



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
Y FORESTALES



**Programa de Maestría en Producción Agropecuaria con
opción terminal en el área Pecuaria**

Tesis:

Propuesta de Modelo Integral de Servicios Agropecuarios
para la Sostenibilidad de la Ganadería Bovina en Morelia,
Michoacán

Para obtener el grado de

Maestra en Producción Agropecuaria con opción terminal en
el área Pecuaria

Presenta:

MVZ Diana Ponce de León Ponce de León

Director de tesis:

Dr. Guillermo Salas Razo

Morelia, Michoacán, Mayo del 2025



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y
FORESTALES



**Programa de Maestría en Producción Agropecuaria con
opción terminal en el área Pecuaria**

Tesis:

Propuesta de Modelo Integral de Servicios Agropecuarios para la
Sostenibilidad de la Ganadería Bovina en Morelia, Michoacán.

Para obtener el grado de

Maestra en Producción Agropecuaria con opción terminal en el área
Pecuaria

Presenta:

MVZ Diana Ponce de León Ponce de León

Comité tutorial:

Director de Tesis:

Dr. Guillermo Salas Razo

Cuerpo tutorial:

Dr. Mauricio Perea Peña

Dr. Encarnación Ernesto Bobadilla Soto

Dr. Enrique Pascual Alvarado

Dr. Carlos Rafael Reyes Ramírez

Morelia, Michoacán, Mayo del 2025

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas e instituciones que, de manera directa o indirecta, contribuyeron al desarrollo y culminación de este trabajo de tesis para obtención de grado de Maestría en Producción Agropecuaria.

A mi Director de Tesis **Guillermo Salas Razo**, quien no solo me brindó una guía invaluable durante la realización de esta tesis, sino que también fue una fuente constante de motivación que me impulsó a enfrentar los retos y superar los límites que creía tener.

A mis asesores, el Dr. **Mauricio Perea Peña**, el Dr. **Encarnación Ernesto Bobadilla Soto**, el Dr. **Enrique Pascual Alvarado** y el Dr. **Carlos Rafael Reyes Ramírez**, por su disponibilidad y accesibilidad para brindarme apoyo y asesorías, así como por sus comentarios y sugerencias que fueron aportaciones significativas en este trabajo y en el desarrollo de mis habilidades académicas y profesionales.

A la Dra. **Iris Yadín Rubio Aranda** por su guía y acompañamiento en todo lo que trabajamos juntas en desarrollo del trabajo, así como a mi compañero de maestría Lic. **César Castro Peña** por todo el apoyo brindado.

A mis compañeros y amigos **Erika Marlene Mata López** y **Daniel Madrigal González**, por su increíble amistad y por compartir este camino conmigo desde el inicio y hacerlo divertido.

Agradezco en general al Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), al Cuerpo Académico 262 Sistemas Sustentables de Producción

Agropecuaria, al Laboratorio de Innovación Agropecuaria, y al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT).

DEDICATORIA

A mi esposo *Rodrigo Flores Alonso* e hija *Grettel Flores Ponce de León*, por ser mi mayor motivación e inspiración en la vida.

A mis padres *Heriberto Bernardo Ponce de León Berber* y *Ma Guadalupe Ponce de León Rodríguez*, por ser mi ejemplo de vida y de valores, e impulsarme a transformar mis sueños en metas.

A mis hermanos, *Heriberto* y *Andrés*, a mi cuñada, *Estefany*, y a mi sobrino, *Axel*, por su apoyo, cariño y aliento constante.

A la familia de mi esposo, *Eleazar*, *Ángeles* y *Susana*, por su apoyo y cercanía durante esta etapa.

Y a mi abuela *Esperanza Rodríguez* con un recuerdo especial, quien desde el cielo me ha acompañado con su amor eterno y bendiciones.

RESUMEN

La ganadería bovina es una actividad de importancia económica y social, que, en el municipio de Morelia Michoacán, esta se desarrolla principalmente en las áreas rurales, siendo en su mayoría unidades de producción a pequeña escala. Sin embargo, existe un abandono y desplazamiento de estas actividades, afectando la producción de alimentos y su contribución económica municipal. Por lo tanto, el objetivo de la investigación es proponer un modelo integral de servicios agropecuarios en una región con actividad ganadera en el municipio de Morelia, para lo cual se optó por una metodología con un enfoque cualitativo fundamentada en la Metodología Acción-Participativa, donde se identificaron características generales sobre aspectos principales del manejo del hato y sus. El diagnóstico participativo de los sistemas ganaderos en la región oeste de Morelia identificó tres modelos productivos: intensivo, extensivo y semi intensivo, con enfoque en leche, carne y crianza de becerros. Las problemáticas o necesidades fueron expresadas por los productores e identificadas por medio de la observación, las cuales fueron la incidencia de mastitis en hatos lecheros, dietas desbalanceadas y escasez de forrajes, intervalos entre partos prolongados, enfermedades y retraso en el crecimiento de terneros, variaciones en la producción de leche anual y de sostenibilidad en el sector agrícola. Basado en el diagnóstico se propusieron estrategias por área como las buenas prácticas de ordeño, higiene de la ubre y monitoreo de la calidad de la leche en el área de sanidad, balanceo de raciones y programas de alimentación del ganado, conservación de forrajes y uso de especies resilientes como el Nopal (*Opuntia spp.*) en el área de alimentación, conservación de calostro bovino en el área de crianza, lacto-inducción hormonal en el área de lactancia e incorporación de prácticas agrícolas sostenibles (siembra directa) en el sector agrícola. Posteriormente se presenta una propuesta de un Modelo Integral de Servicios Agropecuarios como una estrategia de fomento dirigido a productores del sector agroalimentario (agrícola, pecuario y de transformación) en México, que considera tres elementos de fomento: asistencia técnica y la capacitación, fomento a la innovación y tecnología, y la gestión y diseño de proyectos agropecuarios, mediante un diseño flexible que implica una adaptación a las condiciones locales o

regionales, seguido de ello, se presenta una estructuración de Servicios Integrales Agropecuarios, como un modelo de negocios basado en la metodología Canvas, adaptando los servicios a las condiciones y necesidades en la región ganadera de Morelia. Finalmente se concluye que las estrategias propuestas promueven la eficiencia productiva y la sostenibilidad del sector ganadero en Morelia. Para contribuir al fomento del sector, el Modelo Integral de Servicios Agropecuarios ofrece la posibilidad de replicabilidad y adaptación en otras regiones, y la estructuración del modelo mediante la metodología Canvas facilita su operación y viabilidad.

Palabras clave:

Sostenibilidad, Sistemas de Producción, Ganadería Bovina, Asistencia Técnica, Servicios Agropecuarios.

ABSTRACT

*Cattle farming is an economically and socially significant activity in Morelia, Michoacán, primarily developed in rural areas, with most production units operating on a small scale. However, the abandonment and displacement of these activities have negatively impacted food production and its economic contribution to the municipality. Therefore, this research aims to propose a comprehensive agricultural services model in a livestock-active region of Morelia. A qualitative approach based on Participatory Action Methodology was chosen to identify general characteristics related to key aspects of herd management. The participatory diagnosis of livestock systems in western Morelia identified three production models: intensive, extensive, and semi-intensive, focusing on milk, meat, and calf rearing. The main challenges and needs were expressed by producers and identified through observation, including the high incidence of mastitis in dairy herds, unbalanced diets and forage shortages, prolonged calving intervals, diseases and delayed calf growth, variations in annual milk production, and sustainability challenges in the agricultural sector. Based on this diagnosis, area-specific strategies were proposed, such as best milking practices, udder hygiene, and milk quality monitoring in the health sector; ration balancing and livestock feeding programs, forage conservation, and the use of resilient species such as prickly pear cactus (*Opuntia* spp.) in the feeding sector; bovine colostrum conservation in the calf-rearing sector; hormonal lactation induction in the lactation sector; and the incorporation of sustainable agricultural practices (such as direct seeding) in the agricultural sector. Subsequently, a proposal for a Comprehensive Agricultural Services Model is presented as a development strategy aimed at producers in Mexico's agri-food sector (agriculture, livestock, and agroindustry). This model is based on three key elements: technical assistance and training, promotion of innovation and technology, and the management and design of agricultural projects. Its flexible design allows adaptation to local or regional conditions. Additionally, the structuring of Comprehensive Agricultural Services as a business model, using the Canvas methodology, allows services to be tailored to the conditions and needs of the livestock region of Morelia. Finally, the study concludes that the proposed strategies promote productive efficiency and sustainability in the livestock sector in Morelia. To support sector development, the Comprehensive Agricultural Services Model offers the potential for replicability and adaptation in other regions, while its structuring through the Canvas methodology enhances its operational feasibility and viability.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	3
III. OBJETIVOS	3
3.1 Objetivo general	3
3.2 Objetivos específicos.....	3
IV. ANTECEDENTES	5
4.1 Producción de leche y carne en México	5
4.2 Sistemas de Producción Ganaderos.....	5
4.3 Unidades de Producción Agropecuaria	6
4.4 Unidades de Producción Agropecuaria con cría de animales en el estado de Michoacán.....	7
4.5 Producción agropecuaria en el Municipio de Morelia	8
4.6 Extensionismo en México: Limitaciones y aprendizajes.....	14
4.8 Modelos de gestión agropecuaria	17
4.8.1 Modelo Israelí (<i>Kibutz</i>).....	17
4.8.2 Modelo Alpura®	18
5.9.3 Modelo de Gestión de una empresa pública	20
VI. METODOLOGÍA	21
6.1 Localización	21
6.2 Difusión y criterios de integración.....	22
6.3 Diagnóstico de necesidades y áreas de oportunidad	23
6.4 Estrategias por área de acuerdo con características del sistema	24
6.5 Modelo Integral de Servicios Agropecuarios como Fomento en el Sistema Agroalimentario de México	24

6.7 Modelo Integral de Servicios Agropecuarios como Modelo de Negocios.....	24
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
7.1. Características generales de los sistemas de producción ganadero regional e identificación de necesidades	25
7.2 Estrategias de acuerdo con las necesidades categorizadas por área de manejo...29	
7.2.1 Sanidad.....	29
7.2.2 Reproducción	37
7.2.3 Alimentación	39
7.2.4 Crianza / Lactancia	50
7.2.5 Sector agrícola	57
7.3 Modelo Integral de Servicios Agropecuarios.....	59
7.4 Propuesta de Modelo de Negocios de Servicios Integrales Agropecuarios	60
IX. CONCLUSIONES.....	71
XI. BIBIOGRAFÍA.....	73
XII. ANEXOS	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción y superficie sembrada de los principales cultivos anuales ..7	
Tabla 2. Características generales de los sistemas de producción ganadero.....	25
Tabla 3. Problemáticas o necesidades de expresadas por los productores o identificadas de acuerdo con lo referido por los productores y por medio de la observación.	26
Tabla 4. Problemática identificadas y categorización en áreas de manejo.....	27
Tabla 5. Estrategia propuesta de acuerdo con las necesidades identificadas, expresadas como problemática y el área de manejo.	28

Tabla 6. Especificaciones de las características fisicoquímicas de la leche cruda de vaca, establecidas por COFOCALEC.	32
Tabla 7. Análisis de la calidad fisicoquímica de la leche en una muestra proveniente de tres hatos ganaderos.	33
Tabla 8. Clasificación de la leche cruda de vaca de acuerdo con su especificación sanitaria (CSS/ml).	34
Tabla 9. Conteo de células somáticas (CSS) en una muestra de leche proveniente de tres hatos ganaderos de la localidad.	34
Tabla 10. Comparación del requerimiento por día, con el aporte nutricional de dieta habitual, dieta habitual + concentrado.	42
Tabla 11. Composición química de nopal (<i>Opuntia spp</i>) en base húmeda.	48
Tabla 12. Composición nutricional del calostro, la leche de transición y la leche entera.	54
Tabla 13. Servicios especializados de acuerdo con cada área.	66
Tabla 14. Recursos clave del modelo de negocios de servicios integrales agropecuarios.	67
Tabla 15. Estructura de costos general.	69
Tabla 16. Estructura de costos variables desglosados por área de servicio.	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción Ganadera en el Municipio de Morelia del año 2006 al 2020.	9
Figura 2. Precio Promedio de la carne de bovino en el municipio de Morelia del año 2006 al 2020.	10
Figura 3. Porcentaje de incremento o decremento en el precio promedio (\$/Kg) de la carne de bovino vs porcentaje de inflación (2006-2020).	10
Figura 4. Producción de Leche en el Municipio de Morelia del 2006 al 2020.	12

Figura 5. Valor de la Producción de Leche de bovino en el municipio de Morelia del 2006 al 2020. Fuente: tomado y modificado de IMPLAN Morelia (2020).....	12
Figura 6. Precio Promedio por Litro de Leche (\$/Kg/Litro).....	13
Figura 7. Porcentaje de incremento o decremento en el precio promedio (\$/Kg/Litro) de la leche de bovino vs porcentaje de inflación (2006-2020)..	14
Figura 8. Cubiertas del suelo en la Unidad de Gestión Territorial de Capula. .	22
Figura 9. Infografía sobre la mastitis bovina y la técnica de flameado.....	31
Figura 10. Nopal silvestre obtenido del campo para la alimentación del ganado antes (izquierda) y después (derecha) de eliminar las espinas por medio de flameo. Fotos tomadas el día 31 de mayo del 2024.....	47
Figura 11. Modelo de Negocios de Servicios Integrales Agropecuarios.	63

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería es una de las principales actividades económicas del sector primario, la cual provee de alimentos y materias primas de origen animal para la elaboración de subproductos (SIAP, 2024). En el Municipio de Morelia se lleva a cabo principalmente en localidades del área rural que se encuentran a la periferia de la zona urbana y que de acuerdo con el PGN SIINIGA (2021) el municipio cuenta con el mayor número de Sistemas Productivos Ganaderos (SPG), con respecto a otros municipios del estado, siendo en su mayoría a pequeña escala, lo cual en México constituyen aproximadamente el 82% del total de unidades de producción (UP) (CEDRSSA, 2018). Este tipo de producción se caracteriza por tener baja rentabilidad, número reducido de animales, poco grado de tecnificación y predomina la mano de obra familiar (Hernández et al., 2013). Su importancia radica en que aportan al PIB, ayudan a mitigar las importaciones de alimentos de origen animal, generan empleos, son un factor importante en la lucha contra la inseguridad alimentaria, además de que representa una fuente de ingresos esencial para muchos campesinos y comunidades rurales (CEDRSSA, 2018; FAO, 2023).

Sin embargo, de acuerdo a la FAO (2024), los sistemas de producción de alimentos y agrícolas en todo el mundo se enfrentan a desafíos debido a diversas causas como aumento en la demanda de alimentos por el crecimiento del número de personas en el mundo, al hambre y malnutrición, así como a los efectos del cambio climático, la deforestación, sobreexplotación de recursos naturales, pérdida en la biodiversidad y desperdicio de alimentos, por lo que se requiere que estos sistemas sean sostenibles para poder satisfacer las necesidades presentes y futuras, garantizando su rentabilidad, salud ambiental, equidad económica y social. A pesar de a ello, la problemática que enfrenta la producción pecuaria en el municipio de Morelia es que esta ha disminuido mientras que su valor y precio han aumentado, lo cual se debe al desplazamiento de actividades primarias tradicionales, por otras actividades productivas, debido a la falta de recursos y apoyo para impulsar la producción agropecuaria en las áreas rurales. Esto se refleja en la baja participación

de las actividades primarias tanto en el empleo como en la contribución económica total del municipio (Plan Municipal de Desarrollo Morelia [PMDM], 2021).

Sin embargo, al ser sistemas complejos, el nivel de eficiencia en estos sistemas es resultado de una interacción entre sus componentes. Es por ello que a pesar de la investigación e implementación de programas productivos no se han observado grandes avances en el desarrollo del sector pecuario a pequeña escala, debido a que no existe una cabal comprensión de la dinámica y funciones de la ganadería al interior de las unidades de producción, por lo que la falta de identificación de problemas complejos y sus causas mediante una visión sistémica, ha llevado a esfuerzos dispersos y desarticulados de carácter lineal que no respetan la heterogeneidad de los sistemas de producción y no se reconoce que las necesidades surgen de la población y de los sistemas de producción (CEDRSSA, 2018; Ochoa et al., 2022; Rendón et al., 2015), por lo que se reconoce que el conocimiento del funcionamiento del sistema es importante para permitir estrategias apropiadas para fomentar su desarrollo (CEDRSSA, 2018). Por lo tanto, la forma más recomendada para abordar un fenómeno o problema en estos sistemas es mediante un enfoque de sistemas, lo que permite identificar problemas o necesidades, y de ser necesario realizar cambios en los procesos y mejorar la utilización de recursos con el fin de mejorar su eficiencia (Navas y Velázquez, 2014; Carvajal y Quijano, 1996). Así mismo, tomando en cuenta los escenarios globales ya mencionados, y de acuerdo con la agenda 2030 de Desarrollo Sostenible de la FAO, es necesaria la transición hacia sistemas alimentarios sostenibles mediante un enfoque agroecológico que den soluciones contextualizadas a problemas locales partiendo desde la base, que integre la agricultura y los sistemas alimentarios, así como la participación de los actores locales (FAO, 2024). Este proceso puede llevarse a cabo por medio de un modelo integral de servicios agropecuarios, con carácter multidisciplinario, tomando en cuenta las necesidades locales y regionales, bajo un enfoque sistémico.

II. JUSTIFICACIÓN

En el Municipio de Morelia, Michoacán, la actividad ganadera se desarrolla principalmente en comunidades del área rural y producen alimentos como carne y leche, representando una fuente de ingresos para las familias. Sin embargo, su baja rentabilidad y el poco desarrollo, ha generado el abandono de estas actividades, a pesar de las estrategias de fomento municipales y estatales, que están desvinculadas con los centros de investigación, son de carácter lineal y no toman en cuenta la complejidad y necesidades internas de los sistemas de producción ganaderos, por lo que es necesario tener una comprensión sistémica e identificar necesidades y oportunidades de manejo zootécnico para diseñar propuestas y estrategias de manejo. Por ello se propone un modelo integral de servicios agropecuarios en la región Oeste del Municipio de Morelia, Michoacán, que brinde servicios especializados en las características y necesidades de los sistemas de producción ganaderos regionales, partiendo de un diagnóstico participativo, donde los resultados y evidencias pretenden servir de base para la replicación del modelo y ampliar los impactos, con la finalidad de fortalecer y fomentar el sector ganadero regional.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Proponer un Modelo Integral de Servicios Agropecuarios en una región representativa de la actividad ganadera en el Municipio de Morelia, Michoacán.

3.2 Objetivos específicos

3.2.1 Identificar las características generales y necesidades en el sector ganadero regional, a través de métodos participativos y categorizarlas en áreas de manejo.

3.2.2 Elaborar estrategias de acuerdo con las necesidades categorizadas por área de manejo.

3.2.3 Diseñar un Modelo Integral de Servicios Agropecuarios como estrategia de fomento en el sector agroalimentario mexicano.

3.2.4 Elaborar un Modelo Integral de Servicios Agropecuarios como Modelo de Negocios ajustado a las necesidades de la región propuesta.

IV. ANTECEDENTES

4.1 Producción de leche y carne en México

El inventario nacional de bovinos productores de leche hasta el año 2021 fue de 2,642,516, de los cuales 67,467 se encuentran en el estado de Michoacán (SIAP, 2021a), mientras que la producción de leche nacional en 2020 fue de 12 mil 554 millones de litros; sin embargo, para satisfacer la demanda se estimó importar 3 mil 587 millones de litros (28.6% de la producción nacional) (SIAP, 2021b). Los principales productores son los estados de Jalisco, Coahuila, Durango, Chihuahua y Guanajuato, mientras que el estado de Michoacán ocupa el 13 lugar de producción nacional, produciendo hasta el 2020 un total de 365,213 litros de leche.

En cuanto a la producción de carne México ocupa el 7 lugar en la producción de carne de bovino; el inventario nacional de bovinos productores de carne fue de 33,356,369 hasta el año 2021, de los cuales 1,978,505 se encuentran en el estado de Michoacán (SIAP, 2021c). En cuanto a la producción nacional hasta el 2021 de ganado en pie fue de 3,872,195.148 toneladas con un promedio de precio por kilogramo de 36.30 pesos, mientras que Michoacán produjo 182,972.891, ocupando el 13 lugar de producción nacional (SIAP, 2021d).

4.2 Sistemas de Producción Ganaderos

En México existen diferentes sistemas de producción ganadera clasificadas de acuerdo con la tecnología empleada como lo son sistemas de producción intensivos y extensivos y de acuerdo con la afinidad productiva, donde se observan sistemas de producción de carne, leche y doble propósito (carne y leche) vaca-becerro con venta de crías para fines de exportación y vaca-becerro con ordeña estacional (CEDRSSA, 2020).

El sistema de producción intensivo se caracteriza por la cría de animales en ambientes cerrados (estabulados) y mediante condiciones controladas, lo que representa un alto costo de producción debido al manejo de variables como ventilación, calefacción, uso de maquinaria y equipo especializado. Además, el

costo de producción se ve incrementado por la necesidad de fabricar alimentos concentrados y el transporte (CEDRSSA, 2020).

El sistema de producción extensivo se distingue por aprovechar el forraje natural de los pastizales para alimentar al ganado y por criar a los animales en áreas abiertas. A diferencia del sistema intensivo, este enfoque requiere de menor cantidad de energía, aunque implica que los animales deben moverse para encontrar agua y alimento, lo que se traduce en un mayor consumo de recursos. En este sistema, los abrevaderos son cruciales para el ganado, por lo que es esencial considerar la distancia entre los lugares de pastoreo y sombra y los puntos de abrevadero dentro de los potreros, así como la topografía del terreno y la presencia de obstáculos. De esta manera, se puede asegurar que los animales aprovechen de manera óptima el forraje disponible (CEDRSSA, 2020).

4.3 Unidades de Producción Agropecuaria

La unidad de producción agropecuaria se define como una unidad económica que se conforma por uno o varios terrenos ubicados dentro de un mismo municipio, donde se realizan actividades agropecuarias y/o forestales; cuya administración está a cargo de un mismo productor y elementos de producción (maquinaria, equipo, vehículos y mano de obra) (INEGI, 2023).

Del total de la superficie agrícola en el estado (1,518,322 hectáreas), hay un total de 260,419 Unidades de Producción Agropecuaria y Forestal, de las cuales 228,603 son UP activas y cuentan con 1,287,912 hectáreas de superficie agrícola, 517 UP forestales con 16,532 hectáreas agrícolas y un total de 31,299 UP en descanso con 213 hectáreas de superficie agrícola. De la superficie agrícola activa, hay una superficie sembrada de 1,062,071 hectáreas y 225,841 hectáreas no sembradas, de las cuales 134,755 están en descanso y 91,086 se encuentran no sembradas por diferentes motivos tales como mal temporal, falta de dinero o crédito, enfermedad, entre otras. Del total de la superficie agrícola, según la modalidad hídrica hay 505,428 hectáreas de riego y 782,483 hectáreas de temporal (39.2 y 60.8% de la superficie agrícola, respectivamente (INEGI, 2023).

Tabla 1. Producción y superficie sembrada de los principales cultivos anuales

	Maíz grano blanco	Maíz forrajero	Sorgo grano	Sorgo forrajero	Trigo grano	Avena forrajera
Producción (toneladas)	1 846 921	290 331	244 721	151 558	126 622	119 762
Superficie sembrada (hectáreas)	428 825	13 033	58 717	9 445	22 834	12 837

Fuente: a partir de INEGI (2023). Resultados definitivos del Censo Agropecuario 2022

4.4 Unidades de Producción Agropecuaria con cría de animales en el estado de Michoacán

La principal especie productiva en el estado de Michoacán son los bovinos con un total de 1,253,029 cabezas de ganado, que se encuentran en 1,238,893 unidades de producción y 14,136 en viviendas; seguido de la producción de porcinos, aves (gallinas, gallos, pollos y pollitos), ovinos, caprinos y colmenas (INEGI, 2023).

En cuanto a la mano de obra, tienen un total de 1,328,101 de los cuales el 86.7 % son hombres y el 13.3% son mujeres. La mano de obra permanente es de 552,774, categorizado por productores (142,753), familiares con o sin sueldo (274,660 y 37,221 respectivamente), trabajadores con seis o más meses y con seis meses o menos (39,753 y 58,387). En cuanto a la mano de obra eventual (jornaleros), hay un total de 775,327 puestos de trabajo. Del total de los productores, el 31.5% son mayores de 65 años, el 46.3% son mayores de 45 a 65 años, el 22.1% son mayores de 18 a 45 años y el 0.1% son menores de 18 años. El número de tractores propios es de 33,388 de acuerdo con el censo agropecuario 2022, a diferencia de 13,446 en el censo del 2007, con una tasa de crecimiento anual de 6.3%. Del total de UP 228,603, solo el 9.7% (22,120) ha obtenido algún tipo de crédito y el 1.5% (3,504) algún tipo de seguro (INEGI, 2023).

4.5 Producción agropecuaria en el Municipio de Morelia

La producción de tipo agropecuaria en el Municipio de Morelia se realiza en localidades del área rural que se encuentran a la periferia de la zona urbana. Las principales zonas con actividad agropecuaria son la Oeste que colinda con los municipios de Lagunillas y Quiroga y la Sur; sin embargo, ésta última se caracteriza principalmente por la actividad intensiva de cultivos frutícolas como aguacate y frutillas (*berries*); a diferencia de las zonas, además de ser considerada como área de alto valor ambiental (AVA), debido a sus características físicas y bióticas, que proveen servicios ecosistémicos, principalmente desde el punto de vista de la biodiversidad y de la zona Norte dónde se realizan mayormente actividades de tipo industrial (PMDM, 2021). De acuerdo con el PGN SIINIGA (2021) el municipio de Morelia, Michoacán cuenta con el mayor número de sistemas productivos ganaderos, con respecto a otros municipios del estado, siendo un total de 2,026 unidades, los cuales se caracterizan por ser en su mayoría a pequeña escala y un inventario de 49973 cabezas de ganado.

De acuerdo con el Instituto Municipal de Planeación de Morelia (IMPLAN Morelia, 2020), la producción ganadera en el municipio es principalmente de tipo porcina, seguida de la producción bovina. En lo que respecta al ganado bovino, ha mostrado una tendencia a la disminución, el cual redujo de 3517 a 2107 unidades producidas durante el transcurso del 2006 al 2020 (figura 1).

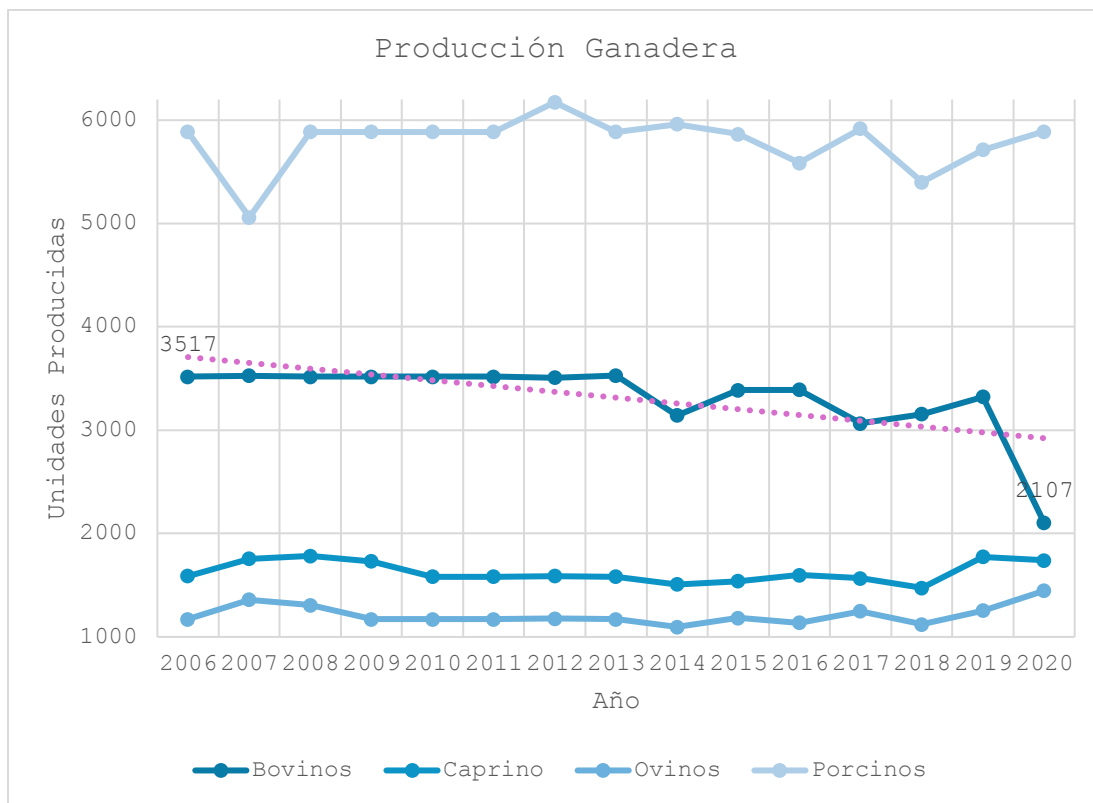


Figura 1. Producción Ganadera en el Municipio de Morelia del año 2006 al 2020. **Fuente:** tomado y modificado de IMPLAN Morelia (2020).

En cuanto al precio promedio de la carne de bovino (\$/Kg), el precio aumentó de 27.72 a 70.08 del año 2006 al 2020, indicando una tendencia al aumento (figura 2).

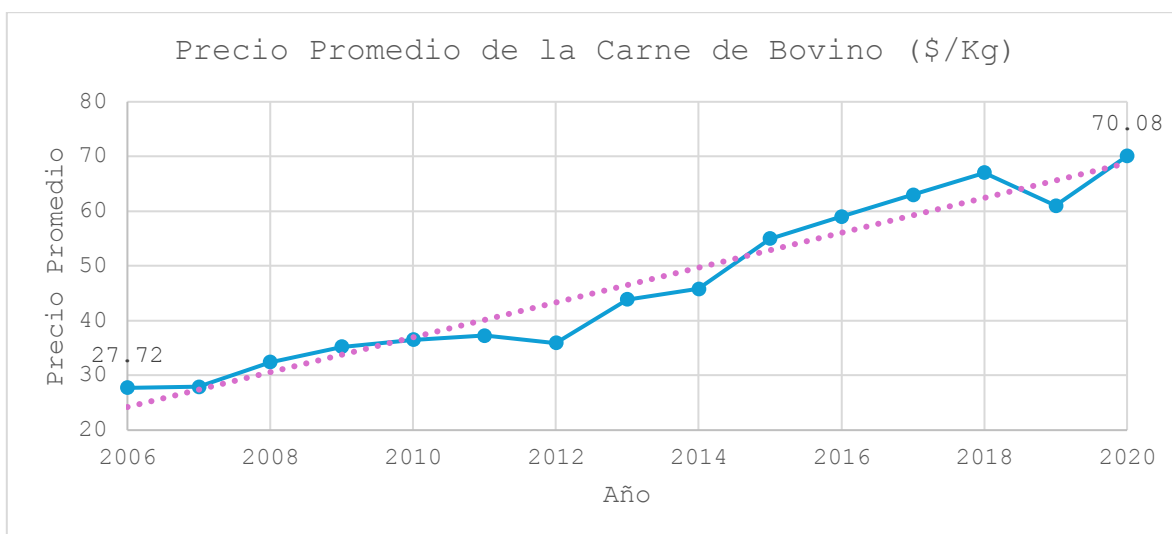


Figura 2. Precio Promedio de la carne de bovino en el municipio de Morelia del año 2006 al 2020.
Fuente: tomado y modificado de IMPLAN Morelia (2020).

Sin embargo, a pesar de la tendencia en aumento en el precio promedio de la carne de bovino (\$/Kg), se deben considerar fenómenos como el de la inflación durante el mismo periodo de tiempo. La inflación se refiere al aumento sostenido y generalizados de los precios de los bienes y servicios en un periodo de tiempo determinado, lo que implica una disminución del valor real de la moneda, que se refleja en que, con el tiempo, se reduce el poder adquisitivo (Banco de México, s/f). En la figura 3 se muestra una comparación entre el porcentaje de incrementos y decrementos en el precio promedio (\$/Kg) de la carne de bovino vs el porcentaje de inflación.

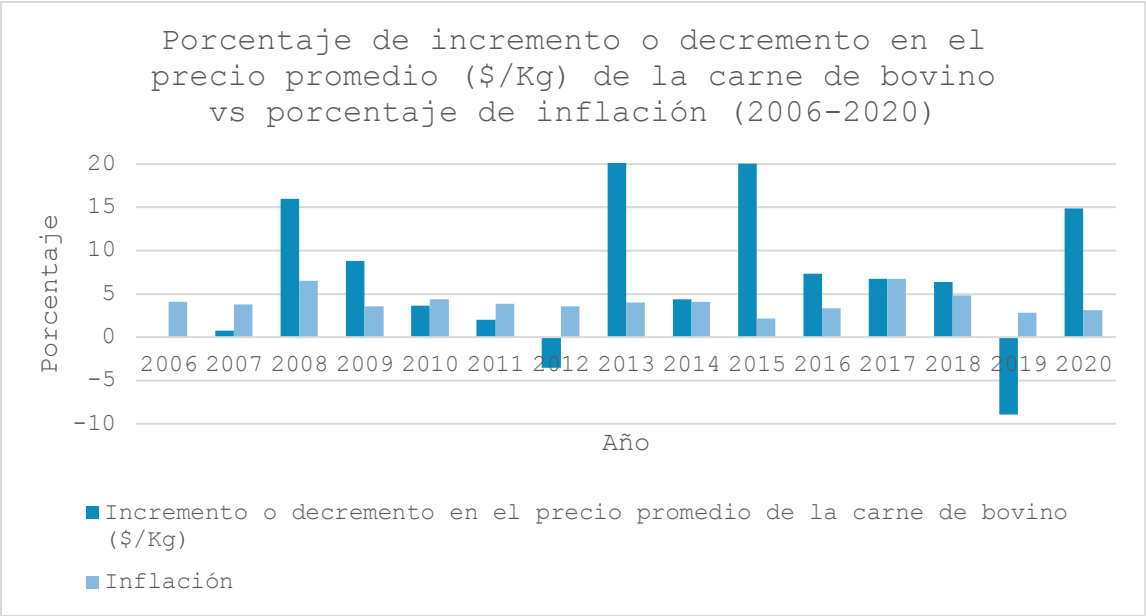


Figura 3. Porcentaje de incremento o decremento en el precio promedio (\$/Kg) de la carne de bovino vs porcentaje de inflación (2006-2020). **Fuente:** elaboración propia con datos obtenidos de IMPLAN Morelia (2020) y del Gobierno de México (s/f).

El promedio general, fue un incremento de 7.18% en los precios de la carne de bovino durante el lapso 2006 al 2020, y el promedio de la inflación fue de 4.05%, es decir, que la diferencia fueron 3.13 puntos porcentuales a favor del precio de la carne de bovino más que la inflación, lo que indica a manera general un aumento

real en el precio. Este incremento puede deberse a un aumento en la demanda de consumo de carne, a una disminución en su oferta (como lo observado en la figura 1), entre otros factores. Los años donde se observó un incremento en el precio mayor que la inflación (2008, 2010, 2013, 2015, 2017 y 2020), los productores ganaron más en términos reales, mientras que, en los años restantes, la inflación fue mayor al incremento en el precio de la carne, lo que significa que los productores perdieron poder adquisitivo, haciendo que la actividad fuera menos rentable. Así mismo, los datos históricos de los precios de la carne de bovino (\$/Kg), no especifica si es bovino en pie o en canal. En cuanto al precio (\$/Kg) del ganado en pie hasta el mes de febrero 2025 en el estado de Michoacán fue de 55.00 y 106 (Sistema Nacional de Integración de Mercados [SNIIMa] 2023), con un porcentaje de diferencia de 92.73% mayor en el precio (\$/Kg) de carne en canal comparada con el precio de ganado en pie. Dentro de la cadena de valor, el productor primario vende ganado en pie a intermediarios, como unidades de sacrificio o acopiadores y no participa directamente en el proceso de transformación ni en la venta final (COFECE, 2015), donde el productor obtiene solo el valor del animal vivo (ganado en pie), y su margen de ganancia es más limitado a comparación de los otros actores (acopiadores y unidades de sacrificio).

En cuanto a la producción de leche de leche de bovino, en la figura 4, se muestra una tendencia a la disminución, la cual redujo de 6580.81 a 6350.95 (miles de litros) durante el periodo 2006 al 2020, mientras que, de enero hasta el mes de octubre de 2023, se produjo un total de 5,894.035 (miles de litros) en el Municipio de Morelia (SIAP, 2023).

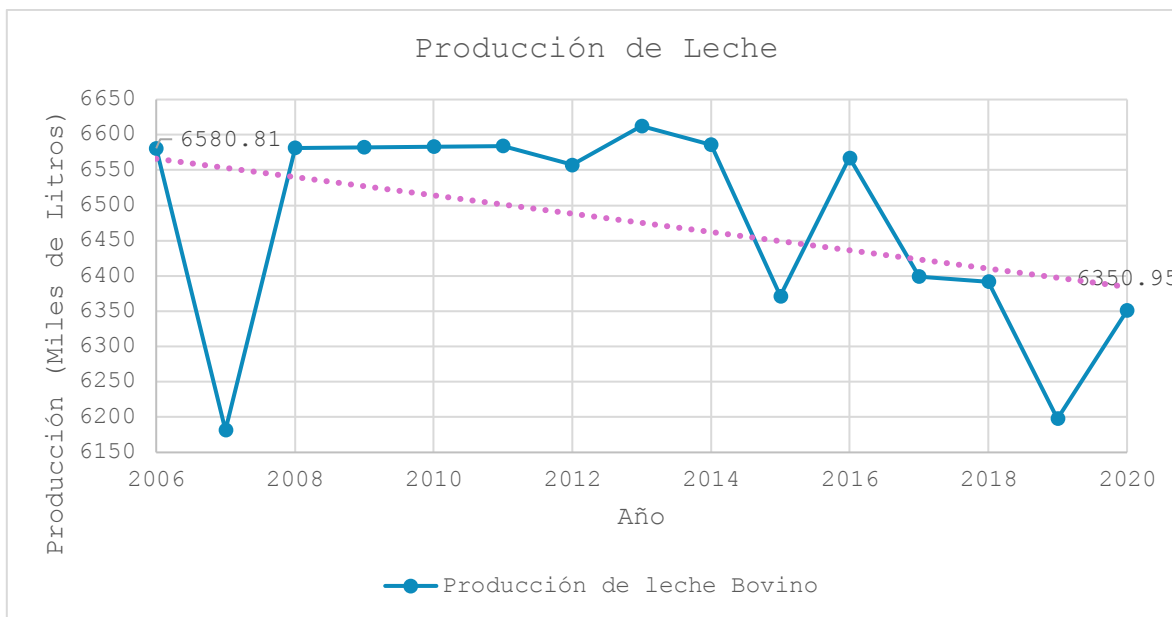


Figura 4. Producción de Leche en el Municipio de Morelia del 2006 al 2020. **Fuente:** tomado y modificado de IMPLAN Morelia (2020).

Con respecto al valor de la producción, la tendencia fue en aumento, y en el año 2020 fue de 46449.41, más del doble que en el año 2006 (21637.93), como se indica en la figura 5.

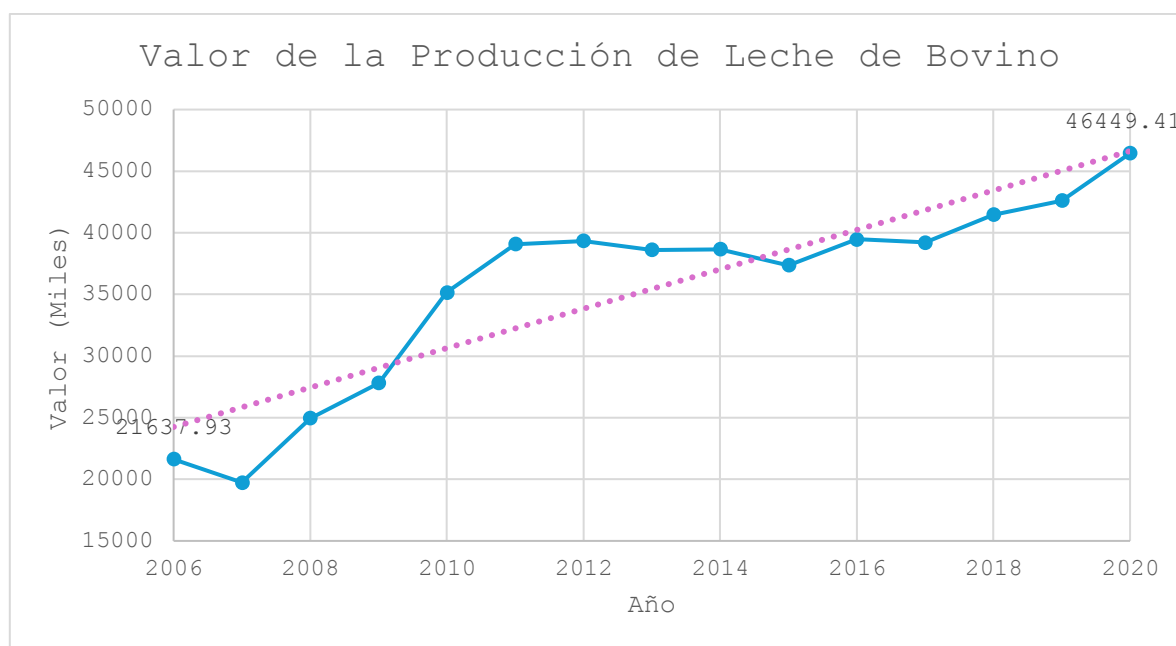


Figura 5. Valor de la Producción de Leche de bovino en el municipio de Morelia del 2006 al 2020. **Fuente:** tomado y modificado de IMPLAN Morelia (2020).

En cuanto al precio promedio por litro de leche (\$/Kg/Litro), aumentó de 3.29 a 7.31 en el transcurso del periodo del 2006 al 2020, mostrando una tendencia al incremento (figura 6). En cuanto al precio promedio (\$/Litro) de leche pasteurizada en el municipio de Morelia, hasta el 14 de febrero del 2025 fue de 27.20 y 26.66 de venta al consumidor en tiendas y autoservicios, respectivamente; mientras que la leche ultra-pasteurizada fue de 27.25 y 31.13 (SNIIM b, 2025).

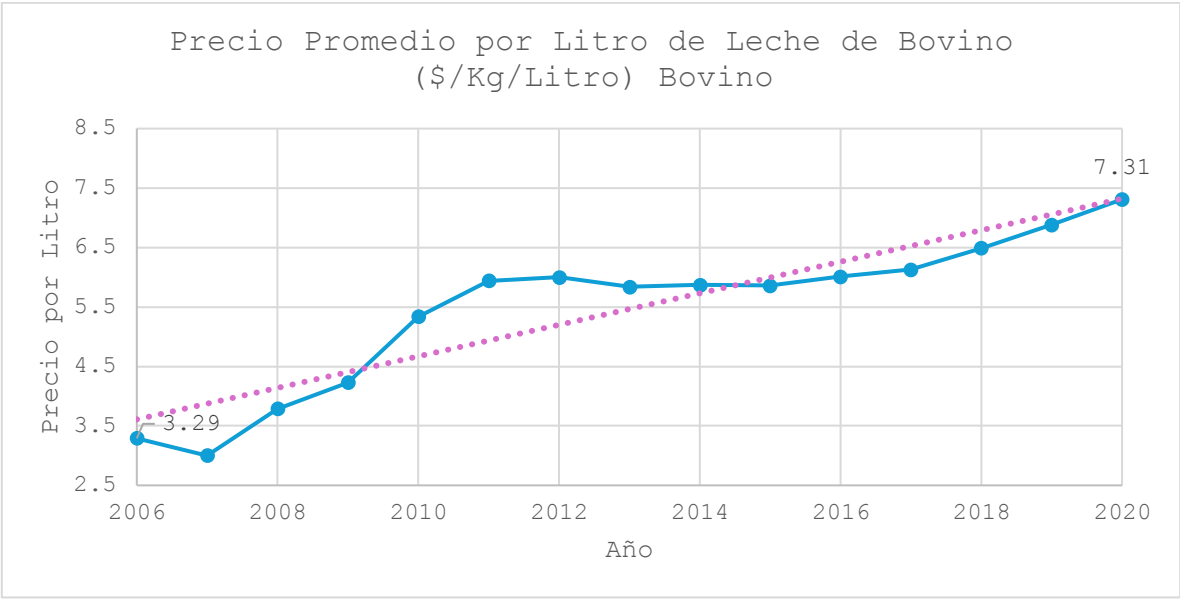


Figura 6. Precio Promedio por Litro de Leche (\$/Kg/Litro). **Fuente:** tomado y modificado de IMPLAN Morelia (2020).

En la figura 7 se indica el porcentaje de incremento en el precio promedio por litro de leche de bovino (\$/Kg/Litro) durante el periodo del 2006 al 2020, comparado con el porcentaje de inflación durante el mismo lapso.

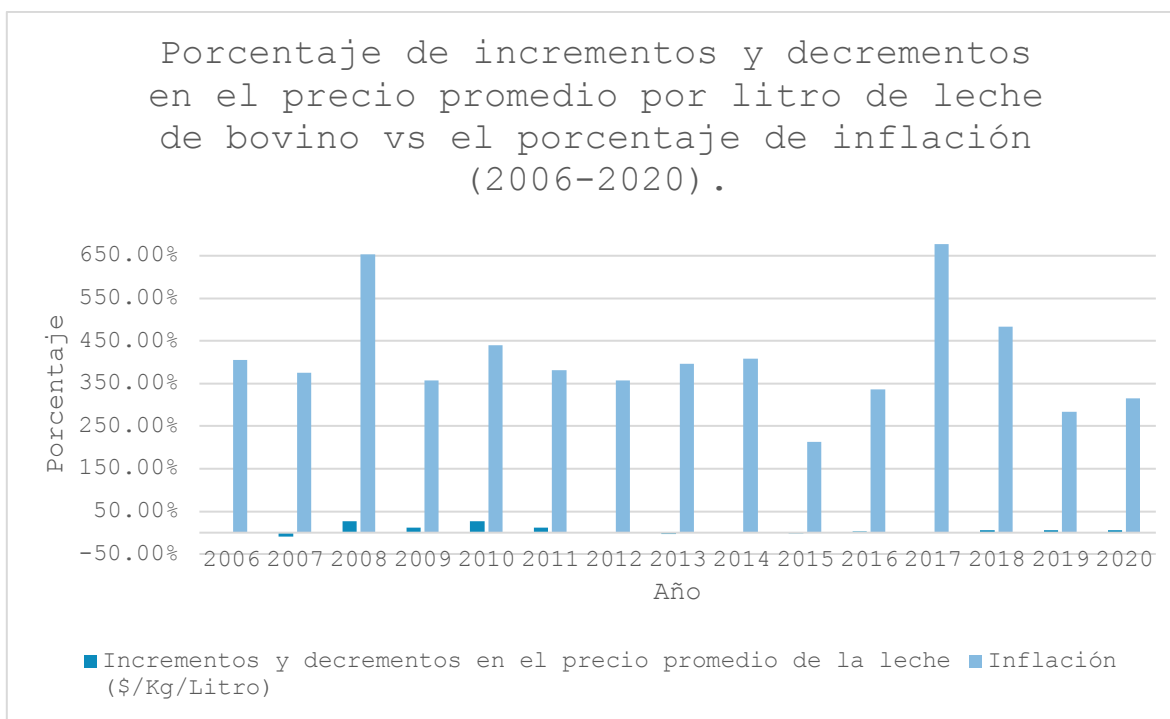


Figura 7. Porcentaje de incremento o decremento en el precio promedio (\$/Kg/Litro) de la leche de bovino vs porcentaje de inflación (2006-2020). **Fuente:** elaboración propia con datos obtenidos de IMPLAN Morelia (2020) y del Gobierno de México (s/f).

Como se muestra en la figura 7, el incremento en el precio de la leche (\$/Kg/Litro), fue menor que la inflación durante el periodo de tiempo del 2006 al 2009, lo que indica que el poder adquisitivo del productor disminuyó, ya que, sus costos (alimentación, insumos, sanidad, transporte, etc.) subieron más rápido que el precio al que vende el Kg/Litro de leche, lo que implica que cada vez obtuvo menos valor real por su producto, haciendo que la actividad fuera menos rentable. Así mismo, en años como el 2007, 2013 y 2015, el precio del bovino incluso disminuyó, mientras que la inflación fue positiva, lo que implica pérdidas reales para el productor, y en años como 2017, aunque hubo un incremento de precio del 2%, la inflación fue 6.77%, lo que significa que el precio real de la leche disminuyó más del 4%.

4.6 Extensionismo en México: Limitaciones y aprendizajes

El extensionismo rural fue una estrategia implementada en México con el objetivo de desempeñar un papel fundamental como facilitador de los procesos de transferencia tecnológica, a través de asesores especializados (Rendón et al, 2015).

La transferencia de tecnología se entiende como un proceso continuo que implica la transferencia de técnicas o conocimientos de una organización a una entidad que adopta o utiliza la tecnología desarrollada (Solleiro et al, 2020).

En México se han adaptado una serie de modelos de extensión desde principios de la década de 1980 (Rendón et al, 2015), basadas en modelos de países desarrollados como Estados Unidos, las cuales no han permitido obtener los resultados esperados (Ochoa et al, 2022), ya que su aplicación enfrentó diversas limitaciones que redujeron su impacto en el sector agropecuario, resultado de cambios en los modelos conceptuales, en la interpretación de los operadores y de tomadores de decisiones de la política (Rendón et al, 2015). Entre algunas de las limitaciones se encuentran:

- Desconexión con las necesidades reales de los productores: En múltiples ocasiones, las estrategias o programas eran diseñadas de manera general sin considerar las particularidades de cada región o sistema productivo, las cuales han tenido un enfoque lineal de intervención caracterizado por la transferencia de mensajes tecnológicos estandarizados, donde los productores no influyeron sobre la oferta de innovaciones y programas (Ochoa et al, 2022; Rendón et al, 2015).
- Falta de continuidad: Muchas iniciativas dependían de financiamiento gubernamental y, al cambiar administraciones, los recursos se reducían o desaparecían. En este contexto, la falta de continuidad en los servicios, derivada planeaciones anuales por ciclos fiscales, ocasionó que se perdieran los resultados y ocasionó una falta de credibilidad por parte de los beneficiarios. Así mismo, las actividades se realizaban de acuerdo con tiempos burocráticos, sin apegarse a los tiempos naturales productivos (Solleiro et al, 2020).
- Poca integración con otros actores del sector: No estableció una instancia formal para la identificación de necesidades de los productores, por lo que no tuvo comunicación fluida con el sector productivo, lo que generó una desconexión entre las estrategias implementadas y los problemas reales del

campo. Además, no promovió un trabajo colaborativo con instituciones académicas, centros de investigación y la agroindustria, desaprovechando el potencial de las universidades y limitando la actualización y adopción de nuevas tecnologías en el sector productivo (Solleiro et al, 2020).

- Deficiente difusión de las opciones tecnológicas generadas: Aunque la extensión debería integrar la investigación con la solución de problemas productivos, el componente demostrativo ha sido tratado como un elemento aislado, sin consolidarse como un vínculo efectivo entre la investigación, la transferencia tecnológica y la producción agropecuaria. Esto ha dificultado la adopción de innovaciones por parte de los productores y ha limitado el impacto del conocimiento técnico en el sector (Rendón et al., 2015).

En este contexto, el proceso de extensión perdió el enfoque de su propósito original: mejorar de manera sustentable la calidad de vida de la población rural (Ochoa et al, 2022). Para lograrlo, es necesaria la participación integrada de diversos actores, considerando que las necesidades deben identificarse desde la propia comunidad y los sistemas de producción. Sin embargo, la falta de articulación entre la investigación y la realidad del sector agropecuario ha generado una desconexión en la identificación de problemas complejos y sus causas, limitando la visión de un enfoque sistémico (Rendón et al., 2015).

Así mismo, a pesar de las limitaciones, el sistema de extensión en México ha desarrollado fortalezas que pueden servir como referencia para la mejora de modelos actuales. Una de ellas es la promoción formal de la certificación de competencias, lograda a través de la creación de un estándar de competencias para los extensionistas (Solleiro et al, 2020). Este mecanismo permite asegurar que los asesores técnicos cuenten con capacitación validada, fortaleciendo su capacidad para brindar asesoría efectiva a los productores. Este enfoque puede ser aprovechado en nuevos modelos de asistencia técnica, asegurando que la capacitación de los profesionales del sector agropecuario no solo se base en experiencia empírica, sino en criterios técnicos estandarizados que garanticen una mejor transferencia de conocimientos y tecnologías a los productores.

Por lo tanto, estos aspectos representan aprendizajes para la construcción de un modelo de fomento al sector agropecuario. En este sentido, la propuesta de un Modelo Integral de Servicios Agropecuarios busca superar estas limitaciones a través de un enfoque participativo, adaptado a las condiciones locales y con estrategias de capacitación y asistencia técnica continuas, para tener una mayor conexión entre los servicios brindados y las necesidades reales de los productores.

4.8 Modelos de gestión agropecuaria

Un modelo de gestión es un conjunto estructurado de principios, prácticas y herramientas diseñadas para organizar, dirigir y optimizar recursos (humanos, financieros, tecnológicos) con el objetivo de alcanzar metas específicas (Huertas et al, 2020). Estos son un instrumento operativo en el manejo de recursos agropecuarios, suelen ser replicables y adaptables, donde las medidas implementadas pueden ser reformuladas durante la puesta en práctica, de manera que se adapten a las condiciones socioculturales o ambientales de la región y se sustentan en evidencias o prácticas comprobadas (Programa de Fomento a la Agricultura [PROAGRO], 2012).

Los modelos de gestión agropecuaria han evolucionado con base en las necesidades productivas, tecnológicas y socioeconómicas de cada región. Existen experiencias que han logrado consolidarse con éxito, como el modelo comunitario de los Kibutz en Israel, el esquema empresarial de Alpura en México, así como empresas privadas que ofertan servicios al sector agropecuario. Sin embargo, cada uno responde a contextos y objetivos específicos, que su bien, han demostrado ser exitosos en distintos contextos, es necesario identificar puntos clave que permitan un modelo ajustado a las condiciones locales.

4.8.1 Modelo Israelí (*Kibutz*)

En lo que respecta a la ganadería lechera, un importante productor a nivel mundial es Israel, el éxito de ello se debe a la organización de los productores y a la articulación público-privada, como el caso de los Kibutz. La producción láctea cubre la totalidad del consumo interno del país, dónde el consumo per cápita alcanza 187 litros de leche por año y es uno de los principales líderes mundiales en la industria

láctea. El sector agropecuario se caracteriza por ser un sistema de producción intensiva derivado de las condiciones agroclimáticas; donde utilizan vacas de genética Holstein y la producción promedio por vaca es de 11.706 kg (35-40 lt/vaca/día).

En la producción lechera que se lleva a cabo en los Kibutz se lleva un control sanitario y asistencia técnica veterinaria garantizada para todos los productores, la alimentación está a cargo de un terciario (Centro de Alimentación), que distribuye a todos los productores el alimento balanceado en el interior de cada unidad de producción, por lo que estos servicios resultan a un bajo costo. En cuestión de buenas prácticas se tienen áreas de sombra y descanso para los animales, además de mangas además de ventiladores y aspersores para evitar el estrés calórico, se lleva un control reproductivo mediante sincronización de estros, inseminación artificial y registros productivos y reproductivos en un software, por lo que tienen en promedio un intervalo de partos de 12 meses y una edad al primer parto de 24 meses; en cuanto al uso de residuos es destinado como composta orgánica a la agricultura. En cuanto a la organización, realizan reuniones periódicas para monitorear el progreso de los productores. Debido a ello, las empresas agropecuarias son altamente rentables por lo que no requieren apoyo del estado y son fácilmente acreedores de créditos bancarios que utilizan para mejora en su infraestructura (Sánchez, 2023).

En este sentido, el Modelo Kibutz, está basado en una organización cooperativa y comunitaria, donde los recursos y beneficios son gestionados de manera colectiva, que incluye principios claros (cooperativismo), herramientas (control sanitario, genética, tecnología) y prácticas que optimizan recursos en favor de los productores. Sin embargo, su éxito radica en la colaboración estructurada entre los productores, no obstante, su aplicación requiere una organización social que no siempre es replicable en otros contextos.

4.8.2 Modelo Alpura®

El grupo Alpura® (Ganaderos Productores de Leche Pura S.A. de C.V.) en México, fue conformado en 1971, por ganaderos productores de leche. Actualmente cuenta

con más de 100 productos de calidad avalados por distintas certificaciones (KMD México Kosher, HACCP y FDA) y es considerado como la marca líder en el mercado de lácteos en el país; lo cual ha sido resultado de realizar esfuerzos continuos para asegurar la calidad de su leche desde su origen. Para cumplir con tal objetivo se diseñó una estrategia de sistema integral basado en el Modelo de Gestión de los Kibutz mediante el Departamento de Servicios Técnicos Agropecuarios, que se basa en cuatro elementos: alimentación, selección genética, control sanitario del hato y verificación de la calidad de la leche, beneficiando únicamente a los ganaderos asociados (Alpura®, 2014).

En el rubro de alimentación, realizan raciones balanceadas de acuerdo con la etapa productiva y reproductiva; los forrajes en su mayoría son producidos por los socios; mediante asesoría de los técnicos agrónomos de la organización se incrementa la producción de MS por hectárea, se estiman fechas de corte y ensilado, se optimiza el uso de agua, entre otros. En el aspecto de genética, se evalúan y seleccionan en función del desempeño productivo y reproductivo y realizan inseminación con alta calidad genética. El control sanitario se efectúa asegurando aspectos de bienestar animal como instalaciones, espacio y equipo adecuado; mediante programas de vacunación y muestreo frecuente (leche y sangre) y asegurando buenas prácticas en el ordeño, incorporando equipo de ordeño automático y capacitando al personal en rutinas dentro de la sala de ordeño y mantenimiento de equipo. En cuanto a la verificación de la calidad de la leche se basa en un sistema de muestreo cada mes o dos veces al mes de cada una de las vacas en todas las unidades de producción del grupo Alpura ®, dónde se realiza un conteo de las células somáticas, promediando cada unidad de producción y así reconocer económicamente al establo por el trabajo realizado para disminuir el conteo microbiológico (Alpura®, 2014).

El Modelo Alpura, se basa en servicios integrados en alimentación, genética y sanidad, con un enfoque empresarial que asegura calidad y rentabilidad, siendo un modelo exitoso y funcional, sin embargo, solo beneficia a sus asociados, por lo que,

para la propuesta de un modelo de servicios integrales agropecuarios, se requiere un diseño más inclusivo y accesible.

5.9.3 Modelo de Gestión de una empresa pública

Servicios Agropecuarios Profesionales del Centro S. de R. L. de C. V es una empresa ubicada en Aguascalientes que tiene un enfoque de interdisciplinariedad con personal de diversas áreas (ingenieros agrónomos, médicos veterinarios zootecnistas, contadores, entre otros) que trabajan de manera conjunta para brindar soluciones al campo con la finalidad de mejorar la rentabilidad de los productores. Entre los servicios que ofertan se encuentran: asesoría técnica en producción agrícola y pecuaria, desde la selección genética hasta la implementación de tecnologías para aumentar la producción o darle valor agregado a los productos; gestión de financiamiento y apoyos gubernamentales para incrementar la capacidad de inversión; capacitación a productores a través de talleres, cursos y seminarios, que permitan adquirir nuevos conocimientos y habilidades; y diseño y ejecución de proyectos agropecuarios desde la planeación, implementación y seguimiento con un enfoque integral (<https://comerciomexico.com/proveedores/servicios-agropecuarios-profesionales-del-centro.html>).

Este modelo se basa en proporcionar capacitación, asesoría técnica y gestión de proyectos a productores, basado en la interdisciplinariedad, estructurando servicios y herramientas para optimizar recursos y mejorar la productividad de los productores, el cual está orientado a brindar servicios agropecuarios. Si bien, este modelo facilita la gestión para la obtención de financiamiento y apoyos gubernamentales, un Modelo Integral de Servicios Agropecuarios requeriría ampliar un enfoque hacia otras fuentes de financiamiento, para garantizar la sostenibilidad y reducir la dependencia de fuentes de financiamiento exclusivamente gubernamentales. Por lo tanto, respaldar las solicitudes de financiamiento con la elaboración de proyectos estructurados, demostrando la viabilidad de cada propuesta, facilitaría la búsqueda de financiamiento a través de diversas alternativas.

VI. METODOLOGÍA

Para el diseño y realización de este estudio y de acuerdo con su finalidad (conocimiento del contexto de una población ganadera), se optó por la metodología de Investigación Acción Participativa (IAP). El desarrollo de este posicionamiento metodológico va produciendo información a través de un investigador que recoge datos del objeto de investigación (población), la cual se involucra activamente en el proceso de investigación; la información se analiza, se sistematiza y se modula en forma de recomendaciones, estrategias o conclusiones dirigidas a los tomadores de decisiones. Por lo que la información generada, no solo busca realizar una descripción del problema o contexto que afecta a la población; sino que se tiene una voluntad de transformación en un contexto local, con conclusiones que ayuden a transformar un entorno inmediato, que respondan a los intereses de los grupos investigados (Francés et al., 2015).

Mediante la Investigación Acción Participativa, el análisis de la situación debe aportar información de la realidad social de los procesos y de los actores y así mismo, posibilitar las transformaciones de las condiciones que influyen en sus preocupaciones; por lo que los objetivos de la información recabada y analizada, depende de las necesidades o demandas de los afectados (Francés et al., 2015).

6.1 Localización

La localización de este proyecto se llevó a cabo en la zona Oeste (poniente) del municipio Morelia, la región del poblado de Capula, y sus comunidades Irtazio y Buena Vista, representativas de la actividad ganadera del municipio, donde se realizan actividades de tipo agropecuarias bajo sistemas de producción a pequeña escala. Entre las vialidades importantes de esta región se encuentra la carretera MEX-015 Morelia-Jiquilpan (PMDM, 2021).

De acuerdo con el IMPLAN Morelia (2021) y a su Modelo de Gestión Territorial; la Unidad de Gestión Territorial (UGT) de Capula, tiene un total de 98.30 km² de superficie, y una población de 9,358 personas, de las cuales 4,555 son hombres y 9,358 mujeres, que viven en un total de 3,324 viviendas. Entre las localidades de

Capula, se encuentran Capula, Tacícuaro, Iratzio, El Correo, Buena Vista, Ampliación Capula, Fraccionamiento Jardines de Iratzio, La Nopalera, Camino del Rey, La Mina y Las Peñitas. De acuerdo con las cubiertas del suelo (figura 8) de Capula, la localidad de Iratzio, tiene, además de los asentamientos humanos, cuenta con área de pastizales y matorrales, cultivos de temporal, cultivos de riego, vegetación moderada y densa.

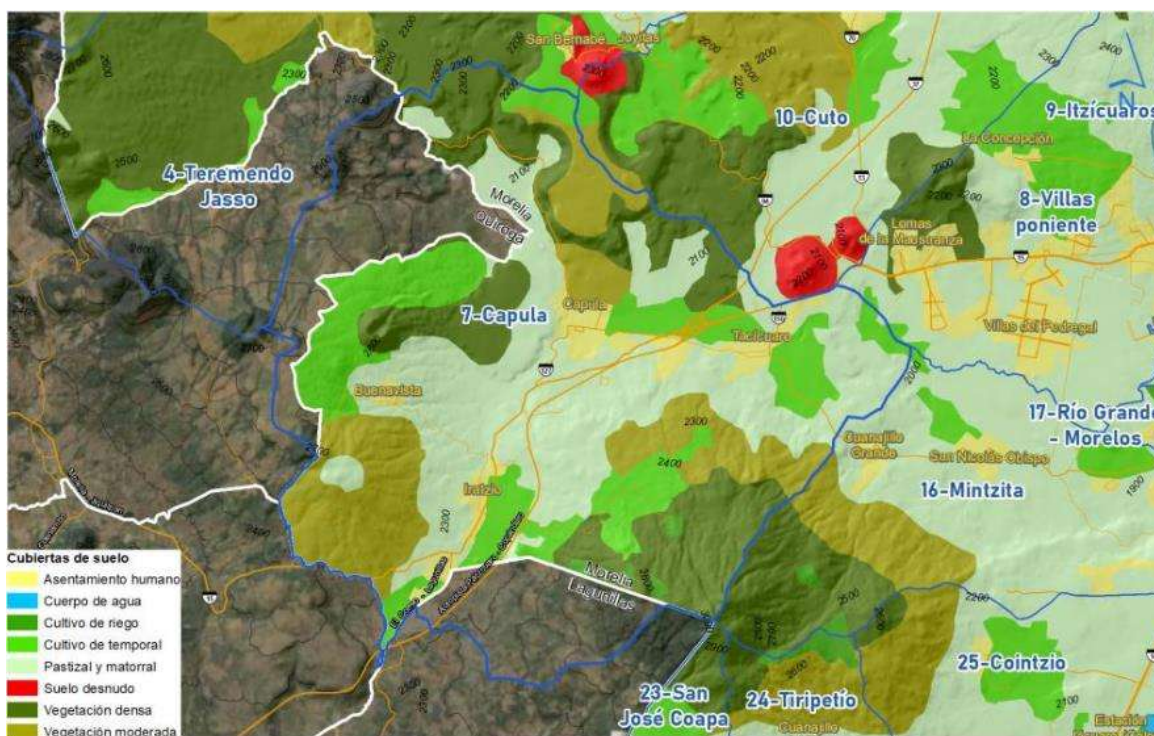


Figura 8. Cubiertas del suelo en la Unidad de Gestión Territorial de Capula. **Fuente:** IMPLAN Morelia (2021) Modelo Territorial de Gestión Morelia: 2021-2024

6.2 Difusión y criterios de integración

La difusión del proyecto permite dar a conocer a la población el proceso de investigación, suscitar el interés y animar a la población a integrarse en el proceso (Francés, 2015). Se dio a conocer la intención de la investigación, que es conocer el contexto de cada sistema de producción ganadero involucrado, partiendo de la observación y externalización de las necesidades o preocupaciones que afecten el sistema de acuerdo con la percepción del tomador de decisiones (cada productor), debido a que es él quien conoce su contexto y situación particular. La aproximación

inicial con los productores fue a través de la interacción cotidiana con los mismos, y de sus recomendaciones hacia otros miembros de la región.

Los criterios de integración de los participantes fueron que el productor tenga arraigo en la región, que la ubicación de su sistema de producción coincida con el lugar de vivienda o dentro de la zona que abarca la región de estudio, y su principal especie productiva sean bovinos para producción de leche, carne o doble propósito, y la mayor parte de la producción sea con fines comerciales.

6.3 Diagnóstico de necesidades y áreas de oportunidad

La metodología aplicada tiene un enfoque cualitativo, para el diagnóstico de necesidades, se utilizaron técnicas de investigación participativa para la identificación de características generales de los sistemas, así como de las necesidades demandadas por los productores y, por medio de la observación, la cual, en la Investigación Acción-Participativa, permite utilizar los sentidos para observar hechos y realidades en un contexto particular en dónde los participantes desarrollan normalmente sus actividades (Francés, 2015).

El estudio contó con la participación de productores ganaderos con diferentes niveles de colaboración, donde la obtención de información fue a través entrevistas abiertas no estructuradas en su unidad de producción y dinámicas, es decir, en más de una ocasión dinámicas (con algunos productores colaboradores). Esto último, permite tener una observación directa para identificar aspectos relevantes del sistema, y observar comportamientos dinámicos de las variables y de la percepción del productor sobre limitantes de su sistema a través del tiempo (Carvajal y Quijano, 1996; Francés et al., 2015). Los momentos de observación fueron de acuerdo con la hora señalada por el involucrado (productor). Las herramientas utilizadas fueron una libreta de notas, donde se realizaron anotaciones durante las visitas de campo y se organizaron en un diario de campo (Francés et al., 2015). Una vez identificadas las necesidades, se categorizaron en áreas de manejo.

6.4 Estrategias por área de acuerdo con características del sistema

Una vez identificadas las necesidades áreas de oportunidad se diseñaron estrategias basadas en modelos de gestión en las áreas de oportunidad identificadas, los cuales son técnicas validadas y documentadas, comprobadas en su eficiencia que pueden ser replicables en un contexto en particular y pueden ser reajustadas durante la puesta en práctica.

6.5 Modelo Integral de Servicios Agropecuarios como Fomento en el Sistema Agroalimentario de México

Se elaboró un Modelo Integral de Servicios Agropecuarios, basado en una revisión bibliográfica de carácter cualitativo, el cual fue sometido a un proceso de revisión por pares y publicación en la *Revista Internacional de Sostenibilidad* de Common Ground (Anexo 1).

6.7 Modelo Integral de Servicios Agropecuarios como Modelo de Negocios

Se realizó un Modelo de Negocios de “Servicios Integrales Agropecuarios”, dirigido al sector ganadero y ajustado a las necesidades de la región propuesta. Para ello se utilizó la metodología del Lienzo CANVAS, propuesta por Osterwalder y Pigneur (2010), donde se definieron 9 bloques: segmento de mercado, propuesta de valor, canales, relaciones con los clientes, fuentes de ingresos, recursos clave, actividades clave, asociaciones clave, estructura de costos y fuentes de ingresos.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Características generales de los sistemas de producción ganadero regional e identificación de necesidades

Partiendo de los criterios de integración se contó con la participación de once sistemas de producción colaboradores, donde se identificaron las características generales y las necesidades de los sistemas de producción (tabla 2).

Tabla 2. Características generales de los sistemas de producción ganadero.

Localidad	Unidad de producción	Fin productivo	Razas	Sistema de producción
Capula	A	Crianza de becerros y engorda de ganado	Holstein, Simmental	Semi intensivo e intensivo
	B	Leche	Holstein y criollas	Semi intensivo
	C	Crianza de becerros	Holstein y criollas	Semi intensivo y extensivo
	D	Engorda de ganado	Angus y Simmental	Semi intensivo
	E	Leche	Holstein	Semi intensivo
Iratzio	F	Leche	Holstein y cruzas	Semi intensivo
	G	Engorda	Brahman, Charolais, Angus y Holstein	Intensivo
	H	Leche y Crianza de becerros	Holstein, Brahman y cruzas	Semi intensivo
	I	Leche y crianza de becerros	Suizo americano, Brahman, Holstein y criollas	Semi intensivo
	J	Leche	Holstein y cruzas	Semi intensivo
Buena Vista	K	Engorda de ganado	Simmental y cruzas	Extensivo

Fuente: elaboración propia

En la tabla 3, se indican las problemáticas o necesidades expresadas por los productores, y las identificadas de acuerdo con lo comentado por los productores y por medio de la observación.

Tabla 3. Problemáticas o necesidades de expresadas por los productores o identificadas de acuerdo con lo referido por los productores y por medio de la observación.

Unidad productiva	Problemáticas o necesidades	
	Expresadas por los productores	Identificadas de acuerdo con lo comentado por los productores y por medio de la observación
A	• Problemas metabólicos en ganado (acidosis en becerros). • Escasez de alimentos. • Pérdida de cultivos forrajeros por clima (sequía)	
B	• Interés en capacitaciones (producción ganadera). • Precio de concentrado "Lecherina" muy elevado y difícil de conseguir.	
C	• Escasez de alimento y agua	• Desconocimiento de estado reproductivo de animales (gestaciones). • Escasez de forraje (sequía)
D	• Problemas reproductivos en ganado	• Prolongación del intervalo entre partos
E	• Se perdió parte de cultivo de nopal para su ganado (pudrición). • Interés en capacitación o asistencia técnica en cultivo de nopal para su uso en la alimentación del ganado. • Expectativa de gestación en sus vacas, que no siempre resulta positiva.	• Desconocimiento de estado reproductivo de animales (gestaciones). • Prolongación en intervalo entre partos >12 meses
F	• Mastitis en su hato, leche con pus y sangre. • Variaciones en la producción anual de leche (épocas de menor producción tiene repercusiones económicas)	• Dieta única para todo el ganado (independientemente de etapa productiva)
G		• Dependencia exclusiva de la compra de alimentos para su ganado, riesgo de incremento de precio en alimentos
H	• Becerros con enfermedades infecciosas recurrentes y retraso en el crecimiento. • Interés en conservación de forrajes (ensilado)	• Consumo inadecuado de calostro

I	• Mastitis en ganado lechero, pérdidas por leche "cuajada", e interés en conocer la composición de la leche. • Acidosis metabólica en ganado. • Hembras > 2 años sin su primer servicio e intervalos entre parto >13 meses. • Interés (capacitación o asistencia técnica) en conservación de forraje (ensilado) y de cultivo de nopal forrajero para su uso en la alimentación del ganado. • Concentrado comercial para su ganado no le surte "efecto".	• Becerros con retraso en el crecimiento y enfermedades recurrentes por consumo inadecuado de calostro. • Intervalos entre parto prolongados, desconocimiento de estado reproductivo del hato. • Dieta única para todo el ganado (independientemente de etapa productiva)
J	• Interés en conservación de forrajes (ensilado), balanceo de raciones y en cultivo de nopal para su uso en alimentación del ganado.	
K	• Problemas metabólicos en ganado • Escasez de forraje	

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4, se indica las problemáticas y necesidades identificadas en los sistemas de producción colaboradores, y su categorización en áreas de manejo zootécnico.

Tabla 4. Problemática identificadas y categorización en áreas de manejo.

Problemáticas o necesidades identificadas	Áreas de manejo
Mastitis en ganado lechero Desecho de leche ocasionado por mastitis ("leche cuajada o con sangre")	Sanidad
Hembras de reemplazo >2 años que no han tenido su primer servicio Intervalos entre parto prolongados (>12 meses). Desconocimiento del estatus reproductivo del hato	Reproducción
Dieta única para todo el ganado (independientemente de etapa productiva) Problemas metabólicos (acidosis) Escasez de alimento en época de sequía Capacitación y/o asistencia técnica: conservación de forrajes (ensilados) Costo elevado de concentrados	Alimentación y Nutrición
Enfermedades recurrentes en terneros y retraso en el crecimiento Variaciones en la producción de leche anual	Crianza /Lactancia

Riesgos por cambio climático	Sector agrícola
------------------------------	-----------------

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la problemática identificada y su clasificación en las diferentes áreas se diseñaron estrategias por cada una (tabla 5). Posteriormente en cada uno de los apartados por área se analiza cada estrategia.

Tabla 5. Estrategia propuesta de acuerdo con las necesidades identificadas, expresadas como problemática y el área de manejo.

Problemática identificada	Áreas de manejo	Estrategia
Mastitis en ganado lechero Desecho de leche ocasionado por mastitis ("leche cuajada").	Sanidad	Buenas prácticas de ordeño y monitoreo de la calidad de la leche
Hembras de reemplazo >2 años que no han tenido su primer servicio Intervalos entre parto prolongados (>12 meses) Desconocimiento del estatus reproductivo del hato	Reproducción	Identificación del estatus reproductivo del hato
Dieta única para todo el ganado (independientemente de etapa productiva) Problemas metabólicos (acidosis) Altos costos de concentrados Escasez de alimento en época de sequía Capacitación y/o asistencia técnica: conservación de forrajes (ensilados)	Alimentación y Nutrición	Balanceo de raciones Conservación de forrajes (ensilaje) Uso de nopal (Opuntia spp) en la alimentación del ganado
Enfermedades recurrentes en terneros y retraso en el crecimiento Variaciones en la producción anual de leche	Lactancia / Crianza	Conservación de calostro bovino Lacto inducción
Riesgos por cambio climático	Sector Agrícola	Siembra Directa

Fuente: elaboración propia

7.2 Estrategias de acuerdo con las necesidades categorizadas por área de manejo.

7.2.1 Sanidad

7.2.1.1 Buenas prácticas de ordeño y monitoreo de la calidad de la leche.

La producción de leche en la región se destina tanto al consumo familiar como a la venta de leche cruda a la población y la agroindustria local, principalmente en la localidad de Iratzio, donde por su parte transforma el producto leche en derivados lácteos que se comercializan tanto local como regionalmente. Sin embargo, en los hatos ganaderos algunos productores reportan casos de mastitis, lo que provoca que la leche presente características anormales, como una apariencia cuajada o con sangre. Esta condición afecta negativamente la producción lechera y los rendimientos económicos de la unidad de producción.

La mastitis bovina representa una de las enfermedades más significativas que afectan al ganado bovino de leche, siendo internacionalmente reconocida por ocasionar pérdidas económicas tanto para los productores como para la industria lechera, debido a la disminución de la calidad y cantidad de la leche de los cuartos afectados, aumento en los costos de tratamientos, hasta la pérdida de los animales; además la respuesta inflamatoria provoca un aumento en el recuento de células somáticas, lo que penaliza el precio de la leche o imposibilita su comercialización (González y Vidal, 2021).

Esta enfermedad afecta las ubres y glándulas mamarias, la cual produce edema inflamatorio, fibrosis, atrofia del tejido mamario y abscesos lo que provoca pérdida total o parcial de la ubre. De acuerdo con los signos clínicos la mastitis, esta puede ser clínica o subclínica. Se han detectado más de 100 microorganismos causantes de la infección, los cuáles penetran a través del canal del pezón o por heridas o laceraciones y se replican en la ubre. Los principales agentes son *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* (González y Vidal, 2021).

La enfermedad puede ser clínica o subclínica, la primera puede ir desde la inflamación sobre-aguda, hasta provocar toxemia y muerte del animal, mientras que

la subclínica no muestra cuadros visibles de enfermedad, determinándose únicamente por pruebas de detección específicas. Se considera que del 70-80% de las pérdidas atribuibles a la enfermedad corresponden al cuadro subclínico y el 20-30 % a la clínica (González y Vidal, 2021). Su principal factor predisponente es la higiene de la ubre, por lo que las vacas que no se les realiza una correcta rutina de ordeño e higiene en la ubre, tienen mayor riesgo de contraer mastitis, y existen factores de riesgo de transmisión durante el ordeño son el uso compartido de toallas, manos contaminadas de los ordeñadores, entre otros (Custumal, 2023). La prevención consiste en mantener buenas prácticas de higiene en el ambiente, en el ordeño y en las zonas productoras como las ubres y alrededor de las mismas para evitar proliferación bacteriana (González y Vidal, 2021).

El principal signo clínico de la mastitis clínica es el edema inflamatorio, dolor, fiebre y anorexia, que en consecuencia puede llevar a un descenso en la producción de la leche; también se pueden observar cambios en la coloración de la leche (amarilla o rojiza) por la presencia de pus. El cuadro clínico puede ir desde la inflamación sobreaguda, hasta provocar toxemia y muerte del animal. En cuanto a la mastitis subclínica, no hay cuadros visibles de enfermedad y solo puede detectarse a través de pruebas específicas como la prueba de California Mastitis Test (CMT). Si la vaca contrae la infección por *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae*, se presentarán afecciones en pequeñas partes del cuarto debido a la pérdida funcional de los alveolos. Como consecuencia aumenta la presión intramamaria y que exista leche residual, motivo por el cual progresa la infección (González y Vidal, 2021).

En cuanto a las alteraciones de la leche cuando la vaca presenta mastitis, además de la disminución en la producción, existen cambios en su composición y descenso del contenido nutricional. Disminuye la proteína (3,12%), reduciendo la caseína (principal proteína de la leche) y aumento de otras proteínas de menor calidad nutricional, disminución de materia grasa (3.77%) y contenido de lactosa (4,14%); por lo que afecta la producción de subproductos como el queso, yogurth, entre otros (Sánchez, 2022).

Debido a que la mastitis bovina afecta tanto la cantidad como la calidad de la leche, impactando el rendimiento productivo y económico de los sistemas ganaderos y de la agroindustria, se propuso implementar una estrategia enfocada en la higiene de la ubre y la calidad de la leche. Esta estrategia incluyó recomendaciones sobre buenas prácticas de higiene antes, durante y después del ordeño, elaboración de material didáctico acerca del impacto de la mastitis bovina en el hato (figura 9), además de una demostración práctica del flameado de la ubre, técnica que utiliza fuego bajo para eliminar los pelos de las ubres. Este procedimiento busca reducir los riesgos de contaminación de la leche y la incidencia de mastitis (Calderón et al., 2008).



Figura 9. Infografía sobre la mastitis bovina y la técnica de flameado. **Fuente:** elaboración propia.

Adicionalmente, se recolectaron muestras de leche en tres unidades de producción en la localidad de Iratzio para realizar análisis fisicoquímicos mediante el

LactoscanSP y evaluar la calidad microbiológica a través del conteo de células somáticas utilizando el Contador de Células Somáticas DDC DeLaval. Las muestras grupales se obtuvieron directamente de un tambo al finalizar el ordeño en cada hato, se refrigeraron por un tiempo <24 horas y posteriormente se analizaron.

En cuanto a la calidad fisicoquímica de la leche, los acopiadores de lácteos requieren leche con altos contenidos de sólidos totales, especialmente el porcentaje de grasa y proteína, ya que existe una correlación con el rendimiento de queso, crema y otros subproductos (Íñiguez et al., 2022). La presencia de mastitis clínica o subclínica está relacionada a la disminución de la calidad de la leche (grasa, proteína, entre otros), por lo que disminuye el rendimiento de subproductos (Valle, 2022). A continuación, se indican las especificaciones de las características fisicoquímicas de la leche cruda de vaca, establecido por COFOCALEF en la NMX-F-700-COFO-CALEC-2012 (tabla 6).

Tabla 6. Especificaciones de las características fisicoquímicas de la leche cruda de vaca, establecidas por COFOCALEC.

Parámetro	Especificación
Proteína (g/L)	
Clase A	≥31
Clase B	30 a 30.9
Clase C	28 a 29.9
Grasa (g/L)	
Clase A	≥32
Clase B	31-31.9
Clase C	30-30.9
Lactosa (g/L)	
Deseable	43 a 50
No deseable	<43
Sólidos no grasos (g/L)	
Deseable	≥83
No deseable	<83

Fuente: NMX-F-700-COFOCALEC-2012.

Sin embargo, las especificaciones de las características fisicoquímicas de la leche cruda de vaca, establecido por COCOCALEF en la NMX-F-700-COFO-CALEC-2012, en comparación con los resultados de los productores (tabla 7), en cuánto al porcentaje de grasa en la leche, el resultado del H1 (28.3 g/L) y el H2 (22.0 G/l) se encuentran por debajo de la en la clasificación C (30-30.9 g/L), mientras que el resultado del H3 (38.8 g/L), se encuentra sobre la clasificación A (≤ 31 -30.9 g/L). En lo que respecta al nivel de lactosa, los tres hatos (H1: 46.5 g/L), H2 (46.1 g/L) y H3 (44.0 g/L), se encuentran en la clasificación deseable (43 A 50). El nivel de proteína de H1 (31.8 g/L), se encuentra en la clasificación A (≥ 31 g/L), H2 (30.8 g/L) se encuentra en la clasificación B (30 A 30.9 G/l) y H3 (2.93 g/L) sobre la clasificación C (28 a 29.9 g/L). En relación con el conteo de células somáticas y la calidad fisicoquímica de la leche, si bien, un elevado conteo (CSS) relacionado a la presencia de mastitis puede disminuir el contenido de grasa en la leche; sin embargo, de acuerdo con Granja et al. (2012), un 0.4% puntos de proteína por encima del porcentaje de grasa, puede ser un indicativo de acidosis en el hato, que puede estar relacionado a una elevada ingestión de concentrado. En cuanto a los sólidos no grasos, el H1 y el H2 (8.45 y 8.37 g/L, respectivamente), se encuentran sobre la clasificación deseable, mientras que el H3 (8.0 g/L), se encuentra sobre la no deseable (< 83 g/L).

Tabla 7. Análisis de la calidad fisicoquímica de la leche en una muestra proveniente de tres hatos ganaderos.

Hato ganadero	Grasa (%)	Densidad (%)	Lactosa (%)	Sólidos (%)	Proteína (%)	Agua añadida (%)
H1	02.83	29.62	04.65	08.45	03.18	00.00
H2	02.20	29.86	04.61	08.37	03.08	00.00
H3	03.88	27.00	04.40	08.00	02.93	00.00

Fuente: elaboración propia en base a los resultados obtenidos

*Sistemas productivos colaboradores: H1: H; H2: I y H3: J.

En la leche proveniente de vaca, las medias del porcentaje de grasa, proteína, lactosa, minerales y sólidos totales es de 4.00, 3.50, 4.90, 0.70 y 13.10

respectivamente. Sin embargo, existen diferentes causas en la variación de la composición de la leche, tales como la raza, la alimentación, el periodo de lactancia, entre otros (Gasque y Blanco, 2001).

En cuanto a la calidad microbiológica, el conteo de células somáticas (CSS) es un parámetro de medición de la calidad de la leche cruda, indicador de la presencia de mastitis. La leche proveniente de vacas no infectadas contiene <200,000 células somáticas/mililitro, un aumento es indicador de mastitis. El conteo puede realizarse para conocer el estado de salud individual o directamente del tanque recolector para obtener un promedio de todo el hato (Gasque y Blanco, 2001; Íñiguez et al., 2022). En la tabla 8 se presenta la clasificación de la de la calidad de la leche cruda de vaca de acuerdo su especificación sanitaria (css/MI) establecida en la NMX-F-700-COFO-CALEC-2012.

Tabla 8. Clasificación de la leche cruda de vaca de acuerdo con su especificación sanitaria (CSS/ml).

Clasificación	Especificación sanitaria (CSS/ml)
Clase 1	$\leq 400\ 000$
Clase 2	401 000 a 500 000
Clase 3	501 000 a 749 000
Clase 4	750 000 a 1 000 000

Fuente: NMX-F-700-COFOCALEC-2012.

A continuación, se indica el conteo de células somáticas (CSS) en una muestra de leche proveniente de tres hatos ganaderos colaboradores (tabla 9).

Tabla 9. Conteo de células somáticas (CSS) en una muestra de leche proveniente de tres hatos ganaderos de la localidad.

Hato	CCS (U/ μ l)	Clase
H1	15	Clase 1
H2	611	Clase 3
H3	480	Clase 2

Fuente: elaboración propia en base a los resultados obtenidos

De acuerdo con la norma (NMX-F-700-COFO-CALEC-2012), únicamente la leche que se clasifica como clase 1, es la que se debe emplear en la fabricación de subproductos. De acuerdo con los resultados conteo de células somáticas (CSS) de las muestras de leche proveniente de tres hatos ganaderos de la localidad (tabla 8), sólo el H1 (15,000 CSS/ml), cumple con el criterio de la norma (tabla 7).

El análisis del hato mediante se realiza mediante un muestreo del tanque, lo que ofrece un panorama del promedio de salud del hato, ya que un nivel normal de células somáticas es de 200,000 células/ml; valores superiores indican infección en el hato. Es decir, si el recuento supera las 500,000 células/ml, puede indicar que hasta el 50% del ganado padece mastitis subclínica, lo que genera pérdidas económicas significativas. Es recomendado realizarse mensualmente un monitoreo en cada hato, lo que permite implementar medidas preventivas para reducir las infecciones y darles seguimiento a las medidas implementadas. Sin embargo, una serie de resultados bajos puede ser temporal (secar o vender vacas infectadas), y los recuentos suelen aumentar nuevamente, indicando que el problema subyacente no ha sido resuelto. Así mismo, se recomienda el uso de pruebas sanitarias como los cultivos en agar sangre para identificar patógenos causantes de mastitis (Reyes y Bedolla, 2008).

En cuanto al análisis individual, este permite evaluar la salud de un animal específico, el análisis puede realizarse a partir de una muestra compuesta de los cuartos de la ubre. Un recuento elevado indica una infección actual, pero los valores pueden disminuir en exámenes posteriores, por lo que, en vacas sospechosas, se recomienda evaluar tres recuentos consecutivos para tomar decisiones definitivas, ya que con recuentos consistentemente altos ($>200,000$ células/ml), suelen ser las responsables de propagar la infección (Reyes y Bedolla, 2008).

Como resultado de las estrategias propuestas, los productores que participaron en el análisis fisicoquímico y microbiológico de la calidad de la leche en sus hatos mostraron interés en los resultados, considerándolos un incentivo para mejorar sus

prácticas de manejo y agregar valor a su producto. Lo anterior se debe a que algunos productores mencionaron que, en ocasiones, los acopiadores ofrecen un sobreprecio de hasta 1 peso por litro, dependiendo de la calidad de la leche y el origen del hato, basándose en criterios empíricos. De este modo, conocer la calidad de su leche no solo les permitiría negociar un mejor precio, sino que también serviría como un estímulo para implementar prácticas de manejo más adecuadas, especialmente en relación con la prevención y control de la mastitis, con el objetivo de asegurar una mayor calidad y rendimiento para los acopiadores.

Actualmente, la agregación de valor generalmente beneficia a los eslabones más cercanos al consumidor final, dejando fuera a los productores primarios, por lo que se requieren enfoques de desarrollo rural que impulsen la agregación de valor desde el origen de la cadena, y contribuir a su desarrollo económico y social (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2014).

No obstante, es necesario reconocer que existen diferentes fuentes de contaminación de la leche que afectan tanto la calidad como la inocuidad del producto, lo que resalta la importancia de aplicar buenas prácticas de higiene en todas las etapas de la producción. Algunas de las fuentes de contaminación son: la suciedad en la ubre, manos del ordeñador y equipos utilizados durante el ordeño, la presencia de microorganismos patógenos debido a mastitis, condiciones insalubres o almacenamiento inadecuado, la contaminación química causada por medicamentos veterinarios, plaguicidas y productos de limpieza mal enjuagados, ingreso de partículas extrañas, como pelos, polvo o fragmentos de materiales de los recipientes, entre otros (FAO, s/f).

En este sentido, se propone la estrategia de *Buenas prácticas de ordeño y monitoreo de la calidad de la leche*, la cual implica la implementación de un protocolo integral de buenas prácticas de higiene de la ubre y ordeño, incluyendo técnicas como el flameado de la ubre, con el objetivo de prevenir pérdidas relacionadas a la mastitis bovina y mejorar la producción de leche y su calidad. Así mismo, esta estrategia incluye el conteo de células somáticas (CSS), para diagnósticos específicos y monitoreo de mastitis en los hatos, evaluar el manejo del

ordeño y mejorar el manejo sanitario, y el análisis fisicoquímico para evaluar la composición de la leche, para monitorear y realizar cambios en alimentación, y así garantizar leche con mayor valor nutricional y un mejor rendimiento en los derivados lácteos.

7.2.2 Reproducción

7.2.2.1 Identificación del estatus reproductivo del hato

En el aspecto reproductivo de los hatos, predomina el uso de monta natural. Al tratarse de sistemas semi-estabulados, donde los animales pasan la mayor parte del día en pastoreo, o extensivos, no siempre se detectan los estros ni las montas, y no todos los productores cuentan con el servicio de diagnósticos de gestación. Lo anterior genera ineficiencia reproductiva en los hatos, evidenciadas en la presencia de hembras de reemplazo mayores de 2 años sin su primer servicio e intervalos entre partos prolongados superiores a los 12 meses.

La edad al primer servicio corresponde al momento en que la hembra es servida por primera vez tras alcanzar la madurez sexual, en promedio, la EPS ocurre entre los 16 y 18 meses, y retrasos en este parámetro ocasiona pérdidas económicas al extender el intervalo hasta el primer parto. Mientras que el intervalo entre partos es el tiempo transcurrido entre un parto y el siguiente, cuyo ideal es de 12 meses; sin embargo, estos parámetros pueden variar de acuerdo con factores genéticos, nutricionales y de salud (Bustillo y Melo., 2020).

La falta de control reproductivo, incluyendo una detección ineficiente de estros y diagnósticos de gestación, es una de las principales causas de ineficiencia reproductiva (Moreno et al., 2012). Estas deficiencias pueden llevar al descarte y sacrificio de vacas en diferentes etapas de gestación y afectar parámetros como la edad al primer servicio y el intervalo entre partos, impactando negativamente la rentabilidad de los hatos (Ruíz, 2021). Además, esta situación económicamente genera altos costos de oportunidad, relacionados con los conceptos de becerros y lactancias pedidas (Fernández, 2015), lo que repercute tanto en los ingresos de los productores como en la agroindustria, al limitar la disponibilidad del insumo leche.

El éxito económico en un sistema de producción con crianza de ganado reside en la eficiencia reproductiva, la cual se mide por la obtención de un becerro por vaca por año. Existen varios métodos de manejo como el no retorno (NR) al celo, posterior a la monta natural o inseminación artificial, determinación de niveles de progesterona, ecografía por medio de ultrasonografía y palpación transrectal (Rodríguez, 2005), por lo que un manejo adecuado de las prácticas reproductivas puede aumentar la eficiencia reproductiva y mejorar el rendimiento productivo y económico (Huertas, 2015; Sammad et al., 2020).

Mediante el diagnóstico de gestación, se puede identificar el estado reproductivo de los vientres, pudiendo identificar patologías reproductivas (quistes ováricos, piometra, entre otros), y la edad aproximada de la gestación, lo que permite realizar un manejo nutricional o sanitario adecuado. Además, es útil para detectar patologías reproductivas, tratarlas y en la implementación de programas de biotecnología reproductiva (Rodríguez, 2005; Barrón et al., 2023), por lo que diagnóstico de gestación es una herramienta clave para tomar decisiones basadas en el estado reproductivo del hato. Este diagnóstico puede realizarse mediante métodos directos, como la palpación transrectal o la ultrasonografía (Sice et al., 2022).

En este sentido se propuso la estrategia de identificación del estatus reproductivo del hato por medio de palpación transrectal. Este procedimiento demostrativo se realizó en 10 vacas en etapa productiva, identificando 5 gestantes entre el primer y tercer tercio de gestación, 3 vientres vacíos (dos en anestro lactacional con partos recientes menores a tres meses) y 2 vientres con estatus pendiente debido a servicios de monta realizados tres días antes del diagnóstico. El productor desconocía el estado de gestación en dos de las cinco vacas gestantes, considerándolas en anestro, lo que representa el 40 % de los vientres en gestación, lo que resalta la falta de detección de celos y servicios de monta.

Un estudio realizado por Sandigo (2005), para identificar motivos de descarte en vacas destinadas al sacrificio en un rastro municipal de Nicaragua, y un diagnóstico reproductivo postmortem a las mismas, en un periodo de 3.5 meses, donde los resultados obtenidos fueron que el 79% de las vacas sacrificadas tenían menos de

4 partos, donde los principales motivos de descarte de vacas fueron problemas reproductivos 33.1%, económicos 29.7 % y el 33.8% por diferentes causas, mientras que los resultados del diagnóstico reproductivo indicó que el 48.3% (70 de 145) de las vacas sacrificadas se encontraban en un estado de gestación, entre el segundo, primer y último tercio de la gestación (57.1 %, 27.1 %y 15.7% respectivamente). Así mismo, se tenía un bajo nivel de asistencia técnica, ya que solo el 33% de los productores contaban con asistencia técnica, indicando que no se lleva un control reproductivo en los hatos.

La importancia de esta técnica radica en su capacidad para determinar si las vacas están gestantes o vacías sin esperar al período de parición, lo que facilita decisiones oportunas, como repetir el servicio, aplicar tratamientos o seleccionar entre vientres productivos e improductivos (Rodríguez, 2005). En este sentido, la estrategia de *Identificación del estatus reproductivo del hato* basado en diagnósticos de gestación, mediante palpación transrectal y/o ultrasonografía, permite una toma de decisiones adecuada de manejo reproductivo y mejorar la planificación en el hato para incrementar la eficiencia reproductiva.

7.2.3 Alimentación

7.2.3.1 Balanceo de raciones

Los sistemas de producción extensivos o semi-intensivos, donde la mayor parte del día los animales se encuentran en pastoreo consumen pastos y arbustos nativos en terrenos propios y rentados. Dentro del establo se alimentan principalmente de forrajes cultivados por los propios productores o comprados, como maíz criollo, alfalfa, avena, trigo, entre otros, en forma fresca, henificada, o en rastrojo dependiendo de la época de mayor (lluvia) o menor disponibilidad (sequía), y solo algunos productores conservan forraje mediante ensilado. Adicionalmente se les llega a ofrecer concentrado para ganado lechero basado en fórmulas comerciales comprado en las mismas forrajeras.

Dentro de los establos, se le ofrece la misma dieta para todo el ganado independientemente de la etapa productiva. Esto ha ocasionado que, en hatos con producción lechera, algunos animales, presenten signos de origen metabólico como

acidosis, debido a una elevada ingestión de concentrado (del 50-60% de la ración según un productor), especialmente las vacas que se encuentran en periodo seco o vaquillas (Shimada, 2017), así como vacas sobre nutridas o subnutridas dependiendo su etapa de lactancia. Algunas recomendaciones fueron en función de la presentación de los alimentos, balanceo de raciones y suplementación.

La acidosis ruminal es una alteración del equilibrio ácido-base en el rumen es causada por la fermentación excesiva de carbohidratos rápidamente fermentables (como los granos y concentrados), lo que reduce el pH ruminal y afecta la salud del animal, así mismo, existen dos tipos de acidosis ruminal: aguda y subaguda; la primera se presenta cuando el pH ruminal disminuye bruscamente (<5.0), lo cual puede provocar la muerte del animal, y la segunda es cuando el pH oscila entre 5.0 y 5.5 durante varias horas al día, la cual es menos evidente, pero causa pérdidas en la producción de leche y salud digestiva (Granja et al., 2012).

La acidosis clínica también es denominada acidosis láctica, ya que el ácido láctico juega un papel importante en su desarrollo. En condiciones normales, su producción es baja y es metabolizado en el rumen, principalmente por la especie *Megasphaera elsdenii*. La acidosis ocurre cuando hay una fermentación rápida de carbohidratos no fibrosos, lo que favorece el crecimiento de *Streptococcus bovis*, importante productor de ácido láctico. Sin embargo, si las bacterias que lo consumen no se desarrollan lo suficientemente rápido, el ácido láctico se acumula. Cuando el pH cae por debajo de 5.5, las bacterias que normalmente metabolizan el ácido láctico desaparecen, y son reemplazadas por *Lactobacillus* spp., que a su vez producen más ácido láctico, convirtiéndolo en un círculo vicioso y agravando la acidosis (Calsamiglia y Ferret, 2002). Entre las alteraciones ocasionadas son polipnea debido la acidosis metabólica, incremento en la frecuencia cardíaca, deshidratación, absesos hepáticos, entre otros, pudiendo llegar a la muerte del animal (Granja et al., 2012).

En cuanto a la acidosis subclínica ocurre cuando el pH ruminal experimenta descensos moderados y transitorios de forma repetida (pH 5,2 a 5,6). La suplementación con raciones altamente fermentables estimula inicialmente el

desarrollo de la mucosa ruminal, favoreciendo la absorción de ácidos grasos volátiles (AGV). Sin embargo, en mucosas no adaptadas, esta absorción es lenta, lo que provoca una acumulación de AGV y una ligera acidosis ruminal. El mantenimiento de un pH bajo facilita la proliferación de clostridios y coliformes, causando inflamación de la mucosa y el desarrollo de hiperparaqueratosis, que actúa como barrera física para la absorción de AGV. Como resultado, los AGV se acumulan y el pH sigue disminuyendo. Aunque no aparecen síntomas clínicos evidentes, esta condición reduce la digestibilidad de la ración y genera fluctuaciones en la ingesta de materia seca (Calsamiglia y Ferret, 2002; Granja et al., 2012).

La microbiota ruminal está compuesta principalmente por bacterias celulolíticas, amilolíticas y sacarolíticas, que producen AGV acetato, propionato y butirato en distintas proporciones. Las bacterias celulolíticas, predominantes en el forraje, generan aproximadamente 70% de acetato, 20% de propionato y 10% de butirato. El forraje, su principal sustrato, está compuesto principalmente por celulosa y hemicelulosa, con menores cantidades de lignina, pectina y lípidos. En relación al acetato, este forma parte de los precursores de la síntesis de grasa en la leche, y la producción de este AGV, se relaciona al consumo de fibra en la dieta, mientras que el AGV propionato está relacionado a la gluconeogénesis hepática, y se relaciona al consumo de carbohidratos fácilmente fermentables (dietas altas en concentrados) (Huertas et al, 2020), por lo que un signo clínico de la acidosis ruminal se relaciona a la depresión del porcentaje de grasa en la leche (Granja et al., 2012).

Las deficiencias nutricionales en vacas están relacionadas a una disminución en la eficiencia productiva y reproductiva, tales como una disminución en la condición corporal y producción láctea, alteraciones en el ciclo reproductivo de la vaca alargando el tiempo que transcurre en los parámetros reproductivos, patologías uterinas y metabólicas, entre otros. Lo anterior representa una disminución en la rentabilidad del hato ganadero (Avilés et al., 2022). En este sentido, la importancia de la alimentación y nutrición en un hato ganadero es que impacta directamente el rendimiento productivo y económico, que influye en la ganancia de peso, producción de leche y salud de los animales, por lo que un adecuado monitoreo alimenticio

permite identificar áreas de mejora para optimizar estos resultados (Huertas 2015; Correa y Carulla 2009).

En este sentido, en un hato se suplementó con concentrado para ajustar el nivel de Proteína Cruda (%), Energía Metabolizable (Mcal/kg), Calcio (%) y Fósforo (%) en vacas Suizo Americano en lactancia, que se basó en ofrecer 2 kilos de concentrado, uno por la mañana y otro por la tarde, junto con los forrajes habituales.

Para ello se comparó el requerimiento nutricional vacas de peso promedio de vacas de 500 kg, con el aporte nutricional de los ingredientes de la dieta habitual, que consistía en rastrojo molido, paja de avena y alfalfa, y con la dieta habitual con la adición del concentrado (tabla 10). El contenido nutricional del concentrado fue 2.9208 de Mcal/kg Energía Metabolizable (EM), 15.869 % de Proteína Cruda (PC), 0.9257 % de Calcio (Ca) y 0.6613 % de Fósforo (P), y este se calculó por medio del programa Excel.

Tabla 10. Comparación del requerimiento por día, con el aporte nutricional de dieta habitual, dieta habitual + concentrado.

Aporte nutricional	Energía Metabolizable (EM) Mcal/kg	Proteína Cruda (PC) %	Calcio (Ca) %	Fósforo (P) %
Dieta habitual	1.925	9.05	1.35	0.373
Dieta habitual + Concentrado	2.124	10.412	1.264	0.43
Requerimiento / día	2.5	13	0.29	0.33

Fuente: elaboración propia

Si bien, el aporte nutricional de la dieta habitual más el concentrado no cumple con los requerimientos diarios de EM, PC Ca y P, los animales se encontraban en sistemas semi-estabulados dónde se la pasan la mayor parte del día consumiendo pastos y forrajes nativos, donde pueden complementar las deficiencias.

Como resultado de la adición del concentrado a la dieta, hubo una respuesta favorable en la producción de leche de acuerdo con el productor. Si bien, en la

presente investigación no se tienen datos precisos que estimen la cantidad incrementada por día ni por periodo de lactancia. Balocchi et al. (2002), encontró que la suplementación con concentrados tuvo un efecto significativo sobre el incremento de la producción de leche en vacas en pastoreo, donde la producción de leche sin suplementación de concentrado fue significativamente menor que en los animales que fueron suplementados con concentrado con diferente nivel de proteína y energía (19.9 y 14.3 %PC, y 2.8 y 3.0 EM Mcal kg⁻¹ MS) y el rango reportado en los suplementados fue de 0,5 y 0,45 litros de leche por kilogramo de los dos concentrados respectivamente. Así mismo, el incremento de la producción de leche puede deberse a que la vaca lechera primero destina la energía y proteína consumida a satisfacer sus requerimientos de mantenimiento, y el excedente se utiliza para la producción de leche, incrementándose de manera lineal con la cantidad de energía y proteína disponible (Häubi y Gutiérrez, 2015).

En cuanto al costo de producción del concentrado fue de \$11.621 el kilo, a diferencia del costo de venta de los concentrados comerciales vendido en la región de 8.62 y \$13.8 el kilo; sin embargo, este puede reformular sus ingredientes para disminuir su costo de producción, y utilizar principalmente ingredientes locales. Así mismo, la organización entre productores para la elaboración de alimentos concentrados puede considerarse una opción para disminuir costos de producción. No obstante, se requieren establecer programas de alimentación de acuerdo con las características de cada hato.

Por lo tanto, se propone la estrategia de *Balanceo de raciones*, lo cual implica la implementación de programas de alimentación basado en dietas que cumplan los requerimientos nutricionales de los animales de acuerdo con su etapa productiva, asegurando un adecuado aporte de nutrientes que prevenga problemas metabólicos y reproductivos, e incremente la eficiencia productiva, lo cual requiere de una evaluación y elaboración de dietas por etapas productivas, y/o el diseño y elaboración de concentrados nutricionales.

7.2.3.2 Ensilaje

En la región de estudio, los productores ganaderos enfrentan un recurrente problema de escasez de alimentos durante la época de sequía. Sin embargo, no todos los productores realizan métodos de conservación ni adquisición de forraje de calidad para alimentar al ganado en época de estiaje, lo que afecta de manera negativa la productividad y sostenibilidad. Aunque algunos productores reconocen la importancia de implementar técnicas de conservación de forrajes, como el ensilado, su adopción es limitada, debido a la falta de conocimientos técnicos, de acuerdo con lo expresada por los propios productores, resaltando la necesidad de acompañamiento técnico y el fortalecimiento de sus capacidades.

Así mismo, de acuerdo con lo reportado por una representante de la agroindustria en la localidad de Irtzio, la sequía no solo afecta a la ganadería, si no la agroindustria tradicional que depende de ella; donde en el año 2023 se vio afectada causada a una sub producción, pudiendo disminuir hasta el 60% de leche durante el periodo de sequía, debido a que la producción de leche, depende del agua que puedan consumir las vacas y el alimento disponible, además ocasionando un incremento en el precio de la leche, y por ende del costo de elaboración de subproductos, y aumento en los precios, afectando así al consumidor (Cambio de Michoacán, 2024).

Las problemáticas asociadas a una baja disponibilidad de forrajes de buena calidad, especialmente durante la época de sequía, son una reducción de la producción de carne y leche del ganado, disminuye el período de lactancia, ausencia de celo, disminución del porcentaje de preñez e incluso la muerte de los animales, además de un incremento en los precios de los alimentos, lo cual tiene un impacto económico negativo en la ganadería (Reyes et al., 2009; Mendieta et al., 2015).

Por lo tanto, disponer de forraje en cantidad y calidad durante el periodo seco es fundamental en los sistemas de producción; sin embargo, esto requiere el uso de estrategias y tecnologías que permitan mejorar la disponibilidad del forraje de buena calidad durante la época seca, para lo cual existen diferentes métodos de conservación como ensilajes, henos, entre otros (Mendieta et al., 2015).

El ensilaje es un método de conservación de forrajes, que sirve para asegurar un suministro continuo de alimento durante todo el año. Esto se logra por medio de una fermentación láctica espontánea en condiciones anaerobias. Las bacterias productoras de ácido láctico (BAC) fermentan los carbohidratos hidrosolubles (CHS) del forraje produciendo ácido láctico y en menor cantidad, ácido acético. Al generarse estos ácidos, el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción (Reyes et al., 2009).

Los factores que se deben tener en cuenta para el ensilaje son identificar el tipo de cultivo forrajero que se va a conservar, así como el punto óptimo de cosecha, que permitirá obtener un mayor rendimiento, siendo considerado el estado lechoso-pastoso el momento óptimo para las gramíneas (maíz). Así mismo se deben identificar los diferentes tipo de silo (bolsa, bunker, montón, horno forrajero, etc.), y tomar en cuenta con qué recursos se cuenta, de acuerdo con el tipo de silo seleccionado (Avellaneda et al., 2021). La cantidad de ensilaje que se requiere en un SPG depende de diversos factores como el número de animales de acuerdo con su categoría (edad, peso, etapa productiva), la cantidad diaria de ensilaje que requieren en consumo de MS y la duración del periodo de alimentación, tomando en cuenta la cantidad de silo que se pierde durante el proceso, que generalmente es el 15% para identificar el forraje verde que se necesita para ensilar. Posterior a ello, se debe identificar el área de corte de pasto que se requiere en base a datos del rendimiento del cultivo. Otro aspecto importante para tomar en cuenta previo a su realización son los requerimientos de mano de obra, cosecha, acarreo, picado, compactación y material de sellado, debido a que la falta de algún elemento puede provocar pérdidas de ensilaje debido a la respiración del forraje, lo que afecta la fermentación y calidad de este (Reyes et al., 2009). Entre las evaluaciones más comunes de la calidad del ensilado, se reconocen las pruebas de laboratorio para identificar el contenido de Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC), Carbohidratos Solubles, pH, Fibra Detergente Neutro y Ácido (FDN y FDA), entre otros; y la evaluación de características organolépticas que incluyen la vista, olfato, gusto y tacto

En este sentido, es importante considerar que existen muchos factores que afectan al rendimiento productivo y el valor nutritivo de los ensilados y, como consecuencia a la productividad de los animales alimentados con este (Opsí et al., 2011), tales como el tipo de material ensilado, la cantidad de azúcares solubles, el manejo y método de preparación de ensilaje, entre otros, lo que puede afectar el tipo de fermentación, y una fermentación no adecuada puede ser un riesgo para la salud humana y animal debido a la producción de toxinas (Alpízar, 2015).

En este sentido, se propone la adopción de *conservación de forrajes (ensilaje)*, lo cual puede permitir almacenar forraje de buena calidad para su uso en la temporada seca, garantizando la disponibilidad de alimento durante todo el año. Sin embargo, su implementación requiere capacitación y asistencia técnica, ya que la eficiencia del proceso depende de múltiples factores. En este sentido, Ramírez et al., (2020), analizan experiencias de estrategias implementadas en América Latina, entre ellas la elaboración de silos, para el manejo de agroecosistemas, identificando, que la planeación en las fincas agropecuarias, que tiene como objetivo la programación de actividades de manera ordenada y eficiente es una actividad esencial en el desarrollo productivo y sostenido de las mismas.

7.2.3.3 Uso de nopal forrajero (Opuntia spp.) en la alimentación del ganado

Durante la época de estiaje, debido a la sequía y escasez de alimentos, los productores regionales utilizan nopal (*Opuntia spp.*) en la alimentación del ganado como recurso forrajero. Sin embargo, su uso actual no está optimizado, ya que los productores dependen de nopaleras silvestres, lo que además implica un costo económico por la eliminación de espinas (Figura 10).



Figura 10. Nopal silvestre obtenido del campo para la alimentación del ganado antes (izquierda) y después (derecha) de eliminar las espinas por medio de flameo. Fotos tomadas el día 31 de mayo del 2024.

En México, el aprovechamiento y cultivo de este recurso se remonta desde la época mesoamericana (Hernández, 2016). Actualmente, este es ampliamente utilizado en zonas áridas del país, principalmente en la región norte de México, el cual es promovido por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), a través de la Comisión Nacional de Zonas Áridas (Conaza), utilizando variedades forrajeras, todo ello con la finalidad para atender la alimentación del ganado y aumentar su productividad, y de acuerdo con Urrutia et al. (2018) existen variedades de nopal sin espinas que facilitan su utilización como forraje, tales como Copena F1 y Milpa Alta.

La importancia de este recurso forrajero es que es altamente eficiente en el uso de agua, tiene un amplio rango de adaptación a diferentes condiciones de clima y de suelo, y es un forraje de alta productividad (Representación Agricultura San Luis Potosí, 2022). Este prospera mejor en suelos calcáreos con buen drenaje, el rango de altitud varía desde el nivel del mar hasta 2675 msnm (óptimo 800 y 2,500 msnm), se adapta a precipitaciones de 200 a 1,800 mm (óptima 400 mm), el rango de temperatura para su crecimiento es de 6 a 36°C (óptima de 15 a 16 °C) (SADER y SIAP s/f; Hernández, 2016), y su tolerancia a heladas varía con la especie y variedad (Hernández, 2016). En este sentido, el municipio de Morelia tiene una altitud entre 1,500-3,000 msnm, un rango de temperatura entre 12-26 °C y un rango de precipitación entre 600-1,500 mm, media anual 700 (INEGI, 2010). En este sentido, para implementar cultivos en el Municipio de Morelia, es necesario que se

consideren las características de los sitios de plantación (no mayor a 2675 msnm), evitando sitios fangosos.

Para plantaciones agrícolas, las variedades forrajeras (sin espinas) son recomendadas. En condiciones intensivas de temporal, utilizando las variedades Pabellón y Copena F-1, puede variar de 75 a 118 t/ha de forraje verde. Mientras que las recomendaciones para terrenos de agostadero, se recomiendan las variedades silvestres, ya que tienen mayor resistencia a plagas y enfermedades y son más resistentes a condiciones climáticas como las heladas. Los factores que influyen en el rendimiento del cultivo como el sitio de plantación, la variedad, la densidad que puede variar de 2,500 a 40,000 plantas/ha, manejo del cultivo, entre otros (Hernández, 2016).

En cuanto al contenido nutricional, este varía de acuerdo con la especie, variedad y estado de madurez de la planta (Hernández et al. 2016). En la tabla 11, se muestra la composición química de nopal (*Opuntia* spp) en base húmeda.

Tabla 11. Composición química de nopal (*Opuntia* spp) en base húmeda.

Materia seca (%)	Proteína Cruda 8%	Proteína soluble (%)	FDN (%)	FDA (%)	CNF (%)	NTD (%)	EM (Mcal kg⁻¹)	Cenizas
12.90	6.44	44.8	21.34	19.70	43.85	53.15	1.88	27.99

*FDN: Fibra Detergente Neutro. FDA: Fibra Detergente Ácida. CNF: Carbohidratos No Fibrosos. NTD: Nutrientes Digestibles Totales. EM: Energía Metabolizable.

Fuente: adaptado de Flores et al (2017).

En cuanto al uso de nopal en la alimentación del ganado, es recomendable someterlo a tratamientos para mejorar sus cualidades nutricionales, especialmente por su bajo contenido de proteína, por medio de fermentación o ensilado, junto con la adición de aditivos que promuevan la fermentación (melaza) y el incremento en el nivel de proteína, como la Urea o las levaduras de *Saccharomyces cerevisiae* (Araiza et al., 2021). La alimentación del ganado que dependa únicamente del nopal puede tener un efecto laxante debido al elevado contenido de

agua y fibra, lo cual ocurre cuando la cantidad de nopal en la dieta excede más del 50-60% de la ración. Esto se puede contrarrestar cuando se suministran otras porciones de paja o heno en la ración (Hernández, 2016).

Flores et al. (2019), comparó nopal antes (testigo) y después de someterlo a un proceso de fermentación a base de urea (1 %) y sulfato de amonio (0.1 %) y levadura (*Sacharomyces cereviceae*), donde los resultados mostraron un incremento significativo en cuanto al contenido de proteína cruda de 7.08 % (Testigo) a 33.52 % (Nopal Fermentado) y de Energía Metabolizable de 2.31 a 2.64 Mcal·kg⁻¹ respectivamente, mientras que los carbohidratos no fibrosos se redujeron significativamente de 55.03 % (Testigo) a 25.77 % (Nopal Fermentado), por efecto de la fermentación. En cuanto al proceso de ensilaje Araiza et al., (2021), evaluó la calidad nutricional de ensilado de rastrojo (que permite un contenido de materia seca adecuado entre el 30.35%) con nopal sin fermentar y fermentado, donde se mostró un incremento de 11.1% de PC en nopal fermentado y en 8.9% de PC en ensilado de rastrojo con nopal sin fermentar, lo anterior debido a que la levadura *Saccharomyces cereviceae* empleada para fermentar el nopal puede generar la proliferación de proteína celular.

En el aspecto productivo estudios demuestran un incremento en la producción de leche y carne en animales sometidos a la adición de nopal en la dieta. En cuanto a la producción de leche, Moreno (2012) reporta la adición de nopal (*Opuntia ficus-indica*) en la dieta en un grupo de vacas complementadas con nopal tuvo un promedio de producción de leche de 11.345 kg/vaca/día, mientras que en el grupo testigo (sin complementación) tuvo un promedio de 10.289 kg/vaca/día, siendo ambos estadísticamente diferentes ($P < 0.05$), así mismo, el grupo testigo tuvo una disminución en el promedio de la producción láctea tanto en el periodo de época de lluvias (11.40 a 9.75 kg/vaca/día) como en época de estiaje (10.13 a 9.43 kg/vaca/día); mientras que el grupo complementado logró tener una producción constante durante los mismos periodos y épocas de estudio (11.85 a 11.74 y 11.54 a 11.56 kg/vaca/día respectivamente). Mientras que en la producción de carne (ganancia de peso), cabras suplementadas con ensilado de nopal (*Opuntia* spp)

adicionado con urea y melaza, tuvieron un incremento en la ganancia diaria de peso ($P < 0.01$) mayor en 58.5 g/día a diferencia del grupo testigo, mientras que la raza no influyó en la respuesta de los animales sometidos a tratamiento (Pichardo, 2012).

En este sentido, se propone el *uso de nopal forrajero (Opuntia spp.) en la alimentación del ganado*, mediante su cultivo y conservación a través de técnicas como la fermentación o el ensilado, lo que mejora su contenido nutricional y facilita su almacenamiento. Para maximizar su impacto, es fundamental definir estrategias adecuadas para su cosecha y almacenamiento, garantizando una disponibilidad continua y promoviendo su integración eficiente en las dietas mediante un balance nutricional adecuado.

Así mismo, es necesario considerar que, entre otros usos y beneficios del nopal, es que este también es utilizado como cerco, conservación de suelos, y para suplir parcialmente las necesidades de agua especialmente del ganado en pastoreo durante la época de sequías, ya que el consumo de 40 kg de nopal por día provee al ganado de 35 litros de agua al 85 % de humedad (Hernández, 2016).

7.2.4 Crianza / Lactancia

7.2.4.1 Conservación de calostro bovino

En los sistemas de producción con crianza de becerros, algunos productores mencionan que, dentro de su sistema de producción, hay becerros no han consumido calostro debido a diferentes causas, entre las cuales se identificaron pérdida de la madre y vacas que no han tenido un periodo seco entre lactancias debido a que no llevó un control adecuado de la misma. Lo anterior ha ocasionado que los becerros que no lograron consumir calostro de manera adecuada presenten enfermedades de origen respiratorio y gastrointestinal, así como un retraso en el crecimiento, representando un costo económico para los productores. El crecimiento de becerros es de vital importancia para la eficiencia en estos sistemas, ya que afecta la probabilidad de supervivencia de la cría y el peso al destete de estos. El crecimiento inicial está relacionado con el consumo de leche debido al aporte nutritivo, a que facilita el desarrollo del tracto digestivo y a que proporciona

inmunidad pasiva contra enfermedades por medio del calostro (Osorio y Segura, 2008).

El calostro es la secreción de las glándulas mamarias que se produce directamente antes del parto y en el transcurso de los días siguientes (Puppel et al., 2019). Este transfiere inmunidad pasiva contra la mayoría de los microorganismos del entorno, hasta que el neonato desarrolle una inmunidad activa (Balan et al., 2019). El calostro de la vaca contiene tres tipos de inmunoglobulinas principalmente: Ig G constituye del 85-90%, Ig M comprende cerca del 7% e Ig A cerca del 5% del total de Igs del calostro (Adriano, 2018).

En terneros la absorción de inmunoglobulinas (Ig) se limita a las 16 horas de nacido para la IgM, 22 horas para la IgA y 27 horas para la IgG (Comuniv, 2001 citado de Asqui, 2023). El ternero al alimentarse de calostro, las Ig's se absorben intactas a través de la mucosa intestinal para trasladarse en última instancia a la sangre, dando como resultado una inmunidad pasiva. La capacidad de absorber inmunoglobulinas del calostro depende del cierre de la membrana intestinal, por lo que, los anticuerpos que no pasen por el intestino durante un lapso de 24 horas no serán absorbidos (Asqui, 2023).

Además de las inmunoglobulinas para la inmunidad pasiva, el calostro también contiene grandes cantidades de nutrientes y de factores biológicamente activos no nutritivos que estimulan la maduración y función del tracto gastrointestinal neonatal. El calostro proporciona energía para la termogénesis y la regulación de la temperatura corporal a través de su contenido de grasa y lactosa. También contiene altas concentraciones de vitaminas y minerales clave como calcio, magnesio, zinc, vitaminas A, E, B12, ácido fólico y selenio (Godden et al., 2019).

En cuanto a los factores no nutritivos como factores de crecimiento, hormonas, citocinas y compuestos antimicrobianos como lactoferrina, lisozima y lactoperoxidasa, que ayudan a proteger al ternero contra patógenos. El inhibidor de tripsina protege a las inmunoglobulinas y otras proteínas de la degradación en el

intestino. Los oligosacáridos también actúan como barreras contra patógenos al bloquear sitios de unión en las células epiteliales intestinales (Godden et al., 2019).

Entre los factores de crecimiento contiene el factor de crecimiento transformante beta-2, la hormona de crecimiento y factores de crecimiento similares a la insulina (IGF-I y II), los cuales son esenciales para el desarrollo del tracto gastrointestinal (GIT) en neonatos bovinos, promoviendo el crecimiento de la mucosa, la síntesis de ADN intestinal, el aumento del tamaño de las vellosidades y la capacidad de absorción, así como una mayor captación de glucosa (Godden et al., 2019).

Por lo tanto, la combinación de estos nutrientes y factores no nutritivos, junto con la protección contra enfermedades proporcionada por las inmunoglobulinas, ofrece beneficios a corto y largo plazo, como una mayor tasa de ganancia de peso, reducción en la edad al primer parto, mayor producción de leche en las primeras lactaciones y menor riesgo de descarte durante la primera lactación (Godden et al., 2019).

La ausencia de un suministro adecuado de calostro en terneros, especialmente en relación con la absorción de inmunoglobulinas provocan problemas como una elevada mortalidad, poca ganancia de peso y costos elevados en tratamientos. (Asqui, 2023). Existen diferentes motivos por los cuales los terneros no pueden absorber una cantidad satisfactoria de inmunoglobulinas que conlleva a una transferencia de inmunidad pasiva incompleta, como una mala calidad del calostro, ingestión de insuficiente cantidad, inadecuada ingestión del ternero o por una falla en la absorción intestinal (Adriano, 2018; Asqui, 2023).

La calidad del calostro está relacionada con la cantidad de inmunoglobulinas presentes, la cual varía ampliamente debido a diversos factores, entre ellos la duración del período seco, ya que cuando este período es inferior a tres semanas, se evita una adecuada acumulación de inmunoglobulinas en la glándula mamaria. Así mismo, la vacunación antes del parto incrementa los niveles séricos de anticuerpos, las cuales se transfieren al calostro en las últimas semanas. En cuanto

a la raza, se ha demostrado que vacas lecheras tienen mayor cantidad de inmunoglobulinas presentes en el calostro que las de razas cárnicas (Tipán, 2020).

El sustituto de calostro puede administrarse como alternativa al calostro materno o como suplemento cuando el calostro tiene bajo contenido de IgG (Muhammad et al., 2021). Por lo tanto, la conservación del calostro de buena calidad puede permitir contar con reservas de calostro en los sistemas de producción que sirvan para alimentar terneros en momentos críticos, como pérdida de la madre o cuyas madres produzcan calostro con baja cantidad de inmunoglobulinas (Tipán, 2020; Schogor et al., 2021). Actualmente existen diferentes métodos de preservación del calostro, tales como refrigeración a 4°C durante 7 días, congelado durante un año y liofilización, y es necesario que el calostro cuente con una identificación independientemente del método seleccionado. En el caso del calostro congelado, se recomienda descongelar en agua tibia a 45-50°C. (Elizondo 2007; Schogor et al., 2021).

En cuanto a los métodos para determinar la calidad del calostro, uno de ellos es midiendo la densidad, ya que está relacionada con la cantidad de Ig. El instrumento más utilizado para medir esta densidad es el calostrómetro; el cual asigna una escala de acuerdo con la densidad específica relacionada con el contenido de proteínas: calidad buena (más de 50 mg/mL) en color verde, regular (entre 22 y 50 mg/mL) en color amarillo y mala (menor a 22 mg/mL) en color rojo (Puppel et al., 2019; Fortín y Perdomo, 2009). El refractómetro de Brix es otra herramienta que tiene una especificidad aceptable, y que puede ser utilizado para estimar de manera indirecta el nivel de Ig's presentes en el calostro. En este sentido, se ha determinado que una lectura de 22° Brix corresponde a IgG mayor a 50 mg/ml en vacas Holstein (Tipán, 2020).

La importancia de utilizar calostro de buena calidad es que se ha demostrado que de 10 a 40% de las terneras no logran alcanzar las concentraciones adecuadas de Ig en suero cuando se alimentan con calostro de baja calidad (Shearer et al., 1992, citado de Elizondo, 2007). En cuanto a la ganancia de peso, Fortín y Perdomo (2009) encontraron una correlación positiva entre la densidad del calostro y la

ganancia de peso en terneros, lo que puede explicarse debido a una mayor resistencia a patógenos, y se ha demostrado que la concentración de IgG en sangre de terneras está claramente asociada con la sobrevivencia y salud de estas (Elizondo, 2007).

Se ha observado que el momento en que se recolecta el calostro después del parto influye en su calidad (tabla 12), debido a que el valor nutricional como el valor biológico del calostro disminuye gradualmente con el tiempo (Fortín y Perdomo, 2009).

Tabla 12. Composición nutricional del calostro, la leche de transición y la leche entera

Componentes	Número de ordeño					Leche entera
	1	2	3	4	5	
Sólidos totales (%)	23.90	17.90	14.10	13.90	13.60	12.50
Grasa (%)	6.70	5.40	3.90	3.70	3.50	3.20
Proteína (%)	14.00	8.40	5.10	4.20	4.10	3.20
Anticuerpos (%)	6.00	4.20	2.40	0.20	0.10	0.090
Lactosa (%)	2.70	3.90	4.40	4.60	4.70	4.90
Minerales (%)	1.11	0.95	0.87	0.82	0.81	0.74
Vitamina A µg/dL	295.00	190.00	113.00	-	74.00	34.00

Fuente: Fortín y Perdomo (2009).

La ingesta de 2 litros de calostro inmediatamente después del nacimiento es una regla general para aumentar los niveles de Ig en la sangre y aprovechar al máximo el potencial de absorción de macromoléculas por parte de las células intestinales, al mismo tiempo que se reduce la permeabilidad a microorganismos patógenos. Además, se recomienda suministrar la misma cantidad de calostro entre las 8 y 12 horas posteriores al nacimiento, y alimentar a la cría con un 10% de su peso vivo en calostro durante varios días después del parto (Fortín y Perdomo, 2009).

En este sentido, se propone la estrategia de *conservación de calostro*, a través de un método de conservación como la refrigeración, congelación o liofilización, que permita contar con reservas de calostro de alta calidad, asegurando su uso adecuado en momentos críticos, mejorando el desarrollo de terneros y su resistencia a enfermedades.

7.2.5.1 Inducción hormonal de lactancia

En la región de estudio, algunos productores reportan que enfrentan variaciones estacionales en su producción de leche, lo que afecta su capacidad para mantener una oferta constante a lo largo del año. Estas fluctuaciones se deben, en gran medida, a la disponibilidad de forraje, cambios fisiológicos del hato y problemas reproductivos, lo que reduce el número de vacas en producción o retrasos en la espera de lactancia, ya que, de acuerdo con lo mencionado, tienen hembras de reemplazo que a la edad de 2 años no han tenido su primer servicio, así como intervalos entre parto prolongados (>13 meses).

En cuanto a los indicadores reproductivos, si bien, el primer servicio suele realizarse en animales entre los 14 y 20 meses de edad, este depende de la condición corporal del animal y edad a la pubertad, por lo que la edad al primer parto ocurre 2.5 y tres años, dependiendo de la edad a la pubertad y el primer servicio, por lo que este parámetro influye directamente sobre la producción de leche y producción de becerro, mientras que lo ideal es un intervalo entre partos < a 13 meses (Ruíz, 2021), y la edad al primer parto (EPP), es un indicador del desempeño reproductivo del hato, ya que prolongar el inicio de la vida productiva de las vacas, tiene un efecto sobre la eficiencia económica (Bolívar et al., 2009), mientras que la duración de la crianza de las hembras de reposición dura al menos dos años, sin embargo, en la actualidad representa casi la mitad de la vida útil de las vacas lecheras. En este sentido, la longevidad de las vacas puede permitir disminuir el impacto económico de la etapa no productiva debido a una prolongación de su vida productiva (Grandl et al., 2016).

En este sentido, existen técnicas como la inducción hormonal de lactancia, que consiste en estimular la producción de leche en vacas que no están en periodo de

lactancia (García et al., 2020). Esta es una práctica que generalmente se realiza en vacas y vaquillas; siendo una alternativa para animales que no se han podido gestar antes de los dos años para que la espera de la lactancia sea más corta o vacas de desecho dándoles la oportunidad de tener más lactancias, alargando su vida productiva del animal (González et al., 2022), así como en hembras *Freemartin* (Velázquez y Días, 2020).

La lacto inducción involucra dos procesos principales, que son el crecimiento mamario y la lactogénesis. Las hormonas implicadas son: los estrógenos, que promueven el desarrollo mamario; la oxitocina, que facilita la bajada de la leche, los corticoides, que estimulan la síntesis de otras hormonas, como la oxitocina; la progesterona, que favorece el crecimiento mamario, favorece el crecimiento mamario, mantiene la lactancia y organiza los alvéolos responsables de la secreción de leche; y la prolactina, fundamental para el crecimiento de la glándula mamaria, el desarrollo de alvéolos y conductos galactóforos, y el incremento en la producción y secreción de leche (David, 2007).

En este sentido, actualmente existen diferentes protocolos hormonales; sin embargo, en cuanto a la producción de leche en vacas sometidas a inducción hormonal de lactancia, se han obtenido respuestas en el 100% de vaquillas y en el 83% de vacas (David, 2007), mientras que en las respuestas lactogénicas se han reportado correspondientes al 70 - 80% de una lactancia natural, utilizando diferentes protocolos (García et al., 2020; Reinoso y Rodríguez, 2014). En cuanto al contenido de grasa y proteína, se reportó que no hubo diferencia entre el contenido de grasa y proteína de la leche proveniente de las lactancias inducidas y de lactancias normales (Jewell 2002, citado de David, 2007). En lo que respecta al costo beneficio, se han reportado respuestas favorables relacionadas a la producción de leche que justifican el costo del tratamiento (González et al., 2022; David, 2007).

Se propone la *inducción hormonal de lactancia (lactoinducción)* como una estrategia para optimizar la productividad de los hatos lecheros y reducir las variaciones estacionales en la producción de leche. Esta técnica permite que vacas no

gestantes inicien la producción láctea sin necesidad de una gestación, lo que facilita una distribución más uniforme del volumen de leche a lo largo del año.

Su aplicación es especialmente útil en vacas que no han logrado gestarse debido a fallas en la detección de celos, anestro o problemas reproductivos, así como en vacas de descarte con buen potencial genético, prolongando su vida útil. Además, esta técnica puede contribuir a aumentar la oferta de leche en periodos de menor producción, garantizando una mayor estabilidad productiva y mejorando la rentabilidad y sostenibilidad del sistema ganadero.

7.2.5 Sector agrícola

La ganadería es una actividad que depende de la agricultura para subsistir; sin embargo, la agricultura es altamente vulnerable a los efectos del cambio climático. En este sentido, se pone en riesgo la seguridad alimentaria a nivel mundial, de lo cual los agricultores no están exentos, donde los más afectados podrían ser los pequeños agricultores de las zonas rurales, debido a que no tienen medidas de adaptación. Aunado a ello, las pérdidas de los cultivos derivados de estos efectos, provoca un aumento en los precios del forraje destinado al sector ganadero, y como resultado aumenta el precio de la carne (Nelson et al., 2009).

De acuerdo con la FAO (2013), la Intensificación Sostenible, se refiere a “el incremento de la producción a partir de la misma área de la tierra, al tiempo que se reducen los efectos negativos para el medio ambiente y aumenta la contribución al capital natural y el flujo de servicios ambientales”. Algunos componentes de esta intensificación sostenible son la salud del suelo y la gestión del agua, donde algunas tecnologías y métodos recomendados son el aumento de la materia orgánica del suelo, sistemas de riego, mejorar la capacidad del suelo para retención de agua, el manejo integrado de plagas, control biológico, las cercas vivas, la rotación de cultivos, la labranza reducida como la siembra directa y la labranza cero, entre otros.

La siembra directa es una técnica que consiste en la siembra de un cultivo sin la labranza que se realiza previamente. Esta técnica ha tenido un auge importante en el hemisferio sur, en países como Brasil, Paraguay, Uruguay y Argentina, en este

último se adoptó de manera masiva a partir de los años noventa como método de agricultura sostenible. Esta práctica, aunada a otras buenas prácticas de agrícolas como la presencia permanente de la cobertura del suelo proveniente de los residuos de cosecha, así como el control integrado de plagas y la rotación de cultivos. Esto provoca una mayor retención de agua, el cual es uno de los principales problemas que afecta a la agricultura a nivel mundial (erosión). De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), esta práctica aumentó la eficiencia del uso de agua obteniendo mayores rendimientos en los cultivos, con un aumento de 1,700 kg de maíz, 1,400 kg de sorgo y 800 kg de trigo por hectárea cultivada en dicha región (IICA, 2022).

Entre los beneficios de esta práctica están el ahorro en el uso de combustible, mejora la infiltración de agua en el suelo, disminuye su evaporación desde la superficie, ahorro en el tiempo de realización de actividades agrícolas como la siembra de un cultivo, crea mejores condiciones de la captura de carbono atmosférico en el suelo debido a que reduce la oxidación de materia orgánica, entre otros. Esta práctica se puede realizar en cualquier lugar del planeta, debiéndose considerar las condiciones climáticas y de suelo de cada territorio, y puede ser elaborada por sistemas agrícolas pequeños, medianos y grandes. Sin embargo, cambiar el sistema de labranza actual debido a ser una práctica milenaria, es difícil, por lo que resulta en un proceso paulatino y requiere de asesoramiento, así como de la maquinaria y recursos de cada productor (IICA, 2022).

De acuerdo con la DOF (2020), se estima que en México el 48 % de los suelos tiene algún tipo de degradación. En este sentido, se recomienda la siembra directa en la región, ya que, de acuerdo con Sifuentes et al., (2018) permite mejorar la capacidad retención de agua del suelo y mejora las propiedades fisicoquímicas del suelo. Sin embargo, debido a que los productores cuentan con maquinaria agrícola (tractores e implementos), la siembra directa implicaría una subutilización de los tractores e implementos, por lo que se puede plantear su adopción de manera estratégica, aprovechando escenarios donde su impacto sea más evidente y beneficioso.

En este sentido, se propone la estrategia de *siembra directa*, priorizando su implementación en terrenos con mayor riesgo de erosión o baja retención de agua, es decir, en terrenos con pendientes pronunciadas o suelos compactados, en terrenos poco aprovechados (ociosos) o con poco rendimiento, donde su impacto sea más significativo. Esta estrategia no busca reemplazar la labranza convencional en las parcelas ya productivas, donde los productores aprovechan la maquinaria disponible, sino complementarla de manera estratégica. De esta forma, la siembra directa puede así representar una oportunidad para incorporar prácticas agrícolas sostenibles en la región, siendo una alternativa viable para mejorar la sostenibilidad agrícola sin afectar la producción tradicional, y que puede contribuir a reducir costos operativos y aumentar la eficiencia en terrenos menos aprovechados o de bajo rendimiento.

Así mismo, es necesario considerar que actualmente existen prácticas agrícolas como la agricultura de precisión (que incluye a la agricultura 4.0 y 5.0) y el uso de la biotecnología que permiten disminuir el impacto ambiental y mejorar la sostenibilidad y la eficiencia de los sistemas agropecuarios (Sonnino y Raune, 2013; Furtado et al., 2023).

7.3 Modelo Integral de Servicios Agropecuarios.

El Modelo Integral de Servicios Agropecuarios se desarrolló como una propuesta de fomento dirigido al sistema agroalimentario mexicano, basada en una revisión bibliográfica de carácter cualitativa. Su diseño responde a necesidades generales en las actividades agrícolas, pecuarias (ganaderas) y de transformación (agroindustria), fundamentada en un enfoque sistémico, que parte de la interrelación de estas actividades, y su aplicación está dirigida a productores y sus unidades productivas en las actividades mencionadas mediante la propuesta de estrategias de acuerdo con las necesidades identificadas, considerando tres elementos clave requeridos para el fomento del sector: asistencia técnica y la capacitación, fomento a la innovación y tecnología, y la gestión y diseño de proyectos agropecuarios, mediante un diseño flexible que implica una adaptación a las condiciones locales o regionales, asegurando así una contribución al sistema agroalimentario.

Se incluye el resumen del artículo “Servicios Integrales Agropecuarios como Estrategia Local de Fomento en el Sistema Agroalimentario de México”, publicado por la *Revista Internacional de Sostenibilidad* de Common Ground (Anexo 1).

En México, la mayoría de la producción agroalimentaria proviene de sistemas de producción a pequeña y mediana escala (PyME). Estos sistemas son una fuente de empleo y generan ingresos para las familias, además de garantizar la seguridad alimentaria. Sin embargo, debido al rezago tecnológico, a la escasez de insumos, a la falta de servicios y al limitado desarrollo, muchos de estos sistemas están experimentando un abandono o desplazamiento de sus actividades productivas, lo que ha llevado a un fenómeno de migración. A pesar de los esfuerzos del Gobierno por fomentar programas productivos, estos no han sido efectivos debido a su diseño lineal que no tiene en cuenta la complejidad de los sistemas y las necesidades de la población. Por lo tanto, se propone un modelo de servicios integrales agropecuarios que promueva los sistemas de producción PyME mediante asistencia técnica, capacitación, y el fomento a la innovación y la tecnología. Además, se plantea la gestión y el diseño de proyectos agropecuarios en los sectores agrícola, ganadero y agroindustrial a través de propuestas generales como una herramienta para mejorar su eficiencia y resiliencia, y promover el desarrollo sostenible. Sin embargo, se requiere de una adaptación que contemple y atienda a las necesidades específicas, y que esté basada en los contextos locales.

7.4 Propuesta de Modelo de Negocios de Servicios Integrales Agropecuarios

Se diseñó un Modelo de Negocios de “Servicios Integrales Agropecuarios”, puesto que el modelo de servicios integrales es sujeto de aplicarse para satisfacer las necesidades del sector y fomentar su desarrollo. Por lo que se propone un diseño de un modelo de negocios basado en el método CANVAS. El modelo de negocios actúa como un puente entre la innovación tecnológica y las necesidades insatisfechas de un grupo potencial de usuarios, siendo un proceso dinámico y continuo que implica crear y ajustar el modelo para identificar oportunidades, generar y entregar valor (García, 2023).

El Lienzo de Modelo de Negocios o Modelo Canvas, creado en 2005 por Alexander Osterwalder y Yves Pigneur, es una herramienta que permite una representación visual para la definición de un modelo de negocio, el cual no pretende reemplazar

estudios de factibilidad, sin embargo, está basado en aspectos principales para su definición, tales como como la propuesta de valor, segmento de mercado, canales, relaciones con clientes, recursos, actividades y socios clave, además de elementos financieros como ingresos y costos, para lo cual parte de cuatro áreas esenciales de un negocio que son los clientes, oferta, infraestructura y la viabilidad financiera (García, 2023).

De acuerdo con Osterwalder y Pigneur (2010), los nueve bloques están compuestos por:

1. *Segmento de Mercado*: define el o los grupos de personas u organizaciones que la empresa pretende alcanzar y servir, pudiendo ser uno o varios segmentos de mercado, los cuales pueden tener necesidades, comportamientos y aptitudes comunes.
2. *Propuesta de Valor*: es el motivo por el cual los clientes eligen una empresa sobre otra. Su objetivo es resolver un problema o satisfacer una necesidad específica del cliente. Consiste en un conjunto seleccionado de productos y/o servicios diseñados para cumplir con los requerimientos de un segmento de clientes particular. En esencia, la propuesta de valor representa el conjunto de beneficios que una empresa ofrece a sus clientes.
3. *Canales*: describen cómo una empresa se conecta y alcanza a sus segmentos de clientes para entregar su propuesta de valor. Incluyen los medios de comunicación, distribución y ventas, que forman la interfaz entre la empresa y los clientes.
4. *Relaciones con los clientes*: Las relaciones con los clientes detallan los tipos de vínculos que una empresa desarrolla con cada segmento de clientes específico. Estas pueden variar de personales a automatizadas.
5. *Fuentes de ingresos*: Representa el efectivo que la empresa genera de cada cliente. Así mismo, cada flujo de ingresos puede tener un mecanismo diferente de precios.
6. *Recursos Clave*: Este describe los activos más importantes que son necesarios para que funcione el modelo de negocios. Los recursos clave incluyen elementos

físicos, financieros, intelectuales o humanos que son esenciales para la empresa. Estos recursos pueden ser de propiedad directa, arrendados o provistos por socios estratégicos.

7. *Actividades Clave*: representan las acciones fundamentales que una empresa debe llevar a cabo para que su modelo de negocio sea viable. Cada modelo de negocio depende de un conjunto específico de actividades esenciales para garantizar su operación y éxito
8. *Asociaciones clave*: se refieren a la red de proveedores y socios que permiten que el modelo de negocio funcione de manera efectiva. Las empresas establecen alianzas por diversas razones, como optimizar sus operaciones, reducir riesgos o acceder a recursos esenciales, convirtiendo estas asociaciones en un pilar fundamental de muchos modelos comerciales. Existen cuatro tipos principales de asociaciones:
 - *Alianzas estratégicas* entre empresas que no compiten.
 - *Coopetition*, es decir, colaboraciones estratégicas entre competidores.
 - *Joint ventures* para el desarrollo de nuevos negocios.
 - *Relaciones comprador-proveedor* para garantizar suministros confiables.
9. *Estructura de Costos*: Este componente detalla los costos principales asociados con la operación de un modelo de negocio específico. Implica los gastos relacionados con la creación y entrega de valor, el mantenimiento de relaciones con los clientes y la generación de ingresos. La estructura de costos puede tener diferentes características como costos fijos, costos variables, economías de escala o economías de alcance.

La figura 11 muestra el modelo propuesto basado en los resultados del diagnóstico realizado en el sector ganadero en la localidad de Iratzio, sin embargo, este es un modelo flexible y atemporal que pretende ser tomado únicamente como base para que pueda ser replicado y adaptado en otras regiones ganaderas (ganadería lechera, de carne o doble propósito), por lo que se requerirá un análisis del entorno en particular y tomando en cuenta sus características y necesidades particulares.

MODELO DE NEGOCIOS DE SERVICIOS INTEGRALES AGROPECUARIOS

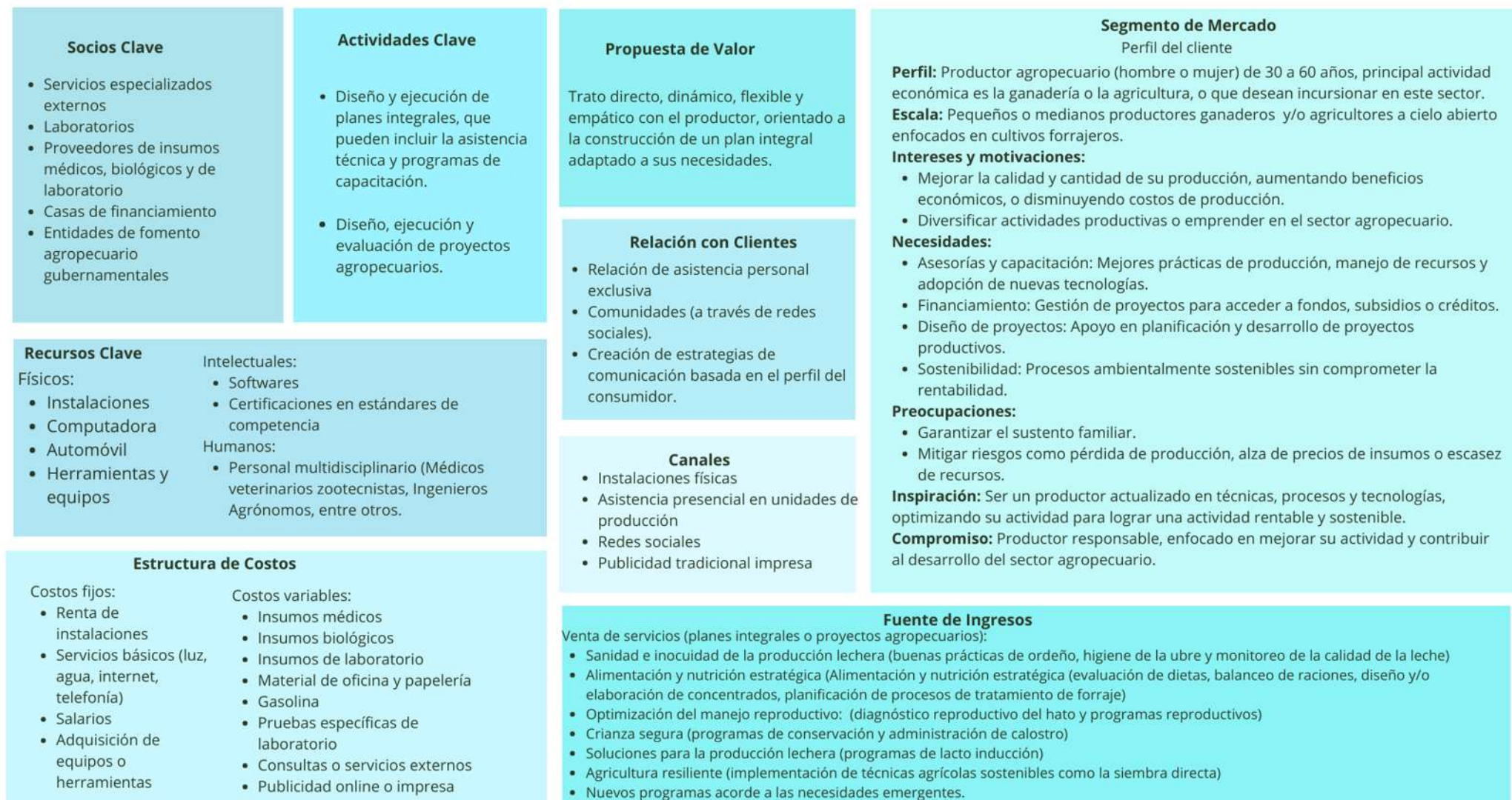


Figura 11. Modelo de Negocios de Servicios Integrales Agropecuarios. **Fuente:** elaboración propia, basado en los conceptos del Modelo CANVAS propuesto por Alexander Osterwalder y Yves Pigneur.

A continuación, se da una descripción de cada bloque:

1. Segmento de Mercado:

El perfil del cliente del segmento de mercado al que va dirigido es un productor agropecuario hombre o mujer de entre 30-60 años, que tiene como principal actividad económica la ganadería o la agricultura o desee incursionar en el ámbito agropecuario. Este puede ser un pequeño o mediano productor dedicado a la actividad ganadera, y/o a la agricultura a cielo abierto, dedicado a la producción de cultivos forrajeros. Interesado en mejorar su producción y/o la calidad de sus productos y disminuir costos, diversificar su producción o emprender en estas actividades. Que tenga necesidades en:

- Asesorías y capacitación: orientación para aplicar mejores prácticas de producción, manejo de recursos, y nuevas tecnologías que aumenten la productividad.
- Financiamiento y proyectos: apoyo en la gestión de proyectos que les permita acceder a fondos, subsidios, o créditos para inversiones en mejoras productivas.
- Proyectos: apoyo en el diseño y elaboración de proyectos productivos.
- Sostenibilidad y rentabilidad: hacer sus procesos más sostenibles ambientalmente ante las nuevas condiciones climáticas, sin perder rentabilidad.

Que esté preocupado por ofrecer un sustento a él y a su familia, perder su producción, así como en el incremento de los precios de los insumos que utilizan o escasez de estos. Motivado en la búsqueda de soluciones, disminuir costos de producción, mejorar su producción o la calidad de sus productos o diversificar su producción y con ello obtener mayores beneficios económicos. Inspirado en ser un productor actualizado en técnicas, procesos y tecnologías, optimizando sus procesos al tiempo que tiene una actividad económica rentable. Es un productor responsable y comprometido con su actividad económica, que interactúa en medios de comunicación digital o de manera presencial en puntos de reunión entre productores.

2. *Propuesta de Valor.*

Trato directo, dinámico, flexible y empático con el productor, orientado a la construcción de un plan integral adaptado a sus necesidades.

- Directo: Comunicación clara, sin intermediarios, que permite conocer de primera mano las necesidades y problemáticas del productor.
- Dinámico: Capacidad de adaptarse a los cambios, proponiendo soluciones oportunas y prácticas según las circunstancias.
- Flexible: Disposición para ajustar estrategias y servicios según las condiciones particulares de cada productor, considerando sus recursos, objetivos y capacidades.
- Empático: Escuchar y comprender las necesidades, preocupaciones y expectativas del productor, fomentando una relación de confianza y colaboración.

3. *Canales.*

Los canales por los cuales los servicios integrales agropecuarios se conecta con los clientes incluyen:

- Instalaciones físicas para la atención primaria; es decir, un nivel básico de interacción donde se orienta planifica y/o coordinan actividades.
- Asistencia presencial en las unidades de producción para realizar diagnósticos, dar seguimiento o evaluación a las técnicas implementadas.
- Inicialmente fomentar la publicidad y la interacción con productores a través de redes sociales a través de comunidades o grupos en páginas de *Facebook*, e iniciar una comunidad a través de *Facebook*, *Instagram* y/o *TikTok* debido a su alcance y no requiere inversión económica elevada.
- Publicidad tradicional impresa (lonas o carteles), en puntos de reunión y convivencia entre productores.

4. *Relaciones con los clientes.*

El tipo de relación con los clientes es de asistencia personal exclusiva. Esta se basa en la interacción con cada productor de manera exclusiva, durante el periodo de tiempo necesario para el realizar el diagnóstico, diseño, ejecución y seguimiento de un plan integral diseño o de la elaboración de proyectos.

Esta interacción puede ser presencial, telefónica y en línea, por medio de los canales descritos. Así mismo, para darle continuidad a la relación se plantea compartir información relevante en el sector sobre tendencias, técnicas, innovaciones y tecnologías por medio de las comunidades en línea, debido a que no representa un costo adicional a diferencia de medios físicos (calendarios, tarjetas, etc).

5. Fuentes de ingresos.

La fuente de ingresos integra conceptos, a los cuales no se establece un monto, pero que deben ser contemplados mediante una estrategia de precios de costo incrementado o *Markup pricing* con márgenes flexibles diferenciadas por servicios, en donde los márgenes de utilidad manejarán diferentes porcentajes.

La estrategia de precios por costo incrementado se basa en los costos totales considerando los costos variables y fijos y añadir un margen de venta deseado, para lo cual se considera la fórmula:

$$\text{Precio} = \text{Costo total} / (1 - \text{Margen de ganancia})$$

Por lo tanto, el costo de cada servicio será: $\text{Costo total} / (1 - 0.30)$. se propone una utilidad del 30% para servicios individuales a productores hasta reducir a un 15%. La metodología de márgenes flexibles permite el establecimiento de márgenes flexibles o variables, de acuerdo con las condiciones económicas y generales del mercado, requiere de una observación permanente y un análisis continuo de la demanda (Guerrero et al., 2012).

La fuente de ingresos contempla la venta de servicios especificados en la tabla 13.

Tabla 13. Servicios especializados de acuerdo con cada área.

Área	Servicio
Sanidad	• Sanidad e inocuidad de la producción lechera (buenas prácticas de ordeño, higiene de la ubre y monitoreo de la calidad de la leche)
Reproducción	• Optimización del manejo reproductivo (diagnóstico reproductivo del hato y programas reproductivos)
Alimentación	• Alimentación y nutrición estratégica (evaluación de dietas, balanceo de raciones, diseño y/o elaboración de concentrados, planificación de procesos de tratamiento de forraje)
Lactancia / Crianza	• Crianza segura (programas de conservación y administración de calostro) • Soluciones para la producción lechera (programas de lacto inducción)
Sector agrícola	• Agricultura resiliente (implementación de técnicas agrícolas sostenibles como la siembra directa)

Fuente: elaboración propia

La venta de estos servicios se realizará a partir de la elaboración de un plan integral adecuado a las necesidades de cada sistema de producción. Así mismo, se considera el diseño, ejecución y evaluación de proyectos productivos. Ambos (plan integral y proyectos productivos), pueden requerir una proyección de servicios transversales, es decir que implica todos los servicios, o por área (s) específicas. No obstante, está abierto al diseño de nuevos programas de servicios o modificaciones acorde a las circunstancias o necesidades emergentes.

6. Recursos Clave.

Los activos necesarios que requiere el centro de servicios se indican a continuación (tabla 14).

Tabla 14. Recursos clave del modelo de negocios de servicios integrales agropecuarios

Recursos	Activos necesario
Físicos	• Instalaciones

	• Equipo telefónico (fijo y móvil) • Equipo de cómputo e impresión • Automóvil para transporte • Material de oficina: lapiceros, lápices, hojas de impresión, libreta de notas. • Material de campo: tableta o bitácora, caja portátil de equipos, medicamentos, cinta métrica para pesar ganado, entre otros. • Material para toma de muestras: frascos y bolsas. • Insumos médicos y de laboratorio: jeringas, agujas, guantes desechables, toallas sanitarias desechables, gel lubricante, alcohol, entre otros. • Equipo de laboratorio: contador de células somáticas y lactoscan, microscopio, refrigerador.
Intelectual	• Internet • Softwares y aplicaciones: Excel, Word, Canva. • Certificaciones en estándares de competencia (para personal multidisciplinario o programas de capacitación y evaluación).
Humano	• Médicos Veterinarios y/o Ingenieros Zootecnistas, generales o especialistas en: reproducción, alimentación, sanidad animal e inocuidad. • Ingenieros agrónomos.

Fuente: elaboración propia

7. Actividades Clave.

Las acciones clave, fundamentales del modelo de servicios son:

- Elaboración de planes integrales, que pueden incluir la asistencia técnica y/o programas de capacitación en las diferentes áreas: alimentación, sanidad, reproducción y actividades agrícolas.
- Diseño, la ejecución y evaluación de proyectos agropecuarios.

8. Asociaciones clave: Las asociaciones clave del modelo incluyen:

- Servicios y/o profesionales especializados. Este tipo de alianza estratégica tiene la finalidad de reducir costos, acceder a recursos o habilidades, lo cual puede implicar una subcontratación o intercambio de infraestructura.
- Relaciones Comprador-Proveedor con proveedores de insumos médicos, biológicos y de laboratorio, en relaciones duraderas,
- Casas de financiamiento. Como relación de complemento, facilitando el acceso a créditos o financiamientos hacia los productores para la adquisición de servicios especializados, tecnologías, herramientas, insumos, etc.
- Entidades de fomento agropecuario de origen gubernamental para coordinar o complementar de actividades.

9. Estructura de Costos.

En este componente se contemplan los conceptos de los costos fijos y variables (tabla 15) en la estructura de costos general. Por la naturaleza de la investigación se plantean únicamente conceptos generales en la estructura de costos, y desglosados por servicio necesarios para el establecimiento de los precios. Sin embargo, no se establece ningún monto específico, considerando que estos varían a través del tiempo, por lo que requerirá un análisis de la estructura de costos más detallado.

Tabla 15. Estructura de costos general

Estructura de costos	Concepto
Costos fijos	• Compra/renta de instalaciones • Servicios básicos: internet, luz, agua. • Pago de salario • Adquisición de equipos o herramientas. • Mantenimiento de equipos
Costos variables	• Insumos médicos • Insumos biológicos • Insumos de laboratorio

	• Material de oficina y papelería • Gasolina • Pruebas específicas de laboratorio • Consultas o servicios externos • Publicidad <i>online</i> o impresa
--	---

Fuente: elaboración propia

A continuación, se muestra la estructura de costos variables desglosados por área de servicio (Tabla 16).

Tabla 16. Estructura de costos variables desglosados por área de servicio

Área	Concepto
<i>Sanidad</i>	• Contador de células somáticas (DeLaval Cell Counter DDC) • Refrigerador • Analizador ultrasónico (Lacstoscan SP) • Insumos de laboratorio y toma de muestras: Reactivos: Amostra para DCC, agua destilada, mantenimiento de equipos, frascos de muestreo. • Insumos médicos: tratamientos (antibióticos) para mastitis. • Profesional capacitado/especializado en sanidad animal, inocuidad y/o análisis de la leche. • Servicio profesional externo, o programas de capacitación si se requiere.
<i>Reproducción</i>	• Insumos médicos: guantes desechables de palpación, agujas, jeringas, tratamientos hormonales, entre otros. • Insumos biológicos: semen • Equipo de inseminación. • Profesional capacitado/especializado en reproducción asistida de ganado. • Servicio profesional externo, o programas de capacitación si se requiere.
Alimentación	• Análisis de laboratorio: análisis fisicoquímico de los alimentos (bromatológico). • Insumos para toma de muestras.

	• Computadora • Software (Excel) • Báscula • Cinta métrica para pesar ganado • Revolvedora • Molino • Programas de Capacitación • Profesional capacitado/especializado en alimentación de ganado y/o conservación de forrajes • Servicio profesional externo, o programas de capacitación si se requiere.
<i>Lactancia / Crianza</i>	• Insumos médicos: tratamientos hormonales. agujas, jeringas. • Refractómetro de Brix • Refrigerador, congelador o liofilizador. • Empaques • Etiquetado • Profesional capacitado en análisis y manejo de la leche / calostro. • Servicio profesional externo, o programas de capacitación si se requiere.
<i>Sector agrícola</i>	• Insumos biológicos/biotecnológicos: semillas, plántulas, aditivos biofertilizantes, entre otros. • Análisis de laboratorio: análisis fisicoquímico de los alimentos (bromatológico). • Programa de Capacitación • Ingeniero agrónomo, Ingeniero biotecnólogo • Servicio profesional externo, o programas de capacitación si se requiere.

Fuente: elaboración propia.

IX. CONCLUSIONES

El diagnóstico participativo de los sistemas ganaderos en la región oeste de Morelia permitió identificar que la producción se desarrolla en sistemas intensivos,

extensivos y semi intensivos, con fines de producción de leche, carne y crianza de becerros. Se detectaron diversas problemáticas que limitan la eficiencia productiva y la sostenibilidad del sector, clasificadas en áreas de manejo:

- Sanidad: Incidencia de mastitis en hatos lecheros. La implementación de buenas prácticas de ordeño, higiene de la ubre y el monitoreo a través del conteo de células somáticas y el análisis fisicoquímico de la leche, permitiría mejorar la calidad de la leche y reducir pérdidas económicas.
- Reproducción: Intervalos prolongados entre partos y edad al primer servicio superior a dos años. La identificación del estatus reproductivo del hato permitiría optimizar la planificación reproductiva y mejorar el aprovechamiento de recursos.
- Alimentación: Dietas no balanceadas y escasez de forrajes en época de sequía. La formulación de programas de alimentación basados en requerimientos nutricionales específicos, así como la implementación de estrategias de conservación de forrajes y uso de especies resilientes como el nopal forrajero, contribuirían a la estabilidad alimentaria del hato, debido a un mejor aprovechamiento de los nutrientes reflejado en un incremento en la producción de carne y leche y disminuyendo riesgos asociados a la poca disponibilidad de forrajes.
- Crianza y lactancia: Enfermedades recurrentes en terneros y retraso en el crecimiento. La conservación y administración de calostro de calidad en momentos críticos, junto con un adecuado manejo sanitario y nutricional, favorecerían la supervivencia y desarrollo de los terneros. Mientras que técnicas de lacto inducción hormonal, permitirían una producción de leche más estable a lo largo del año, aprovechar el potencial genético de los animales y prolongar su vida útil, contribuyendo así a mejorar la rentabilidad y sostenibilidad del sistema ganadero.
- Sector agrícola: Necesidad de implementar prácticas agrícolas sostenibles. La incorporación de técnicas como la siembra directa permitiría mejorar la conservación del suelo y retención de agua, y aumentar la resiliencia climática de la producción forrajera.

El Modelo Integral de Servicios Agropecuarios está basado en aspectos clave de fomento, dirigido a los productores a pequeña y mediana escala, considerados un potencial de desarrollo en el país. Este responde a las necesidades de las actividades agrícolas, ganaderas y de transformación (agroindustria) mediante estrategias que contemplan tres ejes principales: asistencia técnica y capacitación, fomento a la innovación y tecnología, y gestión de proyectos agropecuarios, mediante un diseño flexible y adaptable desde las diferentes condiciones locales o regionales.

Para facilitar su implementación y asegurar su viabilidad operativa, el modelo fue estructurado mediante la metodología Canvas en una propuesta de Modelo de Negocios de “Servicios Integrales Agropecuarios”. Su diseño, permitió estructurar una propuesta flexible que responde a las necesidades locales identificadas. No obstante, el enfoque adaptable del modelo también le otorga potencial de replicabilidad en otras regiones agropecuarias, siempre que se realicen los ajustes contextuales necesarios.

Asimismo, el enfoque participativo que sustenta el modelo promueve la comunicación bilateral entre todos los actores y la búsqueda estrategias o soluciones que respondan a las necesidades reales del sector. Además una visión sistémica facilita la identificación de soluciones integrales que no solo atienden problemáticas específicas, sino que generan efectos positivos en los demás componentes del sistema optimizando recursos y promoviendo la resiliencia de los sistemas agropecuarios.

En conclusión, el modelo propuesto es una herramienta estratégica para promover la eficiencia productiva y la sostenibilidad del sector agropecuario. Su potencial de replicabilidad y adaptación a diversas regiones refuerza su valor como propuesta para atender los desafíos presentes y futuros en el sector agropecuario mexicano.

XI. BIBIOGRAFÍA

Adriano CHA (2018). *Transferencia de inmunidad pasiva y su relación con el peso al destete en terneras del establo lechero “Fundo América S.A.C” – Santa Rita de*

Siguas, Arequipa. [Tesis para obtención de grado, Universidad Nacional de Piura. Perú].

Osterwalder A & Pigneur Y (2010). *Business Model Generation*. [Archivo PDF] https://www.camarabaq.org.co/wp-content/uploads/2020/11/Generacion-de-Modelos-de-Negocio-2010.en_.es_.pdf

Alpízar SC (2015). Presencia de hongos y contaminación con micotoxinas en ensilajes para alimentación de rumiantes. *Revista Ciencias Veterinarias*, 33(1). DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/rcv.33-1.1>

Alpura® (2014). *Procesos para asegurar la calidad de leche de los hatos del grupo Alpura® a nivel internacional. Departamento de Servicios Técnicos Agropecuarios*. [Archivo PDF] https://www.redinnovagro.in/pdfs/alpura_prem.pdf

Araiza-RE, González-AA, Pámanes-CG, Murillo-OM, Jiménez-OR, & Herrera-TE (2021). Calidad fermentativa y producción de metano en ensilados de rastrojo de maíz adicionados con nopal fermentado y sin fermentar. *Abanico veterinario*, 11. <https://doi.org/10.21929/abavet2021.24>

Asqui CJE (2023). *Alimentación de terneros a base de calostro liofilizado en la Estación Experimental Tunshi*. [Trabajo para obtención de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/20672/1/17T01917.pdf>

Avellaneda Y, Castillo J, Mancipe E, Torres D, Vargas JDJ, Zúñiga A, Benavides JC, Albarracín LO, Villota C y García G (2021). Recomendaciones para el desarrollo de sistemas de alimentación bovina en el trópico alto colombiano. *Edit. Agrosavia*. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36972/Ver_Documento_36972.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Avilés-RR, Barrón-BO, Alcalá-RJ, Salinas-CJ, Flores-NM & Ruiz-AM (2022). Deficiencias nutricionales que afectan al reinicio de la ciclicidad posparto en bovinos doble propósito. *Abanico Veterinario*. 12:1-21. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2022.251>

Balan P, Kyoung SH, Moughan PJ (2019). Impact of oral immunoglobulins on animal health - A review. *Animal Science Journal* 90: 1099-1110. <http://dx.doi.org/10.1111/asj.13258>

- Balocchi L. Oscar, Pulido FR & Fernández VJ (2002). Comportamiento de vacas lecheras en pastoreo con y sin suplementación con concentrado. *Agricultura Técnica*, 62(1). <http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072002000100009>
- Banco de México (s/f). *Inflación*. Educa Banxico. <https://educa.banxico.org.mx/yo-y-la-economia/oferta-y-demanda/3/inflacion.html>
- Barrón-BO, Avilés-RR, Fraga-EE & Bautista-MY (2023). Los procesos reproductivos en vacas y el uso de la ultrasonografía. *Abanico veterinario*, 13, e207. <https://doi.org/10.21929/abavet2023.18>
- Bolívar DM, Echeverry JJ, Restrepo LF & Cerón Muñoz MF (2009). Productividad de vacas Jersey, Holstein y Jersey/Holstein en una zona de bosque húmedo montano bajo (Bh-MB). *Livestock Research for Rural Development*, 21(6). <http://www.lrrd.org/lrrd21/6/boli21080.htm>
- Bustillo PJC & Melo CJA (2020). *Parámetros reproductivos y eficiencia reproductiva en ganado bovino*. [Trabajo para obtención de Grado. Universidad Cooperativa de Colombia]. https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/17465/1/2020_parametros_reproductivos_eficiencia.pdf.
- Calderón RA, Jiménez PG & García CF (2008). Determinación de buenas prácticas de ordeño en un grupo de gestión empresarial de ganaderos del Altiplano Cundiboyacense. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 11(1): 143-152. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262008000100017&lng=en&tlng=es.
- Cambio de Michoacán (2024). *Poco apoyo del gobierno municipal ante sequías, reportan productores de la zona rural de Morelia*. 20 julio, 2024. <https://cambiodemichoacan.com.mx/2024/07/20/poco-apoyo-del-gobierno-municipal-http://www.lrrd.org/lrrd21/6/boli21080.htm> ante-sequias-reportan-productores-de-la-zona-rural-de-morelia/

- Carvajal RGH & Quijano R. (1996). *Aplicación del enfoque de sistemas de producción, 3. Caracterización de sistemas de producción*. Programa Nacional de Métodos de Transferencia de Tecnología. Colombia.
- Calsamiglia S & Ferret A (2002). *Fisiología ruminal relacionada con la patología digestiva: acidosis y meteorismo*. [Archivo PDF]. https://fedna.biolucas.com/wp-content/uploads/2022/02/02CAP_VI.pdf
- CEDRSSA (2018). *La ganadería en ejidos y comunidades. Situación y perspectivas*. [Archivo PDF] https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/380/702825118525/702825118525_1.pdf
- CEDRSSA (2020). *Investigación. Política Pecuaria y Ganadería Sostenible*. [Archivo PDF] <http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/34PoliticaPecuariaN.pdf>
- COFECE (2015). *Reporte sobre las condiciones de competencia en el sector agroalimentario mexicano* [Archivo PDF]. https://www.cofece.mx/cofece/images/estudios/cofece_reporte_finalok_sin_resumen_baja_res-7enero
- COFOCALEC (2012). *Proyecto de norma mexicana PROY-NMX-F-700-COFOCALEC-2012, Sistema producto leche-Alimento-Lácteo-Leche cruda de vaca-Especificaciones fisicoquímicas, sanitarias y métodos de prueba*. <https://pdfcookie.com/documents/proy-nmx-f-700-cofocalec-2012-110212-1pdf-w5lqjezn0q27>
- Custumal ADM (2023). *Factores de riesgo para la ocurrencia de Mastitis bovina en Dos Fincas con Diferentes Condiciones Climáticas*. [Tesis para obtención de Grado de Universidad Antonio Nariño Colombia]. <https://repositorio.uan.edu.co/server/api/core/bitstreams/2ac1ef93-3883-43e1-be90-38a4e363aaf5/content>

- David LKL (2007). *Inducción de lactancia con hormonas en vacas y vaquillas con problemas reproductivos* [Tesis de Licenciatura, Universidad de Zamorano, Honduras].
- Elizondo-SJA (2007). Alimentación y manejo del calostro en el ganado de leche. *Agronomía Mesoamericana*, 18(2): 271-281. Universidad de Costa Rica Alajuela, Costa Rica. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43718213>
- FAO (2013). *Manejo Integrado de Plagas – MIP – bajo el enfoque de intensificación Sostenible de la Producción Agrícola “ISPA”*. [Archivo PDF]. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/faoweb/bolivia/docs/CARTILLA_OK.pdf
- FAO (2023). *Producción Pecuaria en América Latina y el Caribe*. <https://www.fao.org/americas/prioridades/produccion-pecuaria/es/>.
- FAO (2024). *Los 10 elementos de la agroecología*. <https://www.fao.org/agroecology/overview/10-elements/es/>
- FAO (s/f). *La leche y los productos lácteos en la nutrición humana*. <https://www.fao.org/4/j2308s/j2308s02.htm>
- Fernández-FJA (2015). Costos de oportunidad de vacas gestantes sacrificadas en un rastro de Veracruz, México. *Agro Productividad* 8(6):21–24. <https://mail.revistaagroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/692>.
- Figuerola BJ (2019). *Efecto de la condición corporal sobre la eficiencia reproductiva en un predio de crianza bovina en la región de Los Lagos*. [Tesis de grado de la Universidad austral de Chile] <https://doi.org/10.3390/ani11092546>
- Flores HA, Macías RFJ, Meza HC, García HG, Esquivel AO, Ortiz SJ & Hernández BC (2019). Fermentación semisólida del nopal (*Opuntiaspp*) para su uso como complemento proteico animal. *Revista De Geografía Agrícola*, (63), 87–100. <https://doi.org/10.5154/r.rga.2019.63.04>

- Flores-HA, Araújo-FJT, Gomes dSF., Ramírez-OS & Murillo-AB (2017). Dietas a base de forraje tradicional y nopal (*Opuntia spp.*) enriquecido con proteínas para alimentar cabras. *Nova Scientia*, 9(18), 149-166. <https://doi.org/10.21640/ns.v9i18.828>
- Fortín CAM & Perdomo CJJ (2009). *Determinación de la calidad del calostro bovino a partir de la densidad y de la concentración de IgG y del número de partos de la vaca y su efecto en el desarrollo de los terneros hasta los 30 días de edad*. [Tesis de para obtención de grado. Universidad Zamorano, Honduras]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/3214b5c8-4f32-46d1-8544-3d11c3efa4df/content>
- Francés GFJ, Alaminos CA, Penalva GC & Santacreu FOA (2015). *La investigación participativa: métodos y técnicas*. Capítulo 6 Técnicas para el autodiagnóstico pp 108-130. PYDOLOS ediciones.
- Furtado K, Barroso deCV, Rodrigues BGM, Paes FHC & Ferreira BMG (2023). O Papel Dos Drones Na Agricultura 4.0 E 5.0: Auxílio tecnológico Para Uma Agricultura Eficiente, Produtiva E sustentável. *Seven Editora*, July. <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-013>
- García C, Aguilar C, Falcón N & Delgado A (2020). Desempeño productivo y reproductivo de vacas Holstein sometidas a lacto-inducción. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 31(2): e17834. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17834>.
- García PY (2023). El Lienzo de Modelo de Negocios o Modelo Canvas: Herramienta Para Emprendedores. *Revista FAECO sapiens*. vol. 6, núm. 1, 2023. <http://portal.amelica.org/ameli/journal/221/2213811033/>
- Gasque GR & Blanco MA (2001). *Zootecnia de bovinos productores de leche*. Universidad Nacional Autónoma de México – Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Pp 1-30 ISBN 968 – 36 – 9295-8
- Gobierno de México (s/f.). *Tasas de inflación históricas*. Proyectos México. https://www.proyectosmexico.gob.mx/por-que-invertir-en-mexico/economia-solida/politica-monetaria/sd_tasas-de-inflacion-historicas/

- Godden SM, Lombard JE & Woolums AR (2019). Colostrum Management for Dairy Calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 35 (2019) 535–556
<https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005>
- González MJ, Rangel SR, Ramírez VG, Gallegos SJ, Beunabad CL & Antillón RJ (2022). Inducción de la lactancia en ganado Holstein con dosis reducidas de benzoato de estradiol y sin suplementar progesterona exógena. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(2): 549-558. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i2.5819>
- González SR & Vidal del RMM (2021). Mastitis Bovina y la Calidad de la Leche, un desafío para la salud humana. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(S1), 89-96. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2013>
- Grandl F, et al. (2016). Biological implications of longevity in dairy cows: 1. Changes in feed intake, feeding behavior, and digestion with age. *Journal of Dairy Science*. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10261>
- Granja SYT, Ribeiro JCS, Toro GDJ, Rivera CLG, Machado M, Manrique A (2012). Acidosis ruminal en bovinos lecheros: implicaciones sobre la producción y la salud animal *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 13(4): <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63623403009>
- Guerrero GPP, Hernández LDF & Díaz MLM (2012). Metodología para la fijación de precios mediante la utilización de la elasticidad precio-demanda. Caso tipo: repuestos del sector automotor. *Revista Apuntes del CENES* 31(54): 9-36. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Boyacá, Colombia <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=479548635002>
- Häubi SCU & Gutiérrez LJL. (2015). Evaluación de unidades familiares de producción lechera en Aguascalientes: estrategias para incrementar su producción y rentabilidad. *Avances en investigación agropecuaria* 19(2): 7-34. ISSN: 0188789-0 <https://www.redalyc.org/journal/837/83742619002/html/>
- Hernández MP, Estrada FJG, Avilés NF, Yong AG, López GF, Solís MAD & Castelán OOA. (2013). Tipificación de los sistemas campesinos de producción de leche del sur del estado de México. *Universidad y ciencia*. 29(1): 19-31 http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01862979201300010003&lng=es&tlng=es

- Hernández RA (2016). *Caracterización del nopal forrajero*. [Tesis para obtención de grado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, México]
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7934/T20738%20HERNANDEZ%20ROSAS%2C%20ARMANDO%20%20MON.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Huertas-MOF, Londoño-VD & Olivera-AM (2020). Hipercetonemia: bioquímica de la producción de ácidos grasos volátiles y su metabolismo hepático. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 23(1): e1304.<https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n1.2020.1304>
- Huertas LTE, Suárez GE, Salgado CM, Jadán RLR & Jiménez VB (2020). Diseño de un modelo de gestión. Base científica y práctica para su elaboración. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(1): 165-177. Epub 02 de febrero de 2020.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000100165
- IICA (2022). *Siembra Directa: Principios Generales de la Agricultura de la Conservación*. [Archivo PDF]. BVE22108500e (1).pdf
- IMPLAN Morelia (2020). *Producción Agroalimentaria*. <https://implanmorelia.org/site/datos-tema/prodagroalimentaria/>
- IMPLAN Morelia (2021). *Modelo Territorial de Gestión. Plan Municipal de Desarrollo de Morelia: 2021-2024* [Archivo PDF]. https://implanmorelia.org/site/wp-content/uploads/2022/04/2_ANEXO_PMD_21_24_UGT.pdf.
- INEGI (2010). *Compendio de Información geográfica municipal 2010 Morelia Michoacán de Ocampo* [Archivo PDF]. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/16/16053.pdf
- INEGI (2023). *Resultados definitivos del Censo Agropecuario 2022*. [Archivo PDF] https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/CA_Def/CA_Def2022.pdf

- Iñiguez MLE, Valencia BAJ, Anaya ELM, Anzaldo ORE, Pliego SJE, Reyes NLA & Méndez RMD (2022). Leche cruda de vaca destinada a la elaboración de productos artesanales: calidad microbiológica y fisicoquímica. *Biotechnia*, 24(3): 28-34..<https://doi.org/10.18633/biotechnia.v24i3.1635>
- Mendieta B, Fariñas T, Reyes N & Mena M (2015). *Conservación de forrajes*. Catholic Relief Services (CRS); Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente (PROGRESA); Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); United States Department of Agriculture (USDA). 84 <https://hdl.handle.net/10568/70061>
- Moreno GA (2012). *Efecto del nopal (opuntia-ficus-indica), en la dieta del ganado lechero sobre la producción y calidad de leche cruda en la región de ciénega de chapala*. [Tesis para obtención de grado. Instituto Politécnico Nacional]. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/12243/MORENO%20GARC%C3%8DA%20ALEJANDRO%20-%20B091400.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moreno GA, Herrera AM, Carrión GD, Álvarez B, Pérez SER & Ortiz RR (2012). Caracterización y modelación esquemática de un sistema familiar de bovinos productores de leche en la Ciénega de Chapala, México. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 20(3-4): 85-94. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20123366289>
- Muhammad AA, Faiz-ul H, Muhammad SR, Sharon AH & Yanfen AUD. (2021). Gut microbiome colonization and development in neonatal ruminants: Strategies, prospects, and opportunities. *Animal Nutrition* 7. 883e895. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.03.004>
- Navas PA & Velázquez MJC (2014). Enfoque sistémico en el análisis de sistemas de producción agropecuaria. Una mirada más allá de lo disciplinar. *Revista Ciencia Animal*, 1(7): 99-110.
- Nelson GC, et al. (2009). *Cambio Climático. El impacto en la agricultura y los costos de adaptación*. Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias IFPRI. DOI: 10.2499/0896295370.

- Ochoa-AF, Bobadilla-SEE & Perea-PM (2022). Puntos críticos de la operación del programa “nuevo extensionismo rural” en Michoacán. *Terra Latinoamericana*, 40, e944. Epub 28 de noviembre de 2022. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.944>
- Opsi F, Fortina R, Borreani G, Tabacco E, Bodas R & López S (2011). Factores que afectan al valor nutritivo del ensilado de maíz: variedad, fecha de siembra y grado de madurez. [Archivo PDF]. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/67209/3/SEEP%20Bodas%20263.pdf>
- Osorio AMM & Segura CJC (2008). Factores que afectan el peso al nacer y al destete de becerros de doble propósito en el trópico. *Livestock Research for Rural Development* 20(1). <http://www.lrrd.org/lrrd20/1/osor20015.htm>
- PGN SIINIGA (2021). *Estadística Pecuaria PGN Bovinos*. <http://www.pgn.org.mx/estadistica-rep.php>.
- PMDM (2021). Plan de Desarrollo Municipal de Morelia 2021-2024 pp. 54-154. [Archivo PDF]: https://transpfiles.morelia.gob.mx/ArchivosTranspMorelia/IMPLAN/PMD_2021_2024_VersionIlustrada.pdf
- PROAGRO (2012). *Modelos de Gestión: Programa de Desarrollo Agropecuario Sostenible Fase II*. [Archivo PDF]. <https://www.bivica.org/files/modelos-gestion-proagro.pdf>.
- Puppel K, Gołębiewski M, Grodkowski G, Slószarz J, Kunowska SM., Solarczyk P, Łukasiewicz M, Balcerak M & Przysucha T. (2019). Composition and Factors Affecting Quality of Bovine Colostrum: A Review. *Animals* 9: 1070. <https://doi.org/10.3390/ani9121070>
- Ramirez IE (2020). Manejo integrado de agroecosistemas en América Latina: Una opción para maximizar la producción resguardando la biodiversidad. *Agrokémia és Talajtan*. 24. 01-11. https://www.researchgate.net/publication/339484484_Manejo_integrado_de_agroecosistemas_en_America_Latina_Una_opcion_para_maximizar_la_produccion_resguardando_la_biodiversidad

- Rendón MR, Roldán SE, Hernández HB & Cadena ÍP (2015). Los procesos de extensión rural en México. *Revista Mexicana de Ciencias. Agrícolas*: 6(1). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000100013&lng=es&tlng=es.
- Representación AGRICULTURA San Luis Potosí (2022). *Proyecto nopal forrajero: para mejorar la alimentación del ganado bovino*. 06 de junio 2022. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/sanluispotosi/articulos/proyecto-nopal-forrajero-para-mejorar-la-alimentacion-del-ganado-bovino?idiom=es>
- Reyes N, Mendieta B, Farinas T, Mena M, Cardona J & Pezo D (2009). *Elaboración de ensilajes en la alimentación del ganado bovino. Manual Técnico no. 91*. CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7886/173.pdf?sequence=2>
- Reyes J & Bedolla CC (2008). Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche. REDVET. *Revista electrónica de Veterinaria*, IX(9): 1695-7504. <https://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090908.htm>
- Ruíz SMD. (2021). *Evaluación de la eficiencia reproductiva en el establo “Rancho Nuevo”, San Salvador el Seco, Puebla*. [Tesis para obtención de grado de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, México.] <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/48007>
- SADER & SIAP (s/f). *Nopal Forrajero*. [Archivo PDF]. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/726697/Nopal_forrajero_web.pdf
- Sammad A, Umber S, Shi R, Zhu H, Zhao X & Wang Y (2020). Dairy cow reproduction under the influence of heat stress. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 104: 978–986. <https://doi.org/10.1111/jpn.13257>.
- Sánchez EWA (2023). *Ganadería lechera en el Moshav Nahalal de Israel y su propuesta de implementación en el contexto de lima - Perú 2023 la costa peruana*. [Tesis para obtención de grado. Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5725/sanchez-espinoza-walter-alejandro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Sánchez VK (2022). Mastitis y calidad de la leche en vacas lecheras. *Revista Ciencia Agropecuaria*, 2(1) 55-60. <http://dx.doi.org/10.47187/reciena.v1i3.27>
- Sandigo SFZ (2005). *Diagnóstico reproductivo de vacas destinadas al sacrificio en el rastro municipal de Camoapa, Boaco*. [Tesis para obtención de Grado de la Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/2721/1/tnl01s217.pdf>.
- Schogor BAL, Glombowsky P, Both F, Danieli B, Rigon F, Reis HJ, Da Silva SA (2021) Calidad del calostro bovino y su relación con la genética, el manejo, la fisiología y su congelación. *Revista MVZ Córdoba*: 25(1). <https://doi.org/10.21897/rmvz.1465>.
- Shimada-MA (2017). *Alimentación animal*. Editorial Trillas. Pp 221-234
- SIAP (2023). *Avance mensual de la producción pecuaria: leche bovino: miles de litros*. https://nube.siap.gob.mx/avance_pecuario/
- SIAP (2024). *Población ganadera*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/siap/documentos/poblacion-ganadera-136762>
- SIAPa (2021). *Inventario 2021 bovino para leche*. [Archivo PDF]. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/744950/Inventario_2021_bovino_para_leche.pdf
- SIAPb (2021). *Escenario de leche de bovino febrero 2021* [Archivo PDF]. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/621458/Escenario_leche_de_bovino_feb_2021.pdf
- SIAPc (2021). *Avance de la producción pecuaria por producto*. http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceProd.jsp
- SIAPc (2021). *Inventario 2021 bovino para carne*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/744949/Inventario_2021_bovino_para_carne.pdf
- SIAPd (2021). *Producción Ganadera. Inventario Nacional Agropecuario 2021*. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria>

- Sice, M., Gómez MA. & Gomis AJ. 2022. Presente y futuro del diagnóstico de gestación en el ganado bovino. *Anales de Veterinaria*. 36: 1–18. <https://doi.org/10.6018/analesvet.503631>.
- Sifuentes IE, Macías CJ, Mendoza PC, Vázquez DDA, Salinas VDA & Inzunza IMA (2018). Efecto de la siembra directa en las propiedades del suelo y aprovechamiento de riego en maíz en Sinaloa, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(20): 4235-4243. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i20.993>
- SIINIGA (2021). *Estadística Pecuaria PGN Bovinos*. <http://www.pgn.org.mx/estadistica-rep.php>.
- SNIIM a (2025). *Cuadro comparativo anual nacional pecuario: Bovinos: carne en canal*. <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>
- SNIIM b (2025). *Cuadro comparativo anual nacional pecuario: Leche entera fluida: precio promedio al consumidor por litro*. <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>
- Solleiro RJL, Castañón IR & Martínez SLA (2020). Buenas prácticas de extensionismo y transferencia de tecnología-recomendaciones para el sistema de extensionismo agroalimentario mexicano. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 46: 508-522. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14163631012>
- Sonnino A & Raune (2013). *La innovación en agricultura y las biotecnologías agrícolas como herramientas de las políticas de seguridad alimentaria. Biotecnologías e innovación: el compromiso social de la ciencia*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Editores: Elizabeth Hodson, Teodora Zamudio. https://www.researchgate.net/publication/263443721_La_innovacion_en_agricultura_y_las_biotecnologias_agricolas_como_herramientas_de_las_politicas_de_seguridad_alimentaria
- Tipán CME (2020). Efecto de los métodos de conservación sobre la composición físico-química del calostro bovino. [Tesis para obtención de Grado, Universidad de las Américas, Quito Ecuador]. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/12602>
- Urrutia MJ, Aranda OG & Luna VJ (2008) *Uso de nopal en la alimentación de rumiantes. Desplegable para productores No. 33*. INIFAP, SAGARPA. [Archivo PDF]. <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/778.pdf>

Valle SK (2022). Mastitis y calidad de la leche en vacas lecheras. *Revista Científica Agropecuaria*. 2(1): 55-60

Velázquez VCR & Diaz GRS (2020). Inducción hormonal de lactancia y producción de leche en una vaquilla Freemartin. *Revista Tayacaja* 3(1).
<https://doi.org/10.46908/rict.v3i1.66>

XII. ANEXOS

Anexo 1.

Artículo titulado “Servicios Integrales Agropecuarios como Estrategia Local en el Sistema Agroalimentario de México”. [*Comprehensive Agricultural Services as a Local Development Strategy in Mexico’s Agri-Food System*], por la Revista Internacional de Sostenibilidad de Common Ground.



Investigación Original

Servicios Integrales Agropecuarios como Estrategia Local de Fomento en el Sistema Agroalimentario de México

Comprehensive Agricultural Services as a Local Development Strategy in Mexico's Agri-Food System

Diana Ponce de León Ponce de León, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México

[Michoacan University of San Nicolás de Hidalgo, Mexico]

Guillermo Salas Razo, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México [Michoacan University of San Nicolás de Hidalgo, Mexico]

Recibido: 11/07/2024; **Aceptado:** 05/11/2024; **Publicado:** 16/01/2025

Resumen: En México, la mayoría de la producción agroalimentaria proviene de sistemas de producción a pequeña y mediana escala (PyME). Estos sistemas son una fuente de empleo y generan ingresos para las familias, además de garantizar la seguridad alimentaria. Sin embargo, debido al rezago tecnológico, a la escasez de insumos, a la falta de servicios y al limitado desarrollo, muchos de estos sistemas están experimentando un abandono o desplazamiento de sus actividades productivas, lo que ha llevado a un fenómeno de migración. A pesar de los esfuerzos del Gobierno por fomentar programas productivos, estos no han sido efectivos debido a su diseño lineal que no tiene en cuenta la complejidad de los sistemas y las necesidades de la población. Por lo tanto, se propone un modelo de servicios integrales agropecuarios que promueva los sistemas de producción PyME mediante asistencia técnica, capacitación, y el fomento a la innovación y la tecnología. Además, se plantea la gestión y el diseño de proyectos agropecuarios en los sectores agrícola, ganadero y agroindustrial a través de propuestas generales como una herramienta para mejorar su eficiencia y resiliencia, y promover el desarrollo sostenible. Sin embargo, se requiere de una adaptación que contemple y atienda a las necesidades específicas, y que esté basada en los contextos locales.

Palabras clave: *Producción Agroalimentaria, Sistemas de Producción PyME, Seguridad Alimentaria, Servicios Integrales Agropecuarios*

Abstract: In Mexico, most agro-food production comes from small and medium-scale production systems (SMEs). These systems provide employment, generate income for families, and ensure food security. However, due to technological lag, scarcity of inputs, lack of services, and limited development, many of these systems are experiencing abandonment or a shift away from productive activities, leading to a migration phenomenon. Despite government efforts to promote productive programs, these initiatives have been ineffective due to their linear design, which fails to consider the complexity of the systems and the needs of the population. Therefore, a model of integrated agricultural services is proposed to support SME production systems through technical assistance, training, and the promotion of innovation and technology. Additionally, the management and design of agricultural projects in the farming, livestock, and agro-industrial sectors are proposed through general strategies as tools to improve efficiency and resilience while fostering sustainable development. However, this approach requires adaptation to address specific needs and to be grounded in local contexts.

Keywords: *Agri-Food Production, SME Production Systems, Food Security, Integrated Agricultural Services*

Introducción

El sector agroalimentario en México destaca por ser el 12.º productor de alimentos a nivel mundial (Flores 2021). En este país, el sector primario representa el 3.1 % del Producto Interno [Interior] Bruto (PIB), mientras que el PIB ampliado debido al aporte del sector a la agregación de valor en la industria alimentaria de insumos y servicios se sitúa alrededor del 7.5 % (FAO 2015). Sin embargo, del año 2022 al 2023, se registró un decremento real anual de 0.6 % del PIB del sector agroalimentario en el cual el subsector agrícola disminuyó en un 0.4 %, el subsector pecuario aumentó en un 1.6 % y la industria de alimentos, bebidas y tabaco disminuyó en un 1.2 % en el mismo lapso (SADER y SIAP 2023). México cuenta con una gran diversidad agroecológica, por lo que las características de cada región son muy diferentes (FAO 2015). El 41 % del territorio nacional —87.5 millones de hectáreas— pertenece al área rural y más del 55 % de la población rural está vinculada a la producción agropecuaria y vive en condiciones de pobreza (Flores 2021). Actualmente existen 4 625 134 Unidades de Producción Agropecuaria (UPA) activas y 561 445 que actualmente se encuentran en descanso (INEGI 2023).

Respecto a la superficie sembrada de la agricultura hay un total de 21 635 876 hectáreas, donde los cultivos de granos básicos —maíz grano blanco, sorgo grano, maíz grano amarillo, trigo grano y frijol— ocupan mayor superficie sembrada, aunque la tendencia a través de los años ha sido una disminución en su siembra y un incremento en la superficie destinada a la producción de hortalizas y frutas, cuyo propósito principal es la exportación (Flores 2021; INEGI 2023). Por tanto, se han incrementado las importaciones de productos básicos para satisfacer la demanda interna (Secretaría de Gobernación 2020). No obstante, también ha aumentado el uso de maquinarias como tractores propios —58 % de incremento del 2007 al 2022 con una tasa de crecimiento anual del 4.7 %— (INEGI 2023). Estos son utilizados en grandes extensiones de tierra como en la agricultura a cielo abierto y muchas veces son subsidiados por el Gobierno, lo que demuestra que no ha sido una estrategia del todo efectiva.

En cuanto a la ganadería, las principales especies productivas en el país son los bovinos, porcinos, aves, ovinos y caprinos y las colmenas (INEGI 2023). Por lo que respecta a la producción de carne, el país realiza ventas significativas de carne de bovino en el mercado internacional, donde el principal destino es Estados Unidos de América (EE. UU). Tan solo entre el 2022 y 2023, se exportaron cerca de un millón de cabezas de ganado bovino en pie, mientras que las importaciones de carne de bovino registraron un incremento anual del 8.3 %, siendo EE. UU el principal proveedor al aportar el 70 % de las importaciones hacia el país (SADER y SIAP 2023). En relación con la producción de leche nacional, esta fue de 12 554 millones de litros en el 2020. Sin embargo, para satisfacer la demanda se estimó importar 3 587 millones de litros —28.6 % de la producción nacional— (SIAP 2021). En lo referente al sector agroindustrial, este depende de los otros dos sectores —agricultura y ganadería— (COFECE 2015). Sin embargo, debido a los datos económicos anteriores (PIB), este ha tenido poco desarrollo. Aunado a esto, existen dificultades en cuanto al acceso al

mercado y dificultad para competir con productos de importación de origen agroalimentario (Secretaría de Gobernación 2020).

En este contexto, la producción interna de México ha tenido un crecimiento notablemente menor comparado con el crecimiento en las importaciones —11.4 % frente a 82.2 %, respectivamente— (Secretaría de Gobernación 2020). Además, el incremento entre las importaciones de productos primarios e industrializados ha sido en proporciones similares (Flores 2021), lo que posiciona al país con dependencia alimentaria y pone en riesgo a las familias por diversos factores como las políticas externas, el aumento de precios, el cambio climático, etc. A pesar de esta situación, un desafío que enfrenta el sistema agroalimentario mexicano es que se estima que la población en México alcanzará los 1381 millones de habitantes para el año 2030, lo que requerirá un 14 % más de alimentos para satisfacer la demanda de la población nacional futura (Secretaría de Gobernación 2020).

Contexto del Sector Agroalimentario Mexicano

En México existe una polarización entre los sistemas productivos. Por un lado, están los sistemas de producción a gran escala (GE), los cuales son altamente eficientes y rentables, con acceso a servicios estratégicos, insumos y tecnologías que incrementan la productividad. Muchos de ellos son de carácter exportador. Por otro lado, están los de pequeña o mediana escala (PyME), que representan al 85 % de los productores agroalimentarios del país y generan más del 60 % del empleo en el sector. Estos últimos enfrentan serios desafíos. Incluyen un bajo nivel de productividad y de rentabilidad que, en comparación con los sistemas de gran escala, puede llegar a ser 13.5 veces menor. Además, su limitado nivel de competitividad genera precios bajos en sus productos en los mercados locales, lo que repercute negativamente en la calidad de vida de las poblaciones rurales (Secretaría de Gobernación 2020).

La causa de la baja productividad de los productores PyME está asociada a un rezago tecnológico, de servicios, a la escasez de insumos, a las condiciones fitozoosanitarias y a la falta de agregación de valor en el sector primario (Secretaría de Gobernación 2020). Asimismo, las principales problemáticas reportadas por los productores en México son los altos costos de insumos o servicios (88.8 %) y las pérdidas por algún factor biológico o climático (G1.1 %). Por lo que respecta a la edad de los productores, la mayoría (72.8 %) son de la edad de 45 años en adelante y el nivel escolaridad predominante es el de primaria (54.5 %) (INEGI 2023).

Lo anterior ha generado poco desarrollo en el sector rural, ocasionando el abandono o desplazamiento de actividades primarias (Magaña et al. 2020) por otras actividades productivas, propiciando que no exista un relevo generacional en el sector y la migración de las personas hacia las grandes ciudades o hacia otros países, y poniendo en riesgo la seguridad alimentaria. Por otro lado, el crimen organizado y el narcotráfico ha deteriorado el tejido social debido a su participación dentro del sector económico, al reclutamiento de jóvenes y a

la extorsión o el cobro de piso, lo que también ha limitado la producción y ha contribuido a la migración (Rodríguez et al. 2018; Quintana y Solís 2023).

Programas de Fomento

A pesar de la problemática mencionada, las estrategias implementadas por el Gobierno para el extensionismo no han tenido el impacto esperado en el desarrollo del sector, ya que ha demostrado no ser un sistema formal donde se coordinan las actividades de investigación, educación, y extensión agrícola y pecuaria. Esto resulta en que los agentes públicos y privados realicen estas actividades de manera aislada y los institutos de investigación y educación de carácter agropecuario incidan escasamente en la transferencia de tecnología y en poca vinculación con los programas de extensionismo y con los sectores productivos. Además, de este modo, los productores tienen poca o nula capacidad de influir sobre los programas y ofertas, limitando que se tomen en cuenta sus necesidades (Cavallotti 2014; Santos et al. 2015; Solleiro et al. 2020).

Entre las grandes limitaciones en los modelos de extensionismo aplicados en el sector agropecuario, encontramos que son de carácter lineal o unilateral y los mensajes son estandarizados y dirigidos a todos los productores que fungen únicamente como receptores de los mismos. Igualmente, hay poco o nulo seguimiento de los programas implementados, además de una falta de identificación de problemas mediante una visión sistémica y sin contemplar que las necesidades surgen de la población y de los sistemas de producción (Rendón et al. 2015). Por ello, es necesario que los modelos se articulen con evidencia directamente desde los sistemas de producción de los beneficiarios, para tener una visión holística (Santos et al. 2015).

Actualmente los nuevos enfoques del fomento contemplan programas diferenciados, como el Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural 2020–2024 derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2015–2024, basado en un plan diferenciado de acuerdo con la región agroalimentaria del país: noroeste, noreste, centro-occidente, centro y sur-sureste, las cuales tienen un contraste entre cadenas productivas y productores (Secretaría de Gobernación 2020). En este sentido, México es un país altamente heterogéneo con características particulares en cada región (Secretaría de Gobernación 2020; FAO 2015), ya que cada una es un sistema complejo conformado por una diversidad de factores ambientales, sociales, culturales y económicos en interacción, que a su vez poseen diferencias y desigualdades regionales internas (Miguel y Heredia 2004).

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es proponer un modelo de intervención que integre componentes de fomento dirigidos a los sistemas de producción a PyME. Estos son considerados clave para lograr la seguridad alimentaria a nivel mundial y la transición hacia sistemas productivos más sostenibles, ya que representan la mayoría de los productores de origen agroalimentario y son poseedores de una gran agrobiodiversidad (Salcedo y Guzmán

2014). Este objetivo se propone a través de un Modelo de Centro de Servicios Integrales Agropecuarios capaz de atender a las necesidades desde los contextos locales.

Métodos Empleados

El diseño del modelo tiene un enfoque cualitativo, partiendo de una revisión bibliográfica de estadísticas nacionales referentes al sector agroalimentario y de las preguntas de investigación:

1. ¿Cuáles son los elementos clave para el fomento del sector agroalimentario?
2. ¿Cuáles son las problemáticas o necesidades generales que enfrentan los sistemas de producción a pequeña y mediana escala en México, en las actividades agrícola, ganadera y agroindustrial?
3. ¿Cuáles son las herramientas o estrategias de que se han empleado o recomendado como método de resiliencia en términos de sostenibilidad, productividad y/o competitividad?

Para ello se realizó una búsqueda de información documental, a través de fuentes secundarias como documentos emitidos por el Gobierno de México y algunas dependencias u organizaciones nacionales e internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), así como libros, tesis y artículos de revistas. Todo ello con el fin de identificar problemáticas generales en el sector agroalimentario y estrategias y propuestas recomendadas en relación a ellas, así como enfoques de desarrollo. Se utilizó una técnica de recolección de información semi estructurada, de acuerdo con las categorías de cada pregunta de investigación, mientras que las áreas y propuestas generales se fueron estructurando de manera progresiva.

Resultados y Discusión

El Modelo de Servicios Integrales Agropecuarios está basado en un enfoque de desarrollo económico local, es decir, una economía asociada a procesos socioterritoriales de proximidad, la cual implica estrategias que buscan potenciar los recursos endógenos, articular los sistemas productivos locales, fomentar la creación de nuevas empresas y promover un mayor control del proceso de desarrollo de los actores locales (Albuquerque 2004). Existen varios enfoques de desarrollo con base territorial como los clústeres, Sistemas Agroalimentarios Localizados (SAL), entre otros, cuyo fomento está basado en el concepto «de abajo hacia arriba» al contrario del tradicional «desde arriba», el cual busca mejorar la economía local de acuerdo con las particularidades de cada región, incluyendo sus actividades productivas y la participación de los actores locales en el medio rural (Herrera y Suárez 2015). Sin embargo, este enfoque requiere de una vinculación estratégica por parte de entidades financieras, instituciones o centros de investigación, centros de consultoría, asociaciones, entidades de gobierno, entre otros (Albuquerque 2004).

Asimismo, el modelo parte de la iniciativa de resiliencia tomada y modificada por Larrea (2021) en cuanto a servicios integrales e integrados. Por lo integral se refiere a que, para cualquier eslabón, se pueda tener una asistencia de carácter pública o privada, que atienda todos los aspectos como asesorías, calidad, formación, etc. Todo ello integrado bajo un mismo enfoque. Por lo tanto, se consideran tres actividades que sustentan la producción de alimentos en el sistema agroalimentario: la agricultura, la ganadería y la agroindustria. De acuerdo con la FAO, cualquier decisión adoptada en cualquier etapa de la cadena del sistema agroalimentario, va a tener un efecto sobre las demás etapas, ya que esto implica la forma en que se producen y consumen los alimentos (FAO 2015).

El Modelo de Servicios Integrales Agropecuarios consiste en asistencia técnica y capacitación, fomento a la innovación y tecnología, y gestión y diseño de proyectos agropecuarios como elementos de fomento, los cuales son dirigidos hacia el productor y su unidad de producción. Dichos elementos pueden ir solos o en conjunto, lo que dependerá de la propuesta/estrategia en particular.

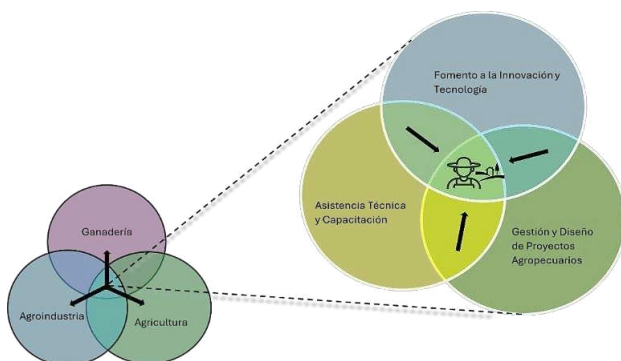


Figura 1: Modelo de Servicios Integrales Agropecuarios como Fomento al Sistema Agroalimentario Mexicano

En cuanto a las propuestas en cada sector, estas son generales y pueden replicarse en cualquier región de México, pero, a su vez, se requerirá la adaptación e inclusión de propuestas y estrategias específicas por área de acuerdo con las necesidades basadas en el contexto local en particular —social, perfiles productivos locales, ambiental, económico, etc.— donde se implemente el modelo.

Al respecto, Lynch y otros (2018), a través de encuestas a pequeños productores en Arizona y Nuevo México, identificaron que estos enfrentan desafíos que son comunes en su país y a nivel mundial, como el clima, el agua y la tierra, pero hay otros que son específicos de la región, por lo que, para garantizar un futuro viable, se deben tomar limitantes y oportunidades específicas regionales y generales, lo que es probable que requiera de una combinación de enfoques que se deban adoptar para el desarrollo de los sistemas agroalimentarios locales.

En el aspecto institucional, en México al igual que en otros países de América Latina —salvo excepciones— no se cuenta con un paquete integrado sectorial de servicios de asesoría y seguimiento que proporcione soluciones completas y de servicios a los productores rurales. Asimismo, ante diversos escenarios como el aumento en la demanda de alimentos a nivel mundial, el cambio climático y el riesgo de nuevas plagas y enfermedades emergentes, es necesario acelerar las innovaciones que hagan más resilientes los sistemas productivos, mediante un enfoque de mayor sostenibilidad y conciencia ambiental, además de los servicios integrales e integrados (Larrea 2021).

Asistencia Técnica y Capacitación

Los servicios de asistencia técnica y capacitación son clave en el fomento de los sistemas de producción a PyME y en el logro de la seguridad alimentaria (Olvera 2018). Sin embargo, en México, la asistencia técnica tiene una baja cobertura, ya que únicamente el 3 % del total de unidades de producción agropecuaria disponen del servicio, del cual el 75.4 % es dirigido a la agricultura, el 15.3 % al sector pecuario y el restante, el 3.2 %, al sector forestal (Cuevas et al. 2012). En este sentido los retos que enfrentan los productores en cuanto al desarrollo de capacidades es que se les impide aplicar esquemas de producción, comercialización, aseguramiento y financiación, limitando su acceso a mercados (FIRA 2015). En relación con la capacitación y el fomento a la innovación y tecnología, en México se tiene una baja capacitación hacia los productores agropecuarios sobre innovación en el sector, poca o nula organización de foros, congresos y talleres para informar sobre nuevas técnicas o tecnologías a los productores, además de poca promoción sobre foros y plataformas virtuales que brinden información sobre innovaciones, normas —voluntarias y obligatorias— y reglas de operación de los mercados (SAGARPA 2018).

La importancia de estos dos elementos radica en que el desarrollo de capacidades entre los productores rurales les permite una correcta adopción de tecnologías y procesos para que incrementen la productividad en su sistema de producción (Olvera 2018). Además, estos dos elementos son necesarios el desarrollo de proyectos de inversión en el sector (FIRA 2015). De acuerdo con la FAO, algunos elementos identificados de estudios de caso donde se implementó la asistencia técnica y extensión rural participativa en América Latina, fueron:

1. Una mayor autonomía de insumos a través de prácticas de autoabastecimiento como bio plaguicidas y *compost*;
2. el rescate de la biodiversidad local por medio del uso de semillas locales, entre otras medidas, dando valor a productos por su identidad territorial;
3. un enfoque sostenible para asegurar un uso eficiente de recursos naturales.

Este método parte de lo local, donde debe surgir la demanda y la selección de tecnologías adecuadas al territorio. Sin embargo, se requiere de la inversión en materiales de divulgación

y demostraciones, entre otros (FAO 201G). En este sentido, la asistencia técnica participativa es un método de prestación de servicios que tiene como objetivo mejorar los ingresos y con ello la calidad de vida de los productores rurales, lo cual implica el fortalecimiento de sus capacidades, haciendo uso de los recursos locales. En este sentido Perú logró una diversificación productiva y un incremento en la implementación de sistemas de riego, lo que tuvo un impacto en la productividad. Para llevar a cabo este proceso se requiere de redes de vinculación con instituciones públicas o privadas u organizaciones de productores que provean el financiamiento y el fortalecimiento de capacidades (FAO 201G).

Por lo tanto, la asistencia técnica y capacitación son elementos esenciales para la implementación de cualquier propuesta general o específica en cada región en particular, lo que requiere de la participación de los productores en la identificación de necesidades y posibles estrategias o soluciones y el equipo técnico que provea la asistencia técnica y capacitación para la implementación de las estrategias.

Fomento a la Innovación y Tecnología

Una de las causas de la baja productividad en los sistemas a PyME es el rezago tecnológico (Secretaría de Gobernación 2020). Esto se debe a que existe una limitada capacidad para apropiarse de innovaciones e implementarlas en las unidades de producción por parte de los productores. Causa de ello es el limitado acceso a la información sobre nuevas tecnologías y los bajos niveles de inversión. Como consecuencia, se tienen bajos niveles de ingresos debido a la relación entre las posibles ganancias obtenidas por el productor y a la inclusión de nuevos conocimientos, lo que repercute en los bajos niveles de productividad del sector (SAGARPA 2018). La innovación es una oportunidad para transformar los sistemas agroalimentarios, ya que las tecnologías innovadoras son útiles en tanto aumentan la productividad con un enfoque sostenible, proponen herramientas de resiliencia ante el cambio climático, y otorgan mejoras en la comercialización y la inclusión para contribuir positivamente a los medios de vida de la población rural (Echeverría 2021). Además, se requiere atender a un mercado agroalimentario que demanda cada vez más productos con valor agregado y cumplir con los estándares de calidad.

Sin embargo, el proceso de innovación tecnológica para el desarrollo de innovaciones en el sector agroalimentario requiere de la participación de diversos actores: productores primarios, procesadores, proveedores de insumos, instituciones sociales y de investigación, sector gubernamental, etc. (SAGARPA 2018). De acuerdo con Larrea (2021), en España hay un gran número de sistemas de producción PyME que, a diferencia de México y Latino América, tienen acceso a innovaciones y tecnologías. Por tanto, estos son altamente productivos, rentables y eficientes, lo cual se refuerza con las cooperativas que les permiten comercializar sus productos a nivel internacional. Otro ejemplo del uso de tecnologías e innovación mencionado por el mismo autor es que Brasil, en conjunto con EMBRAPA [Corporación Brasileña de

Investigación Agropecuaria], han logrado un gran avance en la producción agropecuaria en términos de productividad con proyecciones de incremento en la misma. El país pasó de ser importador de alimentos básicos a exportar hasta 5G 000 USD en productos de origen agrícola. Gran parte de ello se atribuye a la agricultura digital, que ha integrado a un número creciente de productores rurales. Entre las innovaciones destacadas se encuentran los sistemas de trazabilidad de granos y carne, y las plataformas virtuales para la compraventa de productos, entre otros. Además, estos cuentan con un sistema de inteligencia estratégica que permite identificar oportunidades, amenazas y la búsqueda de estrategias, así como la difusión de información, a lo cual acceden los productores a través de sus teléfonos inteligentes. Por lo tanto, el fomento a la innovación y tecnología puede llevarse a cabo a través de foros, cursos y talleres dirigidos a los productores locales presenciales o virtuales o directamente en las unidades de producción de acuerdo con las problemáticas o necesidades identificadas, integrando la asistencia técnica y la capacitación. La información proporcionada puede ser referente a nuevas técnicas —acorde al sector y fin productivo—, a nuevas maquinarias u otras innovaciones, todo ello con un enfoque sostenible. Asimismo, para llevarse a cabo la adopción de alguna tecnología o innovación, puede requerir de gestión y diseño de proyectos agropecuarios acompañados de la asistencia técnica y la capacitación correspondiente.

Gestión y Diseño de Proyectos Agropecuarios

Uno de los grandes desafíos para México es satisfacer la demanda de alimentos en los próximos años. Ante esta situación, una vía para lograr el aumento en la producción primaria es a través de los proyectos de inversión efectuados en el sector, lo cual requiere del fomento y del desarrollo de condiciones adecuadas para que los productores consideren la inversión como una estrategia óptima en su toma de decisiones. Sin embargo, el acceso a la financiación es limitado para los pequeños y medianos productores (Mora et al. 2011) ya que, del total de UPA en el país, solo el G.1 % ha obtenido algún tipo de crédito y únicamente el 1.5 % algún seguro (INEGI 2023). En la cadena de valor del sector agroalimentario existen diversas opciones de negocio —sector primario, agroindustria o comercialización—, lo que se traduce en mayor desarrollo económico y social (SADER 201G).

Actualmente existen modelos como las Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica (IEBT), que han tenido éxito en la promoción de la innovación y el desarrollo económico regional, como las IEBT implementadas en la región del Pontal Mineiro en Brasil, a través del Centro de Innovación Agroindustrial y Empresarial del Pontal (CIAP). Estas ofrecen la gestión, asistencia técnica y asesoría especializada a emprendedores locales, especialmente en el sector agroindustrial. Su enfoque se basa en asociaciones público-privadas, conocido como el modelo Triple Hélice —Universidades-Empresas-Gobiernos—, lo que ha resultado en un aumento en el número de empresarios y un mejor acceso al mercado nacional e internacional de productos y servicios especializados. Sin embargo, algunas limitaciones pueden ser el

acceso a la financiación e inversiones, el apoyo cualificado para la gestión o las políticas públicas en materia del sector, entre otros (Silva 2023).

Por lo tanto, este componente del modelo debe integrar todas las etapas de los proyectos productivos: diseño, elaboración, ejecución y evaluación. Estas fases deben complementarse con asistencia técnica y capacitación, y con el fomento a la innovación y a la tecnología, aprovechando la producción del sector primario local o reforzando las capacidades de la agroindustria local. Además, se deben incorporar estrategias que faciliten el financiamiento, tales como la organización y asociatividad entre productores, el establecimiento de alianzas con casas de financiación locales o el acceso a créditos o a subsidios gubernamentales.

Propuestas Genéricas del Sector Agrícola

El cambio climático pone en riesgo la seguridad alimentaria a nivel mundial. En este contexto, de acuerdo con el Censo Nacional Agropecuario 2022, más de la mitad de los productores del sector primario (G1 %) en México reportan que han presentado pérdidas por algún factor climático o biológico. Además, se estima que el 48 % de los suelos tiene algún tipo de degradación, debido principalmente al uso intensivo de agroquímicos, entre otros factores (Secretaría de Gobernación 2020), y solo el 25.2 % de los productores realizan alguna acción de ahorro en el uso de agua (INEGI 2023).

Por tal motivo, en el sector agrícola se incluyen las propuestas genéricas de gestión y aprovechamiento de recursos hídricos y el control integrado de plagas como herramientas de resiliencia para los productores agrícolas, los cuales se basan en los componentes de la intensificación sostenible de la producción agrícola promovidos por la FAO en el 2013. Al respecto, la información, la capacitación y el acceso a la tecnología son considerados elementos necesarios de adaptación para este sector vulnerable (Magrin 2015). No obstante, es importante considerar que existe una complejidad en la adaptación de los agricultores al cambio climático, que viene dada por diferentes factores cognitivos y socioeconómicos, como la falta de conciencia de los agricultores sobre el cambio climático, la probabilidad de ser expuestos, las pérdidas potenciales y la capacidad adaptativa, que puede impedir el comportamiento adaptativo. Igualmente, las políticas públicas pueden estar encaminadas a alentar o desalentar a los productores, ya que los subsidios por parte del Gobierno o la reducción de impuestos pueden disminuir costos de tecnologías requeridas para adaptarse (Dang et al. 2012).

1. Gestión y Aprovechamiento de Recursos Hídricos

De acuerdo con la FAO, el aumento de la variabilidad climática que se manifiesta por medio de sequías e inundaciones afecta directamente al sector agrícola, especialmente a los pequeños productores en las zonas rurales que dependen de la agricultura y a sus familias. Estos tienen, además, una baja capacidad adaptativa, lo que pone en riesgo los sistemas agroalimentarios a nivel mundial (FAO 2023). Además de la pérdida de alimentos y de ingresos para los

productores debido a la pérdida de cultivos, también representa una disminución de actividades comerciales y económicas a nivel regional (Orbe et al. 2012). En México, la mayor parte del territorio sembrado (75 %) es agricultura de temporal y el restante utiliza sistemas de riego (INEGI 2023). De estos últimos, el 70.8 % utiliza sistemas de riego por gravedad o rodado, donde el 60.8 % lo hace mediante canales de tierra, el 15.6 %, por sistemas de goteo y solo el 5.5 % utiliza sistemas de aspersión (INEGI, s.f.).

Sin embargo, un mejor aprovechamiento del agua, a su vez, puede incrementar los rendimientos productivos y económicos de los sistemas de producción. Por lo tanto, la gestión de recursos hídricos requiere la adopción de tecnologías de conservación y la optimización del uso de agua —la captación de agua de lluvia, el riego deficitario, riego complementario, etc.— y de prácticas agrícolas que permitan mejorar la captación de agua del suelo como la agricultura de conservación (FAO 2013).

2. Manejo Integrado de Plagas (MIP)

A nivel mundial, más del 40 % de la producción agrícola se pierde a causa de plagas (FAO 2020) y, en este contexto, el cambio climático ha generado el desplazamiento de plagas a lugares donde anteriormente no las había. Esto es debido a fluctuaciones climáticas que propician mejores condiciones para el desarrollo o desplazamiento de las plagas, así como el posible aumento o disminución de depredadores naturales para su control, provocando daños en los cultivos, ocasionando pérdidas económicas y poniendo en riesgo la seguridad alimentaria. Otra problemática es la resistencia de plagas a insecticidas debido al uso excesivo de plaguicidas (SADER y SENASICA 2015). El Manejo Integrado de Plagas (MIP) se considera una necesidad y una estrategia de adaptación y mitigación ante esta problemática (Skenđžić et al. 2021). Esta se refiere a la combinación de prácticas culturales y estrategias de gestión de plagas —biológicas, químicas, físicas y agrícolas— con la finalidad de reducir los riesgos por el uso de plaguicidas, los riesgos ambientales y sus efectos en la salud humana.

De acuerdo con la FAO, en Uruguay, durante el año 2010 al 2016, se implementó un programa a nivel nacional de gestión ambiental adecuada de plaguicidas como respuesta a la degradación ambiental. Los resultados mostraron que la implementación de buenas prácticas agrícolas en sistemas extensivos e intensivos se tradujo en un menor uso de plaguicidas. Además, no disminuyó la rentabilidad de los sistemas de producción, pudiendo disminuir costos derivados del aumento en la resistencia de las plagas y de la fitotoxicidad del suelo (Holmes et al. 2021).

Propuesta Genéricas del Sector Ganadero

En México, la ganadería es una actividad con importancia económica, ya que genera empleos y proporciona materias primas y el ingreso de divisas para el país (Magaña et al. 2020). Sin embargo, la ganadería enfrenta grandes dificultades en aspectos básicos de sanidad, nutrición,

genética y reproducción, resultando en una baja productividad (Mata 2013). Bajo este contexto, en el modelo se incluyen tres áreas en el sector ganadero: alimentación y nutrición, reproducción, y sanidad, ya que tienen un efecto entre ellas y sobre la eficiencia económica y productiva del hato. En este sector se consideran problemáticas que afectan a la ganadería, con énfasis en el sector ganadero bovino, debido a su importancia como una de las principales especies ganaderas en el país. La ganadería bovina es la segunda actividad productiva más practicada en el medio rural después de la agricultura (Rodríguez et al. 2018) y aunque las estrategias propuestas aplicables a esta especie pueden ser replicadas en otras especies pecuarias, esto debería realizarse considerando las adaptaciones necesarias según las características específicas de cada una.

1. Alimentación y Nutrición

México es un país con una gran diversidad agroecológica, razón por la cual la producción se realiza de acuerdo con las condiciones de cada zona. Cada una tiene diferentes niveles tecnológicos, mercados e integración, y el clima y la estacionalidad tienen una influencia sobre los recursos alimenticios y la producción (Villegas et al. 2001).

La importancia de la alimentación y nutrición en un hato ganadero tiene un efecto directo sobre el rendimiento productivo y económico del mismo, ya que tiene relación con parámetros productivos como ganancia de peso y producción de leche (ganado lechero), además de un efecto directo en la salud de los animales y en el desempeño reproductivo. Por lo tanto, un monitoreo del manejo alimenticio a través del uso de varias herramientas permite tomar las medidas correctivas pertinentes (Correa y Carulla 2005). Asimismo, se recomienda optimizar el uso de recursos disponibles, ampliar la base de recursos alimenticios y hacer un uso más eficiente de los mismos en respuesta a la creciente demanda de alimentos debida al aumento demográfico y al cambio climático (Harinder 2014). Para ello es recomendable utilizar los recursos fitogenéticos disponibles de acuerdo a las condiciones agroecológicas de la región y establecer un adecuado manejo agrónomo a través de tecnologías acordes a las condiciones socioculturales y de disponibilidad de capital de los productores (Parra et al. 2015). En respuesta a esto, como propuesta general en el área de alimentación y nutrición se incluye la evaluación y elaboración de dietas por etapa productiva de acuerdo con la especie y, dependiendo de las características agroecológicas de cada región en particular y de acuerdo con los fines productivos, se pueden implementar estrategias como sistemas silvopastoriles, suplementación, conservación de forrajes, manejo de pastizales, etc.

De acuerdo con la FAO, en Ecuador se implementó un proyecto denominado Ganadería Climáticamente Inteligente con una duración de cuatro años (2016–2020). Este estaba enfocado en reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el sector ganadero, pero, tras la adopción de buenas prácticas ganaderas a través de un adecuado manejo de alimentación del ganado y de pastos y mediante el uso de suplementación nutricional, la

producción láctea aumentó un 40 % en promedio y se redujeron los costos para los productores, además de una disminución en la emisión de GEI en 20.4 %. Igualmente, cerca de 800 productores incorporaron buenas prácticas por iniciativa propia. Para llevar el proyecto a cabo se incluyó una perspectiva de inclusión de pueblos indígenas y de género como herramienta para la resistencia al cambio y la transferencia de tecnología que les proporcionó a los productores el acceso a la información sobre los resultados del proyecto en términos de la emisión de GEI (Holmes et al. 2021).

2. Reproducción

En los hatos ganaderos en México, una causa de la baja productividad es la ineficiencia reproductiva (Mata 2013). Algunas causas identificadas son debidas en gran parte a que no se lleva un control reproductivo: no hay seguimiento en la detección de estros ni diagnósticos de gestación (Moreno et al. 2012). Esto, a su vez, ha ocasionado el descarte y sacrificio de vacas en sus diferentes etapas de reproducción, lo cual es una problemática general en el país. Sin embargo, esta situación está poco documentada. Al respecto, Osio y otros (2022) encontraron que, durante el transcurso de cuatro meses en una unidad de sacrificio en un municipio de Chiapas, México, de las hembras que ingresaron a la unidad diariamente, el 53 % se encontraban en estado de gestación. Fernández-Figueroa (2015) reportó en un 57 % el porcentaje de hembras gestantes que ingresaron a sacrificio en un rastro en Veracruz, mientras que Sandigo (2005), lo reportó en un 48.3 % en una unidad de sacrificio en Ecuador. Esta situación, causada por un desconocimiento del estatus reproductivo, puede generar altos costos de oportunidad que repercuten económicamente por el concepto de becerros, becerros al destete y lactancias perdidas (Fernández-Figueroa 2015).

Un manejo adecuado de prácticas reproductivas puede mejorar la eficiencia reproductiva y con ello un mejor rendimiento económico (Sammad et al. 2020). El diagnóstico de gestación es una herramienta que permite la toma de decisiones a partir de la identificación del estatus reproductivo del hato, ya que permite identificar gestaciones, su estado y, por ende, realizar un manejo nutricional o sanitario adecuado. También tiene aplicación en la identificación de patologías reproductivas, su tratamiento y en programas que implican el uso de biotecnología reproductiva (Barrón et al. 2023). Este puede realizarse a través de métodos directos como palpación transrectal o ultrasonografía (Sice et al. 2022). Asimismo, en la ganadería bovina existen técnicas como la inducción de lactancia, la cual es una alternativa que permite alargar la vida productiva del animal y evitar el descarte o sacrificio de las vacas con problemas productivos o reproductivos, para lo cual se utiliza un protocolo hormonal (González et al. 2022). Este protocolo consiste en estimular la producción de leche en vacas que no están en periodo de lactancia, simulando una gestación. Al aplicarlo, se han registrado producciones de leche en lactancias inducidas que equivalen al 80 % de una producción de leche en una lactancia natural (García et al. 2020). Actualmente

existen técnicas que buscan aprovechar el potencial de hormonas endógenas y la reducción de dosis de hormonas exógenas, y protocolos que disminuyen el tiempo de los tratamientos habituales con resultados favorables en la producción de leche, y que, además, disminuyen el costo de tratamiento, siendo una alternativa asequible y rentable para pequeños y medianos productores (García et al. 2020; Vieira et al. 2024).

Por lo tanto, se incluye la propuesta general de identificación del estatus reproductivo del hato en el área de reproducción, donde se pueden incluir estrategias específicas como la asistencia técnica y capacitación, y fomento a la innovación y tecnología sobre métodos de detección de estros, sincronización de estros, entre otros. Esta propuesta se puede complementar con lactoinducción en las vacas que no han podido gestarse antes de los dos años, o que no han podido iniciar su actividad ovárica postparto, dándoles tiempo de recuperación.

3. Sanidad

En el aspecto sanitario a nivel mundial se prevé que el fenómeno de enfermedades emergentes y reemergentes se intensificarán debido a su complejidad, como las mutaciones y la transferencia selectiva de genes a causa de la resistencia a antibióticos y de factores de transmisión como el desplazamiento demográfico, entre otros. Asimismo, hay un alto porcentaje de patógenos humanos que son de origen animal como la gripe H1N1 [gripe porcina] o la tuberculosis. Ante esta situación, los sistemas de salud humana y animal deben adaptarse ante este escenario, lo que requiere preparación, vigilancia y colaboración interdisciplinaria que garanticen respuestas ágiles y efectivas (Cicero et al. 2024).

Una enfermedad con relevancia actual es la gripe aviar de alta patogenicidad. El Gobierno de México, a través de Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), lanzó un comunicado el 2 de abril de 2024 por medio de su página oficial, indicando que se notificó a productores de ganado lechero y se incrementaron las medidas de vigilancia, además de reforzar la inspección zoonosanitaria de animales provenientes de EE. UU (SENASICA 2024). Teniendo en cuenta que hay un riesgo importante de diseminación a través de la movilización de animales vivos, Stoimenov (2022) menciona que ante este escenario, se requiere una mejor vigilancia por parte de servidores médicos veterinarios y de los productores en las unidades de producción, además de acatar medidas de bioseguridad. En este contexto, una forma de reforzar las medidas de bioseguridad y la tecnificación en pequeños y medianos productores pecuarios es a través de la divulgación de la información y transferencia de tecnología (Berger 2020).

Por lo tanto, el modelo de servicios integrales contempla servicios informativos como herramienta para coadyuvar con la divulgación de la información emitida por los organismos nacionales correspondientes y de acuerdo con las normas y disposiciones oficiales en la materia, así como de medidas de contingencia, inocuidad y bioseguridad. Estos servicios

informativos pueden ser a través de foros, talleres con los productores y promoción de las plataformas virtuales que proporcionan información al respecto.

Propuestas Genéricas del Sector Agroindustrial

Las pequeñas y medianas agroindustrias alimentarias son un factor clave para impulsar el desarrollo económico y social, ya que generan fuentes de empleo, y proporcionan alimentos que forman parte de la canasta básica contribuyendo a la seguridad alimentaria local y regional. Sin embargo, muchas de ellas se caracterizan por un bajo nivel de ingresos y un bajo nivel de competitividad (Cuevas et al. 2004). En este sentido, se incluyen las propuestas de proyectos de desarrollo y agregación de valor de origen. Algunas estrategias que deben aplicarse de manera integrada en las pequeñas y medianas agroindustrias locales o regionales son el fortalecimiento de la capacidad humana en aspectos técnicos, administrativos, económicos, de comercio y del marco legislativo, lo cual puede realizarse a través de la capacitación (Cuevas et al. 2004) y servicios de consultoría, que pueden requerir una alianza estratégica entre universidades y el gremio de la consultoría. La asistencia técnica y la capacitación deben ir implícitas en cualquier propuesta general del sector agroindustrial dirigida a proyectos de desarrollo, de agregación de valor o para el fortalecimiento de agroindustrias ya existentes.

1. Proyectos de Desarrollo

En esta propuesta se incluyen algunas actividades económicas relacionadas a la agroindustria, que son importantes en las cadenas de suministro del sector agroalimentario y que representan áreas de oportunidad para mejorar la eficiencia, como los almacenes de granos —en seco y en frío—, los cuales concentran la oferta de producto de muchos productores, donde pueden preservar su producto y generar un mercado de físicos. Esto puede incidir en que los productores reciban un precio más alto por su producto, lo que sería difícil si se negocia individualmente y por volúmenes pequeños. Sin embargo, se recomienda que el sistema de almacenamiento esté basado en normas y estándares de servicios de almacenamiento, para que garantice la calidad de los productos almacenados (COFECE 2015).

Otra actividad son las redes de frío, que incluyen el almacenamiento y transporte, ya que en México el 50 % de los alimentos consumidos se comercializan sin respetar la cadena de frío, volviendo a los pequeños productores —los cuales realizan ventas prematuramente y a un menor precio— vulnerables debido al deterioro en la calidad de sus productos. La cadena de frío permite prolongar la calidad e inocuidad de los productos y con ello un mejor acceso a mercados y competitividad. Sin embargo, se requiere una inversión en almacenamiento refrigerado que debe ir acompañada de otra inversión en transporte o de la adquisición de servicios externos. Esto también implica capacitar a los productores sobre la importancia de la cadena de frío y medidas para respetarla, así como la planificación y la logística

(COFECE 2015). Ante esta situación, otra alternativa puede ser la creación y desarrollo de unidades equipadas para el procesamiento y comercio local y regional de productos agropecuarios locales (Cavallotti 2014). En este sentido, se pueden incluir procesos como la liofilización: un método de conservación que permite almacenar productos de origen agroalimentario con una alta calidad, ya que otorga una máxima retención de sus características nutricionales y organolépticas por un tiempo prolongado, permitiendo dar un valor añadido. Este proceso se utiliza actualmente en una gran diversificación de productos (Gualpa 2021), genera beneficios económicos para el sector agroalimentario, mejor y mayor acceso a mercados y reduce el desperdicio de alimentos debido a pérdidas (Santillán 2021).

En esta propuesta en particular se habla de una problemática general del sector agroindustrial en México. Sin embargo, los proyectos de desarrollo requieren adaptarse a las características sociales, económicas y a los fines productivos de cada región donde se implemente el modelo. Además, el desarrollo de estas iniciativas requiere una elevada inversión, que a menudo no es viable para los productores, por lo que una línea de acción es el fomento hacia la organización y asociaciones entre pequeños y medianos productores. Esta colaboración les permite reducir costos, generar economías de escala y dar valor agregado a sus productos (COFECE 2015). Sin embargo, este proceso puede requerir de subsidios gubernamentales o programas de fomento dirigidos a las sociedades cooperativas.

2. Agregación de Valor

Una problemática en México relacionada al comercio de productos de origen agroalimentario es que muy pocas empresas acaparan la mayor parte del mercado y, aunado a ello, las tiendas de autoservicio ofertan productos de importación a bajo costo, provocando una alta vulnerabilidad entre los productores, especialmente por la falta de organización y por la dificultad de incorporarse al mercado por la falta de agregación de valor, ya que sus productos no compiten con los de importación ni las grandes comercializadoras (Cavallotti 2014; Magaña et al. 2020). Ante la problemática mencionada, se incluye la propuesta genérica de agregación de valor de origen. En este sentido se requiere de capacitación a los productores agroindustriales sobre inocuidad y etiquetado basado en la identidad cultural local, a través de cursos, talleres y seguimiento mediante asistencia técnica. Al respecto, la Sierra de Cádiz, España, se caracteriza por su entorno agroecológico, su agricultura y ganadería tradicionales, la cual tiene una agroindustria artesanal. Por ello, se generó una economía de valor basado en el patrimonio cultural regional, convirtiendo desventajas comparativas en ventajas competitivas y en agregación de valor a través del etiquetado y eslogan que denotan el origen, los cuales son sus distintivos. Actualmente esta agroindustria está consolidada y con demanda local, nacional e internacional (Aguilar et al. 2011).

Conclusiones y Recomendaciones

Se espera que el impacto de este Modelo de Servicios Integrales Agropecuarios sirva como base para el desarrollo de políticas públicas y la réplica del modelo en todo el país, para impulsar el desarrollo de los sistemas de producción de PyME y para el fomento del sector agroalimentario en México. En cuanto a la pertinencia del modelo y dadas sus características, puede ser una herramienta que coadyuve a cumplir con los tres objetivos prioritarios del Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural 2020–2024 derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2015–2024 (Secretaría de Gobernación 2020), dirigidos al sector agroalimentario, así como a programas futuros enfocados en la seguridad alimentaria, sostenibilidad y desarrollo rural.

- a. «Lograr la autosuficiencia alimentaria vía el aumento de la producción y la productividad agropecuaria y acuícola pesquera»: de acuerdo con el PND 2015–2024, requiere del impulso del potencial productivo de los pequeños productores (Secretaría de Gobernación 2020), lo cual puede conseguirse a través de los tres elementos de fomento: asistencia técnica y capacitación, fomento a la innovación y tecnología, y la gestión y diseño de proyectos agropecuarios dirigidos a los productores y su unidad de producción.
- b. «Contribuir al bienestar de la población rural mediante la inclusión de los productores históricamente excluidos en las actividades productivas rurales y costeras, aprovechando el potencial de los territorios y los mercados locales»: permite una estrategia que se sustente en políticas diferenciadas en las cinco regiones agroalimentarias del país, que, a su vez, tienen diferentes perfiles productivos y agroecosistemas, a través del impulso al desarrollo económico desde lo local mediante el fomento de los sistemas de producción a pequeña y mediana escala.
- c. «Incrementar las prácticas de producción sostenible en el sector agropecuario y acuícola-pesquero frente a los riesgos agroclimáticos»: el modelo parte de una iniciativa de resiliencia, por lo cual los elementos de fomento pueden ser una herramienta que permitan a los productores conocer e implementar técnicas más sostenibles o con menor impacto ecológico.

Sin duda, para lograr el reto de mejorar la seguridad y autosuficiencia alimentaria en México se requiere el fomento de los pequeños y medianos productores, ya que, al representar estos la mayoría de los productores agroalimentarios en el país, son un potencial de desarrollo. Además, México cuenta con una gran diversidad agroecológica, lo que facilita la producción agropecuaria y la generación de materias primas para la agroindustria. Sin embargo, esto requiere la suma de esfuerzos para que se produzcan o fortalezcan vinculaciones y alianzas estratégicas por parte de los Gobiernos locales, las facultades o institutos de investigación, las consultorías, las casas locales de financiación y los proveedores

de insumos. Esto puede lograrse mediante asociaciones públicas o privadas, como la organización de productores a través de cooperativas o asociaciones de cooperativas locales y regionales, o mediante un modelo de agronegocios, aprovechando así el potencial agroecológico y productivo regional con un enfoque sostenible.

Por lo tanto, el Modelo de Servicios Integrales Agropecuarios como estrategia local de fomento en el sistema agroalimentario de México implica la adaptación y especialización adecuada a regiones o localidades, la colaboración y alianzas estratégicas de perfiles multidisciplinarios con perfiles acordes con cada área y con cualidades de visión sistémica y colaboración. Para tal fin, es recomendable contar con infraestructura básica inicial, que puede obtenerse a través de un centro de servicios, que integre los componentes de fomento del presente modelo, para la atención primaria local de los productores y sus comunidades. Asimismo, se recomienda realizar un diagnóstico de necesidades utilizando métodos participativos y con un enfoque holístico al interior de los sistemas de producción, y con ello plantear estrategias específicas por área —de acuerdo a una priorización de las necesidades acordes al fin productivo de la unidad productiva y de la producción agroalimentaria local o regional— y diseñar sistemas de retroalimentación de las estrategias implementadas para su posible reestructuración.

Reconocimiento de Inteligencia Artificial (IA)

No se ha hecho uso de IA o tecnologías asistidas por IA de manera alguna para preparar, escribir o completar las tareas de escritura del presente artículo. Los autores confirman que son los únicos autores del artículo y completamente responsables del contenido incluido en el mismo de acuerdo a lo estipulado por la Comisión de Ética en Publicación (COPE).

Consentimiento Informado

Los autores declaran que no fue necesario el consentimiento informado, ya que no hubo participantes humanos involucrados.

Conflicto de Intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS

- Aguilar Criado, Encarnación, Flavio Sacco dos Anjos y Velleda Caldas Nádia. 2011. “Productos locales, calidad y diversificación: <http://hdl.handle.net/11441/49464>nuevas estrategias de desarrollo en el mundo rural de España y Brasil.” *Estudios Sociológicos* 29 (85): 189-214.
- Albuquerque Francisco. 2004. El enfoque de desarrollo económico local. Buenos Aires: Organización Internacional del Trabajo. https://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/agora/files/1251776298.area_enfoque_del_0.pdf

- Álvarez Calderón, N.M., J.I. Olvera Hernández, J.D. Guerrero-Rodríguez y E. Aceves Ruíz. 2017. "Asistencia técnica y capacitación para la seguridad alimentaria mediante el traspaso". *Agroproductividad* 10 (7): 64-6. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1060>
- Barrón Bravo Oscar, Ricardo Avilés Ruiz, Eric Fraga Escamilla y Yuridia Bautista Martínez. 2023. "Los procesos reproductivos en vacas y el uso de la ultrasonografía." *Abanico veterinario* 13: 1-34 e207 <https://doi.org/10.21929/abavet2023.18>
- Berger Christian. 2020. "La acuicultura y sus oportunidades para lograr el desarrollo sostenible en el Perú". *South Sustainability [Sustentabilidad del Sur]*. 1(1): 11 <https://doi.org/10.21142/SS-0101-2020-003>
- Cavallotti Vázquez, Beatriz A 2014. "Ganadería bovina de carne y leche. Problemática y alternativas". *El Cotidiano* 188 (noviembre-diciembre 2014): 95-101. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32532787008>
- Cicero da Silva Luciano, Acacia Morais Dourado, Fábio José de Oliveira Dourado, Gabriela Eiras Ortoni, Karen de Fátima, Figueroa Bohórquez Karen de Fátima, Euclides Kelly Lene Lopes Calderaro, Paulo Henrique Soles dos Santos, Priscila Rocha Santos, Renata da Silva Bolan. 2024. "Doenças emergentes e reemergentes: uma revisão de literatura." [Enfermedades emergentes y reemergentes: una revisión de la literatura.] *Europub Journal of Health Research [Revista Europub de Investigación en Salud]* 5 (1): 45-74. <https://doi.org/10.54747/ejhrv5n1-004>
- COFECE. 2015. "Reporte sobre las condiciones de competencia en el sector agroalimentario mexicano." https://www.cofece.mx/cofece/images/Estudios/COFECE_reporte_final-ok_SIN_RESUMEN_baja_RES-7enero.pdf
- Correa, HJ; Carulla, J. 2009. "Relación entre nutrición y salud en hatos lecheros." *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia* 56 (3): 273-290. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=407639221011>
- Cuevas Reyes Venancio, Baca del Moral Julio, Cervantes Escoto Fernando y Aguilar Ávila José. "Asistencia técnica en el sector agropecuario en México: análisis del VIII censo agropecuario y forestal." *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3 (5): 943-957. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263123214008>
- Cuevas, Roberto, Omar Mesera y Roberto Díaz. 2004. *Calidad y competitividad de la agroindustria rural de América Latina y el Caribe: Uso eficiente y sostenible de la energía*. Boletín de Servicios Agrícolas de la Fao 153. Roma 2004: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REE21C965.pdf>
- Dang Hoa, Li Elton y Johan Bruwer. 2012. "Understanding Climate Change Adaptive Behaviour of Farmers: An Integrated Conceptual Framework." [Comprendiendo el Comportamiento Adaptativo al Cambio Climático de los Agricultores: Un Marco Conceptual Integrado]. *International journal of climate change [Revista Internacional del cambio climático]* 3 (2): 255-272. <http://dx.doi.org/10.18848/1835-7156/CGP/v03i02/37106>
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (2020). Programa Sectorial derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5595549&fecha=25/06/2020#gsc.tab=0
- Echeverría G. Rubén. 2021. *Innovación para sistemas agroalimentarios sostenibles, saludables e inclusivos y sociedades rurales de América Latina y el Caribe - Marco de acción 2021-2025*. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cb3960es>

- FAO. 2013. Manejo Integrado de Plagas – MIP – bajo el enfoque de intensificación Sostenible de la Producción Agrícola “ISPA”. Abril, 2013. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/faoweb/bolivia/docs/CARTILLA_OK.pdf
- FAO. 2019. “El sistema alimentario en México - Oportunidades para el campo mexicano en la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible”. Ciudad de México. 68 pp. <https://www.fao.org/3/CA2910ES/ca2910es.pdf>
- FAO. 2020. “Sanidad vegetal y derecho a la alimentación, unidos por el Día de los Derechos Humanos”. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Roma, 10 de diciembre del 2020. <https://www.fao.org/right-to-food/news/news-detail/es/c/1334153/>
- FAO. 2023. “Tema bienal para 2024-25: Gestión de los recursos hídricos para lograr las cuatro mejoras (una producción, una nutrición, un medio ambiente y una vida mejores) con miras al cumplimiento de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible”. 43.º periodo de sesiones. Roma, 1-7 de julio de 2023. <https://www.fao.org/3/nm123es/nm123es.pdf>
- Fernández-Figueroa, J. 2015. “Costos de oportunidad de vacas gestantes sacrificadas en un rastro de Veracruz, México.” *Agro Productividad* 8 (6). <https://mail.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/692>.
- FIRA. 2015. *Factores relevantes en el desarrollo de proyectos de inversión en el sector agropecuario en México*. <https://www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/abrirArchivo.jsp?abreArc=8453>
- Flores de la Vega, Margarita. 2022. “El sector agroalimentario en México en la perspectiva de la sustentabilidad”. *Revista de Economía Mexicana. Anuario UNAM*, (6): 227-260. <http://www.economia.unam.mx/assets/pdfs/econmex/06/08MargaritaFlores.pdf>
- García B. Cristina, Ceasar Aguilar G., Néstor Falcón P., y Alfredo Delgado C. 2020. “Desempeño productivo y reproductivo de vacas Holstein sometidas a lacto-inducción.” *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 31(2) e17834. <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17834>
- González-Maldonado Juan, Raymundo Rangel-Santos, Gustavo Ramírez-Valverde, Jaime Gallegos-Sánchez, Lorenzo Beunabad-Carrasco y Javier Antillón-Ruiz. 2022. “Inducción de la lactancia en ganado Holstein con dosis reducidas de benzoato de estradiol y sin suplementar progesterona exógena.” *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 13 (2): 549-558. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i2.5819>
- Gualpa Allaico, Andrea Natalia. 2021. “Evaluación del proceso de liofilización en fresa (*Fragaria ananassa*) para su aplicación en la industria alimentaria”. Tesis para obtención de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4582478>
- Harinder P. 2014. “Aumento sostenible de la productividad del ganado mediante la utilización eficiente de los recursos alimenticios en países en vías de desarrollo.” *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 48 (1): 55-58. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193030122012>
- Herrera Tapia, Francisco y Jennifer Valeria Suárez Rincón. 2015. “Agroindustria rural, proximidad y políticas públicas para el desarrollo territorial rural. Una revisión teórica.” *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía* 35 (138): 209-232. https://www.researchgate.net/publication/326561103_Agroindustria_rural_proximidad_y_politicas_publicas_para_el_desarrollo_territorial_rural_Una_revision_teorica
- Holmes I, D. Bitrán, T. Zambrana y J. Ladrón de Guevara. 2021. “Hacia una agricultura sostenible y resiliente en América Latina y el Caribe – Análisis de siete trayectorias de transformación exitosas.” *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)*. Santiago de Chile. <https://doi.org/10.4060/cb4415es>

- Huertas Pineda, Juan Carlos. 2015. "Asistencia profesional para el manejo de fincas ganaderas: salud de hato y disponibilidad forrajera. FEDEGAN Colombia. *Universidad de La Salle*, 14-12 Bogotá. https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria/28
- INEGI. 2018. "Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017". https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/ena/ena2018_07.pdf
- INEGI. 2023. "Censo Agropecuario 2022". Resultados definitivos. Consultado el 16 de febrero 2024: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ca/2022/doc/ca2022_rdnal.pdf
- Larrea, Nelson. 2021. julio 27). *Clústeres y agregación de valor en el sector agronegocios con sostenibilidad ambiental*. Caracas: CAF. Recuperado de: <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1767>
- Lynch Heidi, Mark Uchanski, Michael Patrick, Christopher Wharton. 2018. "Small Farm Sustainability in the Southwest: Challenges, Opportunities, and Best Practices for Local Farming in Arizona and New Mexico." [Sostenibilidad de pequeñas granjas en el suroeste: desafíos, oportunidades y mejores prácticas para la agricultura local en Arizona y Nuevo México] *Food Studies An Interdisciplinary Journal* [Estudios de alimentos una revista interdisciplinaria] 8 (2): 45-56 <http://dx.doi.org/10.18848/2160-1933/CGP/v08i02/45-56>
- Magaña Magaña, Miguel Á., Carlos E. Leyva Morales, Juan F. Alonzo Solís y Carlos G Leyva Pech 2020. "Indicadores de competitividad de la carne bovina de México en el mercado mundial." *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 11 (3): 669-685. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i3.5798>
- Magrin O. Graciela. 2015. *Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/618b144d-e069-4e38-8e12-1da1a0bdb817/content>
- Mata Mendoza Francisco. 2013. "Impacto técnico y económico del uso de tecnologías reproductivas en unidades de producción de bovinos carne en Tumbiscatio Michoacán." Tesis de Maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/6556/IIAF-M-2013-1187.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Miguel Velazco, Andrés E. y Armando Heredia González. 2004. "Regiones, competitividad y desarrollo en México." *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía* 35 (138):11-31. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11825948002>
- Mora Rivera. José Jorge, Jesús Arellano González y Edgar Mendoza Flores Edgar. 2011. "Determinantes de la inversión en la agricultura mexicana." *El Colegio de México, Centro de Estudios Económicos*. Documento de Trabajo N° VI 2011. México. Disponible en: <https://cee.colmex.mx/es/dts/2011/DT-2011-6.pdf>
- Moreno García A, G Herrera Arreola, M. Carrión Gutiérrez, D. Álvarez Bernal, R. E. Pérez Sánchez y R. Ortiz Rodríguez. 2012. "Caracterización y modelación esquemática de un sistema familiar de bovinos productores de leche en la Ciénega de Chapala, México." *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 20 (3-4): 85-94. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20123366289>
- Orbe Roberto, Graciela Raga y Marcelo Olivera. 2012. "The Economic Effects of Intense Rainfall in Central States of the Pacific Coast of Mexico." [Los efectos económicos de las intensas lluvias en los estados centrales de la costa del Pacífico de México]. *The International Journal of Climate Change Impacts and Responses* [La Revista Internacional de Impactos y Respuestas al Cambio Climático] 3 (1): 89-108. <http://dx.doi.org/10.18848/1835-7156/CGP/v03i01/37090>
- Osio Martínez Ángel Y. Pedro Zetina Córdoba, Silvia Morales Méndez, Rubén Ramírez Navarro, Edgardo Canizal Jiménez y Ma. Esther Ortega Cerrilla. 2022. "Sacrificio de vacas

- gestantes en el rastro municipal de Pijijiapan, Chiapas, México.” *Agro Productividad* 51-55. <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i9.2137>
- Parra Cortés R, M. A. Magaña Magaña y A. T. Piñeiro Vázquez AT. 2019. “Intensificación sostenible de la ganadería bovina tropical basada en recursos locales: alternativa de mitigación ambiental para América Latina.” Revisión Bibliográfica. *Información Técnica Económica Agraria*. 20: 1—18. <https://doi.org/10.12706/itea.2019.003>
- Quintana M. Víctor y Martín Solís 2023. “Análisis de diferentes tipos de agricultura para la conceptualización de una nueva ruralidad en el norte de México: el caso de Chihuahua” en *Desigualdad en Centroamérica, México y el Caribe: Análisis de brechas y recomendaciones Vol. 2*. Editado por Huenchuan Sandra y del Castillo Negrete Miguel. 13-39. Ciudad de México: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) 2023. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/708c1392-814f-4b3d-9576-765d658c506d/content>
- Rendón Medel, Roberto, Elizabeth Roldán Suárez, Belén Hernández Hernández y Pedro Cadena Íñiguez. 2015. “Los procesos de extensión rural en México.” *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6 (1): 151-161. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263138085012>
- Rodríguez Mejía, Sergio, Diego Flores Sánchez, Aurelio León Merino, Luz María Pérez Hernández y Jorge Aguilar Ávila. 2018. “Diagnóstico de sistemas de producción de bovinos para carne en Tejupilco, Estado de México.” *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 9 (2): 465-471. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263158482017>
- SADER Y SIAP. 2023. “Comportamiento del PIB Agroalimentario al cuarto trimestre de 2023 “(2022 IV – 2023 IV)”. Consultado el 28 de abril 2024: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/895676/Analisis_PIB_4to_trim_2023.pdf
- SADER. 2016. *Sector agroalimentario, oportunidad de crecimiento e inversión*. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/sector-agroalimentario-oportunidad-de-crecimiento-e-inversion>
- SAGARPA. 2018. *U009 Fomento de la ganadería y normalización de la calidad de los productos pecuarios. Diagnóstico (Actualización)*. <https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2018/10/08/1451/09102018-diagnostico-u009-fomento-de-la-ganaderia-y-normalizacion-de-la-calidad-de-los-productos.pdf>
- Salcedo, Salomón y Lía Guzmán. 2014. *Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) Santiago, Chile. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/AGRO_Noticias/docs/RecomendacionesPolAgriFAMLAC.pdf
- Sammad Abdul, Umber Saquib, Shi Rui, Zhu Huabin, Zhao Xueming, Wang Yachun (2020). “Dairy cow reproduction under the influence of heat stress.” [Reproducción de vacas lecheras bajo la influencia del estrés caórico]. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* [Revista de Fisiología Animal y Nutrición Animal] 104: 978–986. <https://doi.org/10.1111/jpn.13257>
- Sandigo Sandigo Farnia Zenelia. 2005. “Diagnóstico reproductivo de vacas destinadas al sacrificio en el rastro municipal de Camoapa, Boaco.” Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/2721/1/tnl01s217.pdf>
- Santillán Murillo, Yoselyn Andrea. 2021. “Análisis del valor agregado a la cosecha de hortalizas en las zonas rurales del Cantón Babahoyo.” Tesis para obtención de grado. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/10287>
- Santos Chávez, Víctor Manuel, Adolfo Álvarez Macías, Felipe Pérez Gachuz y Leonardo Pérez Sosa, Leonardo. 2019. “El extensionismo rural mexicano: análisis coyuntural con enfoque

- de políticas públicas.” *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 10 (1): 63-77. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i1.1117>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) y Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2019. “Manual para el buen uso y manejo de plaguicidas en campo.” 1ª Ed. 2019. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/452645/MANUAL_PARA_EL_BUE_N_USO_Y_MANEJO_DE_PLAGUICIDAS_EN_CAMPO.pdf
- SIAP. 2021. Escenario de leche de bovino febrero 2021. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/621458/Escenario_leche_de_bovino_feb_2021.pdf
- Sice M., J. Gómez Martín, J. Gomis. 2022. “Presente y futuro del diagnóstico de gestación en el ganado bovino.” *Anales de Veterinaria*. Murcia 36: 1-18. <http://dx.doi.org/10.6018/analesvet.503631>
- Silva, E. A. 2023. “Centro de inovação agroindustrial e empresarial do pontal do Triângulo Mineiro (CIAP): desafios e possibilidades para o desenvolvimento regional” [Centro de Innovación Agroindustrial y Empresarial del Pontal del Triángulo Mineiro (CIAP): Desafíos y Posibilidades para el Desarrollo Regional]. *Observatório de la Economia Latinoamericana* [Observatorio de la economía Latinoamericana] 21(1): 173–195. <https://doi.org/10.55905/oelv21n1-011>
- Skendžić, Sandra, Monika Zovko, Ivana Pajač Živković, Vinko Lešić y Darija Lemić. 2021. “The Impact of Climate Change on Agricultural Insect Pests.” [El Impacto del Cambio Climático en las Plagas de Insectos Agrícolas] *Insects* [Insectos] 12 (5): 440 10.3390/insects12050440.
- Solleiro Rebolledo, Jose Luis, Rosario Castañón Ibarra y Laura Elena Martínez Salvador. 2020. “Buenas prácticas de extensionismo y transferencia de tecnología-recomendaciones para el sistema de extensionismo agroalimentario mexicano.” *Revista Mexicana de Agronegocios* 46 (Enero - Junio 2020): 508-522. <http://doi.org/10.22004/ag.econ.303906>
- Stoimenov GM. 2022. Highly pathogenic avian influenza in Bulgaria: a review. [Influenza Aviar de Alta Patogenicidad en Bulgaria: una revisión]. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine* [Revista Búlgara de Medicina Veterinaria] 25 (4): 517-529. <http://dx.doi.org/10.15547/bjvm.2020-0062>
- Vieira Isola, José Victor, Henrique Schneider Pestano, Sergio Farias Vargas Junior, Fernando Caetano de Oliveira, Fabiane Pereira de Moraes, Camila Ribeiro Carvalho de Brito, Lucas Lourenço Castiglioni Guidoni, Rogério Ferreira, Arnaldo Diniz Vieira, Monique Tomazele Rovani, Rafael Gianella Mondadori y Bernardo Garziera Gasperin. 2024. “An efficient shorter protocol for artificial induction of lactation in heifers”. [Un protocolo más corto y eficiente para inducción artificial en Vaquillas] *Ciência Rural* [Ciencia Rural] *Santa Maria* 54 (05), e20230072 <http://doi.org/10.1590/0103-8478cr20230072>
- Villegas Durán Gregorio, Arturo Bolaños Medina y Leonardo Olguín Prado. 2001. La ganadería en México 1.5.1. *Plaza y Valdez Editores*. Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN: 968-856-918-6.

LOS AUTORES

Diana Ponce de León-Ponce de León: Estudiante de Maestría en Producción Agropecuaria, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Email del autor: 1571012j@umich.mx

Guillermo Salas-Razo: Profesor e Investigador, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Email del autor: Guillermo.salas@umich.mx

Palabras clave:

Sostenibilidad, Sistemas de Producción, Ganadería Bovina, Asistencia Técnica, Servicios Agropecuarios.

ASUNTO: CARTA DE REVISIÓN ANTI PLAGIO

Tarímbaro, Michoacán a 31 de marzo de 2025.

DR. JUAN PABLO FLORES PADILLA
Coordinador de la Maestría en Producción Agropecuaria
Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
PRESENTE.

Por este conducto, le informo que una vez concluido el trabajo para la obtención de grado del(la) estudiante C. Diana Ponce de León Ponce de León, del Programa de Maestría en Producción Agropecuaria y Forestales en la opción terminal del área Pecuaria, se ha sometido en el software *iThenticate* el día 14 del mes de marzo año 2025, obteniendo los siguientes resultados: 27% de similitud general, por lo que apoyado en este instrumento, doy fe de que el trabajo intitulado Propuesta de Modelo Integral de Servicios Agropecuarios para la Sostenibilidad de la Ganadería Bovina en Morelia, Michoacán, es un documento original del(la) estudiante. Anexo el resultado impreso del proceso de revisión originario del software mencionado.

Sin más por el momento, quedo a sus órdenes para cualquier aclaración o duda al respecto y le envío un saludo respetuoso.



Guillermo Salas Razo

Director de Tesis

Diana Ponce de León Ponce de León

Propuesta de Modelo Integral de Servicios Agropecuarios para la Sostenibilidad de la Ganadería Bovin

 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:439313830

Fecha de entrega

14 mar 2025, 7:29 a.m. GMT-6

Fecha de descarga

14 mar 2025, 7:33 a.m. GMT-6

Nombre de archivo

Propuesta de Modelo Integral de Servicios Agropecuarios para la Sostenibilidad de la Ganaderíapdf

Tamaño de archivo

2.1 MB

99 Páginas

26,747 Palabras

150,412 Caracteres

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



A quien corresponda,

Por este medio, quien abajo firma, bajo protesta de decir verdad, declara lo siguiente:

- Que presenta para revisión de originalidad el manuscrito cuyos detalles se especifican abajo.
- Que todas las fuentes consultadas para la elaboración del manuscrito están debidamente identificadas dentro del cuerpo del texto, e incluidas en la lista de referencias.
- Que, en caso de haber usado un sistema de inteligencia artificial, en cualquier etapa del desarrollo de su trabajo, lo ha especificado en la tabla que se encuentra en este documento.
- Que conoce la normativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular los Incisos IX y XII del artículo 85, y los artículos 88 y 101 del Estatuto Universitario de la UMSNH, además del transitorio tercero del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.

Datos del manuscrito que se presenta a revisión		
Programa educativo	Maestría en Producción Agropecuaria con opción terminal en el área Pecuaria	
Título del trabajo	Propuesta de Modelo Integral de Servicios Agropecuarios para la Sostenibilidad de la Ganadería Bovina en Morelia, Michoacán	
	Nombre	Correo electrónico
Autor/es	Diana Ponce de León Ponce de León	1571012j@umich.mx
Director	Guillermo Salas Razo	guillermo.salas@umich.mx
Codirector		
Coordinador del programa	Luis López Pérez	mae.prod.agropecuaria.agricola@umich.mx

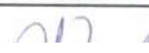
Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Asistencia en la redacción	No	

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Traducción al español	No	
Traducción a otra lengua	No	
Revisión y corrección de estilo	No	
Análisis de datos	No	
Búsqueda y organización de información	No	
Formateo de las referencias bibliográficas	No	
Generación de contenido multimedia	No	
Otro	No	

Datos del solicitante	
Nombre y firma	 Diana Ponce de León Ponce de León
Lugar y fecha	Morelia, Michoacán a 13 de marzo del 2025.