



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
P.E. INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA**

**CALIDAD FÍSICOQUÍMICA DE LA LECHE CRUDA DE VACA EN LA
MICRO-REGIÓN DE TEZIUTLÁN, PUEBLA**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

CONCEPCIÓN OCHOA RAMÍREZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. EDGAR VALENCIA FRANCO

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Diciembre 2024



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
P.E. INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA**

**CALIDAD FISICOQUÍMICA DE LA LECHE CRUDA DE VACA EN LA
MICRO-REGIÓN DE TEZIUTLÁN, PUEBLA**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

CONCEPCIÓN OCHOA RAMÍREZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. EDGAR VALENCIA FRANCO

ASESORES

DR. NUMA POMPILIO CASTRO GONZÁLEZ

DR. MARCOS PÉREZ SATO

DR. ARTEMIO CRUZ LEÓN

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Diciembre de 2024.

La presente tesis titulada: **Calidad fisicoquímica de la leche cruda de vaca en la micro-región de Teziutlán, Puebla** y realizada por **Concepción Ochoa Ramírez**, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

Consejo Particular integrado por:

Firma

Director: Dr. Edgar Valencia Franco



Asesor: Dr. Numa Pompilio Castro González



Asesor: Dr. Marcos Pérez Sato



Asesor: Dr. Artemio Cruz León



Tlatlauquitepec, Puebla, México. Diciembre de 2024.

El presente trabajo forma parte del Cuerpo Académico denominado: **“Producción Pecuaria Integral”** y de la Línea de Investigación: **Producción Integral de Rumiantes y No rumiantes**. Dicho trabajo, fue financiado por recursos propios.

Dedicatoria

Gracias a Dios por permitirme llegar hasta el final de este experimento, por todo lo bueno y malo que se presentó durante este lapso mientras estudié la licenciatura.

Gracias a mi familia, mi mamá, Sofia Ramírez Figueroa, y mi papá Leoncio Ochoa León, por todo el apoyo que me brindaron a lo largo de mi vida, y principalmente en la Licenciatura, los cuales día a día me dan ánimos, me dan consuelo, motivos para seguir siempre firme ante mi persona, agradezco por todo el apoyo económico y emocional que me dieron durante la educación académica, y sobre todo, para realizar este proyecto.

Ha mi hermano Cleyver Ochoa Ramírez, quien siempre ha estado conmigo a lo largo de mi vida, apoyándome en este proyecto.

Ha mi tía Yadira Ramírez Figueroa, por el apoyo brindado durante estos años que estuve estudiando la licenciatura.

Ha mis amigos, Nancy Lorena Simón Hernández, que bien recuerdo ha estado conmigo desde el primer día que se dio la primera aprobación del protocolo de tesis. Sin olvidar que visitamos aproximadamente 25 ranchos de ganado bovino, sin dejar a un lado todas las aventuras que disfrutamos en cada visita a los ranchos, sin imaginar que llegaríamos hasta el Estado de Veracruz, y no sólo en el estado de Puebla. Además, de toda la convivencia que tuvimos en la pensión, que feliz fui al convivir contigo.

Montserrat Romero Guzmán, una amistad que el pueblo de Tlatlauquitepec me dio, a ella que sin ser compañera de la licenciatura estuvo conmigo hasta el final de este experimento.

Germán Beristain León, por todo el tiempo que me has compartido, apoyándome desde el primer día que inició este proyecto, me brindaste fuerza y valentía en mi persona.

Soy el resultado de la confianza y la fuerza de cada uno de ustedes.

AGRADECIMIENTO

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla quien me dió la oportunidad de estudiar la licenciatura del programa educativo Ingeniería Agronómica y Zootecnia de la facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias.

Al Dr. Edgar Valencia Franco, al Dr. Numa P. Castro González, Dr Marcos Pérez Sato, Dr. Eutiquio Soni Guillermo, por compartir sus conocimientos que han contribuido para lograr contribuir este proyecto, así mismo en mi crecimiento profesional, les agradezco por todo lo bueno que me compartieron en este lapso de la licenciatura.

Gracias al profesor externo, Dr. Artemio Cruz León, por todo el apoyo brindado dentro de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
III. HIPÓTESIS.....	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
4.1 Situación de la ganadería lechera en México.....	5
4.2 Clima templado.....	5
4.3 Razas bovinas de producción lechera.....	5
4.3.1 Características de la raza Holstein.....	6
4.3.2 Características de la raza Jersey.....	6
4.4 Anatomía de la glándula mamaria.....	7
4.5 Definición de leche cruda de vaca	8
4.5.1 Composición química de la leche.....	9

4.5.2 Calidad fisicoquímica de la leche.....	10
4.6 Calostro.....	10
4.7 Lactancia.....	11
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
5.1 Ubicación geográfica del experimento.....	12
5.2 Diseño experimental	13
5.3 Manejo de producción pecuaria.....	14
5.4 Variables evaluadas.....	14
5.4.1 Determinación de la composición fisicoquímica de la leche por época del año en la micro región de Teziutlán, Puebla	14
5.4.2 Estratificación de los productores de acuerdo con el grado de tecnificación.....	14
5.5 Análisis estadístico.....	15
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
6.1 Variable de la calidad fisicoquímica de la leche cruda de vaca	18
6.2 Comparación de la calidad de la leche cruda en sus principales componentes por unidad de producción pecuaria.....	18
6.2.1 Cuantificación de la proteína presente de la leche por unidad de producción pecuaria	18
6.2.2 Cuantificación de la lactosa presente de la leche por unidad de producción pecuaria	19
6.2.3 Cuantificación de la grasa presente de la leche por unidad de producción pecuaria.....	20

6.2.4 Cuantificación de los sólidos totales presentes de la leche por unidad de producción pecuaria.....	21
6.2.5 Cuantificación de los sólidos totales presentes de la leche por unidad de producción pecuaria.....	22
6.2.6 Cuantificación del agua presente de la leche por unidad de producción pecuaria.....	23
6.3 Variables socioeconómicas por unidades de producción pecuaria.....	24
6.3.1 Características geográficas por unidades de producción pecuaria.....	24
6.3.2 Características de los productores.....	24
6.3.3 Espacio para la ordeña y superficie forrajeras de las explotaciones.....	25
6.3.4 Alimentación de los animales.....	25
6.3.5 Composición del Inventario Animal.....	26
6.3.6 Producción y Comercialización de la leche	27
VII. CONCLUSIÓN.....	28
VIII. LITERATURA CITADA.....	29
IX. ANEXOS.....	32

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1: Composición de la leche (%) de diferentes razas de bovinos lecheros (González et al. 2010).....	9
Cuadro 2: Geolocalización de las unidades de producción pecuaria muestreadas, durante el periodo invierno 2023 y primavera 2024.....	13
Cuadro 3. Resultados fisicoquímicos por estación del año de la leche cruda de la micro región de Teziutlán.....	17
Cuadro 4. Comparación de la calidad de proteína por unidad de producción.....	18
Cuadro 5. Comparación de la calidad de lactosa por unidad de producción pecuaria	19
Cuadro 6. Comparación de la calidad de grasa por unidades de producción pecuaria.....	20
Cuadro 7. Comparación de la calidad de sólidos totales por unidad de producción pecuaria.....	21
Cuadro 8. Comparación de la calidad de sólidos no grasos por unidad de producción pecuaria.....	22
Cuadro 9. Comparación de la cantidad de agua por unidad de producción pecuaria.....	23
Cuadro 10. Composición del hato ganadero en las unidades de producción pecuaria de la micro-región de Teziutlán, Puebla.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Anatomía de la ubre mostrando los diferentes ligamentos y cuartos, (Elizondo y Zalazar 2010).....	8
Figura 2. Geolocalización de las unidades de producción pecuaria.....	12

RESUMEN

La leche es la secreción de la glándula mamaria de los mamíferos, y una fuente de nutrientes en la primera etapa de vida de animales y humanos, lo cual lo convierte en una fuente rica de nutrientes esencial para el crecimiento y desarrollo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad fisicoquímica de la leche, y caracterizar las unidades de producción pecuaria de la micro-región de Teziutlán Puebla, se muestrearon 17 unidades de producción pecuaria, ubicadas en distintas localidades de 4 municipios pertenecientes a la sierra nororiental del estado de Puebla, en donde se obtuvieron 3 muestras de leche tomadas directamente del tanque enfriador, durante la época de invierno y 3 muestras en la época de primavera, por cada unidad de producción pecuaria.

Estas muestras fueron analizadas mediante un modelo completamente al azar, y con el Software SPSS (versión 27.0), y las medias se analizaron mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), para las variables de caracterización socioeconómicas por unidades de producción pecuaria, se generó una encuesta para cada una, para estratificación socioeconómica de las unidades de producción pecuaria, la cual fue analizada mediante medias.

Los resultados obtenidos de este estudio se encontraron diferencias significativas promedio para las variables, en invierno; proteína (3.16 %), sólidos no grasos (5.64 %), lactosa (4.70 %) densidad (30.05 %), en primavera; proteína (3.00 %), sólidos no grasos (8.16 %), lactosa (4.40 %) densidad (27.05 %), entre productores esto se debe a que los productores más jóvenes tienen mejor producción debido a la alimentación y al manejo del hato en reproducción del animal.

Palabra clave: *Bos Taurus*, caseína, lactosa, grasa, leche.

ABSTRAC

Milk is the secretion of the mammary gland of mammals, and a source of nutrients in the first stage of life of animals and humans, which makes it a rich source of essential nutrients for growth and development. The objective of this work was to evaluate the physicochemical quality of milk, and to characterize the livestock production units of the micro-region of Teziutlán Puebla, 17 livestock production units were sampled, located in distant locations of 4 municipalities belonging to the northeastern highlands of the state of Puebla, where 3 milk samples were obtained directly from the cooling tank, during the winter season and 3 samples in the spring season.

These samples were analyzed using a completely random model, and with the SPSS Software (version 27.0). and the means were analyzed with a Tukey comparison ($P>0.05$), for the socioeconomic characterization variables by livestock production units, a survey was generated for each one, for socioeconomic stratification of the livestock production units, which was analyzed by means.

The results obtained from this study found significant average differences for the variables, in winter; protein (3.16%), non-fat solids (5.64%), lactose (4.70%) density (30.05%), in spring; protein (3.00%), non-fat solids (8.16%), lactose (4.40%) density (27.05%), among producers this is because younger producers have better production due to the feeding and management of the herd in animal reproduction.

Keyword: Boss Taurus, casein, lactose, fat, milk

I. INTRODUCCIÓN

La leche es una secreción muy compleja, y fuente de nutrientes para las personas y animales, la cual influye a la salud de todos los consumidores, para su fabricación es una gran actividad que se hace diariamente, en las vacas, y en todo su proceso de recolección, ya sea para venta, consumo de las crías, o bien, productos procesados (Castellini *et al.*, 2023).

Es denominada como un alimento rico en vitaminas, minerales y proteínas, es por ello que la consume el ser humano sin importar la edad, ya que contiene un alto valor nutricional (Castellini *et al.*, 2023).

La calidad de la leche puede variar por la composición química y metabolismos asociados, que son derivados de muchos factores, entre ellos puede ser, la genética animal, alimentación, ubicación geográfica, periodo de lactancia, estaciones del año, clima, y el estado de salud del animal, al igual el estrés calórico, el cual es un grave problema, porque produce alteraciones en el metabolismo, y a las hormonas, sin embargo, esto lleva a una disminución en la producción de la leche (Zhou *et al.*, 2022).

Se puede considerar de alta calidad cuando se respeta el bienestar animal, buena sanidad, identificación adecuada de enfermedades, al igual que las técnicas de manejo efectivas para reducir la incidencia de mastitis (Menci *et al.*, 2021).

La grasa láctea es sintetizada y secretada por las células epiteliales mamarias de la vaca, por ser una grasa natural de alta calidad, el bajo porcentaje de grasa afecta el precio de la leche y se prefiere con un alto contenido de grasa láctea, el porcentaje del grado de la leche disminuye en la etapa inicial de la lactancia. El contenido de las proteínas se ve afectadas cuando se utilizan dietas bajas en energías o en proteínas, la proteína de la leche contiene caseínas, las variantes genéticas de las proteínas también influye en la producción, y la calidad de la leche. La proteína es un macronutriente para el cuerpo del ser humano, puede representar un aproximado de 3.5 % de la leche, un 80% de caseína, y el 20% de proteína de suero (Coates *et al.*, 2023).

La glucosa es el principal precursor de la lactosa, por ello las vacas lecheras lactantes necesitan grandes cantidades de glucosa para la síntesis de la lactosa, siendo así en comparación de las vacas no lactantes, cuando a las lactantes son hasta 4 veces mayores. La producción de leche depende mucho de la síntesis mamaria de la lactosa, esto se debe a su propiedad osmorreguladora para la absorción mamaria del agua. La glándula mamaria lactante puede absorber hasta un 85 % de la glucosa que circula, por lo cual, la glucosa es muy importante en la producción de la leche (Coates *et al.*, 2023).

Por lo tanto, el objetivo general es la determinación de parámetros fisicoquímicos de la leche cruda de vaca en la micro-región de Teziutlán.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Determinación de parámetros fisicoquímicos de la leche cruda de vaca en la micro-región de Teziutlán Puebla.

2.2 Objetivos específicos

- Contabilizar la cantidad de nutrientes en la leche cruda de vaca al obtener los niveles de proteínas, lactosa en la leche cruda de vaca.
- Identificar posibles adulteraciones en la leche cruda mediante la crioscopia, análisis de acidez, pH, contenido de agua, temperatura de la muestra, conductividad y punto de congelación.
- Caracterizar las unidades de producción de leche en la micro-región de Teziutlán Puebla.

III. HIPÓTESIS

La leche cruda de vaca producida en la microrregión de Teziutlán podría no presentar niveles adecuados de proteínas, lactosa y otros nutrientes esenciales comparables con los estándares nacionales e internacionales.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Situación de la ganadería lechera en México

La leche cruda de vaca ocupa el tercer lugar de importancia pecuaria en México (17.22 % del valor nacional), para el año 2021 la producción lechera tuvo un incremento de más de 2 % anual, con 12 mil 852 millones de litros, se estima que así se mantenga para el 2022. El país es dependiente de importaciones lácteas, por lo tanto, México enfrenta retos en la genética del animal, manejo y materia de tecnología para elevar la eficiencia productiva (SADER, 2022).

México cuenta con gran producción de leche, en los últimos 5 años se ha mantenido un aumento del 9% en su producción, con la estimación que para el 2023 de rebasar los 13 mil 340 millones de litros. La cámara nacional de industriales de la leche (CANILEC), señaló que al finalizar el mes de agosto se registró un volumen de 8 mil 763 millones de litros, esto represento un 66 por ciento de avance respecto a la población estimada (SADER, 2023).

4.2 Clima templado

Este tipo de clima presenta unas temperaturas medias mensuales, que son relativamente moderadas, con temperaturas superiores a los 22° C, en los meses que son más cálidos y superiores a los 0° C, en los meses más fríos del año. La precipitación media anual es de 600 mm y los 2000 mm. Los climas templados se ubican entre las zonas comprendidas en latitudes 30° C y 45° C norte y sur respectivamente (Sposob, 2016).

4.3 Razas bovinas productoras de leche

Las vacas que son especiales para leche producen un gran volumen, mientras que las vacas de doble propósito tienen buena capacidad para producción en carne y leche. En el mundo existen 4 razas bovinas en producción de leche, de la especie *Bos Taurus*. La raza Holstein, Jersey, Normando y Pardo suizo, la producción de leche está relacionada a varios factores, entre ellos está, temperatura del ambiente, tipo de suelos, forrajes de la región, suelo y luminosidad (Saens, 2021).

4.3.1 Características de la raza bovina Holstein

La raza bovina Holstein, proviene de Holanda del norte, éstas regiones se caracterizan por ser de climas húmedos. Como característica física es el color del pelaje, el más común es la mezcla de manchas blancas con negras, mientras que la menos común es la mezcla de manchas color blancas y rojas. Es una de las razas lecheras más pesadas, pues ya que un macho adulto tiene un promedio de 1050 kg y las hembras adultas tienen un peso de 680 kg, en la altura los machos tienen una alzada de 1.52 m, y la hembra de 1.45 m. esta raza es la mejor en producción de leche, es una de las razas más adaptables a climas húmedos y en climas cálidos se ve afectada. La cantidad producida de leche depende del ambiente y la nutrición del animal, el promedio de una buena dieta ha sido de 10,000-12,000 litros por lactancia (305 días), en dietas de forrajes la producción de leche es de 4,000-5,000 litros por lactancia (Saens, 2021).

4.3.2 Características de la raza bovina Jersey

La raza bovina Jersey se originó en una isla del mismo nombre, que está ubicada en el canal de la mancha entre Francia e Inglaterra, su capacidad productiva le permitió adaptarse a EEUU, Canadá y Nueva Zelanda. Sus características físicas exteriores es el pelaje, ya que es corto y de color rojizo, este animal es de tamaño pequeño, su cabeza es pequeña, y con ojos grandes, tiene hendidura frontal, hocico oscuro. En el peso, el toro es de 400 kg-500 kg, mientras que la vaca tiene un peso de 300 kg-400 kg. Su altura a la cruz es de 1.25 m. es una raza de buena conformación para sostener las ubres, es un animal muy manso ante su manejo, esta raza se adapta a las zonas inclinadas, esto se debe a las patas largas y su peso liviano que tiene. La raza Jersey es conocida por la producción de leche con altos niveles de grasa, proteína y sólidos totales, especialmente en glóbulos grasos, que hace una buena función para los productos lácteos, como es el queso (Saens, 2021).

4.4 Anatomía de la glándula mamaria

La unidad funcional de la glándula mamaria corresponde a los alveolos, estos se desarrollan embriológicamente a partir de la capa del ectodermo, misma que da un origen a sistemas; la piel y el nervio, junto a estos se desarrollan los pezones que son la conexión entre el exterior del sistema interno secretor de leche. Las vacas han desarrollado estructuras especializadas en el almacenamiento de la leche, se les conoce como cisternas, y se encuentran localizadas en la parte ventral de la glándula y todos los conductos llegan a esta parte. Su función principal es almacenar la leche antes de llegar a la ordeña, la glándula comienza a desarrollarse en la etapa de la pubertad del animal, sin embargo, para que la glándula termine de desarrollarse completamente deberá estar en estado de preñez, principalmente a la mitad de la gestación, y así, la secreción de leche podrá evidenciarse en la última parte de la gestación, esto se debe al aumento de la prolactina (Saens, 2021).

La ubre representa un conjunto de cuatro glándulas mamarias de origen dérmico, es reconocida como una glándula sudorípara modificada que está cubierta por una piel suave, recubierta por vellos finos, a excepción de los pezones. Cada glándula está íntimamente unidas y separadas por membranas específicas que dividen las glándulas anteriores de las posteriores (Tellez *et al*, 2020).

La ubre de la vaca se divide en dos secciones internas; derecha e izquierda, y están separadas por el ligamento suspensorio medio, el cual posee el soporte medio de la ubre (Figura 1). Las dos secciones están divididas por una fina membrana, convirtiéndola en un cuarto delantero y el cuarto trasero (Elizondo y Salazar, 2010).

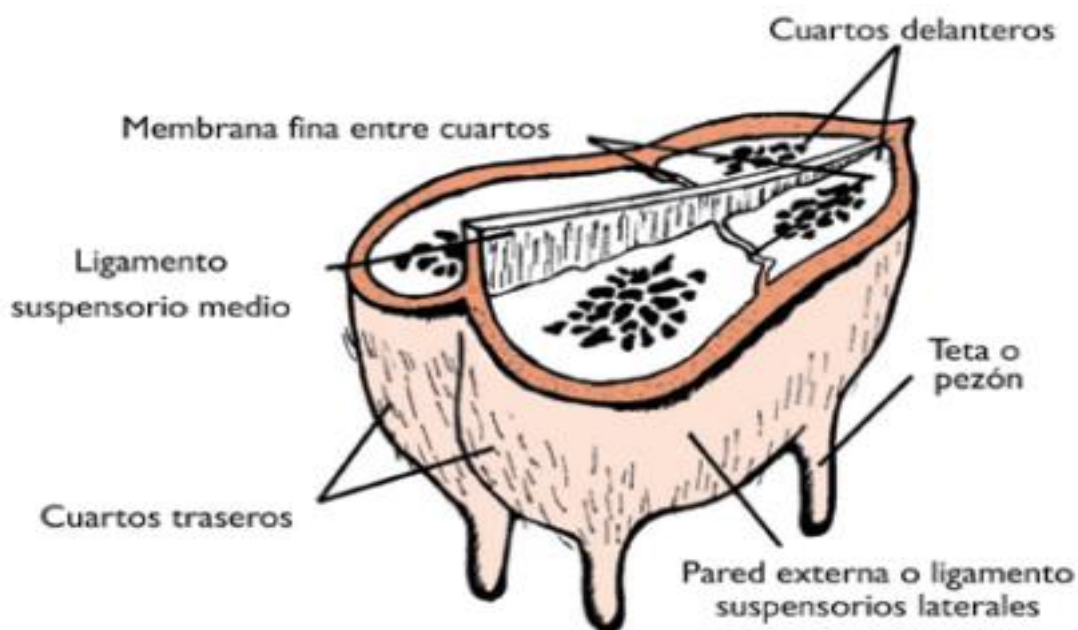


Figura 1: Anatomía de la ubre mostrando los diferentes ligamentos y cuartos

Fuente: Elizondo y Salazar (2010).

4.5 Definición de leche cruda de vaca

Es un producto de la secreción de la glándula mamaria de un animal que está en buenas condiciones de salud, que es obtenido por uno o varios ordeños al día, siendo estos higiénicos, completos e interrumpidos (Gómez, 2005).

Es el alimento natural por excelencia que acompaña al ser humano desde el inicio de la vida (Gob, 2022).

4.5.1 Composición química de la leche

La grasa es el componente más importante en la leche por ser una fuente de energía, el principal carbohidrato de la leche es la lactosa y está compuesta por glucosa y galactosa. En las proteínas, la principal es la caseína, ya que contiene aminoácidos esenciales y es fuente de calcio, fósforo, riboflavina (vitamina B12), vitamina A y vitamina B1 (Tiamina). La leche de vaca es un alimento de gran importancia, por el alto valor nutricional que contiene, como es, proteína, lactosa, minerales, y vitaminas, ésta es considerada un alimento básico en la dieta del humano. Es un medio ideal para el crecimiento de microorganismos (Gómez, 2005).

Existe una similitud de los nutrientes de la leche, cuando se comparan vacas de la misma raza sometida a dieta semejante, sin embargo, los valores nutritivos varían considerablemente entre las razas de las vacas (Cuadro 1), (González *et al.*, 2010).

Cuadro 1.- Composición de la leche (%) de diferentes razas de bovinos lecheros

RAZA	GRASAS	PROTEINA	LACTOSA	CENIZAS	SNG	ST
Ayrshire	4.00	3.53	4.67	0.68	8.90	12.90
Guemsey	4.95	3.91	4.93	0.74	9.40	14.61
Holstein F	3.40	3.32	4.87	0.68	8.86	12.26
Jersey	5.37	3.92	4.93	0.71	9.54	14.91
Suizo Pardo	4.01	3.61	5.04	0.73	9.40	12.41

SNG: Sólidos no grasos; ST: Sólidos totales

Fuente: González *et al.* (2010).

4.5.2 Calidad fisicoquímica de la leche cruda de vaca

La calidad de la leche puede variar por la composición química y metabolismos asociados, que son derivados de muchos factores, entre ellos puede ser, la genética animal, alimentación, ubicación geográfica, periodo de lactancia, estaciones del año, clima, y el estado de salud del animal, al igual el estrés calórico, el cual es un grave problema, porque produce alteraciones en el metabolismo, y a las hormonas, esto lleva a una disminución en la producción de la leche (Zhou *et al.* 2022).

Son incuestionables las cualidades nutritivas de la leche al igual que los productos lácteos. Si bien, desde su síntesis en la glándula mamaria hasta su llegada al consumidor, son sometidos a un mayor número de riesgos, los cuales hacen poner en peligro la buena calidad original. Estos riesgos son: Alteración fisicoquímica de todos sus componentes, absorción de olores extraños, contaminación de sustancias químicas, como lo son, antibióticos, metales y detergentes (Gonzalez *et al.* 2010).

4.6 El calostro

El calostro es aquella leche formada antes del parto. Durante este proceso hay una concentración de distintas sustancias importantes, entre ellas anticuerpos. Se sabe que debido a la placenta de los bovinos no es significativo el paso de inmunoglobulinas por esta vía al feto, por lo tanto, la forma de que la hembra lactante transfiere inmunoglobulinas al feto es a través del calostro. Es por ello, que los neonatos deben de consumirlo antes de las 24 horas, para poder absorber estas inmunoglobulinas por vía digestiva hacia su organismo. El calostro igual posee compuestos como lisozimas, lactoferrina y lactoperoxidasa las cuales tienen efecto antibiótico (Saens, 2021).

4.7 Lactancia

La lactancia de la vaca inicia con la producción de calostro que tiene un lapso de pocos días, después, el calostro va desapareciendo, dando el lugar a la leche, es así como la leche va cambiando su composición y apariencia, entre 3 a 4 semanas, aproximadamente, después de haber iniciado su lactancia, la vaca tiene su pico de producción de leche. Son 305 días los que dura la lactancia, aproximadamente, después de este lapso la vaca entra en el denominado periodo seco. Donde la vaca no produce leche, en este periodo (periodo seco), se deja descansar la ubre y se recupera, para la siguiente etapa productiva (Saens, 2021).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación geográfica del experimento

El experimento se realizó en 17 unidades de producción pecuaria (Figura 2), ubicadas en diferentes comunidades pertenecientes a 4 municipios de la sierra nororiental del estado de Puebla: Teziutlán, Tételes de Ávila Castillo, Tlatlauquitepec y Zaragoza.

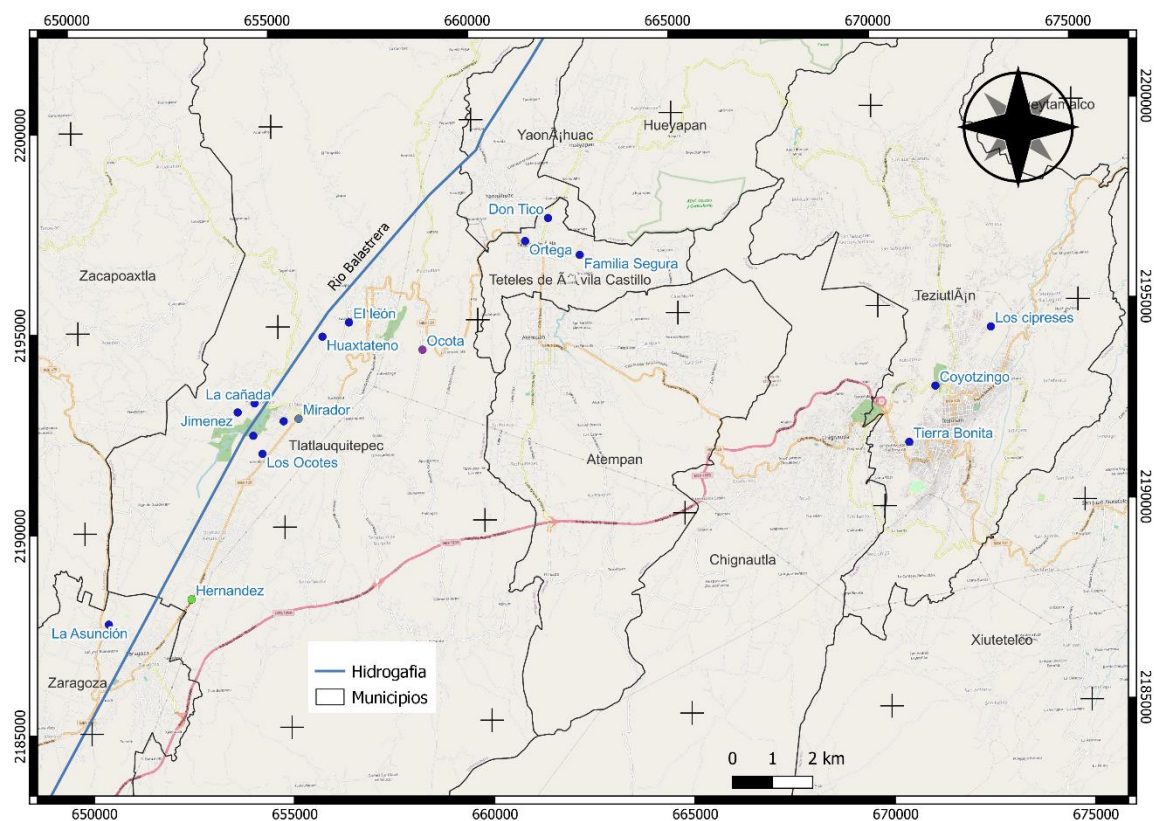


Figura 2. Geolocalización de las Unidades de Producción Pecuaria

Fuente: Elaboración propia

5.2 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar distribuidos en 2 tratamientos, con 3 repeticiones cada uno, en la micro región de Teziutlán, Puebla, para ello se eligieron dos estaciones del año, invierno 2023 y primavera 2024, iniciando en el mes de diciembre de 2023 y terminando en junio de 2024, en cada periodo se tomaron 3 muestras de leche por unidades de producción pecuaria, dando un total de 6 muestras por cada unidad de producción pecuaria en los dos periodos del año, con un total de 102 muestras por las 17 unidades de producción pecuaria, los datos se estimarán variables de calidad de leche, un análisis descriptivo de las unidades de producción pecuaria con el software SPSS (versión 27.0). Las unidades experimentales quedaron distribuidas de la siguiente manera (Cuadro 2), donde el tratamiento es la época del año y las repeticiones son las diferentes muestras que se hicieron a lo largo de la época del año.

Cuadro 2: Distribución de las unidades de producción pecuaria muestreadas, durante el periodo invierno 2023 y primavera 2024.

UPP	NOMBRE DEL RANCHO	INVIERNO 2023	PRIMAVERA 2024
1	Tierra bonita	3	3
2	Coyotzingo	3	3
3	Los cipreses	3	3
4	Huaxtateno	3	3
5	Jiménez	3	3
6	La cañada	3	3
7	Cuatro hermanos	3	3
8	Los Ocotes	3	3
9	Hernández	3	3
10	La Asunción	3	3
11	El león	3	3
12	Ocota	3	3
13	Familia Segura	3	3
14	Don Tico	3	3
15	Ortega	3	3
16	La candonga	3	3
17	Mirador	3	3

UPP: unidades de producción pecuaria. Fuente: Elaboración propia

5.3 Manejo de unidades de producción pecuaria

Se utilizaron 17 unidades de producción pecuaria, ubicadas en la micro-región de Teziutlán, Puebla, durante dos épocas del año, invierno y primavera, las unidades producción pecuaria pertenecen a algunas asociaciones de productores de leche, con características similares en el manejo del hato, en los rubos de nutrición, sanidad y reproducción.

5.4 VARIABLES EVALUADAS

5.4.1 Determinación de la composición fisicoquímica de la leche por época del año en la micro región de Teziutlán, Puebla.

Todas las muestras fueron tomadas directamente del tanque enfriador (Anexo 1), el cual estaba a 4° C, se conservaban en tubos de muestra de 50 ml, identificados por nombre de cada rancho (Anexo 2), enseguida se guardaban en una hielera para poder trasladarlos al laboratorio de bromatología, ubicado en el programa educativo de Ingeniería Agronómica y Zootecnia, ubicada en Av. Reforma 165, Col. Centro, Tlatlauquitepec, Puebla. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. para obtener los resultados de cada parámetro, las muestras se procesaron en LACTOSCAM MILK CANALIZER, en el laboratorio de bromatología, del programa educativo de Ingeniería Agronómica y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

5.4.2 Estratificación de los productores de acuerdo con el grado de tecnificación.

Se diseño un modelo de encuesta para recabar información de cada productor, considerando cinco ejes: nutrición, sanidad, infraestructura, genética, y socioeconómico.

5.7 Análisis estadístico

Todas las variables fueron evaluadas con un diseño completamente al azar, para esto se utilizó el programa estadístico SAS versión 27.0 las diferencias de medias entre tratamientos se realizaron con la prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$).

El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta en el tratamiento i, repetición j

μ = Media general

t_i = Efecto del tratamiento i

E_{ij} = Error experimental

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Variable de la calidad fisicoquímica de la leche cruda de vaca

Se observa una diferencia en las variables de proteína, lactosa, densidad, SNG, y conductividad (Cuadro 3), por época de año, destaca el punto de crioscopia que es un indicador de contaminación de la leche que se da por agregar agua en valores elevados que pueden ir en un rango de -0.530 a -0.560 °H (grados Horvet), sin embargo, los resultados en la época de invierno se midió 1.06 g L^{-1} de agua agregada y en primavera de 1.97 g L^{-1} , sin tener diferencia significativa entre época de año, pero si en productores. De acuerdo con la NOM-155-SCFI-2012, Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, el contenido de grasa promedio debe ser superior a 31.6 g L^{-1} los resultados obtenidos en este estudio para la época de invierno tuvieron un rango de 3.29 g L^{-1} y para la época de primavera fue de 3.76 g L^{-1} , para la variable sólidos totales: se tiene una mínima de 11.5 %, para invierno fue de 11.72 %, y en la época de primavera fue de 11.93 %, de sólidos no grasos: mínimo 8.3 %, en la época de invierno fue de 8.64 % y en la época de primavera de 8.16 %, todas estas variables entran dentro de los rangos que marca la NOM-155-SCFI-2012. Por lo que se considera una leche que cumple con los requerimientos.

Cuadro 3. Resultados fisicoquímicos por época del año de la leche cruda de la micro región de Teziutlán.

Época	Variable	Media	EEM
INVIERNO	PROTEINA	3.16 a	0.06
	LACTOSA	4.70 a	0.10
	GRASA	3.29 a	0.26
	SOLIDOS TOTALES	11.72 a	0.22
	SNG	8.64 a	0.18
	DENSIDAD	30.05 a	0.75
	Ph	6.55 a	0.01
	ACIDEZ	1.63 a	0.02
	AGUA	1.06 a	0.68
	TEMP. MUESTRA	33.60 a	0.26
	CONDUCTIVIDAD	6.28 a	0.09
	PT, DE CINGELACIÓN	-0.53 a	0.00
	SALES	0.70 a	0.01
PRIMAVERA	PROTEINA	3.00 b	0.03
	LACTOSA	4.40 b	0.08
	GRASA	3.76 a	0.29
	SOLIDOS TOTALES	11.93 a	0.25
	SNG	8.16 b	0.06
	DENSIDAD	27.70 b	0.47
	Ph	6.54 a	0.01
	ACIDEZ	1.62 a	0.03
	AGUA	1.97 a	0.52
	TEMP. MUESTRA	32.77 b	0.21
	CONDUCTIVIDAD	6.04 b	0.08
	PT. DE CONGELACIÓN	-0.51 a	0.00
	SALES	0.66 b	0.00

EEM: Error estándar de la media, SNG: Sólidos no grasos; Ph, Pt: Punto de congelación.

6.2 Comparación de la calidad de la leche cruda en sus principales componentes por unidad de producción pecuaria

6.2.1 Cuantificación de la proteína presente en la leche por unidad de producción pecuaria

La calidad de la leche puede variar principalmente por la nutrición de la vaca lo cual tiene un efecto importante en la composición de la leche, que se ve reflejado en el contenido de grasa. Los sólidos no grasos, compuestos por proteínas, lactosa y minerales, también pueden variar mucho con los cambios en la dieta. Los factores específicos, reportados en la literatura, que afectan los sólidos no grasos de la leche incluyen: la nutrición, la genética, y diversas patologías, como la fase de lactancia y la estación del año. Por lo anterior, se encontró diferencia de acuerdo con el manejo influye sobre la calidad fisicoquímica, entre los productores, que se puede deber principalmente al manejo del hato, por lo anterior, podemos observar que existen diferencias entre productores (Cuadro 4) (Cervantes *et al* 2013).

Cuadro 4. Cuantificación de la proteína en unidades de producción pecuaria.

Rancho (nivel)	Media	EEM
Coyotzingo	3.37 ab	0.14
Cuatro hermanos	0.07 ab	0.14
Jiménez	0.07 ab	0.14
La cañada	3.15 ab	0.14
Huaxtateno	3.11 ab	0.14
Los ocotes	3.03 ab	0.14
Hernández	2.99 ab	0.14
La Asunción	2.73 b	0.14
Familia Segura	3.09 ab	0.14
Mirador	3.00 ab	0.14
El león	3.03 ab	0.14
Don Tico	2.89 ab	0.14
Ocota	3.09 ab	0.14
La Candonga	3.62 a	0.14
Tierra bonita	3.13 ab	0.14
Ortega	3.10 ab	0.14
Los Cipreses	2.96 ab	0.14

EEM: Error estándar de la media

6.2.2 Cuantificación de la lactosa presente en la leche por unidad de producción pecuaria

Lactosa, azúcar propia de la leche, es uno de los carbohidratos más importantes, dada que están relacionadas con la transformación de productos como: los quesos, los yogurts.

Esta calidad se ve afectada principalmente por la alimentación de la vaca y época del año. Así mismo, el manejo sanitario que se le da al hato se ve reflejado en la cuantificación de lactosa donde se obtuvo una media como se muestra en el (Cuadro 5).

Cuadro 5. Cuantificación de la lactosa en unidades de producción pecuaria

Rancho (nivel)	Media	EEM
La candonga	5.42 a	0.76
Coyotzingo	4.82 ab	0.05
Tierra bonita	4.69 b	0.06
Huaxtateno	4.66 bc	0.04
Ortega	4.65 bc	0.09
La cañada	4.64 bc	0.08
Familia segura	4.64 bc	0.07
Ocota	4.64 bc	0.04
Cuatro hermanos	4.62 bc	0.05
Jiménez	4.60 bc	0.04
Los ocotes	4.55 bc	0.05
El león	4.55 bc	0.14
Mirador	4.51 bcd	0.06
Los cipreses	4.45 bcd	1.77
La Asunción	4.10 cd	0.23
Don Tico	4.07 cd	0.23
Hernández	3.81 d	0.62

EEM: Error estándar de la media

6.2.3 Cuantificación de la grasa presente en la leche por unidad de producción pecuaria

La leche cruda de vaca está conformada aproximadamente por 98 % de triglicéridos, menos del 2 % por lípidos polares (fosfoglicéridos, esfingolípidos y colesterol), además, pequeñas cantidades de ácidos grasos libres (AGL), mono, di y triglicéridos (Angulo 2009).

Los resultados obtenidos (Cuadro 6), se debe al manejo alimenticio que se le da a cada hato en unidad de producción pecuaria. La NOM – 155-SCFI-2012 el contenido promedio debe ser superior a 3.16 g L⁻¹.

Cuadro 6. Cuantificación de la grasa en unidad de producción pecuaria

Rancho (nivel)	Media	EEM
Don Tico	5.33 a	1.66
La cañada	5.08 a	1.42
Los cipreses	4.84 a	1.77
La Asunción	4.35 a	1.19
Cuatro hermanos	3.72 a	0.40
Los ocotes	3.70 a	0.12
Mirador	3.45 a	0.59
Coyotzingo	3.35 a	0.25
Ortega	3.30 a	0.16
El león	3.19 a	0.43
Ocota	3.16 a	0.61
Huaxtateno	3.04 a	0.47
Jiménez	3.04 a	0.25
La candonga	2.83 a	0.30
Hernández	2.72 a	0.29
Familia segura	2.47 a	0.29
Tierra bonita	2.39 a	0.31

EEM: Error estándar de la media

6.2.4 Cuantificación de los sólidos totales presente en la leche por unidad de producción pecuaria

El agua representa el 82 % y 82.5 % de la leche, los sólidos totales alcanzan comúnmente la cifra de 12 % hasta un 13 % y los sólidos no grasos están aproximados al 9 %. Nuestros resultados concuerdan con lo reportado por (Cervantes *et al.* 2010) quien realizó un muestreo en la zona de Hidalgo (Cuadro 7).

Cuadro 7. Cuantificación de los sólidos totales en unidad de producción pecuaria

Rancho (nivel)	Media	EEM
Don Tico	13.26 a	1.32
Los cipreses	12.88 a	1.48
La candonga	12.70 a	1.12
La cañada	12.20 a	0.05
Cuatro hermanos	12.14 a	0.32
Los ocotes	12.00 a	0.07
Coyotzingo	11.98 a	0.24
La Asunción	11.83 a	1.24
Ortega	11.77 a	0.14
Mirador	11.67 a	0.52
Ocota	11.61 a	0.60
Huaxtatenno	11.55 a	0.42
Jiménez	11.42 a	0.19
El león	11.33 a	0.34
Tierra bonita	10.93 a	0.30
Familia segura	10.92 a	0.19
Hernández	10.88 a	0.40

EEM: Error estándar de la media

6.2.5 Cuantificación de los sólidos no grasos presente en la leche por unidad de producción pecuaria

Los sólidos no grasos lácteos (SNGL), y están compuestos por proteínas que va de 36 a 38 % (mayormente caseína), lactosa 56 % y sales minerales de 6 % (calcio, potasio, fósforo, magnesio, hierro). Estas variables concuerdan con (López *et al.* 2010), que nos indica una calidad apta para el consumo humano (Cuadro 8).

Cuadro 8. Cuantificación de los sólidos no grasos en unidad de producción pecuaria

Rancho (nivel)	Media	EEM
La candonga	9.87 a	1.38
Coyotzingo	8.78 ab	0.09
La cañada	8.60 ab	0.07
Tierra bonita	8.54 ab	0.11
Huaxtateno	8.49 ab	0.07
Ortega	8.47 ab	0.17
Familia segura	8.45 ab	0.13
Ocota	8.44 ab	0.07
Cuatro hermanos	8.41 ab	0.09
Jiménez	8.37 ab	0.07
Los ocotes	8.30 ab	0.10
El león	8.28 ab	0.25
Mirador	8.21 ab	0.11
Hernández	8.16 ab	0.18
Los cipreses	8.11 ab	0.32
Don Tico	7.93 ab	0.43
La Asunción	7.47 ab	0.43

EEM: Error estándar de la media

6.2.6 Cuantificación del agua presente de la leche por unidad de producción pecuaria

El punto de congelación de la leche cruda de vaca se encuentra por término medio entre -0.54°C y -0.55°C (valores límites: -0.51°C y -0.59°C) en virtud de la lactosa y sales disueltas; la técnica de su determinación se llama crioscopia y ha sido también adoptada en el examen de la leche para establecer posibles adulteraciones por adición de agua (Gómez, 2005).

Existe evidencia que la leche contiene agua añadida, en promedio, 1.5 %; sin haber diferencia significativa entre época del año, ($p \leq 0.05$), pero sí entre unidad de producción pecuaria, ($p \leq 0.05$) (Cuadro 9).

Al agregarle agua a la leche que está acumulada en el tanque enfriador provoca un aumento de litros. Esto se debe a que los productores aumentan su producción por el bajo precio a la venta, y así poder tener mejor rendimiento económico para poder cubrir los gastos económicos de la unidad de producción pecuaria.

Cuadro 9. Comparación de cantidad de agua en unidad de producción pecuaria

Rancho (nivel)	Media	EEM
La Asunción	9.88 a	4.98
Dom Tico	5.41 ab	2.38
Hernández	2.91 ab	1.97
Los cipreses	2.33 ab	1.94
El león	1.72 b	1.61
Mirador	1.08 b	0.61
Ortega	0.83 b	0.69
Los ocotes	0.73 b	0.73
La candonga	0.63 b	0.41
Jiménez	0.160 b	0.160
Tierra bonita	0.126 b	0.093
Coyotzingo	-8.882 b	0.000
Cuatro hermanos	-8.882 b	0.000
La cañada	-8.882 b	0.000
Huaxtatenó	-8.882 b	0.000
Familia Segura	-8.882 b	0.000
Ocota	-1.11 b	0.000

EEM: Error estándar de la media

6.3 Variables socioeconómicas por unidades de producción pecuaria

6.3.1 Características geográficas de las unidades de producción pecuaria

Las unidades de producción pecuarias (UPP), en la sierra nororiental del estado de Puebla, están localizadas en diferentes localidades pertenecientes a cuatro municipios: Teziutlán, Tételes de Ávila Castillo, Tlatlauquitepec y Zaragoza. Estas unidades representan un modelo de producción a pequeña escala, caracterizado por el uso intensivo de la mano de obra familiar y la aplicación de métodos tradicionales en el manejo del ganado. El presente análisis se centró en caracterizar los principales elementos sociodemográficos de los productores, las dimensiones de las explotaciones, los métodos de alimentación y la composición del inventario animal. Esta caracterización es necesaria para entender la calidad de la leche que se obtiene en los hatos ganaderos especializados en la producción de leche.

6.3.2 Características de los productores

Los productores que dirigen estas unidades de producción pecuaria tienen un perfil que combina experiencia en la actividad pecuaria con un acceso limitado a educación formal avanzada. La mayoría son adultos de 50.8 años en promedio, aunque el productor más joven tiene 30 años. En muchos casos, se observa una estructura familiar en la que los hijos participan activamente en las actividades diarias de la explotación.

En cuanto al nivel educativo, la mayoría de los productores cuenta con estudios básicos. Esto puede deberse a la naturaleza del trabajo agrícola, que demanda tiempo completo desde edades tempranas, limitando las oportunidades de estudios formales más avanzadas. Sólo un 2.6 % de los productores en esta muestra cuenta con un grado de estudios superiores, lo cual coincide con patrones observados en zonas rurales de México.

Un aspecto notable es la predominación masculina en esta actividad. De los 17 productores registrados, 16 son hombres y solo una es mujer, lo cual sugiere un patrón de género en la decisión del trabajo rural en Puebla.

Además, el trabajo en unidades de producción pecuaria depende en gran medida de la colaboración familiar, con un promedio de 3.23 familiares participando activamente en la producción de leche y el cuidado de los animales.

6.3.3 Espacio para la ordeña y superficie forrajeras de las explotaciones

La extensión de las unidades de producción pecuaria varía significativamente entre unidades, lo que relaciona con la capacidad de inversión y el acceso a tierras de productores. Quince de las unidades cuentan con una superficie promedio para la ordeña de 30 x 30 m², mientras que las dos restantes disponen de 15 x 15 m². La superficie total promedio de las explotaciones es de 9.76 hectáreas, con la unidad de explotación más pequeña en 2 hectáreas, y 25 hectáreas la unidad de explotación más grande.

6.3.4 Alimentación de los animales

La alimentación en estas unidades de producción pecuaria está basada en un manejo tradicional, con recursos forrajeros locales como: pastos, forrajes verdes, ensilaje, pacas de zacate y rastrojo. A esta base de alimentación se suma el uso de alimento comercial, suministrado en horarios estandarizados entre las 6:00 am y 6:00 pm. El consumo promedio de alimento comercial es de 9.80 kg por vaca por día, cuya cantidad es insuficiente para cubrir los requerimientos alimenticios de los animales; además, se asegura el acceso libre a agua potable para maximizar el rendimiento y bienestar de los animales (Church, 1930).

Este sistema de alimentación mixto permite mantener una producción estable con estos costos relativamente bajos, aunque limita la capacidad de intensificación de la producción.

6.3.5 Composición del inventario animal

El inventario animal en estas unidades de producción pecuaria incluye razas especializadas en producción lechera, Jersey y Holstein, adaptadas a las condiciones de la región (Cuadro 5).

Cuadro 10. Composición del hato ganadero en las Unidades de Producción Pecuaria en la micro-región de Teziutlán, Puebla.

Tipo de animales	Promedio
Vacas en producción	17.29
Vacas secas	8
Vacas de reemplazo	10.9
Sementales	0.05
Total	35.64

Los promedios presentados en el cuadro 5 son característicos de las unidades de producción pecuaria, donde únicamente dos productores cuentan con 1 semental. Esto se debe a que la reproducción de los animales se realiza con inseminación artificial o mediante el uso de sementales externos.

El análisis de las unidades de producción pecuaria en la sierra nororiental del estado de Puebla, revela un modelo de producción centrado en la cohesión familiar y en la optimización de recursos locales el uso de métodos tradicionales, la participación activa de los familiares y la predominación de razas productoras de leche adaptadas a las condiciones de la región son características que reflejan la residencia y adaptación de estas unidades frente a las limitaciones de recursos económicos y tecnológicos. La descripción y análisis de estas unidades de producción pecuaria aportan un entendimiento profundo de las dinámicas productivas en la sierra nororiental del estado de Puebla, ayuda a entender la producción de la calidad de leche, el cual es el objetivo central del presente trabajo.

6.3.6 Producción y comercialización de la leche

En las unidades de producción pecuaria hay 251.82 litros de leche por día en promedio, la unidad con mayor producción de leche es de 620 litros de leche por día, donde la Unidad con menos producción es de 20 litros por día, esto se debe al mal manejo en alimentación, y del hato.

El precio de venta es de \$9.82 (nueve pesos con ochenta y dos centavos) en promedio, mientras que el precio más elevado es de \$12.00 (doce pesos), y el precio bajo es de \$9.00 (nueve pesos), el precio de la leche se debe a la comercialización que cada productor le da.

VII . CONCLUSIÓN

De acuerdo con la NOM-155-SCFI-2012, la leche que se produce en la micro-región de Teziutlán cumple con estas especificaciones, sin embargo, durante la época de invierno se ve afectada debido al tipo de alimentación que se basa principalmente en cultivos nativos, y provocan que exista una diferencia de los contenidos de nutrientes, principalmente en la proteína, lactosa, sólidos totales, sólidos no grasos, densidad, y conductividad.

En cuanto a la caracterización de los productores se encuentra una diferencia en cuanto al manejo, producción y alimentación, lo cual, esto se puede ser debido a la edad de los productores, el manejo de los animales, y se tiene una gran variación por las dimensiones del rancho.

VII. LITERATURA CITADA

- Angulo J.; Mahecha L.; Olive M. 2009. Síntesis, composición y modificación de la grasa de la leche bovina: Un nutriente valioso para la salud humana. Rev. MVZ Córdoba 14 (3): 1856-1866.
- Castellini G.; Barello S.; Bosio A.C. 2023 Milk Quality Conceptualization: A Systematic Review of Consumers', Farmers', and Processing Experts' Views. Foods 12: 3215.
- Cervantes E. F.; Cesín V. A.; Mamani O. I. 2013. La calidad estándar de la leche en el estado de Hidalgo. En línea: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242013000100006. Consultado: 28/08/2024.
- Church D. C. 1930 Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Limusa. Grupo Noriega Editores 1ª ed. México. 338p.
- Coates G.; Serena B.; Albino Claudio B. 2023 Conceptualización de la calidad de la leche; una revisión sistemática de las opciones de consumidores, productores y expertos en procesamiento - Alimentos Principales pruebas de calidad de leche, factores que la afectan y cómo corregirlos. En línea: <https://www.ganaderia.com/destacado/principales-pruebas-de-calidad-de-leche-factores-que-la-afectan-y-como-corregirlos>. Consultado: 03/10/2024.
- Elizando J. A.; Salazar P. D. 2010. Anatomía de la ubre y secreción de la leche. No. 54. En línea: <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/server/api/core/bitstreams/ec6252e0-2451-48c4-9c5d-af6e49ae2309/content>. Consultado: 14/09/2024.
- Gómez A.; Divier A.; Bedoya M.; Oswaldo. 2005. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Revista lasallista de investigación. 2 (1): 38-42.
- González C. G. R. Molina S. B. Vázquez C. R. 2010. Calidad de la leche cruda. Primer foro sobre ganadería lechera de la zona alta de Veracruz. En línea: https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELAL_ECHECRUDA.pdf#:~:text=As%C3%AD%20mismo%20y%20desde%20un%20punto

[%20de,cumpla%20con%20las%20caracter%C3%ADsticas%20f%C3%ADsticas%2C%20microbiol%C3%B3gicas%20e.](#) Consultado: 05/08/2024.

López B.; Francy N.; Sepúlveda V. J. U.; Restrepo M.; Diego A. 2010. Ensayo y Funcionalidad de un Sustituyente de Sólidos No Grasos Lácteos en una Mezcla para Helado. Revista Facultad Nacional de Agronomía 63 (2): 5729-5744.

Menci R.; Natalello A.; Luciano G.; 2021. Efecto de la suplementación dietética con taninos sobre la calidad de la leche de vaca en dos temporadas de pastoreo diferentes. En línea: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-99109-y>. Consultado: 12/09/2024.

NOM-155-SCFI-2012, (Norma Oficial Mexicana). Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. En línea: <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4692/seeco/seeco.htm>. Consultado: 10/08/2024.

SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural) 2023. Al alza producción lechera en México, crece 9 % en los últimos cinco años. En línea: <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/al-alza-produccion-lechera-en-mexico-crece-9-en-los-ultimos-cinco-anos>. Consultado: 23/08/2024.

SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural) 2022. Crece la producción lechera. En línea: <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/crece-la-produccion-lechera-pero-enfrenta-retos-uno-principal-esta-en-la-normatividad-322012>. Consultado: 20-09-2024.

Saens C. J.A. 2021. Las razas bovinas se han ido mejorando con el pasar de las décadas para obtener un mayor rendimiento de leche. Razas bovinas especializadas en leche. Revista de información veterinaria, medicina y zootecnia, especializada en los sectores de avicultura, porcicultura, rumiantes y acuicultura. En Línea: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/razas-bovinas-especializadas-en-leche/>. Consultado: 18/10/2024.

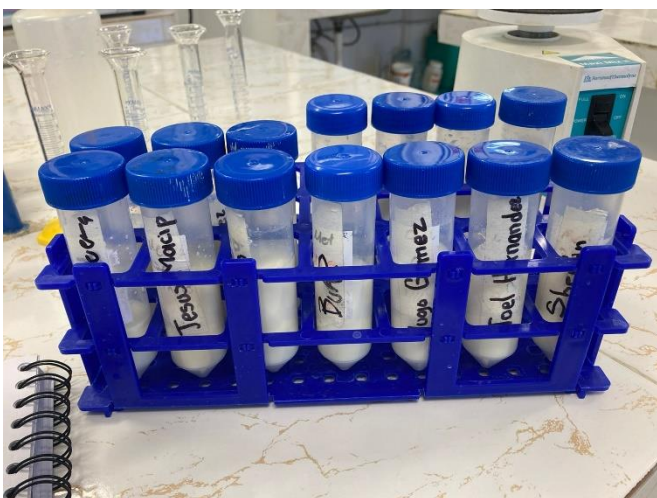
Sposob G. 2016. Clima templado. En línea: <https://humanidades.com/clima-templado/> Consultado: 25/10/2024.

- Tellez A. S.; Romero L. 2020. Anatomía y fisiología de la glándula mamaria. En Línea: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/110-anatomia.pdf. Consultado: 04/08/2024.
- Valencia D. Ramírez C. E. Maria L. 2009 La industria de la leche y la contaminación del agua Elementos: Ciencia y cultura 16 (73) 27-31.
- Zhou F.; Liang Y.; Idriss A. A. A. 2022 Análisis de factores no genéticos que afectan el modelo de Wood de porcentaje diario de grasa de la leche en el ganado Holstein. Veterinario Ciencias 2022. 9 (4): 188.

IV. ANEXOS



Anexo 1. Tanque enfriador a menos 4° C



Anexo 2. Muestras identificadas por unidad de producción pecuaria



Oficio No. FCAyP/856/2024

Concepción Ochoa Ramírez
Egresada de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
PRESENTE

Con base en el dictamen emitido por el Dr. Edgar Valencia Franco (**Director de Tesis**), Dr. Numa Pompilio Castro González (**Asesor**), Dr. Marcos Pérez Sato (**Asesor**) y Dr. Artemio Cruz León (**Asesor**) en su calidad de Consejo Particular, se autoriza la elaboración digital de la tesis titulada:

Calidad fisicoquímica de la leche cruda de vaca en la micro-región de Teziutlán, Puebla.

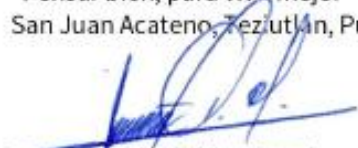
Correspondiente a la Licenciatura en Ingeniería Agronómica y Zootecnia.

Sin otro particular por el momento me despido de Usted.

Atentamente

"Pensar bien, para vivir mejor"

San Juan Acateno, Teziutlán, Pue., a 02 de Diciembre de 2024.


Dr. Armando Ibáñez Martínez

Director de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias



c.c.p. - Archivo y Minutario
Dr. AIM/mlsm