



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC**

LICENCIATURA DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

**CARACTERIZACIÓN DE ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN EN
UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE GANADO LECHERO EN
SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES EN TRÓPICO SECO**

**ARTÍCULO ESPECIALIZADO PARA PUBLICAR EN REVISTA
INDIZADA**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**PRESENTA
CYNTHIA ANGÉLICA AGUIRRE SÁNCHEZ**

**ASESOR
Dr. en C. ANASTACIO GARCÍA MARTÍNEZ**

**CO-ASESOR
Ph. D. BENITO ALBARRÁN PORTILLO**

Temascaltepec de González, México. Octubre de 2023.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1. <i>PRODUCCIÓN DE LECHE MUNDIAL</i>	6
2.2. <i>PRODUCCIÓN DE LECHE EN MÉXICO</i>	7
2.3. <i>SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE</i>	9
2.3.1. Sistemas lecheros en estabulación.....	9
2.3.2. Sistemas de leche en semiestabulación	9
2.3.3. Sistemas lecheros doble propósito	9
2.3.4. Sistemas lecheros en pequeña escala o familiar	10
2.4. <i>ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN PARA GANADO LECHERO</i>	11
2.5. <i>SISTEMAS SILVOPASTORILES PARA PRODUCCIÓN DE LECHE</i>	13
2.5.1. La agroforestería como alternativa para la producción de leche	13
2.5.2.3 Importancia económica de la producción de leche en sistemas silvopastoriles.....	17
III. JUSTIFICACIÓN	19
IV. HIPÓTESIS	20
V. OBJETIVOS	21
5.1. <i>General</i>	21

5.2. Particulares.....	21
VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
6.1. Área de estudio	22
6.2. Metodología.....	23
VII. RESULTADOS.....	24
7. 1. Carta de envío del manuscrito.....	24
7.2. Artículo enviado.....	25
VIII. LITERATURA GENERAL CONSULTADA.....	37

I. INTRODUCCIÓN

Una cifra dada por la FAO (2022c), indicó que alrededor de 150 millones familias tienen como ingreso principal la producción de leche, la cual favorece a la seguridad alimentaria, además de producir ingresos constantes dentro del hogar. Dada la importancia que tiene la leche como alimento para la población, se han propiciado cambios importantes en cuanto a su producción se refiere. Dichos cambios se han enfocado no solo en la búsqueda de la mejora genética de razas lecheras, sino también en las estrategias de producción implementadas bajo diferentes condiciones para obtener el máximo beneficio. La alimentación del ganado es un ejemplo de ello, debido a que se ha observado que más de 80% del costo total de producción, son erogaciones en efectivo por esta actividad.

Hablar de alimentación engloba un sinfín de aseveraciones si de ganado lechero se habla, ya que, además de la correcta administración de los nutrientes necesarios para cubrir los requerimientos de la vaca lechera, deben considerarse todos aquellos factores ajenos a la vaca como la calidad del forraje y el alimento concentrado, y también factores propios del animal como su capacidad de aprovechar los nutrientes que consume y transformarlos en leche. Las estrategias de alimentación más comúnmente utilizados en los sistemas de ganado lechero se clasifican en dos tipos: forrajes y concentrados. Los forrajes son aquellas especies de plantas que son aprovechados por las vacas, se constituyen de tallos, hojas y flores. Este tipo de pastos pueden ser administrados en verde, heno y ensilado. Asimismo, los concentrados son aquellos alimentos que

incluyen granos y frutos de origen vegetal, suelen ser altamente digestibles por los animales y se utilizan en las épocas en las que los forrajes son escasos (Copa-Antonio, 2010).

Es por lo anterior que el objetivo del presente trabajo es evaluar las diferentes estrategias de alimentación, implementadas bajo un mismo enfoque en un sistema agrosilvopastoril, en ganado de doble propósito en trópico seco.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. PRODUCCIÓN DE LECHE MUNDIAL

Como panorama general de la producción lechera y todos sus elementos a nivel nacional e internacional. El FIRA (2019) mencionó que, en un periodo de 10 años, la producción de leche de bovinos tuvo una producción de 505.2 millones de toneladas a escala internacional, superando su propio récord en la historia. Asimismo, que, al ser considerada como un producto de la canasta básica, los precios de la leche y sus derivados se ven influenciados, como en la mayoría de los productos alimentarios, por la demanda de estos.

Proyecciones dadas por la FAO (2022b) para el decenio que va del año 2020 al 2029, sugieren que la producción mundial de leche crecerá 1.6% al año, pudiendo alcanzar los 997 millones de toneladas. Esto indica un crecimiento de mayor velocidad que cualquiera de los productos agropecuarios importantes. Se prevé un crecimiento más significativo en el número de cabezas por rebaño, que en el crecimiento de sus rendimientos. Se tiene que en este decenio India y Pakistán tendrán una aportación importante en el crecimiento de la producción lechera mundial. Países como Japón, México, Medio Oriente y África del Norte mantendrán su nivel de importancia en las importaciones de los productos lácteos. Mientras que China es reconocido con el primer lugar como importador de los productos lácteos, seguido de México, sobre todo de leche en polvo.

En el mercado mundial, el sector lechero esta segmentado en dos grupos, en el primer grupo se contienen aquellos países considerados altamente desarrollados,

como lo son Estados Unidos y algunos países europeos. Estos países deben su producción a los importantes subsidios otorgados a dicho sector. Por otro lado, se encuentran los países cuyos costos de producción están en lo mínimo, entre los que se encuentra Australia, Nueva Zelanda, Argentina y Uruguay, países que poseen condiciones climáticas adecuadas para dicha producción, pero también cuentan con la infraestructura adecuada (Loera *et al.*, 2017).

2.2. PRODUCCIÓN DE LECHE EN MÉXICO

Datos dados por SIAP (2022), indican que, para el último año, la producción pecuaria en México obtuvo 24 millones 142 mil toneladas. Tal resultado fue dado principalmente por el aporte de leche de bovino, y carne de ave y bovino.

En la Figura 1, se puede apreciar que la leche aporta un volumen importante en lo que a la producción pecuaria se refiere.

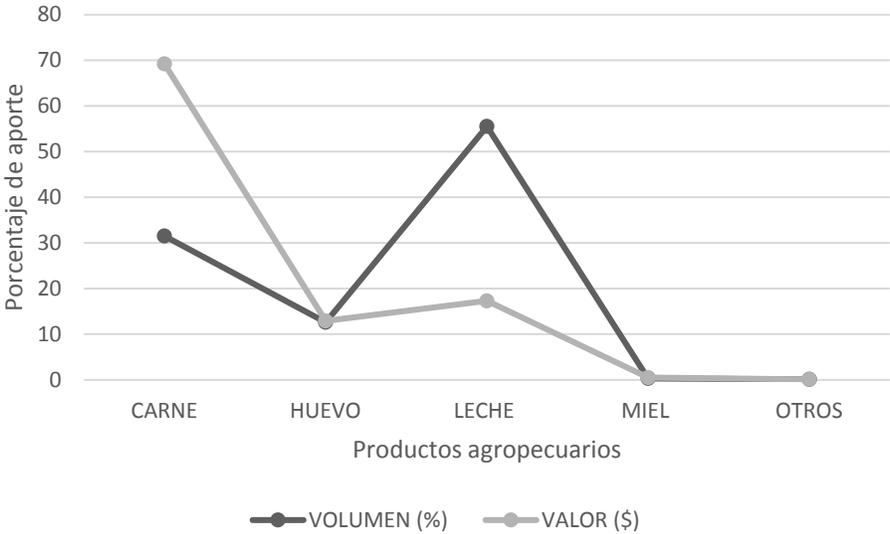


Figura 1. Aporte por grupo al volumen y valor nacional de la producción pecuaria en el año 2021.

El mismo autor muestra las expectativas previstas de la leche para el año 2022, las cuales indican para el volumen de producción una variación de 2.3% con respecto al 2021. Es decir, se calcula que alcanzará los 13,530,114 toneladas, siendo Jalisco el mayor productor a nivel nacional con 2,851,187 millones del volumen total previsto, seguido en orden de importancia de Coahuila, Durango y Chihuahua. Martínez Castro *et al.*, (2012), señaló que la leche de ganado bovino es considerada un alimento de canasta básica, dada su importancia en la alimentación para la población infantil, principalmente. Es por esa situación que adquiere el carácter de producto prioritario; tal condición ha dado pie al desarrollo de este sector productivo en México.

Aunque dicha afirmación suena alentadora, la producción que se tiene dentro del país no ha logrado satisfacer la demanda nacional. Esta situación ha llevado al país a depender de las importaciones de tal producto, lo cual lo vuelve ineficiente

Por otro lado, Loera (2017) mencionó que la brecha entre la oferta y la demanda de leche es muy significativa, por lo que México ha tenido el puesto número uno como importador de leche en polvo a nivel mundial.

El mismo autor mencionó que México es uno de los principales productores de leche en el mundo, se destacó que de dos a tres de cada 100 litros son producidos en el país, colocándolo en el lugar número 16 en producción de dicho producto.

También indicó que en México la producción lechera está muy diversificada, no existen patrones en las producciones, ya que es un país que posee una gran

diversidad de climas, relieves e incluso culturas, y por ende las condiciones como los sistemas, los fines productivos, la alimentación, y tecnología utilizada, se ve adaptada en cada sitio de producción. Es por ello por lo que existen cuatro formas de clasificar los tipos de producción de manera general: especializado, semi-especializado, doble propósito y familiar.

2.3. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE

2.3.1. Sistemas lecheros en estabulación

Sistema caracterizado por contar con alojamientos conformados por corrales abiertos, con una cama de tierra, un área de sombra bien definida, comederos y bebederos de concreto dispuestos de forma lineal (Vitela *et al.*, 2005).

2.3.2. Sistemas de leche en semiestabulación

Los llamados sistemas semiestabulados se caracterizan por tener un tamaño mediano en cuestión de superficie y del hato. Existe un mayor recurso en asistencia técnica y mano de obra, tienen dependencia a los insumos externos y sus ingresos suelen ser por la venta de becerros y machos engordados (García-Martínez *et al.*, 2015)

2.3.3. Sistemas lecheros doble propósito

Este tipo de sistemas es llevado a cabo en el trópico del país, con vacas cruzadas. Una particularidad sobresaliente de este tipo de sistema es la flexibilidad en cuanto su función zootécnica, debido a que son capaces de producir la leche y carne. Se

dice que estos sistemas contribuyen con alrededor de un tercio de la leche consumida en México (Martínez- Castro *et al.*, 2012).

Según Juárez-Barrientos (2015), los sistemas lecheros doble propósito se consideran como ecosistemas manipulados por el productor, en donde se maneja el bovino a través de una administración bien establecida de todos los componentes que le rodean, como los pastizales, la tecnificación de su manejo, con el objetivo de producir leche y carne en el mismo hato y de esta manera aumentar los ingresos. El autor indica que este tipo de sistemas deben ser adaptados a las condiciones del clima y del entorno, los usos y costumbres ya que cada uno de estos influye en la adopción de nuevas tecnologías.

2.3.4. Sistemas lecheros en pequeña escala o familiar

El sistema familiar o de pequeña escala en México, se caracteriza por ubicarse en la región templada del altiplano, se llama de pequeña escala debido a su bajo número de animales, menos de 100. Se posee tecnología baja en la mayoría de los casos y suele ser para el autoempleo. Este sistema tiene una contribución del 10% en la producción nacional. Tiene un peso importante debido al gran número de pequeños productores que trabajan bajo este enfoque (Salas-Pérez *et al.*, 2017).

Los sistemas lecheros a pequeña escala se definen como aquellas unidades productivas establecidas en pequeñas extensiones de tierra, son sistemas familiares donde la venta de la leche representa un ingreso importante para la

manutención; tienen no más de 20 vacas, y la mano de obra suele ser familiar (Espinoza-Ortega *et al.*, 2005).

Los sistemas tradicionales son los que cuentan con una menor disponibilidad de tierra y mano calificada, aunque en estos se tiene una menor dependencia a los insumos externos (García-Martínez *et al.*, 2015)

2.4. ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN PARA GANADO LECHERO

Reyes *et al.* (2013) sugirió que, en cuestión de la producción lechera, como en cualquier sistema pecuario, la ingesta voluntaria alimentos es el aspecto de mayor importancia para la expresión de la capacidad productiva del animal.

Ellos mismos apuntaron que, en los trópicos, los sistemas de producción lecheros tienen como base la alimentación con pastos, arbusto y árboles, los cuales, por factores del clima, pueden verse afectados en el rendimiento y producción y causar alteraciones en el comportamiento alimenticio de los animales.

En la investigación realizada por Mejía-Haro (2002), mencionaron que se han establecido cuatro aspectos imprescindibles a la hora de tomar decisiones sobre nutrición del ganado: los requerimientos nutritivos del animal para su correcto desarrollo y producción, el contenido nutricional de los alimentos a ofrecer, la digestibilidad de estos y la cantidad consumida.

Mientras que García-López (2010), cuyo propósito era explotar el mayor rendimiento de los suplementos suministrados, resaltó la importancia del aprovechamiento óptimo de los pastos. De forma que reiteraron que en aquellos

países cuyo clima es considerado del tipo tropical a templado, los pastos son fundamentales en la planificación de las estrategias de alimentación. Sin embargo, Riquelme *et al.* (2008), resaltaron que, aunque es uno de los sistemas de alimentación más utilizados, el pastoreo como estrategia alimenticia podría ser considerado desventajoso desde el punto de vista de la nutrición, ya que existe un bajo consumo de materia seca y de energía metabolizable y en algunas ocasiones de proteína, lo que provoca una reducción en el potencial para la producción lechera.

Al respecto, Martínez *et al.* (2001) indicaron que exponer al ganado por periodos prolongados a forraje de mala calidad y sin una apropiada suplementación puede provocar alteraciones en el correcto funcionamiento de la glándula tiroides, lo cual, a su vez, dependiendo del grado de alteración, puede provocar disminución en la producción de la leche, problemas reproductivos o pérdida de peso y condición corporal.

Zepeda-Cancino *et al.* (2016) indicó que, en México, principalmente en las regiones del trópico, el sistema de alimentación más utilizado es el pastoreo extensivo, debido a su bajo costo y aunque esto sea verdad, la realidad es que este sistema, dependiendo de las condiciones, puede presentar más desventajas que ventajas y por citar alguna, se tiene que bajo este enfoque existe una importante degradación de las pasturas. Esta situación reduce drásticamente la productividad y rentabilidad del mismo sistema, ya que se aumentan los costos por la compra de insumos externos, principalmente concentrados para la alimentación del ganado. Por otra

parte, el sistema ha provocado una expansión de la producción ganadera, lo cual se traduce en una mayor y constante deforestación de los bosques y en una importante disminución de los servicios ambientales. Por otra parte, Riquelme *et al.* (2008), indicaron que existen diversos factores que afectan el comportamiento al pastoreo y consumo de concentrados. De tal manera que el efecto substitutivo de pradera a concentrado, se debe a factores o características del animal que es alimentado, variaciones en la producción de la pradera que se tiene y la calidad del alimento concentrado que se suministra.

2.5. SISTEMAS SILVOPASTORILES PARA PRODUCCIÓN DE LECHE

2.5.1. La agroforestería como alternativa para la producción de leche

Flores-Cardos (2018) define a la agroforestería como la combinación multidisciplinaria de métodos ecológicamente realizables, en las cuales se fomenta el uso de árboles y arbustos nativos o introducidos, cultivos y animales de manera que coexistan en un mismo ecosistema, lo cual garantice en un plazo dado una productividad conveniente

Los árboles de uso múltiple son aquellos que además de todas las bondades que ofrece un árbol normal, también ayuda a la fijación de nitrógeno a través de microorganismos simbióticos que se encuentran en sus raíces, y sirve como forraje para el consumo de los animales. Estos árboles son cultivados de manera premeditada, son manejados para conveniencia del sistema en el que se tenga. El autor menciona que suelen ser de crecimiento rápido, y los tres más conocidos son: *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Erythrina spp* (Musálem, 2002).

La FAO (2022a) define la agroforestería como un sistema de manejo dinámico y ecológico de todos los elementos y recursos que se tienen en determinado ecosistema, en los cuales se busca diversificar y mejorar la producción a través de la unificación de los árboles con el resto de elementos como lo son los cultivos y animales, todo con el objetivo de mejorar los aspectos económicos, sociales y ambientales.

Este tipo de sistemas han sido implementados a lo largo de todo el mundo y aunque el principio es el mismo, estos se van adaptando a las necesidades y condiciones que se tienen en cada sitio.

La FAO (2022d) resalta la importancia de los sistemas agroforestales, haciendo énfasis en los beneficios que estos proveen al aumento de la biodiversidad animal y vegetal. Se enumeran las categorías en la clasificación de los sistemas agroforestales con componente pecuario:

1. Pastoreo en bosques naturales
2. Pastoreo en plantaciones forestales para madera
3. Pastoreo en huertos
4. Pastoreo en plantaciones de árboles con fines industriales
5. Praderas con árboles o arbustos forrajeros en las praderas.
6. Sistemas integrados mixtos con árboles forrajeros o multipropósito para corte.
7. Sistemas agroforestales especializados para la producción animal intensiva

Este último se basa en el aumento en la producción animal con la menor dependencia de insumos externos, esto con la ayuda de la producción de forrajes de alto valor nutricional en conjunto con plantas leguminosas, con los cuales se reduce o elimina el consumo de alimentos concentrados, sin afectar la producción lechera y su calidad.

2.5.1.1. Sistemas silvopastoriles

Sánchez *et al.*, (2006), mencionó que, dada la situación del desarrollo agropecuario en México, se ha recurrido a la búsqueda de mejores alternativas en los sistemas alimentarios del ganado, estos de preferencia a base de pastizales, los cuales satisfagan todas las exigencias nutricionales, esto a partir de sus propias habilidades nutritivas.

Una de estas alternativas son los conocidos sistemas silvopastoriles, ya que son una excelente opción para una producción sustentable, sin mencionar que promueven la preservación del entorno y sus organismos, que también resultan en beneficio de la producción.

Los rumiantes, por las características distintivas en su tracto digestivo, principalmente el rumen, el preestómago más importante, debido a que, por su carácter fermentativo, les permite aprovechar alimentos que otros animales no pueden, son considerados de suma importancia para la alimentación del hombre

Sin embargo, bajo los sistemas convencionales de producción de bovinos, en donde predominaba el uso de monocultivos, se veía la necesidad de proveer al animal con

una cantidad considerable de suplementos para compensar la poca disponibilidad del forraje o en su defecto, la baja calidad de este.

Es por eso, entre otras circunstancias, que se planteó la utilización de los sistemas silvopastoriles, los cuales buscan la alimentación del ganado basado en pastizales, bajo un enfoque de beneficio mutuo (Sánchez *et al.*, 2006).

Por ejemplo, Casermeiro *et al.*, (2008) indicaron que un sistema silvopastoril (SSp) manejado adecuadamente, brinda un sinnúmero de bondades en lo que a productividad se refiere, brindando un ambiente de comodidad no solo para el animal, sino para los pastos y el suelo trabajado, lo cual se ve reflejado directamente en la calidad de los productos obtenidos de manera constante.

Los SSp son una excelente opción para la ganadería sustentable. Zepeda Cancino *et al.*, (2016), indicaron que estos sistemas tienen como base la interacción de plantas leñosas perennes como lo son los árboles y arbustos, leguminosas herbáceas y pastos en general, los cuales se disponen en diferentes acomodados y sedimentos para una alimentación completa al ganado bovino.

También se indicó que tipo de sistemas tiene un sinnúmero de efectos positivos dentro de la producción, como el evidente aumento en la producción, en este caso, de leche, una importante disminución de la adquisición de materias externas, las hectáreas resisten una mayor carga animal, reforestación, el amaine de gases de efecto invernadero, una mengua en el desgaste del suelo y el restablecimiento de la vegetación y animales nativos.

2.5.2.3 Importancia económica de la producción de leche en sistemas silvopastoriles

Un SSp le brinda a los productores y ganaderos una producción lechera de calidad sin necesidad de asumir costos por la implantación y el mantenimiento de los pastizales, a diferencia de una producción lechera convencional que se desenvuelve sobre praderas cultivadas. Entre ambos sistemas no existen diferencias significativas en lo que a cantidad y calidad se refiere, lo cual evidencia aún más sus ventajas (Casermeiro *et al.*, 2008).

Un estudio realizado por Milera (2013), concluyó que los sistemas manejados bajo la asociación de especies garantizan un aumento en la biodiversidad, logran adquirir el carácter de autosuficientes, son reguladores de la energía solar, lo cual salvaguarda la temperatura y humedad del sistema, ayudan a disminuir el desgaste de los suelos y mejoran su vida, lo cual asegura su preservación a pesar de las incidencias del clima.

El autor mencionó que los SSp además favorecen la presencia y desarrollo de especies de diferentes especies de insectos debido al desarrollo de microclimas dentro del sistema, lo cual resulta benéfico para el mismo. La estructura de este tipo de sistemas, implica el uso de plantas arbóreas, las cuales poseen un alto valor nutricional para el animal, por lo tanto, ayudan al incremento de la digestibilidad, lo cual disminuye la producción de gas metano dentro del rumen. Esto puede verse reflejado en la mitigación de las incidencias climáticas.

A pesar de todo lo anteriormente mencionado, sigue habiendo una resistencia a la adopción de estos sistemas, esto debido principalmente a la escases y falta de acceso a la capacitación y asistencia técnica, y el bajo capital para el establecimiento de estos (Zepeda-Cancino *et al.*, 2016).

La FAO (2022) establece que los sistemas silvopastoriles aportan una gran diversidad de beneficios económicos, socioculturales y ambientales, especialmente a aquellos productores de talle pequeño ya que suministra productos y servicios diversos en superficies de tierra establecidos.

III. JUSTIFICACIÓN

A lo largo de los años, la industria lechera ha buscado mejorar la productividad y calidad de la leche. Sin embargo, aunque aspectos como la genética afectan de manera directa esta condición, la alimentación del ganado es un factor que impacta la producción lechera de manera significativa, provocando que existan diferencias productivas entre vacas con las mismas características o entre razas. Demostrar estas diferencias y evaluar el impacto de cada una de ellas ayudará a la toma de decisiones para mejorar el manejo, la alimentación, la producción y el rendimiento por vaca, considerando las condiciones del medio en el que se desarrollan los hatos lecheros. La alimentación de la mano con la nutrición son la base para el desarrollo óptimo de la producción, conocer el aporte que ofrecen los alimentos utilizados y determinar la mejor estrategia de alimentación. Asimismo, adaptarlas a las condiciones de cada tipo de unidad de producción para obtener el máximo beneficio y desarrollar información para medir la eficiencia de estas. Desde esta perspectiva, los sistemas agrosilvopastoriles se postulan como una alternativa para mejorar la dieta del ganado, a partir de pastos silvestres, arbustos y árboles; a la vez que se mejoran el ambiente donde se desarrolla la actividad.

IV. HIPÓTESIS

Las estrategias de alimentación para ganado lechero en sistemas agrosilvopastoriles, se establecen en función de los insumos disponibles en la propia unidad de producción e insumos externos.

V. OBJETIVOS

5.1. General

Caracterizar las diferentes estrategias de alimentación en ganado bovino lechero en un sistema de doble propósito en trópico seco, bajo un sistema de manejo de agrosilvopastoreo.

5.2. Particulares

Caracterizar estrategias de alimentación en sistemas de producción ganado de doble propósito en sistemas agrosilvopastoriles.

Valorar la pertinencia de utilización de estrategias de alimentación bajo un sistema ASP.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Área de estudio

El estudio tendrá parte en los municipios de Tejupilco, Amatepec, Tlatlaya y Zacazonapan, los cuales se encuentran localizados en la región sur del estado de México, ubicada en el subtrópico mexicano, entre las coordenadas 18° 21´ y 19° 34´ latitud norte y 99° 16´ y 100° 36´ longitud oeste. En dicha región el mes más caluroso se hace presente antes del solsticio de verano. Las temperaturas más altas se han registrado en los municipios de Tlatlaya y Amatepec, las cuales fluctúan entre 23.5°C y 25°C. Con respecto a Tejupilco y Zacazonapan la temperatura varía de 18.5°C a 23.5°C. La precipitación media anual mayor en la región se da en los municipios de Amatepec y Tlatlaya (1,450 mm). Durante la época de lluvias se presentan granizadas generalmente (Juan-Pérez, 2013).

Piedra-Matías Rocío (2014) mencionó que se tienen climas comprendidos del cálido al tropical subhúmedo y templado subtropical con lluvias en verano generalmente. El sur del Estado de México es considerado una zona altamente ganadera, con topografía accidentada y suelos pobres que escasean de riego, se tiene la presencia de pastizales naturales y paraderas introducidas e inducidas, cuyo manejo y restauración suele ser imperceptible.

Existen dos tipos de actividades principales bien marcadas que son agricultura y ganadería, siendo esta última enfocada a los sistemas de doble propósito.

6.2. Metodología

Muestra, obtención de información y análisis de información:
La información se obtuvo a partir de seguimientos técnico-económicos entre 2008 y 2022 de 213 UP (unidades de producción) de doble propósito (DP) de Amatepec (50), Tejupilco (55), Tlatlaya (61) y Zacazonapan (47), estado de México. La obtención de la muestra se realizó aleatoriamente de acuerdo con las indicaciones de Hernández-Sampieri *et al.* (2004), considerando las UP registradas en los censos ganaderos de sur del estado de México, que fueron proporcionados por las asociaciones ganaderas locales. La información se analizó mediante estadística descriptiva.

VII. RESULTADOS

7. 1. Carta de envió del manuscrito

18/9/23, 11:10

Correo: Anastacio Garcia Martinez - Outlook

[TSA] Envío recibido

Carlos A. SANDOVAL-CASTRO <revistaccba_boletines@correo.uady.mx>

Lun 18/09/2023 11:09

Para: Anastacio Garcia Martinez <agarciam@uaemex.mx>

Tropical and Subtropical Agroecosystems

ANASTACIO GARCÍA MARTÍNEZ:

Gracias por enviarnos su manuscrito "CARACTERIZACIÓN DE ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE GANADO LECHERO EN SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES EN TRÓPICO SECO" a Tropical and Subtropical Agroecosystems. Gracias al sistema de gestión de revistas online que usamos podrá seguir su progreso a través del proceso editorial identificándose en el sitio web de la revista:

URL del manuscrito:

<https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/author/submission/5164>

Nombre de usuario/o: agm

Si tiene cualquier pregunta no dude en contactar con nosotros/as. Gracias por tener en cuenta esta revista para difundir su trabajo.

Carlos A. SANDOVAL-CASTRO

Tropical and Subtropical Agroecosystems

Tropical and Subtropical Agroecosystems

<http://www.veterinaria.uady.mx/ojs/index.php/TSA>

7.2. Artículo enviado

CARACTERIZACIÓN DE ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE GANADO LECHERO EN SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES EN TRÓPICO SECO

CHARACTERIZATION OF FEEDING STRATEGIES IN DAIRY COWS PRODUCTION UNITS IN AGROSILVOPASTORILE SYSTEMS IN THE DRY TROPIC

Cynthia Angélica Aguirre-Sánchez, Benito Albarrán-Portillo y Anastacio García-Martínez*.
Centro Universitario UAEM Temascaltepec. Carretera Toluca-Tejupilco. km 67.5 Barrio de Santiago. C. P. 51300. Temascaltepec de González. Estado de México, México. Tel. 7162665138/2665171.
caas.dance@gmail.com, balbarranp@gmail.com, *Corresponding author: angama.agm@gmail.com.

ABSTRACT

Background: The south of the State of Mexico stands out for its livestock character and milk production. However, a fundamental point in these areas is the feeding of livestock, which represents the highest production cost and the seasonal production of forage. In this sense, the relevance of using feeding strategies is determined by agroclimatic conditions. **Objective:** characterize feeding strategies in dairy cattle production units in agrosilvopastoral systems in the dry tropics. **Methodology:** The information obtained on feeding strategies was carried out from technical-economic monitoring between 2008 and 2022 of 213 dual-purpose production units in Amatepec, Tejupilco, Tlatlaya and Zacazonapan, State of Mexico and was analyzed using descriptive statistics. **Results:** Six feeding strategies were identified: correctors-stones, correctors-salts, grazing in grasslands, pastures for grazing, grazing in cut meadows and silage. Of the strategies identified, the grassland grazing strategy stood out, which had the greatest number of possible combinations and was present in 86% of the production units. The least recurrent combinations were those involving external inputs. 21% of the production units fattened cattle. **Implications:** The work allowed to identify feeding strategies in PU in the dry tropics, as well as those factors that favor or limit them. **Conclusion:** grassland grazing was the dominant strategy and its related with the greater availability of these surfaces. Pasture grazing is of minor importance, as is the use of nutritional correctors and silage.

Keywords: *characterization, feeding, forage, silage, nutritional complements, cattle.*

RESUMEN

Antecedentes: El sur del Estado de México destaca por su carácter ganadero y la producción de leche. Sin embargo, un punto fundamental en estas zonas es la alimentación del ganado que supone el mayor costo de producción y la producción estacional de forraje. En este sentido, la pertinencia de utilizar estrategias de alimentación está determinada por las condiciones agroclimáticas. **Objetivo:** caracterizar las estrategias de alimentación en unidades de producción de ganado lechero en sistemas agrosilvopastoriles en trópico seco. **Metodología:** La información obtenida sobre las estrategias de alimentación, se realizó a partir de seguimientos técnico-económicos entre 2008 y 2022 de 213 unidades de producción de doble propósito de Amatepec, Tejupilco, Tlatlaya y Zacazonapan, Estado de México y se analizó mediante estadística descriptiva. **Resultados:** Se identificaron seis estrategias de alimentación: correctores-piedras, correctores-sales, pastoreo en pastizales, praderas para pastoreo, pastoreo en praderas de corte y ensilado. De las estrategias identificadas, sobresalió la estrategia del pastoreo en pastizales, misma que tuvo el mayor número de combinaciones posibles y presente en 86% de las unidades de producción. Las combinaciones menos recurrentes fueron las que involucran insumos externos. 21% de las unidades de producción engordó ganado. **Implicaciones:** El trabajo permitió identificar las estrategias de alimentación en UP en trópico seco, así como aquellos factores que las favorecen o las limitan. **Conclusión:** el pastoreo de pastizales fue la estrategia dominante y coincide con la mayor disponibilidad de estas superficies. El pastoreo de praderas es de menor importancia, así como el uso de correctores nutricionales y ensilados.

Palabras clave: *caracterización, alimentación, forrajes, ensilados, complementos nutricionales, bovinos.*

INTRODUCCIÓN

Alrededor de 150 millones de familias en el mundo, perciben ingresos de la venta de leche. Esta producción genera ingresos que fortalecen la economía rural y favorece a la seguridad alimentaria (FAO, 2023). Dada esta importancia de la leche como alimento para la población, se han propiciado cambios importantes en los procesos de producción, desde la mejora genética de razas lecheras, estrategias producción para obtener el máximo beneficio y la alimentación que suponen más de 80% del costo total de producción (Salas-Reyes *et al.*, 2015). Desde esta perspectiva, la dieta del ganado debe tener una correcta formulación y aportar los nutrientes

necesarios para cubrir los requerimientos de la vaca en las diferentes etapas fisiológicas y de producción. Además, se deben considerar factores propios del animal como su capacidad de aprovechar los nutrientes que consume y transformarlos en leche, asimismo factores ajenos a la vaca como la calidad del forraje y de los balanceados comerciales (Copa- Antonio, 2010). La producción de leche en México, de acuerdo con Martínez Castro *et al.* (2012), presenta características diversificadas, debido al clima, al relieve, pero sobre todo por las estrategias de alimentación del ganado y de la tecnología utilizada, haciéndose notar cuatro tipos de producción: especializado, semi-especializado, doble propósito y familiar. En función de lo anterior, se espera que para el ciclo de producción 2023, el total nacional supere 13,343 millones de litros, de los cuales, 46.4% se producirá en los estados de Jalisco, Coahuila, Durango y Chihuahua. Solo 15% se producirá en los trópicos secos y húmedo y 3.7% en el estado de México, siendo los distritos de Valle de Bravo y de Tejupilco, los que mayor aporte registraron en el sur del estado (SIAP, 2023). Reyes *et al.* (2013) indicaron que, en el trópico seco del estado de México, se produce leche a través de la alimentación del ganado con pastos, arbustos y árboles forrajeros, aunque por efectos del clima, la producción y rendimiento del forraje puede limitarse, afectar la alimentación del ganado y propiciar la utilización de balanceados comerciales (García-Martínez, 2017). Por otra parte Mejía-Haro (2002), mencionaron que el aprovechamiento de los alimentos por el ganado, depende de sus necesidades nutricionales, del contenido nutricional, digestibilidad de alimento y cantidad consumida y García-López (2010), resaltó la importancia del aprovechamiento de los pastos, fundamentales en la planificación de las estrategias de alimentación en zonas tropicales y templadas, si y solo si se hace una planificación de consumo adecuada, de lo contrario el aporte de nutrientes es limitado por el bajo consumo de materia seca y de energía metabolizable y en algunas ocasiones de PC, lo que provoca una reducción en la producción de leche (Riquelme *et al.*, 2008). La alimentación de la mano con la nutrición son la base para el desarrollo óptimo de la producción y para obtener el máximo beneficio económico. Desde esta perspectiva, los sistemas agro y silvopastoriles se postulan como una alternativa para mejorar la dieta del ganado y la producción de leche, a la vez que mejoran el ambiente en el que se desarrollan (Vences-Pérez *et al.*, 2015), o una opción para la producción sustentable y la preservación del entorno (Sánchez *et al.*, 2006) y de la flora y la fauna involucrada (Ayllón-Cordero, 2021) y, son sistemas en los que se aprovecha directamente el forraje mediante pastoreo, los animales cumplen con sus requerimientos nutricionales (Sánchez *et al.*, 2006) y se reducen los costos de producción como lo han indicado Nájera-Garduño *et al.* (2016). En este tenor, el objetivo del trabajo fue caracterizar las estrategias de alimentación en unidades de producción de ganado lechero en sistemas agrosilvopastoriles en trópico seco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en cuatro municipios del sur del estado de México, Amatepec, Tejupilco, Tlatlaya y Zacazonapan, ubicados en el subtrópico mexicano, entre las coordenadas 18° 21' y 19° 34' N y 99° 16' y 100° 36' O y se localizan a entre 1,300 (Amatepec y Tejupilco) y 1850 msnm (Amatepec y Tlatlaya). Las temperaturas más altas (23.5° y 25°C) se registran en los municipios de Tlatlaya y Amatepec, mientras que en Tejupilco y Zacazonapan la temperatura varía de 18.5°C a 23.5°C. La precipitación anual en la región promedia 1,450 mm. Estos municipios son considerados ganaderos, con topografía accidentada y presencia de pastizales naturales y paraderas introducidas e inducidas (GEM, 2023).

Muestra y obtención y análisis de información

La información se obtuvo a partir de seguimientos técnico-económicos entre 2008 y 2022 de 213 UP (unidades de producción) de doble propósito (DP) de Amatepec (50), Tejupilco (55), Tlatlaya (61) y Zacazonapan (47). La muestra de UP se realizó aleatoriamente de acuerdo con las indicaciones de Hernández-Sampieri *et al.* (2004), considerando las UP registradas en los censos ganaderos de sur del estado de México, que fueron proporcionados por las asociaciones ganaderas locales. La información obtenida sobre las estrategias de alimentación se analizó mediante estadística descriptiva. Las estrategias de alimentación identificadas se analizaron mediante la nomenclatura que se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Nomenclatura de las estrategias de alimentación identificadas en UP de DP

Tipo de animal	Nombre	Abreviatura
Vacas	Pastoreo en monte alto	Pp
	Pastoreo en monte medio	Pi
	Praderas de siega	Ps
	Pastizales de diente	Pd
	Estabulación	E
	Heno	H
	Ensilado	S
	Paja	Pj
	Balanceado comercial	Po
	Balanceado comercial pre/post parto	Ppp
	Correctores	C
	Piedras minerales	Pa
	Sal doméstica	Sa
Sales especiales	Es	
Engorda de terneros	Paja	Up
	Heno	Uh
	Cereales	Uc
	Balanceado comerciales	Ui

RESULTADOS

Características estructurales de las UP

Las principales características estructurales de las UP se muestran en el Cuadro 2. Destacan los municipios de Zacazonapan y Tlatlaya con el mayor número de vacas y superficie. En general, más de 76% de la superficie son pastizales para pastoreo del ganado que se divide en varios lotes, de acuerdo con su estado fisiológico o de producción. Zacazonapan, se caracteriza por la presencia de superficies improductivas.

Cuadro 2. Estructura de las unidades de producción del sur del estado de México.

Variable	Amatepec	Tejupilco	Tlatlaya	Zacazonapan	Total	EEM
Número de productores	50	55	61	47	213	-
Lotes de animales	1.52	1.13	1.26	1.23	1.28	0.04
Número de vacas	19.40	12.84	24.03	25.23	20.32	1.28
Superficie total	58.38	22.88	80.46	72.95	58.75	6.47
Huerta	0.45	0.09	0.04	0.15	0.17	0.04
Maíz	3.76	2.98	5.57	12.29	5.96	0.56
Praderas pastoreo	0.00	1.25	1.47	3.04	1.42	0.40
Praderas de corte	0.00	0.15	0.01	0.00	0.04	0.02
Pastizal para pastoreo	54.13	18.41	65.06	41.34	45.21	8.21
Monte alto	0.04	0.00	8.32	2.06	2.85	1.37
Improductivo	0.00	0.00	0.00	14.06	3.10	1.08

Uso y aprovechamiento de superficies

El uso y aprovechamiento de superficies, se muestra en el Cuadro 3 y se observa que 98% de los productores, utiliza principalmente las superficies con pastizal para la alimentación del ganado. Por otra parte, Tlatlaya destaca por que utilizan superficies de monte para el pastoreo del ganado. Asimismo, se observó que un elevado porcentaje de productores estabula ganado. Aunque es importante también el porcentaje de ganaderos que no realiza esta actividad, sobre todo en Amatepec y Zacazonapan.

Cuadro 3. Distribución de sitios en las unidades de producción (%)

Variable	Amatepec	Tejupilco	Tlatlaya	Zacazonapan	Total	EEM
Pastoreo en monte alto	0.00	0.00	3.28	4.26	1.88	0.93
Pastoreo monte intermedio	10.00	1.82	26.23	0.00	10.33	2.09
Praderas de corte	2.00	3.64	0.00	0.00	1.41	0.81
Pastizal para pastoreo	100.00	100.00	100.00	93.62	98.59	0.81
Estabulación	52.00	61.82	90.16	51.06	65.26	3.27

En función de lo anterior, en la Figura 1 se muestra el tiempo de permanencia del ganado en las diferentes superficies, de forma que más de 260 días en promedio, el ganado permanece en pastizales para pastoreo. Mientas que el tiempo de permanencia en otras superficies es considerablemente menor. El periodo de estabulación promedia 86 días, aunque este tiempo es mayor en los municipios de Tejupilco y Tlatlaya. El patrón es muy similar en los cuatro municipios y coincide con el pastoreo en época de lluvias y estabulación durante el periodo de estiaje.

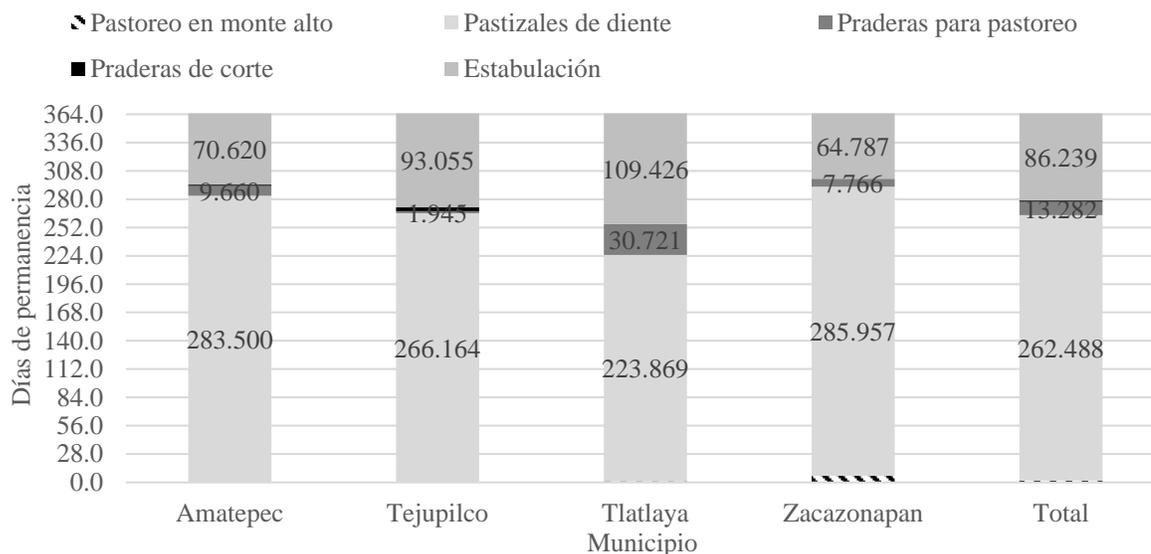


Figura 1. Días de permanencia en pastoreo y estabulación

La fertilización de las superficies o cultivos disponibles se realiza en promedio en 79% de la UP y se caracteriza la utilización de urea, principalmente en Amatepec y Zacazonapan (Cuadro 4) aunque también se observaron combinaciones de urea y potasio, tierra o dos materias en menor proporción (solo 10% de los productores). Tlatlaya es el municipio en el que mayor cantidad de agroquímicos se utiliza, seguido de Zacazonapan. En estos mismos municipios se hace el mayor gasto por compra de estos insumos.

Cuadro 4. Agroquímicos utilizados para la fertilización de superficies (proporción de productores)

Variable	Amatepec	Tejupilco	Tlatlaya	Zacazonapan	Total	EEM
Utilizan agroquímicos	90.00	81.82	88.52	55.32	79.81	2.76
Urea	52.00	29.09	9.84	38.30	30.99	3.18
Más de dos agroquímicos	80.00	47.27	31.15	46.81	50.23	3.43
Cantidad (kg)	2,055.00	1,609.27	3,307.41	2,893.62	2,483.62	332.53
Costo total*	26.72	20.92	43.00	37.62	32.29	4.32

*El consto total, se expresa en miles de pesos (.000).

En relación con los insumos para alimentar a las vacas (Cuadro 5), se observa mayor utilización de heno y paja en Tejupilco y Tlatlaya, concentrado en Tlatlaya y Zacazonapan, mientas que en 79% de la UP se utiliza correctores en la dieta del ganado, principalmente sal de cocina. En costo promedio por vaca en un ciclo productivo por concepto de insumos externos promedia los \$4,800.00, aunque este gasto es mayor en Tlatlaya y Zacazonapan.

Cuadro 5. Alimentos utilizados en las unidades de producción (proporción de productores que los utilizan)

Variable	Amatepec	Tejupilco	Tlatlaya	Zacazonapan	Total	EEM
Heno	4.00	21.82	31.15	6.38	16.90	2.57
Ensilado	2.00	3.64	19.67	0.00	7.04	1.76
Paja	12.00	14.55	22.95	4.26	14.08	2.39
Concentrado	10.00	36.36	81.97	46.81	45.54	4.44
Correctores	62.00	81.82	96.72	74.47	79.81	2.76
Piedras nutricionales	0.00	36.36	26.23	8.51	18.78	2.68
Sal de cocina	62.00	54.55	88.52	68.09	69.01	3.18
Sales comerciales	0.04	0.02	0.31	0.13	0.13	0.02
Costo de alimentación/vaca ^{-1*}	3.59	7.11	2.92	5.62	4.81	2.95

*El costo de alimentación se expresa en miles de pesos (.000).

En relación con la engorda de ganado (Cuadro 6), se observa un importante porcentaje de productores que realizan esta actividad, principalmente en Zacazonapan, municipio caracterizado por la producción de leche y engorda de becerros. En el caso, de los otros municipios, los becerros se venden al destete y son engordados en zonas de acopio o en el valle de Toluca. La engorda se realiza principalmente con concentrados comerciales, principalmente en Zacazonapan, aunque los insumos de la misma UP también son importantes para esta actividad.

Cuadro 6. Insumos utilizados para la engorda de animales (proporción de productores)

Variable	Amatepec	Tejupilco	Tlatlaya	Zacazonapan	Total	EEM
Engorda de animales	14.00	16.36	13.11	46.81	21.60	2.83
Paja	10.00	11.11	8.20	25.53	13.21	2.33
Heno	6.00	1.82	6.56	6.38	5.16	1.52
Cereales	0.00	7.27	0.00	34.04	9.39	2.00
Balanceados comerciales	12.00	16.36	11.48	46.81	20.66	2.78
Alimentos comprados y propios	12.00	12.73	9.84	27.66	15.02	2.45
Solo alimentos comprados	2.00	1.82	3.28	19.15	6.10	1.64
Solo alimentos propios	0.00	1.82	0.00	4.26	1.41	0.81

Finalmente, en relación con las estrategias de alimentación y en función de la nomenclatura del Cuadro 1, se identificaron 14 insumos para vacas y cuatro para la engorda de animales. De estos, se identificaron seis estrategias principales de acuerdo con el ingrediente o insumo principal y un total de 98 combinaciones, como se muestra en el Cuadro 7. El resumen se observa en el Cuadro 8, de forma que fue la estrategia 3 la que más se practica por los productores en los cuatro municipios. Sin embargo, es importante destacar que el ingrediente o insumo se puede encontrar en varias combinaciones, aunque en menor proporción u orden de importancia. Tal es el caso de las combinaciones en UP que engordan ganado, que de acuerdo con el Cuadro 6, son 46 UP las que practican esta actividad. Esta información se corrobora, en las combinaciones en las que se encuentran los insumos para la engorda.

Cuadro 7. Estrategias de alimentación identificadas en el sur del estado de México

Estrategia	Abreviatura	Amatepec	Tejupilco	Tlatlaya	Zacazonapan	Total
1	Cpa	0	1	0	0	1
2	CSCbUi	0	0	0	1	1
3	Pd	11	8	1	2	22
	PdCbUcUi	0	0	0	2	2
	PdCbUi	2	0	0	1	3
	PdCbUpUhUi	0	1	0	0	1
	PdCPa	0	5	0	0	5
	PdCPaCbUpUcUi	0	1	0	0	1
	PdCPaS	0	4	0	0	4
	PdCS	19	8	4	3	34
	PdCSCbUpUcUi	0	1	0	1	2
	PdCSCbUpUhUi	2	0	0	0	2
	PdCSCbUpUi	1	0	1	0	2
	PdCSE	2	0	0	0	2
	PdCSECbUpUcUi	0	0	0	1	1
	PdECS	0	1	0	1	2
	PdECSCbUi	0	0	0	1	1
	PdECSCbUpUcUi	0	1	0	0	1
	PdECSCbUpUhUcUi	0	0	0	1	1
	PdECSEs	0	0	0	1	1
	PdEHCEs	0	0	1	0	1
	PdEHCPaSa	0	0	1	0	1
	PdEHPjCPaSa	0	1	0	0	1
	PdEHPjCSa	0	1	0	0	1
	PdEHPjPo	0	0	1	0	1
	PdEHPjPoCEs	0	0	1	0	1
	PdEHPjPoCPaSa	0	1	0	0	1
	PdEHPjPoCSa	1	0	0	0	1
	PdEHPjPoCSCbUpUcUi	0	1	0	0	1
	PdEHPjPoCSCbUpUh	1	0	0	0	1
	PdEHPjPoPppCPaSaCbUpUhUi	0	0	1	0	1
	PdEHPo	0	1	0	0	1
	PdEHPoCPa	0	2	0	0	2
	PdEHPoCPaCbUpUhUcUi	0	0	0	1	1
	PdEHPoCPaSa	0	0	1	0	1
	PdEHPoCSa	0	1	1	1	3
	PdEHPoCSCbUi	0	1	0	0	1
	PdEHPoCSaEs	0	0	1	0	1
	PdEHPoCSaEsCbUhUi	0	0	1	0	1
	PdEHSCSaEsCbUpUi	0	1	0	0	1

Cuadro 7. Estrategias de alimentación identificadas en el sur del estado de México. Continuación.

Estrategia	Abreviatura	Amatepec	Tejupilco	Tlatlaya	Zacazonapan	Total
	PdEHSPoCSa	0	1	0	1	2
	PdEHSPoCSaEs	0	0	1	0	1
	PdEPjCPaSa	0	1	0	0	1
	PdEPjCSa	2	0	1	0	3
	PdEPjPo	0	0	0	1	1
	PdEPjPoCbUpUcUi	0	0	0	1	1
	PdEPjPoCEs	0	0	1	0	1
	PdEPjPoCPaSa	0	1	3	0	4
	PdEPjPoCSa	2	1	5	2	10
	PdEPjPoCSaCbUpUhUi	0	0	1	0	1
	PdEPjPoCSaEs	0	0	1	1	2
	PdEPo	0	0	0	1	1
	PdEPoCPa	0	1	1	0	2
	PdEPoCPaSa	0	0	1	1	2
	PdEPoCPaSaCbUi	0	0	1	0	1
	PdEPoCPaSaCbUpUcUi	0	0	0	1	1
	PdEPoCSa	0	3	4	2	9
	PdEPoCSaCbUcUi	0	0	0	1	1
	PdEPoCSaCbUi	0	1	0	1	2
	PdEPoCSaEs	0	0	2	2	4
	PdEPoPppCbUpUcUi	0	0	0	1	1
	PdEPoPppCSa	0	0	0	1	1
	PdEPoPppCSaCbUpUcUi	0	0	0	1	1
	PdESCPaSa	0	0	2	0	2
	PdESCSa	1	0	0	0	1
	PdESPoCPaCbUi	0	1	0	0	1
	PdESPoCPaSa	0	0	1	0	1
	PdESPoCSa	0	0	3	0	3
	PdESPoCSEs	0	0	2	0	2
	PdPjPoCSa	0	1	0	0	1
	PdPo	0	0	0	1	1
	PdPoCSa	0	1	0	1	2
	PdPoCSaUpUcUi	0	0	0	1	1
	PdPoPppCPaCbUpUcUi	0	0	0	1	1
	PdPoPppCSCbUi	0	0	0	1	1
	PdPoPppCSaEsUpUi	0	0	0	1	1
	PdPppSa	0	0	0	1	1
	PdSPjPoCSa	0	0	0	1	1
	PdSPoCSaCbUhUcUi	0	0	0	1	1
	PdUcUi	0	0	0	1	1
	Sumatoria	44	52	45	44	185

Cuadro 7. Estrategias de alimentación identificadas en el sur del estado de México. Continuación.

Estrategia	Abreviatura	Amatepec	Tejupilco	Tlatlaya	Zacazonapan	Total
4	PiPd	4	0	0	0	4
	PiPdEHPoCPa	0	1	0	0	1
	PiPdEHPoCPaSa	0	0	1	0	1
	PiPdEHPoCS	0	0	2	0	2
	PiPdEHPoCSEs	0	0	4	0	4
	PiPdEHSPoCPaSEs	0	0	1	0	1
	PiPdEHSPoPppCPaCbUpUhUi	0	0	1	0	1
	PiPdEPoCPaSEsCb	0	0	1	0	1
	PiPdEPoCSa	0	0	1	0	1
	PiPdEPoCSCbUi	0	0	1	0	1
	PiPdEPoCSaEs	0	0	2	0	2
	PiPdEPoCSUp	0	0	1	0	1
	PiPdESPoCSa	0	0	1	0	1
	PiPdPoCCbUpUi	1	0	0	0	1
	PiPoPppCSa	0	0	0	1	1
	Sumatoria	5	1	16	1	23
5	PsPd	1	0	0	0	1
	PsPdPoCPa	0	1	0	0	1
	Sumatoria	1	1	0	0	2
6	SCbUpUcUi	0	0	0	1	1
	Suma total	50	55	61	47	213

Cuadro 8. Estrategias de alimentación identificadas en UP de DP

	Amatepec	Tejupilco	Tlatlaya	Zacazonapan	Total
1. Correctores piedras	0	1	0	0	1
2. Correctores sales	0	0	0	1	1
3. Pastoreo en pastizales	44	52	45	44	185
4. Praderas para pastoreo	5	1	16	1	23
5. Pastoreo en praderas de corte	1	1	0	0	2
6. Ensilado	0	0	0	1	1
Total	50	55	61	47	213

DISCUSIÓN

En diversas investigaciones, se ha resaltado la importancia económica de la alimentación del ganado que supone entre el 50 y 80% del costo total y, la preocupación para planificar estrategias de alimentación que cumplan con los requerimientos nutricionales de los animales y con la economía de los ganaderos que las practican (Albarrán-Portillo *et al*, 2018; Castillo-Gómez y Macías-Martínez, 2022; Esparza-Jiménez *et al*, 2021; Salas-Reyes *et al*, 2019 y Salvador-Loreto *et al*; 2016). Además de mantener la salud, la producción y reproducción del ganado (Hazard, 2004). Otros trabajos han resaltado la importancia del uso y aprovechamiento de las superficies disponibles en las UP, de forma que pastos, arbustos y árboles han tomado una considerable importancia en la alimentación del ganado, aunque esta disponibilidad de forraje puede limitarse por periodos prolongados (entre seis y nueve meses) de sequía (García-Martínez *et al.*, 2015; Nájera Garduño *et al.*, 2016). Estas características,

resaltan de igual forma la gran diversidad de UP y estrategias de manejo y alimentación en las zonas de estudio como lo han indicado [García-Martínez et al. \(2017\)](#), marcadas por las características geográficas y agrometeorológicas que imperan en la zona, caracterizada por elevadas montañas, periodos de lluvia cortos y prolongados periodos de estiaje, que limitan considerablemente la producción de forrajes durante un ciclo productivo ([García-Martínez et al., 2015](#)). En este tenor, los productores estratégicamente utilizan agroquímicos, ya sea para fertilización de cultivos agrícolas, principalmente maíz o bien para alguna superficie de pradera cercana a las UP. La utilización de este tipo de productos es variada, aunque predomina el uso de urea y el gasto en estos productos puede incrementar considerablemente el costo de producción de leche o carne. Al respecto, [Vences-Pérez \(2018\)](#), indicó que con la utilización de insumos de la propia UP para fertilizar o alimentar al ganado, el costo por concepto de alimentación puede disminuir 27%. Mientras que [de la Peña et al. \(2022\)](#) indicaron que la producción ganadera bajo un sistema agroforestal mejora la gestión de la actividad y resulta en una disminución en el uso de agroquímicos. Estas características marcan la orientación de la producción de los municipios analizados. Tal es el caso de Zacazonapan que se caracteriza por la presencia de ganado lechero, la producción de queso y derivados ([Albarrán-Portillo et al., 20218](#)), con engorda de becerros que se producen en la misma UP. Amatepec, Tejupilco y Tlatlaya, se caracterizan por la presencia de vacas para pie de cría y que, por sus características topográficas más accidentadas, la orientación de la producción, se centra principalmente en la obtención de becerros para abasto, que son vendidos y engordados en centros de acopio o en zonas del valle de Toluca, como se mostró también en trabajo de [Nájera-Garduño et al. \(2016\)](#) y [García Martínez et al. \(2017\)](#), por lo tanto son considerados municipios con un manejo extensivo del ganado, por las grandes extensiones con pastizales que se destinan al pastoreo de las vacas y que como se observó en los resultados, es una de las principales estrategias de alimentación. Bajo este enfoque, se identificaron estrategias de alimentación para las vacas, diferenciadas a las utilizadas para la engorda de animales, principal característica del municipio de Zacazonapan. Con relación a la engorda de animales que resaltó en este estudio, se utilizan principalmente balanceados comerciales, como también se observó en el trabajo de [Esparza-Jiménez et al. \(2011\)](#), que bien pueden ser comprados o producidos y elaborados en la propia UP como lo indicaron [García-Martínez et al. \(2017\)](#). Mientras que [Salas-Reyes et al. \(2019\)](#) destacaron que, en UP con orientación a la producción de leche, la venta de este producto mantiene a la UP, mientras que la venta de becerros o carne al final de un año productivo es la ganancia neta. El pastoreo de pastizales resultó ser la estrategia de alimentación predominante y presente en más de 90% de la UP, que destinan en promedio 77% de la superficie para esta actividad, como lo ha citado [Albarrán-Portillo et al \(2018\)](#), quienes mencionaron además que estas zonas del sur del Estado de México basan sus estrategias de alimentación en el pastoreo extensivo. Mientras que [Vences-Pérez et al., \(2015\)](#) y [Esparza-Jiménez et al. \(2011\)](#), resaltaron que estas estrategias de alimentación se completan con insumos que se producen en la misma UP como es el caso de maíz o de insumos externos como balanceados comerciales y complementos o suplementos energéticos. Estas estrategias de alimentación, aunque en menor proporción e importancia, también se observaron en esta investigación, tanto para la alimentación de vacas como en la engorda de animales y cuyas combinaciones puede variar, en función del municipio y la cercanía de la UP y de la disponibilidad de insumos en los centros de distribución. El carácter extensivo de las UP analizadas, está dado por la práctica de sistemas agrosilvopastoriles, ya que además de los pastos, los animales se alimentan de algunas especies arbóreas y arbustivas, encontradas en las superficies utilizadas por el ganado, como lo reportaron [Castillo-Gómez y Macías-Martínez \(2022\)](#) en zonas de confluencia. La presencia de árboles favorece también el ciclaje de los nutrientes, la biodiversidad y evita la erosión ([Bueno, 2012](#)). Sin embargo, los sistemas agrosilvopastoriles, a pesar de representar una gran ventaja en la satisfacción de las demandas de proteína en las vacas, pueden ocasionar un desbalance entre energía y proteína si no se suplementa correctamente. En función de lo anterior, [Esparza-Jiménez et al \(2021\)](#) propusieron el uso de insumos externos como melaza para paliar estos déficits de energía para el ganado o bien complementar con alimentos energéticos y proteicos, para cubrir los requerimientos nutricionales de las vacas e incrementar o mantener la producción de leche, sobre todo en la época de secas, donde el pasto es escaso y su calidad deficiente ([Salas-Reyes et al., 2019](#); [Salvador-Loreto et al., 2016](#)). [Esparza-Jiménez et al. \(2011\)](#) observaron que las modalidades de alimentación en trópico seco están determinadas por la estacionalidad y la disponibilidad de los pastos durante el periodo de lluvias y secas. En la época de lluvias, los pastos son la principal fuente de alimentación del ganado, son abundantes y de calidad, mientras que, durante el estiaje son escasos y de baja calidad. Sin embargo, en esta investigación se comprobó la importancia de las superficies para pastoreo, incluso durante la época de secas, lo que evidencia la dinámica de estas UP para adaptarse a las condiciones que el medio en el que se desarrolló le marcan a lo largo de un año productivo, como lo señalaron [Nájera-Garduño et al. \(2016\)](#) y [García-Martínez et al. \(2015\)](#). Se identificaron cinco estrategias de alimentación

más, que son utilizadas en menor proporción por los productores. En este sentido, el pastoreo en praderas introducidas o inducidas fue la estrategia que ocupó el segundo lugar en orden de importancia. Sin embargo, la superficie destinada a esta actividad es menor. En este sentido [García-Martínez *et al.* \(2017\)](#), observaron que se debe al mayor costo que supone el manejo, el uso de agroquímicos y mano de obra contratada. La misma tendencia se observó en el uso de complementos y suplementos como sales y minerales para el ganado, tanto para las vacas como para los animales en engorda. No obstante que estos insumos son importantes para formular dietas integrales para el ganado y que en muchas UP se nota la dependencia de estos productos alimenticios al igual que de los balanceados comerciales, como se observó en trabajos de [Esparza-Jiménez *et al.* \(2011\)](#) y el incremento del costo de producción. Por otra parte, el uso de ensilado de maíz principalmente ha tenido poco desarrollo, como se observó en la estrategia seis de este trabajo, debido entre otros factores a la dificultad para el cultivo de maíz en estas zonas accidentadas. Asimismo, por el costo elevado que suponen el uso de maquinaria y mano de obra, para su elaboración, como se ha observado en trabajos de [Brito-Navarro y Brito-Navarro \(2023-EN PRENSA\)](#), con la elaboración de ensilado de sorgo en la región de estudio. Sin embargo, puede ser una estrategia adecuada para proporcionar los nutrientes necesarios para el ganado como se ha evidenciado en este trabajo e incluso mejorar la calidad de la leche en este tipo unidades de producción, que utilizan forrajes para la alimentación de las vacas ([Castillo-Gómez y Macías-Martínez, 2022](#)).

CONCLUSIONES

Existe un gran número de estrategias de alimentación en el trópico seco, que se adaptan a las necesidades nutricionales del ganado y a las circunstancias de cada productor. En este sentido, los pastizales fueron el insumo principal en las UP analizadas ya que también son las superficies de mayor abundancia, mientras que la utilización de paraderas para pastoreo y de corte, son de menor importancia para la alimentación del ganado, así como el ensilado de maíz. Este último, debido las condiciones topográficas accidentadas y finalmente la utilización de correctores nutricionales no es común en estas zonas de trópico seco.

Agradecimientos. Se agradece a los ganaderos del sur del Estado de México y a los investigadores del Centro Universitario UAEM Temascaltepec, Universidad Autónoma del Estado de México, que colaboraron en el trabajo.

Funding. This research was funded by the Autonomous University of the State of Mexico through the research project “Sustainability evaluation of the livestock in Mexico, Argentina and Paraguay, from a territorial approach: current situation and perspectives before social, environmental, economic and technological changes (64812022CIC). Quarter Phase.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest regarding this manuscript.

Compliance with ethical standards. The authors declare that they have complied with national and international standards and the research presents original data that has not been sent to another journal.

Data availability. The data is available through the corresponding author: agarciam@uaemex.mx, upon reasonable request.

Author contribution statement (CRediT). C. A. Aguirre-Sanchez investigation, data curation, formal analysis, writing-original draft. B. Albarrán-Portillo, supervision, writing-review & editing. S. Esparza-Jiménez, review & editing. A. García-Martínez, conceptualization, methodology, supervision, validation, project administration, writing-review & editing.

Literatura citada

- Albarrán-Portillo, B; García-Martínez, A; Arriaga-Jordán, C.M. (2018). Desarrollo de estrategias de suplementación para vacas en lactación en la época de secas en un sistema doble propósito en Zacazonapan, Estado de México. La ganadería en condiciones de trópico seco. Cap. 9, 203-216. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/80221>.
- Ayllón-Cordero. (2021). La avifauna como indicador de biodiversidad en sistemas agrosilvopastoriles en trópico seco. Tesis de Maestría. Departamento de Producción Animal. Centro Universitario UAEM Temascaltepec. 63 pp. Universidad Autónoma del Estado de México. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/111446>.
- Bueno G. G. (2012). Sistemas silvopastoriles, arreglos y usos. Revista Sistemas de Producción Agroecológicos, 3, 56-83. doi:10.22579/22484817.604.
- Castillo-Gómez, E. S; Macías-Martínez, I. (2022). Efecto de las dietas de vacas lecheras sobre los niveles de nitrógeno ureico en leche en tres unidades de producción en el suroeste del Estado de México. Tesis de Maestría. Departamento de Producción Animal. Centro Universitario UAEM Temascaltepec. 116 pp. Universidad Autónoma del Estado de México. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11799/137202>.
- Brito-Navarro, J. de. D. y Brito-Navarro, A. (2023-EN PRENSA). Ensilado de sorgo (*Sorghum bicolor*) como alternativa forrajera en una unidad de producción de doble propósito en Amatepec, estado de México. Tesis de Licenciatura. Departamento de Investigación. Centro universitario UAEM Temascaltepec, estado de México, México.
- Copa, A. (2010). Nutrición y alimentación del ganado lechero Mejoramiento de la ganadería lechera. La Paz: Soluciones Prácticas-Fundación Sartawi Sarayiy, 2010. 48 pp. Disponible en: <http://www.funsepa.net/soluciones/pubs/NjY5.pdf>.
- Esparza-Jiménez, S; Castelán, O, García-Martínez, A; González, R; Rojo-Rubio, R; Avilés-Nova, F; Albarrán-Portillo, B. (2011). Respuesta productiva y económica a la suplementación con concentrados en vacas de doble propósito en Zacazonapan, Estado de México. Tópicos selectos en producción animal. Cap. 15: 224-233. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/80221>.
- Esparza-Jiménez, S; Albarrán-Portillo, B; González-Ronquillo, M; García-Martínez, A; Vázquez-Armijo, J. F; Arriaga-Jordán, C. M. (2021). Rendimiento de leche derivado de energía y proteína de vacas en pastoreo recibiendo suplementos en un sistema agrosilvopastoril. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 12 (1): 87-104. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242021000100087&script=sci_arttext_plus&tlng=es.
- de la Peña-Domene, M., Ayestarán, L. M., Márquez-Torres, J., Martínez-Monroy, F., Rivas, E., Carrasco-Carballido, P. y Martínez-Garza, C. (2022). Sistemas silvopastoriles enriquecidos: una propuesta para integrar la conservación en la producción ganadera en comunidades rurales de Los Tuxtlas, México. Acta Botánica Mexicana. 1-29. doi:10.21829/abm129.2022.1925.
- FAO. (2023) Perspectivas Agrícolas 2020-2029. Lácteos y sus productos. Disponible en: <https://www.fao.org/3/ca8861es/ca8861es.pdf>. Consultado el 10 de septiembre del 2023.
- García López, R. (2010). Influencia de tres sistemas de suplementación a largo plazo en vacas lecheras. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 44(1), 15-18. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193014943004>.
- García-Martínez, A; López-Gama, R; Morales-Almaraz, E; Martínez-García, C.G; Albarrán-Portillo, B; Rayas-Amor, A.A. (2017). Análisis productivo y económico de unidades de producción de ganado bovino para carne en Tlatlaya, Estado de México. Agroproductividad. 10(10): 22-28. <http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/93/86>.
- García-Martínez A, Albarrán-Portillo, B. y Avilés-Nova, F. (2015). Dinámicas y tendencias de la ganadería doble propósito en el sur de estado de México. Agrociencia. 49: 125-139. <http://www.colpos.mx/agrocien/agrociencia.htm>.
- GEM. (2023). Municipios del estado de México. Disponible en: <https://estadodemexico.com.mx/municipios-del-estado-de-mexico/>. Consultado: 10 de septiembre de 2023.
- Hazard, S. (2004). Alimentación de vacas lecheras. Temuco: Boletín Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 112. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7010>. Consultado: 17 septiembre de 2023.
- Hernández-Sampieri, R; Fernández-Collado, C; Baptista-Lucio, P. (2004). Metodología de la investigación. Iztapalapa, México. The McGraw Hill. 324 pp.

- Martínez-Castro, C. J., Cotera Rivera, J., & Zavaleta, J. A. (2012). Características de la producción y comercialización de leche bovina en sistemas de doble propósito en dobladero, Veracruz. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 30, 816–824. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14123097004>.
- Mejía-Haro, J. (2002). Consumo Voluntario de Forraje por Rumiantes en Pastoreo. *Acta Universitaria*, 12(3), 56–63. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41612204>
- Nájera-Garduño, A. L.; Piedra-Matías, R.; Albarrán-Portillo, B.; García-Martínez, A. (2016). Cambios en la ganadería doble propósito en el trópico seco del Estado de México. *Agrociencia*, 50 (6), 701-710. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952016000600701&lng=es&tlng=es.
- Reyes, J. J., Gálvez, M., Noda, A., & Redilla, C. (2013). Conducta alimentaria de vacas lecheras en estabulación que consumen dietas integrales de forrajes tropicales. In *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* (Vol. 47). Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193029230005.pdf>.
- Riquelme, C., & Pulido, R. G. (2008a). Efecto del nivel de suplementación con concentrado sobre el consumo voluntario y comportamiento ingestivo en vacas lecheras a pastoreo primaveral. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 40(3), 243–249. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173013335004>.
- Salas-Reyes, I. G.; Arriaga-Jordán, C. M.; Estrada-Flores, J. G.; García-Martínez, A.; Rojo-Rubio, R.; Vázquez-Armijo, J. F.; Albarrán-Portillo, B. (2019). Respuesta productiva y económica a la sustitución parcial de maíz quebrado con maíz molido o melaza en suplementos para vacas de doble propósito. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 10 (2), 335-352. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242019000200335.
- Salvador-Loreto, I.; Arriaga-Jordán, C. M.; Estrada-Flores, J. G.; Vicente-Mainar, F.; García-Martínez, A.; Albarrán-Portillo, B. (2016). Suplementación con melaza para vacas de doble propósito durante la estación seca en la región subtropical de México. *Tropical Animal Health and Production*, 48: 643-648. DOI 10.1007/s11250-016-1012-y.
- Salas-Reyes, I.G.; Arriaga-Jordán, C.M.; Rebollar-Rebollar, S.; García-Martínez, A.; Albarrán-Portillo, B. (2015). Assessment of the sustainability of dual-purpose farms by the IDEA method in the subtropical area of central Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. Volume 47. Number 6. DOI: 10.1007/s11250-015-0846-z.
- Sánchez, T., Simón, L., Lamela, L., & López, O. (2006). Las potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la producción de leche en Cuba (Vol. 29, Issue 3). Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269121691007>.
- SIAP. (2023). Escenario mensual de productos agroalimentarios. Leche de bovino. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de agricultura y Desarrollo Rural. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/826876/Leche_de_Bovino_Abril.pdf. Consultado: 10 de septiembre de 2023.
- Vences-Pérez, J.; Nájera-Garduño, A.L.; Arriaga-Jordán, C. M.; Albarrán-Portillo, B.; García-Martínez, A.; Rebollar-Rebollar, S. (2015). Utilización del método IDEA para evaluar la sustentabilidad en unidades de producción de ganado bovino. En *Sustentabilidad Productiva Sectorial*. (15-35). Universidad Autónoma del Estado de México. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/65577>.
- Vences-Pérez, J. (2018). Evaluación de la importancia del maíz (*zea mays*) en la alimentación de ganado bovino en el trópico seco, desde un enfoque sustentable. Tesis de doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Departamento de Investigación, Centro Universitario UAEM Temascaltepec, Estado de México, México. 126 pp. URI: <http://hdl.handle.net/20.500.11799/95020>.

VIII. LITERATURA GENERAL CONSULTADA

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th ed., The Association: Arlington, VA. Vol. II. 771 pp.
- Ayllón-Cordero. (2018). La avifauna como indicador de biodiversidad en sistemas agrosilvopastoriles en trópico seco. Tesis de Maestría. Departamento de Producción Animal. Centro Universitario UAEM Temascaltepec. 63 pp. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Casermeiro, J. R., Spahn, E., de Petre, A., Valenti, R., Butus, M., Díaz, E., Duarte, O., Chajud, A., Rosales, E., & Montiel, J. (2008). Producción lechera en un sistema silvopastoril mejorado. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, XIX (36), 215–255. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14503609>
- Copa A. (2010). Nutrición y alimentación del ganado lechero Mejoramiento de la ganadería lechera.
- Espinoza-Ortega, A., Álvarez-Macías, A., del Valle, M. del C., & Chauvete, M. (2005). La economía de los sistemas campesinos de producción de leche en el Estado de México. *Técnica Pecuaria en México*, 43(1), 39–56. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61343104>.
- FAO (2022a) Agroforestería. Disponible en: <https://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules-alternative/agroforestry/basic-knowledge/es/>. Consultado el 29 de abril de 2022.
- FAO (2022b) Perspectivas Agrícolas 2020-2029. Lácteos y sus productos. Disponible en: [https://www.oecdilibrary.org/sites/8b675a1aes/index.html?itemId=/content/component/8b675a1aes#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20mundial%20de%20leche,millones%20de%20toneladas%20\(Mt\)](https://www.oecdilibrary.org/sites/8b675a1aes/index.html?itemId=/content/component/8b675a1aes#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20mundial%20de%20leche,millones%20de%20toneladas%20(Mt).). Consultado el 29 de abril del 2022.
- FAO (2022c) Producción Lechera. Disponible en: <https://www.fao.org/dairy-productionproducts/production/es/#:~:text=Alrededor%20de%20150%20million>

es%20de,la%20nutrici%C3%B3n%20de%20los%20hogares. Consultado el 29 de abril de 2022.

FAO (2022d) Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical. Disponible en: <https://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/Agrofor1/Sanchez1.htm>. Consultado el 27 de abril de 2022.

FIRA. (2019). Panorama agroalimentario: leche y lácteos 2019. Disponible en: <https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2019/06/Panorama-Agroalimentario-Leche-y-la769cteos-2019.pdf>. Consultado el 15 de marzo de 2022.

Flores-Cardos. (2018). Situación actual de los sistemas de ganado bovino en el municipio de Tlatlaya. *La ganadería en condiciones de trópico seco*. Cap. 4, 95-123.

García López, R. (2010). Influencia de tres sistemas de suplementación a largo plazo en vacas lecheras. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 44(1), 15–18. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193014943004>.

García-Martínez Anastacio, Albarrán-Portillo, B., & Avilés-Nova, F. (2015). Dinámicas y tendencias de la ganadería doble propósito en el sur del estado de México. *Agrociencia*. >(2): 125-139. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952015000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

Hernández-Dimas. (2018). Tipología de unidades de producción de ganado bovino en el municipio de Tlatlaya, Estado de México. *La ganadería en condiciones de trópico seco*. Cap. 3, 73-147.

José Isabel Juan Pérez. (2013). *Los huertos familiares en una provincia del subtrópico mexicano*. 135 pp.

Juárez-Barrientos, J. M., Herman-Lara, E., Soto-Estrada, A., Ávalos-de la Cruz, D. A., Vilaboa-Arroniz, J., & Díaz-Rivera, P. (2015). Tipificación de sistemas de

- doble propósito para producción de leche en el distrito de desarrollo rural 008, Veracruz, México. *Revista Científica*, XXV (4), 317–323. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95941173007>.
- Loera, J., & Banda José. (2017). Industria lechera en México. *Revista de Investigaciones Altoadinas*, 19(4), 419–426.
- Manzanares-López EG, 2018. Utilización de modelos de simulación para la gestión y manejo de ganado bovino doble propósito en condiciones de trópico seco. Tesis de Licenciatura. Departamento de Producción Animal. Centro Universitario UAEM Temascaltepec. 84 pp. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Martínez Castro, C. J., Cotería Rivera, J., & Zavaleta, J. A. (2012). Características de la producción y comercialización de leche bovina en sistemas de doble propósito en dobladero, Veracruz. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 30, 816–824. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14123097004>.
- Martínez, Y., & Chongo, B. (2001). Una nota acerca de las concentraciones de tiroxina (T4) y triiodotironina (T3) en vacas lecheras en pastoreo de gramíneas de baja calidad. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 35(4), 383–385. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193018246012>.
- Mejía Haro, J. (2002). Consumo Voluntario de Forraje por Rumiantes en Pastoreo. *Acta Universitaria*, 12(3), 56–63. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41612204>.
- Milera, M. (2013). Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(3), 7–24. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83728497002>.
- Musálem, M. Á. (2002). Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 8(2), 91–100. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62980201>.

- Ortiz-Rodea. (2013). Evaluación del sistema de producción bovino de Zacazonapan desde un enfoque silvopastoril. Tesis de Doctorado. Departamento de Producción Animal. Centro Universitario UAEM Temascaltepec. 151 pp. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Piedra-Matías R. (2014). Tipificación de unidades de producción de ganado bovino en Tejupilco, Estado de México. *La ganadería en condiciones de trópico seco*. Cap. 2, 49-71.
- Reyes, J. J., Gálvez, M., Noda, A., & Redilla, C. (2013). Conducta alimentaria de vacas lecheras en estabulación que consumen dietas integrales de forrajes tropicales. In *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* (Vol. 47).
- Riquelme, C., & Pulido, R. G. (2008a). Efecto del nivel de suplementación con concentrado sobre el consumo voluntario y comportamiento ingestivo en vacas lecheras a pastoreo primaveral. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 40(3), 243–249. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173013335004>.
- Salas, M. Á. S., Cardona, M. G. T., Pérez, L. B., Peralta Ortiz, J. J. G., & del Rosario Jiménez-Badillo, M. (2017). Evaluación de bienestar de vacas lecheras en sistema de producción a pequeña escala aplicando el protocolo propuesto por Welfare Quality®. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 8(1), 53–60. doi: 10.22319/rmcp.v8i1.4306.
- Salas-Reyes *et al.*, 2017. Evaluación económica de la utilización de suplementos en la alimentación de vacas de doble propósito en el suroeste del Estado de México. *Estudios sociales y económicos de la producción pecuaria*. 22 pp. Universidad Autónoma Chapingo.
- Salvador-Loreto. (2016). Respuesta productiva a la suplementación con dos fuentes de energía de vacas doble propósito en la época de estiaje. Tesis de Maestría. Departamento de Producción Animal. Centro Universitario UAEM Temascaltepec. 67 pp. Universidad Autónoma del Estado de México.

- Sánchez, T., Simón, L., Lamela, L., & López, O. (2006a). *Las potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la producción de leche en Cuba* (Vol. 29, Issue 3). Retrieved from <http://es.wikipedia.org/wiki/Legumbre>.
- Sánchez, T., Simón, L., Lamela, L., & López, O. (2006b). *Las potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la producción de leche en Cuba* (Vol. 29, Issue 3). Retrieved from <http://es.wikipedia.org/wiki/Legumbre>.
- SIAP. (2022). Expectativas agroalimentarias 2022. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/documentos/expectativas-de-produccion-agropecuaria-pesquera>. Consultado el 29 de abril de 2022.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74: 3583-3597. [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(91\)78551-2/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(91)78551-2/pdf)
- Vences-Pérez *et al.*, 2017. Importancia del cultivo de maíz en ganadería doble propósito en Tlatlaya, Estado de México. Eficiencia energética y sustentabilidad. *Estudios sociales y económicos de la producción pecuaria*. 26 pp. Universidad Autónoma Chapingo.
- Vitela, I., Cruz-Vázquez, C., & Solano, J. (2005). Comportamiento de vacas Holstein mantenidas en un sistema de estabulación libre, en invierno, en zona árida, México. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 37(1), 23–27. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173019391004>.
- Zepeda Cancino, R. M., Velasco Zebadúa, M. E., Nahed Toral, J., Hernández Garay, A., & Martínez Tinajero, J. J. (2016). Adopción de sistemas silvopastoriles y contexto sociocultural de los productores: apoyos y limitantes. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7(4), 471–488. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265648207006>.