadera de Ixtlahuacán de los Membrillos del municipio, con la finalidad de conocer estadísticas, registros y análisis de orden económico, social y productivo, generados por estas entidades, así como estrategias de política pública.

Se realizaron entrevistas a ganaderos del SLF relacionadas con aspectos productivos (características generales, infraestructura, tenencia de la tierra, inventario ganadero, producción, genética, alimentación, reproducción y sanidad). Así como diferentes mercados de transformación de leche, cooperativas y centros de acopio lechero de la

región, donde los productores podían vender su producto. El tamaño de la muestra se basó en el número de unidades según la localidad, sin embargo, se recurrió a un muestreo por conveniencia dependiente de la actitud colaborativa de los productores. Se realizaron al menos tres visitas por unidad de producción de junio 2014 a febrero del 2015.

Los aspectos productivos se evaluaron mediante estadística descriptiva, posterior a ésta se realizó una selección de 25 variables (cuadro 1) de descripción directa al sistema y se realizó un análisis de componentes principales y análisis de conglomerados con el programa Xlstat® 1995 - 2015 Addinsoft. (2015).

Cuadro 1. Variables originales obtenidas de las encuestas realizadas a los ganaderos del municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

Variable	Nomenclatura	Descripción
Ubicación del hato	(UR)	Lugar en donde se encuentra el rancho
Tenencia de tierra	(TT)	Cantidad de ha. pertenecientes al productor
Cultivos predominantes	(CP)	Cultivos que realiza el productor
Animales en el hato (No.)	(NA)	Animales en total encontrados en el rancho
Vacas en ordeña (No.)	(NV)	Vacas en producción
Practica el pastoreo	(PP)	Ranchos semiestabulados donde se practica el pastoreo
Pastoreo de cultivos	(PC)	Ranchos donde se practica el pastoreo en los campos de cultivo después de la cosecha
Utilización de fósforo	(UF)	Ranchos en donde se utiliza el fósforo
Dieta similar a todos los animales	(TAD)	Productores que ofrecen la misma dieta a todos los animales en el rancho
Consumo de concentrado comercial	(CC)	Cantidad de concentrado de tipo comercial en kg ofrecidos

Consumo de forraje	(F)	Cantidad de forraje en kg ofrecidos
Consumo de germen de trigo	(GT)	Cantidad de germen de trigo en kg ofrecidos
Procedencia del agua de consumo	(CA)	Tipo de procedencia del agua consumida (pozos, lagunas, agua potable etc.)
Método de reproducción utilizado	(RA)	Método utilizado para reproducir las vacas del sistema
Vacuna a su ganado	(VG)	Productores que vacunan a su ganado
Enfermedades que mayor daño ocasionan a su ganado	(EG)	Tipo de enfermedades de mayor cuidado en la zona
Producción/mañana/L	(PM)	Producción de leche en L generada durante la ordeña por la mañana
Producción/tarde/L	(PT)	Producción de leche en L generada durante la ordeña por la tarde
Meses en producción de leche	(MP)	Duración de la lactancia de las vacas en producción
Destino de la leche	(VL)	Lugar en donde se vende la leche producida
Familiares que laboran en el hato (No.)	(NF)	Personas que trabajan en el rancho y que son familiares
Personas que trabajan en el rancho (No.)	(NP)	Personas que trabajan en el rancho y que no son familiares
Edad del productor	(EP)	Edad actual del productor
Años en la UP	(AUP)	Años dedicados a esta actividad
Escolaridad del productor	(ES)	Años de estudio

6.2. Análisis de las relaciones económicas, sociales y políticas de las unidades de producción de los Sistemas de Lechería Familiar en Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

En cuanto a las relaciones cualitativas entre el SLF y su entorno (cuadro 2) se utilizó la metodología de diagrama causal, utilizada para el análisis de la información que no puede ser medida (cualitativa) y que es pieza clave en el análisis de sistemas complejos del tipo agropecuarios (Forrester, 1970), la construcción de este modelo se realizó con el programa Vensim PLE 6.3® (2014).

Cuadro 2. Descripción de variables que participan en el diagrama causal de bucles de las relaciones económicas, sociales y políticas del Sistema de Lechería Familiar (SLF) en el municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

Relación	Variable	Descripción
Económica	SLF	Esquema de organización productiva de la leche que prevalece en el municipio y variable central de las relaciones causales.
	Leche	Medida de producción total de leche por el SLF.
	Carne	Medida de producción total de carne por el SLF.
	Productos Agrícolas	Medida de producción total de productos agrícolas por el SLF.
	Industrial	Productos de la fabricación de derivados lácteos por parte del SFL.
	Venta directa	Leche de venta directa al consumidor por parte del SLF.
	Quesería	Empresa externa de industrialización de leche y principal punto de compra.
	Cooperativa	Grupo que funciona como acopio mediante la disponibilidad de un tanque enfriador para trasladar la leche a LICONSA (punto de compra).
	Intermediario	Persona ajena al sistema que funciona como intermediario entre el SLF y LICONSA.
Social	Alimentación	Proceso de obtención de nutrientes para el cuerpo humano, a través de productos comestibles.

	Población	Población dentro del municipio.
	Recursos naturales	Elementos naturales con los que cuenta el municipio (suelo, agua, aire etc.).
	Asociación Ganadera Local Ixtlahuácan de los Membrillos	Asociación creada por ganaderos del municipio, con la finalidad de apoyar a sus agremiados con múltiples tareas relacionadas con el sector.
Política	Fomento Agropecuario	Dependencia creada por el municipio con apoyo de SAGARPA cuya finalidad es fomentar el desarrollo agrícola y pecuario a través de prácticas de extensionismo y difusión de programas de apoyo municipal.
	SAGARPA	Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, es una dependencia del poder Ejecutivo Federal, que tiene entre sus objetivos propiciar el ejercicio de una política de apoyo que permita producir mejor, integrar las actividades del medio rural, estimular la colaboración de las organizaciones de productores con programas y proyectos propios, así como las metas y objetivos propuestos, para el sector agropecuario, en el Plan Nacional de Desarrollo (SAGARPA, 2014).
	INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, creado por SAGARPA con la finalidad de generar conocimientos científicos y de innovación tecnológica agropecuaria y forestal como respuesta a las demandas y necesidades de las cadenas agroindustriales contribuyendo al desarrollo rural sustentable, mediante un trabajo participativo en instituciones públicas y privadas asociadas al campo mexicano (INIFAP, 2014).
Económico, social y político	LICONSA	Leche Industrializada CONASUPO S.A. de C.V., empresa de participación ciudadana estatal mayoritaria, industrializa la leche y la distribuye a precio subsidiado en apoyo a la nutrición de los mexicanos, en condición de pobreza.
	TLC	Tratado de libre comercio.
	Industria manufacturera	Grandes empresas de carácter manufacturero aledañas y dentro del municipio.
	Universidades	Instituciones de educación superior con

	/otros nivel educativo	actividades de tipo agropecuarias y otros grados de educación escolar (primaria, secundaria, preparatoria, etc.).
	Investigación y extensionismo	Proceso de aprehensión y transformación de la realidad, llevado a cabo por estudiantes, docentes y egresados, en una interacción democrática y participativa con la comunidad agropecuaria, contribuyendo a la resolución de problemas y mejoras en la calidad del sector.

6.3. Caracterización de la composición química de los alimentos comúnmente utilizados en vacas del Sistema de Lechería Familiar del municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

Basados en el diagnostico estático y considerando que los productores de leche del municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos utilizan medidas de volumen (cubetas de diferentes capacidades) para estimar el consumo de alimento de las vacas, en cada hato se consideró la medida de volumen utilizada y se colocó el alimento correspondiente en un costal para después pesar con la ayuda de una báscula digital portátil (Gram RZ30) Además, se colectó una muestra de cada ingrediente en la ración, por cada productor, para su posterior análisis. La producción de leche se midió en L por cada vaca durante la visita a los productores durante la ordeña.

Se realizó una caracterización de los alimentos comúnmente utilizados servidos en el comedero durante el día, particularmente minerales, con la finalidad de conocer la cantidad provista en la dieta de los animales y de cada ingrediente suministrado, lo que permitió conocer el fósforo y el calcio total con el que están siendo alimentados.

La determinación de los componentes nutrimentales (proteína cruda (PC), materia seca (MS), cenizas, extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), extracto libre de nitrógeno (ELN), total de nutrientes digestibles (TND = % PC x 0.75 + % EE x 0.9 x 2.25 + % FC x 0.5 + % ELN x 0.75), energía digestible (ED = % TND x 1.409/100), metabolizable (EM = % TND x 3.615/100) y energía neta de lactancia (EN_{lac} = 0.703 x EM -0.19) se realizó en el

laboratorio de control de calidad de Premezclas y Vitaminas Tepa S.A de C.V. con las técnicas basadas en la norma AOAC, 2002.

Para la determinación especifica del fósforo en la alimentación animal (AOAC, 1984) se utilizó el método espectrofotométrico del molibdovanadofosfato (AOAC 7.123) el cual, se basa en la extracción de todos los compuestos de fósforo solubles en agua y citrato de amonio neutro, después de haberlos llevado a punto de ebullición durante 10 minutos con solución de ese reactivo. Posteriormente una parte del extracto se trata con una mezcla de soluciones ácidas de molibdato de amonio ($(NH_4)_6\ Mo_7O_{24}$) y metavanadato de amonio (NH_4VO_3), para que forme con el fósforo un compuesto de color amarillo complejo de ácido molibdovanadato fosfórico. La intensidad del color será proporcional a la concentración de fósforo encontrada y la cuantificación se lleva a cabo por espectrofotometría visible a 400 nm.

El cálculo del total y del requerimiento de fósforo por vaca por día fue realizado en hojas de cálculo de Excel, utilizando el modelo del NRC (2001) para la secreción de leche que se muestra en la Ecuación 1 y para establecer la cantidad de fósforo excretado se utilizó la Ecuación 2 descrita por Weiss y Wyatt (2004).

NRC (2001)

$$P\ leche = (0.9 * producción\ láctea) \quad [1]$$

Weiss y Wyatt (2004)

$$P\ estiércol = 7.5 + (0.78 * consumo\ de\ P) - (0.702 * producción\ láctea) \quad [2]$$

Donde la unidad es g/día para el consumo de P y P estiércol y kg/día para producción láctea.

7. RESULTADOS

7.1. Diagnóstico estático del Sistema de Lechería Familiar en Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco.

Durante el desarrollo de las visitas a instituciones gubernamentales y de carácter organizativo relacionado con la ganadería, se observó que no existe información o está generalizada sobre las Unidades de Producción Pecuaria (UPP) del municipio. El trabajo de campo demostró la existencia de 44 UPP del SLF comparadas con el PROGAN y no indicadas en el resto de las instituciones u organizaciones (Cuadro 3).

Cuadro 3. Socios ganaderos, unidades de producción pecuaria (UPP) y unidades de producción lechera (UPL) registradas en diferentes dependencias gubernamentales y sociales en Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

Dependencia	Socios ganaderos	UPP	UPL
Padrón Ganadero Nacional (SAGARPA)		185	
Programa Ganadero		109	13
Unión Ganadera Regional Jalisco			
Fomento Agropecuario de Ixtlahuacán		36	
Asociación Ganadera Local Ixtlahuacán	681	109	
Trabajo de campo			44

Por otra parte, en el cuadro 4, se indica el número de productores del SLF por localidad, visitas y entrevistas realizadas, además del registro del abandono de la actividad. Se realizaron 22 entrevistas y se contabilizaron para este estudio 21 entrevistas, pues una de ellas no cumplía con el concepto de lechería familiar, un fenómeno negativo fue el abandono de la actividad ganadera por cinco ganaderos (11%).

Cuadro 4. Número de productores, visitas, entrevistas y abandono de la actividad lechera por localidades del municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

	Número			
Localidad	Productores	Visitas	Entrevistas	Abandono
Santa Rosa	8	8	7	0
Cedros	5	5	4	0

Colonias Luis García	2	2	2	0
Buenavista	2	2	1	0
El Rodeo	3	3	3	1
La Capilla del Refugio	5	5	1	3
La Cañada	1	1	1	0
Los Olivos	1	1	0	0
Ixtlahuacán	8	5	2	1
Atequiza	9	5	1	0
Total	44	37	22	5
Porcentaje	100	84	50	11

Los resultados mostrados anteriormente indican la estadística existente de acuerdo a las unidades de producción y en el siguiente experimento se estudian las características generales de estas unidades.

7.1.1. Características generales de las unidades de producción de los Sistemas de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

Los indicadores sobre aspectos generales, tenencia de la tierra, inventario ganadero y producción de los SLF del municipio se muestran en el cuadro 5.

Las unidades de producción son manejadas por personas adultas de mediana edad (43.0 ± 27.7 años) con una preparación escolar de 6 años (primaria) aproximadamente, los cuales han dedicado gran parte de sus vidas a esta actividad (36.0 ± 14.4 años), con poco personal externo trabajando en el rancho.

En cuanto a tenencia de la tierra, tienen en promedio poca superficie (4.8 ± 4.5 ha), en donde la mayoría está dedicada a la actividad agrícola (3.8 ± 4.3 ha) y domina la propiedad ejidal.

Los hatos están conformados por 10.2 ± 6.9 vacas con una producción promedio de 10.5 ± 5.9 L/vaca/día; en cuanto a los sementales en algunos casos no se cuenta con uno, sin embargo, tienen la opción de rentarlo al vecino. La genética de estos animales en el 67 % de los casos es del fenotipo Holstein; actualmente se está incorporando genotipo Charolais, raza que aunque no es lechera está teniendo un auge importante en la zona debido al interés del ganadero de mejorar su economía vendiendo kg de

carne que consideran más rentable que la leche en la actualidad y la facilidad que proporciona un productor de esta raza en el municipio para adquirir un semental.

Cuadro 5. Indicadores generales de los Sistemas de Lechería Familiar del municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

Variable	$\overline{X}$±DS	Mínimo	Máximo	Moda
General				
Edad del productor	43.0 ± 23.7	16.0	91.0	29.0
Años dedicados a esta actividad	36.0 ± 14.4	10.0	60.0	40.0
Escolaridad (años de estudio)	6.0 ± 3.9	0.0	16.0	6.0
Personas trabajando en el rancho	2.0 ± 0.7	1.0	4.0	2.0
Tenencia de tierra				
Tierra agrícola y pecuaria/ha	4.8 ± 4.5	0.5	17.5	2.0
Ejidal/Ha	3.9 ± 4.1	0.0	17.0	0.0
Pequeña propiedad/Ha	1.0 ± 1.9	0.0	8.5	0.0
Ha/Actividades agrícolas	3.0 ± 4.8	0.0	17.0	0.0
Ha/Actividades ganaderas	1.8 ± 1.2	0.5	5.0	2.0
Inventario ganadero				
Vientres	14.8 ± 11	3.0	40.0	7.0
Vacas en ordeña	10.2 ± 6.9	3.0	28.0	5.0
Vacas secas	4.6 ± 5.3	0.0	20.0	0.0
Vaquillas	6.0 ± 6.7	0.0	25.0	5.0
Becerras (7-12 meses)	1.0 ± 3.5	0.0	16.0	0.0
Becerras (0 -7 meses)	2.9 ± 3.4	0.0	14.0	0.0
Sementales	0.6 ± 0.5	0.0	1.0	1.0
Toretes (12-24 meses)	0.3 ± 1.5	0.0	7.0	0.0
Becerros (7-12 meses)	0.3 ± 0.7	0.0	2.0	0.0
Becerros (0 -7 meses)	1.7 ± 1.9	0.0	8.0	0.0
Animales en total	27.5 ± 22.6	6.0	94.0	30.0
Producción				
Periodo de lactación/meses	7.8 ± 1.7	5.0	10.0	7.0
Producción L/vaca/día	10.5 ± 5.9	3.7	22.9	5.0
Producción L/hato/día	118.3 ± 104.1	11.0	350.0	25.0

En 15 hatos se encontró el sistema semiestabulado; que implica pastoreo después del ordeño, en la época lluviosa se utilizan los siguientes pastos: Jhonson (*Shorgum halepensis* L pers) y estrella africana (*Cynodon plectostachyus* K. Schum Pilger), así

como árboles o arbustos, mezquite (*Prosopis laevigata* (Humb. Et Bonpl. Ex Will) M.C. Johnston) y huizache (*Acacia farmesiana* L.). Después de la cosecha de maíz (*Zea mays* L.) se aprovechan los esquilmos agrícolas (maíz), como alimento para sus animales. Los hatos restantes mantienen en confinamiento a sus animales en áreas de 2.07 ha promedio (753 m^2 por animal), con corrales cubiertos en donde se realiza la ordeña y otros manejos, el alimento es servido durante la ordeña, que es de tipo manual, en donde el 43 % de los productores lo hace una sola vez y por la mañana (5:00 a 7:00 a.m.).

Los alimentos utilizados en el SLF se anotan en el Cuadro 6. La alimentación de las vacas en producción es proporcionada sin distinción de su etapa productiva, similar forma se observa con el resto de los animales en el racho (sementales, hembras de reposición, vacas secas, becerros y becerras). El agua consumida por los animales proviene generalmente de pozo y la mayoría de los productores comparten el agua potable con la población a la que pertenecen.

Cuadro 6. Alimentos suministrados a las vacas en producción del Sistema de Lechería Familiar en el municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

Alimento	Productores que lo utilizan	$\overline{X}$±DS	Mínimo	Máximo
		kg/día en base húmeda		
Concentrado comercial	21	5.1 ± 2.7	2.1	11.3
Rastrojo de maíz	11.0	6.1 ± 3.6	2.5	13.2
Germen de trigo	10.0	3.2 ± 1.1	1.6	4.6
Ensilado de maíz	1.0	8 ± 1.7	0.0	8.0
Maíz molido	1.0	3.3 ± 0.7	0.0	3.3
Paja de avena	1.0	10 ± 2.2	0.0	10.0
Minerales	1.0	0.4 ± 0.1	0.0	0.4

En cuanto al manejo reproductivo, sólo en tres hatos se utiliza la inseminación artificial, 13 ganaderos mantienen al semental todo el año con las hembras, en ninguno hay seguimiento de aspectos reproductivos, por lo que el calendario de pariciones es irregular y la gestación se detecta hasta el momento en que disminuye la producción de leche o por la ausencia de celo. El intervalo entre partos es de 12.6 ± 0.78 meses, la edad promedio para hembras a primer parto es de 2.6 ± 0.5 años y la reposición de hembras es generalmente mediante animales del propio hato, solamente 4 de 21

productores (19 %) de los casos compran vacas en producción a los ganaderos vecinos. En cuanto a problemas de enfermedades reproductivas, 9 de 21 productores (43 %) reportan abortos en el tercer trimestre de gestación y 13 de 21 productores (62 %) retenciones placentarias esporádicamente.

Existen deficiencias en los controles sanitarios, 14 de los ganaderos cuentan con un calendario de vacunación anual y la vacuna más utilizada es la triple bovina la cual combate enfermedades como el carbón sintomático, edema maligno y pasteurelosis. El 71 % refiere que las enfermedades más frecuentes son mastitis, piroplasmosis y problemas derivados por las moscas. El siguiente experimento analiza las variables medidas en los SLF de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

7.1.2. Análisis de Componentes Principales (ACP) de las unidades de producción de los Sistemas de Lechería Familiar en Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

La aplicación del ACP permitió reducir la dimensión de las variables cuantitativas obtenidas en las encuestas (Cuadro 1), transformándolas en un nuevo conjunto de variables sintéticas (componentes principales) que permitió el manejo de un número menor de estos, facilitando la interpretación, visualización y la comprensión del SLF en el municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco México.

Cuadro 7. Valores propios y porcentajes de varianza explicada para los primeros cinco componentes principales de las unidades de producción de los Sistemas de Lechería Familiar en Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

Componentes	Valor propio	Variabilidad (%)	Acumulado (%)
1	4.491	17.962	17.962
2	4.150	16.599	34.561
3	3.152	12.609	47.170
4	2.610	10.441	57.611
5	2.291	9.163	66.775

Cada uno de los componentes principales formados (20) se ordena de acuerdo al porcentaje de varianza explicada y es una combinación de las variables utilizadas al inicio de la investigación (Cuadro 7).

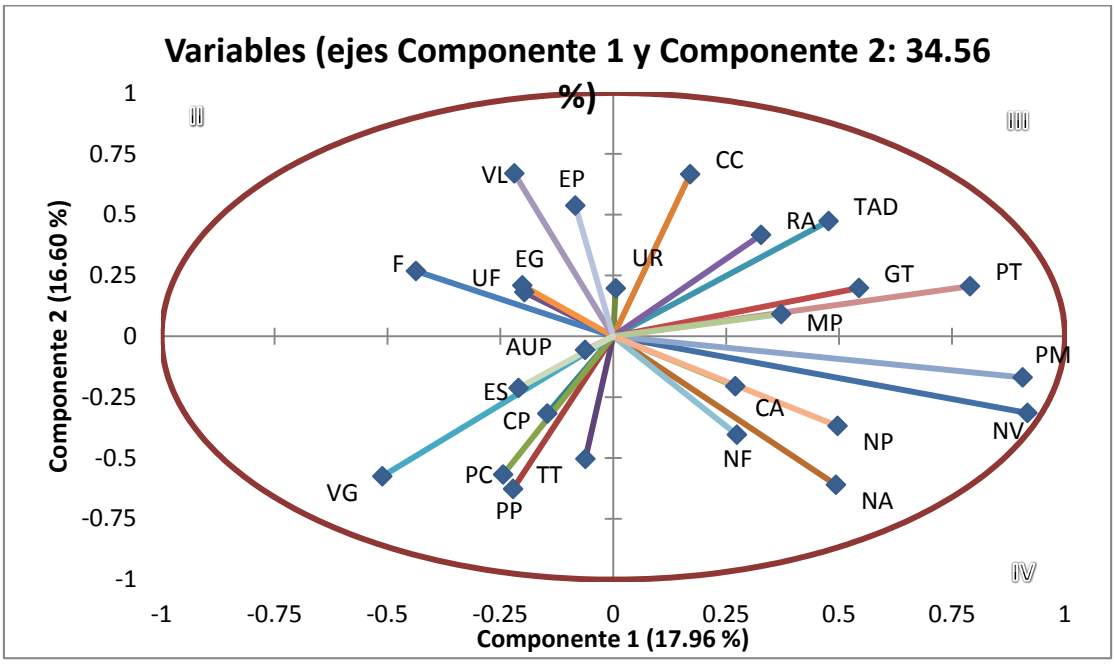
En la Figura 4, se muestra el componente 1 y 2 con una variabilidad de 17.96 % y 16.60 %, respectivamente, en conjunto muestran la mayor variabilidad posible en las combinaciones 34.56 %. En este sentido cada una de las líneas rectas (variables) en el plano bidimensional refleja hacia que cuadrante se intensifica y las correlaciones observadas reflejan cuales son las variables que influyen (positivas) y las que contrastan (negativas) con la formación de los nuevos grupos.

De acuerdo con lo señalado anteriormente, se observa una correlación positiva entre la producción alcanzada por la mañana (variable PM), la producción por la tarde (variable PT) de acuerdo al número de animales en el hato (variable NA) y el número de vacas en producción (variable NV). La variable NV se correlaciona también con la cantidad de personas que trabajan en el rancho (variable NP) y la cantidad de germen de trigo con que las vacas son alimentadas (variable GT).

La variable que considera el modo de reproducción de los animales (RA) en el hato se relaciona positivamente con el lugar donde el productor vende la leche producida (VL) y el hecho de que si estos animales reciben la misma dieta (TAD). Asimismo se visualiza una asociación entre las enfermedades que mayor daño ocasionan a los animales en el hato (variable EG), la ubicación del rancho (variable UR) y la cantidad de forraje con que son alimentados (variable F). La cantidad de hectáreas con la que cuentan los productores (variable TT) está asociada con el cultivo predominante (variable CP) en el municipio.

En la Figura 4 se establece una correlación positiva entre el nivel de escolaridad (variable ES) y la práctica de pastoreo (variable PP) que a su vez se asocia a si el productor vacuna a su ganado (variable VG). Las variable EP, MP y CC se relacionan del mismo modo. La variable PC se correlaciona negativamente con la ubicación del rancho (UR), la utilización del fósforo (UF) y la edad del productor (EP), del mismo modo que VG con TAD, CC y PM. Otra de las relaciones negativas establecidas es el

lugar donde se vende la leche (VL) con el número de animales confinados (NA) y la cantidad de personas que trabajan en el rancho (NP).



UR: Ubicación del hato, RA: Método de reproducción utilizado, TT: Tenencia de tierra, VG: Vacuna a su ganado, CP: Cultivos predominantes, EG: Enfermedades que mayor daño ocasionan a su ganado, NA: No. De animales en el hato, PM: Producción/mañana/L, NV: Vacas en ordeña (No.) , PT: Producción/tarde/L, PP: Practica el pastoreo, MP: Meses en producción de leche, PC: Pastoreo de cultivos, VL: Destino de la leche, UF: Utilización de fósforo, NF: Familiares que laboran en el hato, TAD: Dieta similar a todos los animales, NP: Personas que trabajan en el rancho (No.), CC: Consumo de concentrado comercial, EP: Edad del productor, F: Consumo de forraje, AUP: Años en la UP, GT: Consumo de germen de trigo, ES: Escolaridad del productor, CA: Procedencia del agua de consumo.

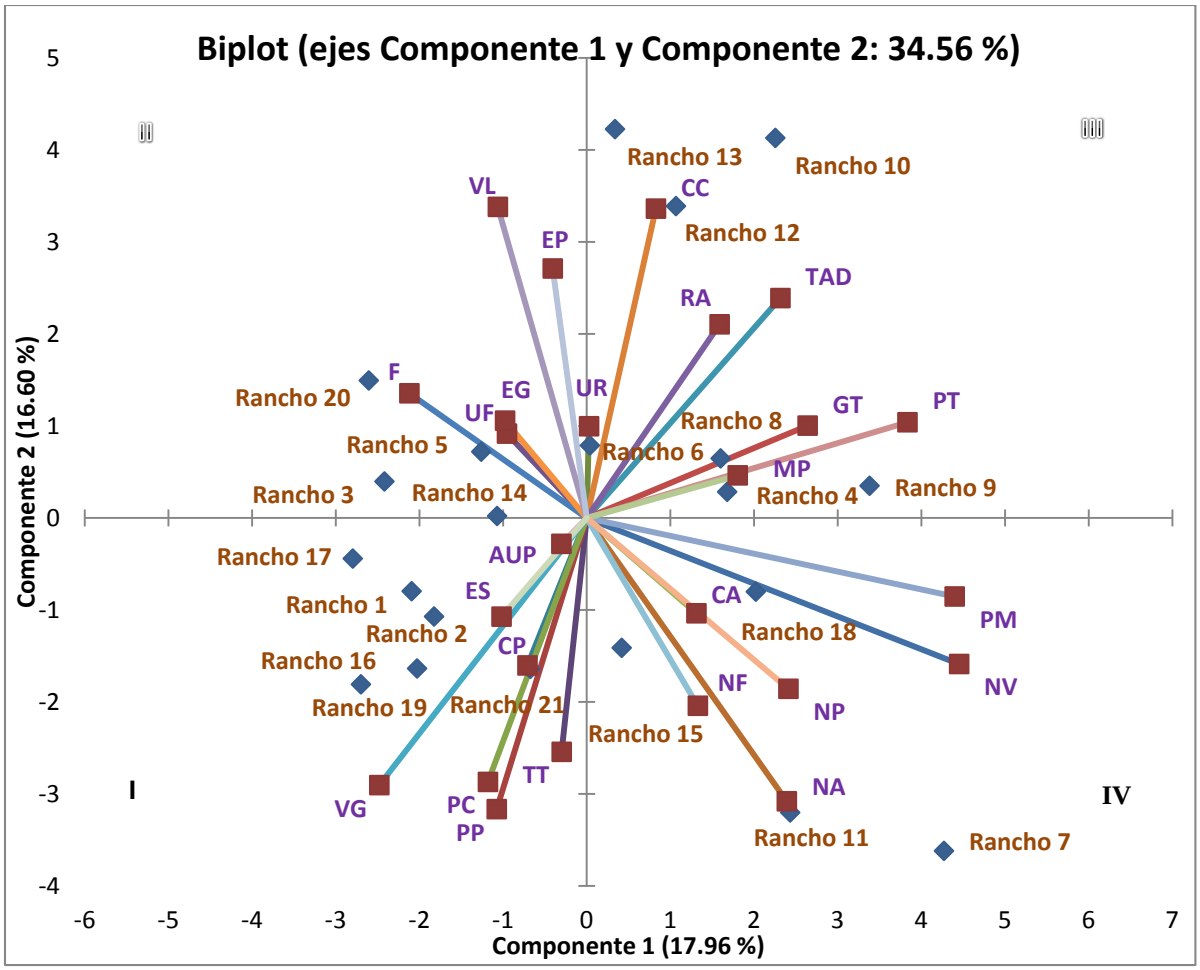
Figura 4. Análisis de Componentes principales (ACP) en primer plano factorial (Componente 1 y 2) de los ranchos del Sistema de Lechería Familiar en Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

En la Figura 5, se muestra la representación gráfica de los ranchos participantes en las encuestas (representadas con un rombo) y las variables (líneas rectas con terminación en un cuadrado) observadas en un primer plano factorial.

En el cuadrante III, se localizan las variables con mayor peso en el análisis, mismas en las que se encuentra el mayor grupo de ranchos (siete) del SLF en Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México. En el cuadrante I la variable AUP (años en la unidad de producción) tiene una relación con el nivel educativo del productor (ES), además de las

variables que incluyen la agricultura con la ganadería: TT, PP, PC y CP. En esta sección se incluye a los ranchos 1, 2, 16, 17, 19 y 21.

Los ranchos que se observan aislados de los rangos entre las variables son el 10 y 13, aunque correlacionados entre sí en el cuadrante III están aislados del mismo modo el rancho 7 en el cuadrante IV, lo que indica que no comparten relación.



UR: Ubicación del hato, RA: Método de reproducción utilizado, TT: Tenencia de tierra, VG: Vacuna a su ganado, CP: Cultivos predominantes, EG: Enfermedades que mayor daño ocasionan a su ganado, NA: Animales en el hato, PM: Producción/mañana/L, NV: Vacas en ordeña (No.) , PT: Producción/tarde/L, PP: Practica el pastoreo, MP: Meses en producción de leche, PC: Pastoreo de cultivos, VL: Destino de la leche, UF: Utilización de fósforo, NF: Familiares que laboran en el hato, TAD: Dieta similar a todos los animales, NP: Personas que trabajan en el rancho (No.), CC: Consumo de concentrado comercial, EP: Edad del productor, F: Consumo de forraje, AUP: Años en la UP, GT: Consumo de germen de trigo, ES: Escolaridad del productor, CA: Procedencia del agua de consumo.

Figura 5. Análisis de Componentes Principales (ACP) Biplot en primer plano factorial (ranchos y componentes 1 y 2) del Sistema de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

En el Cuadro 8, se presenta la contribución de las variables originales a la conformación de los primeros cinco componentes principales. Los valores presentan el grado de importancia o de discriminación de algunas variables en la clasificación del componente respectivo. El primer componente, es el más importante en la clasificación puesto que este es el que mejor explica la variabilidad de datos con un 17.96 % dentro de los indicadores seleccionados para la selección de ranchos.

Cuadro 8. Valores propios y porcentajes de varianza explicada para los primeros cinco componentes de los ranchos del Sistema de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

Variables	Componentes				
	1	2	3	4	5
UR (Ubicación del hato)	0.006	0.197	0.549	0.524	-0.265
TT (Tenencia de tierra)	-0.062	-0.504	0.679	-0.056	-0.305
CP (Cultivos predominantes)	-0.146	-0.318	0.781	-0.246	0.041
NA (Animales en el hato No.)	0.493	-0.610	0.440	-0.033	0.214
NV (Vacas en producción No.)	0.917	-0.315	0.028	0.019	0.034
PP (Practica de pastoreo)	-0.222	-0.627	-0.064	0.546	0.209
PC (Pastoreo de cultivos)	-0.244	-0.569	-0.381	-0.460	0.039
UF (Utilización de fósforo)	-0.197	0.182	-0.116	0.578	-0.088
TAD (Dieta similar a todos los animales)	0.477	0.473	-0.125	-0.460	-0.002
CC (Consumo de concentrado)	0.170	0.666	0.107	0.265	0.364
F (Consumo de forraje)	-0.437	0.268	0.367	0.105	0.430
GT (Consumo de germen de trigo)	0.544	0.199	-0.442	0.132	-0.552
CA (Procedencia del agua de consumo)	0.270	-0.206	-0.514	0.082	-0.073
RA (Método de reproducción utilizado)	0.327	0.417	0.041	-0.196	0.534
VG (Vacunación)	-0.511	-0.576	-0.150	0.098	0.292
EG (Enfermedades que mayor daño ocasionan a su ganado)	-0.201	0.209	0.244	0.322	-0.182
PM (Producción en la mañana)	0.906	-0.169	0.265	0.140	0.083
PT (Producción por la tarde)	0.790	0.206	0.321	0.123	0.211
MP (Meses en producción)	0.372	0.092	0.069	0.130	0.476
VL (Destino de la leche)	-0.219	0.670	0.011	-0.369	0.326
NF (Familiares que laboran en el hato No.)	0.274	-0.405	-0.436	0.004	0.330

NP (Personas que trabajan en el rancho No.)	0.497	-0.368	-0.150	0.352	-0.136
EP (Edad del productor)	-0.084	0.537	-0.042	0.545	-0.267
AUP (Años en la UP)	-0.063	-0.056	0.555	-0.235	-0.186
ES (Escolaridad del productor)	-0.210	-0.213	-0.129	0.542	0.614

En el estudio siguiente se agrupan y distribuyen las unidades de producción del SLF en el municipio de acuerdo al grado de similitud encontrado.

7.1.3. Análisis de Conglomerados (AC) de las unidades de producción de los Sistemas de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

La distribución de los grupos o conglomerados se muestra en la Figura 6 se lograron construir de acuerdo a su grado de similitud, el grupo 1 (ranchos 1, 2, 3, 5, 6, 14, 16, 17, 19 y 20) además de ser el más numeroso está compuesto por un máximo de 10 vacas en ordeña y una producción de leche promedio por la tarde de 7 L y un consumo de concentrado de 2 kg/día.

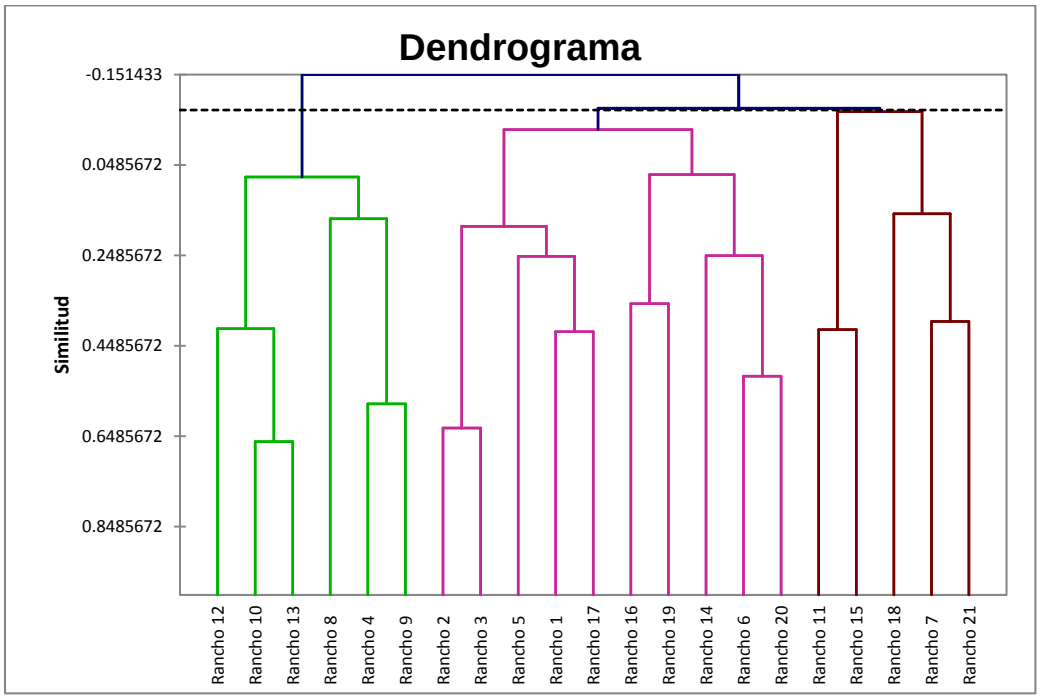


Figura 6. Dendograma del grado de similitud de las características entre los ranchos del Sistema de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco México.

El Cuadro 9 indica que el grupo o clase 1 se conforma de 10 ranchos con la menor distancia entre las clases, la clase 2 la integran cinco rancho y la mayor distancia máxima a su centro y la varianza intraclase más alta está constituida por el menor número de ranchos (clase 3). El promedio y la desviación estándar de cada variable utilizada por clase se muestra en el Cuadro 10.

El grupo 2 (ranchos 4, 8, 9, 10, 12 y 13) comparten similitud relacionada con el número de vacas en ordeña (20 máximo), producción láctea por la tarde de 120 L y un consumo de concentrado de 4 kg/día como mínimo, el último grupo constituido por el menor número de ranchos 7, 11, 15, 18 y 21 incluye al conglomerado de 28 vacas en producción como máximo y una producción promedio de leche por la tarde de 54 L y el consumo de concentrado de 5 kg/día.

Cuadro 9. Resultados por clase de los conglomerados de las unidades de producción de los Sistemas de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

Variables	Clases		
	1	2	3
Objetos	10.0	6.0	5.0
Suma de los pesos	10.0	6.0	5.0
Varianza intraclase	1369.6	5412.7	7734.5
Distancia mínima al centroide	14.5	41.9	42.9
Distancia media al centroide	30.5	65.1	74.6
Distancia máxima al centroide	78.7	82.2	111.1

Cuadro 10. Resultados de las variables por clase de los conglomerados de las unidades de producción de los Sistemas de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

Variable	clase 1		clase 2		clase 3	
	$\overline{X}$	DS	$\overline{X}$	DS	$\overline{X}$	DS
UR (Ubicación del hato)	4.2	2.7	4.8	1.2	4.0	3.1
TT (Tenencia de tierra)	4.6	4.9	3.6	2.8	6.7	5.4
CP (Cultivos predominantes)	0.8	0.8	0.5	0.5	0.8	1.3
NA (Animales en el hato No.)	10.6	7.4	9.7	4.6	40.0	22.9
NV (Vacas en producción No.)	5.0	2.0	12.7	5.6	17.6	6.8

PP (Practica de pastoreo)	0.8	0.4	0.2	0.4	1.0	0.0
PC (Pastoreo de cultivos)	0.8	0.4	0.3	0.5	0.8	0.4
UF (Utilización de fósforo)	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
TAD (Dieta similar a todos los animales)	0.1	0.3	0.8	0.4	0.2	0.4
CC (Consumo de concentrado)	4.4	2.6	7.1	3.1	4.1	0.6
F (Consumo de forraje)	4.4	3.9	2.9	5.3	1.1	1.5
GT (Consumo de germen de trigo)	0.8	1.6	2.9	1.7	1.1	1.1
CA (Procedencia del agua de consumo)	1.9	0.3	2.2	0.4	2.6	1.3
RA (Método de reproducción utilizado)	1.0	0.0	1.5	0.8	1.4	0.9
VG (Vacunación)	1.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.4
EG (Enfermedades que mayor daño ocasionan a su ganado)	2.0	2.2	1.8	1.7	0.8	0.4
PM (Producción en la mañana)	32.4	24.1	115.0	50.9	151.2	61.8
PT (Producción por la tarde)	7.0	14.8	62.5	39.2	54.0	53.7
MP (Meses en producción)	2.4	1.3	2.8	0.8	3.0	1.0
VL (Destino de la leche)	2.9	1.7	3.0	1.7	1.4	0.9
NF (Familiares que laboran en el hato No.)	1.1	0.3	1.0	0.0	1.4	0.5
NP (Personas que trabajan en el rancho No.)	1.9	0.6	2.2	0.8	2.4	0.9
EP (Edad del productor)	42.2	17.2	53.8	28.5	31.8	10.8
AUP (Años en la UP)	34.5	11.4	36.7	18.6	37.6	17.3
ES (Escolaridad del productor)	7.3	4.0	3.5	4.0	7.8	1.6

Las variables anteriores consideran resultados de tipo cuantitativo y para las variables del tipo cualitativo se continúa con los resultados en el siguiente experimento.

7.2. Análisis de las relaciones económicas, sociales y políticas de las unidades de producción de los Sistemas de Lechería Familiar en Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

El análisis causal de las relaciones económicas, sociales y políticas del SLF en el Municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México se muestra en la Figura 7 las variables incluidas (Cuadro 2), comprenden sectores vinculados a partir del productor y su interacción con algunos sectores en tres dimensiones (municipal, estatal y nacional), finalizando con aspectos de política mundial (TLC). Se caracteriza por 13

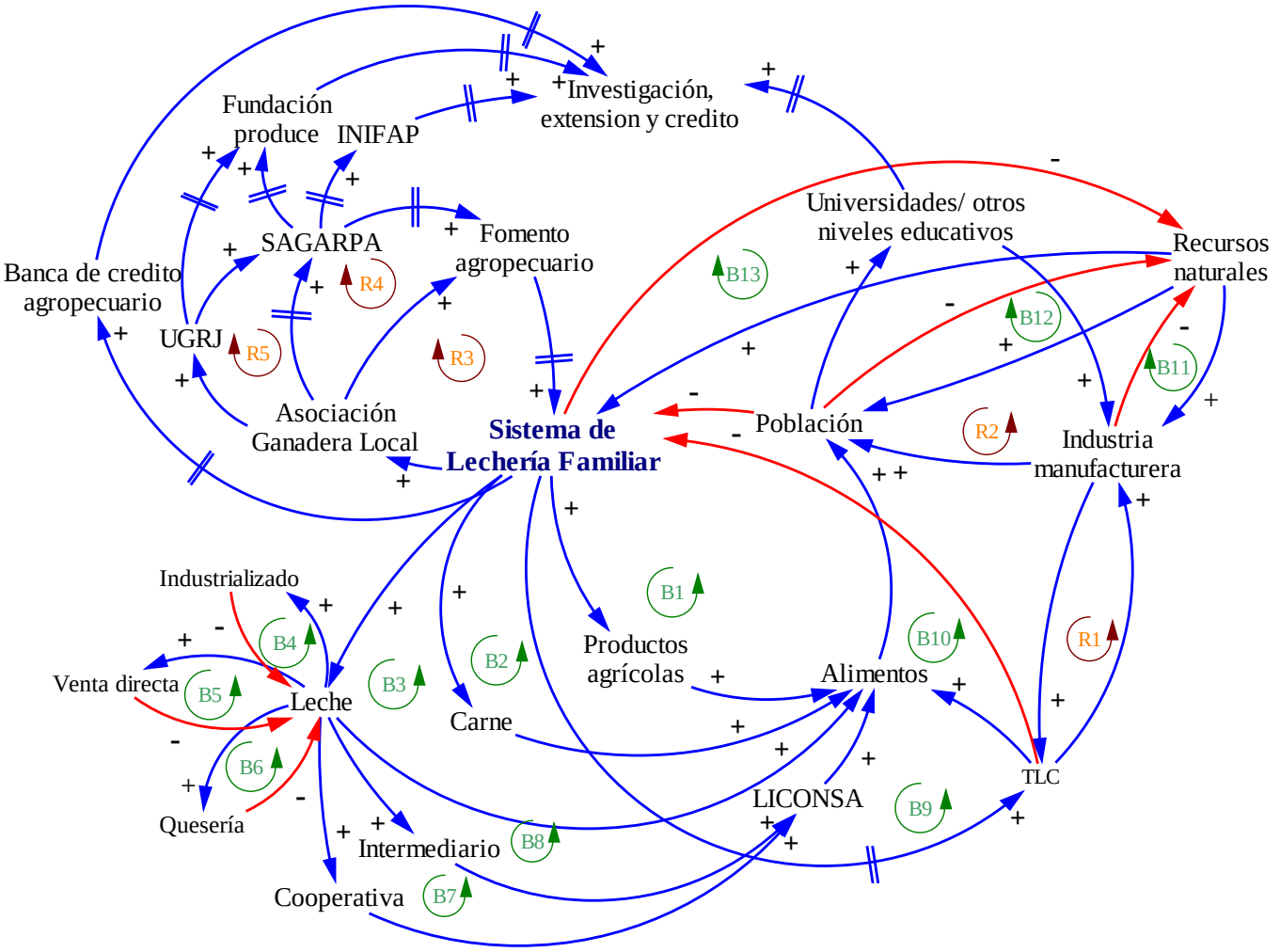
bucles de retroalimentación negativa o equilibrio (B) y seis ciclos de retroalimentación positiva o de refuerzo (R).

El **B1, B2 y B3** muestran la relación de los principales productos obtenidos por el SLF con la alimentación y la población, respectivamente. En **B1**, productos agrícolas (basados fundamentalmente en la producción de maíz, con venta parcial del grano y uso rutinario de esquilmos de este cultivo), **B2** carne (venta de becerros a los "birrieros" o carnicerías, así como vacas de desecho al rastro municipal) y **B3** leche en diferentes enfoques de mercado.

Estos bucles se comportan a modo de equilibrio, lo que favorece al sistema para su fortalecimiento. Si el SLF crece, la producción de los productos generados se incrementa y por consiguiente la capacidad de alimentación para la población y al retroalimentar al SLF, la relación, población – SLF, se muestra negativa, considerando que un aumento de población conlleva una competencia directa por los recursos naturales, principalmente extensión territorial y agua.

En el B4, B5 y B6, la retroalimentación se encuentra en balance, los aumentos de leche producida son aceptados en cualquier área de comercialización, demandando un aumento en la producción, y por consiguiente el total de leche producida es menor, favoreciendo al SLF.

En el **B7** otra de las opciones de venta de leche es la cooperativa, el pago estipulado por litro es de $6.00. Sin embargo, cuando no se es socio, el precio pagado al productor es menor y varía de $5.50 hasta $5.10. Continuamente se enfrentan con la devolución total de su producto (en mal estado por los traslados), argumentando que LICONSA, la cual es la institución que compra la leche, sufre un sobreabastecimiento, por lo que no puede hacerse responsable de la compra, situación similar en **B8** (intermediario), donde el productor sufre la devolución del producto y la razón es el argumento de Liconsa. En esta la relación Liconsa - Población – SLF la retroalimentación es positiva**,** pero al enlazar la Población - SLF ocurre un efecto contrario.



TLC: Tratado de Libre Comercio

Figura 7. Diagrama Causal de Bucles de las relaciones económicas, sociales y políticas del Sistema de Lechería Familiar (SLF) en el municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

El bucle de balance **B9** implica la relación del SLF - Tratado de Libre Comercio (TLC) - Alimento - Población como una retroalimentación positiva, un aumento como actividad productiva y en los productos generados por el SLF (leche, carne y productos agrícolas) abrirá la capacidad de abastecer la demanda interna y de productos que puedan ser exportados, dando crecimiento al TLC. Además estos productos funcionan como servicio alimentario para la población, no así cuando retornan al SLF en donde el efecto es negativo, al considerar que el aumento en la población disminuirá considerablemente el número de SLF.

En el **B10** se encuentra la relación directa del SLF - TLC, la cual crea un bucle negativo, si el crecimiento del SLF se diera en el TLC se daría la exportación del producto a largo plazo por ser un proceso interrumpido. Sin embargo a corto plazo, el TLC favorece la importación de productos lácteos a bajos precios, lo que impide que el sector sea competitivo, afectando primordialmente a los productores pequeños, debido a su ineficiencia, calidad de leche y nivel de tecnificación.

Otra relación importante es el TLC - Industria Manufacturera, en donde existe un bucle reforzador **(R1)**, el crecimiento del TLC demanda un aumento en los productos generados por la industria manufacturera, del mismo modo el alza en la producción genera la oportunidad de exportación.

La industria manufacturera está asociada de forma directa y negativa con los recursos naturales **B11**, pues el incremento de ella genera una disminución de los recursos naturales. Similar comportamiento tiene **B12** (Recursos Naturales – Población) y **B13** (recursos naturales – SLF).

En cuanto al **(R2)** Industria manufacturera – población – Universidades/otros niveles educativos, el aumento de la industria hará un municipio atractivo debido a las fuentes de empleo que ofrece, así mismo un crecimiento de población demanda una formación educativa.

En el contexto político y social **(R3)** se considera el SLF – Asociación Ganadera Local (AGL) - Fomento Agropecuario (FA) variables que unidas no ofrecen beneficios importantes para el sistema, sólo establece el lugar físico de los ganaderos en el

municipio, con una participación insuficiente y en la toma de decisiones es a largo plazo, por lo que, sus acciones no tienen el impacto deseado que modifique el estado actual de su sistema.

En el bucle reforzado **R4** (SLF - AGL – SAGARPA - FA),surge una estructura de poco impacto en el municipio, debido al trabajo escaso de esta secretaría con el SLF, esta retroalimentación es positiva durante todo el ciclo y los indicadores de respuesta son a largo plazo, lo que representa una mala comunicación, por consiguiente un pobre impacto.

La relación entre SLF - AGL – UGRJ - SAGARPA – FA (R5) es dependiente, pues a mayor número de productores más miembros en estas organizaciones y la disminución de productores impactara en el decremento de sus miembros.

El diagrama causal muestra que las relaciones del SLF de tipo económico y social, fortalecen al sistema, no así, las relaciones políticas que se ubican en tres dimensiones (local, estatal y federal), aunque muestran una gran estructura, creada en beneficio del SLF, sus acciones no son las correctas y generan retrasos constantes y no permiten respuesta al SLF, los resultados son pobres y para la ganadería de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México inducen a su decremento o inclusive su abandono.

7.3. Caracterización de la composición química de los alimentos comúnmente utilizados en vacas del Sistema de Lechería Familiar del municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

Las dietas de las vacas de los productores del SLF del municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos presentaron un amplio rango de variación en su contenido nutricional, esto debido a las diferencias en las materias primas, combinaciones y cantidades ofrecidas (Cuadro 6). En el Cuadro 11, se muestran las diferencias en el consumo de materia seca (kg/día) registrado para cada rancho y su contenido de nutrimentos y energía, MS, PC, EE, FC, Cenizas, ELN, TND, Ca y P ofrecidos en estabulación en un momento de la época del año.

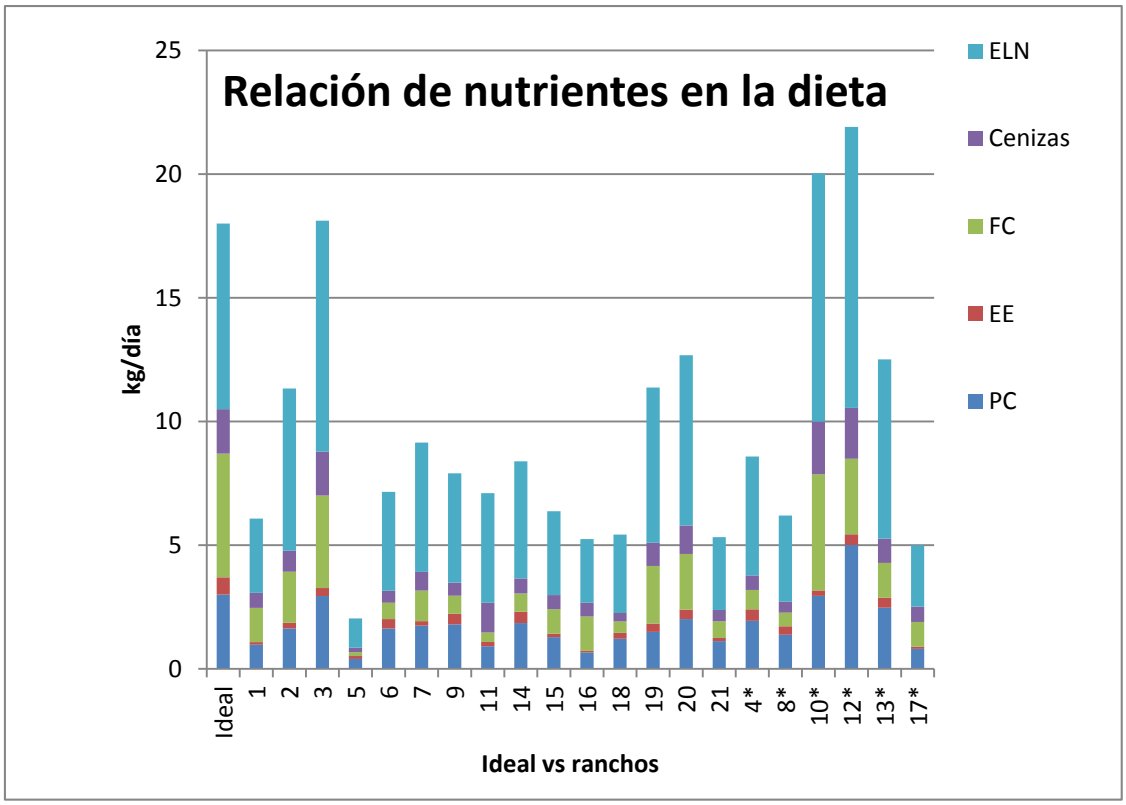
Cuadro 11. Contenido de MS, PC, EE, FC, Cenizas, ELN, TND, Ca y P en la dieta ofrecida en pila a las vacas de los Sistema de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

No. De rancho	Alimento(kg/vaca/día)								
	Consumo MS	PC	EE	FC	Cen	Ca	P	ELN	TND
Ranchos semiestabulados con acceso a pastoreo									
1	6.34	0.98	0.10	1.38	0.61	0.07	0.03	3.00	4.09
2	11.33	1.63	0.23	2.06	0.84	0.16	0.05	6.56	8.06
3	18.12	2.94	0.33	3.74	1.78	0.21	0.08	9.34	12.46
5	2.04	0.41	0.12	0.15	0.18	0.05	0.01	1.18	1.68
6	7.16	1.63	0.39	0.66	0.48	0.12	0.04	4.00	5.93
7	9.15	1.75	0.18	1.23	0.76	0.10	0.05	5.23	6.72
9	7.91	1.80	0.43	0.73	0.53	0.14	0.05	4.42	6.56
11	7.11	0.91	0.17	0.38	1.20	0.34	0.03	4.43	4.86
14	8.39	1.85	0.46	0.74	0.61	0.16	0.05	4.73	6.68
15	6.28	1.28	0.14	1.00	0.56	0.04	0.03	3.39	4.61
16	5.25	0.66	0.07	1.39	0.56	0.05	0.02	2.57	3.41
18	5.43	1.22	0.24	0.45	0.35	0.09	0.03	3.17	4.36
19	11.37	1.50	0.33	2.33	0.94	0.12	0.04	6.27	7.84
20	12.68	2.02	0.38	2.26	1.15	0.17	0.06	6.88	8.98
21	5.30	1.12	0.13	0.67	0.46	0.06	0.03	2.94	3.98
Ranchos estabulados sin acceso a pastoreo									
4	8.58	1.94	0.46	0.78	0.59	0.15	0.05	4.81	7.12
8	6.20	1.38	0.34	0.55	0.44	0.11	0.04	3.49	5.14
10	20.03	2.95	0.22	4.70	2.13	0.19	0.07	10.04	13.28
12	21.91	5.01	0.43	3.06	2.05	0.13	0.12	11.36	15.75
13	12.50	2.47	0.41	1.41	0.99	0.11	0.06	7.24	9.57
17	4.99	0.81	0.09	1.00	0.62	0.06	0.02	2.47	3.38
Promedio	9.43	1.73	0.27	1.46	0.85	0.13	0.05	5.12	6.88
Mínimo	2.04	0.41	0.07	0.15	0.18	0.04	0.01	1.18	1.68
Máximo	21.91	5.01	0.46	4.70	2.13	0.34	0.12	11.36	15.75
D.E.	5.20	1.01	0.13	1.18	0.54	0.07	0.02	2.67	3.55

En la Figura 8 se observan las recomendaciones del NRC 1989 para la correcta alimentación de bovinos leche (ideal) con una producción de 20 L de leche al día y los nutrientes ofrecidos por cada ganadero (número de rancho) a las vacas bajo el sistema estabulado y semiestabulado del SLF de Ixtlahuacán de los Membrillos. Si se compara esta relación, en promedio hay un deficiente en todas las observaciones (PC de 1.27

kg/día, EE de 0.43 kg/día, FC de 3.54 kg/día, cenizas de 0.95 kg/día y ELN de 2.38 kg/día).

Los rancho 10* y 12* muestran un exceso en el total de materia seca consumida, pero, con un déficit en la cantidad de EE y FC. El rancho 3, es el más cercano al ideal sin considerar lo recibido durante el pastoreo y el rancho número 5 es el que revela mayores deficiencias, sin embargo, se encuentra bajo el sistema semiestabulado por lo que podría recibir un aporte extra de nutrientes durante el pastoreo. El siguiente estudio refleja los resultados en el análisis de energía encontrado en los alimentos de las vacas del SLF.



*: Sin pastoreo

Figura 8. Relación de ELN, Cenizas, FC, EE y PC en la dieta servida en pila a las vacas de los Sistemas de Lechería Familiar en el municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México, contrastando un aporte ideal para bovinos leche con una producción deseada de 20 L/vaca/día según NRC, 1989.

7.3.1. Análisis de energía de los alimentos utilizados en el Sistema de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

En el análisis de la energía recibida en los alimento (Cuadro 12), se observan aspectos negativos y se ve reflejado en la cantidad de litros de leche producidos al día. Las vacas de los ranchos en sistema de estabulación tienen la oportunidad de recibir un aporte mayor de energía por el consumo que realizan en el pastoreo.

El rancho #3 recibe la suficiente energía para producir más de 20 L de leche por día y su producción alcanza sólo los 5 L, al igual que el rancho #10 donde la producción es menor a 19.3 L y su aporte energético tiene la capacidad de producir hasta 23.8 L/vaca/día, estos hatos reciben la cantidad de alimento suficiente que provee de energía necesaria para aumentar su producción, no así el caso del rancho #17 confinados todo el día, donde la cantidad de alimento recibida no permite alcanzar una producción adecuada. El rancho 13 presenta una producción mayor a la que le permite la cantidad de energía recibida.

Cuadro 12. Relación de energía neta de lactancia (ENLac) recibida en pila por rancho (Mcal/vaca/día y su producción de leche actual y esperada (L/día) en vacas del Sistema de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

No. De rancho	EN_{Lac} (Alimento en pila) Mcal/vaca/día	Nivel de producción de leche (L)	
		Actual (vaca/día)	Esperada (vaca/día)
Ranchos semiestabulados con acceso a pastoreo			
1	9.25	5.00	-5.21
2	18.39	8.00	7.49
3	28.35	5.00	21.32
5	3.87	5.00	-12.69
6	13.68	14.00	0.94
7	15.36	10.36	3.27
9	15.12	12.50	2.94
11	11.06	17.50	-2.70
14	15.37	9.67	3.29
15	10.55	9.00	-3.40
16	7.71	5.00	-7.34
18	10.02	11.25	-4.13

9	17.85	7.50	6.73
20	20.48	6.00	10.39
21	9.12	8.00	-5.39
Ranchos estabulados sin acceso a pastoreo			
4	16.40	4.12	4.73
8	11.84	15.00	-1.61
10	30.14	19.33	23.80
12	35.95	22.86	31.88
13	21.95	21.67	12.43
17	7.67	3.67	-7.40

Siguiendo con el análisis de los alimentos proporcionados a las vacas del SLF en el municipio, el siguiente estudio caracteriza el Ca y P complementando el análisis del subsistema alimenticio.

7.3.2. Análisis de calcio y fósforo de los alimentos utilizados en el Sistema de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

Previo al análisis mineral (Ca y P), se consideró el desbalance en la cantidad de materia seca que reciben las vacas en producción y a partir de ello se reportan las cantidades de Ca y P recomendadas por el NRC 2001, así como las cantidades consumidas actualmente (Cuadro 13).

El análisis de calcio (Ca) muestra en todos los casos un exceso en el consumo de 10.3 hasta 304.5 g/día y un promedio de 96.6 g/día, lo que indica que las vacas del SLF de este municipio están siendo alimentadas con un excedente de este mineral.

El aporte de P, incluye la cantidad de P suministrada a las vacas (durante la ordeña en comedero), sin considerar el extra que puede ser aportado durante el pastoreo, las vacas del SLF del municipio son alimentadas en promedio con un exceso de P de 20.7 g/día, sin embargo, en el caso del rancho #5 hay un déficit en la cantidad proporcionada de este mineral de 10.1 g/día del mismo modo que el rancho #16 con -1.3 g/día y el rancho #11 con 0.3 g/día, en el resto de los ranchos el exceso de fósforo en la dieta es desde 5.0 hasta 83.5 g/día.

Cuadro 13. Relación de materia seca (MS) calcio (Ca) y fósforo (P) recibido, requerido (NRC, 2001) y diferencia de consumo (vaca/día) del Sistema de Lechería Familiar en el municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco.

No. De rancho	MS (kg/día)			Minerales (g/día)					
				Calcio			Fósforo		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ranchos semiestabulados con acceso a pastoreo									
1	6.34	12.99	-6.66	66.93	21.00	45.93	26.94	19.00	7.94
2	11.33	13.64	-2.31	162.03	25.00	137.03	49.86	22.00	27.86
3	18.12	12.99	5.13	207.69	21.00	186.69	83.42	19.00	64.42
5	2.04	14.06	-12.03	45.77	22.00	23.77	9.89	20.00	-10.11
6	7.16	14.06	-6.91	123.60	33.00	90.60	41.60	28.00	13.60
7	9.15	15.11	-5.96	98.72	31.00	67.72	48.14	26.00	22.14
9	7.91	14.06	-6.16	136.22	32.00	104.22	46.04	27.00	19.04
11	7.11	12.99	-5.89	340.50	36.00	304.50	30.37	30.00	0.37
14	8.39	13.64	-5.25	155.02	27.00	128.02	46.90	24.00	22.90
15	6.28	14.48	-8.20	38.34	28.00	10.34	32.29	24.00	8.29
16	5.25	13.64	-8.39	48.39	22.00	26.39	17.66	19.00	-1.34
18	5.43	13.21	-7.78	94.52	29.00	65.52	31.22	25.00	6.22
19	11.37	12.99	-1.62	124.75	24.00	100.75	37.00	21.00	16.00
20	12.68	14.48	-1.80	168.20	24.00	144.20	56.80	21.00	35.80
21	5.30	13.64	-8.34	61.98	25.00	36.98	31.88	22.00	9.88
Ranchos estabulados sin acceso a pastoreo									
4	8.58	13.64	-5.06	150.10	20.00	130.10	49.56	18.00	31.56
8	6.20	15.11	-8.91	112.34	36.00	76.34	35.07	30.00	5.07
10	20.03	15.11	4.93	188.15	42.00	146.15	72.04	34.00	38.04
12	21.91	13.85	8.06	132.01	44.00	88.01	119.56	36.00	83.56
13	12.50	12.99	-0.49	113.82	42.00	71.82	63.47	34.00	29.47
17	4.99	12.99	-8.00	63.76	19.00	44.76	23.52	18.00	5.52

1.-Recibido, 2.-Requerido, 3.-Diferencia

La eficiencia que guardó el fósforo en la vaca se observa en la ingesta menos la pérdida ya sea por secreción en leche o excretado en heces y orina (estiércol), en la Figura 9 el rancho con mayor consumo y por consiguiente el de mayor desecho de P es el número 12, seguido del rancho 3,10 y 13 y los ranchos con la menor ingesta de P son el 5, 16 y 17.

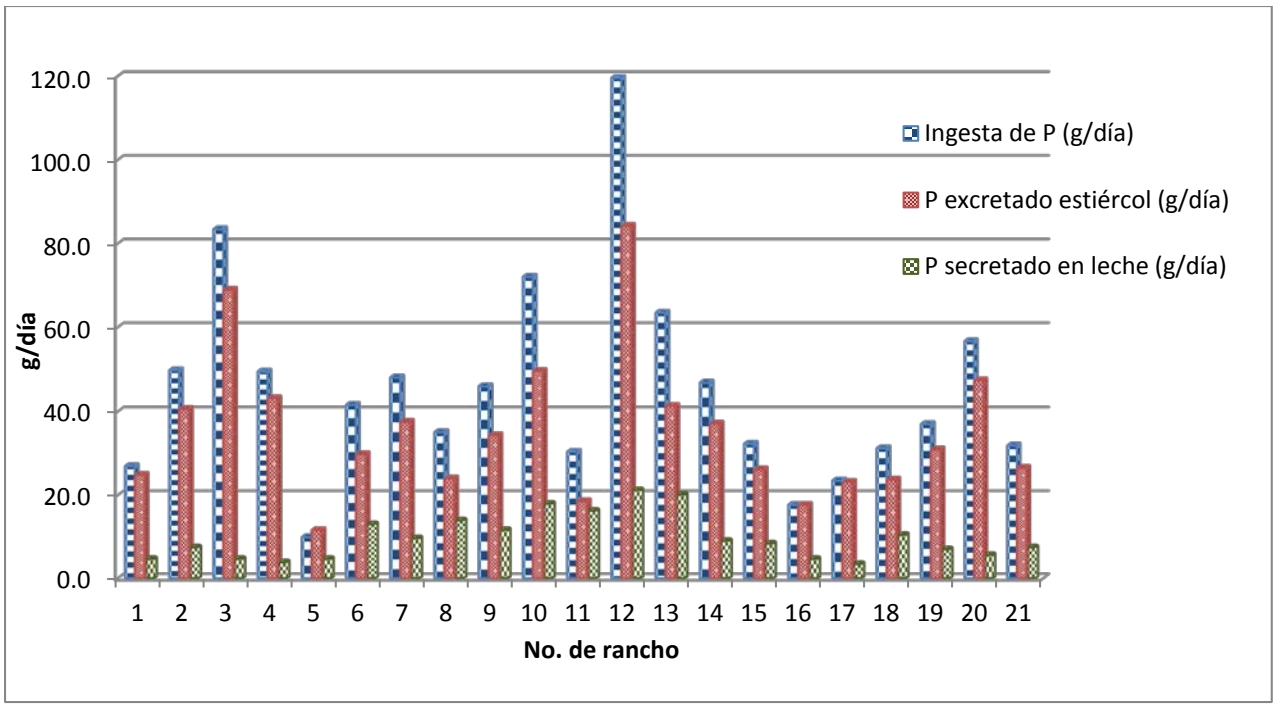


Figura 9. Relación de fósforo (P) consumido, excretado en estiércol y secretado en leche por vacas de los Sistemas de Lechería Familiar de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

8. DISCUSIÓN

8.1. Diagnóstico estático del Sistema de Lechería Familiar en Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

Los indicadores productivos bajos y el desánimo mostrado por varios de los ganaderos en la región de Ixtlahuacán de los Membrillos muestran una situación de fragilidad, a pesar de la estructura formada en el ámbito político local, estatal y federal quienes pretenden apoyar a los productores mediante la creación de programas de mejora. Sin embargo, el objetivo de estas organizaciones no se ha reflejado y la utilidad por SLF para este municipio son de 28,000 pesos anuales, mientras que en el análisis de unidades de producción rural de la SAGARPA en el DOF (2013) demuestra que el 75 % de unidades de producción rural logran un ingreso de 17,000 pesos anuales, dato que coincide con lo observado en el trópico húmedo en producción de leche en sistemas de doble propósito (Nahed *et al.,* 2014).

En el análisis de componentes principales el componente uno y dos dimensionaron un 34 % de variabilidad e incluían el sistema alimenticio, como variable de peso, lo que indica su importancia en el fortalecimiento del sistema y como mencionan Khan *et al.,* 2009, su influencia en variables relacionadas con la producción y la reproducción, desafortunadamente para los SLF de Ixtlahuacán de los Membrillos es una de sus deficiencias más importantes.

Dado el desbalance presentado, otros elementos del componente uno se encuentran la cantidad de cabezas de ganado en el hato y su producción, en el segundo; el lugar en donde se vende la leche, la alimentación y la edad del productor determinan este componente, caso similar se observa en el estudio realizado por Giorgis *et al*. (2011) donde el componente uno revelaba que el tamaño del hato y la producción eran los factores más influyentes en su espacio.

En las características positivas del SLF se encuentra, la existencia de un sistema homogéneo dado que en el análisis de conglomerados sólo se crearon tres grupos, caso contrario al estudio realizado por Carrillo *et al*., 2011, donde el sistema se volvía

más complejo al determinar la realidad agropecuaria por la presencia de sistemas heterogéneos, lo cual no permitía una adecuada difusión y/o transferencia de tecnologías para este sistema, por la poca variabilidad de los sistemas, esta característica podría ser a futuro un factor favorable en la implementación de programas de extensionismo.

8.2. Análisis de las relaciones económicas, sociales y políticas de las unidades de producción de los Sistemas de Lechería Familiar en Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

En este contexto, el sector político muestra poca interacción con los principales actores y dependencias como SAGARPA presentes a nivel federal quienes están desarticulados y desvinculados con el sector productivo, sin dar prioridad a la innovación a pesar del discurso gubernamental actual, lo que demuestra una deficiente estructura organizativa para la implementación de nuevas tecnologías con elevada dispersión (IICA, 2012), que permitan cambiar las relaciones de poder dentro del campo de los productos lácteos y como mencionan Butler y Holloway (2015) la interacción económica y cultural que logra la capitalización eficiente del status económico del productor y el equilibrio entre trabajo y vida.

El PNG (Programa Nacional Ganadero) y el PROGAN establecidos por SAGARPA fueron creadas con la finalidad de apoyar a los productores pecuarios, dando prioridad al sector de menores recursos, previendo una mejor distribución de éstos (Coordinación General de Ganadería, SAGARPA, 2010), sin embargo, para este municipio no ha tenido efectividad en su articulación organizativa, quedando al margen de los apoyos la mayoría de los ganaderos y con una implementación prácticamente nula a nivel municipal, lo cual, como indican Cesin *et al*. (2007), no permiten condiciones de equidad y de una mejor distribución de oportunidades. A la vez, al dirigir los apoyos a aquellos productores exitosos, ahondan las desigualdades (IICA, 2012).

Otro indicador de política pública (macroeconómica) es la instauración del modelo de exportaciones e importaciones, instaurado a principios de la década de los 80´s, caracterizado por su sesgo anti–rural (Cruz y Polanco, 2014), el cual incrementó la

cantidad de leche y productos lácteos importados, con un impacto negativo en el sistema, por la baja competitividad en precio y eficiencia productiva (Martínez *et al*., 2012), a pesar del reto del sector pecuario nacional de mantener las exportaciones y reducir las importaciones (Coordinación General de Ganadería, SAGARPA, 2010).

Los elementos que no han permitido el desarrollo del SFL del municipio y que lo vuelven vulnerable son: la competencia por los recursos naturales entre sectores, la falta de políticas de fomento hacia el pequeño productor (Vázquez y Aguilar, 2010), el reducido tamaño de hato (Moreno *et al.,* 2012), un deficiente sistema de alimentación animal, la baja calidad de leche (Jiménez *et al*., 2008) argumentada por los compradores de esta, los problemas de piroplasmosis y mastitis (Aldrete *et al.*, 2014), exceso en la carga animal similar a lo reportado para las localidades de Téjaro y Cotzio en Michoacán en el SLF (Sánchez *et al.*, 2008), limitación en el uso de la tierra asociada al crecimiento poblacional y disponibilidad de empleo alternativo en la zona (Cervantes e*t al*., 2007), migración (Jiménez *et al*., 2008) mencionada por algunos productores.

Por otra parte, los deficiencias en los diferentes aspectos técnicos encontrados, muestran un SLF tradicional, desvinculado de las Universidades y Centros de Investigación que les permitan prácticas de extensionismo a favor de su desarrollo y crecimiento, semejante a lo señalado por IICA (2012), esto contrasta con la zona de los Altos de Jalisco con un SLF reconocido por su desarrollo, en donde se ubica un Centro de Investigación de tipo pecuario (INIFAP, 2015), además del respaldo del Centro Universitario de los Altos de la Universidad de Guadalajara, el cual creó desde el 2007 una brigada universitaria con fines de extensión en las comunidades cercanas (CUALTOS, 2015). Asimismo, esta desvinculación del sector académico en México, se debe a un modelo que prioriza la publicación de artículos de investigación por encima de los artículos de difusión científica, que favorecen la innovación y resuelve los problemas del sector (IICA, 2012).

Las prácticas de extensionismo en zonas como los Altos de Jalisco, contribuyen a cambiar la perspectiva económica y sociocultural de los ganaderos haciendo dinámico el sector primario, a través de instrumentos de fomento económico sectorial,

investigación, transferencia de tecnología, créditos, seguros, en donde se combinan recursos públicos y privados (Vázquez y Aguilar, 2010), a través de organizaciones estructuradas en cadenas agroindustriales que permiten el crecimiento del sistema, similar a lo realizado en el estado de Aguascalientes (Álvarez *et al*., 2000), contrario a lo obtenido en el SLF de Ixtlahuacán de los Membrillos, a pesar de su cercanía con Guadalajara como capital del estado y del municipio de Chapala, reconocido centro turístico a nivel nacional.

8.3. Caracterización de la composición química de los alimentos comúnmente utilizados en vacas del Sistema de Lechería Familiar del municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.

En el análisis de los alimentos de las vacas en producción del SLF de Ixtlahuacán de los Membrillos, la pobre alimentación aunada a la baja calidad de los ingredientes utilizados (Aung *et al.,* 2015) son las más grandes limitaciones, lo que concuerda con un estudio realizado por Khan *et al.,* (2009), en donde las carencias de este factor, reflejaban una baja producción, problemas reproductivos, baja condición corporal y un incremento en la susceptibilidad a enfermedades y parásitos.

En este sistema se observó una fuerte dependencia de insumos de altos costos, la utilización de esquilmos agrícolas después de las cosechas por una corta temporada y el resto del año consumen productos externos de baja calidad y a cualquier precio, contrario a los sistemas de producción de pequeña escala en el centro del estado de Michoacán, donde generan sus propios recursos alimenticios y animales (Colunga *et al.,* 2009).

En la zona de los altos, es característico el uso de ensilados en la alimentación como fuente principal de energía, abaratando costos y asegurando la alimentación durante todo el año (Román, 2009), lo que mejora la utilidad de la empresa, si se considera que el costo de alimentación es el de mayor peso en la determinación de las ganancias, además, de la oportunidad de la mano de obra, el agotamiento animal y el precio de venta, como lo mencionan Jiménez *et al.* (2015).

La falta de programas de alimentación adecuada en este sistema, no permite la identificación de los animales de acuerdo a su edad, estado fisiológico, capacidad productiva y sanidad, por lo que no se reconocen las necesidades alimenticias que deben ser diferentes en cantidad y calidad, como lo mencionan Téran y Guerra (2014), además de que las carencias o excesos en la dieta, pudiesen ser una pérdida económica y productiva.

El total de alimento recibido por vaca al día no aporta la cantidad de materia seca, energía metabolizable y proteína cruda adecuada en los hatos totalmente confinados, considerando lo recomendado por el NRC 2001 y al igual que en el trabajo de Nuñez *et al.,* 2013 se refleja en la producción de leche, en este sentido, el contenido de energía recibida en la dieta es inadecuado, aunque pudiera ser contrarrestado con un alimento que aporte energía, como el ensilado de maíz (Baldinger *et al.,* 2014), comúnmente utilizado en las zonas de producción lechera, como los Altos de Jalisco.

La estimación de los minerales (Ca y P) presentes en este estudio indica debilidades en la determinación del requerimento en la dieta de las vacas y la optimización del uso de éstos se refleja desde el punto de vista ambiental, nutricional y económico (Salcedo, 2010), por lo que considerar pérdidas o excesos es de vital importancia en la producción.

La recomendación diaria de Ca para vacas en producción según el NRC 2001 es de 1 a 2 %, pero se consideran animales de talla grande y con una producción lechera mayor, por lo que considerar esta recomendación como adecuada para los animales de este estudio, no es correcto, en el trabajo realizado por Wilson y Mohan (2014) describen como adecuado una aportación de 1 % y un valor critico los menores a 0.5 %, el presente estudio no consideró vacas de raza pura y con valores de producción de acuerdo al resultado de la combinación genética, por lo que esta recomendación resultaría más apropiada para las vacas del SLF de Ixtlahuacán de los Membrillos.

La cantidad de P en la dieta de las vacas de la zona de los Altos de Jalisco encontrada por Wattiaux *et al*. (2007) fue en promedio de 0.56 %, comparada con el presente estudio, en donde la aportación fue de 0.49 %, ambos rangos superan la recomendación del NRC en el 2001 (0.32 - 0.42 %), sin embargo, lo reportado tanto en

la zona de los Altos como la recomendada por el NRC, consideran vacas de raza pura (tallas grandes) en explotaciones de tipo intensivo y semi-intensivo (condiciones ambientales distintas), con producciones de 20 L promedio, por lo que realizar una comparación y considerarlo como rangos adecuados no es factible para este estudio.

Sin embargo, el desbalance de este mineral es evidente para el SLF del municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos y como lo mencionan Reid *et al*. (2015), los altos niveles de P ingerido, aumentan en el P excretado y provocan un desequilibrio de otros minerales como el Ca y al igual que una falta de éste, el resultado es una alteración en la salud, la producción de leche y por consiguiente en la economía del hato.

Dadas las condiciones de los ganaderos, la poca información sobre los requerimientos en cada una de las etapas productivas de las vacas y la necesidad de disponer de alimentos de calidad y con mayor potencial productivo han creado importantes debilidades en el sistema, aunado a la poca integración de las cadenas productivas que terminan argumentando que la red industrial es la solución alimentaria y la alternativa en la producción de alimentos ante el cambio climático (Espinosa *et al.*, 2002), sin considerar que la producción a pequeña escala es de los sistemas de producción más justos, debido a la alimentación utilizada generan leche que genera salud (Grupo ETC, 2014).

9. CONCLUSIONES

En el análisis del Sistema de Lechería Familiar en el municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México se encontró:

- La integración de tres grupos de acuerdo a su homogeneidad.
- La existencia de actividades alternativas a la ganadería (Obreros de la industria terciaria) debilitan el contexto de ganadería familiar.
- Comercialización supeditada a intermediarios, lo que deriva un pago menor por litro de leche, a pesar de la existencia de una cooperativa de productores.
- Desarticulación de políticas en los diferentes órdenes de gobierno asociados a esta actividad, inexistencia de prácticas de extensionismo y nula relación de instituciones académicas con los productores del SLF de este municipio.
- Competencia por los recursos naturales del SLF con el crecimiento poblacional y la industria (secundaria y terciaria) que se establecen en el municipio, adicionado de la demanda de mano de obra que limitan y compiten con el sistema.
- Dependencia de insumos externos en particular de la alimentación, con un desconocimiento de la cantidad y calidad de los alimentos a ofertar, hace ineficiente el sistema de producción.
- Desbalance energético y de minerales en la dieta con un exceso de la dosis de P ofrecida, lo que determina problemas relevantes por sus efectos en la salud, la producción y el ambiente.

La lechería familiar en Ixtlahuacán de los Membrillos enfrenta una diversidad de factores en contra que debilitan el sistema y determinaran en un futuro su inexistencia. Este sistema requiere del fortalecimiento vinculado al trabajo del productor con su entorno, en donde mejore las características con las que viene laborando desde su comienzo como actividad productiva, considerando que las actuales no han contribuido a su crecimiento y prevalencia en el mercado; esto se puede lograr por medio de estrategias en la eficiencia productiva, mejora en la calidad de leche, industrialización del producto, sanidad, bienestar animal e indicadores de sustentabilidad.

10. LITERATURA CITADA

Aguilar I. A. y Pérez R. H. (2008). La contaminación agrícola del agua en México: retos y perspectivas. Problemas del desarrollo. *Revista Latinoamericana de Economía*. 39(153):207-210.

Aldrete A. A., Bañuelos P. J., Pimienta B. E., Aguilar F. A. y Torres M. P. (2014). Prevalencia de mastitis subclínica en la región Ciénega del estado de Jalisco. *Revista abanico Veterinario.* 4(1):24-31.

Alfaro M. y Salazar F. (2005). Ganadería y contaminación difusa, implicancias para el sur de Chile. Soil of Misiones, Argentina. *Revista Agrícola Técnica*. 65(3):1-3.

Álvarez M. A., Bonfill P. S. y Montaño B. E. (2000). Reestructuración de la cadena agroindustrial de la leche y organización social en Aguascalientes. *Revista Problemas del Desarrollo.* 31(120):89-118.

Amaral-Philips D. M. (2000). *Phosphorus Important for Optimum Milk Production and Reproduction in Dairy Cattle*. http://afsdairy.ca.uky.edu/files/extension/nutrition/Phosphorus_Important_For_Optimum_Milk_Production_and_Reproduciton_in_Dairy_Cattle.pdf. (consultada el 05 de mayo del 2014).

Andrade R., Manrique A. F. y Peters K. (2008). Características productivas y de gestión de fincas lecheras Boyacá. *Revista MVZ Córdoba*. 13(2) 1333-1342.

Association of Official Analytical Chemists. (1984). Official methods of analysis of the A.O.A.C. *Phosphorous (total) in fertilizers. Spectrophotometric molybdovanadophosphate method 7.123*. 4th. Ed. Virginia, USA, 414–420.

Association of Official Analytical Chemists. (2002). *Official methods of analysis* of the A.O.A.C. 17th. Gaithersturg, MD, USA.

Arnold M. y Osorio F. (1998). *Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de sistemas*. Departamento de Antropología de la Universidad de Chile. Cinta Moebio 3. Pág. 40- 49.

Asociación Ganadera Local de Ixtlahuacán de los membrillos, (2014). *Información del Municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, México.* (Consultada el 03 de enero del 2014).

Aung M., Khaing M., Ngwe T., Mu K. S., Htun M. T., Oo L. N. y Aung, A. (2015). Preliminary Survey on the Dairy Cattle Production System and Conventional Feed Resources in the Central Dry Zone of Myanmar. *Global Journal of Animal Scientific Research*. *3*(2):383-387.

Baldinger L., Zollistsch W. y Knaus W. F. (2014). Maize silage and Italian ryegrass silage as high-energy forages in organic dairy cow diets: Differences in feed intake, milk yield and quality, and nitrogen efficiency. *Renewable Agriculture And Food Systems.* 29(4):378-387

Barrera G. C. y Sánchez B. C. (2003). *Caracterización de la cadena agroalimentaria nacional e identificación de sus demandas tecnológicas: leche. Programa Nacional Estratégico de Necesidades de Investigación y de Transferencia de tecnología.* http://www.cofupro.org.mx/cofupro/Publicacion/Archivos/penit74.pdf (Consultada 02 de febrero del 2014).

Bertalanffy V. L. (1968) General System Theory; Fundation, Development, Applications. Editorial George Braziller, Nueva York. 250 pp.

Bricker S. B. y Pirhalla D. E. (2001). *Eutrophic conditions in estuarine waters.* URL: http://oceanservice.noaa.gov/websites/retiredsites/sotc_pdf/EUT.PDF. (Consultada el 10 de enero del 2014).

Butler D. y Holloway L. (2015). Technology and Restructuring the Social Field of Dairy Farming: Hybrid Capitals, 'Stockmanship' and Automatic Milking Systems. *Sociologia Ruralis*. 29(76):33-142.

Calvente M. A. (2007). *El concepto moderno de sustentabilidad. Sociología y desarrollos sustentables.* http://www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/sde/uais-sds-100-002%20-%20sustentabilidad.pdf (Consultada el 03 de enero del 2014).

Cámara Nacional de Industriales de la Leche (CANILEC). 2014. *Producción de Leche*. http://www.canilec.org.mx/prod_leche.html. (Consultada el 16 de diciembre del 2014).

Carrillo L. B., Moreira L. V. H. y González V. J. (2011). Caracterización y tipificación de sistemas productivos de leche en la zona centro- sur de Chile: un análisis multivariable. *IDESIA*. 1(29):71-81.

Cervantes E. F. y Beltrán S. (2004). Escala, calidad de leche, y costos de enfriamiento y administración en termos lecheros de los Altos de Jalisco. *Revista Técnica Pecuaria*. 42(2):207-218.

Cervantes E. F., Cesín V. A. y Pérez S. S. L. (2007). El abandono de la ganadería lechera y reconversión productiva en Chipilo, Puebla. *Revista Técnica Pecuaria Méx*ico. 45(2):195-208.

Cervantes E. F., Santoyo C. H. y Álvarez M. A. (2001). *Lechería familiar factores de éxito para el negocio*. Primera edición. Plaza y Valdés. México, D.F. 230 pp.

Cesin V. A., Aliphat F. M., Ramírez V. B., Herrera H. J. y Martínez C. D. (2007). Ganadería lechera familiar y producción de queso. Estudio en tres comunidades del municipio de Tetlahuaca en el estado de Tlaxcala, México. *Revista Técnica Pecuaria Méx*ico. 45(1):61-67.

Colunga G. B., Villa C. I., Tzintzun R. Tena M. J. y Val – Arreola D. (2009). La caracterización socioeconómica de los sistemas campesinos de producción en pequeña escala de la cuenca lechera Morelia – Álvaro Obregón, Michoacán. *Livestock Research of Rural Development*. 21(10):11-17.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2010. *Indicadores de calidad del agua.*http://www.cna.gob.mx/Contenido.aspx?id=9e891ef9-9bb9-427c-994f-6980aaf45be3|indicadores de calidad del agua|0|0|98|0. (Consultada el 13 de octubre del 2013).

Consejo Estatal de Población (COESPO). 2014. *Municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Región Centro.*

http://www.iieg.gob.mx/contenido/Municipios/IxtlahuacandelosMembrillos.pdf. (Consultada el 13 de noviembre del 2014).

Cruz M. y Polanco M. (2014). El sector primario y el estancamiento económico en México. Problemas del desarrollo. *Revista Problemas del Desarrollo.* 45(178):9-33.

Diario oficial de la federación (DOF). 2013. PROGRAMA *Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013- 2018*. Cuarta Sección. Pág. 50-112.

Dixon J., Gulliver A. y Gibbon D. (2001). Sistemas de producción agropecuaria y pobreza. Como mejorar los medios de subsistencia de los pequeños agricultores en un mundo cambiante. FAO y Banco Mundial Roma. Washington DC. Pág. 17-19.

Ertl P., Zebeli Q., Zollitsch W. y Knaus W. (2015). Feeding of By-products completely replaced cereals and pulses in dairy cows and enhanced edible feed conversion ratio. Journal of dairy science. 98(2):1225-1233.

Espinosa O. V., Rivera H.G. y García L.A. (2007). Utilidades económicas generadas por la lechería familiar. Sociedades rurales. *Revista de Producción y medio ambiente*. (7):14–16.

Espinosa O. V., López D. C., García B. G., Gómez G. L., Velásquez P. P. y Rivera H. G. (2002). Márgenes de comercialización de la leche cruda producida en sistema familiar. *Revista Científica*. 7(2):650-654.

Espíritu R. (2014). *El municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos*. http://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/municipios/ixtlahuacan-de-los-membrillos. (Consultada el 12 de mayo del 2014).

Organización de las Naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2002. *Reporte de la iniciativa de la ganadería, el medio ambiente y el desarrollo – Integración por zonas de la ganadería y de la agricultura especializadas (AWI) - Opciones para el manejo de efluentes de granjas porcícolas de la zona centro de México.* http://www.fao.org/wairdocs/LEAD/X6372S/x6372s00.htm. (Consultada el 28 de junio del 2007).

FAO. (2014). *La ganadería y el medio ambiente. El papel de la FAO en la ganadería y el medio ambiente*. http://www.fao.org/livestock-environment/es/. (Consultada el 01 de mayo del 2014).

Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). 2014. *Red de valor de bovinos leche en el estado de Jalisco.* https://www.fira.gob.mx/OportunidadNeg/DetalleOportunida.jsp?Detalle=24. (Consultada el 08 de mayo del 2014).

Flores H.E., Carrillo R., Francisco N., Hidalgo C., Ruíz J.A., Castañeda A.A. y Velazco R. (2009). Aporte de Nitrógeno y Fósforo de tres sistemas agrícolas de la cuenca hidrográfica “el Jihuite”, en Jalisco, México*. Revista Agrociencias*. 43(7):659-669.

Flores H.E., Ireta J., Pérez J.F., Ruíz J.A. y Díaz P. (2009). *Identificación de buenas prácticas agrícolas para reducir la degradación del suelo e incrementar la calidad del agua.* INIFAP. CIRPAC. CE CENTRO ALTOS DE JALISCO. Libro científico núm. 1. Tepatitlán de Morelos, Jalisco. México. 217 pp.

Flores L. H. E, Figueroa V. U., De la Mora O. C., Nuñez G. G. y Valdivia G. L. (2014). Evaluación y calibración del índice de fósforo en los Altos de Jalisco, Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Agricolas*. 5(03):367-378.

Forrester J.W. (1970). Urban Dynamics. *Reserch Science. 168* (3932):693-694.

Gallardo L. F., Chalate M.H., Purroy V.R. y Vilaboa A.J. (2010). *Estudio y análisis de los productos del sistema bovinos doble propósito en el estado de Veracruz*. http://www.funprover.org/Estudios%20Estrategicos%20Ovinos,%20Toronja%20y%20Bovinos%20Doble%20Proposito%20Colpos%20Veracruz/Estudioyanalisisbovinos.pdf. (Consultado el 08 de mayo del 2014).

Giorgis A., Perea M. J. M., García M. A., Gómez C. A., Angón S. P. E. y Larrea A. (2011). Caracterización técnico- económica y tipología de las explotaciones lecheras de la Pampa (Argentina). *Revista Cientifica FCV - LUZ.* 21(4):340-352.

Goff J.P. (1999). Treatment of calcium, phosphorus, and magnesium balance and disorders. *Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice.* 15(3):619–639.

Goic L. y Rojas C. (2004). *Sistemas de crianza, de recría y engorda en la zona sur.* Manual de producción de bovinos de carne para la VIII, IX y X regiones. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Carillanca y Fundación para la Innovación Agraria, Temuco Chile. Pág. 107-112.

Gold A.J. y Oviatt C.A. (2005). *Nitrate in fresh water and nitrous oxide in the atmosphere*. En: Addiscott T.M. (editor). Nitrate, Agriculture and the Environment. CABI PUBLISHING. Cambridge, Massachusetts, USA. Pág.110-1126.

Grupo ETC. (2014). *Con el caos climático, quien nos alimentará: ¿la cadena industrial de producción de alimentos o la red campesina?.* http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/web_quien_nos_alimentara_sin_notas.pdf. (Consultada el 14 de abril del 2015).

Grünberg W. (2008).*Phosphorus homeostasis in dairy cattle: some answers, more questions.* In: Proceedings of the 17th Annual Tri- State Dairy Nutrition Conference. Indiana, USA. 22-23 April. pp. 29-35.

Häubi Segura C. U. (2004). Teoría Ácido Básico de Stewart: Aplicaciones prácticas de una nueva teoría del balance del pH en los sistemas biológicos. Editorial Cigome, Toluca, México. 231 pp.

Havlin J.L. (2004). Technical basis for quantifying phosphorus transport to surface and groundwaters, *Journal Animal Science*. 82:285-286.

Hernández J. M. (2004). *El fósforo en la vaca lechera.* URL: http//www.produccion-animal.com.ar/. (Consultada el 16 de junio del 2014).

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (IICA). 2012. *Sistemas de innovación del sector agroalimentario México*. http://www.redinnovagro.in/snias.php. (Consultada el 16 de abril del 2015).

IICA. (2015). *Ministros de la agricultura de las Américas se comprometen con el mejoramiento de la productividad del sector agrícola*.

http://www.iica.int/es/prensa/noticias/ministros-de-agricultura-de-lam%C3%A9ricas-se-comprometen-con-el-mejoramiento-de-la (Consultada el 9 de noviembre del 2015).

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. (NEGI). 2011. Producto Interno Bruto en México durante el tercer trimestre de 2011. Boletín de prensa núm. 451/11. Aguascalientes, Ags. México.

INEGI. (2012). Diagnóstico de la ganadería en Jalisco. Censo agropecuario 2007. Universidad de Guadalajara. México. VIII. 130 pp.

Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria (INIFAP). 2014. *Quienes somos*. http://www.inifap.gob.mx/SitePages/default.aspx. (Consultada el 13 de noviembre del 2014).

Jackson D., Rolfe J., English B., Holmes B., Matthews R., Dixon R., Smith P. y MacDonald N. (2012). *Phosphorus management of beef cattle in northern Australia.* Editorial Meat & Livestock Australia Limited. 43 pp.

James E., Kleinman P., Veith T., Stedman R. y Sharpley A. (2007). Phosphorus contributions from pastured dairy cattle to streams of the Cannonsville. *Watershed*, New York. 65(1):40-41.

Jiménez J. R. A., Alonso P. F., García H. L., Dávalos F. J. L., Espinosa O. V. y Ducoing W. A. (2008). Persistencia de la lechería en el municipio de Maravatío, Michoacán. *Livestock Reserch Rural Devolment*. 20(10):325-333.

Jiménez R. A. J., Ortiz V. E. y Fonseca D. M. S. (2015). El costo de oportunidad de la mano de obra familiar en la economía de la producción lechera de Michoacán, México. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. *5*(1):47-56.

Kebreab E., Vitti D. M. S., Odongo N. E., Dias R. S., Crompton L.A. y France J. (2008) *Modelling Phosphorus Metabolism*. En: France J. y Kebreab E. (editores.) Mathematical Modelling in Animal Nutrition.CAB International. Cambridge, MA. USA. Pág. 353-369.

Khan M. J., Peters K. J. y Uddin, M. M. (2009). Feeding strategy for improving dairy cattle productivity in small holder farm in Bangladesh. *Bangladesh Journal of Animal Science*. *38*(1-2):67-85.

Kincaid R.L. y Rodehutscord M. (2005). *Phosphorus Metabolism in the Rumen*. In: Pfeffer and A.N. Hristov. Nitrogen and Phosphorus Nutrition of Cattle: Reducing the Environmental Impact of Cattle Operations. CAB International. Cambridge, MA. USA. Pág.187-193.

Knowlton K. F. y Herbein J.H. (2002). Phosphorus partitioning during early lactation in dairy cows fed diets varying in phosphorus content. *Journal Dairy Science*. 85(2):1227–1236.

Koelsch R. (2005). Evaluating livestock system environmental performance with whole-farm nutrient balance. *Journal Environmental Quality*. 34:149-155.

Latorre E. E. (1996). *Teoría general de sistemas. Aplicada a la solución integral de problemas.* Editorial Universidad del Valle. Programa Editorial de la facultad de ingenierías. Santiago de Cali. Pág. 33-51.

León M. J., Mojica E.J., Castro E., Cárdenas A.E., Pabón L.M. y Carulla E.J. (2008). Balance de nitrógeno y fósforo de vacas lecheras en pastoreo con diferentes ofertas de kikuyo *(Penniselumn clandestinum*) suplementadas con ensilaje de avena (*Avena sativa).Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias .*21:559-570.

López H., Kanitz F. D., Moreira V. R., Witlbank M. C. y Satter L. D. 2004. Utilization of phosphorus in lactating cows fed varying amounts of phosphorus and sources of fiber. *Journal Dairy Science*. 88:2850–2859.

López M. (2013). *Se consolida Jalisco como líder lechero*. http://seder.jalisco.gob.mx/prensa/noticia/111. (Consultado el 08 de mayo del 2014).

Mahan D.C. y Newton E. A. (1995). Effect of initial breeding weight on macro-and micromineral composition over a three-parity period using a high-producing sow genotype. *Journal Animal Science*. 1(73):151-158.

Martínez C. C., Cotera R. J. y Zavaleta J. (2012). Características de la producción y comercialización de leche bovina en sistemas de doble propósito en Dobladero, Veracruz. *Revista Mexicana Agr*opecuaria. (30):816-824.

Mayberry C. (2005). *Mineral requeriments of the lactating dairy cow.* http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:m2BpZlQc0nYJ:scholar.google.com/+Mineral+requirements+of+the+lactating+dairy+cow&hl=es&as_sdt=0,5&as_vis=1 (Consultada el 29 de mayo del 2014).

McCool D.K. y K.G. Renard. (1990). Water erosion and water quality. *Advances in Soil Science.* 13:175-185.

McDowell R. y L. Condron. (2001). Influence of soil constituents on soil phosphorus sorption and desorption. Communications in *Soil Science and Plant Analysis*. 32(15):2531-2547.

Mendéz y C. M., Tzintzun R. R. y Val-Arreola D. (2000). *Evaluación productiva de efecto ambiental y de problemas relevantes en explotaciones lecheras de pequeña escala.* http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/1/manu121.htm. (Consultada el 03 de junio del 2014).

Miller R., Young A., Major J. y Trinca L. (2010). *Phosphorus in Dairy Cattle Diets. Summary: Lower Dietary Phosphorus Levels Are Economically and Environmentally Beneficial.* https://extension.usu.edu/files/publications/publication/AG_Dairy_2010-01pr.pdf (Consultada el 27 de mayo del 2014).

Miller W. J. (1979). *Dairy cattle feeding and nutrition. (Animal feeding and nutrition).* Academic Press, Inc. Estados Unidos de América. pág. 74-180.

Moreno G. A., Herrera A. G., Carrión G. M., Álvarez B. D., Pérez S. R. y Ortiz R. R. (2012) Caracterización y modelación esquemática de un sistema familiar de bovinos productores de leche en la Ciénega de Chapala, México. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 20(3):85-94.

Nahed J., Aguilar R., Valdivieso A y Sánchez B. (2014). Análisis multidimensional de la ganadería bovina en la cuenca alta y media del río Grijalva*. Ecosur*. 20(2):83-94.

NRC. (2001). Nutrient requirements of dairy cattle. *7th Revision. Ed. National. Academy. Science.*, Washington, DC. 408 pp.

NRC. (1989). Nutrient requirements of dairy cattle. *6th Revision. Ed. National. Academy. Science*., Washington, DC. 408 pp.

Núñez H. G., Payán G. J., Peña R. A., Ruiz B. O. y Arzola A. C. (2013). Evaluación de la calidad nutricional y producción de leche de diferentes forrajes a través del modelo *CPM. AGROFAZ*. 13(3):17-23.

Osuna C. E. S., Arias Ch. L. E., Núñez H. G. y González C. F. (2015). Producción de forrajes de temporal con estiércol bovino y captación de agua en siembra a triple hilera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 6(8):1743-1756.

Padrón Nacional Ganadero (PNG). (2014). *ESTADÍSTICA Pecuaria PGN Bovinos*. http://www.pgn.org.mx/_programs/estadistica-bis.php. (Consultada el 12 de mayo del 2014).

Posadas D. R., Salinas M. J., Callejas J. N., Álvarez F. G., Herrera H. J., Arriaga J. C. y Martínez C. F. (2014). Análisis de costos y estrategias productivas en la lechería de pequeña escala en el periodo 2000-2012. *Contabilidad y Administración.* 50(2):253-275.

Pietilainen O.P. (1997). Agricultural phosphorus load and phosphorus as a limiting factor for algal growth in finnish lakes and rivers. En: Tunney H., O.T. Carton, P.C. Brooks y A.E. Johnston (editores). *Phosphorus Loss from Soil to Water. CAB INTERNATIONAL*. New York. 1:354-356.

Puggaard L., Kristensen N. B. y Sehested J. (2010). Effect of decreasing dietary phosphorus supply on net recycling of inorganic phosphate in lactating dairy cows. *Journal Dairy Science*. 94:1420-1429.

Reid M., O´Donovan M., Elliott C. T., Bailey J.S., Watson C. J., Lalor S. T. S., Corrigan B., Fenelon M. A. y Lewis E. (2015). The effect of dietary crude protein and phosphorus on grass-fed dairy cow production, nutrients status, and milk heat stability. *Journal Dairy Science*. 98(1):517-531.

Rodríguez G. G. y A. Álvarez. (1998). “Conclusiones”. En: G. Rodríguez y P. Chombo (coords.), Los rejuegos de poder. Globalización y cadenas agroindustriales de leche en Occidente. Guadalajara: CIESAS, CIATEJ, SIMORELOS, CONACYT, PAIEPEME, UAM-Xochimilco. Pág. 297-324.

Román M. R. (2009). Confort térmico y características del sistema de producción de bovinos de leche en la cuenca hidrográfica del Jihuite de los Altos de Jalisco. Tesis de Licenciatura Ingeniero en Sistemas Pecuarios. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de los Altos, Departamento de Ciencias Biológicas. 67 pp.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA). 2000. *Situación actual y perspectiva de la producción de leche de ganado bovino en México*. http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Estudios%20de%20situacin%20actual%20y%20perspectiva/Attachments/20/sitlech99.pdf. (Consultada el 08 de mayo del 2014).

SAGARPA. (2014). Conoce la SAGARPA, introducción (Antecedentes, Misión, Visión y Objetivos. http://www.sagarpa.gob.mx/quienesomos/introduccion/Paginas/default.aspx. (Consultada el 13 de noviembre del 2014).

Salcedo G. (2010). *Manual de mejora ambiental de las explotaciones lecheras de Cantabria*. Gobierno de Cantabria, Consejería de medio ambiente. Editorial Artes Gráficas Campher S.L. 61pp.

Sánchez G. L., Solorio R. J. y Santos F. J. (2008). Factores limitativos al desarrollo del sistema familiar de producción de leche en Michoacán México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*. 5(60):133-146.

Sánchez G. R. A., Zegbe D. J. A. y Gutiérrez B. H. (2015). Tipificación de un sistema integral de lechería familiar en Zacatecas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 6(3):349-359.

Sánchez R. G. y Sánchez V. A. (2005). *La ganadería bovina del estado de Michoacán.* Fundación PRODUCE Michoacán, A.C. 2da. Edición. Pág.35, 128, 129 y139.

Satter L. (2002). What goes in must come out-phosphorus balance on dairy farms. *The American Association. Bovine practice. Proceedings* 35: 125 – 130. Citado por Grünberg W. 2008. En: Phosphorus homeostasis in dairy cattle: some answers, more questions. Department of veterinary clinical sciences Purdue University. Tri-states dairy nutrition conferences.

Scalone M.E. (2007). El enfoque de sistemas de producción agropecuarios, sistemas agrarios regionales. Introducción al enfoque de sistemas en agricultura y su aplicación para el desarrollo de sistemas de producción sostenibles. *Instituto de Agrimensura*. 4:16-18.

Schnoor, J.L. (1996). *Environmental modeling. Fate and transport of pollutants in water, air and soil.* New York, USA. 704 pp.

Secretaria de Economía (SE). 2012. *Análisis del sector lácteo en México. Dirección General de Industrias Básicas.* http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf. (Consultada el 08 de mayo del 2014).

Secretaria de Desarrollo Social. (2014). *Catálogo de Localidades. Sistema de apoyo para la planeación del PDZP*. http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=14&mun=044. (Consultada el 13 de noviembre del 2014).

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP-SAGARPA). 2014. *Boletín de leche.* http://www.siap.gob.mx/wp-content/uploads/boletinleche/BoletLecheJul-Sep_2014.pdf. (Consultada el 24 de diciembre del 2014).

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP-SAGARPA). 2015. *Resumen nacional, producción precio, valor, animales sacrificados y peso 2012.* http:// http://www.siap.gob.mx/igae-indice-global-de-la-actividad-economica-de-agosto-2015/ (Consultada el 6 de noviembre del 2015).

SIAP-SAGARPA. (2010). *Análisis de la leche.* http://www.siap.gob.mx/ventana.php?idLiga=1249&tipo=1. (Consultada el 13 de mayo del 2014).

SIAP-SAGARPA. (2015). Panorama de la lechería en México. http://www.siap.gob.mx/pdfjs/web/viewer.php?file=b_leche_abrjun2015.pdf. (Consultada el 9 de noviembre del 2015).

Sistema de Información Estadística agropecuaria (SIEA-SAGARPA). 2005. *Análisis de la leche*. http://www.siea.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/anleche.html. (Consultada el 19 de mayo de 2005).

Sistema de Información Estadística y Geográfica (SIEG). 2012. *Ixtlahuacán de los Membrillos. Diagnóstico del municipio.* http://sieg.gob.mx/contenido/Municipios/cuadernillos/IxtlahuacandelosMembrillos.pdf. (Consultada el 13 de noviembre del 2014).

Steinfeld H., Wassenaar T. y Jutzi S. (2006). Livestock production systems in developing countries: status, drivers, trends. *Revue Scientifique et Technique.* 25(2):505–516.

Terán R. A. S. y Guerra, P. J. (2014). Paquete tecnológico para la producción de leche de bovino en Chihuahua. INIFAP. CIRNC. Sitio experimental La Campana. Folleto técnico núm. 54, Aldama, Chihuahua, México. 49 pp

Tuya J., Ramos R. I. y Dolado C. J. (2007). Técnicas cuantitativas para la gestión en ingeniería del software. *Editorial Netbiblio S. L*. (4):71-78.

Unger M. y Chiappe B. M. A. (2008). Importancia fisiológica de los microminerales en el metabolismo óseo. *Revista Electrónica Veterinaria* 10(9):1-17.

Valdivia Gómez L.L. 2013. Calibración y validación de un índice ambiental de fósforo en el sistema familiar de producción de leche de la zona Altos Sur de Jalisco. Tesis de licenciatura en Ingeniería en Sistemas Pecuarios. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de los Altos, Departamento de Ciencias Biológicas. 77 pp.

Van de Haar M.J. y St-Pierre N. (2006). Major Advances in Nutrition: Relevance to the Sustainability of the Dairy Industry. *Journal Dairy Science*. 89(4):1280-1291.

Van Horn H.; G. Newton, R. Nordstedt, E. French, G. Kidder, D. Graetz, y C. Chambliss. (1991). Dairy manure management: Strategies for recycling nutrients to recover fertilizer value and avoid environmental pollution. Circular 1016. University of Florida, Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences. U.S.A.

Vargas M.J., Zaragoza J.L., Vargas L.S., Guerrero R.J. y Herrera H.J. (2009). *Análisis de la lechería familiar en el estado de Hidalgo*. En: Vargas C.A. Cervantes E.F. y Álvarez M.A. (editores). La lechería familiar en México. Universidad Autónoma Chapingo, Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. Colegio de Posgraduados Campus Puebla, UAM-X, CONACYT. Porrúa, México D.F. Pág. 167-198.

Vázquez V. R. y Aguilar B. I. (2010). Organizaciones lecheras en los Altos Sur de Jalisco: un análisis de las interacciones productivas. *Región y Sociedad*. 22(48):114-144.

Vensim PLE 6.3®. (2014) Ventana Systems, Inc.

Wadsworth J. (1997). *Análisis de sistemas de producción animal. Tomo 1: Las bases conceptuales*. Estudio FAO producción y sanidad animal 140/1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. Pag. 60-82.

Wattiux M.A, Olmos J.J, Blazek J.R. y Castellanos M.E. (2007). *Análisis de la eficiencia de utilización de nitrógeno y fósforo en granjas lecheras de los altos de Jalisco*. Pp. 35. En: Olmos J.J., J.A. Martínez, O. Reynoso, H.E. Flores y H. Ramírez (editores). Memorias de la primera Reunión Internacional de Leche y Forraje. 5, 6 y 7 de diciembre. Tepatitlán de Morelos, Jalisco. México.

Weiss W. P. y Wyatt, D. J. (2004). Macromineral digestion by lactating dairy cows: estimating phosphorus excretion via manure. *Journal Dairy Science.* 87(7):2158-2166.

Wilson S. y Mohan S. (2014). Effect of different levels of dietary calcium on the mineral availability in cross bred dairy cattle. *IJAR*. 2(10):563:569.

Wu Z.; L. D. Satter, A. J. Blohowiak.; R. H. Stauffacher, y J. H. Wilson. (2001). Milk production, estimated phosphorus excretion and bone characteristics of dairy cows fed different amounts of phosphorus for two or three years. *Journal Dairy Science.* 84(7):1738-1748.

Xlstat®. (2015). © 1995 - 2015 Addinsoft.

Zorrilla R. J. (1990). *Propuesta metodológica para la investigación pecuaria en fincas de productores*. En: Manuel E. Ruíz y Arnoldo Ruíz (editores). Nutrición de rumiantes: guía metodológica de investigación. 1ra. Edición, IICA-RISPAL. San José, C.R. 344 pp.

11. ANEXO

ENCUESTA

DATOS GENERALES DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN

Nombre del productor: _____

Fecha de la encuesta: _____ Ubicación del rancho: _____

Años en la U.P:_____ Escolaridad: _____

Edad: _____ Ocupación principal: _____ Otra ocupación:_____

¿Pertenece a alguna asociación ganadera? : Si_____ No_____

TENENCIA Y TIPO DE LA TIERRA

Ejidal: _____ ha. Pequeña propiedad: _____ ha. Arrendatario: _____ ha.

Ganadería: _____ ha. Agrícolas: _____ ha. Riego: _____ ha. Temporal: _____ ha.

Cultivos agrícolas: _____

ASISTENCIA TECNICA

¿Recibe asistencia técnica pecuaria?: Si_____ No_____

Origen de esta: Oficial_____ Privada_____ Constante_____ Esporádica_____

INSTALACIONES

Corral de manejo: Si _____ No_____ ¿De qué materiales?: _____

Corrales cubiertos o techados: Si_____ No_____ ¿De qué material?: _____

Ordeña: Manual: _____ Mecánica: _____ Si es mecánica de que tipo: _____

GANADERÍA

Animales en total: _____ Vacas en ordeña: _____ Vacas secas: _____

Vaquillas: _____Sementales:_____Becerras_____Becerros:_____

Otros:

a) Borregos: _____
b) Cabras:_____
c) Caballos:_____

d) Cerdos:_____
e) Aves:_____
f) Otros:_____

ALIMENTACIÓN

Pastoreo: Si___ No___ Tipo de forraje: _____ Período: _____

Su área de animales cuenta con árboles: Si: ____ No: ____ De que tipo: _____

Sirven de alimento a su ganado: Si _____ No: _____ Cuales: _____

Parte comestible por el ganado: _____

Época de uso: _____

¿Cuál es la importancia que le da a la presencia de árboles como **alimento** para el ganado?:_____

¿Los árboles que tiene, que otra función desarrollan en su potrero?:_____

_____

¿Estaría dispuesto a incrementar el número de árboles en su potrero?: Si: ____ No: ___

¿Porque?: _____

¿Cuál es la importancia de los árboles en su sistema?: _____

¿Pastoreo de cultivos: Si: ____ No: _____ Cuáles: _____ Período: _____

¿Qué prácticas de manejo utiliza en sus campos de pastoreo?:

a) Rotación de potreros
b) Fertilización
c) Técnicas de descompactación de suelo
d) Riego
e) Temporal
f) Otras: _____

¿Qué tipo de fertilización utiliza?: _____ Cantidad: _____ Frecuencia: _____

¿Realiza análisis de suelos previos a la fertilización?: Si: _____ No: _____

¿Qué tipo de pastoreo utiliza?: Rotacional: ____ Continuo: ____ No. De potreros: _____

La división de potreros es: Fijo: _____ Cerco eléctrico: _____

Compra forraje: Si: _____ No: _____ Donde: _____

Cuánto: _____ Costo: _____

Concentrado hechizo: _____ Costo: _____

Concentrado comercial: _____ Costo: _____

¿Ofrece otros alimentos?: Si_____ No_____ ¿Cuáles?: _____Costo:_____

¿Suplementa sal común?: Si_____ No_____ Costo: _____

¿Suplementa minerales?: Si_____ No _____ ¿Cuál?: _____ Costo: _____

¿Conoce su composición?: Si_____ No_____ ¿Cuál?: _____

¿Utiliza fósforo?: Si_____ No_____ Presentación: _____ Costo: _____

¿Conoce su importancia?: Si_____ No_____ Si conoce su importancia que beneficios ha obtenido por su utilización: _____

¿Aplica vitaminas?: Si_____ No_____ ¿Cuáles?_____ Época_____

Costo: _____

¿Todos los animales reciben la misma dieta?: Si: ____ No: _____

¿Qué tipo de alimentos reciben las vacas en producción?:

Concentrado: _____ Forraje: _____ Minerales: _____Otros: _____

¿Qué tipo de alimentos reciben las vacas secas?:

Concentrado: _____ Forraje: _____ Minerales: _____Otros: _____

¿Qué tipo de alimentos reciben las vaquillas?:

Concentrado: _____ Forraje: _____ Minerales: _____Otros: _____

¿Qué tipo de alimentos reciben las becerras?:

Concentrado: _____ Forraje: _____ Minerales: _____Otros: _____

¿Qué tipo de alimentos reciben los becerros?:

Concentrado: _____ Forraje: _____ Minerales: _____Otros: _____

¿Qué tipo de alimentación reciben los sementales?:

Concentrado: _____ Forraje: _____ Minerales: _____Otros: _____

AGUA

Consumo directo de río: _____ Lago: _____ Presa: _____ Pozo: _____ Charcos en el potrero: _____ Bordo: _____ Distancia del área de pastoreo a los sitios de agua naturales: _____ Considera que el hecho de que el animal consuma agua directo de los cuerpos de agua tenga un efecto ambiental: _____

¿Tiene abrevadero artificial?: Si: ____ No: _____ Ubicación: _____

Tipo: _____

Acarreo de agua: Si: _____ No: _____ De donde: _____

Cantidad: _____ Forma de acarreo: _____ Veces por día: _____

Considera una limitante en la producción el acarreo de agua: Si: _____ No: _____

¿Por qué?: _____

¿Conoce la calidad del agua que ofrece a su ganado?: Si: _____ No: _____

¿Cómo evaluó su calidad?: _____

Considera que la calidad del agua es una limitante: Si: __ No: ___ ¿Por qué?:

_____

Considera que existen conflictos por el uso del agua entre la ganadería y la población:

Si: ____ No: _____ ¿Cuáles?: _____

¿El agua que reciben sus animales tiene algún color en especial?: Si_____ No_____

Color: _____

A partir de cuándo lo percibió: _____ años

¿El agua que reciben sus animales tiene algún olor en especial?: Si: _____ No: _____

¿Cuál es el olor que percibe?: _____

¿El agua que reciben sus animales presenta plantas acuáticas?: Si: _____ No: _____

Conoce el tipo de planta: Si: ____ No: ____ ¿Cuál es? _____

¿La consume el ganado?: Si: ___ No: ____A partir de cuándo lo percibió: _____ años

Considera que tiene alguna asociación el crecimiento de algas, color y olor del agua

con la ganadería: _____

REPRODUCCIÓN

¿Cómo se reproducen sus animales?: Monta natural: ____ IA: ____T. Embriones: ____

Tiempo que permanecen los sementales con las vacas: Todo el año: __ Temporada:__

Meses del año en que están los sementales con las vacas: _____

¿En qué parte del año paren con más frecuencia sus vacas?: _____

¿Cómo sabe que sus vacas están cargadas?: _____

¿Cuál es la edad de primer parto de sus vaquillas?: _____

¿Cuál es el intervalo entre partos de sus vacas?: _____

¿Sus vacas han presentado abortos?: Si: _____ No: _____

Conoce la(s) causa(s): _____

En qué etapa de gestación: 1er trimestre_____ 2do trimestre: _____ 3er trimestre: ____

¿Se han presentado retenciones placentarias?: Si: _____ No: _____

Otros: _____

¿Cómo maneja la reposición de su ganado?: _____

GENÉTICA

¿Los animales en explotación son de raza pura?: Si: _____ No: _____

¿Qué tipo de raza?: _____ ¿Cuál es la cruza que produce?: _____

Porcentaje de vaquillas para reposición: _____

Características consideradas para seleccionar becerras:

a) Características de la madre
b) Tamaño al nacer
c) Rapidez de crecimiento
d) Características del animal
e) Otra:_____

SANIDAD

¿Vacuna su ganado?: Si: _____ No: _____

¿Qué vacunas utiliza?:

a) Doble bovina
b) Triple bovina
c) Derrengue
d) Brucelosis
e) Otra:_____

¿Cuántas veces vacuna al año?:

a) Cada año
b) Una vez por vida
c) Las necesarias
d) Dos veces por vida
e) Otra:_____

¿Qué parásitos combate?:

a) Garrapata
b) Moscas
c) Fasciola
d) Gastroentéricos
e) Ninguno
f) Otro:_____

¿Qué utiliza para combatirlo?_____ Frecuencia: _____ Costo: _____

¿Cuáles son los cuidados de las vacas antes del parto?: _____

¿Cuáles son los cuidados de las vacas durante del parto?: _____

¿Cuáles son los cuidados de las vacas después del parto?: _____

¿Cuál es el manejo del becerro al nacer?: _____

¿Cuántos animales se murieron en este último año?: Vacas: _____ Sementales:_____

Vaquillas: _____ Becerras: _____ Becerro: _____

¿Qué destino le da a los cadáveres?:

a) Entierra
b) Cuerpo de agua
c) Ahí quedan
d) Quema
e) Baldío
f) Otro:_____

¿Cuál es la enfermedad que mayor daño ocasiona a su ganado?: _____

PRODUCCIÓN

¿Mide la producción de leche?: Si: ____ No: _____

¿Cuántas veces ordeñas al día?: _____

¿Cuál es la producción promedio de leche /ordeño?: Mañana: _____L Tarde: _____L

¿Cuál es la producción promedio de leche por vaca/día?: _____L

¿Cuántos meses producen en promedio sus vacas?:

a) Cuatro meses o menos

b) Cuatro a cinco
c) Seis a siete
d) Siete a ocho
e) Nueve a diez

ECONOMÍA

¿Realiza anotaciones relacionadas con sus animales?: Si: _____ No: _____

¿Cuáles son los datos que lleva?:

a) Identificación del animal
b) Fecha de parto
c) Sexo de la cría
d) Abortos
e) Vacunas
f) Identificación de padres
g) Detección de celos
h) Fecha y número de montas
i) Enfermedades
j) Muertes
k) Otra:_____

¿A quién vende su leche?:

a) Quesería
b) Cooperativa
c) Al consumidor
d) Establecimiento
e) Industria propia

¿En dónde vende su leche?:

a) Rancho
b) Población más cercana
c) En la ciudad más cercana
d) Otra:_____

¿Qué precio de venta tiene la leche?: _____/ litro

¿Qué productos obtiene y de qué tipo?: _____Producción en Kg/día: _____

Precio por Kg._____

¿Por qué industrializa su leche?:

a) Mejores ganancias
b) Difícil transporte de leche a lugares de consumo
c) Se comercializa con mayor facilidad
d) Otra: _____

¿En dónde vende sus productos?:

a) Rancho
b) Población más cercana
c) En la ciudad más cercana
d) Otra:_____

¿Vende becerros?: Si: _____ No: ____ Peso: _____Precio: _____

¿En dónde vende sus becerros?:

a) En el rancho
b) En exposiciones
c) A través de la ganadera
d) Rastro
e) Otra:_____

¿Vende becerras?: Si: _____ No: _____ Peso: _____Precio: _____

¿En dónde vende sus becerras?:

a) En el rancho
b) En exposiciones
c) A través de la ganadera
d) Rastro
e) Otra:_____

¿Vende vacas en ordeña?: Si: _____ No: _____ Peso: _____Precio: _____

¿En dónde vende sus vacas?:

a) En el rancho
b) En exposiciones
c) A través de la ganadera
d) Rastro
e) Otra:_____

¿Vende vaquillas?: Si: _____ No: _____ Peso: _____Precio: _____

¿En dónde vende sus vaquillas?:

a) En el rancho
b) En exposiciones
c) A través de la ganadera
d) Rastro
e) Otra:_____

¿Vende vacas de desecho?: Si: _____ No: _____ Peso: _____Precio: _____

¿En dónde vende sus vacas de desecho?:

a) En el rancho
b) En exposiciones
c) A través de la ganadera
d) Rastro
e) Otra:_____

¿Quienes trabajan para el rancho?:

a) Empleados:
b) Familia
c) Ambos
d) Otros:_____

¿Cuantas personas trabajan en el rancho?: _____ Edad: _____ Sexo: _____

¿Realiza costos de rentabilidad?: Si: _____ No: _____

¿Usted valora que su actividad es rentable?: Si: _____ No: _____ ¿Por qué?: _____