



UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y FORESTALES

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE MAestrÍA EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Efecto del uso de tecnologías pecuarias en la
eficiencia técnica y económica en hatos lecheros a
pequeña escala en Morelia y Álvaro Obregón,
Michoacán.**

TESIS

que como requisito parcial para obtener el título profesional de

Maestro en Producción Agropecuaria

Presenta

MVZ. RAÚL HERNÁNDEZ SARABIA

ASESORES

Dra. Melba Ramírez González (directora)

Dra. Raquel Eneida Ramírez González (codirectora)

Dr. Benjamín Gómez Ramos

MC. Juan Pablo Flores Padilla

Dr. Mauricio Perea Peña

Morelia, Michoacán a...diciembre de 2024



UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y FORESTALES

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Efecto del uso de tecnologías pecuarias en la
eficiencia técnica y económica en hatos lecheros a
pequeña escala en Morelia y Álvaro Obregón,
Michoacán.**

TESIS

que como requisito parcial para obtener el título profesional de

Maestro en Producción Agropecuaria

Presenta

MVZ. RAÚL HERNÁNDEZ SARABIA

Morelia, Michoacán a..diciembre de 2024

Agradecimientos

Quiero comenzar este espacio expresando mi más sincero agradecimiento a las personas que, con su apoyo y amor, han sido fundamentales en la realización de esta tesis.

A mi querido padre, quien ya no se encuentra entre nosotros, pero cuya memoria y ejemplo siempre me acompañan. Fue veterinario, al igual que yo, y desde pequeño me inspiró con su dedicación y pasión por la profesión. Su legado sigue siendo una fuente de fortaleza y guía en mi vida y carrera. Gracias por haberme mostrado el camino con tu sabiduría y tu amor por los animales, que hoy llevo conmigo en cada paso de mi camino profesional.

A mi madre, por su incansable perseverancia y apoyo incondicional. Eres el pilar que me ha sostenido en los momentos más difíciles. Gracias por enseñarme la importancia de la resiliencia, por tu amor y por ser una fuente constante de aliento. Sin tu sacrificio y entrega, este logro no hubiera sido posible.

A mi pareja, por estar a mi lado en todo momento. Tu paciencia, comprensión y apoyo han sido esenciales para poder completar este trabajo. Gracias por no dejarme solo, por tu amor y por ser una motivación constante en los momentos de duda. Tu presencia ha sido una fuerza que me ha impulsado a seguir adelante.

A mi directora y codirectora de tesis, por su valioso apoyo, guía y dedicación. Gracias por compartir su experiencia, por orientarme en los momentos de incertidumbre y por ayudarme a llevar este trabajo hasta su culminación. Su conocimiento y compromiso con mi desarrollo académico han sido invaluable para mí.

A mis asesores, por su orientación y sabiduría a lo largo de toda la maestría. Gracias por sus consejos, críticas constructivas y por darme las herramientas necesarias para crecer tanto en el ámbito académico como profesional. Su guía ha sido esencial en mi formación.

A todas estas personas, que con su amor, dedicación y apoyo han hecho posible este logro, les dedico mi mayor agradecimiento. Sin ustedes, este proyecto no hubiera sido posible.

Índice

1. Resumen.....	4
2. Abstract	5
3. Introducción	6
4. Planteamiento del Problema	8
5. Justificación	9
6. Objetivos	11
6.1. General	11
6.2. Específicos	11
7. Hipótesis.....	11
8. Antecedentes	12
9. Principales prácticas tecnológicas para sistemas de producción de leche a pequeña escala	12
9.1. Concepto de tecnología	12
9.2. Definición de tecnología en el sector ganadero	12
9.3. Prácticas de Salud animal	13
9.4. Prácticas pecuarias de nutrición y alimentación	16
9.5. Prácticas de reproducción y genética.	19
9.6. Sistema de Reproducción de Traspatio o Familiar en México	20
10. Eficiencia Técnica y Económica en el Sistema de Producción de Leche Familiar o de Traspatio	21
11. Análisis Envolvente de Datos (Data Development Analysis o DEA)	23
12. Método.....	26
12.1. Ubicación geográfica.	26
12.2. Recolección de información y procesamiento de datos.	26
13. Resultados y Discusión	30
13.1. Análisis de la eficiencia	37
14. Conclusiones	48
15. Referencias.....	50

Resumen

La ganadería a pequeña escala para la producción de leche representa una importante opción para incrementar la producción de leche a nivel nacional, sin embargo, se tiene un amplio desconocimiento del grado de eficiencia que tienen y los elementos que la afectan, por lo que, el objetivo es analizar los factores que influyen en la eficiencia técnica y económica de sistemas de producción de leche a pequeña escala en Morelia, Michoacán. Para lograrlo se analizaron cinco UP con características homogéneas. Se utilizó el modelo de análisis envolvente de datos (DEA-CRS). Los inputs: costo de litro de leche y costo de kg de carne; los outputs: litros de leche/año, kg de carne/año, utilidad/l/leche y utilidad/kg/carne. Se hizo un análisis de correlación. Los resultados arrojan que las UP 1 y 4 son quienes presentan una eficiencia de 49% y 92% respectivamente en relación con el resto de los productores (eficiencia global de 100%) con un retorno (input: output) incremental en las UP 1 y 4 de 0.55 y 0.98 respectivamente. Los factores que influyen fuertemente son las decisiones del productor en relación a las prácticas zootécnicas del hato, el uso de inseminación artificial, la producción de carne en el hato y el nivel de ingresos. Para crear una estrategia que ayude a utilizar de la mejor manera posible los recursos destinados a la producción de leche, se requiere mejorar el manejo higiénico-sanitario de la ubre, mejorar la genética de los animales a través de un programa que incluya la inseminación artificial, incrementar el índice tecnológico, particularmente introduciendo prácticas novedosas en los cultivos forrajeros, e incrementar la producción de leche, para bajar los costos de producción.

Palabras clave: *Pequeña escala, Análisis envolvente, Análisis de eficiencia, Eficiencia Técnica, Eficiencia Económica.*

Abstract

Small-scale livestock farming for milk production represents an important option to increase milk production at a national level, however, there is a lack of knowledge about the degree of efficiency and the elements that affect it. Therefore, the objective is to analyze the factors that influence the technical and economic efficiency of small-scale milk production systems in Morelia, Michoacán. To achieve this, five PUs with homogeneous characteristics were analyzed. The data envelopment analysis model (DEA-CRS) was used. The inputs: cost per liter of milk and cost per kg of meat; the outputs: liters of milk/year, kg of meat/year, profit/l/milk and profit/kg/meat. A correlation analysis was performed. The results show that UP 1 and 4 are those with an efficiency of 49% and 92% respectively in relation to the rest of the producers (overall efficiency of 100%) with an incremental return (input: output) in UP 1 and 4 of 0.55 and 0.98 respectively. The factors that strongly influence dairy farming are the producer's decisions regarding the herd's zootechnical practices, the use of artificial insemination, the herd's meat production and the income level. To create a strategy that helps to make the best possible use of the resources destined for milk production, it is necessary to improve the hygienic-sanitary management of the udder, improve the genetics of the animals through a program that includes artificial insemination, increase the technological index, particularly by introducing innovative practices in forage crops, and increase milk production to lower production costs.

Keywords: *Small scale, Envelopment analysis, Efficiency analysis, Technical efficiency, Economic efficiency.*

Introducción

El sistema de producción en pequeña escala se localiza en todo el territorio de México, llegando a producir hasta el 37% de la producción nacional y dentro de este sistema de producción se encuentra hasta el 88% de las unidades de producción a nivel nacional (Galindo Martínez y Rayas Amor, 2022). Se caracteriza por combinar el sistema agrícola para la producción de forrajes y granos como fuente principal de alimentación de los animales para la producción de leche, utilizando la mano de obra familiar como una fuente principal de mano de obra (Ojeda et al., 2016).

Los principales sistemas de producción de leche de bovinos en el país se desarrollan en condiciones socioeconómicas, agroecológicas y tecnológicas muy heterogéneas; el mayor volumen de producción de leche se encuentra en la cuenca lechera Morelia- Queréndaro (SADER, 2023), es una fuente de alimentos para la población, así como una fuente de ingresos para las familias dedicadas a esta actividad económica.

Por otro lado, debido a la globalización que caracteriza a los mercados, es posible que sean los pequeños y medianos productores los más afectados en su economía, dado que, carecen de los recursos para enfrentar las exigencias de la comercialización internacional de productos agropecuarios e insumos.

De acuerdo con Ojeda-Carrasco et al. (2020) la ganadería a pequeña escala representa una oportunidad para la generación de los ingresos para las familias del sector rural y disminuir el desarraigo de las comunidades rurales. Sin embargo, para que se mejoren las condiciones de vida y se impulse el desarrollo de estos sistemas es necesario que se eficienten los sistemas, a partir del incremento de la productividad y sostenibilidad mediante el uso de sus recursos (Rota, 2016).

Los sistemas de producción de leche se han estudiado desde diversas perspectivas y destacan investigaciones enfocadas a la mejora de la productividad a través de las diversas

áreas, como la nutrición, reproducción, sanidad y tecnologías, sin embargo, estos sistemas se estudian en menor frecuencia desde el punto de vista económico y empresarial y como modelo de negocio (Carrasco Pérez, et al, 2022) y aún menos desde el punto de vista de eficiencia del uso y aplicación de los recursos que se destinan para la producción de leche y carne.

Planteamiento del Problema

En México existen grandes contrastes de los niveles de tecnificación empleados en las unidades de producción lecheras. La infraestructura empleada en cada una de estas es determinante en sus niveles de producción porque las unidades de producción intensivas, que cuentan con una infraestructura grande y sólida, y un manejo que es muy parecido al encontrado en los países desarrollados; obtienen niveles de producción altos, en comparación con las unidades de producción pequeñas y rústicas, en las cuales los niveles de producción de leche son muy bajos, debido a su infraestructura de menor nivel, bajo potencial genético de los animales, deficiente sanidad animal y una nutrición que no es específica para las diferentes épocas del año. Se debe a esta diversidad productiva que se hayan generado sistemas comerciales de leche fresca, cuyas características particulares dependen del manejo de las unidades de producción y de la región geográfica dónde se localicen.

Independientemente del sistema de producción del que se trate, la actividad de producción de leche requiere diferentes cantidades de insumos fijos y variables. Las diferentes combinaciones en que se utilicen, conducirán a las eficiencias técnica (Reyes et al., 2015) y económica. La eficiencia técnica se refiere un proceso de producción que no utilice más insumos de los necesarios para obtener un nivel dado de producción; cuando una empresa (agropecuaria) emplea los recursos en una proporción tal que el costo por unidad de producción es el mínimo posible; donde el productor podría elegir entre obtener la máxima producción, máxima ganancia o continuar como está.

Con lo anterior el objetivo del presente trabajo es evaluar el desempeño productivo y económico para determinar la eficiencia productiva y estado económico de las UPP.

Justificación

El sistema de producción en pequeña escala se localiza en todo el territorio mexicano y se caracteriza por combinar el sistema agrícola (producción de maíz, avena y forrajes) con la producción láctea generalmente bajo un esquema de tipo familiar, siendo esta su principal fuerza de trabajo o su activo productivo (Ojeda et al., 2016).

El sistema de producción de leche en pequeña escala (SPLPE) ha sido estudiado desde varias perspectivas, destacan las investigaciones realizadas sobre estrategias de alimentación para disminuir los costos de producción (Albarrán et al., 2015), análisis de la calidad de la leche (Bernal et al., 2007), y ejercicios de caracterización como el descrito por Espinoza et al. (2007), en el que se hace énfasis en aspectos técnicos y económicos; en todas las disertaciones mencionadas es evidente.

La producción de leche en pequeña escala es una opción productiva ya que permite generar ingresos económicos a las familias rurales y mantener un nivel de vida sin el desarraigo de las comunidades, también se coincide en que la producción es diversa y heterogénea ya que depende de cada agroecosistema, situación por la cual es de relevancia conocer las características que presenta en un contexto determinado, esto con la intención de optimizar y generar beneficios a los productores con la finalidad de conocer los atributos técnicos, productivos, sociales.

Es por ello que las tecnologías pecuarias en la industria lechera, están centradas en buscar mediante procesos o actividades (García, Rodríguez y Reyes, 2016) una incorporación de variantes que se encuentren enfocadas directamente en la eficiencia.

Las necesidades actuales requieren de conocimientos científicos y tecnológicos con los que se logre una eficiencia productiva que arroje resultados más competitivos pero que no comprometan los recursos futuros, asimismo se debe dotar a los productores rurales de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes para que ellos mismos quieran, sepan y

puedan protagonizar la solución de su problemática, promoviendo así, su participación como actores principales en la gestión de su desarrollo (CEDRSSA, 2016).

Dado lo anterior surge la inquietud de conocer cuáles son los factores productivos y económicos que benefician o limitan la producción de leche en pequeña escala en el Municipio de Morelia.

Objetivos

General

Evaluar los factores que influyen en la eficiencia técnica y económica en sistemas de producción de leche a pequeña escala en Morelia, Michoacán.

Específicos

Realizar un diagnóstico para detectar el estado actual de la unidad de producción y así contar con una línea base, con el fin de generar una propuesta para la adquisición tecnológica.

Analizar el uso de las tecnologías pecuarias en áreas de sanidad y nutrición a partir de las necesidades y demandas de las unidades de producción con el fin de evidenciar su eficiencia técnica y económica.

Determinar el efecto de la implementación de las tecnologías en la eficiencia técnica y económica de las unidades de producción de leche a pequeña escala en las áreas de sanidad y nutrición en el municipio de Morelia, Michoacán.

Hipótesis

La eficiencia técnica de los hatos lecheros a pequeña escala de la Región Centro- Norte del estado de Michoacán se relaciona de manera directa con tecnologías pecuarias implementadas en las áreas de sanidad y nutrición y estas afectan la eficiencia económica.

Antecedentes

Principales prácticas tecnológicas para sistemas de producción de leche a pequeña escala

Concepto de tecnología

La tecnología es un conjunto de conocimientos y saberes operativos que pueden provenir de la ciencia, de la experimentación sistemática o la experiencia no sistemática y en cualquier caso se encuentra orientada a resolver problemas concretos. En este orden de ideas, se puede concluir que la tecnología desde el punto de vista semántico: “Es el estudio del saber hacer las cosas, el conocimiento de los medios para alcanzar ciertos fines”

Como se aprecia, existe una amplia gama de definiciones, que muchas veces entorpecen el conocimiento en lugar de aclararlo, además con la palabra que se estudia, se identifican muchos factores, que hacen aún más difícil encontrar una explicación que identifique con exactitud que es la tecnología. La tecnología comprende, una agrupación en orden de conocimientos técnicos, mismos que, se representan en fórmulas, especificaciones, modelos, dibujos, diagramas y procesos; puede estar en las mentes de las personas, en documentos o incorporada en máquinas y otras entidades físicas (Ibarra, 2010).

Definición de tecnología en el sector ganadero

En la ganadería, el término comprende al conjunto sistematizado de los procesos y conocimientos utilizados en la producción, distribución, comercialización y uso de los productos originados en el sector, mediante el uso racional de los insumos y ahorro de los recursos (Magaña, 2011).

Espinosa et al., (2019) señala que el uso de tecnologías juega un papel importante en las granjas lecheras y ofrece medios para aumentar la rentabilidad y mejorar la ventaja competitiva. Sin embargo, los pequeños productores lecheros han mostrado bajos índices de adopción de maquinarias (Martínez et al., 2012).

La decisión de adoptar o rechazar tecnologías se han atribuido a la heterogeneidad entre los agricultores y particularmente a las características socioeconómicas (edad, educación, experiencia, tamaño de la familia, trabajo familiar, fuentes de ingresos y crédito); y características de la unidad de producción (tamaño de la tierra, tamaño del rebaño y programas gubernamentales) (Martínez et al., 2012).

Prácticas de Salud animal

El principal problema a que se enfrentan los productores en la lechería familiar, es el desconocimiento de las causas de diversas situaciones como son: la baja producción de leche, la muerte de animales, el bajo número de vacas gestantes y otros problemas relacionados con la sanidad de la unidad de producción. De acuerdo a la información proporcionada por diferentes autores, las tres principales enfermedades detectadas y que afectan la producción láctea, se encuentran presentes mastitis (14%), laminitis (11%), retención placentaria (8%), fiebre de leche (6%), desplazamiento de abomaso (3%) y muerte de becerras posdestete (10%).

El advenimiento de las nuevas tecnologías en el ámbito de las prácticas zootécnicas de la sanidad animal ha abierto nuevas vías y métodos para detectar, tratar, controlar y erradicar con éxito las enfermedades. Los posibles efectos de tales innovaciones van mucho más allá de su influencia en la sanidad y el bienestar de los animales, y también pueden contribuir sustancialmente a mejorar la salud humana y la seguridad alimentaria (OIE, 2019).

En el campo de la sanidad, el objetivo fundamental de los programas de salud animal se ha centrado en la erradicación de enfermedades infecciosas, para ello se utilizan los programas de vacunación, cabe mencionar que la vacunación es considerada como una tecnología (CENSA, 2011).

Al igual que los organismos patógenos elaboran continua e inexorablemente nuevas estrategias para propagarse y sobrevivir, las ciencias que se ocupan de los animales también deben generar sin desmayo nuevas herramientas como parte de toda estrategia eficaz de lucha

zoosanitaria. Para lograr efectos óptimos es importante no solo promover la aparición de nuevas tecnologías que puedan responder a los problemas sanitarios actuales y futuros, sino también asegurarse de que la *praxis* y las prácticas zoonosanitarias vigentes integren esas nuevas tecnologías aprovechando todas las posibilidades que ofrecen (OIE, 2019).

No todas las nuevas tecnologías serán adecuadas para todos los países, y a la hora de considerar su introducción y utilización eficaz también deben tenerse en cuenta las circunstancias particulares de cada país o región. A veces el uso de nuevas tecnologías puede verse limitado por la falta de recursos financieros o humanos, y otras veces su aplicación puede traer consigo precisamente una utilización más racional de recursos que escasean (OIE, 2019).

Se consideran tecnologías de sanidad aquellas destinadas a diagnosticar y prevenir la introducción, permanencia y diseminación de enfermedades y plagas que afecten la salud o la vida de los animales y a la baja producción; procurar el bienestar animal; así como establecer las buenas prácticas zootécnicas en la actividad pecuaria en la producción primaria y en los establecimientos, algunas de ellas son medidas de limpieza y desinfección, calendario sanitario (vacunación, desparasitación, diagnóstico de mastitis, diagnóstico de brúcela, diagnóstico de tuberculosis) registros sanitarios, desarrollo de vacunas, equipos como ordeñadoras y el uso de antisépticos (INATEC, 2016).

De acuerdo con SIPSA, (2014) de las actividades o acciones que se deben poner en práctica como medidas preventivas para disminuir la ocurrencia de enfermedades en el hato lechero, se tienen:

- Sellado de pezones. Una vez terminado el ordeño de la vaca se aplica un sellador, sumergiendo la punta del pezón en una solución de yodo; con esto se crea una barrera entre la piel del pezón y el ambiente exterior, evitando que los patógenos ambientales invadan el interior de la urbe.

- Lavado de los pezones. La higiene de los pezones se debe realizar previamente al

ordeño mediante lavado con agua limpia, adicionando un antiséptico/desinfectante yodado, y secando inmediatamente con toallas desechables. Con esta práctica se busca bajar la concentración de los microorganismos ubicados en la piel y reducir el riesgo de infestación de la ubre (Calderón, Martínez, y Cardona, 2009).

Diagnóstico de mastitis

Realizar la prueba California, como un diagnóstico rutinario muy importante para la prevención y el control de la mastitis dado que, al identificar, y separar del hato lechero los animales con mastitis subclínica se reduce el riesgo de contagio de las demás vacas especialmente al momento del ordeño mecánico o manual (Pinzón, 2007, como se cita en SIPSA, 2014)

Prácticas de desparasitación

La aplicación de un plan sanitario en las actividades prácticas de bovinos es muy importante, debido a la afectación de los parámetros productivos y reproductivos causada principalmente por parasitosis, tanto internos como externos (endoparásitos y ectoparásitos) (Machado, 2019, p. 24) Teniendo en cuenta lo anterior, se busca entender el mecanismo de acción de los diferentes métodos de desparasitación en bovinos, saber cuál es el más efectivo y eficiente y si presentan diferencias significativas, y así lograr determinar el producto más apropiado para un programa de control parasitario que apoye la disminución en la prevalencia de parásitos gastrointestinales y parásitos externos como las garrapatas y piojos.

Prácticas de vacunación

Los programas de vacunación deberán diseñarse tomando en cuenta la incidencia de enfermedades en la región y en la unidad de producción, las prácticas de manejo y el impacto que tienen esas enfermedades sobre la productividad del hato, por tanto, es necesario definir qué agentes infecciosos tienen un impacto significativo sobre la producción, cuáles son los impactos económicos para el hato en particular, identificar a la población de animales y contra

qué agente patógeno se les va a proteger. Asimismo, la efectividad de una vacuna está en función de aspectos como estrés, enfermedad preexistente, nutrición, manejo, edad del animal, de tal manera que ninguna vacuna es 100% efectiva.

La mastitis, ha sido considerada como el padecimiento de tipo sanitario más importante y costoso del ganado bovino lechero, está considerada como el problema de salud más común, cuyas pérdidas representan la mitad de los costos totales de salud en las unidades de producción (Lam et al., 2015).

Prácticas pecuarias de nutrición y alimentación

Pincay et al. (2013), mencionan que la lechería en pequeña escala puede beneficiarse con el empleo de estrategias de alimentación, como el pastoreo, empleando forrajes de calidad, reflejándose estos beneficios en los costos y niveles de producción. En este estudio los forrajes de alta calidad fueron Rye Grass (*Lolium multiflorum*) combinado con Trébol Blanco (*trifolium repens*).

Por otra parte, Aragadvay-Yungán et al. (2015) aportan evidencia del uso de cultivos “no tradicionales” para la alimentación del ganado lechero como los ensilados de girasol. El aspecto de la alimentación es de suma importancia en las unidades de producción, esto debido a que cada unidad de producción genera su propio alimento para el ganado, lo cual permite disminuir los costos en esta práctica, siendo este aspecto tan importante, y por representar el principal gasto en la lechería en pequeña escala, los productores requieren conocer de alternativas para la alimentación del ganado, pues en épocas de sequías los costos se pudieran incrementar por la compra de alimento comercial. Hablar de cantidad de nutrientes y asegurar que las vacas lo consuman, es un reto. Por una parte, mezclar los ingredientes necesarios para lograr el aporte correcto y, por otro lado, asegurar que la vaca los consuma.

Fundamentalmente, la nutrición y la alimentación de las vacas lecheras en producción,

garantizan el éxito de los programas de salud de hato. Específicamente, la alimentación del ganado lechero tiene cuatro objetivos principales: llenar los requerimientos nutricionales de los animales, garantizar la función e integridad ruminal, optimizar el costo de las raciones y hacer un correcto uso de los recursos (Escobosa y Ávila 2009). Esto permite que la aplicación correcta de las prácticas de alimentación del ganado lechero favorezcan el equilibrio nutricional, principalmente el balance energético, proteico y mineral de la vaca durante el ciclo de producción, lo cual, involucra aspectos como: el consumo de materia seca, los mecanismos metabólicos involucrados en la obtención de energía, el correcto uso de productos nitrogenados, la dinámica y función ruminal, así como la calidad y composición de los ingredientes utilizados, además de su correcto uso y administración. Para ello, es indispensable saber y estimar los requerimientos nutricionales de los animales, conocer la composición nutricional de los ingredientes de la ración para lograr un correcto balance; reconocer las características físicas y químicas de los alimentos que ingiere el animal, los cuales influyen sobre muchas de sus funciones y procesos alimentarios y metabólicos, así como aquellos aspectos que se ven afectados por la dieta, de forma directa e indirecta, entre ellos, la función ruminal.

Condición Corporal

La evaluación de la condición corporal (CC) de las vacas, a través de la apreciación visual y de la palpación de los depósitos grasos en regiones anatómicas predefinidas, tiene como objetivo conocer, de forma práctica, el balance energético de estos animales. En ello radica la importancia de la evaluación periódica, puesto que son bien conocidos los efectos perjudiciales de un balance energético negativo en el metabolismo, salud y la productividad de las vacas lecheras (Roche et al., 2009; Saborío y Sánchez, 2013).

Desde el punto de vista práctico, el peso corporal y la CC tienen una utilidad notable como indicadores del estado energético de los animales y son empleados en la evaluación y seguimiento de la reproducción de vacas lecheras (Randel, 2013). Al respecto, la calificación de

la CC antes y después del parto, así como el grado de pérdida de CC luego del parto, tienen una relación importante con la fertilidad (Van Straten et al. 2009; Mulliniks et al., 2013), lo mismo que se ha reportado un efecto negativo de la movilización de grasas sobre la viabilidad y calidad de los embriones (Carvalho et al., 2014). Sin embargo, debido al efecto de la CC sobre la reproducción (Mulliniks et al., 2013); por tanto, es mejor la evaluación de la CC frecuentemente, en la medida de lo posible, en asociación con la medición del peso corporal y con el consumo de materia seca (Thorup et al., 2012)

Vitaminas y minerales

Las vitaminas y los minerales son micronutrientes cuya importancia radica en que son necesarios para la conversión del alimento en componentes corporales o en productos animales como leche, carne, cría, piel (Salamanca, 2010). Todos los minerales que requieren los animales para el crecimiento y la producción son indispensables para sus funciones reproductivas. Sin embargo, algunos minerales tienen una relación relevante con la función reproductiva como el Ca, Se, P, Cu y Zn. (Ruiz, 2016). Los minerales, juegan un importante rol en varias enzimas y procesos metabólicos, se acumulan en el embrión y tejidos reproductivos indicando su especial papel en el desarrollo, crecimiento y supervivencia embrionaria. La inadecuada concentración de estos minerales se asocia a un incremento en la muerte embrionaria del ganado.

Los problemas que acarrearán las vacas durante el periodo de periparto como por ejemplo hipocalcemia, retención embrionaria y mastitis tienen un impacto negativo en la fertilidad de la hembra. La correcta alimentación combinada con una adecuada suplementación de minerales traza están intensamente involucrados en la prevención de estas patologías (Battaglia, 2017). La administración sostenida en el tiempo de suplementos multivitamínicos y minerales traza han revertido favorablemente los síntomas ocasionados por déficit nutricional, disminuyendo el intervalo parto primer servicio e incrementando las tasas de concepción en rodeos de vacas de cría. Ensayos *in vitro* han puesto en evidencia el efecto local que pueden tener los mencionados

minerales y vitaminas sobre la fertilidad, por modular directamente la integridad del DNA o el contenido de las defensas antioxidantes en ovocitos y células del *cumulus oophorus* (Picco et al., 2012).

Alimento concentrado

En la mayoría de los casos la suplementación con concentrados se ha limitado a situaciones de crisis forrajeras durante períodos de sequía (Vittone et al., 2015), aunque en los últimos años se ha incrementado el uso de concentrados como parte de estrategias de manejo tales como el destete precoz, la suplementación de la recría durante el invierno y el engorde (Beretta, 2005). Cuando los bovinos tienen acceso a pasturas de baja calidad, como por ejemplo campo natural diferido, la suplementación con concentrados que aportan nitrógeno a nivel ruminal, permite que logren mayores consumos de forrajes, aumentan la digestibilidad de la dieta e incrementen el desempeño productivo y/o reproductivo . En otras situaciones, como por ejemplo cuando los bovinos tienen acceso a pasturas implantadas de alta calidad la suplementación con granos de cereales (1% PV) permite aumentar el consumo total de MS sin repercutir en el consumo de forraje La suplementación no solo posibilita aumentar el peso de los animales, sino que además incrementar la carga animal, y con ello mejora el empleo de las pasturas (Ferrari, 2011).

Prácticas de reproducción y genética.

Inseminación Artificial (IA)

La práctica de la inseminación artificial, se realiza a través de la introducción de semen de toros genéticamente seleccionados con alto potencial productivo, a los cuales se les ha recolectado el semen por distintas técnicas, el cual permanece conservado hasta el momento de ser utilizado. Según la descripción de Fuentes (s.f.), la detección del celo para el manejo de la inseminación artificial es el indicador de éxito en campo, la cual depende de la detección

adecuada del estro y de la habilidad en la inseminación. El principio clásico para la IA es el sistema AM - PM y PM – AM, es decir las vacas que sean vistas en estro en la mañana, deben ser inseminadas durante la tarde del mismo día, y las vacas vistas en celo en la tarde, deben ser inseminadas después del amanecer del siguiente día (Foote, 2002). Todo esto basado en la observación de signos de estro y la aplicación de la técnica de palpación transrectal en la cual se palpan los ovarios y, por otra parte, los datos sobre servicios/monta. Descripciones de Restrepo (2008), indica las principales ventajas que posee la IA para su aceptación entre los productores, las cuales son: el bajo costo del semen y su aplicación y el éxito que garantiza el proceso, también el menor costo del servicio, menores riesgos asociados con el uso del toro, una mayor ganancia genética, y tasas de preñez que pueden ser mejores respecto a la monta natural.

Sistema de Reproducción de Traspatio o Familiar en México

La lechería familiar constituye una fuente importante de materia prima para toda la industria de lácteos en forma estacional y temporal a la industria pasteurizadora. Las ventajas que percibe la industria en este sistema son el precio y la sostenibilidad en el abasto, funcionando como sistema amortiguador en épocas de crecimiento; cuenta con bajos costos y poca dependencia de insumos externos a la empresa. Las principales desventajas, por su parte, son la dispersión de la oferta y la calidad sanitaria (SAGARPA, 2001). Los principales recursos que poseen las familias rurales y en los cuales se basa y aprovecha la lechería familiar son: trabajo manual el cual es realizado por los miembros de la familia, cultivos forrajeros y residuos de cosechas en sus parcelas, poca dependencia de insumos comprados, baja inversión en infraestructura, y producción de sus propios reemplazos, todo lo cual le da a este sistema la ventaja de ser un sistema muy flexible y resistir muy bien las variaciones del mercado (Posadas et al., 2014).

Los principales Estados de la República en los que encontramos este sistema son: Jalisco, Estado de México, Michoacán, Guanajuato, Hidalgo, Sonora y en menor grado en

Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Coahuila, Durango, Ciudad de México (Ávila, 2009).

Las unidades de producción se basan en el pastoreo de pastos nativos (*Paspalum*, *Panicum*, *Bouteloua*, etc.) y residuos de cultivos de pastoreo (52,7%) y en un 22.5% utilizan ensilajes, un 50.4% heno y 30.3% forrajes verdes (Rangel et al., 2020). Cuando se proporcionan son producidos en la finca y la compra de insumos forrajeros se realiza en forma flexible.

Parte de la producción obtenida se comercializa como leche bronca en las poblaciones locales; no obstante, más de la mitad de su producción (55%) es vendida a la industria, principalmente a aquellas destinadas a la fabricación de leche en polvo, yogurt, quesos y dulces regionales; aunado a lo anterior, sigue presente la industria de leche pasteurizada la cual capta volúmenes importantes, pero con tendencia a la baja (Cervantes y Cesín, 2007).

Predominan principalmente las cruzas de razas *Bos Taurus* (Suiza, Holstein, Jersey, Montbeliard y Simmental). Los animales son ordeñados generalmente una vez al día y posteriormente son enviados a pastoreo durante el resto del día. Se ha descrito que la estructura y las características tecnológicas en este tipo de unidades producción en México, es que poseen en promedio 29.9 unidades animal de tamaño de hato en 35.6 ha y 1.2 UA/ha de carga ganadera (Rangel et al., 2020).

Eficiencia Técnica y Económica en el Sistema de Producción de Leche Familiar o de Traspatio

La eficiencia es un cálculo comparativo del cociente entre los productos y los insumos de varias unidades de decisión (Chediak y Valencia, 2008) e incluye la capacidad de obtener la máxima producción posible de un producto con la mínima cantidad y tipo de recursos determinados. En el caso de la producción de leche y carne, se busca utilizar la menor cantidad de insumos para la obtención de la mayor cantidad de producto, relacionando los procedimientos aplicados, así como el comportamiento de quienes dirigen el sistema productivo o la unidad de

producción (Soto-Senra et al., 2018; Morantes, 2020), de tal forma que quien produzca una cantidad comparativamente mayor de un producto que quien consuma menos recursos a un nivel de producto dado, será más eficiente (Chediak y Valencia, 2008).

Los factores de productividad que influyen en la eficiencia de las Unidades de Producción Pecuaria de producción de leche están relacionados con el tipo de tecnologías que utilizan, el grado de innovación, la habilidad de productor para implementar prácticas acordes a las necesidades de las UP (Vargas et al., 2015). El grado de eficiencia o ineficiencia afecta directamente a la rentabilidad económica de los ganaderos y, por tanto, la continuidad y viabilidad de la ganadería (Jaramillo Villanueva et al., 2023).

El ganado lechero de este tipo de sistema permite optimizar el uso de los recursos disponibles como las extensas praderas, además de que contribuye a una mayor estabilidad económica, ya que son más flexibles ante los cambios de precios, debido a su elasticidad y reducción de riesgos, entre otras razones.

La producción lechera requiere de inversión de capital y otros recursos (tierra, mano de obra, etc.) que componen los costos monetarios y no monetarios. Allí es necesario conocer la forma en que los productores combinan los recursos y cuáles son los resultados productivos y económicos que obtienen en sus unidades de producción.

Entre los factores que influyen sobre los resultados económicos de una unidad de producción lechera se encuentran la alimentación y nutrición, reproducción y mejora genética, control del ambiente y salud animal, además del tamaño del hato, la producción/vaca, disponibilidad de alimento, control de costos y producción y el uso de registros productivos precisos y completos (Quispe 2019).

La eficiencia puede enfocarse en dos direcciones: la eficiencia técnica y la eficiencia asignativa. La eficiencia técnica implica la habilidad de obtener el máximo nivel productivo con determinado nivel de insumos (Herrera, Barrios y Flores, 2013; López González et al., 2015), o

la minimización de los niveles de recursos utilizados para obtener una determinada producción.

Análisis Envolvente de Datos (Data Development Analisis o DEA)

Existen diversas maneras de determinar la eficiencia de una empresa y una de ellas es el Análisis Envolvente de Datos (Data Envelopment Analysis o DEA), la cual es una técnica útil para evaluar la eficiencia relativa de un conjunto de unidades productivas homogéneas en algún sentido, a través de un análisis no paramétrico que utiliza una técnica de programación lineal, con una serie de entradas (inputs) y salidas (outputs) dentro de la empresa o unidades bajo estudio (Olmedo Vázquez et al., 2017) y permite estimar las unidades de producción (UP) que se encuentran en la frontera (misma que representa el máximo productivo que pueden alcanzar una UP, dada una determinada combinación de factores productivos) (Sabando Vélez y Cruz Arteaga, 2019) la cual es llamada “isocuanta eficiente” (López González et al., 2015), así como el comportamiento de aquellas que no lo están siendo (Sabando Vélez y Cruz Arteaga, 2019) y se utiliza para medir los resultados de una estrategia en una empresa privada (López-González et al., 2015) que exige niveles de eficiencia multidisciplinarios (López, Fernández y Morales, 2007).

La metodología DEA permite identificar la frontera tecnológica y las mejores prácticas que podrían implementarse, a partir de la definición de la máxima cantidad de productos obtenidos posibles a partir de una cantidad de insumos utilizados, por lo que se debe establecer un “punto de referencia” a partir de la distancia entre los puntos de producción y la frontera tecnológica, quien es la potencia máxima posible a partir de la combinación de los recursos existentes en la unidad productiva (López-González et al., 2015).

En este sentido, Rodríguez Sperat, Brugiafreddo y Raña (2016) afirman que la metodología DEA se ha utilizado poco en las actividades desarrolladas en el sector de la agricultura familiar probablemente por la diversidad de actores que participan y la pluralidad de

las actividades que se ejecutan en el sector agropecuario (agrícolas, ganaderas, extractivas y de servicios). Es por ello, que estos autores proponen aplicar el análisis envolvente de datos para analizar la eficiencia técnica bajo el supuesto de rendimientos constantes de escala (CRS). Sin embargo, mencionan que este supuesto será válido solamente cuando las unidades de producción se encuentren operando en una escala homogénea, como lo podría ser el tamaño de la unidad de producción, tipos de sistemas de producción o la cantidad de recursos con los que cuenta (Bahta et al., 2023).

El método DEA permite generar un modelo de optimización para cada unidad de producción que se está comparando, de tal manera que se maximice la productividad o minimicen los insumos, de tal forma que se llegue a la función objetivo a través de una serie de restricciones, las cuales deberán ser idénticas y expresar la eficiencia de cada una de las UP y ser menor o igual a 1 o 100, o cualquier valor positivo para que todas las UP se encuentren en una misma escala de medición y sean susceptibles a comparación (López, Fernández y Morales, 2007). Es así como, la frontera tecnológica proviene de las mismas unidades que hacen la decisión (Decision Making Unit: DMU) con el mismo tipo de recursos y posibilidades, y para que sea válida la comparación.

En la producción de leche, se requiere la inversión de capital y el uso de recursos tales como tierra, mano de obra, tecnología, etc. que componen los costos monetarios y no monetarios, tales como las decisiones de los productores para la combinación de estos recursos dentro de las unidades de producción y de ello depende los resultados económicos y productivos. Sin embargo, existen otros elementos que también influyen en el comportamiento de la producción de leche y carne y son los relacionados con el manejo nutricional y la alimentación, el manejo reproductivo, del medio ambiente y de la salud animal (Quispe, 2019), los cuales al mezclarse reflejan su nivel de eficiencia.

En la producción de leche, la eficiencia se puede medir a partir de los indicadores técnicos

parciales, lo que incluye la productividad por vaca, tanto de leche como de carne, la producción por hectárea de los principales productos pecuarios, la cantidad de forraje y alimento empleado por litro de leche y el costo de producción por litro de leche y por kilogramo de carne, entre otros; mismos que reflejan una combinación específica de los recursos utilizados y el producto obtenido (Arzubi y Berel, 2001; Soto, Uña y Machado, 2018).

Ante el panorama anterior, surge la necesidad de conocer la situación en la que se encuentran las unidades de producción en cuanto a su eficiencia y los factores que los limitan, para tener posibilidades de proponer las mejores alternativas que ayuden a mejorar su viabilidad (Angón et al., 2013). Por tanto, el objetivo de este estudio fue identificar los factores que influyen sobre la eficiencia de las unidades de producción de leche a pequeña escala en el municipio de Morelia, Michoacán, para identificar las áreas de mejora.

Para la recolección de la información técnica y económica se implementó un control de producción en donde se registró el manejo reproductivo, sanitario y alimenticio, así como la producción de leche y carne. La producción de leche se midió de manera mensual por medio de una báscula de resorte para obtener los kilogramos de leche producidos por vaca y la producción de carne se realizó en cuatro momentos durante el año, pesándose a los becerros mediante una cinta torácica.

Figura 2
Sistema de producción de traspatio o pequeña escala



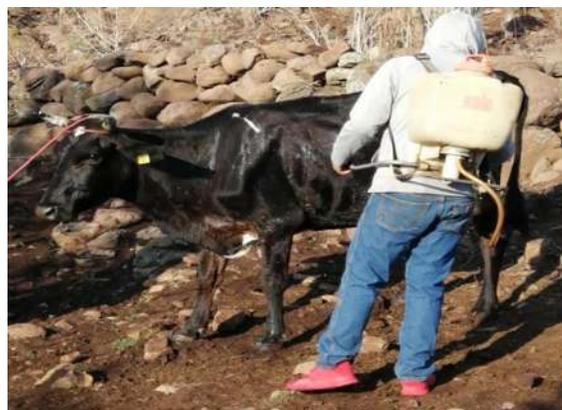
Figura 3
Forma de alimentación al ganado



Figura 4
Desparasitación externa del ganado



Figura 5
Uso de la cinta torácica.



Para la obtención de los indicadores económicos se registraron los ingresos provenientes de la venta de leche, becerros y animales de desecho, así como los egresos en que incurrieron las unidades de producción por la compra de animales, alimento, insumos para la producción ganadera y agrícola (Cartier, 2016). A la mano de obra de tipo familiar se le imputó un costo de oportunidad, de acuerdo con el precio de la mano de obra de la región realizando la misma actividad.

Para la determinación del grado de tecnificación se tomó en cuenta las variables relacionadas con el manejo y las tecnologías utilizadas en el proceso de producción (De Freitas y Pinheiro, 2013), entre las que se encuentra: manejo de la alimentación (granos y alimento comercial balanceado ofrecidos en la alimentación y minerales), manejo de la reproducción (inseminación artificial o monta natural), manejo sanitario (desparasitación, vacunación y manejo del ordeño). Se asignó un valor dicotómico (0= no lo hace, 1 = si lo hace) a cada una de las variables y se contabilizó el total de ítems considerados para todas las UP, dividiéndose entre el total y asignándole un valor ponderado a cada uno de ellos. La suma de todos los ítems fue 1, de tal forma que el grado de tecnificación de las UP resultaron de la suma de estos valores ponderados de acuerdo a la presencia o no de las prácticas de manejo y tecnologías aplicadas (Cuevas et al., 2018).

Para la obtención del costo del litro de leche y de carne se utilizó las fórmulas propuestas por Izar Landeta (2017):

$$\text{Costo total} = \text{Costos variables} + \text{Costos fijos}$$

$$\text{Costo por litro de leche} = \frac{\text{Costo total} \times \% \text{ de costo ponderado para la producción de leche}}{\text{litros totales de leche por ható al año}}$$

$$\text{Costo por kg de carne} = \frac{\text{Costo total} \times \% \text{ de costo ponderado para la producción de carne}}{\text{kilogramos totales de carne por ható al año}}$$

La determinación de la rentabilidad se obtuvo de acuerdo con la propuesta de Tinitana Villalta (2019) utilizando la siguiente fórmula de la Rentabilidad Sobre Activos (ROA):

$$ROI = \frac{Utilidad}{Costo\ total}$$

Para la determinación de la eficiencia se utilizó el Método de Análisis de Datos Envolventes (DEA) con el modelo de Rendimientos de Escala Constantes (CRS). El modelo es el siguiente:

$$\begin{aligned} & \text{Min } Z_i \\ & \text{s.a.} \\ & X_i Z - x_1 \lambda_1 - x_2 \lambda_2 - \dots - x_N \lambda_N \geq 0 \\ & x_1 \lambda_1 + x_2 \lambda_2 + \dots + x_N \lambda_N \geq Y_i \\ & \lambda_N \geq 0 \end{aligned}$$

Dónde: Z = eficiencia técnica de entrada; Z_i es el porcentaje de recursos que debe consumir la Unidad de Toma de Decisiones (DMU) en las entradas para ser eficiente. Los valores de λ_i, indican las DMU referentes para que la analizada llegue a la frontera de eficiencia. Los inputs (X) calculados son: costo de litro de leche y costo de kg de carne. Los outputs (Y) calculados son: kg de leche por vaca al año, kg de leche por vaca al año, utilidad por kg de carne y rentabilidad a partir del ROI. Para determinar los factores que influyen en la eficiencia se realizó un análisis de correlación de Pearson con 0.05 de significancia.

Resultados y Discusión

En relación con el primer objetivo de este estudio, los resultados obtenidos muestran que los recursos disponibles en las unidades de producción son homogéneos, en cuanto a número de vacas, mano de obra, maquinaria y equipo. Sin embargo, se observa una diferencia en la producción de leche y carne, a pesar de que todas las unidades de producción cuentan con una cruce de raza criolla con Holstein. (Ver Tabla 1)

Tabla 1.

Características e indicadores de las Unidades de Producción de Morelia

INDICADORES	PRODUCTORES				
	A	B	C	D	E
N° Vacas	12	12	12	12	12
N° jornales	1	1	1	3	1
N° hectáreas totales	5.5	4	12	6	4.5
N° hectáreas de cultivo	5.5	4	12	6	4.5
Costo por litro de leche	6.37	4.25	4.94	4.26	3.93
Costo por kg de carne	50	36	45	55	55
Litros de leche por vaca al año	1800±297a	1976±469b	1858±374c	1890±474d	2176±505e
Kg de carne por vaca al año	145	320	334	138	233
Litros de leche por ha/año	4,268	6,587	3,583	4,275	5,665
Utilidad por litro de leche	-0.37	1.75	1.06	2.74	3.07
Utilidad por kg de carne	-14	0	-9	-19	-19
Rentabilidad	0.73	1.06	1.05	1.52	1.46

El tamaño de las unidades de producción en cuanto a número de unidades animal es más alto únicamente en el productor C que en el resto de ellos, en donde es semejante. El productor C

dista en la forma de producción solamente en que él deja todos los animales que nacen en una unidad de producción hasta que finaliza la engorda y en menor medida, también complementa la producción de carne con la compra – venta de ganado esporádicamente durante el año.

Las tierras que se utilizan para los cultivos son de temporal en su totalidad en el caso de todos los productores, por lo que los cultivos que se utilizan son los de temporal e invierno. El principal cultivo de temporal (época de lluvias en los meses de junio a octubre principalmente) es el maíz (*Zea mays*). En el caso de todos los productores utilizan maíz de semilla mejorada para incrementar el rendimiento. Como cultivos de invierno utilizan diversos, entre los cuales se encuentra el garbanzo (*Cicer arietinum*) o avena (*Avena sativa*).

Una de las características y fortalezas de este tipo de unidades de producción es que combinan los recursos como la tierra, para cultivar granos y forrajes destinados para la alimentación animal, lo que ofrece como ventaja la disminución de costos por alimentación de las vacas cuando ésta se basa en forrajes y granos provenientes de la misma unidad de producción.

En relación con el segundo objetivo de este estudio, que consistió en analizar el uso de las tecnologías pecuarias en áreas de sanidad y nutrición a partir de las necesidades y demandas de las unidades de producción, se observó que las tecnologías aplicadas por los productores son limitadas. La principal tecnología reproductiva utilizada es la inseminación artificial, mientras que, en el área sanitaria, las prácticas más comunes son la vacunación y la desparasitación. Sin embargo, estas prácticas se llevan a cabo sin un calendario sanitario bien planificado. El resto de las tecnologías implementadas están relacionadas principalmente con la alimentación de los animales (Ver Tabla 2)

Tabla 2.*Tecnologías e insumos utilizados en las Unidades de Producción*

TECNOLOGÍAS	PRODUCTOR				
	A	B	C	D	E
Minerales		√			
Alimento comercial	√	√	√	√	√
Inseminación artificial	√			√	
Desparasitación	√	√	√	√	√
Vacunación	√	√	√	√	√
Maíz semilla mejorada	√	√	√	√	√
Avena					√
Garbanzo			√		
Sorgo	√			√	√
Concentrado lechero	√	√	√	√	√
Salvado	√	√	√	√	√
Alimento comercial de engorda	√		√		√

Como se observa en la tabla 2, la cantidad de elementos considerados como prácticas y tecnologías aplicadas en el ganado, son de 6(1 UP), 7 (2 UP) y 8 (2 UP), sin embargo, hay algunas que pertenecen a una misma clasificación de prácticas, como de las que conforman las prácticas de tipo nutricional (minerales, alimento comercial lechero, alimento comercial de engorda, maíz de semilla mejorada, avena, garbanzo, sorgo y salvado). La importancia que tiene el tipo de alimentos que cultivan y ofrecen a los animales es por la cantidad de nutrientes que proporcionan a los animales, así como la palatabilidad de los mismos, lo cual influye de manera positiva o negativa (dependiendo del tipo de forraje) en la cantidad de alimento consumido y por consecuencia en la producción de leche y carne (López et al., 2019). Los alimentos que proporcionan una calidad de proteína y energía son los que se están contabilizando como parte de la estrategia alimenticia de las unidades de producción. Todos los productores ofrecen pasto nativo en época de pastoreo y rastrojo de maíz en época de estiaje, sin embargo, el valor nutricional de los mismos no es alto y en el caso del pasto nativo, se desconoce la cantidad de

nutrientes que aporta a las vacas, así como las cantidades que consumen.

La inseminación artificial que se aplica es principalmente utilizando el método AM/PM y lo aplican mediante la contratación del servicio veterinario local. A pesar de ser una tecnología que implica varias ventajas en cuanto a avance genético del ganado, los productores que la aplican para utilizar mejorar la genética del ganado, pero principalmente para introducir razas con tendencia a la producción de carne, como es raza suizo europeo.

El tercer objetivo de este estudio consistió en determinar el efecto de la implementación de las tecnologías en la eficiencia técnica de las unidades de producción de leche a pequeña escala, específicamente en las áreas de sanidad y nutrición, en el municipio de Morelia, Michoacán. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en relación con la eficiencia de las tecnologías aplicadas, los cuales reflejan el impacto en las prácticas de sanidad y nutrición utilizadas por los productores. (Ver Tabla 3)

Tabla 3.

Indicadores técnicos y económicos (dólares USA) de las Unidades de Producción de Morelia

INDICADORES	PRODUCTORES				
	A	B	C	D	E
kg de leche por vaca al año	1800± 297a	1976± 469b	1858± 374c	1890± 474d	2176± 505e
kg de carne por vaca al año	145	320	334	138	233
Índice Tecnológico total	0.746	0.642	0.576	0.699	0.623
Costo por vaca/año	1,026	1,170	1,917	1,422	1,140
Costo por litro de leche	0.314	0.210	0.244	0.210	0.194
Costo por kg de carne	2.467	1.776	2.220	2.713	2.713
Ingresos por vaca al año	15,126	25,053	40,780	43,713	33,847
Utilidad por kg de leche	-0.02	0.09	0.05	0.14	0.15

Utilidad por kg de carne	-0.69	0.00	-0.44	-0.94	-0.94
Rentabilidad	0.73	1.06	1.05	1.52	1.46
Eficiencia	0.491	1	1	0.921	1

Comparando los resultados de la tabla 3 y las prácticas de manejo que aplican los productores, se observa que los productores A y D, quienes son los que utilizan la inseminación artificial como práctica reproductiva, no presentan los mejores indicadores productivos en cuanto a la producción de leche y carne, en comparación con las unidades de producción que no la aplican, por el contrario, el productor que menos producción de leche presenta es el A, con 1800 kg de leche/vaca/año y el segundo con menos producción de carne, con 145 kg/carne/vaca/año. De la misma manera, es el único productor que pierde dinero tanto en la producción de leche, como de carne, al presentar una utilidad de -0.02 por kg de leche y de -0.69 dólares por kg de carne. Camacho Vera, Cervantes Escoto, Palacios Rangel, Rosales Noriega y Vargas Canales (2017) mencionan que la inseminación artificial incidió de manera positiva en la producción de leche, con incrementos desde 1.4 hasta 2%, conforme se incrementan los años utilizando esta técnica, sin embargo, esto sucede cuando dentro de la técnica de inseminación artificial se aplica un programa de mejoramiento genético del ható. En el caso de los productores de la región bajo estudio, la inseminación artificial la han utilizado principalmente para reemplazar al semental y en menor medida para incluir una raza con tendencia hacia la producción de carne.

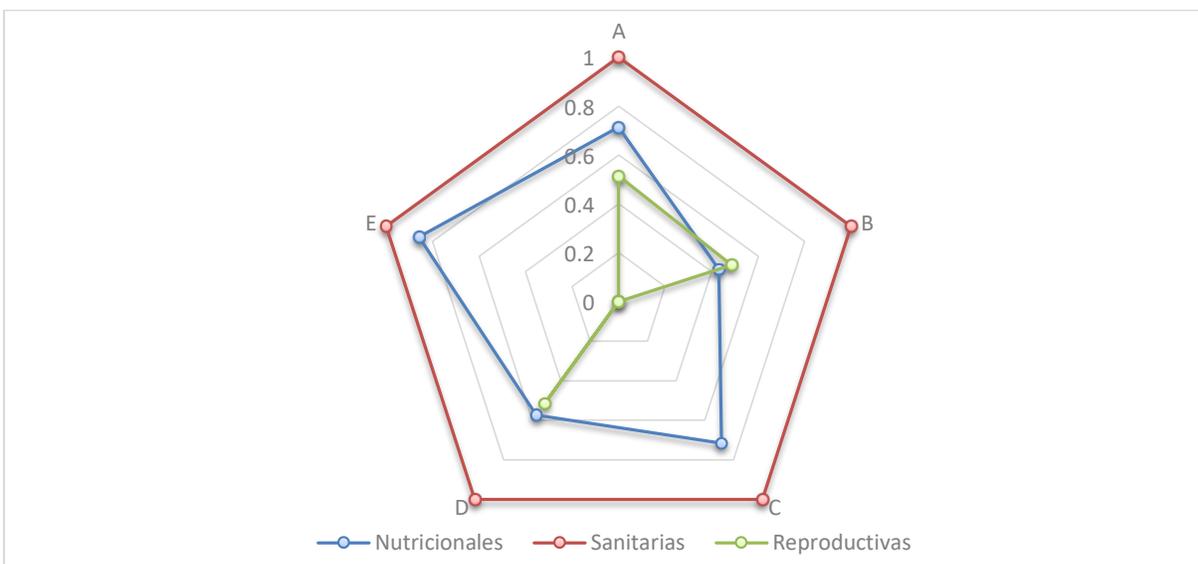
En la Tabla 3 se observa que el productor con un mayor índice tecnológico es el A, seguido del productor D de manera general, sin embargo, en la figura ¿¿A?? se muestra el índice tecnológico separado por tipo de tecnologías. A diferencia del índice tecnológico general, cuando se separan por tipos de tecnologías y se calcula el índice correspondiente, se observa que todas las unidades de producción están iguales en cuanto a las tecnologías de tipo sanitario, por lo que no existe una diferencia entre la influencia que tengan las tecnologías en la producción y eficiencia. Sin embargo, si se observan diferencias en las tecnologías de tipo sanitario, en donde

el productor E es quien tiene la mayor cantidad de tecnologías que todos y es mayor que los productores A y D.

El productor E es el único que ofrece avena en la alimentación de los animales. La avena se distingue por ser un alimento que ofrece aporte energético y proteico con altos rendimientos de materia seca para los bovinos y en un estudio reportado por Castro Rincón, Cardona Iglesias, Hernández Oviedo y Valenzuela Chiran (2020) encontraron que la inclusión de avena en la dieta de las vacas productoras de leche llegó a incrementar hasta el 4% de producción. En el caso de los productores de la región de Morelia, no se midió el efecto de la avena y aunque no se podría atribuir el uso de este alimento a la superioridad de la producción, sin embargo, si se observa que es quien reporta un 15% más producción de leche que la segunda unidad de producción más productiva del grupo.

Figura 6.

Índice tecnológico por tipo de tecnologías



En general, todas las unidades de producción ofrecen alimento balanceado concentrado para la producción de leche, así como salvado y maíz de semilla mejorada, por lo que no existen

diferencias en ello y se podría decir que todos tienen la misma oportunidad de nutrir a los animales con el mismo tipo de alimentos. Tirado Estrada et al. (2020) mencionan que cuando la dieta está basada en leguminosas como alfalfa y granos como maíz, arroz, ensilados o forrajes nutritivos, se tiene un efecto positivo en la composición de la leche, principalmente en la cantidad de proteína y grasa. En el caso de los productores de la región de Morelia no se midió el contenido fisicoquímico de la leche, sin embargo, la dieta contiene alimentos de fácil digestibilidad como es el sorgo, salvado y los alimentos comerciales, por lo que se podría inferir que es posible que tenga efecto en el contenido nutricional de la leche.

La unidad de producción segunda mejor en producción de leche es la B, sin embargo, esta unidad de producción no repunta las tecnologías de tipo nutricional, sino las que se utilizan como parte del manejo reproductivo. En este caso, es la única que ofrece minerales a los animales para acortar el periodo interparto. El uso de minerales en la nutrición es importante porque ayuda a la biosíntesis de nutrientes esenciales, de tal manera que ayuda especialmente en la nutrición de los animales cuya dieta se basa en pastoreo y ha mostrado influencia en el incremento de la producción de leche en sistemas de producción mixto (Morales Almaraz, Vieyra Alberto, Domínguez Vara, López González y Arriaga Jordán, 2021).

En la figura 6 también se puede observar que las unidades de producción C y E tienen un índice de 0 en las tecnologías reproductivas y al comparar el nivel de productividad de estas, se observa que no tiene un efecto directo con la producción de leche, debido a que la unidad de producción E es la mejor productora de leche por vaca y la unidad de producción C se encuentra en el tercer lugar. No obstante, el uso de los minerales puede tener influencia en el comportamiento reproductivo de las vacas, especialmente en el reinicio de la actividad ovárica posparto y la condición corporal al momento del parto (Calderón, et al., 2017) y, por consiguiente, al tener llegar al parto con una mejor condición corporal, el balance energético en la producción será menos marcado y podrá influir en la producción de leche.

Análisis de la eficiencia

La eficiencia de las unidades de producción de la región toma en cuenta los recursos con los que cuentan y los parámetros propios de la región, específicamente de los involucrados en el estudio, por lo que se pueden tomar como válida para este tipo de unidades de producción.

En la tabla 4 se muestra que tres productores alcanzan la eficiencia con los recursos disponibles. Sorprendentemente, los productores que tienen un mayor índice tecnológico son quienes presentan ineficiencia en sus unidades de producción, y es el productor A, quien tiene el índice tecnológico más elevado que todos (0.746) quien tiene la eficiencia más baja (0.491), siendo incluso menos del 50%.

Tabla 4.

Indicadores de la eficiencia y medidas a modificar para alcanzarla

N°	Eficiencia global	lambsum	RTS*	VALORES A MODIFICAR			
				Costo/ litro de leche (X1)	kg de carne/ vaca/año (Y1)	Utilidad/ litro de leche (Y2)	Utilidad/ kg de carne (Y3)
A	0.491	0.546	Incremental	0.433	37.334	0.949	9.087
B	1	1	Constante	0	0	0	0
C	1	1	Constante	0	0	0	0
D	0.921	0.978	Incremental	0	105.957	0	3.540
E	1	1	Constante	0	0	0	0

De los inputs que se tomaron en cuenta para el análisis de eficiencia, el que resulta que debe modificarse es solamente uno, el costo por litro de leche, y esto es para un productor solamente, la unidad de producción A. Los otros indicadores que deben modificarse son outputs y están relacionados con la producción de carne, principalmente, se debe de incrementar la producción de carne por vaca al año de los dos productores con ineficiencia y por consiguiente,

se podrá incrementar la utilidad por kilogramo de carne. En cuanto a la utilidad por litro de leche, solamente deberá mejorarla el productor A para alcanzar la eficiencia (ver tabla 4).

Tabla 5.

Cambios necesarios en los indicadores para alcanzar la eficiencia

INDICADOR	A	B	C	D	E
Costo de litro sugerido	5.94				
Kg de carne por vaca sugerido	182.3			244	
Utilidad por litro sugerida	0.579				
Utilidad por kg carne sugerida	-4.91			-15.46	

El productor que deberá de realizar cambios en el input y los outputs es el A. Tomando en cuenta el costo de producción por litro de leche (\$6.37) se observa que debe de ser máximo de \$5.94 pesos, es decir, 6.7% menos de lo que le cuesta. De la misma manera, deberá de incrementar la utilidad del litro de leche en 58 centavos por litro, esto representa que deberá de aumentar \$ 0.949 centavos por litro. Este aumento no será directamente proporcional con la disminución del costo de producción, debido a que deberá disminuir su costo en \$0.43 centavos, es decir, \$0.319 centavos menos que lo que deberá de incrementar en las utilidades, lo que quiere decir que no solamente tendrá que hacer un uso más eficiente de los recursos, sino que además debería de mejorar el precio del producto, ya que el costo de producción mejor por sí mismo, no será suficiente.

Posadas Domínguez, Salinas Martínez, Callejas Juárez, Álvarez Fuentes, Herrera Haro, Arriaga Jordán y Martínez Castañeda (2014), así como Romo Bacco, Valdivia Flores, Carranza Trinidad, Cámara Córdova, Zavala Arias Flores Ancira, y Espinosa García (2014) coinciden que los precios del mercado en el que se encuentran trabajando los productores de leche de vaca determinan el grado de utilidad y la eficiencia económica. Por tanto, será necesario que el productor A incremente la utilidad bajando el costo de producción, pero también buscando un

mercado en el que el precio pagado por litro de leche sea superior al que recibe.

El costo de producción de la leche puede disminuirse a partir del principal rubro que representa la el costo por la alimentación, por lo que, se puede optimizar el aporte de energía y nutrientes como la proteína en la dieta de acuerdo a las necesidades nutricionales de las vacas, lo cual implica realizar una dieta balanceada con mínimo costo (Paternia Acosta, Ruíz Meza y Hernández Mendo, 2021) especialmente el del insumo principal y aprovechando los recursos internos con los que cuentan, como lo hicieron los productores de lechería a pequeña escala de Texcoco, reportados por Posadas Domínguez, Salinas Martínez, Callejas Juárez, Álvarez Fuentes, Herrera Haro, Arriaga Jordán y Martínez Castañeda (2014), quienes lograron reducir hasta un 9.34% del costo del insumo principal; y el 9.94% los productores los productores que también disminuyeron los costos correspondientes a la compra de medicamentos, servicios reproductivos y la depreciación de los animales.

En el caso de los costos correspondientes a la depreciación de los animales, los productores de pequeña escala invierten muy poco en la adquisición de reemplazos de las vacas reproductoras porque éstas se obtienen de las mismas crías seleccionadas del hato, lo cual se refleja en una reducción del costo de depreciación (Posadas Domínguez, Salinas Martínez, Callejas Juárez, Álvarez Fuentes, Herrera Haro, Arriaga Jordán y Martínez Castañeda, 2014), sin embargo, para el incremento de la producción de carne (productores A y D), además de mejorar el manejo de los animales para cubrir sus necesidades alimenticias, se puede establecer una estrategia para realizar un programa de mejoramiento animal a partir del cruzamiento de razas con vocación productora de carne, como lo mencionan Román Ponce, Ruíz López, Montaldo, Rizzi y Román Ponce (2013), quienes encontraron que las cruces de la raza Holstein con Pardo suizo tuvieron un efecto significativo en la producción de leche y al cruzar la raza Holstein con razas de carne *B. Taurus*, se han encontrado efectos en el peso al destete de los becerros, lo cual, en el caso del productor que requiere incrementar la producción de leche para

disminuir más los costos unitarios y también aumentar la cantidad de carne y de esta manera lograr los niveles de productividad propuestos para la eficiencia.

La eficiencia está influenciada por diversos elementos que se relacionan con el comportamiento técnico y económico de las unidades de producción y por consiguiente de los indicadores que se derivan de ello, por lo que es importante conocer el grado de correlación que existe entre ellos, como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6.*Correlación entre los indicadores técnicos y económicos y la eficiencia*

INDICADOR	VALOR
Identificación del productor	0.643**
litros de leche/vaca/año	0.154
kg de carne/vaca/año	0.666**
Utilidad por litro de leche	0.563**
Costo por vaca al año	0.455**
N° de UA	0.274
Costo por hectárea al año	0.361**
Ingresos por vaca al año	0.687**
litros de leche/hectárea/año	0.294**
Uso de minerales	0.269*
Uso de avena	0.279**
Uso de garbanzo	0.289**
Uso de sorgo	-.456**
Uso de concentrado comercial	-.274*
Uso de Inseminación Artificial	-.684**
N° de vacas por UP	0.523**
N° de hectáreas en la UP	0.175
N° de jornales en la UP	0.071
Nivel tecnológico	-0.738**
Eficiencia	1

En la tabla 6 se observa que son 9 los indicadores que tienen un valor de correlación moderada (0.4 a 0.59) y fuerte (0.6 a 0.8), observándose que no tiene una mayor influencia de manera general en las DMU los indicadores que tienen que ver con el tamaño de las mismas. Es decir, el número de unidades animal totales, el número de hectáreas y la cantidad de jornales que laboran en las unidades de producción no tienen gran influencia con la eficiencia. De la misma manera, la producción de leche de por vaca y por hectárea, de manera general, no son indicadores que determinen la eficiencia.

De la misma manera, los indicadores relacionados con el manejo nutricional de las vacas tienen baja influencia con el comportamiento eficiente, a excepción del uso del sorgo, se observa que la eficiencia no cambiaría significativamente si se alimenta con avena, garbanzo o concentrado comercial para la producción de leche o la suplementación con minerales. Estos datos pueden interpretarse como que, al ser el uso de sorgo el alimento que si tiene una correlación moderada (-0.456) con la eficiencia y al ser esta cifra negativa, indica que mientras más sorgo utilicen en la dieta, menor será la eficiencia.

Los granos de maíz y de sorgo se caracterizan por ser cereales con altos contenidos de almidón (71% el maíz y 75% el sorgo), de donde se obtienen aportes importantes de glucosa; sin embargo, comparando el grano de maíz con el grano de sorgo, se ha encontrado que la tasa de degradación del sorgo es menor y, por tanto, aporta menos energía. Por lo tanto, a mayor tasa de degradación del almidón, se pueden obtener mayores ganancias de peso y mejorar la eficiencia alimenticia (Mendoza, Plata, Martínez y Hernández, 2016). El argumento anterior puede ser la razón por la que se observa una correlación media negativa con los productores que alimentan a su ganado con sorgo.

Los productores A, D y E ofrecen sorgo a sus animales, además de alimento comercial de engorda (productores A y E), no obstante, estos tres productores son los que presentan una menor producción de carne por vaca al año (145, 138 y 233 respectivamente). Este indicador (kg carne/vaca/año) tiene una correlación fuerte (0.666) con la eficiencia, lo que indica que mientras mayor es la productividad de carne por vaca, mayor será la eficiencia. La producción de carne en el hato tiene varios elementos que pueden influir. Peña Rueda, Benitez Jiménez, Almaguer Pérez y Pacheco Peña (2022) mencionan que los factores que influyen en la producción ganadera campesina son la disponibilidad y disposición de insumos externos, así como la suplementación y conservación de alimentos en época de estiaje y las tecnologías adoptadas en las unidades de producción. Por otro lado, Bautista Martínez, Granados Zurita, Joaquín Cancino,

Ruíz Albarrán, Garay Martínez, Infante Rodríguez y Granados Rivera (2021) encontraron que, en sistemas de producción en pastoreo (como lo son las UP bajo estudio) el número de hectáreas disponibles para pastoreo, incrementa la disponibilidad de forraje para la alimentación de las vacas, así como el comportamiento reproductivo de las vacas tienen un efecto directo con la producción de becerros por vaca al año, especialmente cuando se tienen parámetros reproductivos que salen fuera del rango deseable, la productividad de carne por vaca se ve afectada.

Esta productividad por vaca, tiene un reflejo con la cantidad de producto vendido y por consiguiente, en los ingresos por vaca al año, quien tiene una correlación fuerte (0.687) con la eficiencia. Callejas Juárez y Callejas Martínez (2022) encontraron en un estudio del sistema vaca-becerro que, cuando el sistema de producción presenta una baja productividad técnica, se ve afectado el comportamiento económico y, por consiguiente, la eficiencia disminuye. El productor A es quien tiene una menor producción de leche y el segundo más bajo en producción de carne, por lo que los ingresos por vaca al año (Tabla 3) también es el más bajo de todos (\$15,126), al igual que la eficiencia. Sin embargo, los productores B y E, quienes tienen una eficiencia de 100%, son los que siguen en el orden de la obtención de ingresos por vaca (\$25,053 y \$33,847 respectivamente) y el productor D es el que tiene el ingreso por vaca al año más alto (\$43,713) y la eficiencia es de 0.921. Estos datos podrían explicar el valor de la correlación entre estos dos indicadores (la cual es fuerte, pero con un valor de los más bajos dentro de esta clasificación) al observarse que no todos los productores con 100% de eficiencia son los que tienen ingresos más elevados, lo que sugiere que, existen otros elementos que influyen en la eficiencia.

Un elemento que podría estar influyendo en los ingresos por vaca al año es el costo de producción por vaca al año, ya que estos dos indicadores definen a su vez la utilidad por vaca al año. El costo por vaca al año tiene una correlación moderada con la eficiencia (0.455) y puede

estas influenciado por el nivel de productividad de las vacas, en concordancia con Moreno Medina et al. (2018) , quienes mencionan que los costos de producción dependen de la productividad y esta productividad de las vacas se define por la cantidad de animales improductivos que se encuentran dentro del hato, debido a que las vacas en producción son quienes tendrán que cubrir los gastos que generan tanto los animales de reemplazo como cualquier otro animal que esté dentro de la unidad de producción que no genere un producto para la venta.

El costo de producción en general define los costos unitarios de los productos que se generan en un sistema y a su vez, la utilidad que se obtiene a partir de éstos. En este caso, un elemento que presenta una correlación moderada con la eficiencia es la utilidad por litro de leche (0.563). Esta correlación moderada se debe quizá porque no se observa una tendencia clara en el sentido de que, los productores con mayor eficiencia sean los que presentan las mayores utilidades por litro de leche. Esto se observa en el productor E, quien si tiene la eficiencia del 100% y es también quien tiene una utilidad por litro de leche mayor (\$3.07), sin embargo, los otros productores que también tienen la eficiencia del 100% (UP B y C) tienen una utilidad de \$1.75 y 1.06% respectivamente; por el contrario del productor D, quien tiene una utilidad mayor por litro de leche que los anteriores de \$2.74 y una eficiencia de 92.1%. Quien sí coincide con la menor utilidad es el productor A, la cual es incluso negativa (\$-0.37 por litro) y la eficiencia de 49.1%, que es la más baja de todos.

Los elementos anteriores forman parte de los resultados que se tienen del uso de las tecnologías dentro de la unidad de producción pecuaria. En el caso del nivel tecnológico se observa que existe una correlación negativa fuerte (-0.738) con la eficiencia. Al observar los datos de los que se obtuvo este indicador (Figura. 6) se interpreta como que, decir que, mientras menos nivel tecnológico tiene el productor, la eficiencia es menor. Esto se puede observar de manera contundente en el caso de los productores que no alcanzan el 100% de eficiencia, es decir, los

productores A y D, con 49.1 y 92.1 por ciento respectivamente. Son los productores que tienen un mayor nivel tecnológico (0.746 el productor A y 0.699 el productor D), mientras que el resto de los productores (B, C y E) tienen 0.642, 0.576 y 0.623 puntos de nivel tecnológico, lo que demuestra que mientras más elevado es el nivel tecnológico, menor es la eficiencia.

En el caso de los dos productores ineficientes, el nivel tecnológico puede estar incrementado, porque son dos de las tres UP que ofrecen sorgo al ganado, así como alimento comercial de engorda. Estas prácticas alimenticias y de manejo de la reproducción son las que influyen en el resultado de un mayor nivel tecnológico, sin embargo, se puede inferir que, en lugar de representarles una ventaja, les podría estar generando mayores costos para la producción de carne, ya que son también de los productores que tienen los costos por kg de carne más elevados (Tabla 3) y a su vez, las utilidades por kg de carne incluso negativas.

El otro elemento que aumenta el nivel tecnológico en los productores A y D es el uso de la inseminación artificial, al ser los únicos que la aplican como parte del manejo reproductivo de sus animales. Al comparar este uso de inseminación artificial con la eficiencia se obtuvo una correlación negativa fuerte de -0.684, lo que indica que mientras más uso hacen de esta tecnología, menor será la eficiencia, como se observa en este caso. Velasco Fuenmayor y Ortega y Soto (2008) encontraron que, en fincas ganaderas de doble propósito, los factores que tienen relación con el uso de la inseminación artificial como método de reproducción, son el nivel de instrucción de los dueños de las unidades de producción, el tamaño de la UP (número de vacas), la localización de esta y los años de experiencia y permanencia que tiene el productor, de tal manera que mientras más grande es la UP mayor utilizan la IA. En los productores bajo estudio, la correlación entre la eficiencia y el número de vacas en la UP es moderada, con un valor de 0.523 y puede observarse en la tabla 3, donde el 66% de los productores completamente eficientes (UP B y C) son quienes tienen una mayor cantidad de vacas y de unidades animal (16 y 18 vacas y 25.5 y 40.2 UA respectivamente), sin embargo, otro productor eficiente está ubicado

en el cuarto lugar en cuanto al número de vacas (17) y unidades animal en el hato (20.8), superado por el productor D, quien tiene una eficiencia de 92.1% y cuenta con 20 vacas en ordeña y 26.6 unidades animal. Es por ello que deben existir otros elementos que influyen sobre la eficiencia y que explican el grado de correlación.

De acuerdo con Velasco Fuenmayor y Ortega Soto (2008) y Posadas Domínguez et al. (2014) el tamaño de la unidad de producción influye de manera positiva en la eficiencia de la unidad de producción porque mientras más animales se tienen para la producción, se obtendrá una mayor cantidad de producto, en este caso de leche y carne, para la generación de ingresos y la cobertura de los costos provenientes de la producción de bovinos. En el caso de los productores que son sujetos de esta investigación, se asume que como no es una tendencia lineal entre el número de animales y la eficiencia, es por ello que la correlación es moderada, lo que indica que existen otros factores que intervienen, como lo es las propias decisiones de los productores para el manejo de sus unidades de producción.

Otra variable que tiene una correlación fuerte (0.643) con la eficiencia es "Identificación del productor". Esta variable es de gran importancia porque es el productor quien toma todas las decisiones de sus unidades de producción, desde el número y tipo de tecnologías a utilizar, las prácticas de alimentación y reproducción de sus animales, así como la compra y adquisición de los insumos para la producción. En general también podría entrar dentro de las características propias de la unidad de producción la totalidad de los recursos con los que cuenta, es decir, el tamaño de la unidad de producción, como lo sugiere Jaramillo Villanueva, Rojas Juárez y Vargas López (2023) quienes encontraron que las UP con mayores recursos, tanto de animales, como de tierras disponibles para la actividad ganadera, así como la mano de obra, mejoraba la eficiencia técnica. En el caso de las UP de este estudio, la UP D es quien utiliza una mayor cantidad de mano de obra (3 jornales) y es ineficiente con un 7.9%. No obstante, el productor que tiene una mayor cantidad de tierra es el productor C, contando con 12 hectáreas y es de los

tres productores con la eficiencia total. El resto de los productores tiene un número semejante de hectáreas, que van desde las 4 hasta 5.5 hectáreas en total y todos utilizan un solo jornal para el manejo de la unidad de producción.

Por otro lado, otra característica propia del productor es la escolaridad. Velasco Fuenmayor y Ortega y Soto (2008) señalan que la escolaridad influye en la implementación de tecnologías y selección de las mismas, y mientras más elevada es la edad de los productores, más dispuestos a la innovación son. De la misma manera, Jaramillo Villanueva, Rojas Juárez y Vargas López (2023) encontraron una correlación positiva entre la escolaridad y la eficiencia, de modo que, la ineficiencia se reduce cuando se tiene una mayor escolaridad, sin embargo, también influye la administración que los productores hagan de sus unidades de producción, así como la combinación de sus recursos. De ahí los elementos que dependen del productor, pues tanto su escolaridad, como las decisiones ejecutadas van a influir en el comportamiento productivo, económico y por consiguiente con la eficiencia. En el caso de los productores bajo estudio, no se cuenta con esa información, sin embargo, es un factor que se podría considerar al momento de realizar las recomendaciones para incrementar la eficiencia.

Conclusiones

A lo largo de este estudio, se analizó la aplicación de diferentes tecnologías y prácticas en estos sectores, con el objetivo de evaluar su impacto en la eficiencia técnica de las unidades de producción (UP) y en su rentabilidad.

El uso de técnicas de análisis multivariado permitió realizar una estratificación de los elementos clave que más influyen en la eficiencia y rentabilidad de las UP de Morelia Michoacán, que, a pesar de la similitud en recursos y tecnologías entre los productores, se identificaron a 3 productores que logran llegar a la eficiencia (60%) y 2 productores por debajo de la eficiencia (40%). Los componentes tecnológicos de mayor aplicación son los relacionados con las áreas zootécnicas de nutrición, salud animal, gestión de la unidad de producción, que los usa en menor o mayor medida el 100% de los productores.

Las diferencias en la producción de leche y carne, a pesar de la similitud en la raza de los animales, reflejan que la eficiencia de las unidades de producción no está únicamente determinada por los recursos disponibles, sino también por las prácticas de manejo y la aplicación de tecnologías. Los productores que utilizan inseminación artificial y otros recursos tecnológicos no necesariamente obtienen los mejores resultados en términos de producción y rentabilidad. En particular, el productor A, a pesar de tener el índice tecnológico más alto, muestra los menores indicadores de producción y rentabilidad, destacando la necesidad de mejorar la eficiencia en el uso de recursos y en la implementación de prácticas de manejo.

El uso de tecnologías y prácticas nutricionales tiene un impacto significativo en la producción. La inclusión de avena en la dieta, como lo hace el productor E, ha mostrado correlaciones positivas con la producción de leche, sugiriendo que una adecuada formulación y balanceo de la dieta puede mejorar los rendimientos. Sin embargo, el uso de sorgo, a pesar de ser común, está asociado con una menor eficiencia, indicando que la selección de alimentos debe ser cuidadosamente evaluada para optimizar la eficiencia de conversión y producción.

La eficiencia de las unidades de producción está correlacionada de manera significativa con la producción de carne por vaca al año, los ingresos por vaca y el costo de producción. El análisis sugiere que mejorar la eficiencia no solo implica reducir costos, sino también aumentar la productividad y ajustar la estrategia de precios. En el caso del productor A, se identificó que es necesario reducir el costo de producción por litro de leche y mejorar la utilidad para alcanzar la eficiencia deseada. La implementación de estrategias para reducir costos, optimizar la alimentación y ajustar precios de venta puede ser crucial para mejorar la eficiencia económica.

El análisis de correlaciones muestra que factores como el uso de minerales, avena y la productividad en carne tienen un impacto significativo en la eficiencia. Sin embargo, otros factores como el tamaño de las unidades de producción y el número de jornales no tienen una influencia fuerte en la eficiencia. Esto subraya la importancia de enfocar los esfuerzos en la mejora de prácticas y tecnologías específicas que impactan directamente en la producción y eficiencia económica.

El éxito en la producción lechera y de carne en la región de Morelia depende de una combinación de factores que incluyen la aplicación eficiente de tecnologías, la optimización de prácticas nutricionales, y la gestión adecuada de costos. Para mejorar la eficiencia y la rentabilidad, es fundamental que los productores adopten un enfoque integral que considere tanto las prácticas de manejo como las estrategias económicas, ajustando sus operaciones para maximizar el uso de los recursos disponibles y mejorar los resultados productivos y económicos.

Referencias

Alarcón Méndez, O., Sagaró Zamora, F., & Martínez Leyva, X. (2015). Resultados de la transferencia de diferentes tecnologías pecuarias en unidades de Santiago de Cuba. *Abanico Veterinario*, 5(2), 38-48. <https://abanicoacademico.mx/revistasabanico/index.php/abanico-veterinario/article/view/88/70>

Albarrán, P. B., Rebollar, R. S., García, M. A., Rojo, R. R., Avilés, N. F., & Arriaga, J. C. M. (2015). Socioeconomic and productive characterization of dual-purpose farms oriented to milk production in a subtropical region of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 47(3), 519–523. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0867-6>

Angón, E., García, A., Perea, J., Acero, R., Toro-Mújica, P., Pacheco, H., & González, A. (2013). Eficiencia técnica y viabilidad de los sistemas de pastoreo de vacunos de leche en La Pampa, Argentina. *Agrociencia*, 47(5), 443–456. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952013000500003&lng=es&tlng=es

Aragadvay-Yungán, R. G., Heredia-Nava, D., Rayas, A. A. A., Arriaga-Jordán, C. M., Martínez-Castañeda, F. E., & Estrada-Flores, J. G. (2015). Evaluación in vitro del ensilaje de girasol (*Helianthus annuus* L.) solo y combinado con ensilaje de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 6(3), 315–327.

Arzubi, A., & Berbel, J. (2001). Un análisis no paramétrico de eficiencia en explotaciones lecheras de Argentina. *Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 193, 119–142. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_reeap%2Fr193_05.pdf

Ávila, T. S. (2009). *Producción de leche con ganado bovino* (2ª ed.). Manual Moderno.

Bahta, S., Temoso, O., Ngómbe, J., Rich, K. M., Baker, D., Kaitibie, S., & Malope, P. (2023). Productive efficiency of beef cattle production in Botswana: A latent class stochastic meta-frontier analysis. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1–16.

<https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1098642>

Battaglia, I. L. (2017). Efecto de la suplementación de vitaminas y minerales sobre la calidad ovocitaria en vacas lecheras. *Universidad Nacional del Litoral*, 1–4.

<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/2102/RSA9.pdf>

Bautista Martínez, Y., Granados Zurita, L., Joaquín Cancino, S., Ruíz Albarrán, M., Garay Martínez, J. R., Infante Rodríguez, F., & Granados Rivera, L. D. (2021). Factores que determinan la producción de becerros en el sistema vaca-cría del Estado de Tabasco, México. *Nova scientia*, 12(25). <https://doi.org/10.21640/ns.v12i25.2117>

Beretta, V., Simeone, A., Rowe, J., Nolan, J., & Elizalde, J. (2005). Degradability of forages in the rumen of cattle grazing lush autumn pastures and supplemented with maize. *Animal Production in Australia*, 24, 217–220.

Bernal M. L. R., Rojas G. M. A., Vásquez F. C., Espinoza O. A., Estrada F. J. G., & Castelán O. O. (2007). Assessment of physicochemical quality of raw milk produced in smallholder dairy systems in two regions of the State of México. *Veterinaria México*, 38, 397–407.

Bórawski, P., Pawlewica, A., Parzonko, A., Harper, K. J., & Holden, L. (2020). Factors shaping cow's milk production in the EU. *Sustainability*, 12(1), 420–435. <https://doi.org/10.3390/su12010420>

Calderón, A., Martínez, N., & Cardona, J. (2009). Determinación de factores de protección para mastitis bovina en fincas administradas bajo el sistema doble propósito en el municipio de Montería. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 12(2), 61–68. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012342262009000200007&lng=en&tlng=es

Calderón, P., Fabian, M., Peña Bosa, L. F., Carvajal Yasno, J. D., & Murillo Saldaña, L. Y. (2017). Relación nutrición-fertilidad en hembras bovinas en clima tropical. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(9), 1–19. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63653009019.pdf>

Camacho Vera, J. H., Cervantes Escoto, F., Palacios Rangel, M. I., Rosales Noriega, F., & Vargas Canales, J. M. (2017). Factores determinantes del rendimiento en unidades de producción de leche familiar. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 8(1), 23–29. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4313>

CANILEC. (2013). *Cámara Nacional de Industrias de la Leche*. <http://www.canilec.org.mx/> (consultado el 20 de octubre de 2022)

Carrasco Pérez, S., Altamirano Cárdenas, J. R., Várgas Del Ángel, M. A., & Islas Moreno, A. (2022). Pequeñas empresas productoras de leche: Un estudio desde la perspectiva del modelo de negocio. *Innovar*, 32(84), 111–122. <https://doi.org/10.15446/innovar.v32n84.100596>

Cartier, E. N. (2016). El enfoque agronómico de costos en empresas agropecuarias. *Costos y gestión*, 92(1), 10–25.

Castro Rincón, E., Cardona Iglesias, J. L., Hernández Oviedo, F., & Valenzuela Chiran, M. (2020). Efecto del ensilaje de Avena sativa L. en la productividad de vacas lactantes en pastoreo. *Pastos y Forrajes*, 43(2), 150–158. <https://www.redalyc.org/journal/2691/269164290009/html/>

Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA). (2016). *El desarrollo rural sustentable y la soberanía alimentaria en el México contemporáneo*. Cámara de Diputados LXIII Legislatura.

Cervantes, E. F., & Cesín, V. A. (2008). La pequeña lechería rural o urbana en México, y su papel en el amortiguamiento de la pobreza. *Unell. Cienc. Tec.*, 25, 72–85.

Cesín, V. A., Aliphat, F. M., Ramírez, V. B., Herrera, H. J. G., & Martínez, C. D. (2007). Ganadería lechera familiar y producción de queso. Estudio en tres comunidades del municipio de Tetlatlahuca en el estado de Tlaxcala, México. *Téc. Pecu. Méx.*, 45(1), 61–67.

Chediak, P. F., & Valencia, A. L. S. (2008). Metodología para medir la eficiencia mediante la técnica del análisis envolvente de datos – DEA–. *Vector*, 3, 70–81.

<https://doi.org/10.21830/19006586.84>

Cuevas, R. V., Loiza, M. A., Astego, C. H., Moreno, G. T., Borja, B. M., & Reyes, J. J. E. (2018). Análisis de la función de producción de leche en el sistema bovinos doble propósito en Ahome, Sinaloa. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 9(2), 376–386.

De Freitas, B. W., & Pinheiro, D. S. E. (2013). Nivel tecnológico e seus determinantes na apicultura cearense. *Revista de Política Agrícola*, 22(3), 33–47.

Espinosa García, J. A., Vélez Izquierdo, A., Góngora González, S. F., Cuevas Reyes, V., Vázquez Gómez, R., & Rivera Maldonado, J. A. (2018). Evaluación del impacto en la productividad y rentabilidad de la tecnología transferida al sistema de bovinos de doble propósito del trópico mexicano. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 21, 261–272.

<https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/2411/1147>

Espinosa, J. A., Aguilar, B. A., Román, P. H., Contreras, H. A., Martínez, J. L., Trujillo, J. E., Osorio, M. L., Barrera, L. O., Román, S. I., & Pérez, J. M. (2007). Factores económicos que impactan los sistemas bovinos de doble propósito y lechería tropical de Veracruz, México.

Ferrari, O. (2014). *Recría; una actividad que recobra importancia*. *Difusión Ganadera*, 4 p. <https://www.difusionganadera.com/web/wp284/wpcontent/uploads/recria.pdf>

Foote, R. (2002). *The history of artificial insemination: Selected notes and notables*. American Society of Animal Science.

Galindo Martínez, C., & Rayas Amor, A. A. (2022). Sistemas de producción de leche en pequeña escala, una opción de desarrollo rural. *UNIVERSITARIA*, 6(41), 74-75.

<https://revistauniversitaria.uaemex.mx/article/view/20141>

Gallardo, J. A., Rohde, G. A., & Rescala, C. (2011). Análisis de la eficiencia de las empresas lecheras de Corrientes. *TRIM*, 2, 43-60.

<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/11641/TRIM-REV-INVESTG-MULTIDISCIPL-2011-3-AnalisisDeLaEficienciaDeLasEmpresasLecherasDeCorri.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gamboa-Mena, J. V., Magaña-Magaña, M. A., Rejón-Ávila, M., & Pech Martínez, V. C. (2005). Eficiencia económica de los sistemas de producción de carne bovina en el municipio de Tizimín, Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 5, 79-84.

García, A. E., Rodríguez, A. B., & Reyes, V. C. (2016). Dinámica de la innovación y ganancias económicas de la producción de leche en el Valle del Mezquital, Hidalgo. *Nova Scientia*, 9(17). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052016000200391

Granado-Niño, J. A., Reta-Sánchez, D. G., Santana, O. I., Reyes-González, A., Ochoa-Martínez, E., Díaz, F., & Sánchez-Duarte, J. I. (2021). Effect of cutting height of sorghum at harvest on forage yield and nutritional value of silage. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(3), 958-968.

Granados, N. J. A., & Sánchez-Duarte, J. I. (2020). El balance para un mejor rendimiento y calidad nutritiva en sorgo forrajero está en la altura de cosecha. *Hoard's Dairyman en español*, 26(312), 66-69. ISSN 1079-2007.

Hernández, A. C. E., & Carpio, N. (2019). Introducción a los tipos de muestreo. *Alerta Ministerio de Salud*, 2(1), 75-79. <https://doi.org/10.5377/alerta.v2i1.7535>

Herrera, J. A., Barrios, G., & Flores, J. O. (2013). Eficiencia técnica en unidades lecheras por medio de análisis envolvente de datos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 47(2), 137-142. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193028751005.pdf>

INATEC (Instituto Nacional Tecnológico). (2016). *Manual del protagonista. Nutrición animal*. Dirección General de Formación Profesional. Nicaragua.

INEGI. (2023). *Censo 2022 agropecuario. Resultados definitivos*. <https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/867>

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2014). *Sector pecuario, enfermedades infecciosas de los animales que se pueden incrementar por la ola invernal*. Recuperado el 21 de

agosto de 2022, de <http://www.ica.gov.co/Files/pdf/Parte-Pecuaria.aspx>

Jaramillo Villanueva, J. L. (2023). Escala de la producción y eficiencia técnica de la ganadería bovina para carne en Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 14(1), <https://doi.org/10.22319/rmcp.v14i1.5537>

López González, A. S., Zúñiga López, C. A., Ramón López, M., Quirós Madrigal, O. J., Colón García, A. P., Navas Calderón, J., Martínez Andares, E., Rangel Cura, R. A., & Sol Sánchez, A. (2015). Estado del arte de la medición de la productividad y la eficiencia técnica en América Latina: Caso Nicaragua. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 1(2), 76-100. <http://portal.amelica.org/ameli/journal/394/3941749001/3941749001.pdf>

López, J. F., Fernández Henao, S., & Morales, M. M. (2007). Aplicación de la técnica DEA (Data Envelopment Analysis) en la determinación de eficiencia de centros de costos de producción. *Scientia et Technica*, 1(137), 395-400. <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/4127>

López, V. O., Lamela, L. L., Sánchez, S. T., Olivera, C. Y., García, L. R., Herrera, V. M., & González, R. M. (2019). Evaluation of the nutritional value of forages in a silvopastoral system. *Pastos y Forrajes*, 42(1), 57-67.

Cuevas Reyes, V., Baca del Moral, J., Cervantes Escoto, F., Espinosa García, J. A., Aguilar Ávila, J., & Loaiza Meza, A. (2013). Factores que determinan el uso de innovaciones tecnológicas en la ganadería de doble propósito en Sinaloa, México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 4(1), 31-46. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242013000100003&lng=es&tlng=es.

Martínez, L. C. J., & Paredes, G. L. B. (1999). Estudio técnico-económico y de sensibilidad de un sistema de producción doble propósito leche-carne en la zona de Barinas, estado Barinas. *Zootecnia tropical*, 17, 155-174.

Martínez, C. J. C., Cotera, R. J., & Zavaleta, J. A. (2012). Características de la producción y comercialización de leche bovina en sistemas de doble propósito en Dobladero, Veracruz.

Mellado, M. (2010). *Producción de leche en zonas templadas y tropicales* (pp. 9-13). Trillas.

Mendoza, G. D., Plata, F. X., Martínez, G., & Hernández, P. A. (2016). Tasa de digestión del almidón. En G. D. Mendoza Martínez & R. Ricalde Velasco (Eds.), *Alimentación de ganado bovino con dietas altas en granos* (2ª ed., pp. 22-23). Edit. Casa abierta al tiempo, Universidad Autónoma Metropolitana.

Morales Almaráz, E., Viayra Alberto, R., Domínguez Vera, I. A., López González, F., & Arriaga Jordán, C. M. (2021). Perfil mineral sérico de vacas Holstein en lactación en sistemas mixtos de estabulación-pastoreo. *Agronomía Mesoamericana*, 32(1), 45-62. <https://doi.org/10.15517/am.v32i1.41333>

Morante, L. D., Guevara, E. A., Suzán, A. H., Lemus, R. V., & Sosa, F. C. F. (2016). Estimación Tier II de emisión de metano entérico en hatos de vacas lactantes en Querétaro, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7, 293-308.

Morantes, M., Dios Palomares, R., Urdaneta, F., Rivas, J., & García Martínez, A. (2020). Eficiencia técnica en sistemas de producción con bovinos de doble propósito. *Archivos de Zootecnia*, 69(266), 190-195. <https://doi.org/10.21071/az.v69i266.5114>

Moreno Medina, S., Ibarra Flores, F. A., Martín Rivera, M. H., Retes López, R., Hernández Hernández, J. E., & Rodríguez Castillo, J. C. (2018). Importancia económica de la eficiencia de producción de becerros utilizando diversas alternativas de producción y manejo en el centro de Sonora, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 43, 107-116. <https://www.redalyc.org/journal/141/14158242010/html/>

Mulliniks, J., Cox, S., Kemp, M., Endecott, R., Waterman, R., Vanleeuwen, D., & Petersen, M. (2013). Relationship between body condition score at calving and reproductive performance

in young postpartum cows grazing native range. *Journal of Animal Science*, 90(1), 2811–2817.

<https://doi.org/10.2527/jas2011-4189>

Nava, R., Urdata, M. F., & Casanova, A. (2009). Comportamiento económico y financiero de sistemas de ganadería de doble propósito (Taurus-Indicus). *Revista Científica, FCV-LUZ*, 19, 356–365.

World Organization for Animal Health (OIE). (2019). *Terrestrial animal health code*.

<https://www.woah.org/es/inicio/>

Ojeda-Carrasco, J. J., Espinosa-Ayala, E., Hernández-García, P. A., Rojas-Martínez, C., & Álvarez-Martínez, J. A. (2016). Seroprevalencia de enfermedades que afectan la reproducción de bovinos para leche con énfasis en neosporosis. *Eco Rec Agro*, 3(8), 243-249.

Olmedo Vázquez, V. M., Minjares Lugo, J. L., Camacho Poyato, E., Hernández Hernández, M. L., & Rodríguez Díaz, J. A. (2017). Uso del análisis envolvente de datos (DEA) para evaluar la eficiencia de riego en los módulos del Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui (Sonora, México). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 49(2), 127-148.

<https://www.redalyc.org/pdf/3828/382853527010.pdf>

Orantes Z. M. Á., Platas R. D., Córdova A. V., Santos L. D., Carmen M., & Córdova A. A. (2014). Caracterización de la ganadería de doble propósito en una región de Chiapas, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 1(1), 49-58.

Pace Guerrero, I. R., Gastaldi, L. B., & Gatti, N. (2017). Eficiencia técnica de la lechería pampeana. Fronteras estocásticas con heterogeneidad observada y no observada. *Cuadernos del CIMBAGE*, 19, 87-114. <https://ojs.econ.uba.ar/index.php/CIMBAGE/article/view/1172/1781>

Paternia Acosta, C., Ruiz Meza, J., & Hernández Mendo, O. (2021). Feed cost analysis and reduction associated with dairy production in a semi-specialized bovine system using AHP method. *Ciencia y tecnología Agropecuaria*, 22(2), e1699.

https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num2_art:1699

Peña Rueda, Y. F., Benitez Jiménez, D. G., Almaguer Pérez, N. A., & Pacheco Peña, C. E. (2022). Factores que limitan la producción de carne vacuna en el suroeste de la provincia de Holguín, Cuba. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 23(3), e2694. https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num3_art:2694

Picco, S. J., Rosa, D. E., Anchordoquy, J. P., Anchordoquy, J. M., Seoane, A., Mattioli, G. A., & Furnus, C. C. (2012). Effects of copper sulphate concentrations during in vitro maturation of bovine oocytes. *Theriogenology*, 77(2), 373–381. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.08.009>

Pincay-Figueroa, P. E., Heredia-Nava, D., Rayas-Amor, A. A., Martínez-Castañeda, F. E., Vicente, F., Martínez-Fernández, A., & Arriaga-Jordán, C. M. (2013). Sustentabilidad económica de sistemas de producción de leche en pequeña escala: Efecto del pastoreo de praderas sobre costos de alimentación. En *La ganadería en la seguridad alimentaria de las familias campesinas* pp. 238–245.

Pinzón Trujillo, A. (2007). *Efectos de la mastitis subclínica en algunos hatos de la cuenca lechera del Alto Chicamocha (departamento de Boyacá)*. Trabajo de grado, Universidad de la Salle-Medicina Veterinaria. Recuperado el 25 de agosto de 2022, de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/10185/6031/1/14001088.pdf>

Posadas, D. R. R., Salinas, M. J. A., Callejas, J. N., Álvarez, F. G., Herrera, H. J., Arriaga, J. C. M., & Martínez, C. F. E. (2012). Análisis de costos y estrategias productivas en la lechería de pequeña escala en el periodo 2000-2012. *Contaduría y Administración*, 59, 253-275.

Posadas Domínguez, R. R., Salinas Martínez, J. A., Callejas Juárez, N., Álvarez Fuentes, G., Herrera Haro, J., Arriaga Jordán, C. M., & Martínez Castañeda, F. E. (2014). Análisis de costos y estrategias productivas en la lechería de pequeña escala en el periodo 2000-2012. *Contaduría y Administración*, 59(2), 253-275. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-10422014000200011&script=sci_abstract

Posadas-Domínguez, R. R. (2014). *Evaluación de la competitividad y viabilidad económica de la cadena agroalimentaria productora de leche de pequeña escala* (Tesis de doctorado). PCARN, UAEMEX.

Posadas-Domínguez, R. R., Arriaga-Jordán, C. M., & Martínez-Castañeda, F. E. (2014). Contribution of family labour to the profitability and competitiveness of small-scale dairy production systems in central Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 46(2), 235-240. <https://doi.org/10.1007/s11250-013-0515-1>

Quiroz, J., Granados, L., Barrón, M., Espejel, A., & Espinosa, J. A. (2014). Estructura de los hatos bovinos en Tabasco. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 25, 252-253.

Randel, R. (2013). Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *Journal of Animal Science*, 68(1), 853–862. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5637>

Rangel, J., Perea, J., De-Pablos-Heredero, C., Espinosa-García, J. A., Mujica, P. T., Feijoo, M., & García, A. (2020). Structural and technological characterization of tropical smallholder farms of dual-purpose cattle in Mexico. *Animals*, 10(1), 86. <https://doi.org/10.3390/ani10010086>

Roche, J., Friggens, N., Kay, J., Fisher, M., Stafford, K., & Berry, D. (2009). Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, 92(12), 5769–5801. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2431>

Rodríguez Sperat, R., Brugiafreddo, M. P., & Raña, E. (2017). Eficiencia técnica en la agricultura familiar: análisis envolvente de datos (DEA) versus aproximación de fronteras estocásticas (SFA). *Nova Scientia*, 18(9), 342–370. <https://doi.org/10.21640/ns.v9i18.697>

Román Ponce, S. I., Ruíz López, F. J., Montaldo, H. H., & Román Ponce, H. (2013). Efectos del cruzamiento para la producción de leche y características de crecimiento en bovinos de doble propósito en el trópico húmedo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4(4), 405–416. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242013000400001

Romo Bacco, C. E., Valdivia Flores, A. G., Carranza Trinidad, R. G., Cámara Córdova, J., Zavala Arias, M. P., Flores Ancira, E., & Espinosa García, J. A. (2014). Brechas de rentabilidad económica en pequeñas unidades de producción de leche en el altiplano central mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 5(3), 273–290. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v5n3/v5n3a2.pdf>

Ruiz, G. (2016). *Efecto de la suplementación mineral sobre el desarrollo ovárico y fertilidad en novillas* (p. 75). Universidad de Costa Rica. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/4389/1/41398.pdf>

Sabando Vélez, Y. I., & Cruz Arteaga, K. C. (2019). La metodología no paramétrica Data Envelopment Analysis en la medición de la eficiencia de los programas de vinculación universitaria. *RECUS. Revista electrónica Cooperación Universidad Sociedad*, 4(2), 15–23. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Recus/article/view/2024/2210>

Saborío, A., & Sánchez, J. (2013). Prevalencia y factores de riesgo relacionados con la cetosis clínica y subclínica tipo I y II en un hato de vacas Jersey en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 37(2), 17–19.

SADER. (2023). *Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural*. <http://www.sagarpa.gob.mx>

Salamanca, A. (2010). Suplementación de minerales en la producción bovina – Mineral supplementation for cattle production. *Redvet*, 11(7), 1–11. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63615732008>

Sánchez Medina, A. P., Herrera Haro, J. G., Ramírez Bribiesca, J. E., Ortega Cerilla, M. E., Mendoza Nazar, P., & Dorantes Jiménez, J. (2018). Evaluación económica del sistema de producción lechera familiar. *Agroproductividad*, 11(1), 111–117.

Schmidt, G., & Campion, P. (2006). Medición de la eficiencia técnica mediante el método de la

frontera estocástica. El caso del sector manufacturero italiano. *Estudios Económicos*, 23(46), 93–126. http://bibliotecadigital.uns.edu.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2525-12952006001100004&lng=en&nrm=iso

SIAP. (2024). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>

Smits, L.E., Smith, N., Schönfeldt, H. y Heinzle, P.H. (1998). The nutritional content of South African milk and liquid milk products. Irene, Sudáfrica, Dairy Industry Centre.

Soto Senra, S.A. Uña Izquierdo, F. y Machado Peña, Y. (2018). Eficiencia bioproductiva y financiera en fincas lecheras del sector privado. *Rev. prod. Anim.*, 30(1):13-18. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-79202018000100003&script=sci_arttext&tlng=en

Thorup, V., Edwards, D. & Friggens, N. (2012). On-farm estimation of energy balance in dairy cows using only frequent body weight measurements and body condition score. *Journal of Dairy Science* 95(4): 1784–1793. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4631>

Tinitana Villalta, D.A. (2019). Análisis de la rentabilidad en PYMEs productoras de leche bovina. *Uniandes Episteme*, 6(4): 478-489.

Tirado Estrada, G., Tirado González, D.N, Medina Cuellar, S.E., Miranda Romero, L.A., González Reyes, M., Sánchez Olmos, L.A. y Castillo Zúñiga, I. (2020). Global effects of maximizing the forage in production and quiality of bovine milk and meat. A. meta-analysis. *Interciencia*, 45(10): 461-468, https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2020/11/03_6668_Com_Tirado_v45n10_8.pdf

Van Straten, M., Shpigel, N. & Friger, M. (2009). Associations among patterns in daily body weight, body condition scoring, and reproductive performance in high-producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 92: 4375–4385. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1956>

Vargas, C.R.Y.; Corro, M.M.D. (2015). Caracterización del manejo en sistemas de producción bovina de doble propósito en el Municipio de Vega de Alatorre, Veracruz. *Entorno*

Ganadero 63:68-72.

Vargas, C. J. M., Palacios, R. M. I., Camacho, V. J. H., Aguilar, Á. J., y Ocampo, L. J. G. (2015). Factores de innovación en agricultura protegida en la región de Tulancingo, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6(4):827-840.

Vargas, J., Benítez, D., Torres, V., Ríos, S., & Soria, S. (2015). Factores que determinan la eficiencia de la producción de leche en sistemas de doble propósito en la provincia de Pastaza, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 49(1), 17-21

Velasco Fuenmayor, J. y Ortega Soto, L. (2008). La inseminación artificial y su efecto sobre los índices de productividad parcial en fincas ganaderas de doble propósito. *Rev. Cient. (Maracaibo)*, 18(3):278-283. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592008000300007&lng=es

Ynzunza Cortés, C. B., Izar Landeta, J. M., Bocarando Chacón, J. G., Aguilar Pereyra, F., & Larios Osorio, M. (2017). El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras. *Conciencia Tecnológica*, (54).

Zárate M.J., Esqueda E.P.V.A., Vinay V.J.C., Jácome M.S.M. (2010). Evaluación económico-productiva de un sistema de producción de leche en el trópico. *Agronomía Mesoamericana*. 21:255-265.

Raúl Hernández Sarabia

Efecto del uso de tecnologías pecuarias en la eficiencia técnica y económica en hatos lecheros a peq

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:412895816

Fecha de entrega

5 dic 2024, 9:00 a.m. GMT-6

Fecha de descarga

5 dic 2024, 9:21 a.m. GMT-6

Nombre de archivo

Efecto del uso de tecnologías pecuarias en la eficiencia técnica y económica en hatos lecheros apdf

Tamaño de archivo

621.0 KB

45 Páginas

12,471 Palabras

63,597 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	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y FORESTALES PROGRAMA INSTITUCIONAL DE MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA OPCION TERMINAL PECUARIA	
Título del trabajo	Efecto del uso de tecnologías pecuarias en la eficiencia técnica y económica en hatos lecheros a pequeña escala en Morelia y Álvaro Obregón, Michoacán.	
	Nombre	Correo electrónico
Autor/es	Raúl Hernández Sarabia	raul.hernandez@umich.mx
Director	Dra. Melba Ramírez González	melba.ramirez@umich.mx
Codirector	Dra. Raquel Eneida Ramírez González	raquel.ramirez@umich.mx
Coordinador del programa	Dr. Luis López Pérez	mae.prod.agropecuaria.agricola@umich.mx

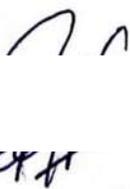
Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Asistencia en la redacción	no	

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	Raúl Hernández Sarabia 
Lugar y fecha	Morelia Michoacán a 2 de noviembre de 2024