
Análisis de los costos de alimentación asociados a la producción de leche de un sistema
bovino semiespecializado en Texcoco, México

Carol Steffi Paternina Acosta

Corporación Universitaria del Caribe – CECAR
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas
Programa de Contaduría Pública
Sincelejo
2020

Análisis de los costos de alimentación asociados a la producción de leche de un sistema
bovino semiespecializado en Texcoco, México

Carol Steffi Paternina Acosta

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Contador Público

Director

José Luis Ruíz Meza

Mgtr en Logística Integral

Codirector

Omar Hernández Mendo

Corporación Universitaria del Caribe – CECAR
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas
Programa de Contaduría Pública

Sincelejo

2020

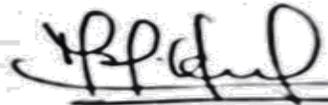
Nota de Aceptación

Aprobado

5.0 (cinco, cero puntos)



Director



Evaluador 1



Evaluador 2

Agradecimientos

Primeramente, quiero agradecer a Dios, por regalarme vida, salud y sabiduría para cumplir mis metas.

A mi madre, Yamina Acosta Ruz, por su apoyo y entusiasmo constante, gracias por motivarme a crecer y por creer en mi para cumplir mis objetivos.

A mis maestros, por el tiempo y esfuerzo que dedicaron impartiendo sus conocimientos. Gracias por su paciencia.

Además, agradezco al Programa Delfín en el marco del XXIV verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico, por la oportunidad de realizar un intercambio investigativo en otro país, a la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Corporación Universitaria del Caribe – CECAR, por facilitar el proceso.

Agradezco al Colegio de Postgraduados ubicado en Texcoco, México por abrir sus puertas para involucrarme en las actividades investigativas que estaban desarrollando en el tiempo de mi estancia, contribuyendo a mi formación y experiencia en el ámbito científico, en compañía del PhD. Omar Hernández Mendo. Gracias por su amabilidad, ayuda y sugerencias constantes, además, a la Dra. María Magdalena Crosby Galván, por su apoyo en el laboratorio de Nutrición Animal del Colegio de Postgraduados, y a cada una de las personas que de una u otra forma hicieron de estadía en México, una aventura agradable. Además, quiero agradecer al Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, por el espacio y recursos brindados para llevar a cabo mi investigación.

Quiero agradecer a mi familia y amigos por su apoyo y contribución en el camino que decidí recorrer para convertirme en profesional. Especialmente, a mi madrina Beatriz Navarro y a mi tía Berta Peláez.

A mi director, Ing. José Luis Ruiz Meza por su orientación, soporte y paciencia para finalizar esta investigación con éxito. Agradezco sus aportes no solo en el desarrollo de este trabajo, sino también para mi vida. Gracias por tu inspiración y motivación.

Tabla de contenido

Resumen.....	13
Abstract.....	14
Introducción	15
1. Planteamiento del Problema	17
2. Justificación	19
3. Objetivos.....	21
3.1 Objetivo General	21
3.2 Objetivos Específicos.....	21
4. Revisión de Literatura.....	22
4.1 Cifras Sobre la Producción Láctea en México	23
4.2 Sistemas Productivos.....	27
4.2.1 Sistema Especializado.....	30
4.2.2 Sistema Semi-Especializado	30
4.2.3 Sistema Familiar	30
4.2.4 Sistema Doble Propósito.....	31
4.3 Generalidades de Texcoco	31
4.4 Importancia Económica del Sector Ganadero	40
4.4.1 Aportes del Sector Primario a la Economía Mexicana	40
4.4.2 Fundamentos Económicos	42
4.4.3 Clasificación de los Costos	44
4.5 Costos de Producción en el Sector Agropecuario	45
4.5.1 Costos Alimenticios.....	48
4.6 Análisis de la Literatura	49

4.7	Metodología de Análisis Jerárquico (AHP)	52
5.	Metodología	55
5.1	Caracterización y Organización del Análisis Experimental.....	55
6.1.1.	Organización de la Muestra	55
6.1.2.	Ubicación	55
6.1.3.	Animales	55
6.1.4.	Variables a Medir.....	57
5.1	Análisis para la Aplicación de la Metodología AHP	58
5.1.2	Paso a Paso de la Metodología AHP.....	58
6.	Resultados	60
6.1	Caracterización del Sistema Semiespecializado en Texcoco.....	60
6.2	Análisis Económico.....	66
6.3	Aplicación de la Metodología Multicriterio AHP.....	79
6.3.1	Construcción de Estrategias	79
6.3.2	Descripción de las Estrategias	80
6.3.3	Aplicación de los Cálculos Matriciales.....	83
7.4	Aplicación del Análisis Bromatológico	90
7.	Conclusiones	104
8.	Recomendaciones	107
9.	Referencias.....	108

Lista de Tablas

Tabla 1. Cifras desestacionalizadas por grupo de actividades económicas	37
Tabla 2. PIB al III trimestre del 2019 – Variación porcentual con respecto al año 2018	38
Tabla 3. Sector primario.....	42
Tabla 4. Investigaciones consultadas	49
Tabla 5. Escala de Saaty	54
Tabla 6. Consumo total vacas altas productoras	56
Tabla 7. Consumo total vacas bajas productoras	56
Tabla 8. Variables a medir forraje	57
Tabla 9. Variables a medir ensilado.....	58
Tabla 10. Variables a medir concentrado.....	58
Tabla 11. Costo de pradera	67
Tabla 12. Datos para determinar el consumo diario de las vacas en la pradera.....	68
Tabla 13. Costo de ensilado	72
Tabla 14. Costo por kilogramo de concentrado	73
Tabla 15. Producción y composición de la leche por grupos	74
Tabla 16. Costo por concepto de alimentación y producción de leche en dólares	76
Tabla 17. Costo de alimentación y producción de leche en dólares por grupo de vacas	78
Tabla 18. Costo de alimentación y producción anual de leche en dólares.....	78
Tabla 19. Participación de costos por alimento	83
Tabla 20. Ponderación de los criterios con base a la escala de comparación	84
Tabla 21. Valor propio de los criterios	85
Tabla 22. Ponderación de las alternativas en función del primer criterio.....	85
Tabla 23. Valor propio de las alternativas en función del primer criterio	86
Tabla 24. Ponderación de las alternativas en función del segundo criterio	86
Tabla 25. Valor propio de las alternativas en función del segundo criterio.....	86
Tabla 26. Ponderación de las alternativas en función del tercer criterio	87
Tabla 27. Valor propio de las alternativas en función del tercer criterio.....	87
Tabla 28. Ponderación de las alternativas en función del cuarto criterio	87

Tabla 29. Valor propio de las alternativas en función del cuarto criterio	88
Tabla 30. Posición de las alternativas	88
Tabla 31. Reducción de costos aplicando la estrategia $\alpha 3$	89
Tabla 32. Reducción de costos anuales aplicando la estrategia $\alpha 3$	90
Tabla 33. Materia seca parcial	99
Tabla 34. Materia seca total	102
Tabla 35. Resultados del examen bromatológico	103
Tabla 36. Composición de la dieta por grupos.....	103

Lista de Figuras

Figura 1. Producción de leche de bovinos por países	23
Figura 2. Producción anual de leche bovina	24
Figura 3. Producción anual de leche de bovino por entidad federativa en millones de litros	25
Figura 4. Elaboración de lácteos.....	25
Figura 5. PIB de la industria alimentaria	26
Figura 6. Representación de la balanza comercial del sector lácteo.....	26
Figura 7. Gasto de los hogares mexicanos.....	27
Figura 8. Valor de la producción pecuaria nacional	28
Figura 9. Sistemas de producción láctea según (Schelhaas et al., 1999).....	28
Figura 10. Sistema de producción láctea según (Ruíz, 1999).....	29
Figura 11. Ubicación geoespacial.....	32
Figura 12. Ubicación geopolítica.....	32
Figura 13. Clima	33
Figura 14. Sectores	34
Figura 15. PIB tercer trimestre 2019	35
Figura 16. PIB de las actividades primarias al III trimestre del 2019	36
Figura 17. PIB de las actividades secundarias al III trimestre del 2019.....	36
Figura 18. PIB de las actividades terciarias al III trimestre del 2019	37
Figura 19. Actividades del sector primario.....	41
Figura 20. Composición de las actividades primarias en millones de pesos corrientes	42
Figura 21. Clasificación de los costos agropecuarios	45
Figura 22. Sistemas de costos en las empresas ganaderas.....	46
Figura 23. Elementos del costo de producción	47
Figura 24. División de potreros del módulo de pastoreo.....	60
Figura 25. Vacas en los comederos	61
Figura 26. Vacas en el potrero	61
Figura 27. Vacas tomando agua.....	62
Figura 28. Ordeño de las vacas de forma simultánea	63

Figura 29. Esquema del sistema de ordeño mecanizado	63
Figura 30. Sistema de ordeño mecánico del módulo de pastoreo.....	64
Figura 31. Sistema de conteo de litros de leche.....	64
Figura 32. Sistema de pezoneras de la ordeñadora mecánica.....	65
Figura 33. Representación gráfica de los costos de producción de forraje.....	67
Figura 34. Alimento disponible antes del pastoreo.....	69
Figura 35. Alimento restante después del pastoreo	69
Figura 36. Medición del área consumida por las vacas	70
Figura 37. Área consumida por las vacas	70
Figura 38. Representación gráfica de los costos de producción del ensilado.....	71
Figura 39. Representación gráfica de los costos de producción de concentrado.....	73
Figura 40. Registro de datos de producción de leche	75
Figura 41. Recolección de muestra de leche en frascos de 100ml	75
Figura 42. Análisis fisicoquímico de la leche.....	76
Figura 43. Árbol de jerarquías	80
Figura 44. Muestra de alfalfa.....	90
Figura 45. Muestra de ensilado.....	91
Figura 46. Muestra de concentrado.....	91
Figura 47. Composición química de pastos y forrajes.....	92
Figura 48. Componentes de los pastos y plantas forrajeras.....	93
Figura 49. Peso de las bandejas de aluminio	94
Figura 50. Bandejas de aluminio con los alimentos	94
Figura 51. Peso de las bandejas con las muestras.....	95
Figura 52. Muestras en el horno de convección	95
Figura 53. Muestras parcialmente secas	96
Figura 54. Peso de las bandejas con las muestras parcialmente secas.....	96
Figura 55. Proceso de trituración en el molino de muestras.....	97
Figura 56. Muestra de alfalfa molida.....	97
Figura 57. Muestra de concentrado molida	98
Figura 58. Muestra de ensilado molida.....	98

Figura 59. Retiro de los crisoles del horno con pinzas de metal	100
Figura 60. Crisoles en el desecador	100
Figura 61. Crisoles con muestra	101

Lista de Ecuaciones

Ecuación 1. Costo de forraje	66
Ecuación 2. Consumo de forraje	68
Ecuación 3. Costo por kilogramo de ensilado.....	71
Ecuación 4. Costo por kilogramo de concentrado	73

Resumen

En México la producción de leche tiene un gran aporte a la economía nacional, además de la importancia en la medición del Producto Interno Bruto (PIB) del país. La producción lechera se diversifica mediante sistemas que han evolucionado con el pasar del tiempo para el aumento de las tasas de rendimiento integrando la tecnología, que involucra la alimentación y suplementación nutricional para el ganado. En esta investigación, se realiza el análisis de costos de alimentación asociados a la producción de leche de un sistema bovino semiespecializado en Texcoco, México, desagregando tres etapas: el diagnóstico y levantamiento de la información en campo, la identificación de costos en el proceso de producción lechera y, por último, la evaluación de alternativas para toma de decisiones bajo la metodología de análisis jerárquico (AHP). Se realizaron los análisis de costos inmersos en la alimentación bovina en los procesos de producción láctea conformando dos grupos de vacas dependiendo de su producción, altas productoras y bajas productoras, con el fin de determinar el costo de producir un litro de leche. Además, se determinó que la alternativa más eficiente para reducir costos en la alimentación del ganado es la denominada diferentes tipos de raciones.

Palabras clave: costos, producción de leche, bovinos, análisis jerárquico.

Abstract

In Mexico the production of milk has a great contribution to the national economy, besides the importance in the measurement of the Gross Domestic Product (GDP) of the country. Milk production is diversified through systems that have evolved over time to increase yield rates by integrating technology, which involves feeding and nutritional supplementation for the cattle. In this research, the analysis of feeding costs associated with milk production of a semi-specialized bovine system in Texcoco, Mexico, is carried out, breaking down three stages: the diagnosis and gathering of information in the field, the identification of costs in the milk production process and, finally, the evaluation of alternatives for decision making under the methodology of Analytic Hierarchy Process (AHP). The analysis of costs immersed in the feeding of cows in the processes of milk production was carried out, forming two groups of cows depending on their production, high producers and low producers, in order to determine the cost of producing one liter of milk. In addition, it was determined that the most efficient alternative to reduce costs in the feeding of cattle is the so-called different types of rations.

Keywords: costs, milk production, cattle, hierarchical analysis.

Introducción

En México, las actividades pecuarias son ejecutadas en una extensa escala de sistemas productivos, que comprenden los mayormente tecnificados y compuestos, hasta llegar a los tradicionales, siendo la ganadería, la crianza y domesticación de animales como vacas, cerdos, pollos, entre otros, además de una actividad relacionada con el sector primario que involucra la alimentación, atención y cuidado que conduce a generar alimentos propicios para ser consumidos por el ser humano. En cuanto a la ganadería, que es considerada como una de las actividades fructíferas más diligentes en el medio rural (Montaldo et al., 2009; Oficina Económica y Comercial de España en México, 2016), la explotación se lleva a cabo a través de los sistemas extensivos, intensivos y de autoconsumo. Conjuntamente, se desagregan factores que intervienen en el progreso de los animales como el realce del suelo, el clima favorable en relación a temperaturas y humedad adecuadas, el acceso a recursos hídricos, asimismo el forraje manejado para su subsistencia (Montaldo et al., 2009; Oficina Económica y Comercial de España en México, 2016).

Los ingresos para los productores de leche son difíciles de pronosticar debido que, los mercados lácteos y de piensos son muy fluctuantes, lo que hace que los precios cambien constantemente (Buza et al., 2014). Por lo que hace de vital importancia generar esquemas que permitan tener un control detallado de los costos relacionados con la explotación ganadera.

Ahora bien, administrar eficientemente las unidades ganaderas no asegura una rentabilidad en estas, por lo que se hace necesario que se generen estrategias que permitan minimizar los costos de producción asociados. Entre ellos, los costos de alimentación, los cuales son uno de los más representativos (Macdonald et al., 2017). En este sentido, con esta investigación se realiza la identificación y cálculo de los costos alimenticios a través de un estudio de campo, tomando como base un grupo de vacas raza Holstein línea Nueva Zelanda en el módulo de pastoreo correspondiente al Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, en el estado de México, el cual es un sistema sistema bovino semiespecializado dedicado a la obtención de leche.

Este trabajo toma como base la participación que se logró para la realización de la estancia de investigación en el marco del XXIV verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico del Programa Delfín. Adicionalmente, con esta investigación, se logra medir la eficiencia del sistema de producción en términos de los costos asociados y se generan alternativas para toma de decisiones; cabe resaltar que se las estrategias para la minimización de los costos fueron diseñadas, analizadas y priorizadas mediante la aplicación de la metodología de análisis jerárquico o metodología de Saaty (AHP).

Se obtuvo un panorama generalizado de los costos alimenticios, permitiendo determinar el porcentaje del costo asociado a la producción de un litro de leche. Adicional a la identificación de la estrategia más eficiente que permite la disminución de este costo. Asimismo, se lograron otros estudios orientados a las propiedades de la alimentación en la leche obtenida.

1. Planteamiento del Problema

México, se ubica entre los principales países que producen leche en todo el mundo (Oficina Económica y Comercial de España en México, 2016). Universalmente, la producción de leche se fracciona en dos grandes grupos integrados, por una parte, aquellos países altamente prósperos, entre los que se encuentran los localizados en Europa y Estados Unidos, que obtienen su producción con programas de subsidios. Por otro lado, se encuentran los países con menores costos de producción como lo son Argentina, Nueva Zelanda, Uruguay y Australia, que ostentan escenarios agroclimáticos para producir, además de las instalaciones indispensables para la producción eficiente. Es destacable que dos a tres de cada cien litros que se producen en el mundo provienen de México, posicionando al país en el puesto número ocho en este rubro (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural - SAGARPA, 2018).

En concordancia con lo anterior, los productos que una compañía dispone para ofertar en los mercados se relacionan con tres características imprescindibles asociadas con los costos, el rendimiento de los recursos requeridos para su producción y finalmente el precio que alcanza en el mercado. Desde el enfoque de empresa, los costos son definidos como los desembolsos en dinero que debe realizar una entidad para adquirir y conservar los recursos para la creación de productos y servicios, o las entradas que debe aportar a los proveedores de recursos por la utilización de los elementos integrantes para la producción (Botero y Rodríguez, 2006).

Para los sistemas de producción lechera, la falta del control de los costos asociados es una de las principales falencias que se pueden evidenciar en las unidades productivas, lo que incurre en tomas de decisiones erradas que afectan el margen de utilidad del sistema (Ríos y Gómez, 2008).

Asimismo, en la medida que aumenta la demanda de los productos lácteos, se genera una presión para el aumento de la producción, siendo un problema crucial para las unidades productivas la disminución de los costos asociados a la alimentación (Zhou et al., 2012). Esto, debido que existe una relación entre el consumo de forrajes y la producción de la leche, y al aumentar los costos del forraje es necesario generar alternativas de alimentación que mantengan los beneficios nutricionales para mantener la producción (Hou, 2006; Zhang et al., 2018).

Surge entonces la necesidad de analizar los diferentes costos de alimentación asociados a la producción de leche bajo un sistema bovino semiespecializado con la finalidad de generar alternativas que permitan medir la eficiencia del sistema y así mejorar los resultados económicos, promoviendo un cambio organizacional, proporcionando el costo real que genera la alimentación para la producción de leche, tomando como unidad de medida la obtención de un litro de leche.

En este sentido, la finalidad de esta investigación es realizar el cálculo de los costos de alimentación asociados a la producción de la leche partiendo del análisis de las principales variables que influyen directamente en el proceso, la determinación de los costos de alimentación del proceso de explotación lechera y finalmente la evaluación de alternativas que ofrezcan apoyo a la toma de decisiones. Lo que conlleva a realizar la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera se pueden analizar los costos asociados a la alimentación en un sistema de producción de leche semiespecializado para generar alternativas de minimización?

2. Justificación

El análisis de los costos de alimentación asociados a la producción en una explotación agropecuaria es de vital importancia para generar un control de los movimientos económicos y financieros que se presentan en la cadena de valor (Posadas-Domínguez et al., 2014), debido que, la falta de estos, genera una inexistencia de fuentes sólidas que soporten los gastos en un período de tiempo.

En México, el subsector lechero es un renglón importante dentro del sector agropecuario (Loera y Banda, 2017), por lo cual es totalmente necesario calcular los costos inmersos en la producción láctea en un sistema bovino semiespecializado; es importante destacar, que no se considerarán los costos de depreciación del ganado, maquinaria, salarios, luz, agua, ni medicamentos. Se tomará en cuenta únicamente el gasto por concepto de alimentación, es decir, ensilado, concentrado y forraje.

Este tipo de análisis y documentación facilita el trabajo a los administradores y ganaderos proporcionando los soportes y fuentes de información que permiten al productor la toma de decisiones significativas para su aprovechamiento económico y productivo (Mejía-Argueta y Higueta-Salazar, 2015).

En tal sentido, una gestión adecuada es consecuencia de la visión actual y posterior de los entornos internos y externos de los negocios. En la disposición que presenten las decisiones de tipo estratégico, tácticas y operativas ligadas a comprender la unidad productiva como parte funcional y armónica internamente en la cadena de valor, se obtendrá una ventaja competitiva, cimentada en la cooperación y excelencia práctica enmarcada en principios de generación de valor, idoneidad y atmosfera económica (Braithwaite y Samakh, 1998).

Por lo cual, para la correcta visibilidad, es un factor clave fortalecer los sistemas de costos como soporte y fuente básica de información para la toma de decisiones en los diversos niveles de la organización. La precisa definición y estructuración de los procedimientos para determinar los costos, debe permitir el análisis y la documentación de informes que expresen desde cómo se encuentra financieramente la entidad además de la gestión en la cadena de valor, en relación a la

unificación de los recursos destinados para los movimientos y procedimientos de la misma (Krakhmal, 2006).

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Analizar los costos de alimentación asociados a la producción de leche para un sistema bovino semiespecializado en Texcoco, México como mecanismo que permita medir la eficiencia del sistema y generar alternativas para toma de decisiones aplicando la metodología de análisis jerárquico (AHP).

3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Caracterizar el sistema bovino semiespecializado para analizar las principales variables económicas que influyen directamente en el proceso de producción.
- ✓ Determinar los costos de producción asociados a la alimentación del proceso de explotación lechera para establecer el costo de un litro de leche en función de los costos alimenticios.
- ✓ Evaluar alternativas para la reducción de costos de alimentación que permitan mejorar el resultado económico mediante la aplicación de la metodología de análisis jerárquico (AHP).

4. Revisión de Literatura

La transformación de productos lácteos en México constituye el tercer lugar en el PIB de la industria alimenticia con una equivalencia del 10%, donde la obtención de leche de bovino significa el puesto número tres en el monto de la producción pecuaria nivel nacional representado con un 17% (Cámara Nacional de Industrial de la Leche - CANILEC, 2018).

En el tercer trimestre del año 2018, la producción de leche de bovino alcanzó 8.949.576 millones de litros, es decir, 1.7% más en comparación con el año 2017, siendo Jalisco con un porcentaje de 19.5%, Coahuila con una representación del 11.5 %, Durango con una participación del 10.2 % y Chihuahua con un aporte del 9.3%, las cuatro entidades federativas productoras esenciales de leche de bovino que apoyan la mitad de la producción nacional (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera - SADER-SIAP, 2018).

La obtención de leche figura como la quinta parte del costo total de la producción pecuaria nacional, considerándose como la tercera más importante por encima de la producción de cerdo y huevos, lo que significa que es una actividad beneficiosa, de otra manera no se explicaría el crecimiento sostenido que ha forjado. Anualmente en México son importados 2,085 millones de dólares (mdd) de productos lácteos, al mismo tiempo exporta 534 mdd, por tanto se genera una pérdida comercial en este componente por 1.551 mdd (SAGARPA, 2018).

A pesar de la notable importancia y los elevados índices en el crecimiento de la población respectivos a la producción primaria, son insuficientes para el abastecimiento de una industria que ha conseguido transformarse profundamente, derivada en base al desarrollo de nuevos y mejores productos de calidad que ha estimulado en la población un consumo superior de productos lácteos.

Todas estas mejoras representan confusiones que modifican el medio en el que se trasladan las empresas. En los últimos lustros, la economía mexicana ha contemplado una ampliación de la producción de leche, que es importante, pero a la misma vez escasa para acortar la grieta entre producción y consumo (SADER-SIAP, 2018).

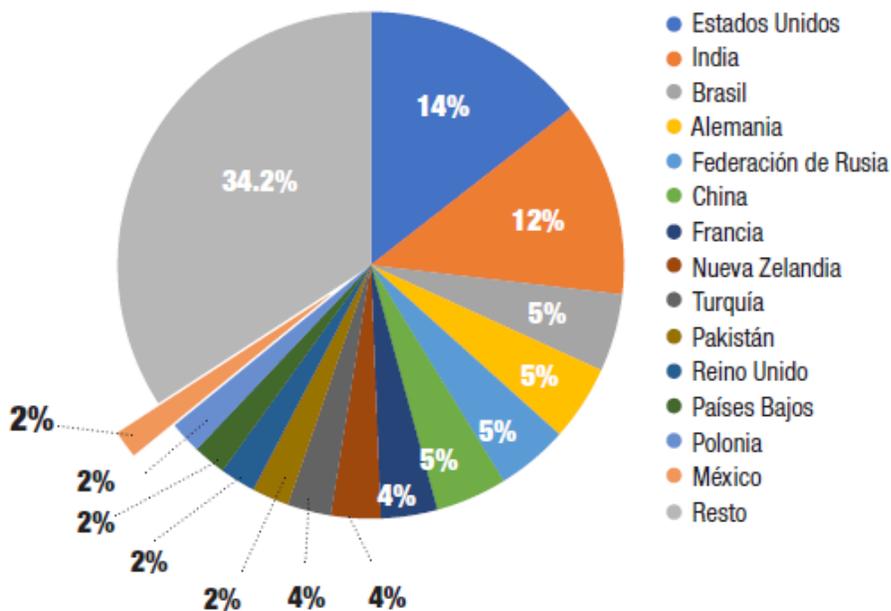
En el sector lechero la productividad se evalúa tomando como base la cantidad de cabezas de ganado por los volúmenes de leche que son producidos, en este orden de ideas, México simultáneamente con India, son países de entre muchos otros, con la menor productividad con respecto a producción de leche, aun cuando ha conseguido ventajas significativas, se ubican muy por debajo del resto de países con los que comercializan productos lácteos. Mundialmente la inclinación es la producción de leche con un número mínimo de animales, por lo que deberá acrecentarse el impulso en esta área durante los años próximos (CANILEC, 2018).

4.1 Cifras Sobre la Producción Láctea en México

México se encuentra posicionado en el puesto 14, en cuanto a producción mundial de leche de bovino se refiere, lo que corresponde a un 2% del total (Figura 1). La producción lechera de bovinos aumenta cada año moderadamente y se ha duplicado en relación con lo que se producía en el año de 1990 (CANILEC, 2019). (Figura 2).

Figura 1

Producción de leche de bovinos por países



Fuente: (CANILEC, 2019)

Figura 2*Producción anual de leche bovina*

Año	Producción	Crec. Anual (%)
1990	6,141,545	10.1
1991	6,717,115	9.4
1992	6,966,210	3.7
1993	7,404,078	6.3
1994	7,320,213	-1.1
1995	7,398,598	1.1
1996	7,586,422	2.5
1997	7,848,105	3.4
1998	8,315,711	6.0
1999	8,877,314	6.8
2000	9,311,444	4.9
2001	9,472,293	1.7
2002	9,658,279	2.0
2003	9,784,355	1.3
2004	9,864,302	0.8
2005	9,868,302	0.0
2006	10,088,551	2.2
2007	10,345,982	2.6
2008	10,589,481	2.4
2009	10,549,038	-0.4
2010	10,676,691	1.2
2011	10,724,288	0.4
2012	10,880,870	1.5
2013	10,965,632	0.8
2014	11,129,622	1.5
2015	11,394,663	2.4
2016	11,608,400	1.9
2017	11,807,558	1.7
2018	12,008,239	1.7
2019 P/*	12,279,000	2.3

Fuente: (CANILEC, 2019)

En el año 2018, la producción total de leche bovina alcanzó 12.008.239 miles de litros. (Figura 3). Siendo Jalisco con el 20,3%, Coahuila con el 11,3%, Durango con el 10,2% y Chihuahua con el 9,4%, las entidades federativas que apoyan con la mitad de la producción nacional.

Figura 3

Producción anual de leche de bovino por entidad federativa en millones de litros

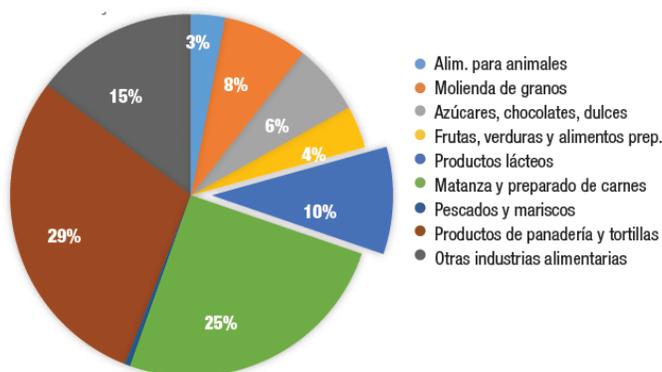
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Aguascalientes	369,253	372,252	367,599	374,460	384,293	394,956	406,874	432,041	422,881
Baja California	174,027	181,190	159,231	157,817	168,817	169,557	168,995	175,075	186,139
Baja California Sur	44,323	41,144	40,566	39,486	39,560	30,583	33,774	33,288	33,185
Campeche	36,146	36,364	38,424	38,168	38,772	42,782	42,708	42,902	43,898
Coahuila	1,243,058	1,275,065	1,287,918	1,327,471	1,361,619	1,380,539	1,411,959	1,358,884	1,353,017
Colima	34,883	36,059	35,548	35,316	36,965	39,012	39,125	39,508	40,161
Chiapas	385,455	402,583	402,727	404,148	410,738	423,627	423,965	425,343	433,738
Chihuahua	934,928	930,020	979,502	980,757	1,007,346	1,034,227	1,051,731	1,095,174	1,128,405
Distrito Federal	13,643	13,784	12,678	14,187	13,400	12,930	14,029	14,186	13,092
Durango	1,001,137	997,155	1,037,913	1,017,020	1,036,137	1,142,047	1,133,982	1,208,808	1,226,362
Guanajuato	775,108	784,770	735,616	713,037	772,558	796,786	823,444	822,161	850,063
Guerrero	86,892	83,764	88,809	89,953	83,894	88,103	89,638	88,326	86,853
Hidalgo	419,273	398,540	364,018	427,717	413,097	417,750	419,902	418,127	411,703
Jalisco	1,960,999	1,991,577	2,024,966	2,078,203	2,085,859	2,157,002	2,228,482	2,306,316	2,433,017
México	478,261	482,082	469,315	467,972	460,167	455,283	448,833	440,268	429,786
Michoacán	331,038	339,389	344,810	336,069	335,685	328,360	343,622	340,596	345,484
Morelos	21,784	20,800	22,421	21,900	20,115	20,092	20,245	20,496	20,628
Nayarit	60,742	60,104	55,779	42,627	39,157	35,459	36,319	38,091	37,862
Nuevo León	40,397	37,790	38,622	36,835	33,459	27,743	24,685	23,388	23,273
Oaxaca	147,080	147,933	147,102	145,285	148,964	146,197	147,683	145,337	147,501
Puebla	403,100	404,132	422,768	439,055	443,443	449,000	448,782	442,688	445,751
Querétaro	192,422	195,147	336,644	341,602	360,908	364,177	382,692	385,628	402,317
Quintana Roo	5,921	5,562	6,128	4,567	4,672	4,809	4,642	5,226	5,514
San Luis Potosí	130,899	128,772	125,820	124,331	127,305	132,154	138,116	143,572	150,462
Sinaloa	102,081	105,875	102,519	93,645	101,296	103,486	106,945	102,431	101,601
Sonora	129,355	112,055	110,764	111,375	108,112	108,639	116,443	117,147	113,565
Tabasco	111,416	101,522	106,960	101,275	99,599	99,598	103,269	105,587	103,894
Tamaulipas	30,242	29,666	28,242	27,680	21,753	20,267	18,790	19,126	20,300
Tlaxcala	115,223	109,978	109,952	102,745	103,241	98,027	85,761	85,242	83,368
Veracruz	722,465	723,106	715,190	706,981	693,950	695,762	703,003	743,182	723,615
Yucatán	3,441	3,153	3,009	2,530	2,584	3,616	3,008	2,842	2,797
Zacatecas	171,703	172,867	159,310	161,419	172,455	172,093	186,046	186,483	188,004
Total Nacional	10,575,695	10,724,290	10,880,670	10,965,633	11,129,920	11,304,663	11,607,492	11,807,558	12,008,236

Fuente: (CANILEC, 2019)

En México, la producción de lácteos constituye el tercer lugar en el PIB de la industria de alimentos, que equivale al 10% (Figura 4). El PIB anual de la industria alimentaria alcanzó un total de 78.187 millones de pesos corrientes y se evidencia su crecimiento incesante. (Figura 5).

Figura 4

Elaboración de lácteos



Fuente: (CANILEC, 2019)

Figura 5*PIB de la industria alimentaria*

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Elaboración de alimento para animales	14,179	17,168	19,645	19,130	18,646	20,417	22,497	23,387	25,060
Molienda de granos y semillas	37,406	43,311	49,540	49,773	49,789	50,270	53,713	58,188	62,396
Azúcares, chocolates, dulces y similares	36,798	37,298	40,348	37,464	35,579	38,979	47,651	48,315	47,998
Frutas, verduras y alimentos preparados	16,744	17,873	19,016	19,617	20,452	23,228	26,683	29,089	29,505
Productos lácteos	53,134	56,781	59,954	64,235	64,419	65,085	68,140	73,286	78,187
Matanza y preparado de carnes	101,676	111,003	120,816	130,485	145,826	160,404	175,698	193,637	193,874
Pescados y mariscos	2,251	2,640	2,853	3,141	3,031	3,117	3,268	3,652	4,144
Productos de panadería y tortillas	142,699	160,386	182,845	190,589	193,514	207,254	213,145	226,313	248,258
Otras industrias alimentarias	64,287	71,501	78,663	88,428	89,503	96,145	102,887	112,286	122,983
Total industria alimentaria	469,172	517,962	573,678	602,862	620,760	664,900	713,682	768,154	812,405

Fuente: (CANILEC, 2019)

México, anualmente importa USD\$2.011.966.984 millones de dólares (mdd) de productos lácteos, mientras que sus exportaciones representan USD\$722.482.374 mdd, lo que significa que presenta un déficit comercial en lo referente al sector lácteo por valor de USD\$1.289.484.610. (Figura 6).

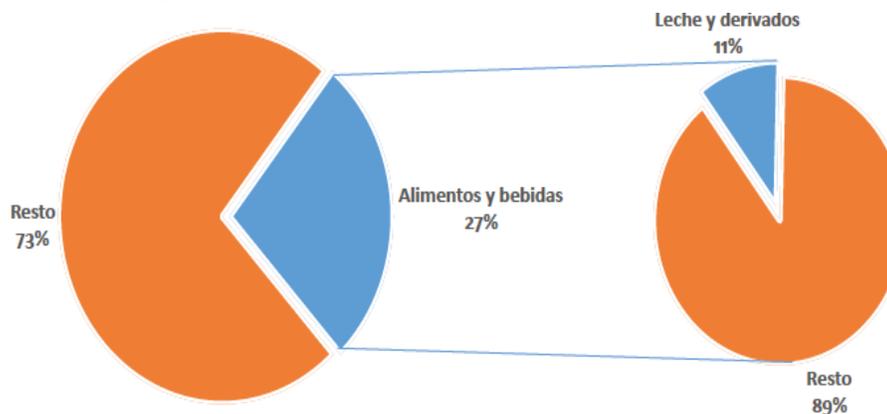
Figura 6

Representación de la balanza comercial del sector lácteo



Fuente: (CANILEC, 2019)

Los gastos atribuidos a la leche y sus derivados, son hondamente sensibles al nivel de ingresos de los hogares mexicanos, en el año 2016 el 27% del gasto se presentó en alimentos y bebidas, dentro de los cuales el gasto para la leche y sus derivados constituyó el 11%. (Figura 7).

Figura 7*Gasto de los hogares mexicanos*

Fuente: (CANILEC, 2019)

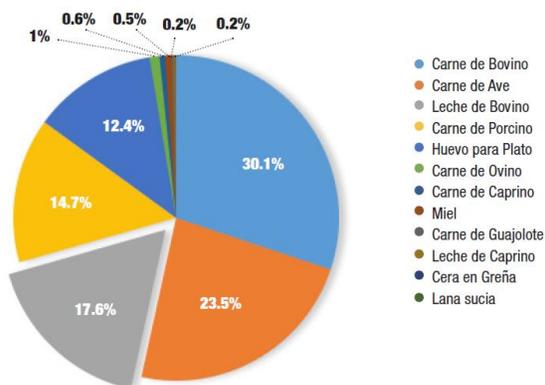
4.2 Sistemas Productivos

La producción láctea de ganado bovino en México desde la perspectiva tecnológica, agroecológica y socioeconómica se lleva a cabo en condiciones estrechamente heterogéneas. Esto incluye una gran variedad climática regional y los aspectos asociados a tradiciones y costumbres de las distintas poblaciones (Gallardo et al., 2004). Constituye una de las ramas con mayor relevancia en el sector ganadero a nivel nacional, por la clase de alimento que aporta, además de su relevante papel en los sectores primario e industrial de la economía (Secretaría de Economía, 2012).

Específicamente, en el caso de México, la importancia de los lácteos se refleja en la consolidación de las políticas que fomentan la actividad (Gallardo et al., 2004). Además, de su crecimiento sostenido anual, lo que se refleja en el tercer lugar de la producción pecuaria nacional (CANILEC, 2018). (Figura 8).

Figura 8

Valor de la producción pecuaria nacional

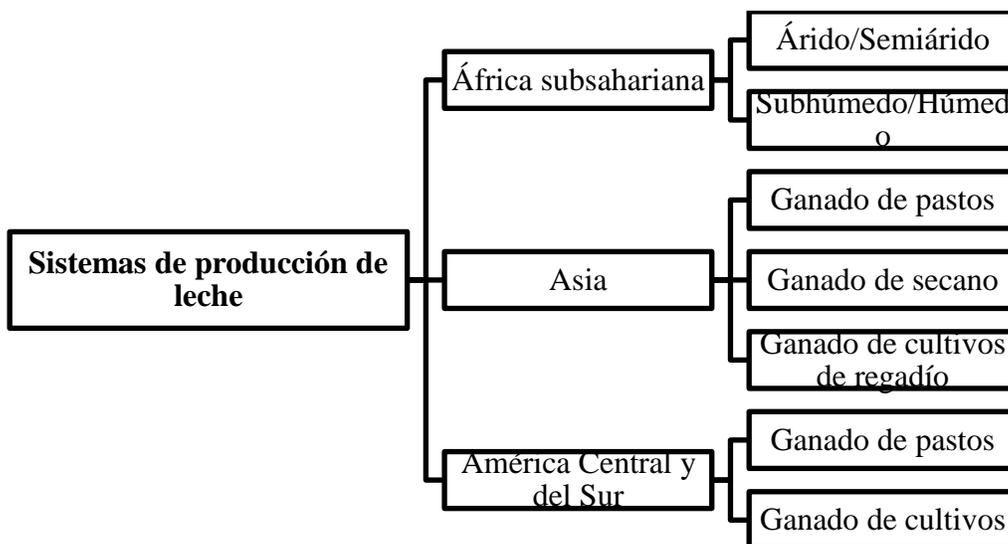


Fuente: (CANILEC, 2019)

Ahora bien, no existe una clasificación universal definida para los sistemas de producción láctea, ya que muchos de los autores consideran componentes como el ganado, la tierra, la densidad poblacional y las zonas climáticas. En relación con lo anterior, Schelhaas et al., (1999) puntualizaron siete sistemas de producción láctea en los trópicos, los cuales se presentan en la siguiente figura 9.

Figura 9

Sistemas de producción láctea según (Schelhaas et al., 1999)

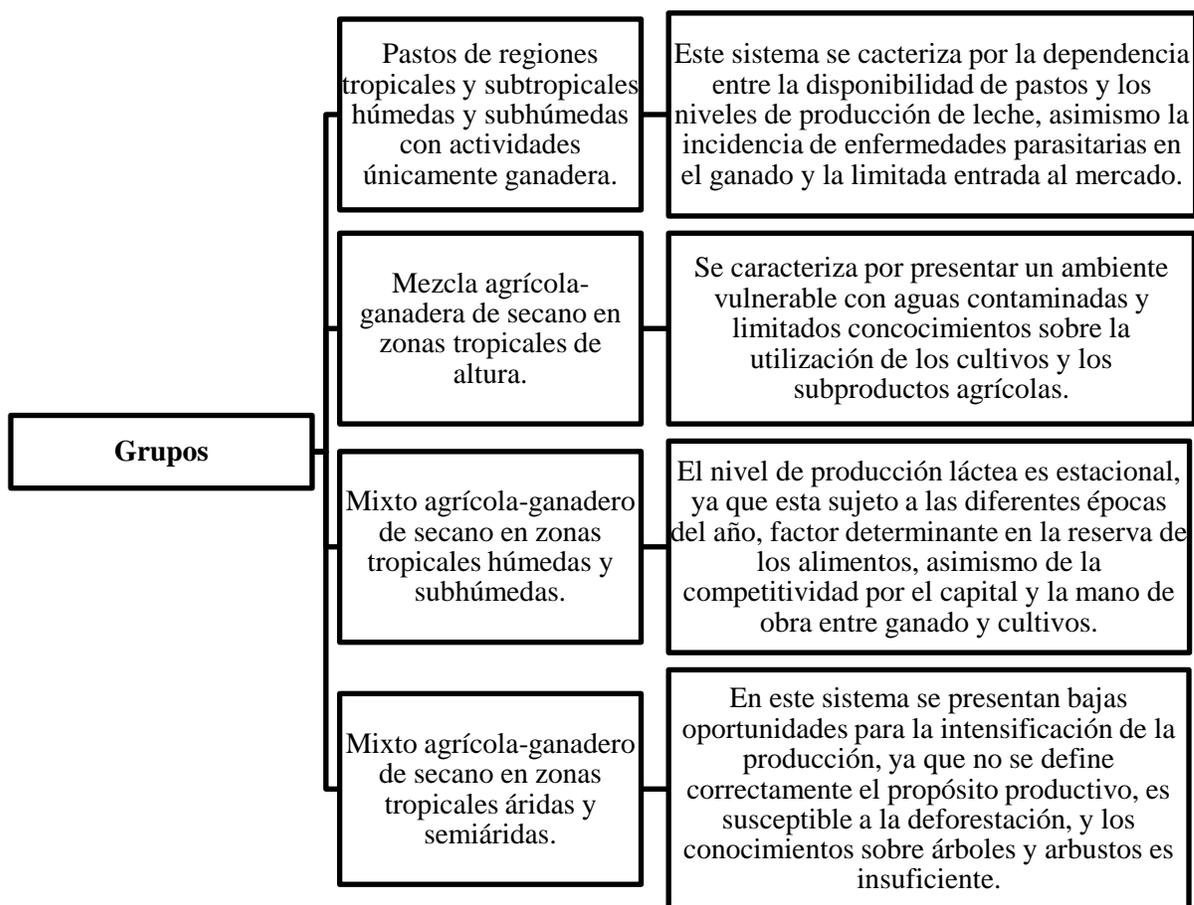


Fuente: Elaboración propia

Además, Ruiz (1999) planteó una clasificación conformada por cuatro grupos, relacionando el medio ambiente con la producción animal. (Figura 10).

Figura 10

Sistema de producción láctea según (Ruíz, 1999)



Fuente: Elaboración propia

En México, de acuerdo con la el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se manejan cuatro sistemas bovinos que abarcan el especializado, semiespecializado, familiar o de traspatio y doble propósito (Osorio, 2010).

4.2.1 Sistema Especializado.

El sistema bovino especializado se localiza en áreas semiáridas y desérticas (Vera et al., 2009). Las operaciones de este sistema se enfocan en la utilización de razas lecheras especializadas como las de tipo Holstein y los cruces con razas locales (Sraïri et al., 2009). Se caracteriza porque la actividad se desarrolla con capital intensivo y una infraestructura costosa. Asimismo, se emplea tecnología avanzada y estrategias para el desarrollo genético, de la infraestructura y la alimentación, exclusivamente enfocados a la producción de leche (Ramírez-Rivera et al., 2019).

4.2.2 Sistema Semi-Especializado.

En este tipo de sistema el ganado se conserva en contextos de semiestabulado, desarrollado en extensiones pequeñas de terreno (Osorio, 2010). La ordeña se realiza de forma manual o mecanizada y el nivel de tecnología requerido es medio.

4.2.3 Sistema Familiar.

Los sistemas lácteos familiares se localizan en regiones semiáridas y templadas (Vera et al., 2009). Se caracterizan porque aprovechan eficientemente el capital humano que proveen los hogares familiares (Posadas-Domínguez, Arriaga-Jordán, y Martínez-Castañeda, 2014), además de utilizar terrenos pequeños para la explotación agrícola (Osorio, 2010). Estos sistemas también son denominados de “traspatio”, cuando se hallan cerca de la residencia.

El ganado utilizado en este sistema es principalmente Holstein en condiciones de semiestabulado (Vera et al., 2009). La alimentación se cimienta en el pastoreo, subproductos de la cosecha (Losada et al., 2001), además de esquilmos que son producidos en las mismas granjas (Osorio, 2010); dependen en menor proporción de alimentos concentrados y forraje cultivado.

Los sistemas familiares contribuyen al desarrollo rural sostenible, debido que, proveen productos de alto valor para comercializarlos, elevan los niveles de nutrición, aumentan la productividad agrícola, además de que mejoran la calidad de vida de la población rural y favorecen el desarrollo de la economía a nivel mundial (Posadas-Domínguez et al., 2014).

4.2.4 Sistema Doble Propósito.

La particularidad de este tipo de sistemas en México es su orientación productiva de doble propósito (Albarrán-Portillo et al., 2019), es decir, están propuestos a la producción de carne y leche a bajo costo (Rojo-Rubio et al., 2009). Los productores deciden si enfocar la producción a la carne o la leche conforme a los contextos del mercado.

Se identifica porque utiliza las razas Bos Indicus y sus cruzas Bos Taurus (Rojo-Rubio et al., 2009), esencialmente Suizo, Holstein o Simmental (Vilaboa-Arroniz et al., 2008). Además, del manejo de forrajes como alimento vital y fuente exclusiva para la producción y mantenimiento de la leche (Rojo-Rubio et al., 2009).

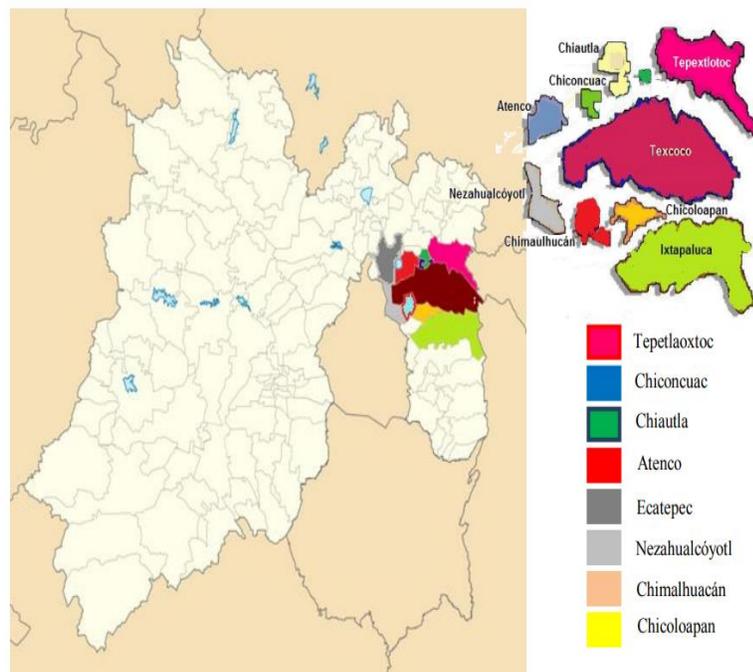
4.3 Generalidades de Texcoco

El municipio de Texcoco forma parte de los 125 municipios que conforman al Estado de México y su ubicación actual (Vanegas, 2019). Está situado a 26 km de la Ciudad de México en la parte Nororiente del Estado; pertenece a la Región Económica III que lleva su nombre y es sede de distrito judicial, electoral y rentístico (Moreno-Sánchez, 2013). Tiene una longitud mínima de 98°39'28" y máxima de 99°01'45" y una latitud mínima de 19°23'40" y máxima de 19°33'41" (Vanegas, 2019). (Figura 11).

Figura 11*Ubicación geoespacial*

Fuente: (Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía-INEGI, 2006)

Limita con los municipios de Atenco, Chiconcuac, Papalotla, Chiautla y Tepetlaotoc al norte; Chimalhuacán, Ixtapaluca, Chicoloapan y Nezahualcóyotl por el sur; al este con el estado de Puebla, y al oeste con Nezahualcóyotl y Ecatepec (Vanegas, 2019). (Figura 12).

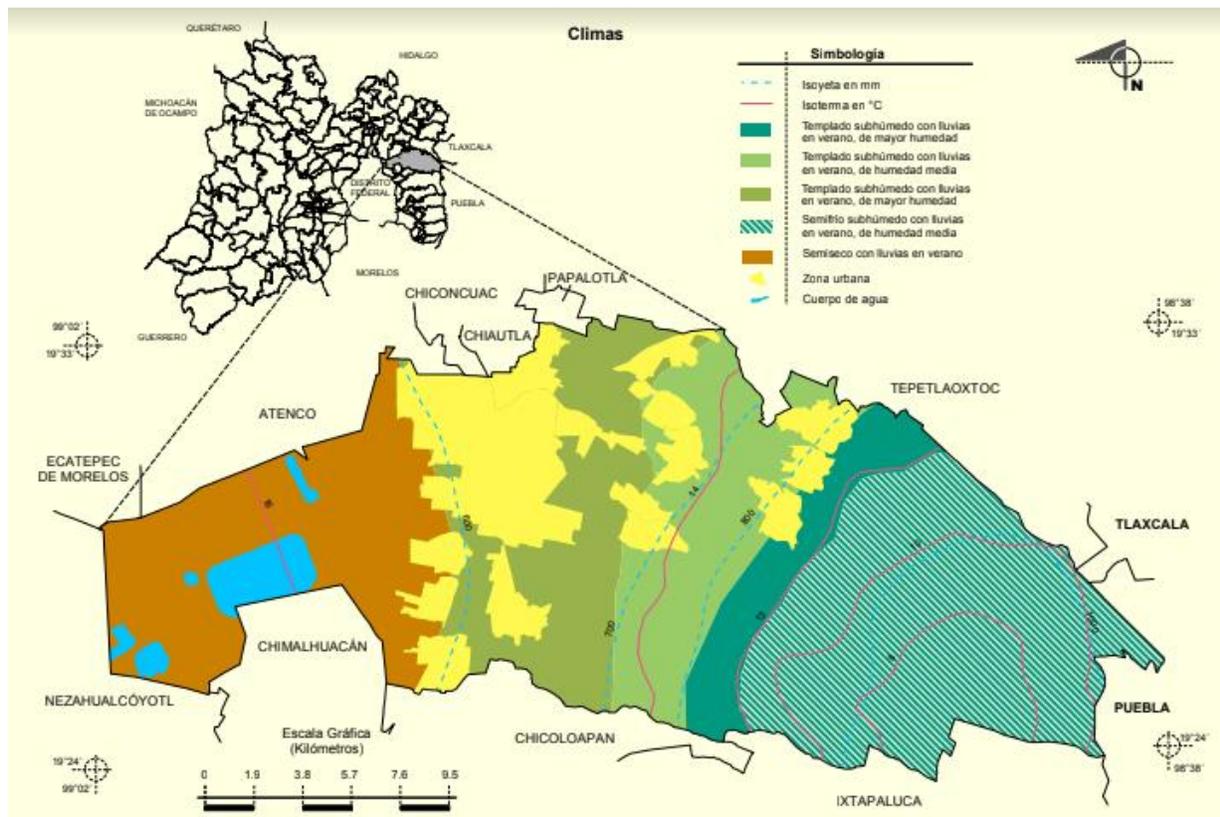
Figura 12*Ubicación geopolítica*

Fuente: (Vanegas, 2019)

El municipio de Texcoco posee una extensión territorial de 418.69 kilómetros cuadrados. La cabecera municipal alcanza una altitud de 2,250 metros sobre el nivel del mar (msnm). Se considera que tiene un clima de tipo templado semiseco, con temperatura media anual de 15.9°C y una precipitación media anual de 686.0 mm (Vanegas, 2019). (Figura 13).

Figura 13

Clima



Fuente: (INEGI, 2006)

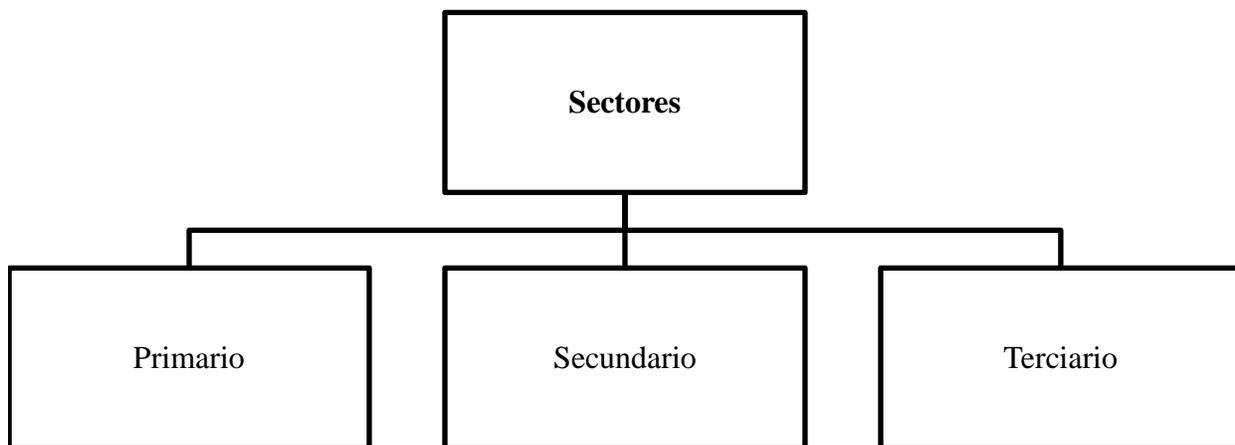
Según lo establecido en el último censo poblacional realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Texcoco cuenta con 235,151 habitantes (INEGI, 2010), de los cuales 115,648 son hombres, con una representación del 49.2%, y 119,503 son mujeres, que equivale al 50.8% del total de la población, su densidad poblacional es de 561.6 habitantes por kilómetro cuadrado (Partido Revolucionario Institucional, 2019).

Por tradición, el municipio de Texcoco se conoce como la capital cultural del oriente del Estado de México, ya que cuenta con reliquias arqueológicas en todo el territorio municipal, además de las tradiciones transmitidas de generación en generación. La movilización del capital para generar riqueza se realiza por medio del intercambio de recursos financieros, materiales y humanos, o bien sea por la distribución o transformación de recursos naturales o por la prestación de servicios en general (Vanegas, 2019).

La movilización de capital se encuentra dividida en sectores (Figura 14), que en su orden son: primario, secundario y terciario. Es importante destacar, que mientras más desarrollada se encuentra una economía, tiene más alto nivel de importancia el sector terciario y pierde relevancia el sector primario.

Figura 14

Sectores



Fuente: Elaboración propia.

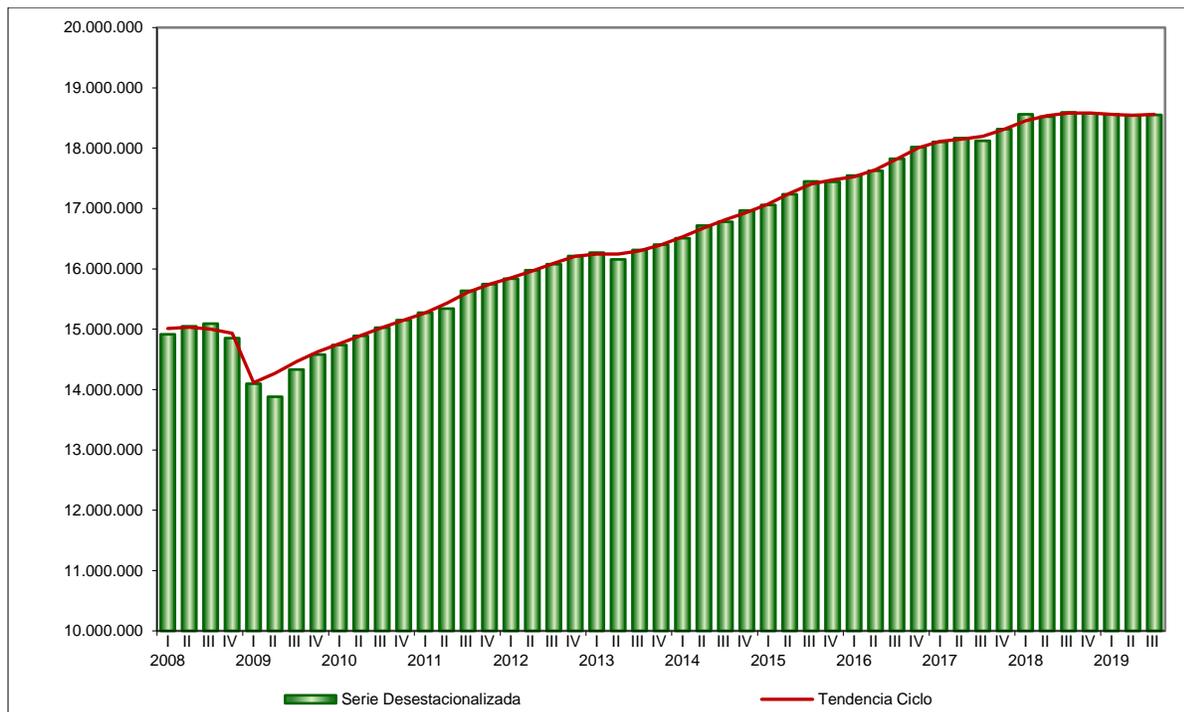
Las actividades propias del sector primario son aquellas enfocadas a la extracción de recursos naturales, para posteriormente consumirlos o comercializarlos, ejemplos de este sector son la agricultura, la ganadería, la pesca y la explotación forestal. En el sector secundario se encuentran las actividades industriales, es decir, las que convierten los recursos pertenecientes al sector primario mediante el procesamiento de la materia prima y la fabricación de productos de

industria. Por último, el sector terciario, corresponde a la distribución de los productos terminados para así venderlos, en este sector se incluyen los servicios, el transporte y la actividad comercial, servicios financieros y comunicaciones (Vanegas, 2019).

Los datos presentados por el INEGI acerca del Producto Interno Bruto (PIB), muestran que en términos reales este no presenta variaciones durante el tercer trimestre del año 2019 comparado con el año 2018, ajustando las cifras por estacionalidad. Las cifras se presentan en millones de pesos a precios del 2013. (Figura 15).

Figura 15

PIB tercer trimestre 2019

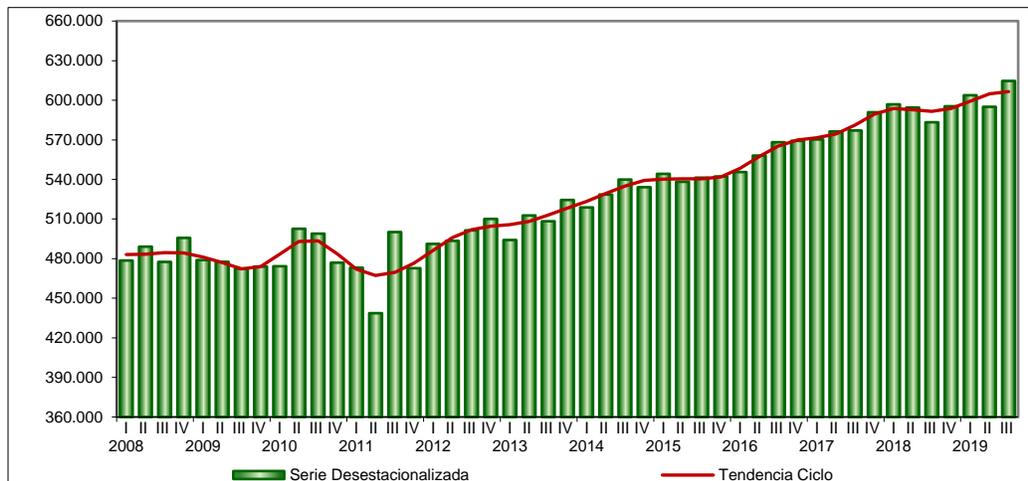


Fuente: (INEGI, 2019)

El PIB relacionado con las actividades primarias presenta un aumento del 3.3% (Figura 16), mientras que el de las actividades terciarias aumentó un 0.1% (Figura 17). Por otro lado, las actividades secundarias disminuyeron 0.1% en el trimestre de julio-septiembre (Figura 18) en comparación con el año 2018. (Tabla 1).

Figura 16

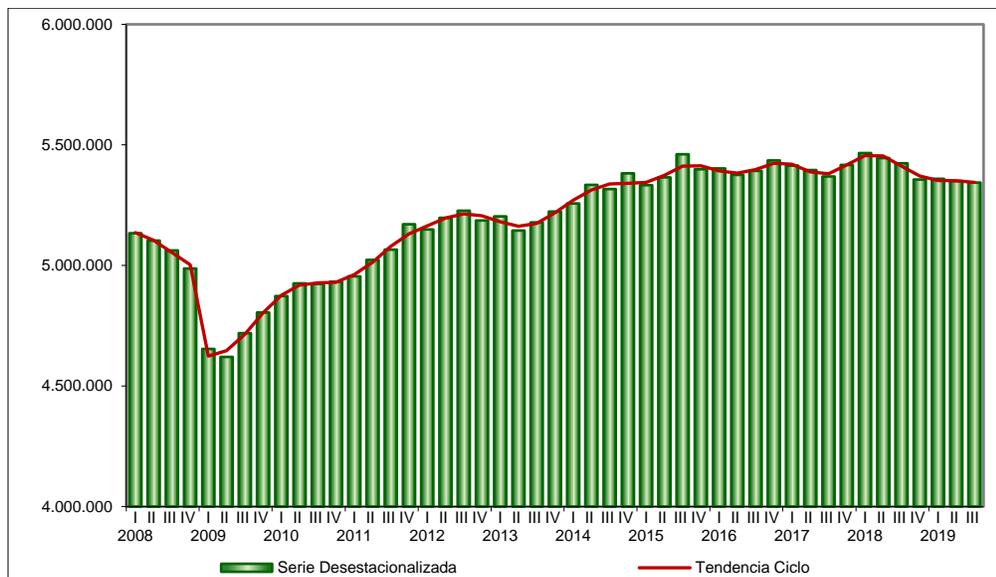
PIB de las actividades primarias al III trimestre del 2019



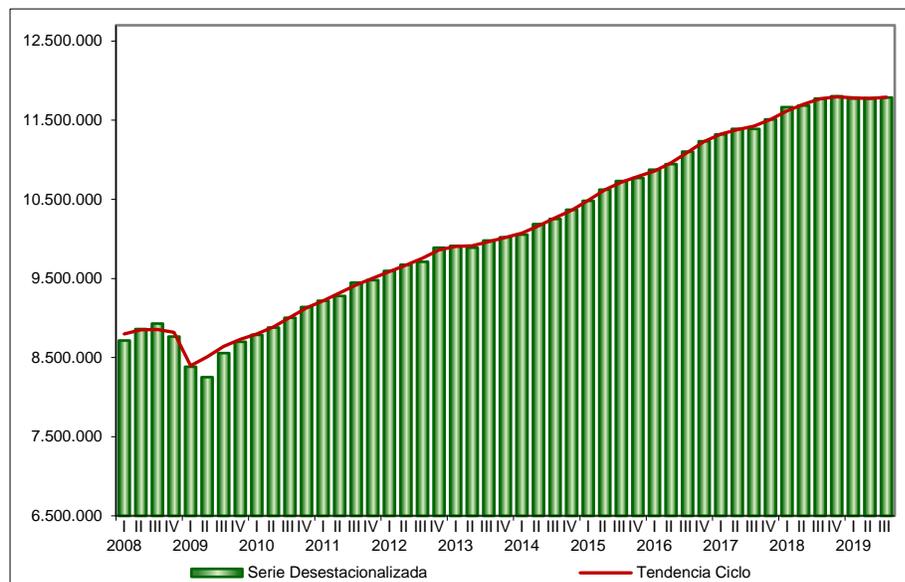
Fuente: (INEGI, 2019)

Figura 17

PIB de las actividades secundarias al III trimestre del 2019



Fuente: (INEGI, 2019)

Figura 18*PIB de las actividades terciarias al III trimestre del 2019*

Fuente: (INEGI, 2019)

Tabla 1*Cifras desestacionalizadas por grupo de actividades económicas*

Concepto	Variación % respecto al trimestre anterior	Variación % respecto a igual trimestre del año anterior
PIB Total	0.0	-0.2
Actividades primarias	3.3	5.4
Actividades secundarias	-0.1	-1.5
Actividades terciarias	0.1	0.1

Fuente: (INEGI, 2019)

En los primeros nueve meses del año 2019, con precios constantes y cifras desestacionalizadas el PIB no presentó variaciones en comparación con el año 2018. En la Tabla 2 se muestran las cifras originales del PIB trimestral por sectores y sin ajuste estacional.

Tabla 2*PIB al III trimestre del 2019 – Variación porcentual con respecto al año 2018*

Denominación	2018 ^{R/}			2019 ^{R/}			9 meses
	Trimestre		Anual	Trimestre			
	III	IV		I	II	III ^{P/}	
PIB Total a precios de mercado	2.5	1.4	2.1	1.2	(-) 0.9	(-) 0.3	0.0
Actividades Primarias	1.0	0.9	2.4	1.5	(-) 0.2	5.4	2.0
11 Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	1.0	0.9	2.4	1.5	(-) 0.2	5.4	2.0
Actividades Secundarias	1.0	(-) 1.4	0.5	(-) 0.5	(-) 3.0	(-) 1.4	(-) 1.7
21 Minería	(-) 3.4	(-) 6.8	(-) 5.7	(-) 7.6	(-) 7.8	(-) 4.2	(-) 6.6
Petrolera	(-) 3.5	(-) 7.9	(-) 6.8	(-) 10.1	(-) 9.2	(-) 6.2	(-) 8.5
No petrolera	(-) 3.1	(-) 3.7	(-) 2.8	(-) 1.6	(-) 4.3	1.4	(-) 1.5
22 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	10.0	7.2	7.5	0.3	1.8	2.5	1.6
23 Construcción	(-) 0.6	(-) 5.4	0.5	(-) 0.2	(-) 7.1	(-) 6.9	(-) 4.7
31-33 Industrias manufactureras	2.2	1.5	1.8	1.6	(-) 0.2	1.3	0.9
Actividades Terciarias	3.3	2.6	2.9	1.9	(-) 0.1	0.1	0.6
43 Comercio al por mayor	2.8	2.7	3.3	0.6	(-) 3.9	(-) 3.6	(-) 2.3
46 Comercio al por menor	4.1	1.8	2.6	2.7	2.1	2.9	2.6
48-49 Transportes, correos y almacenamiento	3.5	2.3	3.2	1.4	0.9	1.3	1.2
51 Información en medios masivos	3.4	7.8	5.4	(-) 0.6	(-) 5.2	4.1	(-) 0.5
52 Servicios financieros y de seguros	7.1	7.2	5.0	6.0	1.8	(-) 3.6	1.3
53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	2.1	2.1	1.7	1.6	1.0	0.9	1.2
54 Servicios profesionales, científicos y técnicos	4.1	4.5	1.9	7.1	(-) 3.1	0.7	1.3
55 Corporativos	8.4	5.4	6.1	(-) 1.1	(-) 4.8	(-) 2.5	(-) 2.8
56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación	5.2	3.1	4.5	7.5	5.6	2.7	5.2
61 Servicios educativos	0.7	0.3	0.5	1.2	(-) 2.2	(-) 2.0	(-) 1.0
62 Servicios de salud y de asistencia social	4.1	2.9	3.0	1.7	1.3	(-) 0.8	0.7

71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	7.1	3.3	3.2	(-) 0.6	0.5	(-) 1.5	(-) 0.6
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	1.7	1.7	2.1	(-) 1.4	2.0	0.6	0.4
81	Otros servicios excepto actividades gubernamentales	0.6	(-) 0.3	1.3	1.0	3.8	1.1	2.0
93	Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	1.9	(-) 0.8	3.3	(-) 3.1	(-) 4.8	(-) 1.9	(-) 3.3

^{R/} Cifras revisadas. ^{P/} Cifras preliminares. Fuente: (INEGI, 2019)

En el corto plazo, el PIB brinda una mirada coherente, oportuna y completa sobre cómo han evolucionado las actividades económicas en México, y además brinda apoyo en la toma de decisiones (Consejo Nacional Agropecuario, 2019). Los valores trimestrales del PIB se encuentran vigentes desde el primer trimestre de 1993; se muestran de forma anual en millones de pesos de 2013 (INEGI, 2019). Esto significa, que el dato resultante para cada uno de los trimestres, debe multiplicarse por cuatro para expresarlo de forma anual, con el fin de mostrar que nivel lograría la economía en el país o en los sectores económicos, si en lo que resta del año se mantienen las mismas condiciones observadas en el trimestre estudiado.

También, se destaca la variación porcentual de las series ajustadas estacionalmente, debido que, en su mayoría las series económicas son afectadas por los factores estacionales. Los cuales son efectos constantes, repetidos cada año y sus causas son improcedentes a las del medio económico de las series (Consejo Nacional Agropecuario, 2019). Algunos efectos que se pueden mencionar son las celebraciones, festividades, algunos meses tienen más días que otros, las vacaciones escolares, los efectos del clima en cada una de las estaciones del año y variaciones estacionales como la alta elaboración de juguetes en los meses precedentes a Navidad generada por la expectativa de ventas ascendentes en el mes diciembre.

A este respecto, la desestabilización de series económicas, pretende eliminar las mencionadas influencias periódicas, ya que dificultan el diagnóstico o descripción del comportamiento de la serie evitando la comparación debida de un trimestre con el inmediatamente anterior.

Los análisis realizados con series ajustadas facilitan el pronóstico y diagnóstico de cómo podría cambiar en el corto plazo la variable objeto de estudio, estas cifras también contienen los ajustes producto de efectos calendario (INEGI, 2019) como lo son la periodicidad de los días de la semana, en cuestión, la Semana Santa y el año bisiesto.

Es importante destacar que la serie desestacionalizada del PIB total se deduce independientemente a la de sus elementos. Las series originales se conciertan estacionalmente a través del paquete estadístico X-13ARIMA-SEATS (INEGI, 2019).

4.4 Importancia Económica del Sector Ganadero

4.4.1 Aportes del Sector Primario a la Economía Mexicana.

En México, el sector agropecuario ha atravesado por constantes cambios y adaptaciones con el pasar de los años, que van ligados a las alteraciones en las condiciones de los terrenos, los cambios de clima y las exigencias de la sociedad (FAO y SAGARPA, 2014).

En el segundo trimestre del año 2019 el Producto Interno Bruto a precios de mercado fue de 24,286,580 millones de pesos (mdp), que representa un incremento del 3% comparado con el mismo trimestre del año 2018 que presentó una baja del 0,8% del PIB real y el 3,8% de la inflación.

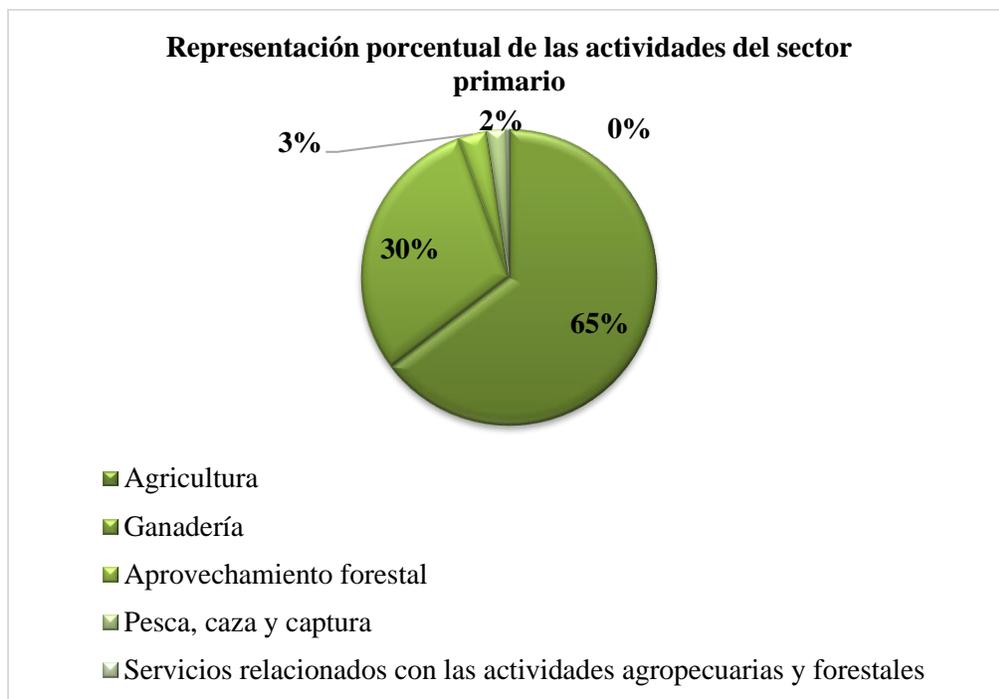
Las actividades asociadas al sector agropecuario y servicios prestados a la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza a precios de mercado, presentaron un aumento del 1,4% con relación al trimestre III del año 2018.

Las actividades del sector primario representaron un valor de 859,118 mdp, lo que equivale al 3,7% del PIB total. En su composición, la agricultura arrojó un valor de 555,717 mdp, es decir, el 64,6%, la actividad ganadera registró 256,870 mdp, que representa aproximadamente el 2,98%; por otro lado, la pesca, caza y captura fue por 18,146 mdp, que equivale 2,1% %, el aprovechamiento forestal contabilizó 26,517 mdp con representación del 3,1% y los servicios relacionados con las actividades agropecuarias y forestales fue por 1,869 mdp que equivale al

0.3%. (Figura 19-20). (Tabla 3). (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria-CEDRSSA, 2019).

Figura 19

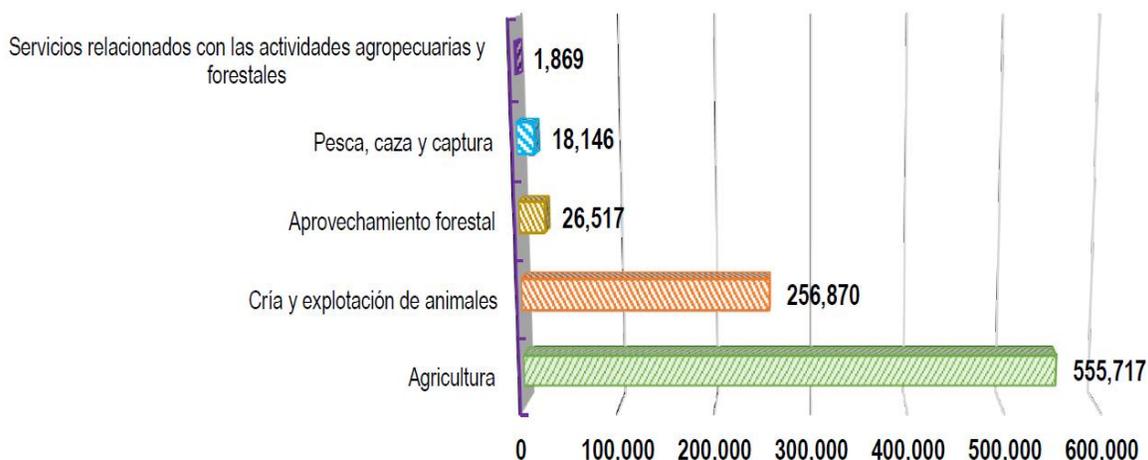
Actividades del sector primario



Fuente: Elaboración propia

Figura 20

Composición de las actividades primarias en millones de pesos corrientes



Fuente: (CEDRSSA, 2019)

Tabla 3

Sector primario

Actividad	%
Agricultura	64,60%
Ganadería	29,80%
Aprovechamiento forestal	3,10%
Pesca, caza y captura	2,10%
Servicios relacionados con las actividades agropecuarias y forestales	0,30%

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Fundamentos Económicos.

Todo negocio plantea como objetivo básico obtener utilidades; para conseguirlo, es necesario que las organizaciones vendan los productos y servicios que genera y comercializa, donde las actividades de producir y distribuir gastan insumos que demandan una inversión que se conoce como costos.

Los costos son la inversión en actividades y recursos que aportan beneficios. Representan monetariamente las operaciones que se realizan y los múltiples factores en los que se incurre. Complementario a esto, revelan las técnicas de administración, distribución y producción en general, como variables clave para la determinar la capacidad que tiene el negocio en la generación de utilidades.

Entre más amplio sea el trayecto entre los ingresos por ventas y los costos, mayor será el margen de utilidad que se conseguirá (Universidad Nacional Autónoma de México, 2012). Por lo anterior Lujan-Alburquerque (2009), indica que la contabilidad de costos determina, identifica, reporta, puntualiza, evalúa y examina los numerosos componentes de los costos directos e indirectos incorporados a la producción y comercialización de bienes y servicios midiendo el rendimiento y eficacia de los productos.

En conformidad con Adelberg, Fabozzi y Polimeni (1993), la National Association of Accountants (NAA) define la contabilidad de costos en el Statement on Management Accounting (SMA) No. 2, como "una técnica o método para determinar el costo de un proyecto, proceso o producto utilizado por la mayor parte de las entidades legales de una sociedad, o específicamente recomendado por un grupo autorizado de contabilidad" (Adelberg et al., 1993).

Integrando lo anterior, Barfield, Raiborn y Kinney (2004), señalan que este costo se fija mediante una asignación directa, arbitraria o en su defecto una asignación metódica, racional y organizada que va a depender del método conveniente para la determinación de los costos. Bajo su punto de vista, la contabilidad de costos es un conducto entre la contabilidad financiera y administrativa, que a la vez se asocia a la contabilidad financiera facilitando información de los bienes y servicios para la elaboración de los estados financieros, y la contabilidad administrativa, se relaciona por el abasto de una fracción de información cuantitativa de los costos elementales que precisan los dirigentes.

Así bien, los costos son una herramienta que puede ser utilizada por la dirección para tomar decisiones, lo que permitirá solventar las necesidades de recoger y analizar los costos de producción eficazmente y con un margen de seguridad elevado que permita fijar precios para

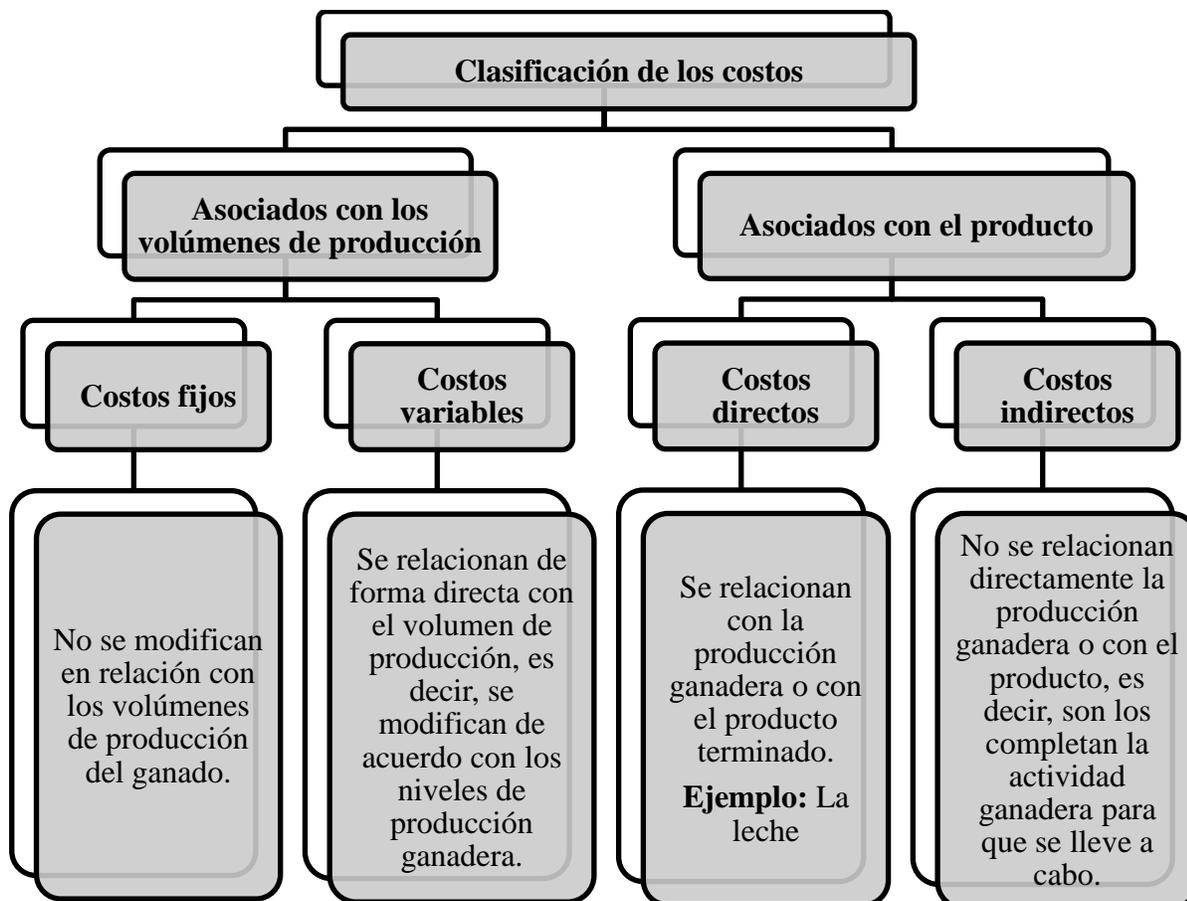
comercializar congruentes con las fluctuaciones del mercado de modo que se facilite el crecimiento incesante de la compañía.

4.4.3 Clasificación de los Costos.

La toma de decisiones en las organizaciones se asocia con la producción y las ventas en relación con los costos y precios de mercado de los bienes o servicios que se producen, es decir, los costos de producción regulan en un gran porcentaje la capacidad y disponibilidad de las entidades para brindar los productos en el mercado.

La rentabilidad o no de la producción depende de las variaciones en los costos económicos y los volúmenes de producción dependen de los recursos utilizados y directamente de su costo, este, es determinado por la oferta y la demanda de los recursos en el mercado.

De acuerdo con (Ramírez, 2015), los costos de las actividades agropecuarias se pueden clasificar como se muestra en la Figura 21.

Figura 21*Clasificación de los costos agropecuarios*

Fuente: Elaboración propia

4.5 Costos de Producción en el Sector Agropecuario

El proceso productivo en la actividad agropecuaria está estrechamente ligado con la producción de alimentos, ya sean de procedencia animal o vegetal; productos que pueden ser consumidos directamente como el caso de ciertos vegetales o bien sea posterior al proceso de transformación como en la mayor parte de los casos. Es pertinente enfatizar que en los procesos productivos asociados con producción animal no interceden operaciones de maquinaria sobre el producto. Todas las erogaciones en las que se incurre durante el transcurso del ciclo productivo se denominan costos de producción, es decir, son todos los valores en los que se incurre en el proceso de producción en la actividad ganadera hasta lograr el producto terminado, en este caso puede ser,

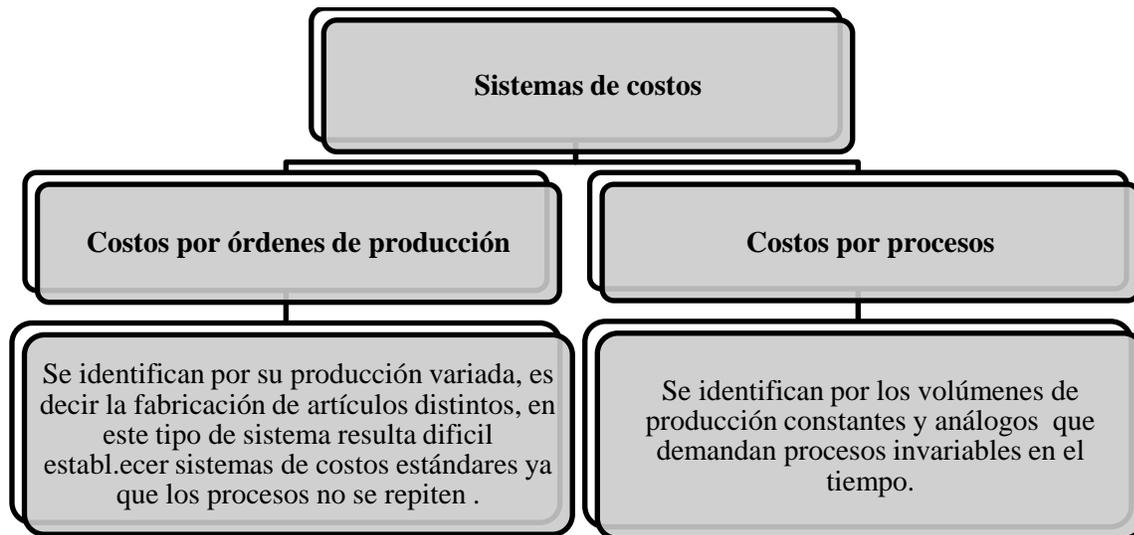
el ganado para su venta, ganado para producción o ganado reproductor. En relación Hargadon y Cárdenas (1974), puntualizan que los costos de producción se transfieren al inventario de productos terminados. Esto es, el costo de la producción terminada lo proporcionan los costos en los que se debió incidir para su confección.

En correspondencia con lo anterior, resulta mucho mejor que los desembolsos vinculados a la producción sean nombrados costos y no gastos, ya que se adhieren a los productos producidos y permanecen, de tal modo que, se capitalizan en el inventario hasta cuando se vendan (Ríos y Gómez, 2008).

En las empresas ganaderas se pueden distinguir dos sistemas de costos de producción (Ramírez, 2015). (Figura 22).

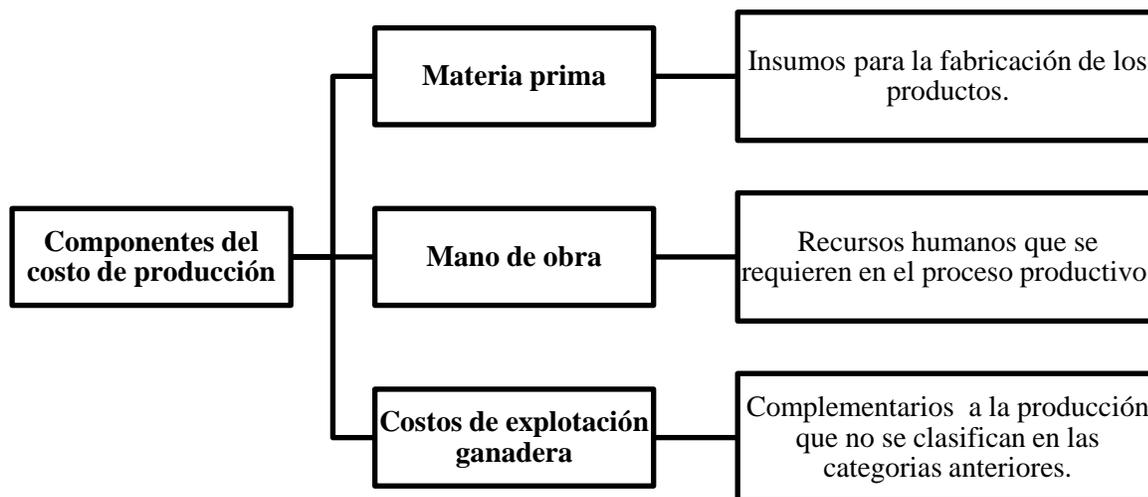
Figura 22

Sistemas de costos en las empresas ganaderas



Fuente: Elaboración propia con información de (Universidad Nacional Autónoma de México, 2012)

En las explotaciones ganaderas es muy común utilizar el sistema de costos por procesos, ya que es el más propicio para el registro de cada una de las fases en las que se incurre y en un tiempo establecido de producción. El costo de producción está compuesto por los siguientes elementos (Ramírez, 2015). (Figura 23).

Figura 23*Elementos del costo de producción*

Fuente: Elaboración propia

En este sentido, según Ríos y Gómez (2008), entre los elementos generadores de costos de producción se encuentran:

- ✓ Los materiales y materias primas, considerados como recursos fundamentales utilizados en la producción. La materia prima se transforma en producto en proceso y los materiales son inevitables para la producción, pero no son transformados como resultado de aplicar acciones de frío, calor, electricidad, entre otras.
- ✓ El recurso humano, el cual es utilizado para transformar los materiales y la materia primas en producto finalizado; es obligatorio el trabajo humano por el que la empresa paga un salario y las oportunas prestaciones legales y extralegales.
- ✓ Los activos fijos productivos, los cuales generan un costo por conceptos vinculados a depreciación y mantenimiento de los mismos.
- ✓ Los servicios adquiridos a terceros, que definen el uso de servicios no se generan en la empresa sino por actores externos, estos generan un costo equivalente al importe facturado por dicho servicio.

En cuanto al propósito en la utilización de un determinado valor que se relaciona con los costos, pueden existir distintas clasificaciones. Según Cardona y Zapata (1998), en el sector agropecuario son utilizados:

- ✓ **Según la función.** Estos permiten la acumulación de los elementos del costo conforme al espacio administrativo que los concibe, como lo son: servicios, producción, compras, ventas, administración, entre otros.
- ✓ **Según su identificación.** Permiten la clasificación de los elementos del costo en directos e indirectos a un producto, proceso o área en particular que se desee costear. Es directo cuando permite la identificación concretamente en sus características físicas o su cuantía en un proceso, área o producto de la empresa. Se considera indirecto, cuando no es posible identificar en cantidades y valor con un proceso, área o producto en específico.
- ✓ **Según el comportamiento.** Según las variaciones en los volúmenes de producción, los costos se pueden clasificar en variables, fijos y mixtos (semifijos o semivariables). No obstante, los esquemas de procedimiento de esta clasificación se utilizan exclusivamente en el corto plazo económico de una empresa. Los costos variables suponen que el costo variable total cambia en una igualdad directa con los cambios en el volumen de producción durante el corto plazo, mientras que el costo variable unitario se mantiene continuo. En los costos fijos, el costo fijo total es constante en un rango de producción determinado, en tanto que, el costo fijo unitario se modifica con la producción. Los costos mixtos, tienen la particularidad de fijos y variables (Ríos y Gómez, 2008).

4.5.1 Costos Alimenticios.

Para lograr los objetivos propuestos de producción de leche, los costos de alimentación son un factor clave. La alimentación de los animales en los sistemas productivos ganaderos equivale entre el 60 y 70% de los costos de producción (Torres, 2017). Por esta razón, se hace necesario trabajar en su optimización, para lograr una mejor eficiencia en la explotación.

En la actualidad, es muy variada la cantidad de materia prima y aditivos requeridos para la alimentación bovina basada en procesos de investigación que han aportado información sobre la exigencia nutricional, formulación de las dietas, los ingredientes utilizados y la forma en que son preparados (Torres, 2017). Se hace necesario que los animales consuman el alimento requerido para su labor sin afectar la dieta.

4.6 Análisis de la Literatura

En la siguiente tabla se detallan las investigaciones que se han aplicado para el análisis de costos en el sector lácteo. (Tabla 4).

Tabla 4

Investigaciones consultadas

Título	Autor(es) y Año	Contenido
Costos de producción de un litro de leche	(Henaó, 2011)	Metodología para analizar los costos de producción de una explotación lechera.
Cost analysis and productive strategies in small-scale dairy systems in the period 2000-2012	(Domínguez et al., 2014)	Análisis contable de la evolución y desempeño de las estrategias productivas, comerciales y económicas manejadas por los productores lecheros de pequeña escala.
Evaluating the effect of ration composition on income over feed cost and milk yield	(Buza et al., 2014)	Evaluación de los efectos del costo de la ración y composición de ingredientes sobre el ingreso sobre el costo del alimento y el rendimiento de la leche.
El sistema de costos y la determinación del costo total de producción de la empresa SOPRAB	(Salinas, 2014)	Sistemas de costos y determinación del costo total de producción en una empresa productora de lácteos.

Meta-analysis of feeding trials to estimate energy requirements of dairy cows under tropical condition	(Oliveira, 2015)	Ensayos de alimentación para determinar el requerimiento de energía metabolizable en la producción de leche.
Manejo productivo y eficiencia económica en establos lecheros familiares en Texcoco, Estado de México	(Tepox y Rabling, 2016)	Evaluación de los indicadores productivos y económicos de las unidades productivas de leche a pequeña escala.
Economic and financial viability of small-scale dairy systems in central Mexico: economic scenario 2010–2018	(Posadas-Domínguez et al., 2016)	Utilización del modelo de Monte Carlo para evaluar la viabilidad económica y financiera de pequeñas granjas lecheras.
Análisis de rentabilidad de la producción de leche de acuerdo con la variación de la fuente de carbohidrato utilizada en el suplemento de vacas Holstein	(Gómez-Osorio et al., 2017)	Análisis de la rentabilidad de la producción de leche en relación con la fuente del carbohidrato utilizada para la suplementación de vacas Holstein en pastoreo.
Economic analysis of dairy farming in Bangladesh	(Datta et al., 2019)	Análisis del sector lechero de Bangladesh desde una perspectiva económica.
Evaluating feed cost, income over feed cost, and the cost of production for	(Ranck et al., 2019)	Evaluación del costo de producir leche y cultivos en granjas lecheras.

milk and crops on 4 case study farms that double cropped winter annual silage and corn silage for 2 years in northern and western Pennsylvania

Contribution of family labour to the profitability and competitiveness of small-scale dairy production

(Posadas-Domínguez et al., 2014)

Incidencia de la mano de obra familiar en la rentabilidad y competitividad de las pequeñas explotaciones lecheras en el altiplano del centro de México.

systems in central Mexico

Limitations and potentials of dual-purpose cow herds in Central Coastal Veracruz, Mexico

(Absalón-Medina et al., 2012)

Utilización de la composición química y cinética del alimento e información sobre el desempeño de los animales para evaluar su productividad.

Socioeconomic and productive characteristics of dual

(Albarrán-Portillo et al., 2019)

Características socioeconómicas de producción y costo de producción de leche de las granjas de doble propósito orientadas a la producción de leche.

purpose farms based on agrosilvopastoral systems in subtropical highlands of central Mexico

Tropical milk production systems and milk quality: a review

(Ramírez-Rivera et al., 2019)

Revisión de información asociada a sistemas de producción de ganado lechero, los factores que abarca y su influencia en la composición de la leche.

The Mexico City milk supply system: Structure, function, and sustainability	(Losada et al., 2001)	Estudio de la oferta de leche, teniendo en cuenta aspectos como la liberalización del mercado, desarrollo sostenible y democratización.
Influence of different systems for feeding supplements to grazing dairy cows on milk fatty acid composition	(Akbaridoust et al., 2014)	Análisis del efecto de estrategias de suministro de suplementos a las vacas lecheras en pastoreo sobre las proporciones de ácidos grasos en la leche.
Effect of cattle management practices on raw milk quality on farms operating in a two-stage dairy chain	(Sraïri et al., 2009)	Vinculación de las prácticas ganaderas con parámetros de la calidad química de la leche.
Invited Review: Effects of selection for milk production on cow-calf productivity and profitability in beef production systems	(Mulliniks et al., 2020)	Análisis de los efectos de la selección en la producción láctea en los sistemas de carne en la productividad y la rentabilidad.

Fuente: Elaboración propia

4.7 Metodología de Análisis Jerárquico (AHP)

El Proceso de Análisis Jerárquico AHP (Analytic Hierarchy Process) fue desarrollado en los años 80 por Saaty (1988), el cual es un método sistemático basado en la valoración de distintos criterios con la finalidad de priorizar y facilitar la toma de decisiones, a su vez está compuesto por

técnicas cualitativas y cuantitativas (Baffoe, 2019). La metodología es requerida para la resolución de problemas en los que existe la necesidad de ponderar diferentes opciones y finalmente optar por la más ventajosa.

La técnica AHP permite ordenar los puntos de vista clave de un problema estructurados de manera escalonada tomando la forma de árbol de jerarquía (Saaty, 1988), esto facilita la obtención de un único valor de evaluación tomando como referencia diferentes indicadores, quiere decir, compendia el proceso de toma de decisiones al ramificar un problema complejo en un conjunto de pasos estructurados en los que se presume que cada elemento de la jerarquía de criterios es independiente de todos los demás (Benmouss et al., 2019).

El esquema AHP recurre a distribuciones jerárquicas para ilustrar un problema y opciones de juicio para los usuarios, suministrando una metodología sistemática para valorar la escala numérica y así medir el desempeño cualitativo (Saaty, 1988). Adicionalmente, facilita el análisis al descomponer la evaluación compleja en subgrupos más pequeños y manejables (Li et al., 2008).

La importancia relativa de los criterios de decisión en AHP se evalúa a través de comparaciones por pares, para establecer un valor de prioridad para cada criterio. El decisor examina dos alternativas considerando un criterio e indica una preferencia. La escala numérica estándar utilizada para el AHP va desde los números 1 a 9 que se encuentra entre "igual importancia" e "importancia extrema". El valor 9 indica que un factor es extremadamente más importante que el otro, mientras que el valor 1 indica igual importancia. En cada nivel de la jerarquía de criterios se obtiene una matriz de cuadrados, donde es el número de elementos del nivel (Benmouss et al., 2019). (Tabla 5).

Tabla 5*Escala de Saaty*

Escala de comparación

1	Igual importancia	7	Importancia muy significativa
3	Ligera importancia	9	Importancia absoluta
5	Importancia significativa	2, 4, 6, 8	Valores intermedios

5. Metodología

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, de carácter descriptivo y explicativo, ya que pretende realizar un análisis de los costos de alimentación en la producción de la leche para un sistema bovino semiespecializado y generar alternativas para toma de decisiones.

5.1 Caracterización y Organización del Análisis Experimental

5.1.1 Organización de la Muestra.

Para realizar el estudio, se usaron animales del Módulo de Producción de Leche en Pastoreo de la Universidad Autónoma de Chapingo, cuyo hato leche contaba con 24 vacas raza Holstein línea Nueva Zelanda ideales para pastoreo, de las cuales se seleccionaron 18 teniendo en cuenta la producción de leche diaria, para así dividir las en dos (2) grupos denominados vacas altas productoras y vacas bajas productoras. Las vacas fueron ordeñadas dos veces al día, denominando ordeña matinal y ordeña vespertina.

5.1.2 Ubicación.

El experimento fue desarrollado en el módulo de Producción de Leche en Pastoreo de la Universidad Autónoma de Chapingo en el Estado de México, localizado a 19°29' latitud norte y 98°54' longitud oeste, a 2240 msnm. Presenta un clima de tipo templado subhúmedo con lluvias en verano, con precipitación promedio de 620 msnm y temperatura promedio anual de 18°C.

5.1.3 Animales.

Para realizar el estudio se utilizaron 18 vacas Holstein divididas en 2 grupos basados en su nivel de producción láctea, el primer grupo denominado de altas productoras con promedios iniciales de días en leche, peso vivo, producción de leche, edad y número de partos de 238.66 ± 117.52 días, 487.11 ± 160.94 kg, 19.44 ± 2.06 litros, 5.22 ± 1.85 años y 1.88 ± 1.05 partos respectivamente. El segundo grupo de bajas productoras con promedios iniciales de días en leche, peso vivo, producción de leche, edad y número de partos de 309.22 ± 36.35 días, 484.77 ± 64.53

kg, 13.85 ± 1.20 litros, 6.22 ± 3.15 años y 2.55 ± 1.66 partos respectivamente. Las vacas altas productoras fueron alimentadas con 2 kg de alimento concentrado, mientras que las de menor producción se complementaron con 1 kg del mismo concentrado.

El sistema de alimentación de los dos grupos de vacas fue a base de pastoreo rotacional de praderas mixtas de alfalfa (*Medicago sativa*) y pasto ovilla (*Dactylis glomerata*), con agua ad libitum, igualmente se complementaron con 10 kg de maíz ensilado y concentrado dependiendo del grupo. (Tabla 6- 7).

Tabla 6*Consumo total vacas altas productoras*

Alimento	Materia húmeda	Materia seca
Alfalfa	67,44	11,28
Ensilado	10	3,19
Concentrado	2	1,81
Total	79,44	16,29

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7*Consumo total vacas bajas productoras*

Alimento	Materia húmeda	Materia seca
Alfalfa	67,44	11,28
Ensilado	10	3,19
Concentrado	1	0,91
Total	78,44	15,38

Fuente: Elaboración propia

5.1.4 Variables a Medir.

En la producción de leche bovina, se encuentran inmersas múltiples condiciones, de las cuales se desagregan los costos de producción. Los principales componentes van desde los niveles de tecnificación de la explotación del ganado, el tipo de raza, el tipo de alimentación, los cambios climáticos, la disponibilidad y suministro del agua, entre otros (Secretaría de Economía, 2012).

Teniendo en cuenta los grados de tecnificación en una explotación lechera, es importante destacar que los costos de producción serán mucho más elevados para aquellas que operan con mayor tecnología, lo cual está directamente relacionado primordialmente con la asignación de los gastos generales, costos de alimentación, el pago de los impuestos y gastos financieros.

Por otro lado, las explotaciones que manejan un menor nivel de tecnificación la mayor asignación de los costos reposa en la mano de obra y no se presentan costos por servicios financieros. Para ambos tipos de explotación, la viabilidad se relaciona con la rentabilidad que se obtiene en cada caso específico y los niveles de competencia y productividad que se trabajan (Secretaría de Economía, 2012).

Las variables a medir se determinaron teniendo en cuenta los costos asociados a la alimentación del ganado, es decir, el costo para cada uno de los alimentos consumidos por las vacas; en este caso, se considera el forraje (Tabla 8), ensilado (Tabla 9) y concentrado (Tabla 10) y su respectivo porcentaje de participación.

Tabla 8

Variables a medir forraje

Forraje	Costo USD	% participación
Preparación del terreno	204	36%
Semilla	309	54%
Fertilización	58	10%
Total	570	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9*Variables a medir ensilado*

Ensilado	Costo USD	% participación
Preparación del terreno	161	10%
Semilla	252	15%
Fertilización	255	15%
Riego	77	5%
Cosecha	268	16%
Preparación del silo	391	23%
Otros gastos	268	16%
Total	1.671	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10*Variables a medir concentrado*

Concentrado	Costo USD	% participación
Gluten	0,10	24%
Grasa sobrepaso	0,03	7%
Maíz rolado	0,17	42%
Melaza	0,01	3%
Sorgo molido	0,08	20%
Minerales	0,02	4%
Total	0,39	100%

Fuente: Elaboración propia

5.2 Análisis para la Aplicación de la Metodología AHP

5.2.1 Paso a Paso de la Metodología AHP.

Los pasos que se emplean para la aplicación de la metodología de análisis jerárquico, se muestran a continuación:

1. Construir una jerarquía compuesta por los elementos de decisión conectados entre sí, iniciando con el objetivo propuesto correspondiente a la minimización de los costos alimenticios asociados a los procesos de producción de leche. Se definieron cuatro (4)

criterios de evaluación (factor financiero a_1 , productividad a_2 , eficiencia a_3 y factor ambiental a_4) y las alternativas para resolver el objetivo fundamental. Todo esto, se presenta en un árbol de jerarquía. (Figura 43).

2. Una vez se definen las alternativas y los respectivos criterios, se procede a ponderar la importancia de cada uno de los criterios en la selección de las alternativas. La metodología AHP emplea la escala de Saaty con valores que van de 1 a 9 (Ver tabla 5), con el fin de brindar un nivel de preferencia expresado por los decisores para cada uno de los criterios. Cada elemento “x” correspondiente a un nivel de la jerarquía, debe compararse con los elementos del nivel inmediatamente inferior, teniendo en cuenta su influencia en “x”.
3. Después de ponderar los criterios, se valoran cada una de las alternativas para calcular las prioridades correspondientes. Una vez planteada la matriz de comparación entre alternativas, se calculan las prioridades para cada alternativa.

6. Resultados

6.1 Caracterización del Sistema Semiespecializado en Texcoco

El sistema bovino semiespecializado apoya la producción nacional de leche con el 21,30% (Rebollar et al., 2017). Este tipo de sistema se caracteriza por la utilización de pequeñas extensiones de terreno (Arroniz y Rivera, 2010). En este caso, la infraestructura del módulo de pastoreo está compuesta por 10,5ha de terreno, dividida en 2 huertas que corresponden a 9,6ha conformada por 20 potreros y las sobrantes 0,9ha corresponden a instalaciones y caminos. (Figura 24).

Figura 24

División de potreros del módulo de pastoreo

9,6ha de terreno																			
Huerta 1										Huerta 2									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Fuente: Elaboración propia

En el sistema semiespecializado predominan las razas Holstein y Pardo-Suizo (Rebollar et al., 2017). En el módulo objeto de estudio, se dispone de 24 vacas y 16 novillas razas Holstein en condiciones de semiestabulación, donde una parte del tiempo las vacas pasan en los comederos para alimentarse. (Figura 25). Los cuales se ubican en corrales debidamente pavimentados y la otra en los potreros habituales. (Figura 26). Los animales se encuentran bajo sistema de pastoreo con línea de riego por aspersión de 4 pulgadas, el módulo cuenta con dos líneas de riego, además en los potreros se ubican bebederos de agua para disposición de los animales cuando la requieran. (Figura 27).

Figura 25

Vacas en los comederos



Fuente: Elaboración propia

Figura 26

Vacas en el potrero



Fuente: Elaboración propia

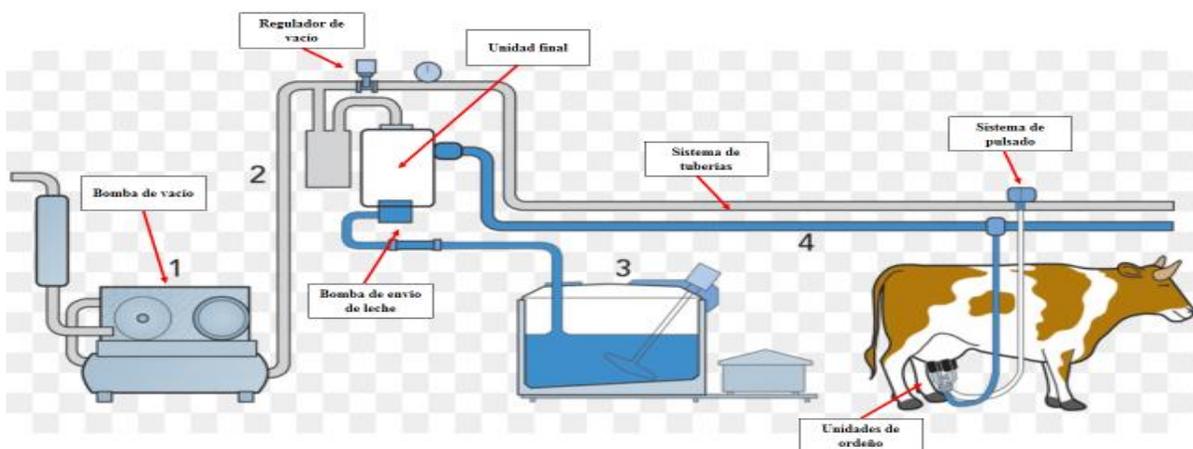
Figura 27*Vacas tomando agua*

Fuente: Elaboración propia

En este sistema se mantiene un nivel intermedio de tecnología. El módulo cuenta con sala de ordeño y un equipo de ordeño mecánico con capacidad para ordeñar cuatro vacas simultáneamente (Figura 28), para facilitar la labor de extracción de la leche; el aspecto fundamental de las máquinas para ordeñar es la copa de ordeño que se adhiere al pezón del animal imitando la misma succión que ejerce la cría cuando toma la leche de su madre, es decir, aplicando la fuerza de vacío, lo que hace el ternero es ubicar el pezón entre el paladar y la lengua para generar una presión menor al exterior de la ubre. Para llevar a cabo el proceso de forma mecánica es necesario un sistema de vacío, un sistema regulador o de pulsado para mantener el vacío en los niveles apropiados, las unidades de ordeño, que son las encargadas de la extracción y finalmente, un pulsador, que es aquel que abre y cierra la pezonera, la cual se encuentra en contacto con la ubre de la vaca para así extraer la leche y realizar el masaje del pezón. (Figuras 29-30).

Figura 28*Ordeño de las vacas de forma simultánea*

Fuente: Elaboración propia

Figura 29*Esquema del sistema de ordeño mecanizado*

Fuente: Elaboración propia con base en (PROLECHE, 2015)

Figura 30

Sistema de ordeño mecánico del módulo de pastoreo



Fuente: Elaboración propia

Además, el equipo cuenta con un sistema de medición electrónico de los litros de leche y recolección de la misma. (Figura 31).

Figura 31

Sistema de conteo de litros de leche



Fuente: Elaboración propia

La máquina de ordeño requiere la presencia de una persona que se encarga de limpiar los pezones de la vaca y asimismo colocar las copas ordeñadoras y de igual forma retirarlas para darle continuidad al proceso de extracción de la leche.

Las unidades de ordeño están compuestas por casquetes metálicos con terminaciones en caucho, que corresponden a las pezoneras que se adhieren directamente a la ubre de la vaca y cuentan con dos entradas de vacío provenientes de los pulsadores y se alternan para cada una de las pezoneras, estos son los que conducen la leche hasta el colector para la salida de la leche (Figura 32).

Figura 32

Sistema de pezoneras de la ordeñadora mecánica



Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, la alimentación del ganado en el sistema semiespecializado se basa en el pastoreo controlado de praderas mixtas de alfalfa y pasto ovillo, lo que implica que las vacas pastan en los potreros de acuerdo con un tiempo de rotación establecido, limitando las áreas con un cerco eléctrico temporal manejando de 7.000 a 7.500 voltios. Es decir, se subdividen las praderas para el mejor aprovechamiento de los recursos alimenticios. Además, para que los animales mantengan el rendimiento y producción, se complementan de acuerdo con su producción y estado corporal con ensilado y concentrado, después de cada una de las ordeñas que se realizan.

6.2 Análisis Económico

En una explotación lechera, el adecuado control y organización de los costos de producción tiene una función importante (Henaó, 2011), ya que sin ellos, no existiría una fuente sólida que soporte los movimientos que se realizan durante un periodo de tiempo determinado.

El rendimiento de la actividad ganadera como movilizadora de capital en el sector primario y sus vínculos con la cadena de comercialización e industrialización de la leche fluida y los productos procedentes de la misma, es un tema relevante en la economía mundial (Loera y Banda, 2017).

En México, el subsector lechero es considerado como uno de los sistemas prioritarios dentro del sector agropecuario (Domínguez et al., 2014). Por lo anterior, se hace necesario calcular los costos de alimentación asociados a la producción de leche para un sistema bovino semiespecializado, como herramienta para determinar la eficiencia del sistema; se resalta que se no se consideran los costos de depreciación del ganado, maquinaria, salarios, servicios públicos, ni medicamentos, externos al proceso alimenticio del ganado. Se trabaja con los costos incurridos en la alimentación del ganado en términos de materia seca, que son, los costos de forraje C_f , ensilado C_e , y concentrado C_c . Además, es importante mencionar que los valores obtenidos a continuación se calculan por m^2 .

El costo por concepto de forraje de pradera equivale a USD\$0.04 por kg de materia seca (MS), el cual proviene del costo total por el establecimiento de la pradera (E_p) que corresponde a USD\$570 y por la producción estimada de materia seca (PE_{ms}) en 4 años correspondiente a 16.240 kg de MS, tiempo aproximado que persiste la pradera.

Ecuación 1. Costo de forraje

$$CostodeForraje = \frac{E_p}{PE_{ms}}$$

Si aplicamos la *Ecuación 1*, obtenemos:

$$CostodeForraje = \frac{USD\$570}{USD\$16.240}$$

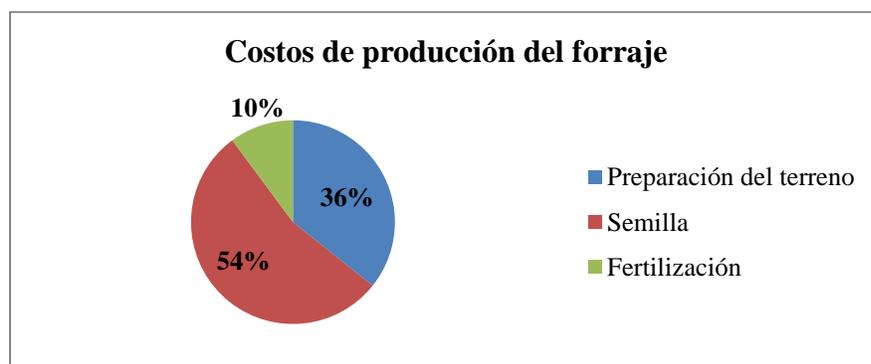
$$\text{Costo de Forraje} = \text{USD}\$0.04$$

Los costos de producción asociados al cultivo de forraje se detallan en la Tabla 11. Además, en la Figura 33 se ilustran los porcentajes que representan cada una de las variables evaluadas:

Tabla 11*Costo de pradera*

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE FORRAJE (Ha/Año)						
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario MXN	Total en MXN	Precio unitario USD	Total en USD
PREPARACIÓN DEL TERRENO				3.800		204
Barbecho	Paso	1	800	800	43	43
Rastreo	Paso	3	800	2.400	43	129
Sembradora	Paso	1	600	600	32	32
SEMILLA				5.760		309
Alfalfa	Kg	18	200	3.600	11	193
Orchard	Kg	12	180	2.160	10	116
FERTILIZACIÓN				1.080		58
Fosfato diamónico	Kg	100	10,80	1.080	1	58
Total				10.640		570
Amortización anual: A 4 años				2.660		143
Producción base seca Kgms/Ha/Año				16.240		16.240
Valor por kg de MS				0,66		0,04

Fuente: Elaboración propia.

Figura 33*Representación gráfica de los costos de producción de forraje*

Fuente: Elaboración propia

El forraje consumido por las vacas en pastoreo se logró determinar mediante el “método de la diferencia”, que tiene como fundamento básico, que el consumo forrajero es igual a la cantidad de alimento disponible antes del pastoreo de los animales (Figura 34), menos la cantidad resultante de forraje después del pastoreo. (Figura 35).

Para determinar el consumo diario de las vacas en la pradera, se hizo necesario calcular el forraje ofrecido f_o , y forraje residual f_r , para tal fin, se tomaron muestras al azar del terreno con un cuadro de medición de 50x50 antes y después de que las vacas pastorearan el área.

Las muestras se colocaron en una estufa a 50°C durante 24 horas para determinar la materia seca, además se tomaron las medidas del área consumida A_c (Figura 36), durante un día, siendo esta 1809.58 (Figura 37), que se deriva de multiplicar base*altura de la misma.

Se procedió a calcular la diferencia del peso entre el forraje ofrecido f_o , el cual equivale a 484.33 kg de materia seca. Además, del forraje residual f_r , el cual representa 106.76 kg de materia seca. Para dividirlo posteriormente entre el número de vacas n que pastorearon el área registrada, en este caso 18. (Tabla 12).

Tabla 12

Datos para determinar el consumo diario de las vacas en la pradera

Área Total	1809,58
Forraje Ofrecido en MS en el Área	484,33
Forraje Residual en MS en el Área	106,76
Forraje consumido por el animal	377,57
Consumo por vaca	20,98

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 2. Consumo de forraje

$$\text{ConsumoForraje} = \frac{f_o - f_r}{n}$$

Si aplicamos la *Ecuación 2*, obtenemos:

$$\text{ConsumoForraje} = \frac{484,33 - 106,76}{18}$$

$ConsumoForraje = 20,98 \text{ kg MS}$

Figura 34

Alimento disponible antes del pastoreo



Fuente: Elaboración propia

Figura 35

Alimento restante después del pastoreo



Fuente: Elaboración propia

Figura 36*Medición del área consumida por las vacas*

Fuente: Elaboración propia

Figura 37*Área consumida por las vacas*

Área Consumida	34,6
52,3	

Fuente: Elaboración propia

El costo por concepto de ensilado equivale a USD\$ 0.05 por kg de MS, que se genera del costo total por el establecimiento del cultivo de maíz C_T y los insumos totales para su elaboración I_T , dividido entre las toneladas de MS/Año MS_{Tn} . Posteriormente, la ecuación se divide entre la equivalencia de m^2 .

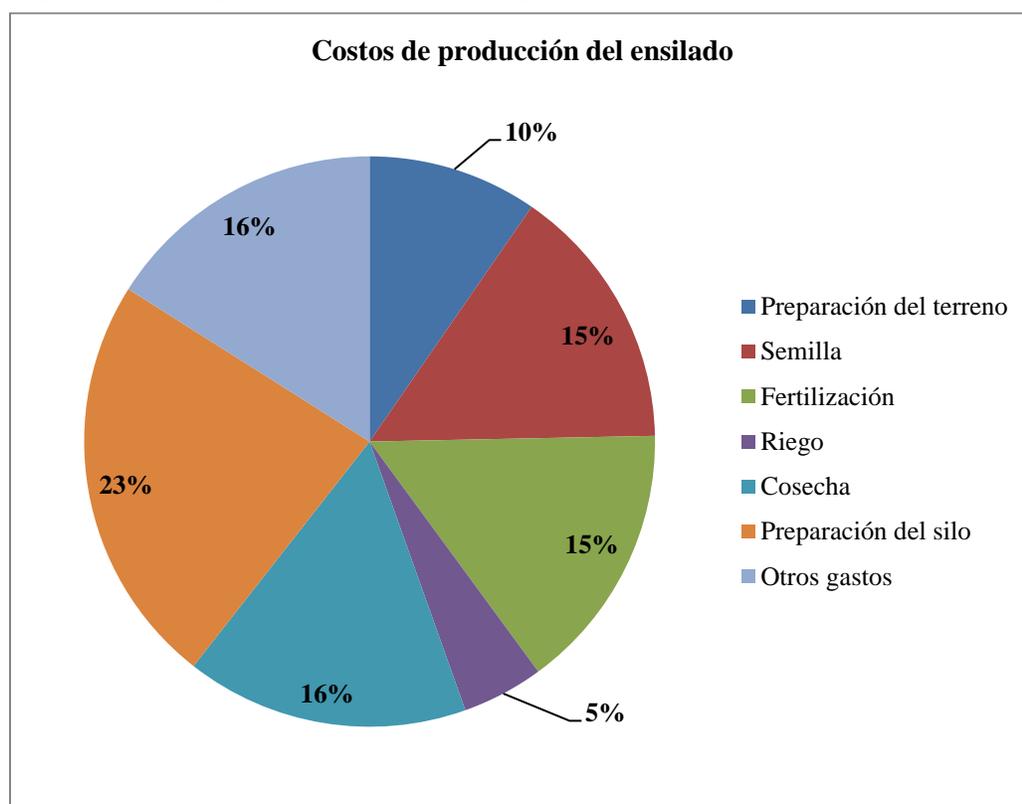
Ecuación 3. Costo por kilogramo de ensilado

$$\text{CostoKgEnsilado} = \frac{C_T - I_T}{\frac{MS_{Tn}}{m^2}}$$

Los costos de producción asociados al cultivo y elaboración del silo se detallan en la Tabla 13. Además, se ilustran los porcentajes de participación en la Figura 38.

Figura 38

Representación gráfica de los costos de producción del ensilado



Fuente: Elaboración propia

Tabla 13*Costo de ensilado*

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE ENSILADO (Ha/Año)						
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario MXN	Total en MXN	Precio unitario USD	Total en USD
CULTIVO						
PREPARACIÓN DEL TERRENO				3.000		161
Barbecho	Paso	1	800	800	43	43
Rastreo	Paso	2	800	1.600	43	86
Sembradora	Paso	1	600	600	32	32
SEMILLA				4.700		252
Maíz	Kg	30	140	4.200	8	225
Inoculante	Tarro/50Toneladas	1	500	500	27	27
FERTILIZACIÓN				4.760		255
Fosfato diamónico	Kg	100	11	1.080	1	58
Urea	Kg	285	8	2.280	0,43	122
Foliar	Lt	4	200	800	11	43
Mano de obra	Jornales	3	200	600	11	32
RIEGO				1.440		77
Riego				1.440		77
COSECHA	Cosecha/Ha	1	5.000	5.000	268	268
Subtotal				18.900		1.013
SILO						
PREPARACIÓN				7.300		391
Plástico	Rollo	1	4.800	4.800	257	257
Tractores compactados		1	2.500	2.500	134	134
OTROS GASTOS				\$5.000		
Imprevistos				5.000		268
Total				31.200		1.671
Rendimiento	Ton/Ha			103		103
% MS				31,93		31,93
Toneladas MS/Año				32,89		32,89
Costo de ensilado				949		51
Costo del ensilado por M2	M2			0,95		0,05

Fuente: Elaboración propia

Aplicando la *Ecuación 3*, obtenemos:

$$\text{CostoKgEnsilado} = \frac{\text{USD\$1.640} + \text{USD\$659}}{32,89} = \frac{\text{USD\$51}}{1.000\text{m}^2}$$

$$\text{CostoKgEnsilado} = \text{USD\$0.05}$$

De igual forma, se calcula el costo estimado por kilogramo de concentrado equivale a USD\$0.39. Este costo puede sufrir fluctuaciones dependiendo del tratamiento proporcionado a vacas altas productoras y bajas productoras. Para determinar el costo por kilogramo se debe multiplicar el costo de cada uno de los componentes C_C por su porcentaje de inclusión por $\text{kg}\%$,_{*i*},

entre el total de los % de inclusión por kg de todos los componentes $T_{\%i}$ y así obtener el resultado por elemento. El costo por concepto de concentrado se incrementa al aumentar el consumo de MS con respecto al tratamiento de altas productoras y bajas productoras. (Tabla 14). Además, se detallan los porcentajes de participación de cada uno de los ingredientes del concentrado (Figura 39).

Ecuación 4. Costo por kilogramo de concentrado

$$\text{CostoKgConcentrado} = \frac{C_c \times \%_i}{T_{\%i}}$$

Tabla 14

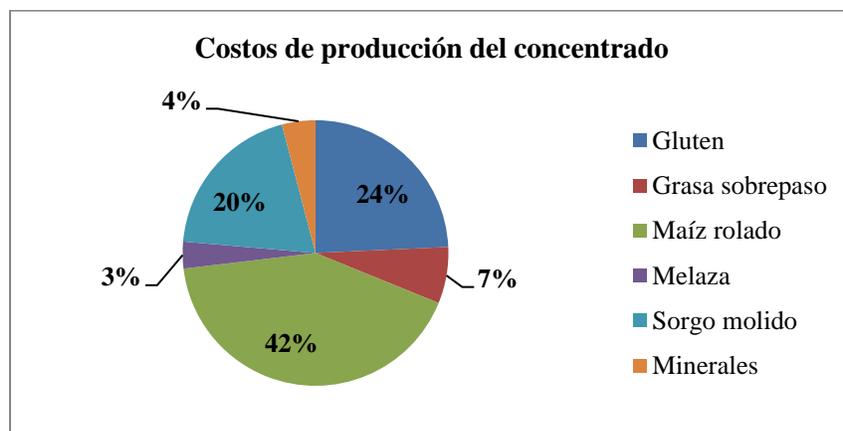
Costo por kilogramo de concentrado

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CONCENTRADO (Kg)							
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario MXN	% de inclusión por kg	Total en MXN	Precio unitario USD	Total en USD
COMPONENTES				100	7,37		0,39
Gluten	kg	1	12	14,9	1,79	0,64	0,10
Grasa sobrepaso	kg	1	22	2,3	0,51	1,18	0,03
Maíz rolado	kg	1	6	53,3	3,09	0,31	0,17
Melaza	kg	1	6	4	0,24	0,32	0,01
Sorgo molido	kg	1	6	24	1,44	0,32	0,08
Minerales	kg	1	20	1,5	0,30	1,07	0,02

Fuente: Elaboración propia

Figura 39

Representación gráfica de los costos de producción de concentrado



Fuente: Elaboración propia.

Aplicando la *Ecuación 4*, para el gluten obtenemos:

$$\text{CostoKgConcentrado} = \frac{\text{USD}\$0,64 \times 14,9}{100}$$

$$\text{CostoKgConcentrado} = \text{USD}\$0,10$$

De igual manera se aplica el mismo procedimiento para todos los ingredientes del concentrado.

Por otra parte, para medir la producción de leche se utilizó el sistema láser de la ordeñadora mecánica y los datos se plasmaron de forma manual (Figura 40), para posteriormente registrarlos en Excel. En el análisis fisicoquímico de la leche, se tomaron muestras en frascos plásticos de 100 ml en ambas ordeñas durante los días del estudio (Figura 41), los cuales fueron examinados con el analizador de leche por ultrasonido denominado EKOMILK (Figura 42) para su registro, con este sistema se obtuvieron los datos de: % de proteína, % de grasa, % de sólidos no grasos y densidad de la leche. Asimismo, se analizaron los datos en consumo de materia seca y conversión alimenticia. Tras obtener los datos se utilizó el programa estadístico SAS para obtener las medias y compararlas mediante la prueba de Tukey. (Tabla 15).

Tabla 15

Producción y composición de la leche por grupos

Tratamiento	Litros de leche	% proteína	% grasa	% Sólidos no grasos	Densidad	CMS en Kg	CA
Grupo 1	19,44a	3,49a	4,04 ^a	8,82a	1,32a	16,28 ^a	0,84a
Grupo 2	13,85b	3,44a	3,34b	8,74a	1,32a	15,38b	1,11b
EEM	1,688	0,110	0,615	0,306	0,008	0,000	0,092
P	<0,001	0,4045	0,0291	0,5899	0,0686	<0,001	<0,001

Nota. ^{ab} Valores con distinta literal en un renglón son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$). EEM = Error estándar de la media, CMS = Consumo de materia seca, CA = Conversión alimenticia.

Fuente: Elaboración propia

Figura 40

Registro de datos de producción de leche



Fuente: Elaboración propia

Figura 41

Recolección de muestra de leche en frascos de 100ml



Fuente: Elaboración propia

Figura 42*Análisis fisicoquímico de la leche*

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16*Costo por concepto de alimentación y producción de leche en dólares*

Variable	Altas productoras	Bajas productoras
Costo de concentrado, kg	0,39	0,39
Consumo de concentrado, kg vaca día	2	1
Costo de ensilado, kg	0,05	0,05
Consumo de ensilado, kg vaca día	10	10
Costo de forraje de pradera, kg de MS	0,04	0,04
Consumo de forraje de pradera, kg de MS vacas día	11,28	11,28
Costo consumo de concentrado, vacas día	0,79	0,39
Costo consumo de ensilado, vacas día	0,51	0,51
Costo consumo de forraje de pradera, vacas día	0,40	0,40
Costo consumo total, vacas día	1,69	1,30
Litros de leche, vacas día	19,44	13,85
Precio por litro de leche	0,43	0,43
Ingreso por venta de leche, hectárea día	8,33	5,94
Ingreso neto, hectárea	6,64	4,64

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la anterior Tabla 16, los ingresos obtenidos por venta de leche en las vacas altas productoras son mayores en comparación con las vacas bajas productoras por los litros de leche que producen, determinando cantidades por cabeza de ganado y su consumo diario. Además, fue posible determinar que se generan ingresos por venta de leche que ascienden a los USD\$8,33 para las vacas del grupo 1 y USD\$5,94 para las vacas del grupo 2.

Ahora bien, si deducimos de los ingresos los costos en los que se incurre por alimentación del ganado, los ingresos netos por cabeza de ganado corresponden a USD\$6,64 para el grupo 1 y USD\$4,64 para el grupo 2. En promedio la producción de leche para las vacas del grupo de altas productoras asciende a 19,44 litros/día. Por otro lado, las del grupo de bajas productoras en promedio alcanzan 13,85 litros/día. La superficie pastoreada estuvo compuesta por 1 ha segmentadas en tres potreros. En este sentido, los porcentajes que representan los costos alimenticios para la producción de la leche, corresponden al 20,3% para las vacas del grupo 1 y el 21,9% para las vacas del grupo 2. Esto indica, que existe una diferencia del 7,3% en cuanto a los costos de alimentación entre los dos grupos, siendo menor para las vacas de alta producción.

Los costos totales para las vacas altas productoras ascienden a USD\$15,24 mientras que para las bajas productoras fueron de USD\$11,69 teniendo en cuenta los costos asociados a cada uno de los alimentos muestreados, en este caso, ensilado, forraje de pradera y concentrado, además del consumo de las vacas por día. Ahora, si tenemos en cuenta las vacas por grupo que se utilizaron en el experimento los ingresos netos ascienden a USD\$60 para el grupo 1 y USD\$42 para las del grupo 2 por día. (Tabla 17).

Tabla 17*Costo de alimentación y producción de leche en dólares por grupo de vacas*

Variable	Altas productoras	Bajas productoras
Número de vacas	9	9
Costo consumo día	15,24	11,69
Litros de leche, vaca día	174,96	124,65
Ingreso por venta de leche, día	75	53
Ingreso neto, hectárea	60	42

Fuente: Elaboración propia

Si analizamos los datos de forma anual, los costos totales por concepto de alimentación para las vacas altas productoras ascienden a USD\$5.562 mientras que para las bajas productoras son de USD\$4.266. La producción de leche corresponde a los 63.860 litros para las vacas del grupo 1 y de 45.497 litros para las vacas del grupo 2, lo que genera ingresos en el módulo por valor de USD\$27.369 en vacas altas productoras y USD\$19.499 para las vacas bajas productoras. Los ingresos netos por año se contabilizan en USD\$21.807 para las vacas del grupo 1 y USD\$15.233 para el grupo 2. (Tabla 18).

Es importante resaltar que estas utilidades comprenden solo a las 18 vacas objeto de este estudio. Además, si tomáramos en consideración la carga animal que soporta cada uno de los potreros, y con base a la suplementación con ensilado de maíz y concentrado, dicha carga animal cambia, y, por tanto, las utilidades ahora reportadas, cambiarían de igual manera. Sin embargo, evaluar la carga animal es objeto de estudios más complejos.

Tabla 18*Costo de alimentación y producción anual de leche en dólares*

Variable	Altas productoras	Bajas productoras
Costo consumo año	5.562	4.266
Litros de leche anuales	63.860	45.497
Ingreso por venta de leche anual	27.369	19.499
Ingreso neto, anual	21.807	15.233

Fuente: Elaboración propia

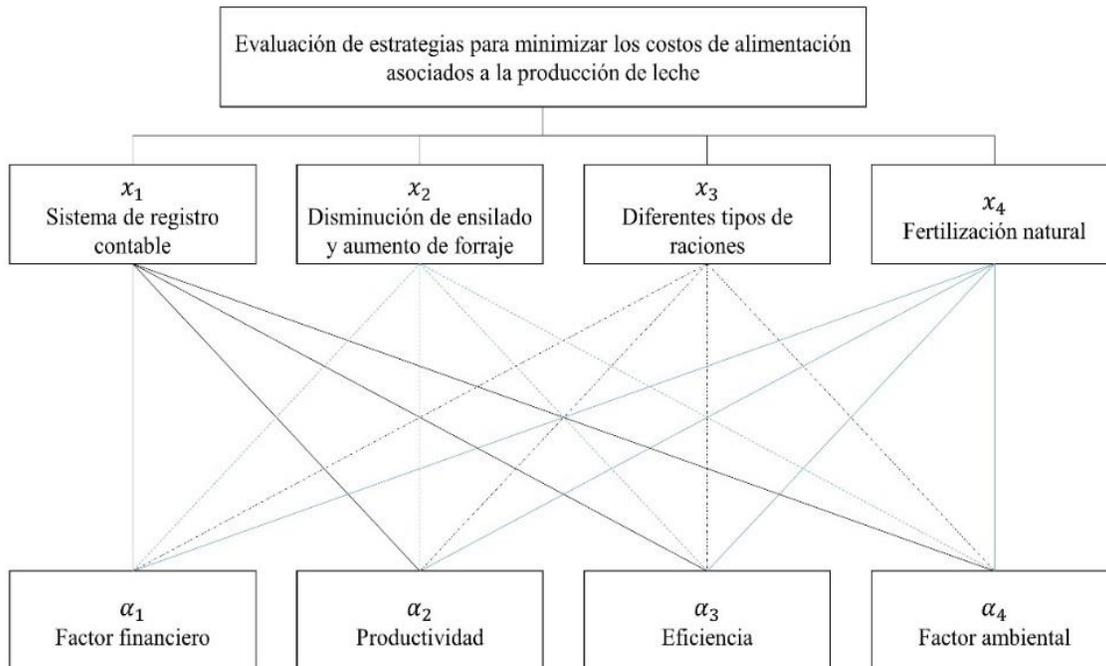
6.3 Aplicación de la Metodología Multicriterio AHP

Teniendo en cuenta los pasos de la metodología de Saaty, se desarrollaron un conjunto de estrategias para la minimización de los costos asociados a la alimentación en el sistema de producción bovina semiespecializada. Para lo cual se consideró los conocimientos de expertos en el tema y operadores del propio sistema. En total se construyeron cuatro (4) estrategias que se detallan a continuación.

6.3.1 Construcción de Estrategias.

Las estrategias definidas para reducir los costos alimenticios en un sistema de explotación lechera semiespecializado, se muestran a continuación, en adición al mapa de estrategias que se detalla en la siguiente imagen. (Figura 43).

- a. **Primera estrategia.** Implementar un sistema organizado de registro de costos, gastos, ingresos, egresos y producción de leche, con la finalidad de garantizar el manejo eficiente de los recursos y optimización en todas las áreas de la finca (x_1).
- b. **Segunda estrategia.** Disminución del ensilado con el fin de incrementar los producidos en el campo (forrajes, entre otros alimentos), teniendo presente el no generar desequilibrios de la dieta en materia de energía, fibra y proteína a nivel del rumen (x_2).
- c. **Tercera estrategia.** Diseñar diferentes raciones considerando distintos grupos de vacas de tal manera que las raciones más económicas sean ofrecidas a las vacas de menor producción (x_3).
- d. **Cuarta estrategia.** Uso de recursos naturales en la elaboración de abonos orgánicos para enriquecer el suelo con el fin de ahorrar costos de fertilización asociados a la obtención del forraje (x_4).

Figura 43*Árbol de jerarquías*

Fuente: Elaboración propia

6.3.2 Descripción de las Estrategias.

6.3.2.1 Primera Estrategia.

Todos los sistemas de costos deben tener como objetivo principal planear, evaluar, medir y controlar los costos en los que se incurre en toda la organización (Morillo, 2001); es de vital importancia estimar y definir la estructura de los costos de producción, ya que mediante estos se determinan los niveles de ingresos, ganancias o la rentabilidad del proceso de producción (Magaña y Leyva, 2011). La mayor parte del comportamiento de las variables mencionadas van ligadas con el mejoramiento constante para el aprovechamiento de los recursos y mejorar los movimientos generadores de valor a la entidad y así determinar el grado de eficiencia de los elementos que componen el proceso de producción ganadero, por lo que se hace necesario disponer de una

herramienta para la correcta planeación y control con información puntual de los valores monetarios derivados del proceso productivo.

Es importante destacar que en los sistemas de producción ganaderos, se deben tener presentes lineamientos para facilitar la estructuración del sistema de costos y así gestionar y conocer los costos de producción para maximizar la eficiencia en las unidades de producción (Bolívar et al., 2016).

6.3.2.2 Segunda Estrategia.

En México, se considera que los forrajes son la base de la dieta para las vacas lecheras, bien sea, terrenos mejorados de gramíneas, leguminosas o forrajes de corte para su utilización en fresco o conservados, pero, con el término de que se produzcan en los propios establecimientos para que los costos por kg sean menores (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias - INIFAP, 2014). Por esto, en la alimentación del ganado bovino se tratan de suplir las exigencias de los animales al menor costo posible, sin afectar su producción.

El suministro de forrajes es un alimento que permite la buena producción de la leche en las vacas (INIFAP, 2014), teniendo en cuenta que, los componentes nutricionales de la pradera se modifican de acuerdo con los cambios estacionales, en este caso, más que mejorar los balances de las raciones, es importante mantener la calidad nutricional, evitando los altos niveles de proteína y carencias o abundancia de fibra. La producción y elaboración del ensilado representa los costos más elevados por el proceso que atraviesa, además, uno de los que mayormente consumen las vacas. Anualmente, los costos de silo ascienden a USD\$1671. En este sentido, se plantea disminuir las proporciones de ensilado que se suministran al ganado, es decir, administrar 5kg en lugar de 10kg y aumentar el consumo de forraje para el ganado, considerando como porcentaje mínimo el 10% de su peso vivo, con el fin de no afectar su rendimiento.

Los costos de alimentación por vaca administrando 10 kg de ensilado ascienden al 30% para las vacas del grupo 1 y 39% para las vacas del grupo 2. Si se reduce a la mitad la ración, los costos en este rubro representarían el 18% para las vacas del grupo 1 y en un 24% para las vacas

del grupo 2. Los costos de forraje que representan el 23% para las vacas altas productoras y el 30% para las bajas productoras aumentan a un 29% y 40% respectivamente. Los costos se reducen en un 29% tomando en cuenta ambos grupos.

6.3.2.3 Tercera Estrategia.

El equilibrio de las raciones para la adecuada alimentación del ganado lechero es un instrumento fundamental para la producción animal (Anrique et al., 2014). Con la finalidad de equilibrar los requerimientos alimenticios del ganado para una producción esperada de leche, se propone el suministro de raciones, teniendo en cuenta que, las raciones para el ganado lechero se prescriben haciendo combinaciones balanceadas. Para ello, se pueden utilizar forrajes, ya que estos aportan fibra, suministrar los concentrados, que aportan proteína y energía, las vitaminas, minerales, entre otros, para suplir los requerimientos nutricionales de los animales.

La participación de costos para cada uno de los alimentos ofrecidos a las vacas se muestra en la tabla 19. Para las vacas del grupo 1 el alimento con más representatividad es el concentrado con un 47% de participación, debido que, a este grupo se ofrecen 2kg por vaca/día, mientras que, para las vacas del grupo 2, el costo con mayor representación es el ensilado con un 39% de participación.

Aun cuando el concentrado representa un mayor costo para las vacas del grupo 1 en las condiciones normales, estos son cubiertos por la producción de leche de las mismas. Ahora bien, si se reducen las raciones de ensilado a 5kg por grupo y se aumenta la oferta forrajera por vaca en un 30%, los costos de alimentación se reducen a USD\$1,56 para el grupo 1 y USD\$1,16 para el grupo 2. Lo que significa un ahorro de USD\$0,13 para el grupo 1 y USD\$0,14 para el grupo 2.

Tabla 19*Participación de costos por alimento*

Alimento	% grupo 1	% grupo 2
Forraje	23,38%	30,49%
Ensilado	30,01%	39,13%
Concentrado	46,61%	30,38%
	100%	100%

Fuente: Elaboración propia

6.3.2.4 Cuarta Estrategia.

La utilización de fertilizantes constituye una parte significativa de los costos de producción en los sistemas productivos (Restrepo et al., 2018). El uso de los mismos representa uno de los costos asociados a la producción de cultivos forrajeros y que influyen en el incremento de los costos para la obtención de leche en los sistemas bovinos; en este caso, los costos de fertilización ascienden aproximadamente al 14% del total de los costos en los que se incurre para el establecimiento de los cultivos, por hectárea. Así pues, las opciones que admitan la recuperación y conservación de la actividad microbiológica del suelo, es un tema relevante, ya que se busca producir de forma óptima sin causar daños al medio ambiente.

El uso de abonos orgánicos, abonos verdes, coberturas y biofertilizantes son alternativas para mejorar los niveles de materia orgánica del suelo, además de beneficiar el progreso radicular y biomasa de los cultivos, y mitigar los efectos de plagas y microorganismos (Restrepo et al., 2018). Además su relación con la minimización de los costos de producción es significativa, ya que estos se pueden generar en las mismas fincas (Orozco, 2017), varios agricultores expresan que una tonelada de abono orgánico puede conseguirse aproximadamente por USD\$17,68, mientras que una tonelada de abonos químicos se aproxima a los USD\$44,19 (Agencia de Noticias UN, 2014), partiendo de esto, se evidencia un ahorro importante con los insumos orgánicos.

6.3.3 Aplicación de los Cálculos Matriciales.

A continuación, se realiza el cálculo para la toma de decisión y así determinar cuál es la mejor alternativa con base en los criterios planteados.

Para determinar los valores, se hace necesario comparar por pares la importancia que tiene un criterio sobre el otro utilizando la escala de comparación de Saaty. (Tabla 5).

Lo que debemos hacer, es comparar cada uno de los criterios, como se muestra en la tabla 20. Estos se ubican en filas y en columnas, iniciando con la primera columna y comparando el criterio a_1 , con todos los demás en función de su importancia. En todos los casos, existe una igualdad entre las celdas con relación $a_1 - a_1$, $a_2 - a_2$, $a_3 - a_3$ y $a_4 - a_4$. Las variables son igualmente preferidas por ser las mismas, es decir su relación es 1/1.

Ahora, siguiendo con la relación $a_1 - a_2$ se puntúa con 5/4, lo que quiere decir que la celda a_1 tiene importancia significativa con relación a la a_2 , que se ubica entre ligera importancia e importancia significativa. Lo que indica que el criterio a_1 tiene más importancia comparado con el a_2 . Asimismo, en continuidad al proceso, pasamos a la fila 3 de la tabla, encontramos la relación $a_2 - a_1$. El caso opuesto a la relación establecida con anterioridad, recibe la puntuación contraria es decir 4/5, así mismo se repite el proceso para todas las filas y columnas planteadas.

Tabla 20

Ponderación de los criterios con base a la escala de comparación

	a_1	a_2	a_3	a_4
a_1	1/1	5/4	1/1	5/2
a_2	4/5	1/1	1/1	5/3
a_3	1/1	1/1	1/1	1/1
a_4	2/5	3/5	1/1	1/1

Fuente: Elaboración propia

Ahora, ¿cómo convertimos la matriz anterior en una clasificación de criterios?

Los datos obtenidos a partir de la comparación por pares de las fracciones anteriores se convierten en decimales realizando una suma por columna para conocer la representatividad por criterio, es decir, dividimos nuestro valor asignado sobre el total de cada una de las columnas.

Si lo aplicamos, la sumatoria de la columna a_1 arroja un total de 3,20. Ahora dividimos nuestro valor asignado entre el total y sería $\frac{1/1}{3,20}$, que equivale a 0,31. Asimismo, se debe realizar el proceso para todas las columnas.

Una vez resuelto, se determina el promedio por filas y lo que obtenemos al realizar este proceso es el peso por criterio **PC**. (Tabla 21).

Tabla 21*Valor propio de los criterios*

	a_1	a_2	a_3	a_4	PC
a_1	0,313	0,325	0,250	0,405	0,323
a_2	0,250	0,260	0,250	0,270	0,258
a_3	0,313	0,260	0,250	0,162	0,246
a_4	0,125	0,156	0,250	0,162	0,173

Fuente: Elaboración propia

Ahora debemos establecer por criterio el peso de cada alternativa, de igual forma debemos darle valor a cada alternativa en función de importancia con el criterio evaluado; en este caso el criterio a_1 . Se construye la matriz. (Tabla 22).

Tabla 22*Ponderación de las alternativas en función del primer criterio*

a_1	x_1	x_2	x_3	x_4
x_1	1/1	5/3	5/3	5/2
x_2	3/5	1/1	3/5	5/3
x_3	3/5	5/3	1/1	5/1
x_4	5/2	3/5	1/5	1/1

Fuente: Elaboración propia

Totalizamos las columnas anteriores (Tabla 22), para posteriormente dividir nuestra apreciación entre el total de cada columna y determinando el promedio por filas, para así obtener

el valor propio para el criterio a_1 . (Tabla 23). Asimismo, se debe repetir el proceso para cada uno de los criterios y las alternativas estipuladas. (Tablas 24-29).

Tabla 23

Valor propio de las alternativas en función del primer criterio

a_1	x_1	x_2	x_3	x_4	Valor
x_1	0,213	0,338	0,481	0,246	0,319
x_2	0,128	0,203	0,173	0,164	0,167
x_3	0,128	0,338	0,288	0,492	0,311
x_4	0,532	0,122	0,058	0,098	0,202

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24

Ponderación de las alternativas en función del segundo criterio

a_2	x_1	x_2	x_3	x_4
x_1	1/1	5/1	5/2	5/2
x_2	1/5	1/1	1/1	3/5
x_3	2/5	1/1	1/1	3/5
x_4	2/5	5/3	5/3	1/1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25

Valor propio de las alternativas en función del segundo criterio

a_2	x_1	x_2	x_3	x_4	Valor
x_1	0,500	0,577	0,405	0,532	0,504
x_2	0,100	0,115	0,162	0,128	0,126
x_3	0,200	0,115	0,162	0,128	0,151
x_4	0,200	0,192	0,270	0,213	0,219

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26*Ponderación de las alternativas en función del tercer criterio*

a_3	x_1	x_2	x_3	x_4
x_1	1/1	5/1	5/1	5/1
x_2	1/5	1/1	1/1	1/1
x_3	1/5	1/1	1/1	5/1
x_4	1/5	1/1	1/5	1/1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27*Valor propio de las alternativas en función del tercer criterio*

a_3	x_1	x_2	x_3	x_4	Valor
x_1	0,625	0,625	0,694	0,417	0,590
x_2	0,125	0,125	0,139	0,083	0,118
x_3	0,125	0,125	0,139	0,417	0,201
x_4	0,125	0,125	0,028	0,083	0,090

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28*Ponderación de las alternativas en función del cuarto criterio*

a_4	x_1	x_2	x_3	x_4
x_1	1/1	2/5	1/4	2/5
x_2	5/2	1/1	4/2	4/5
x_3	4/1	2/4	1/1	2/5
x_4	5/2	5/4	5/2	1/1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29*Valor propio de las alternativas en función del cuarto criterio*

α_4	x_1	x_2	x_3	x_4	Valor
x_1	0,100	0,127	0,043	0,154	0,106
x_2	0,250	0,317	0,348	0,308	0,306
x_3	0,400	0,159	0,174	0,154	0,222
x_4	0,250	0,397	0,435	0,385	0,367

Fuente: Elaboración propia

Una vez se obtiene los valores para cada criterio, se multiplican las dos columnas de la Tabla 30, en las que, la primera columna 4x4 equivale a la ponderación de las alternativas y la columna 4x1 representa la ponderación de los criterios en función de las alternativas establecidas, se obtiene como resultado la tercera columna denominada 4x1, que indica cuál es la mejor alternativa asociada con los criterios.

Tabla 30*Posición de las alternativas*

	Alternativas (4x4)				Criterios (4x1)	Resultados (4x1)
x_3	0,590	0,118	0,201	0,090	0,246	0,286
x_2	0,504	0,126	0,151	0,219	0,258	0,270
x_1	0,319	0,167	0,311	0,202	0,323	0,258
x_4	0,106	0,306	0,222	0,367	0,173	0,231

Fuente: Elaboración propia

Conforme con la evaluación realizada a las diferentes alternativas, la más importante en función de los cuatro criterios valorados fue la alternativa x_3 denominada diferentes tipos de raciones, con una ponderación de 0,286. En segundo lugar, la alternativa x_2 , disminución de concentrados aumentando pasturas, con una ponderación de 0,27. En tercer lugar la alternativa x_1 ,

denominada sistema de registro, con una ponderación de 0,258. Finalmente, la alternativa x_4 correspondiente a fertilización natural con una ponderación de 0,231. (Tabla 30).

La reducción de costos aplicando la alternativa predominante, indica un ahorro por año equivalente a USD\$444 para cada uno de los grupos establecidos. Manteniendo la ración de concentrado que se ofrece a las vacas, reduciendo los kg de concentrado de 10kg a 5kg y aumentando la oferta forrajera en un 30% por grupo. (Tabla 31-32).

Tabla 31

Reducción de costos aplicando la estrategia x_3

Variable	Altas productoras	Bajas productoras
Costo de concentrado, kg	0,39	0,39
Consumo de concentrado, kg vaca día	2	1
Costo de ensilado, kg	0,05	0,05
Consumo de ensilado, kg vaca día	5	5
Costo de forraje de pradera, kg de MS	0,04	0,04
Consumo de forraje de pradera, kg de MS vaca día	14,66	14,66
Costo consumo de concentrado, vaca día	0,79	0,39
Costo consumo de ensilado, vaca día	0,25	0,25
Costo consumo de forraje de pradera, vaca día	0,51	0,51
Costo consumo total, vaca día	1,56	1,16
Litros de leche, vaca día	19,44	13,85
Precio por litro de leche	0,43	0,43
Ingreso por venta de leche, hectárea día	8,3	5,9
Ingreso neto, hectárea	6,8	4,8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32*Reducción de costos anuales aplicando la estrategia x_3*

Variable	Altas productoras	Bajas productoras
Costo consumo año	5.118	3.822
Litros de leche anuales	63.860	45.497
Ingreso por venta de leche anual	27.369	19.499
Ingreso neto, anual	22.251	15.677

Fuente: Elaboración propia

6.4 Aplicación del Análisis Bromatológico

Por otro lado, también se llevó a cabo un examen bromatológico en el laboratorio de Nutrición Animal del Colegio de Postgraduados, de los alimentos ofrecidos individualmente y en conjunto para cada grupo del estudio, tomando como base los métodos de análisis proximal de Weende y Van Soest (Van Soest et al., 1991).

La recolección de muestras para realizar el examen se realizó mediante la técnica de Hand Plucking, es decir, se tomaron utilizando las manos y jalando hacia arriba, esto con la finalidad de simular los bocados del animal cuando recoge el pasto en el potrero (Dulau, 2011); en este caso, se tomaron muestras de alfalfa, ensilado y concentrado. (Figuras 44-46). Una vez las muestras son recolectadas, se depositan en bolsas selladas para no afectar su composición y se identifican para posteriormente llevarlas al laboratorio.

Figura 44

Muestra de alfalfa

Fuente: Elaboración propia

Figura 45

Muestra de ensilado



Fuente: Elaboración propia

Figura 46

Muestra de concentrado



Fuente: Elaboración propia

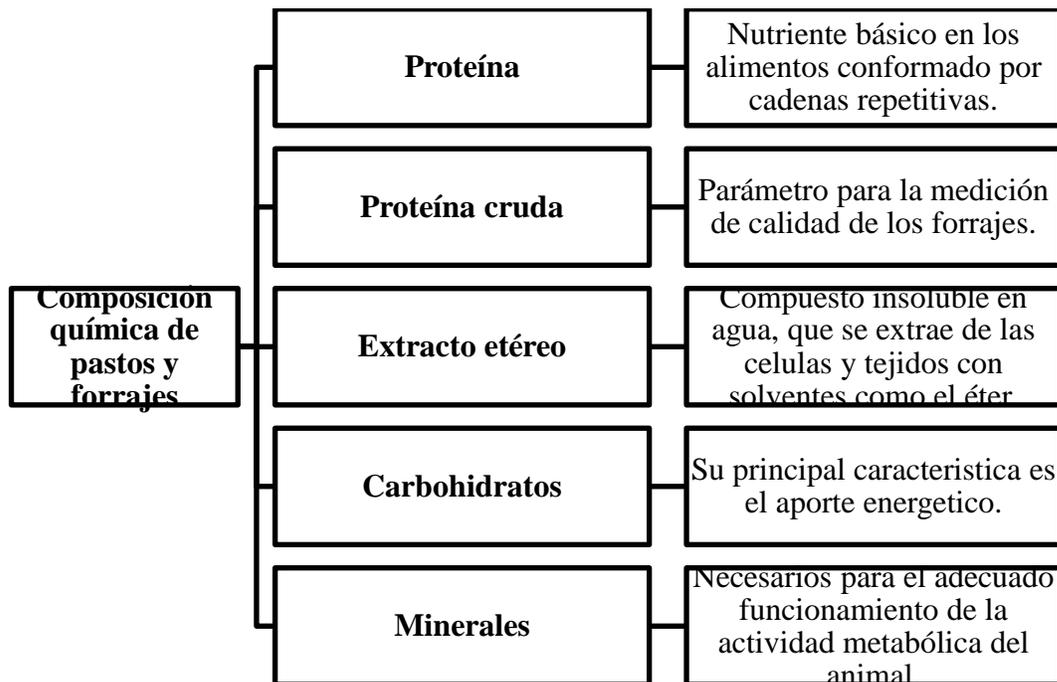
En proceso de alimentación de los animales con forrajes, resulta obligatorio suministrar datos relacionados con análisis químicos de los alimentos para que los productores ajusten las raciones de las dietas de manera oportuna. Un aspecto importante en este tipo de análisis en el laboratorio es determinar la materia seca parcial (MSP), para después proceder a realizar el análisis de la composición química de los alimentos. Determinar la MSP tarda aproximadamente 48 horas, y es posible realizarla mediante distintos mecanismos.

Los forrajes son gramíneas o leguminosas de la familia Poaceae (Instituto Nacional Tecnológico - INATEC, 2016), conformadas por tejidos que a su vez contienen células, las cuales están compuestas de agua y materia seca (Gómez, 2011), cosechadas para suministrar a los animales.

La composición química de los pastos y forrajes la forman los nutrientes orgánicos y minerales, que influyen de forma directa en su calidad. Estos factores se detallan en las siguientes imágenes. (Figuras 47-48).

Figura 47

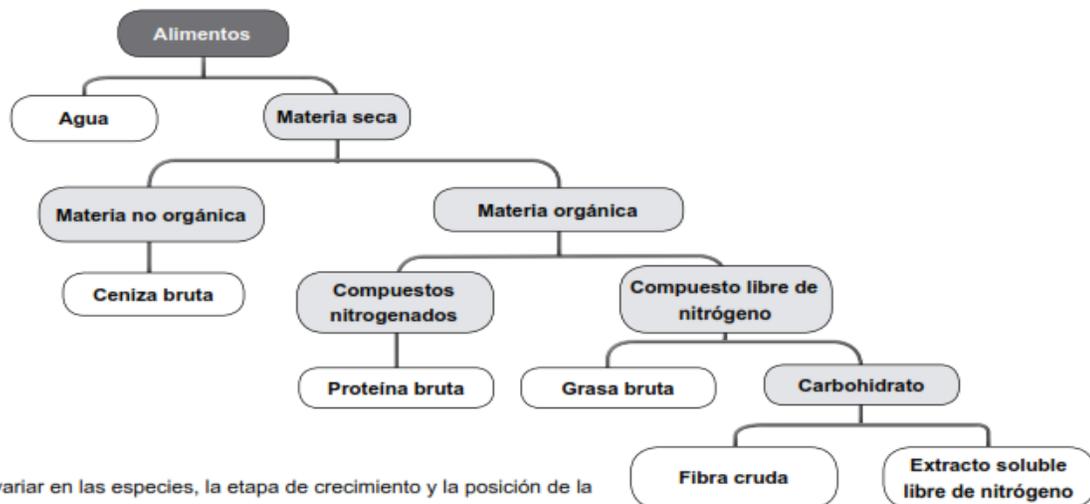
Composición química de pastos y forrajes



Fuente: (INATEC, 2016)

Figura 48

Componentes de los pastos y plantas forrajeras



Agua: variar en las especies, la etapa de crecimiento y la posición de la planta.

Ceniza Bruta: los elementos excepto carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.

Proteína Bruta: proteínas, aminoácidos y otros compuestos de nitrógeno.

Grasa Bruta: lípidos de éter.

Fibra Cruda: celulosa y lignina, etc.

ELN: otros componentes distintos de los anteriores.

Fuente: (INATEC, 2016)

Se considera que la humedad es la cantidad de agua contenida en los alimentos, entonces, la diferencia entre el peso total del alimento y el contenido en agua que esta posee, es lo que se conoce como materia seca. En consecuencia, el valor total de MS parcial o total es la cantidad de muestra resultante, después de excluir total o parcialmente el agua que contiene (Gómez, 2011), por medio del proceso de secado a un tiempo y una temperatura definida.

En este caso, la determinación de la materia seca parcial (MSP), se realizó de la siguiente manera:

1. Se deben utilizar bandejas de aluminio limpias, en este caso 4 por alimento.
2. Pesarse la bandeja de aluminio vacía con exactitud (P1). (Figura 49).

Figura 49

Peso de las bandejas de aluminio



Fuente: Elaboración propia

3. Agregar el material de muestra hasta llenar la bandeja (Figura 50) y registrar el peso de la bandeja más la muestra húmeda (P2). (Figura 51).

Figura 50

Bandejas de aluminio con los alimentos



Fuente: Elaboración propia

Figura 51

Peso de las bandejas con las muestras



Fuente: Elaboración propia

4. Colocar la bandeja con la muestra húmeda en el horno de convección de aire forzado con temperatura de 50°C por un período de 48h. (Figura 52).

Figura 52

Muestras en el horno de convección



Fuente: Elaboración propia

5. Luego del periodo de tiempo indicado con anterioridad, se retira la bandeja con la muestra parcialmente seca del horno. (Figura 53).

Figura 53

Muestras parcialmente secas



Fuente: Elaboración propia

6. Pesar la bandeja con la muestra parcialmente seca y registrar el valor (P3). (Figura 54).

Figura 54

Peso de las bandejas con las muestras parcialmente secas



Fuente: Elaboración propia

7. Posteriormente, se realiza el proceso de molienda (Figura 55), para obtener los alimentos molidos y realizas los análisis respectivos. (Figura 56, 57, 58).

Figura 55

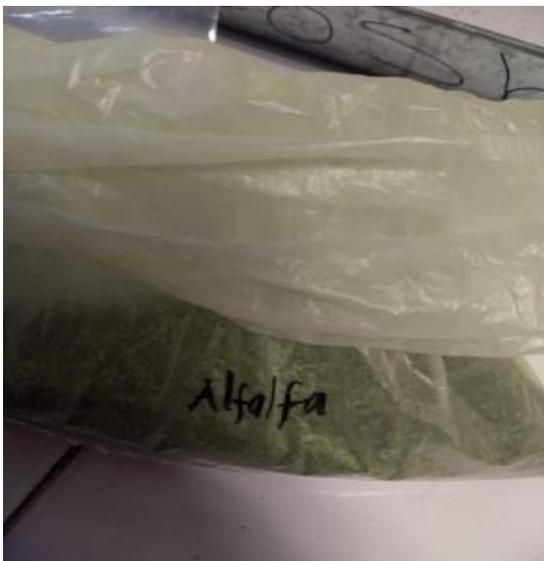
Proceso de trituración en el molino de muestras



Fuente: Elaboración propia

Figura 56

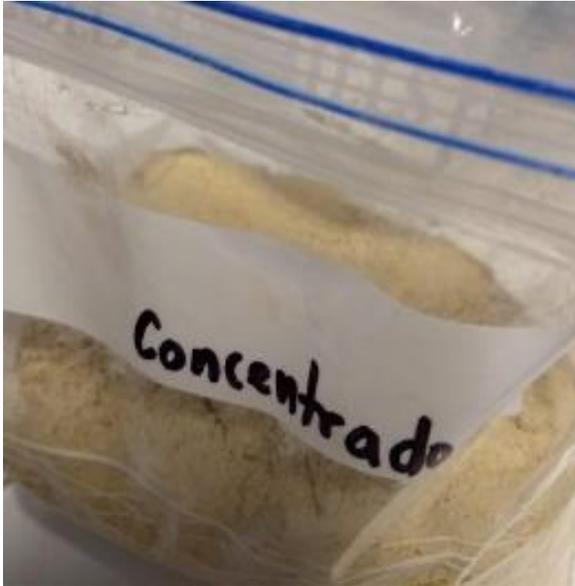
Muestra de alfalfa molida



Fuente: Elaboración propia

Figura 57

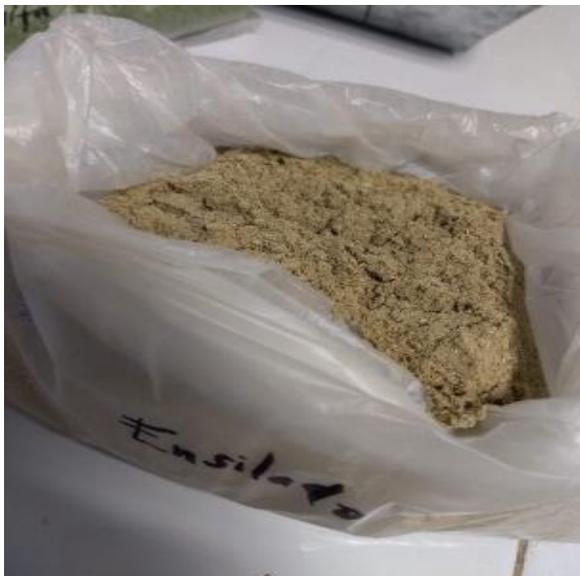
Muestra de concentrado molida



Fuente: Elaboración propia

Figura 58

Muestra de ensilado molida



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 33 se detallan los valores que se mencionan en el paso a paso anterior.

Tabla 33

Materia seca parcial

Materia Seca	# de muestras	Peso de la charola	Peso charola + Alimento	Peso húmedo sin charola	Peso seco parcial con charola	Peso seco parcial sin charola	Materia seca parcial	Promedio materia seca parcial
Alfalfa	1	14,70	69,10	54,40	24,50	9,80	18,01	16,73
	2	14,70	64,70	50,00	22,40	7,70	15,40	
	3	14,70	72,30	57,60	24,60	9,90	17,19	
	4	14,80	73,00	58,20	24,30	9,50	16,32	
Ensilado	5	14,20	137,50	123,30	52,90	38,70	31,39	31,93
	6	15,60	125,50	109,90	50,40	34,80	31,67	
	7	14,70	134,10	119,40	54,00	39,30	32,91	
	8	14,00	101,20	87,20	41,70	27,70	31,77	
Concentrado	9	14,80	138,70	123,90	127,00	112,20	90,56	90,63
	10	14,50	126,00	111,50	115,40	100,90	90,49	
	11	14,30	127,10	112,80	116,40	102,10	90,51	
	12	14,60	169,70	155,10	155,70	141,10	90,97	

Fuente: Elaboración propia

Determinar la cantidad de humedad del forraje es un proceso que regularmente se utiliza en investigaciones relacionadas con praderas y cultivos forrajeros, para conocer estimaciones de rendimiento, cantidad de MS disponible y los nutrientes de los forrajes (Gómez, 2011). Por esta razón, se considera importante hallar las cantidades de nutrientes que necesitan los animales. Estos cálculos se realizan con base a la materia seca total (MST) (Petruzzi et al., 2005).

El proceso para determinar la materia seca total (MST), se realizó de la siguiente manera:

1. Todo el proceso se realiza en triplicado, es decir, tres muestras para cada uno de los alimentos recolectados.
2. Se remueven los crisoles de porcelana del horno utilizando pinzas de metal (Figura 59) y se colocan en un desecador. (Figura 60). Esperar 15 minutos mientras los crisoles se enfrían.

Figura 59

Retiro de los crisoles del horno con pinzas de metal



Fuente: Elaboración propia

Figura 60

Crisoles en el desecador



Fuente: Elaboración propia

3. Remover el crisol del desecador con una pinza de metal y registrar su peso. El peso se debe registrar con una balanza analítica (P1).
4. Sin remover el crisol de la balanza, se añade con cuidado un gramo de muestra y se registra el peso con la mayor exactitud (P2). Esto se realiza para cada una de las muestras recolectadas. (Figura 61).

Figura 61*Crisoles con muestra*

Fuente: Elaboración propia

5. Retirar el crisol de la balanza analítica y colocar en el horno de convección de aire forzado a una temperatura de 100°C durante 24horas.
6. Terminado el periodo de secado, se remueven los crisoles del horno en un desecador, teniendo las mismas precauciones anteriormente mencionadas. Se dejan enfriar.
7. Se registra el peso del crisol más la muestra seca (P3).

En la tabla 34 se detallan los valores que se mencionan en el paso a paso anterior.

Tabla 34*Materia seca total*

Muestra	# de mu estr a	Peso del crisol	Peso del crisol + Muestr a	Peso de la muestr a	Peso del crisol con muestr a seca	Peso muestra seca	Mater ia seca total	Promed io materia seca total
Alfalfa	1	13,785	14,782	0,997	14,743	0,958	0,961	0,9620
Alfalfa	2	14,204	15,202	0,998	15,167	0,963	0,966	
Alfalfa	3	14,039	15,034	0,995	14,995	0,955	0,960	
Ensilado	4	13,756	14,753	0,997	14,717	0,962	0,964	0,9634
Ensilado	5	13,899	14,890	0,991	14,850	0,951	0,959	
Ensilado	6	14,099	15,091	0,992	15,058	0,959	0,967	
Concentrado	7	13,592	14,591	0,999	14,551	0,959	0,960	0,9620
Concentrado	8	14,610	15,611	1,001	15,572	0,961	0,961	
Concentrado	9	13,954	14,952	0,998	14,917	0,963	0,966	

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del examen bromatológico se detallan en la tabla 35.

Tabla 35*Resultados del examen bromatológico*

Alimento	% de humedad	% de proteína	% de extracto etéreo	% de cenizas	% de materia orgánica	% de FDN	% de FDA
Alfalfa	83,27	27,08	2,04	11,93	88,07	28,93	21,98
Ensilado	68,07	5,27	2,62	6,02	93,98	56,04	39,06
Concentrado	9,37	10,94	3,21	4,08	95,92	10,48	5,09

Nota. FDN = Fibra detergente neutro, FDA = Fibra detergente ácido. Fuente: Elaboración propia

Además, se estableció la composición de la dieta por grupos. (Tabla 36).

Tabla 36*Composición de la dieta por grupos*

Dieta	% de humedad	% de proteína	% de extracto etéreo	% de cenizas	% de materia orgánica	% de FDN	% de FDA
Grupo 1	72,06	21,00	2,28	9,89	90,10	32,19	23,44
Grupo 2	75,75	21,60	2,23	10,24	89,75	33,46	24,52

Nota. FDN = Fibra detergente neutro, FDA = Fibra detergente ácido. Fuente: Elaboración propia

7. Conclusiones

La actividad pecuaria en México es considerada una de las más importantes por sus aportes a la economía (Villegas-Durán et al., 2001), además de los productos que se desagregan de la misma pertenecientes al sector lácteo. Todo esto, genera costos inmersos en el proceso que deben ser identificados para poder determinar las utilidades de la empresa ganadera, las cuales son afectadas directamente por los costos de producción, que son fuente importante al momento de tomar decisiones para la mejora de la competitividad.

En la medida que los costos de producción aumentan, se hace necesario tener presente el total de los insumos y los costos asociados a los factores inmersos en la producción, aspecto trascendental, ya que los costos relacionados con los insumos alimenticios son los de mayor relevancia en la rentabilidad de las vacas, lo cual representa un alto porcentaje de las operaciones de variación en los costos totales (Mulliniks et al., 2020).

Mediante el análisis económico se evidenciaron las variables involucradas en el proceso de alimentación del ganado. En la elaboración de forraje se analizó la preparación del terreno (barbecho, rastreo y sembradora) con representación del 36%, las semillas (alfalfa y orchard) con equivalencia del 54% y la fertilización (fosfato diamónico) con representatividad del 10%.

Para el caso del ensilado se evaluaron: la preparación del terreno (barbecho, rastreo y sembradora) que representa el 10% de los costos totales para su elaboración, semilla (maíz, inoculante) que equivale al 15%, el proceso de fertilización (fosfato diamónico, urea, foliar, además involucra la mano de obra) con representación del 15%, el riego con equivalencia del 5%, la cosecha con porcentaje del 16%, además la preparación del silo con un 26% y otros gastos (imprevistos) que corresponden al 16%.

Por otro lado, en el ensilado solo se evaluaron los componentes inmersos en su elaboración los cuales fueron: gluten (24%), grasa de sobrepaso (7%), maíz rolado (42%), melaza (3%), sorgo molido (20%) y minerales (4%). Todas estas variables de acuerdo con el estudio realizado pueden ser cubiertas por los ingresos que se obtienen producto de la venta de leche.

Asimismo, se determinó que los costos de alimentación para las vacas objeto de estudio en comparación con los ingresos de la venta de la leche, representan un 20,3% y 21,9% respectivamente para el grupo 1 y grupo 2.

Además, como resultado del método AHP realizado, se ha encontrado que la prioridad general más alta se ha alcanzado por la alternativa denominada diferentes tipos de raciones. Lo que significa que es la más eficiente al momento de reducir en costos de alimentación, al disminuir las cantidades de ensilado que se suministran al ganado y aumentado la oferta de forraje. Generando una reducción anual de USD\$444 para los dos grupos de vacas establecidos.

Ahora bien, la correcta estructuración del sistema de costos debe ser una herramienta que facilite el análisis, asimismo debe representar la situación financiera en conjunto con los recursos utilizados en los distintos procesos que se desarrollan en la organización (Mejía-Argueta y Higuiter-Salazar, 2015). Por esta razón, es de vital importancia la estructuración del sistema para la adecuada representación y relación de los costos.

Por otra parte, de acuerdo con Galván (1991) en el incremento de la producción láctea tienen incidencia dos aspectos primordiales que son la genética, clave para el aumento de la producción, ya que se elevan los genes deseables. Es decir, las vacas con elevado mérito genético tienden a convertir más efectivamente el alimento en leche (Mayer, 2012). Por otro lado, se encuentra el factor ambiental, conformado por la alimentación de los animales, manejo, cuidado e instalaciones.

Asimismo, el consumo y la eficiencia de conversión alimenticia se encuentran estrechamente ligados con la producción de leche, que obedece a la eficiencia de los recursos de alimentación del ganado para así propiciar mejoras productivas y económicas. Estas variables son trascendentales en la rentabilidad de la empresa ganadera, por su influencia en los costos de producción.

En el presente estudio, las vacas pertenecientes al grupo 1 (altas productoras) con producción de leche promedio por vaca de 19.44 litros/día consumieron 16.28 kg de MS, en tanto que, las vacas del grupo 2 (bajas productoras) presentaron una producción láctea en promedio de

13.85 litros día y consumieron 15.38 kg de MS. Constatando que, entre mayor sea la producción de leche, de igual forma será la ingesta de alimentos. En este caso, la diferencia fue de 5.53% en cuanto a consumo y 28.75% referente a la producción.

El contenido de grasa en la leche de las vacas Holstein, se ubica entre los 3,5 y 4,7% (García et al., 2014). Las vacas bajas productoras presentaron un porcentaje de grasa en la leche equivalente a 4.04, mientras que en las vacas altas productoras fue de 3.34. Este incremento en el nivel de grasa para el grupo 2 podría adjudicarse a los efectos menores de dilución por la menor cantidad de leche que producen las vacas. Bargo, Delahoy, Schroeder y Muller (2006) exponen que, el sistema de alimentación del ganado puede alterar directamente la composición de ácidos grasos en la leche de las vacas, lo que tiene efectos en la salud humana y en las características fisicoquímicas de la grasa de la leche. Consecuentemente ello podría tener un valor agregado al producto, particularmente si consideramos el tipo y cantidad de ácidos grasos.

Por otro lado, en el estudio de materia seca, las vacas consumieron 15,73kg/día, conforme con lo establecido por National Research Council (2001). Las vacas lecheras con peso vivo aproximado de 454 kg tienen un consumo de 16 kg de MS, además requieren una dieta de proteína cruda con equivalencia del 15,1%. En este caso los porcentajes de MS son similares; los porcentajes de proteína en las vacas altas productoras fue del 21%, para las bajas productoras fue de 21,6%, quiere decir, que se exceden los niveles de proteína en ambos grupos y probablemente excesos de energía en el grupo 2, debido que, su producción de leche que es más reducida comparada con las del grupo 1. Desde otra perspectiva Castro-Hernández et al (2014) prueban que al aumentar la energía de las vacas, se incrementaba la grasa de la leche.

8. Recomendaciones

El registro de la producción diaria o mensual de todos los insumos que se utilizan en el proceso de la obtención de leche es un requerimiento necesario para poder estimar el costo total de producción de un litro de leche. Asimismo, es de suma importancia llevar el control de los litros que son vendidos.

En las explotaciones lecheras un factor clave es la obtención de menores costos por litro de leche para así aumentar la rentabilidad por hectárea, y de esta forma obtener mayor producción de leche. Esto es posible si se logra una mayor producción, alimentando vacas más productivas por hectárea; en este caso es evidente que se obtiene una mayor rentabilidad con la utilización de vacas altas productoras por su producción de leche.

La elaboración y suministro de raciones de alimentación que incluyan ensilado, concentrados y forrajes conforme a una clasificación previa del ganado, sugiere una estrategia eficiente para la disminución de los costos asociados a la alimentación.

9. Referencias

- Absalón-Medina, V., et al. (2012). Limitations and potentials of dual-purpose cow herds in Central Coastal Veracruz, Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 44(6), 1131–1142. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-0049-1>
- Adelberg, P., Fabozzi, F. y Polimeri, R. (1993). *Contabilidad de costos. Conceptos y aplicaciones para la toma de decisiones gerenciales* (Vol. 4). Mc Graw Hill.
- Agencia de Noticias UN. (2014). *Abonos orgánicos minimizan costos de producción en agricultura*. <https://www.virtualpro.co/noticias/abonos-organicos-minimizan-costos-de-produccion-en-agricultura>
- Akbaridoust, G., et al. (2014). Influence of different systems for feeding supplements to grazing dairy cows on milk fatty acid composition. *Journal of Dairy Research*, 81(2), 156–163. <https://doi.org/10.1017/S002202991400003X>
- Albarrán-Portillo, B., et al. (2019). Socioeconomic and productive characteristics of dual purpose farms based on agrosilvopastoral systems in subtropical highlands of central Mexico. *Agroforestry Systems*, 93(5), 1939–1947. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0299-2>
- Anrique, R., Molina, X. y Alfaro, M. (2014). Composición de alimentos para ganado bovino. In *Universidad Austral de Chile* (Vol. 4, Issue 4).
- Arroniz, J. V. y Rivera, P. D. (2010). Caracterización socioeconómica y tecnológica de los sistemas ganaderos en siete municipios del estado de Veracruz, Mexico. *Zootecnia Tropical*, 27(4), 427–436.
- Baffoe, G. (2019). Exploring the utility of Analytic Hierarchy Process (AHP) in ranking livelihood activities for effective and sustainable rural development interventions in developing countries. *Evaluation and Program Planning*, 72(October 2018), 197–204. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2018.10.017>

- Barfield, J. T., Raiborn, C. A. y Kinney, M. R. (2004). Contabilidad de costos, tradiciones e innovaciones. In *Buenos Aires. Argentina* (5ta ed.). Editorial Thompson.
- Bargo, F., Delahoy, J. E., Schroeder, G. F. y Muller, L. D. (2006). Milk fatty acid composition of dairy cows grazing at two pasture allowances and supplemented with different levels and sources of concentrate. *Animal Feed Science and Technology*, 125(1–2), 17–31. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.05.010>
- Benmouss, K., Laaziri, M., Khouliji, S., Kerkeb, M. L. y El Yamami, A. (2019). AHP-based Approach for Evaluating Ergonomic Criteria. *Procedia Manufacturing*, 32, 856–863. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.294>
- Bolívar, H., Trocóniz, J. y Ruíz, A. (2016). Diseño Y Evaluación De Una Estructura De Costos De La Ganadería Bovina En El Estado Barinas, Venezuela | Design and Evaluation of a Cost Structure of Bovine Raising in Barinas State, Venezuela. *Saber*, 28(4), 761–774.
- Botero, L. y Rodríguez, D. (2006). Costo de producción de un litro de leche en una ganadería de el sistema doble propósito, Magangué, Bolívar. *Revista MVZ Córdoba*, 11(2), 806–815. <https://doi.org/10.21897/rmvz.444>
- Braithwaite, A. y Samakh, E. (1998). The Cost-to-Serve Method. *The International Journal of Logistics Management*, 9(1), 69–84. <https://doi.org/10.1108/09574099810805753>
- Buza, M. H., Holden, L. A., White, R. A. y Ishler, V. A. (2014). Evaluating the effect of ration composition on income over feed cost and milk yield. *Journal of Dairy Science*, 97(5), 3073–3080. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7622>
- Cámara Nacional de Industrial de la Leche - CANILEC. (2018). *Estadísticas del sector lácteo 2010-2017*. <https://www.canilec.org.mx/estadisticas.html>
- Cámara Nacional de Industrial de la Leche - CANILEC. (2019). *Estadísticas del sector lácteo*. <https://www.canilec.org.mx/estadisticas.html>

- Cardona, A. A. y Zapata, B. E. S. (1998). *Costos y métodos de costeo: Aplicación y análisis para el sector agropecuario*. Fodun.
- Castro-Hernández, H., et al. (2014). Efecto del nivel de concentrado sobre el perfil de ácidos grasos de la leche de vacas holstein en pastoreo. *Agrociencia*, 48(8), 765–775.
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria -CEDRSSA. (2019). *El sector agropecuario en el PIB*. http://www.cedrssa.gob.mx/post_el_-n-sector_agropecuario_en_el_pib-n-_-segundo_trimestre_de_2019-_.htm.
- Consejo Nacional Agropecuario. (2019). *Reporte de indicadores macroeconómicos y del sector agroalimentario*.
- Datta, A. K., Haider, M. Z. y Ghosh, S. K. (2019). Economic analysis of dairy farming in Bangladesh. *Tropical Animal Health and Production*, 51(1), 55–64. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1659-7>
- Domínguez, R., et al. (2014). Análisis de costos y estrategias productivas en la lechería de pequeña escala en el periodo 2000-2012. *Contaduría y Administración*, 59(2), 253–275. [https://doi.org/10.1016/s0186-1042\(14\)71262-8](https://doi.org/10.1016/s0186-1042(14)71262-8)
- Dulau, D. (2011). Estimación del consumo de bovinos en pastoreo. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1–9. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4899.8801>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO y Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural-SAGARPA. (2014). *México: el sector agropecuario ante el desafío del cambio*. <http://www.fao.org/3/a-i4093s.pdf>.
- Gallardo, N., Villamar, A., Perez, F. y Olivera, C. (2004). *Situación de la producción de leche de bovino en México*.
- Galvan, P. O. (1991). Mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche. *Ciencia Veterinaria*, 5, 67–88.

<http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CvVol5/CVv5c4.pdf>

García, C. A. C., Montiel, R. L. A. y Borderas, T. F. (2014). Grasa y proteína de la leche de vaca: componentes, síntesis y modificación. *Archivos de Zootecnia*, 63(241), 85. <https://doi.org/10.21071/az.v63i241.592>

Gómez, J. (2011). *Evaluación del secado en horno microondas como método alternativo para la determinación de materia seca parcial en muestras de ballica (Lolium perenne)*. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/fag633e/doc/fag633e.pdf>

Gómez-Osorio, L. M., Posada-Ochoa, S. L., Olivera-Ángel, M., Rosero-Noguera, R. y Aguirre-Martínez, P. (2017). Análisis de rentabilidad de la producción de leche de acuerdo con la variación de la fuente de carbohidrato utilizada en el suplemento de vacas holstein. *Revista de Medicina Veterinaria*, 1(34), 9. <https://doi.org/10.19052/mv.4251>

Hargadon, B. J. y Cárdenas, A. M. (1974). *Contabilidad de costos*. Norma.

Henao, D. (2011). *Costos de producción de un litro de leche* [Corporación Universitaria Lasallista]. <https://doi.org/10.16194/j.cnki.31-1059/g4.2011.07.016>

Hou, X. (2006). Developing modern high efficient herbage industry to support dairy industry development. *China Dairy*, 9, 21–22.

Instituto Nacional Tecnológico - INATEC. (2016). Pastos y forrajes. In *Revista Científica* (Vol. 22, Issue 0).

Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía-INEGI. (2006). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Asunción Nochixtlan, Oaxaca*. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*.

Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía-INEGI. (2010). *Población municipio de Texcoco*. <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=15>

Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía-INEGI. (2019). *Producto Interno Bruto*.

<https://www.inegi.org.mx/temas/pib/>

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-INIFAP. (2014). *Manual de producción de ganado lechero en el Estado de Nayarit*. http://infolactea.com/wp-content/uploads/2017/04/anu_96-25-2014-05-2.pdf

Krakhmal, V. (2006). Customer profitability accounting in the context of hotels. In E. Harris y M. Mongiello (Eds.), *Accounting and Financial Management, Developments in the international hospitality industry*. Oxford, Butterworth-Heinemann.

Li, S., Knights, P. y Dunn, D. (2008). Geological uncertainty and risk: implications for the viability of mining projects. *Journal of Coal Science and Engineering (China)*, 14(2), 176–180. <https://doi.org/10.1007/s12404-008-0036-y>

Loera, J. y Banda, J. (2017). Industria lechera en México: parámetros de la producción de leche y abasto del mercado interno. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 19(1), 419–426. <https://doi.org/10.18271/ria.2017.317>

Losada, H., Bennett, R., Cortés, J., Vieyra, J. y Soriano, R. (2001). The Mexico City milk supply system: Structure, function, and sustainability. *Agriculture and Human Values*, 18(3), 305–317. <https://doi.org/10.1023/A:1011971105655>

Lujan-Alburquerque, L. (2009). Contabilidad de Costos. In *Primera edición*.

Macdonald, K., et al (2017). Production and economic responses to intensification of pasture-based dairy production systems. *Journal of Dairy Science*, 100(8), 6602–6619. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12497>

Magaña, M. y Leyva, C. (2011). Costos y rentabilidad del proceso de producción apícola en México. *Contaduría y Administración*, 235, 99–119. <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2011.421>

Mayer, A. F. (2012). *Factores que influyen sobre la eficiencia de conversión (alimento en leche)*

- y en la composición de la leche (pp. 1–10).
<http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CvVol5/CVv5c4.pdf>
- Mejía-Argueta, C. y Higueta Salazar, C. (2015). Costo de servir como variable de decisión estratégica en el diseño de estrategias de atención a canales de mercados emergentes. *Estudios Gerenciales*, 31(134), 50–61. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.08.006>
- Montaldo, H. H., Núñez-Soto, S. G., Ruiz-López, F. J. y Castillo-Juárez, H. (2009). Selection response for milk production in conventional production systems in Mexico, using genetic evaluations of Holstein sires from Canada and the United States. *Journal of Dairy Science*, 92(10), 5270–5275. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2145>
- Moreno-Sánchez, E. (2013). Texcoco en lo sociourbano y económico. Periodo 2000-2012. *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*, 15(2013–2), 63–92.
- Morillo, M. (2001). Rentabilidad Financiera y Reducción de Costos. *Actualidad Contable Faces*, 4(4), 35–48. <https://www.redalyc.org/pdf/257/25700404.pdf>
- Mulliniks, J. T., Beard, J. K. y King, T. M. (2020). Invited review: Effects of selection for milk production on cow-calf productivity and profitability in beef production systems. *Applied Animal Science*, 36(1), 70–77. <https://doi.org/10.15232/aas.2019-01883>
- National Research Council. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition, 2001*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9825>
- Oficina Económica y Comercial de España en México. (2016). *Informe economico y comercial México*.
<http://www.comercio.gob.es/tmpDocsCanalPais/0ADA6C5AD08A3760B9C057FD18B19082.pdf>
- Oliveira, A. S. (2015). Meta-analysis of feeding trials to estimate energy requirements of dairy cows under tropical condition. *Animal Feed Science and Technology*, 210, 94–103. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.10.006>

- Orozco, M. J. A. (2017). Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los suelos. In *Corporación Universitaria Lasallista*. http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2036/1/Abonos_organicos_alternativa_conservacion_mejoramiento_suelo.pdf
- Osorio, A. (2010). *Producción de leche en la zona alta de Veracruz*.
- Partido Revolucionario Institucional. (2019). *Plataforma Electoral Municipal Texcoco 2019-2021*. https://www.ieem.org.mx/maxima_publicidad/maxima17_18/InfGral/PLATAFORMAS-2018/docs/Plataformas_Mpales/PRI/100_Texcoco.pdf
- Petruzzi, H. J., Stritzler, N. P., Ferri, C. M., Pagella, J. H. y Rabotnikof, C. M. (2005). Determinación De Materia Seca Por Métodos Indirectos: Utilización Del Horno a Microondas. *EEA INTA, Anguil «Ing.Agr.Guillermo Covas» Boletín de Divulgación*, 88(1), 8–11.
- Posadas-Domínguez, R., Arriaga-Jordán, C. y Martínez-Castañeda, F. (2014). Contribution of family labour to the profitability and competitiveness of small-scale dairy production systems in central Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 46(1), 235–240. <https://doi.org/10.1007/s11250-013-0482-4>
- Posadas-Domínguez, R. R., Callejas-Juárez, N., Arriaga-Jordán, C. M. y Martínez-Castañeda, F. E. (2016). Economic and financial viability of small-scale dairy systems in central Mexico: economic scenario 2010–2018. *Tropical Animal Health and Production*, 48(8), 1667–1671. <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1141-3>
- Posadas-Domínguez, R., et al. (2014). Cost analysis and productive strategies in small-scale dairy systems in the period 2000-2012. *Contaduría y Administración*, 59(2), 253–275. [https://doi.org/10.1016/S0186-1042\(14\)71262-8](https://doi.org/10.1016/S0186-1042(14)71262-8)
- PROLECHE. (2015). *Equipos de ordeño y su mantenimiento*. <http://proleche.com/recursos/documentos/congreso2015/produccion/Charla15.pdf>

- Ramírez-Rivera, E. J., Rodríguez-Miranda, J., Huerta-Mora, I. R., Cárdenas-Cágal, A. y Juárez-Barrientos, J. M. (2019). Tropical milk production systems and milk quality: a review. *Tropical Animal Health and Production*, 51(6), 1295–1305. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01922-1>
- Ramírez, C. G. (2015). *Determinación del costo de producción y estados financieros para el sector ganadero bajo la normativa vigente en el Ecuador*.
- Ramírez, M., et al. (2011). Respuesta productiva de vacas lecheras en pastoreo al maíz fresco picado como suplemento. *Archivos de Zootecnia*, 60(231), 647–657.
- Ranck, E. J., Holden, L. A. y Soder, K. J. (2019). Short communication: Evaluating feed cost, income over feed cost, and the cost of production for milk and crops on 4 case study farms that double cropped winter annual silage and corn silage for 2 years in northern and western Pennsylvania. *Applied Animal Science*, 35(1), 74–82. <https://doi.org/10.15232/aas.2018-01792>
- Rebollar, S., Rebollar, A., Gómez, G. y González, F. (2017). Optimization of the production of milk in Brown Swiss cows supplemented with concentrate. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 41 Julio-, 732–741.
- Restrepo, J., Gómez, J. y Escobar, R. (2018). Utilización de los residuos orgánicos en la agricultura. *Teme*, 1037. <https://doi.org/10.22190/teme1704037m>
- Ríos, G. y Gómez, L. (2008). Analysis of cost for specialized dairy production system an approach to dairy cow analysis: A case study. *Dyna*, 75(155), 37–46.
- Rojo-Rubio, R., et al. (2009). Dual purpose cattle production in Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 41(5), 715–721. <https://doi.org/10.1007/s11250-008-9249-8>
- Ruíz, M. (1999). Clasificación de sistemas de producción animal. *Publicacion CIAT (Colombia)*, 295, 153–164. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=QT1999000068>

- Saaty, T. L. (1988). What is the analytic hierarchy process? In *Mathematical models for decision support* (pp. 109–121). Springer.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-SADER-SIAP. (2018). *Panorama de la leche en México*. <https://doi.org/10.1080/09537280600875273>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural-SAGARPA. (2018). *Panorama de la Leche en México*. <https://doi.org/10.1080/09537280600875273>
- Salinas, P. (2014). *El Sistema De Costos Y La Determinación Del Costo Total De Producción De La Empresa Soprab*".
- Schelhaas, H., et al. (1999). Smallholder Dairying in the Tropics. In *ILRI (International Livestock Research Institute)* (Issue February). <http://www.ilri.org/GIS>
- Secretaria de Economía. (2012). Análisis del Sector Lácteo en México. *Secretaria de Economía*, 1–29.
http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf
- Sraïri, M. T., Benhouda, H., Kuper, M. y Le Gal, P. Y. (2009). Effect of cattle management practices on raw milk quality on farms operating in a two-stage dairy chain. *Tropical Animal Health and Production*, 41(2), 259–272. <https://doi.org/10.1007/s11250-008-9183-9>
- Tepox, R. y Rabling, F. (2016). *Manejo productivo y eficiencia económica en establos lecheros familiares en Texcoco, Estado de México*. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Torres, O. P. N. (2017). Los costos de la alimentación en la producción pecuaria. *Selva Andina, Animal Science*, 4(2), 93–94.
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2012). *Costos*. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B. y Lewis, B. A. (1991). Methods for Dietary Fiber, Neutral

- Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583–3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Vanegas, S. F. (2019). *Plan de Desarrollo Municipal 2019-2021*. file:///G:/Estancia - Programa Delfín/Costos de producción de leche/PDM.pdf
- Vera, A., et al. (2009). *Producción de Leche de Bovino en el Sistema Familiar. INIFAP CIRGOC. Libro Técnico Núm. 24*. (p. 382).
- Vilaboa-Arroniz, J., et al. (2008). Socioeconomical and technological characterization of agroecosystems with dual purpose cattle in the Papaloapan región, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(1), 53–62.
- Villegas-Durán, G., Bolaños-Medina, A. y Olguín-Prado, L. (2001). La ganadería en México. In *Instituto de Geografía de México*. <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/65/66/199-1>
- Zhang, C., Campana, P. E., Yang, J., Yu, C. y Yan, J. (2018). Economic assessment of photovoltaic water pumping integration with dairy milk production. *Energy Conversion and Management*, 177(October), 750–764. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.09.060>
- Zhou, Z., Tian, W., Wang, J., Liu, H. y Cao, L. (2012). Food consumption trends in China. *Australian Government Department of Agriculture, Fisheries and Forestry.*, 1–143.