



Universidad del Papaloapan

Campus Loma Bonita

LICENCIATURA EN ZOOTECNIA

**ESTUDIO DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD NUTRITIVA Y
CONTEO DE CELULAS SOMATICAS DE LA LECHE EN
UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE LOMA BONITA, OAXACA**

TESIS PROFESIONAL
PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN ZOOTECNIA

PRESENTA
ALEJANDRO LÓPEZ MORALES

CODIRECTORES:
DR. JOSÉ MANUEL JUÁREZ BARRIENTOS
DR. PABLO DÍAZ RIVERA

LOMA BONITA, OAXACA, MEXICO, A 22 DE NOVIEMBRE DE
2022



Universidad del Papaloapan

FECHA:	15 de Noviembre del 2022
ÁREA:	Vice-Rectoría Académica
OFICIO NÚMERO:	UNPA/VRA/223/2022
ASUNTO:	Autorización de Impresión de tesis.

C. ALEJANDRO LÓPEZ MORALES
PRESENTE:

En base al artículo 120 del reglamento de alumnos, por medio de la presente se aprueba la impresión de la tesis titulada “**Estudio diagnóstico de la calidad nutritiva y conteo de células somáticas de la leche en unidades de producción de Loma Bonita, Oaxaca**” así como la programación del examen profesional bajo la dirección del Dr. José Manuel Juárez Barrientos.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente.
terra ubérrima, mens aperta
Bou Lo-tama, chi jí jú



MC. HÉCTOR LÓPEZ ARJONA
Vice-Rector Académico.





Universidad del Papaloapan

Terra uberrima, plana spherica
Beu lo-terre, chi illu

Licenciatura en Zootecnia

Loma Bonita, Oaxaca a 11 de noviembre de 2022

M.E. Yesenia Barrientos Arenal
Jefa del Departamento de Servicios Escolares
PRESENTE

Mediante la presente, le informo que esta jefatura, con el visto bueno de la Vice-rectoría Académica, ha designado a los siguientes profesores como sinodales del examen profesional del exalumno **C. Alejandro López Morales**, quien defenderá su trabajo de tesis titulado **"Estudio diagnóstico de la calidad nutritiva y conteo de células somáticas de la leche en unidades de producción de Loma Bonita, Oaxaca"**, para obtener el título de **Licenciado en Zootecnia**.

Titulares:

Presidente: Dr. Cecilio Ubaldo Aguilar Martínez
Secretario: Dra. Tania Zúñiga Marroquín
Vocal: Dr. José Manuel Juárez Barrientos



Suplentes:

Dr. Pablo Díaz Rivera
Dr. Nicolás Valenzuela Jimenez

Sin más por el momento, le envió un cordial saludo.



Atentamente



Dra. Tania Zúñiga Marroquín
Jefa de Carrera de Licenciatura en Zootecnia

M.C. Héctor López Arjona
Vice-rector Académico

Vo. Bo.



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

Campus Loma Bonita

LA PRESENTE TESIS TÍTULADA, “ESTUDIO DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD NUTRITIVA Y CONTEO DE CÉLULAS SOMÁTICAS DE LA LECHE EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE LOMA BONITA, OAXACA” BAJO LA CO-DIRECCIÓN DEL DR. JOSÉ MANUEL JUÁREZ BARRIENTOS Y EL DR. PABLO DÍAZ RIVERA, HA SIDO REVISADA Y ACEPTADA POR LA COMISIÓN REVISORA Dr. CECILIO UBALDO AGUILAR MARTÍNEZ Y DRA. TANIA ZÚÑIGA MARROQUÍN, PARA SER DEFENDIDA EN EL EXAMEN PROFESIONAL Y OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN ZOOTECNIA.

DR. JOSÉ MANUEL JUÁREZ

BARRIENTOS

Dr. CECILIO UBALDO AGUILAR

MARTÍNEZ

DR. PABLO DÍAZ RIVERA

DRA. TANIA ZÚÑIGA MARROQUÍN

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres **Alejandro López Ibáñez** y **Nanci Magalia Morales Vázquez** por a verme brindado todo su apoyo y consejos durante toda mi formación académica. A mi hermano **Rodrigo López Morales**. A mis abuelos **Justino López Martínez, Evangelina Ibáñez Díaz y Adelina Clotilde Vásquez Ocampo** los cuales estuvieron muy pendientes de mí. A mi tío **Pedro Rolando López Ibáñez y Matilde Cardo Franco** gracias a ellos por sus consejos, apoyo y orientación que me dieron en algún momento, la cual me sirvió de mucho para poder elegir lo que realmente quería estudiar. A todos mis tíos los cuales me brindaron su apoyo durante mi estancia en la Universidad.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad del Papaloapan** por ser una segunda casa en la cual me brindaron todas las herramientas necesarias durante el proceso de mi formación académica.

A mis codirectores de tesis **Dr. José Manuel Juárez Barrientos** y **Dr. Pablo Díaz Rivera**, por el apoyo, la confianza y la paciencia brindada durante el desarrollo de este proyecto, se les agradece por compartir parte de sus conocimientos los cuales fueron de gran utilidad en la realización de este trabajo.

A mis revisores de tesis **Dr. Cecilio Ubaldo Aguilar Martínez** y **Dra. Tania Zúñiga Marroquín** por la orientación y sugerencias en la revisión de este proyecto.

A todos los profesores que formaron parte de mi formación académica, durante mi estancia en la **Universidad del Papaloapan**, gracias por compartir sus conocimientos.

A la **Unión Ganadera Local de Loma Bonita Oaxaca**, por la ayuda y la disponibilidad que me brindaron, la cual me facilitó el contacto con los productores para que este proyecto se realizara.

ÍNDICE

DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTOS	6
INDICE DE CUADROS	9
INDICE DE FIGURAS	10
RESUMEN	11
ABSTRAC	12
1. INTRODUCCIÓN	13
2. OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GENERAL	16
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3. HIPÓTESIS	17
4. REVISIÓN DE LITERATURA	18
4.1. VALOR NUTRICIONAL DE LA LECHE BOVINA.....	18
4.1.1. Agua.	18
4.1.2. Proteína.	18
4.1.2.1. Caseína.	19
4.1.3. Lactosa.	20
4.1.4. Grasa.	20
4.1.5. Elementos minerales.	20
4.1.6. Vitaminas.	21
4.1.7. Enzimas.	22
4.2. TIPOS DE CONTAMINANTES DE LA LECHE	22
4.2.1.1. Contaminación de la leche al interior de la ubre.	23
4.2.1.2. Equipo de ordeño y utensilios.	23
4.3. LA MASTITIS BOVINA	24
4.3.1. Anatomía y fisiología de la glándula mamaria.	24
4.3.2. Fisiopatología de la mastitis bovina.	25
4.3.3.1. Mastitis clínica.....	26
4.3.4. Principales factores que se asocian a la presencia de mastitis bovina..	27
4.3.5 Pruebas de diagnóstico para detectar mastitis subclínica.	29
4.3.5.1. Prueba de California para mastitis (CMT).	29
4.3.5.2. Prueba de Wisconsin para mastitis (WMT).	30
5. MATERIALES Y METODOS	31
5.1 LOCALIZACIÓN	31
5.2 SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	31
5.3 DISEÑO Y APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO.....	33
5.4 TOMA DE MUESTRA DE LECHE	33
5.5 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LA LECHE	33

5.6 CONTEO DE CÉLULAS SOMÁTICAS.....	34
5.7 PRUEBA DE CALIFORNIA PARA LA MASTITIS (CMT).....	34
5.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	36
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
6.1 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA LECHE DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN ..	38
6.2 CONTENIDO DE CÉLULAS SOMÁTICAS DE LA LECHE EN LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN.....	43
6.3 PRACTICAS DE MANEJO ZOOTÉCNICO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE LA LECHE	48
6.4 EFECTO DE ALGUNAS VARIABLES PROPIAS DEL MANEJO ZOOTÉCNICO SOBRE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LA LECHE Y LA SALUD DE LA GLÁNDULA MAMARIA DE LAS VACAS	57
6.4.1. Efecto de las prácticas nutricionales sobre la calidad nutricional de la leche.	57
6.4.2. Efecto de las prácticas de ordeño sobre el conteo de células somáticas.	64
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
7.1. CONCLUSIONES.....	69
7.2. RECOMENDACIONES	72
8. LITERATURA CITADA	74
9. ANEXOS	92

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Cantidad de microorganismos en diferentes etapas del ordeño.....	23
Cuadro 2	Interpretación de los resultados de la prueba de CTM.....	30
Cuadro 3	Lectura y descripción de la prueba de CTM.....	32
Cuadro 4	Contenido promedio de Sólidos no grasos (SNG), Lactosa (LAC), Grasa (GRA) y Proteína (PROT) en las unidades de producción del Municipio de Loma Bonita Oaxaca.....	35
Cuadro 5	Contenido de Grasa (GRA), Sólidos no grasos (SNG), Densidad (DEN), Proteína (PROT) y Lactosa (LAC), de las 20 unidades de producción del Municipio de Loma Bonita Oaxaca.....	40
Cuadro 6	Contenido de células somáticas de las unidades de producción de Loma Bonita.....	43
Cuadro 7	Promedio del número de cuartos y porcentajes que ocuparon las diferentes categorías de resultados de la prueba de California para el diagnóstico de la mastitis subclínica en las 20 UP visitadas.....	46
Cuadro 8	Indicadores socioeconómicos, técnicos productivos y de comercialización de las UP.....	49
Cuadro 9	Características de las UP.....	52
Cuadro 10	Manejo zootécnico de las UP.....	55
Cuadro 11	Prácticas de ordeño de las UP.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Estructura general del sistema de conducción de la glándula mamaria de la vaca (Hernández et al., 2010)	25
Figura 2.	Efecto en el porcentaje de Grasa, en comparación con la alimentación en pastoreo y en pastoreo más suplementación.....	58
Figura 3.	Efecto en el porcentaje de Sólidos no Grasos, en comparación con la alimentación en pastoreo y en pastoreo más suplementación.....	60
Figura 4.	Efecto en el porcentaje de Proteína, en comparación con la alimentación en pastoreo y en pastoreo más suplementación.....	61
Figura 5.	Efecto en el porcentaje de Lactosa, en comparación con la alimentación en pastoreo y en pastoreo más suplementación.....	62
Figura 6.	Efecto del contenido de células somáticas en relación entre el tipo de ordeño.....	65
Figura 7.	Efecto del conteo de células somáticas en relación entre el lavado y secado de pezones.....	67
Figura 8.	Efecto del conteo de células somáticas en relación con el sellado de pezones.....	68

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad nutritiva y el conteo de células somáticas de la leche en el municipio de Loma Bonita Oaxaca. Por medio de una encuesta realizada a 20 productores, se obtuvieron datos de algunas prácticas de manejo zootécnico y se correlacionaron con los datos obtenidos. La calidad nutritiva y el conteo de células somáticas de la leche en las unidades de producción (UP) se determinaron por medio de la toma de muestra de leche en tanque, para ser analizadas en el laboratorio de la Universidad del Papaloapan utilizando los equipos Ekomilk Bond® y Ekomilk Scan®. En cada UP se eligieron al azar 10 vacas para realizarle la prueba de california para conocer la salud de la glándula mamaria de la vaca y correlacionar estas variables con el conteo de células somáticas. La calidad nutricional de la leche fue deficiente en proteína y lactosa en el contenido promedio de las 20 UP. La UP la Purisisima es la que presento mayores contenidos de GRA (6.16 %), SNG (9.32 %), PROT (3.54 %) y LAC (5.07 %). La UP el Uberal (1,161,000 cel/mL \pm 1,391,216 cel/mL) y San José (913,667 cel/mL \pm 141,585 cel/mL) son los que mostraron el mayor contenido de células somáticas; estos últimos resultados pueden relacionarse con el estrés calórico de los animales y los pastos de mala calidad, lo que genera un desbalance energético reflejado en la calidad nutricional de la leche. Las malas prácticas de ordeño provocan el aumento considerable de células somáticas y la propagación de la mastitis.

Palabras clave: células somáticas, prueba de california, unidades de producción.

ABSTRAC

The objective of this study was to evaluate the nutritional quality and somatic cell count of milk in the municipality of Loma Bonita, Oaxaca. Through a survey of 20 producers, data on some zoo technical management practices were obtained and correlated with the milk quality data. The nutritional quality and the somatic cell count of the milk in the production units (UP) were determined by taking a sample of milk in a tank, to be analyzed in the laboratory of Papaloapan University using the Ekomilk Bond® and Ekomilk Scan® equipment's. In each UP, 10 cows were randomly selected to perform the California test to determine the health of the cow's mammary gland and correlate this variable with the somatic cell count. The nutritional quality of the milk was deficient in protein and lactose, this in the average content of the 20 UP. The UP la Purisisima was the highest GRA content (6.16%), SNG (9.32%), PROT (3.54%) and LAC (5.07%). The UP Uberal ($1,161,000 \pm 1,391,216$ cells/mL) and San José ($913,667 \pm 141,585$ cells/mL) had the highest content of somatic cells. The results can be related to the caloric stress of the animals and poor-quality pastures, which generates an energy imbalance reflected in the nutritional quality of the milk. Poor milking practices cause a significant increase in somatic cells and the spread of mastitis.

Keywords: somatic cells, California test, production units.

1. INTRODUCCIÓN

La leche es la secreción natural de la glándula mamaria, excluyendo el calostro que es producido durante los primeros cinco días de lactancia (Briñez *et al.*, 2003). La leche bovina representa un alimento altamente nutritivo debido a que es una fuente de proteína de alto valor biológico, grasas, minerales y vitaminas. Su composición aproximada consiste en: agua (87%), lactosa (4-5%), grasa (3-4%), proteínas (3-4%), minerales (0.8%) y vitaminas (0.1%) (Uscanga-Domínguez, 2019), con algunas variaciones causadas por la raza y la alimentación, entre otros factores. La composición de la leche puede verse afectada por contaminantes físicos, químicos y bacterianos, así como por factores genéticos, fisiológicos y de manejo (Briñez *et al.*, 2003; Martínez-Vasallo *et al.*, 2017). Así mismo, el contenido de sólidos afecta parámetros como la densidad, la cual no debe ser menor de 1.0295 g/L (a 15 °C) y sólidos no grasos que deben presentar un valor de al menos 8.3% (Bernal *et al.*, 2007).

En México, se reporta una producción anual de 12,851,659.054 litros aproximadamente (SIAP, 2021), de los cuales, el estado de Oaxaca aporta el 1.87%. En el municipio de Loma Bonita se producen 3,076.743 L (SIAP, 2019) que provienen de los sistemas de doble propósito (SDP), los cuales son característicos de las regiones tropicales y subtropicales. Estos sistemas basan su producción de leche en el pastoreo de pastos nativos (Aguilar *et al.*, 2000), explotando razas lecheras como Holstein y Pardo Suizo cruzadas con razas cebú, lo que genera animales adaptados a las condiciones agroecológicas que además ofrecen una producción de leche aceptable. La leche obtenida en los SDP es altamente variable

en cuanto a su rendimiento y calidad, ya que es influenciada fuertemente por factores fisiológicos, ambientales, nutricionales, genéticos, de higiene en la ordeña, de almacenamiento, transporte y de salud de la glándula mamaria (Briñez *et al.*, 2003; De los Reyes *et al.*, 2010).

En los SDP el ordeño es predominantemente manual (Bernal *et al.*, 2007; Juárez-Barrientos *et al.*, 2015), lo que causa una alta vulnerabilidad a la contaminación de la leche por microorganismos y productos químicos (Cerón-Muñoz *et al.*, 2007; De los Reyes *et al.*, 2010; Jiménez *et al.*, 2019), además de incrementar los riesgos de enfermedades de la glándula mamaria como la mastitis, la cual puede presentarse hasta en el 50% de las vacas en un hato en producción, de forma clínica o subclínica (Cerón-Muñoz *et al.*, 2007; De los Reyes *et al.*, 2010; Jiménez *et al.*, 2019). El conteo de células somáticas en leche indica la presencia de mastitis, la cual genera pérdidas económicas asociadas a la disminución en la producción y alteración de la calidad de la leche (Cerón-Muñoz *et al.*, 2007; De los Reyes *et al.*, 2010; Jiménez *et al.*, 2019). La desinfección y limpieza de los pezones antes del ordeño y el uso de selladores después del mismo son prácticas clave para controlar la mastitis (Magariños, 2001; De los Reyes *et al.*, 2010).

La información antes mencionada, evidencia la complejidad de los factores involucrados en los SDP y cómo afectan la producción y calidad de leche. La región de Loma Bonita, Oaxaca, presenta una actividad ganadera importante y una producción de leche considerable; por lo tanto, para los productores es sustancial contar con la información de cómo algunos factores afectan la calidad de la leche y rendimiento productivo. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es evaluar la

calidad nutritiva y el conteo de células somáticas en la leche de los SDP en Loma Bonita Oaxaca y correlacionar los datos obtenidos con algunas prácticas de manejo aplicadas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar la calidad nutritiva y el conteo de células somáticas de la leche en las unidades productivas de Loma Bonita, Oaxaca y correlacionar los datos obtenidos con algunas prácticas de manejo aplicadas.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar la composición nutricional de la leche con base en el contenido de proteínas, lactosa, grasa y sólidos no grasos.
- Determinar el conteo de células somáticas en leche de las unidades productivas del municipio de Loma Bonita.
- Recabar información sobre las prácticas de manejo zootécnico e identificar las variables relacionadas con la calidad de la leche.
- Evaluar el efecto de algunas variables propias del manejo zootécnico sobre la calidad nutricional de la leche y la salud de la glándula mamaria de las vacas.

3. HIPÓTESIS

La calidad nutricional y el conteo de células somáticas en la leche de las unidades productivas del municipio de Loma Bonita están determinadas por algunos factores tecnológicos relacionados con las prácticas de manejo zootécnico propias de la región.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Valor nutricional de la leche bovina

La leche de vaca presenta sustancias definidas: agua, grasa, proteína, lactosa, vitaminas y minerales; también denominadas extracto seco o sólido totales (Gómez y Mejía, 2005).

4.1.1. Agua. Es el componente más abundante y en el encontramos otros componentes de estados físicos diferentes como el cloro, sodio y el potasio que están en dispersión iónica, la lactosa y la albumina se encuentran en dispersión molecular, la caseína y los fosfatos en dispersión coloidal y la materia grasa en emulsión (Magariños, 2001). El punto de congelación de la leche se encuentra entre -0.54°C y -0.55°C , esto dependiendo de la lactosa y sales disueltas. La técnica para determinar posibles adulteraciones por adición de agua se llama crioscopia (Gómez y Mejía, 2005).

El agua adicionada en la leche se relaciona con el punto de crioscopia y los factores que la pueden incrementar son la alta producción de leche (efecto de dilución), la alimentación y la época del año, o por la adulteración intencional del productor (Rivera y Romero, 2020).

4.1.2. Proteína. El contenido de proteína promedio en la leche es del 3.5% (varía en un rango del 2.9% al 3.9%). Las proteínas se clasifican en tres grupos: las caseínas (78%) que se encuentran unidas principalmente con fosfato de calcio, las proteínas del lacto-suero estas constituyen el 20% del nitrógeno proteico total y las proteínas del glóbulo graso las cuales son adheridas en el proceso de secreción

apocrina a través de la membrana celular del lactocito, esta solo representa el 2% de las proteínas lácteas (Gómez, 2005; García *et al.*, 2014).

4.1.2.1. Caseína. Es la proteína más abundante y la más característica de la leche, debido a que no se encuentra en otros alimentos. Existen tres tipos de caseínas (α , β y *Kapa caseína*) (Gómez y Mejía, 2005), que tienen la capacidad para inhibir la agregación y la precipitación de las proteínas por cualquier tipo de estrés (García *et al.*, 2014).

La α caseína es la fuente de nitrógeno proteico con mayor concentración en la leche de vaca, tiene 17 restos de prolina que se encuentran distribuidos a lo largo de toda su cadena, la β caseína presenta un gran número de residuos de prolina y es la encargada de formar la micela de caseína (García *et al.*, 2014).

4.1.2.2. Albúmina. Es la proteína que en cantidad sigue después de la caseína. La albúmina se desnaturaliza con facilidad al calentarse, por esta razón al someterse a altas temperaturas se destruye gran parte de la proteína sérica (Gómez y Mejía, 2005).

4.1.2.3. Las globulinas. Estas proteínas son de alto peso molecular, se encuentran en el torrente sanguíneo y forman parte del sistema inmunológico, cuya función es neutralizar y destruir a las bacterias. Las globulinas son las proteínas que presentan más fluctuaciones en el transcurso de periodo de lactación, desde el 9% al 16% del total de la proteína, esta tasa la alcanza en el calostro y va disminuyendo dicho porcentaje en las últimas etapas de lactancia (Gómez y Mejía, 2005).

4.1.3. Lactosa. La lactosa es un hidrato de carbono que se encuentra presente en la leche y otros productos lácteos, está formada por glucosa y galactosa. Para que pueda ser aprovechada por los mamíferos, necesita ser digerida por la enzima lactasa, que la descompone en glucosa y galactosa (Rosado, 2016). La prolactina dentro de las células alveolares estimula la síntesis de lactoalbúmina y, por lo, tanto la producción y secreción de lactosa. La lactosa favorece al crecimiento de bifidobacterias en el intestino (Valdez y Pérez, 2019).

4.1.4. Grasa. La grasa láctea es sintetizada en su gran mayoría por las células secretoras de la glándula mamaria y constituye cerca del 3-4% de la leche. Se encuentra en forma de micelas suspendidas en pequeños glóbulos microscópicos de un diámetro de 0.1 a 0.22 micrones, los cuales se encuentran rodeados de una capa de fosfolípidos que evitan que la grasa se aglutine y pueda separarse de la parte acuosa. La grasa de la leche puede sufrir alteraciones por la acción de la luz, del oxígeno y enzimas lipasas (Gómez y Mejía, 2005).

El contenido de grasa puede variar por factores como la raza y la alimentación. También es afectado por el estado sanitario de la ubre, presentando una disminución cuando se presentan procesos inflamatorios o infecciosos (Gómez y Mejía, 2005).

4.1.5. Elementos minerales. La leche de vaca contiene minerales como el sodio, potasio, magnesio, calcio, manganeso, hierro, cobalto, cobre, fósforo, fluoruros y yoduros (Gómez y Mejía, 2005). En la membrana de los glóbulos grasos se encuentra la mayor concentración de calcio, cobre, hierro, magnesio, manganeso, fosforo y zinc. Durante la lactancia los contenidos de calcio y fosforo

descienden, mientras que el sodio tiende a aumentar. La leche en época de seca es más deficiente en cobre que la de época de lluvias, la concentración de este mineral en leche es muy baja en vacas que pastan donde el suelo tiende a ser muy ácido (Gómez y Mejía, 2005).

La leche de vaca contiene en promedio de 7 g/L de minerales (Closa *et al.*, 2003). La distribución y concentración de estos minerales se encuentra en diferentes fases. En la fase acuosa continua se encuentra disuelta la lactosa y compuestos nitrogenados solubles, sales minerales y orgánicas como los citratos, fosfatos y cloruros de Ca, K, Mg, Na y Fe. En la fase coloidal se encuentran en suspensión micelas de caseína insolubles que contienen un 20% del Ca y P las cuales se encuentran unidos a su estructura, las sales compuestas de fosfato de Ca coloidal, citratos y Mg, contribuyen a estabilizar las micelas. El 1% de los fosfolípidos se encuentran en los glóbulos de grasa emulsionados y en sus membranas se fijan Fe, Cu, Zn y Mg. El 80% del Zn y Cu se fija en las micelas de caseínas y el 15% al 30% del Fe, Zn y Cu se unen a proteínas solubles (Closa *et al.*, 2003).

4.1.6. Vitaminas. La leche de vaca entera contiene vitaminas hidrosolubles y liposolubles, como las vitaminas A, D, E, K, B1, B2, B6, B12, C, carotenos, nicotina, biotina, ácido fólico (Fernández *et al.* 2015). El calostro contiene de 5 a 7 veces más vitamina C y de 3 a 5 veces vitaminas B2, D y E que la leche normal (Gómez y Mejía, 2005). La vitamina E es más abundante cuando el ganado tiene acceso a forraje más tosco (Gómez y Mejía, 2005). La pérdida de vitaminas en la leche depende de la temperatura y las radiaciones lumínicas (Gómez y Mejía, 2005).

4.1.7. Enzimas. Las enzimas lácteas tienen dos orígenes: la corporal y la metabólica. Las enzimas corporales se encuentran en forma libre y llegan directamente a la leche procedente de la sangre o de las células corporales. Las enzimas metabólicas se originan en la leche misma, como producto de la acción de los gérmenes (Gómez y Mejía, 2005).

Existen dos grupos de enzimas: las enzimas hidrolasas, que tienen un mecanismo de acción que se caracteriza por el desdoblamiento hidrolítico. A este grupo pertenecen las esterasas, lipasas, carbohidratasas y proteasas. El siguiente grupo de enzimas son las oxido-reductoras como la catalasa y la per oxidasa, que sirven como indicadores de la calidad microbiológica de la leche. En las esterasas se encuentra la lipasa, la cual actúa cuando la leche no es guardada en refrigeración provocando un sabor rancio de la misma. A temperaturas superiores a los 60°C, esta enzima se inactivará (Gómez y Mejía, 2005).

La catalasa y la per oxidasa son enzimas importantes del grupo oxido-reductoras, las cuales funcionan como indicadores de la calidad microbiológica de la leche (Gómez y Mejía, 2005).

4.2. Tipos de contaminantes de la leche

4.2.1. Contaminantes microbianos. La contaminación microbiana de la leche se lleva a cabo por tres fuentes principales: de la ubre y la suciedad de los pezones, la inadecuada limpieza del equipo de ordeño y de los utensilios (Martínez-Vasallo *et al.*, 2017).

4.2.1.1. Contaminación de la leche al interior de la ubre. Al ordeñar, la primera porción de leche contiene microorganismos, los cuales van disminuyendo a medida que el ordeño avanza. Los canales de los pezones se encuentran colonizados por muchos microorganismos como: *Staphilococcus*, *Corinebacterium*, coliformes, *Bacillus*, *Pseudomonas*, etc. Cuando la glándula mamaria se encuentra contaminada de mastitis tipo agudo, el número de microorganismos es muy elevado y alcanza valores de millones (Magariños, 2000).

Cuadro 1. Cantidad de microorganismos en diferentes etapas del ordeño.

Etapas del ordeño	gérmenes/ mililitro
Primeras porciones de leche	6,500
Leche a mitad del ordeño	1,350
Leche al final del ordeño	709

4.2.1.2. Equipo de ordeño y utensilios. La causa más frecuente de contaminación es la insuficiencia limpieza del equipo de ordeño. El uso de agua no potable para la limpieza de los utensilios, el equipo de ordeño, los tanques de refrigeración y la higienización de la ubre y el personal es una fuente de contaminación de bacterias coliformes y *Pseudomonas spp.* En las unidades de producción de los SDP, más del 75% el ordeño es manual, donde la higiene del ordeñador es fundamental para poder evitar la contaminación de la leche (Martínez-Vasallo *et al.*, 2017).

4.2.2. Contaminantes químicos. Los detergentes, desinfectantes, medicamentos (antibióticos principalmente), residuos industriales, plaguicidas, mico

toxinas y gases emitidos a la atmosfera, son contaminantes químicos que pueden llegar a la leche. Estos contaminantes pueden ingresar al animal por contacto directo o por la administración de medicamentos veterinarios. Las sustancias antes mencionadas se acumulan en el tejido adiposo y se eliminan en secreciones como la leche, debido a su liposolubilidad (Martínez-Vasallo *et al.*, 2017).

4.3. La mastitis bovina

La mastitis se define como la inflamación de la glándula mamaria. Es una enfermedad infectocontagiosa que produce alteraciones físicas y químicas de la leche, aumenta el número de células somáticas por la presencia de microorganismos patógenos y, finalmente, provoca una pérdida de la funcionalidad en la glándula mamaria (Coberllini, 2002; Calderón y Rodríguez, 2008; Bedolla y León, 2008). La enfermedad puede cursar en forma subclínica sin cambios perceptibles a simple vista en la leche y glándula mamaria, o bien, en forma clínica con alteraciones macroscópicas en la leche y síntomas palpables en la ubre (Coberllini, 2002).

4.3.1. Anatomía y fisiología de la glándula mamaria. La glándula mamaria bovina está formada por cuatro glándulas dérmicas modificadas, que son glándulas exocrinas. Se divide en sección interna (derecha e izquierda); que se encuentran separadas por un ligamento suspensorio medio que se encuentra adherido a la pared abdominal. Estas dos secciones se encuentran divididas por una fina membrana que divide en cuarto delantero y cuarto trasero (Elizondo, 2010; Cruz-López, 2020). La secreción de la leche se lleva a cabo en los alveolos que están constituidos por células epiteliales secretoras que sintetizan la leche. Un grupo de

alveolos forman un lobulillo y un conjunto de estos forman un lóbulo que lleva a un conducto rodeado por tejido conectivo, que desemboca en el seno galactóforo o cisterna. La cisterna glandular continua hasta el seno del pezón y este hasta el exterior por el conducto papilar (Elizondo, 2010; Callejo, 2017).

En el periodo de la lactancia, la circulación sanguínea de la vaca aumenta, esto con él objetivo de que exista una mayor producción de leche, para esto es necesario que a través de la ubre fluya entre 400 y 500 L de sangre para la formación de un litro de leche (Elizondo, 2010).

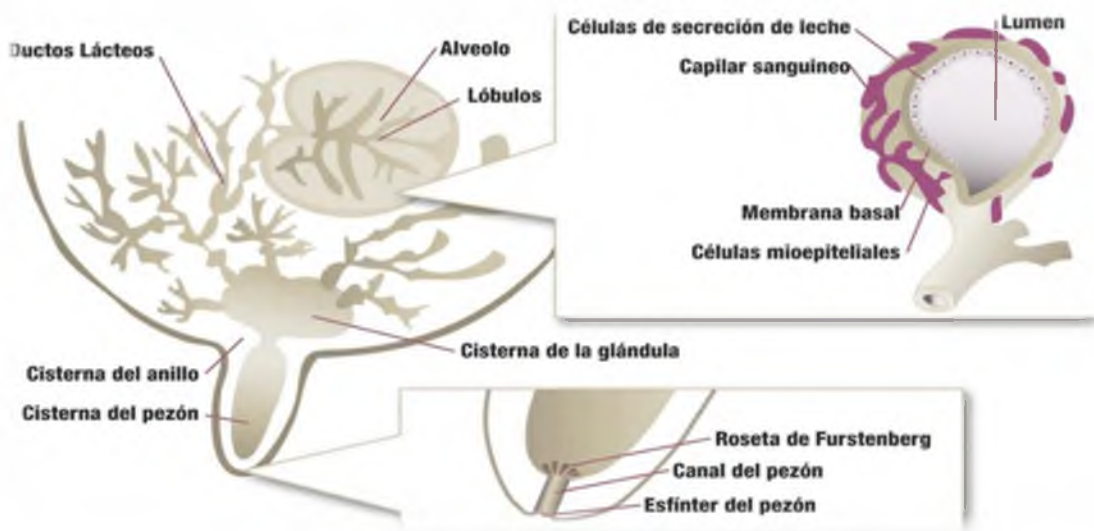


Figura 1. Estructura general del sistema de conducción de la glándula mamaria de la vaca (Hernández *et al.*, 2010).

4.3.2. Fisiopatología de la mastitis bovina. Como ya se mencionó, la mastitis es inflamación de la glándula mamaria que ocasiona grandes pérdidas en la industria lechera (Marco, 2016). La mastitis está relacionada con el aumento del

conteo de células somáticas (es la concentración de los diferentes leucocitos y células epiteliales en un mililitro de leche) (Philpot y Nickerson, 2001). Esta respuesta inflamatoria puede ocurrir por agentes físicos, químicos, mecánicos y biológicos (Zambrano, 2019). La infección de la ubre comienza cuando las bacterias atraviesan el canal del pezón y se multiplican dentro de las glándulas (Philpot y Nickerson, 2001). Cuando las bacterias alcanzan los alveolos, liberan toxinas que causan la destrucción de las células productoras de leche y provocan la inflamación (Philpot y Nickerson, 2001), lo que provoca congestión capilar, edematización del tejido secretor y obstrucción de los conductos intralobulares. Lo anterior provoca cambios en la composición de la leche (Chávez, 2004).

4.3.3.1. Mastitis clínica. Es la más costosa en la industria lechera, debido a los cambios físicos en el tejido mamario y en la leche secretada. Se caracteriza por el enrojecimiento y dolor en la ubre, inflamación de los cuartos mamarios, apariencia anormal de la leche, etc. Generalmente es causada por patógenos como el *estafilococos*, *estreptococos* y coliformes (Chávez, 2004; Bedolla y León, 2008).

4.3.3.2. Mastitis subclínica. La mastitis subclínica es difícil de diagnosticar a simple vista ya que la vaca parece saludable, la ubre no presenta signos de inflamación y la leche no tiene cambios visibles (Bedolla y León, 2008), siendo el aumento del contenido de células somáticas el signo más aparente. Por ello, la inflamación subclínica es la de más larga duración y difícil de diagnosticar. Al no ser detectada a simple vista, resulta un gran problema para el productor ya que esto conlleva a una disminución en la calidad y cantidad de leche producida, lo

que provoca grandes pérdidas económicas. Si no se trata puede evolucionar a mastitis clínica (Pinzón *et al.*, 2009).

Existe una gran variedad de métodos y pruebas para diagnosticar la mastitis subclínica como lo es, el electro conductividad, recuento de células somáticas. Los métodos de diagnóstico más utilizados a nivel productivo son las pruebas de California (CTM) y Wisconsin (WMT) (Zambrano, 2019).

4.3.4. Principales factores que se asocian a la presencia de mastitis bovina. La mastitis produce grandes pérdidas económicas en la industria lechera. Es difícil clasificar a los factores predisponentes de esta patología, sin embargo, los factores climáticos, la época del año, las instalaciones, el ordeño inadecuado, las máquinas de ordeño defectuosas, las malas prácticas sanitarias, mala alimentación y el estrés de los animales predispone a la presencia de la mastitis (Zambrano, 2019).

4.3.4.1. Factores climáticos. Los factores climáticos influyen en la prevalencia de mastitis. Cuando existe una mayor precipitación pluvial, aumenta la temperatura por lo cual favorece la proliferación y la transmisión de patógenos y bacterias ambientales, provocando una mayor prevalencia de mastitis (Mora *et al.*, 2015).

4.3.4.2. Época del año. Las épocas del año marcan las condiciones climáticas que se encuentran bien definidas en diferentes zonas de un lugar. Las características de la época como el ambiente, la temperatura, la precipitación pluvial

y la humedad de donde habitan los animales durante los diferentes meses del año, si no se lleva un buen manejo, esto afecta su producción (Acosta *et al.*, 2017).

4.3.4.3. Instalaciones. Las instalaciones como el área de ordeño y los corrales son donde se encuentra una mayor carga bacteriana, lo que genera un gran foco de contaminación y diseminación de la mastitis. La limpieza inadecuada de estas instalaciones genera un gran problema sanitario que conlleva a grandes pérdidas económicas. Las instalaciones deben ser construidas para evitar riesgos o lesiones a los animales, así como la fácil aplicación de las prácticas de higiene durante y después del ordeño (Rojas, 2017).

4.3.4.4. Manejo de la ordeña. Las malas prácticas de ordeño constituyen la principal fuente de diseminación de la mastitis. Para tener una buena rutina de ordeño es necesario seguir las medidas de higiene y de manejo del animal desde que entra a la sala de ordeño hasta que finaliza. Las buenas prácticas de ordeño incluyen la limpieza diaria de las instalaciones y del equipo de ordeño; si la ordeña se realiza de manera manual, la limpieza de las manos antes del ordeño. Otras buenas prácticas son el lavado y secado de pezones con toallas individuales, el presellado y el sellado. Con ellas, se reduce la posibilidad de contaminación de la glándula con microorganismos exógenos (Kruze, 1998; García y de Jesús, 2011).

4.3.4.5 Estrés. El estrés por calor se asocia con efectos negativos en la fisiología, patología y productividad de las vacas. Durante las últimas décadas se ha buscado el incremento de la producción de leche y la activación de mecanismos de termorregulación fisiológicos a consecuencia del estrés oxidativo que el estrés calórico produce en el ganado (Anzures-Olvera *et al.*, 2015).

4.3.5 Pruebas de diagnóstico para detectar mastitis subclínica. La mastitis subclínica es la enfermedad más frecuente y la que causa grandes pérdidas económicas en la industria lechera. Como la mastitis subclínica es de más larga duración existen métodos de campo para diagnosticarla que son las pruebas biológicas como la prueba de California (CMT) y la prueba de Wisconsin (WMT) (Bedolla *et al.*, 2007).

4.3.5.1. Prueba de California para mastitis (CMT). La prueba de California (CMT) es la prueba de campo más utilizada para detectar la mastitis subclínica debido a que es sencilla. Esta prueba se basa en una reacción de gelificación entre el ácido nucleico de las células inflamatorias de la glándula mamaria (células somáticas) y el reactivo (alquil lauril sulfonato de sodio). La leche se introduce en los cuatro compartimientos de la raqueta y se añade un volumen igual de reactivo de CTM y se mezcla dando movimientos circulares. Esto causa la liberación del ADN de los leucocitos presentes en la leche y esta combinación causa la reacción de gelificación. A mayor presencia de células somáticas, habrá una mayor liberación de ADN y gelificación (Fernández *et al.*, 2012; Rojas, 2017). Dependiendo de la cantidad de gel formado en la raqueta o paleta, las lecturas se clasifican como 0 (negativo), traza (sospechoso), grado 1, grado 2 y grado 3. En el cuadro 2, se muestra la clasificación de los resultados del CTM y el rango de células somáticas (Fernández *et al.*, 2012).

Cuadro 2. Interpretación de los resultados de la prueba de CTM.

Clasificación de CTM	Rango del nivel de células somáticas (cel/mL)
Negativo	<200,000
Traza	150,000-500,000
2	400,000-1,500,000
3	800,000-5,000,000
4	> 5,000,000

4.3.5.2. Prueba de Wisconsin para mastitis (WMT). La prueba de Wisconsin para mastitis (WMT) fue diseñada para el laboratorio y se utiliza para el conteo de células somáticas en muestras de leche fresca y leche procedente de tanques de enfriamiento. Se utiliza una solución similar a la utilizada en la prueba de California (CMT). Sin embargo, en esta prueba los resultados se miden cuantitativamente dependiendo de la viscosidad (Fernández *et al.*, 2012).

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 Localización

El estudio se realizó en el municipio de Loma Bonita, Oaxaca ubicado en la latitud: 18 ° 06´ Norte y la longitud: 95° 53´ Oeste, a 30 m.s.n.m., en la margen derecha del río Obispo, afluente del río Papaloapan. El clima es cálido húmedo con lluvias en verano y con una precipitación pluvial anual de 1,845 mm (INEGI, 2009, 2005), con una temperatura media de 25.7 °C, con una, máxima de 41.9 °C y una mínima de 14.7 °C (Soto *et al.*, 2019).

5.2 Selección de la muestra

El tamaño de la muestra se determinó usando como marco muestral el número de socios inscritos en la unión ganadera local del municipio de Loma Bonita y como variable de referencia los litros de leche producidos por unidad de producción aplicando la siguiente fórmula (Juárez-Barrientos *et al.*, 2015), las unidades de producción incluidas en este estudio se seleccionaron por conveniencia.

$$n = \frac{N \sigma^2}{\frac{(N - 1)B^2}{Z^2} + \sigma^2}$$

Dónde: n=Tamaño de la muestra; Z = 1.96 (Valor para el 95% de confianza);

σ^2 =Varianza de la característica de interés; B = error máximo permisible.

En la asociación ganadera local del municipio de Loma Bonita se encuentran inscritos 200 socios. Para la selección de muestras se utilizó la fórmula (Juárez-

Barrientos *et al.*, 2015), donde se sustituyeron los valores de: $n=200$; $Z = 1.96$ (Valor para el 95% de confianza); $\sigma^2=24.755$; $B = 0.6897$. Lo cual dio un tamaño de muestra de dieciocho, sin embargo, se visitaron a 20 unidades de producción.

Para poder visitar las 20 UP se tuvo la ayuda del secretario de la Asociación Ganadera local del municipio, el cual proporciono su ayuda para poder llegar con los dueños de los ranchos que estuvieran en la mejor disposición de colaborar en este estudio. En el Cuadro 3 se muestran las UP visitadas con su respectiva ubicación.

Cuadro 3. Unidades de producción que formaron parte del estudio

Unidades de producción	Municipio	localidad	Coordenadas
Jácome	Loma Bonita	Loma Bonita	18°05'38" LN; 95°51'43" LO
Casas viejas	Loma Bonita	Loma Bonita	18°07'53" LN; 95°52'25" LO
El Uberal	Loma Bonita	Loma Bonita	18°07'34" LN; 95°52'08" LO
De la "O"	Loma Bonita	Loma Bonita	18°07'30" LN; 95°53'00" LO
Girasol	Loma Bonita	Loma Bonita	18°04'36" LN; 95°50'44" LO
La Peña	Loma Bonita	Obispo	18°05'15" LN; 95°56'12" LO
Los Manantiales	Loma Bonita	Obispo	18°05'50" LN; 95°55'59" LO
San José	Loma Bonita	Obispo	18°05'24" LN; 95°57'23" LO
El Torito	Loma Bonita	El roble	18°03'28" LN; 95°53'04" LO
La Laguna	Loma Bonita	Loma Bonita	18°02'54" LN; 95°52'50" LO
El Kari	Loma Bonita	El triunfo	18°02'01" LN; 95°51'46" LO
El Orinoco	Loma Bonita	El triunfo	18°02'24" LN; 95°51'30" LO
Tres Potrillos	Loma Bonita	Palmilla	17°59'24" LN; 95°52'28" LO
El Olvido	Loma Bonita	zacatal	17°57'53" LN; 95°51'47" LO
La Negra	Loma Bonita	Arroyo metate	18°01'57" LN; 95°54'43" LO
La Finca	Loma Bonita	Arroyo metate	18°02'26" LN; 95°55'15" LO
El Resorte	Loma Bonita	Loma Bonita	18°04'19" LN; 95°54'43" LO
La Pita	Loma Bonita	Arroyo metate	18°00'47" LN; 95° 56'11" LO
Tres Hermanos	Loma Bonita	Loma Bonita	18°03'20" LN; 95°56'58" LO
La Purisísima	Loma Bonita	Arroyo metate	18°00'30" LN; 95°55'58" LO

5.3 Diseño y aplicación del cuestionario

Se diseñó un cuestionario en base al de Robles (2016), semi-estructurado constituido por variables cuantitativas y cualitativas, las cuales permitieron obtener información sobre aspectos sociales, características de la UP (Unidades de Producción), administración, alimentación e insumos, enfoque ganadero, sanidad y enfermedades y comercialización de la leche. El cuestionario se aplicó mediante entrevistas a los productores ya sea en reuniones de las Asociaciones Ganaderas Locales o visitas directas a las UP. Se realizó un muestreo no probabilístico por cuotas, ya que los productores se incluirán con base en su disponibilidad a ser entrevistados, hasta completar el número de entrevistas requeridas.

En cada unidad de producción se aplicó un cuestionario para tener información sobre algunas variables como lo es el sistema de producción (SP), tipo de ordeño, raza predominante, prácticas de suplementación, uso de oxitocina y rendimiento.

5.4 Toma de muestra de leche

La recolección de muestras se llevó a cabo en los meses de julio a septiembre del 2021. La toma de muestras se realizó después de la ordeña directamente del tanque frío o tanque recolector, tomando 150 mL de leche. Las muestras fueron colectadas en frascos esterilizados, conservadas a 5 °C hasta llegar al laboratorio de la UNPA.

5.5 Análisis fisicoquímico de la leche

Se determinó el contenido de proteína, grasa, lactosa y sólidos no grasos en cada muestra a 20 ± 1.0 °C, utilizando un analizador de leche ultrasónico Ekomilk Bond total de la marca TAUBER, modelo Bond total 40S, el cual ha sido calibrado y

validado con los resultados obtenidos de las determinaciones analíticas realizadas de acuerdo con la AOAC (1990), NMX-F-737-COFOCALEC-2009 y NOM- 155-SCFI-2012. El análisis de la leche se realizó dentro de las seis horas posteriores al ordeño. Antes de la prueba, la muestra se calentó a 40 °C y se enfrió hasta 20 °C y posteriormente se mezcló utilizando un mezclador Mini Vortex. Una vez mezclada la muestra esta se pasó a un compartimiento de muestras. Este se colocó en el analizador sobre el soporte de muestra.

5.6 Conteo de células somáticas

El recuento de células somáticas se realizó de forma automatizada por medio del equipo analizador Ekomilk Scan células somáticas, de la marca TAUBER, modelo Scan. Las muestras correspondieron al total del hato de cada UP y los valores son un indicador de la prevalencia de la mastitis en el hato, con base en los siguientes criterios: un conteo de células somáticas menor a 200,000 células/mL indico que la muestra es negativa a mastitis subclínicas. Conteos de células somáticas mayores de 2,000,000 células/mL indicaron la presencia de mastitis clínica (García, 2003).

5.7 Prueba de California para la mastitis (CMT)

La CTM se realizó en los meses Noviembre, Diciembre del 2021 y Enero del 2022. La CTM se realizó a 10 animales al azar, los cuales se fijaron de manera arbitraria en la visita a la UP. Estas tomas de muestras se acoplaron con el manejo rutinario de la ordeña en cada una de las UP. Antes de tomar la muestra se eliminaron los primeros dos chorros de leche de cada pezón y se procedió a tomar entre 4-5 mL de cada pezón, los cuales fueron depositados en uno de los cuatro compartimientos de la paleta utilizada para la prueba.

Para la realización de la prueba se siguió el método establecido por Roger y Carol (2000).

1. Tomar de cada pezón aproximadamente dos chorros de leche.
2. Colocar la paleta en posición casi vertical esto para que quede la cantidad de leche (5 mL) requerida en cada compartimiento.
3. Se agregó el reactivo a cada compartimiento similar a la cantidad de leche.
4. Rotar la raqueta en movimientos circulares hasta lograr mezclar totalmente el contenido.
5. La lectura de la prueba se realizó dentro de los primeros 15 segundos.

Cuadro 4. Lectura y descripción de la prueba de CTM.

Clasificación de CTM	Rango del nivel de células somáticas (cel/mL)	Descripción de la clasificación de CTM
Negativo	<200,000	(No infectado). No hay espesamiento de la mezcla.
Traza	150,000-500,000	(Posible infección). Ligero espesamiento de la mezcla. La reacción “trazas” parece desaparecer con la rotación continua de la paleta.
2	400,000-1,500,000	(Infectado). Hay un espesamiento en la mezcla, pero sin tendencia a formar gel.
3	800,000-5,000,000	(Infectado). Inmediatamente hay un espesamiento de la mezcla con ligera

formación de gel. Mientras la mezcla se agita, esta se mueve hacia el centro de la copa, exponiendo el fondo de los bordes externos.

4 > 5,000,000 (Infectado). Hay formación de gel y la superficie de la mezcla se eleva. Esta elevación permanece a un después de detener el movimiento de rotación de la paleta de CTM.

6. la paleta se debe lavar después de cada prueba.

5.8 Análisis estadístico

Se realizó un análisis univariado para describir las prácticas de manejo y características de la leche. Se aplicó un análisis de correlaciones para determinar el grado de correlación entre el conteo de células somáticas, los parámetros fisicoquímicos y el rendimiento. Se efectuó análisis de varianza (ANDEVA) a una y dos vías para determinar el efecto de SP, tipo de ordeño, raza predominante, prácticas de suplementación y uso de oxitocina sobre el rendimiento y las características de la leche. Se aplicó un análisis clúster para agrupar las leches con base en su calidad a partir de las variables GR, SNG, PROT y LAC, estableciendo como referencia la distancia euclidiana, utilizando el algoritmo de ligamiento completo. La diferencia entre los grupos identificados se estableció mediante la

prueba de la mínima diferencia significativa del procedimiento de Fisher a un nivel de significancia del 5%. Se usó el paquete estadístico Minitab versión 20.3.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Composición nutricional de la leche de las unidades de producción

En la asociación ganadera local del municipio se encuentran inscritos 200 productores. Para la selección de muestra se utilizó como variable de referencia los litros de leche producidos por unidad de producción aplicando la fórmula de (Juárez-Barrientos *et al.*, 2015). El resultado del cálculo del tamaño de muestra fue de 18 UP; sin embargo, fueron estudiadas 20 UP.

En el Cuadro 5 se muestra el contenido nutricional promedio obtenido en las 20 unidades de producción que formaron parte del estudio. El contenido promedio de grasa (GRA) fue de 3.8%, el de sólidos no grasos (SNG) 8.48%, de proteína (PROT) 3.21% y de lactosa (LAC) 4.63%. En cuanto al contenido de grasa, éste se encuentra dentro del intervalo de 3% al 4% establecido como normal. De la misma forma, el contenido de sólidos no grasos estuvo muy cercano al valor de 8.5% especificado en las normas internacionales. En contraste, el contenido de proteína y lactosa se encontraron por debajo de los valores de 3.5% y 5% respectivamente, los cuales son establecidos como valores de referencia por la FAO (2022).

Los resultados obtenidos en este estudio son similares a los reportados por Noriega *et al.* (2021) en tres regiones naturales de Ecuador, quienes obtuvieron datos de GRA 3.86%, SNG 8.66%, PROT 3.18% y LAC 4.67%. Los datos reportados por Cruz *et al.* (2017) en Paipa Colombia, en cuanto al contenido de GRA 3.05%, SNG 9.7%, PROT 2.86% y LAC 4.11%, estuvieron por debajo a los reportados en este trabajo con excepción de los SNG los cuales fueron superiores. De la misma manera, los resultados reportados por Juárez-Barrientos *et al.* (2016) en Ciudad

Alemán Veracruz donde (GRA=3.4%; SNG=7.9%; PROT=2.9%; y LAC=4.1%), son inferiores a los datos obtenidos en este estudio.

En el Cuadro 5 se muestran los resultados analizados de manera individual, es decir, los datos por cada unidad de producción. Se encontró que la UP La Purisima, es la que presento el mayor contenido GRA (6.16%). En cuanto al contenido de SNG, PROT y LAC, no hubo diferencias significativas entre La Purisima y La Pita, en dónde se encontraron los valores más elevados.

Cuadro 5. Contenido de Grasa (GRA), Sólidos no grasos (SNG), Densidad (DEN), Proteína (PROT) y Lactosa (LAC), de las 20 unidades de producción del municipio de Loma Bonita Oaxaca.

UP	GRA (%)	SNG (%)	PROT (%)	LAC (%)
La Purisísima	6.16 ± 0.682 ^a	9.327 ± 0.397 ^a	3.54 ± 0.146 ^a	5.07 ± 0.22 ^a
La Pita	4.71 ± 1.83 ^b	8.780 ± 0.261 ^{a, b, c}	3.33 ± 0.078 ^{a, b, c}	4.79 ± 0.165 ^{a, b, c}
San José	4.56 ± 0.011 ^b	8.616 ± 0.005 ^{b, c}	3.26 ± 0.005 ^{b, c}	4.70 ± 0.00 ^{b, c}
Girasol	4.52 ± 0.005 ^b	8.463 ± 0.011 ^{b, c}	3.20 ± 0.005 ^{b, c}	4.61 ± 0.005 ^{b, c}
Tres Hermanos	4.51 ± 0.193 ^b	8.670 ± 0.017 ^{b, c}	2.28 ± 0.005 ^{b, c}	4.73 ± 0.005 ^{b, c}
La Finca	4.4 ± 0.005 ^b	8.730 ± 0.055 ^{a, b, c}	3.30 ± 0.020 ^{b, c}	4.77 ± 0.030 ^{a, b, c}
El Resorte	4.36 ± 0.120 ^{b, c}	8.996 ± 0.040 ^{a, b, c}	3.40 ± 0.015 ^{a, b}	4.91 ± 0.025 ^{a, b}
Casa Viejas	4.18 ± 0.036 ^{b, c, d}	8.860 ± 0.00 ^{a, b, c}	3.35 ± 0.0 ^{a, b, c}	4.84 ± 0.00 ^{a, b, c}
De la O	3.96 ± 0.017 ^{b, c, d, e}	8.330 ± 0.052 ^{c, d}	3.15 ± 0.020 ^{c, d}	4.55 ± 0.026 ^{c, d}
Jácome	3.62 ± 0.458 ^{c, d, e, f}	7.863 ± 0.843 ^{c, d}	2.98 ± 0.30 ^{d, e}	4.29 ± 0.46 ^{d, e}
El Torito	3.47 ± 0.153 ^{d, e, f}	8.357 ± 0.950 ^{c, d}	3.16 ± 0.34 ^{c, d}	4.57 ± 0.52 ^{c, d}
El Kari	3.43 ± 0.020 ^{d, e, f, g}	8.53 ± 0.015 ^{b, c}	3.22 ± 0.005 ^{b, c}	4.67 ± 0.100 ^{b, c, d}
La Negra	3.37 ± 0.178 ^{e, f, g}	8.623 ± 0.070 ^{b, c}	3.25 ± 0.020 ^{b, c}	4.72 ± 0.045 ^{b, c}
Tres Potrillos	3.36 ± 0.020 ^{e, f, g}	8.686 ± 0.011 ^{b, c}	3.28 ± 0.00 ^{b, c}	4.74 ± 0.005 ^{a, b, c}
El Uberal	3.17 ± 0.025 ^{f, g}	7.580 ± 0.010 ^e	2.87 ± 0.005 ^e	3.14 ± 0.005 ^e
La Laguna	3.16 ± 0.032 ^{f, g}	8.653 ± 0.035 ^{b, c}	3.26 ± 0.015 ^{b, c}	4.74 ± 0.020 ^{b, c}
El Olvido	3.08 ± 0.017 ^{f, g, h}	8.773 ± 0.015 ^{a, b, c}	3.31 ± 0.010 ^{b, c}	4.80 ± 0.005 ^{a, b, c}
La Peña	2.87 ± 0.194 ^{f, g, h}	6.43 ± 0.878 ^f	2.45 ± 0.31 ^f	3.51 ± 0.49 ^f
Los Manantiales	2.68 ± 0.047 ^{g, h}	8.766 ± 0.015 ^{a, b, c}	3.30 ± 0.005 ^{b, c}	4.80 ± 0.011 ^{a, b, c}
El Orinoco	2.36 ± 0.032 ^h	8.646 ± 0.015 ^{b, c}	3.25 ± 0.005 ^{b, c}	4.74 ± 0.005 ^{a, b, c}
Promedio ± (%)	3.80 ± 0.952	8.48 ± 0.668	3.21 ± 0.247	4.63 ± 0.366

Literales diferentes en misma columna indican diferencia significativa (P<0.05).

En un estudio realizado en el estado de Hidalgo por Cervantes *et al.* (2013), donde se comparó la calidad de la leche entre las cuencas lecheras de Hidalgo, se reportó que la cuenca de Tulancingo es la que presentó mayor contenido de GRA (3.52%) y la cuenca del mezquital es la que presentó el mayor contenido de SNG (8.90%). En otro estudio realizado para composición nutricional de la leche en ganado vacuno por Gómez y Mejía (2005) expusieron sus datos obtenidos GRA (3.4%), PROT (3.2%) y LAC (4.7%).

La nutrición de la vaca es de gran importancia en el contenido de grasa, debido a que ésta, es la que se ve más afectada cuando existe un cambio en la dieta del animal, el estado fisiológico, genética, fase de lactancia de la vaca y la estación del año afectan a los sólidos no grasos en la leche (Cervantes *et al.*, 2013).

Los factores nutricionales son el principal componente en los cambios en el contenido nutricional de la leche (Cervantes *et al.*, 2013). En Cuadro 5 se puede observar que la UP La Purisísima es la que obtuvo mejores resultados en el porcentaje de grasa y La Purisísima y La Pita con el mayor contenido de sólidos no grasos, proteína y lactosa. Estos resultados podrían estar relacionados con una buena condición corporal de los animales y también con la dieta fibrosa que llevan relacionado con la buena calidad de los pastos con los que se alimentan. Cuando el animal consume pastos con alto contenido de fibra, al llegar al tracto digestivo resulta en una mayor cantidad de acetatos lo que estimula la producción de grasa butírica y, por lo tanto, conlleva a un mayor contenido de grasa en la leche.

En la región del trópico, la producción bovina se basa en un sistema de pastoreo intensivo (Cruz *et al.*, 2011) por lo cual, la alimentación es uno de los principales

factores que afectan la calidad de leche. Existen factores que ejercen mayor influencia en el manejo de los pastos como el clima, suelo, la carga animal, la especie, el nivel de fertilización y el sistema de pastoreo (Rodríguez, 1992).

Los pastos de género *Brachiaria* son de gran importancia debido a su gran adaptación, buen rendimiento y calidad nutricional, además de ser altamente recomendado para el pastoreo de uso intensivo a una edad de 3 a 4 semanas, esto debido a su mayor contenido nutricional, mejor palatabilidad y mayor productividad (Sheen y Riesgo, 2002).

En México el sector de producción de leche de bovino se concentra en determinadas regiones. En el país se tiene tres sistemas de producción el intensivo, el familiar y el extensivo de doble propósito (Camacho, 2017).

En el sistema intensivo se encuentran razas especializadas en la producción de leche como lo es la raza Holstein (Camacho, 2017). Su alimentación se basa en pasto de corte, ensilado y concentrado, tiene medidas de bioseguridad y control sanitario, además cuentan con un sistema de ordeño de 2 a 3 veces al día. (Holmann, 2004). En contraste, el sistema de producción predominante en el trópico (que incluye la zona de estudio) es el extensivo (Orantes-Zebadúa *et al.*, 2014). Donde se tienen animales de diferentes razas, con el principal objetivo de producir carne y leche, la principal fuente de alimentación es a base de pastoreo en grandes extensiones de tierra.

6.2 Contenido de células somáticas de la leche en las unidades de producción

En el Cuadro 6 se muestra el contenido de células somáticas de las UP de Loma Bonita. Los resultados obtenidos mostraron que la UP El Uberal (1,161,000 cel/mL \pm 1,391,216 cel/mL) y San José (913,667 cel/mL \pm 141,585 cel/mL) son los que tiene el mayor contenido de células somáticas en las muestras obtenidas del tanque. Estos valores se encuentran por encima del límite establecido por la Unión Europea, el cual es de 400,000 cel/mL, así como del límite de la *Nacional Mastitis Council* de los Estados Unidos, que es de 750,000 cel/mL.

Los conteos de células somáticas encontrados en este trabajo son más elevados que los reportados por diferentes autores. Meléndez y Pinedo (2010) contabilizaron 489,000 cel/mL y Cerón-Muñoz *et al.* (2007) en un estudio realizado en Antioquia Colombia reportaron 467,000 cel/mL. Para ambos estudios, se trató de muestras de leche tomadas del tanque y en ambos casos se trata de conteos de células somáticas con valores inferiores a los obtenidos en este estudio.

Cuadro 6. Contenido de células somáticas de las unidades de producción de Loma Bonita.

UP	Conteo de células somáticas (cel/mL)
El Uberal	1,161,000 \pm 1,391,216 ^a
San José	913,667 \pm 141,585 ^a
La Negra	576,333 \pm 800,294 ^b
Tres Hermanos	528,000 \pm 154,234 ^b
La Purisima	397,667 \pm 37,899 ^{b, c, d}
El Girasol	391,333 \pm 25,007 ^{b, c, d}
La Finca	383,333 \pm 44,433 ^{b, c, d}
De La O	340,333 \pm 8,083 ^{b, c, d}
El Olvido	304,333 \pm 5,859 ^{b, c, d}
El Resorte	274,333 \pm 4,041 ^{b, c, d}
Casas Viejas	260,000 \pm 8,544 ^{c, d}
Jacome	254,667 \pm 76,944 ^{c, d}

El Kari	248,667 ± 8,083 ^{c, d}
El Orinoco	241,667 ± 10,693 ^{c, d}
La Pita	175,667 ± 139,808 ^d
Tres Potrillos	141,333 ± 4,041 ^d
La Lagunas	120,000 ± 1,732 ^d
La Peña	116,333 ± 4,041 ^d
Los Manantiales	90,000 ± 0.0 ^d
El Torito	90,000 ± 0.0 ^d
Promedio	338,088.3

Literales diferentes en misma columna indican diferencia significativa (P<0.05).

El recuento de células somáticas en tanque de leche (BTSCC, del inglés Bulk Tank Somatic Cell Count) es una herramienta práctica mediante la cual es posible diagnosticar la presencia de mastitis subclínica en una unidad de producción lechera (Cerón-Muñoz *et al.*, 2007). Los resultados representan un indicador del estado de salud de la glándula mamaria en una UP y basado en esto, los resultados obtenidos en este trabajo se pueden relacionar con la prevalencia de las infecciones intramamarias dentro de las UP muestreadas. Esta información es valiosa tanto para el productor, como para el consumidor, ya que es un punto clave para la calidad de la leche y para garantizar a la población el consumo de productos nutritivos e inocuos.

En este estudio se obtuvieron valores elevados de células somáticas en tanque, siendo la UP el Uberal la que presentó los conteos mayores. El conteo elevado de células somáticas se relaciona con factores climáticos y de higiene previo y durante el ordeño, esto debido a que el personal de ordeño no aplica las medidas sanitarias requeridas, tales como la limpieza de los pezones de las vacas, no utiliza el sellado de pezones después del ordeño. Así mismo, la falta de capacitación del personal

para utilizar la máquina de ordeño conlleva a la entrada de bacterias dentro del pezón y posteriormente su propagación en todo el hato, causando un problema severo de mastitis, lo que causa la pérdida temporal o parcial de la producción de leche, así como la pérdida de las glándulas mamarias del animal. Las bacterias ambientales, como su nombre lo refieren, están presentes en el medio ambiente o entorno de la vaca, por ejemplo, en su piel, en el pesebre, en los charcos de agua y es a partir de este entorno, que penetran fácilmente a la ubre a través del pezón cuando encuentran las condiciones adecuadas (Bedolla *et al.*, 2008). Una vez que las bacterias entran por el esfínter del pezón, estas atacan las células de la glándula mamaria provocando una respuesta inmune, lo que conlleva a un aumento de glóbulos blancos que en esencia constituyen el conteo de células somáticas (CCS). Por lo tanto, las células somáticas son las células blancas de defensa de la glándula mamaria (Bedolla *et al.*, 2008).

En el Cuadro 7 se muestra el promedio del número de cuartos con sus diferentes categorías de la prueba de California de las 20 UP del municipio de Loma Bonita.

Los resultados mostrados, permite identificar el grado de severidad en el que se encuentran las UP. El diagnóstico de la mastitis subclínica se llevó a cabo mediante la prueba de California (CMT), esta prueba se les realizó a 10 animales al azar en cada una de las 20 UP.

Cuadro 7. Promedio del número de cuartos y porcentajes que ocuparon las diferentes categorías de resultados de la prueba de California para el diagnóstico de la mastitis subclínica en las 20 UP visitadas.

Categoría	Promedio	Número de cuartos (glándulas) analizados	%
Negativo	0.115 ± 0.6688 ^a	746	93.25
Traza	0.01875 ± 0.13573 ^b	23	2.88
Grado 1	0.0325 ± 0.25303 ^c	15	1.88
Grado 2	0.01125 ± 0.18348 ^c	13	1.63
Grado 3	4.6625 ± 1.2552 ^c	3	0.38

Literales diferentes en misma columna indican diferencia significativa (P<0.05).

En el municipio de Loma Bonita del total de los 800 cuartos en el que se realizó el diagnóstico, 746 (93.25%) resultaron negativos a la prueba, 23 cuartos (2.88%) se agruparon en la categoría de trazas, 15 (1.88%) resultaron positivos al grado 1 de la CMT, 13 (1.63%) resultaron positivos al grado 2 de la CMT y 3 cuartos (0.38%) se encontraron afectados con el grado 3 de la CMT. Estos resultados son diferentes a los reportados por Ramírez *et al.* (2011), quienes analizaron mediante CMT 3,508 cuartos procedentes a 877 vacas de unidades de producción del altiplano norte de Antioquia, Colombia. En ese estudio se reportaron 76.6%, 1.2%, 8.4%, 8.1% y 4.2% para las categorías de negativo, traza, grado 1, grado 2 y grado 3, respectivamente. Por su parte Mendoza *et al.* (2017), realizó un estudio en la provincia de Pamplona al norte de Santander, Colombia, en el cual se realizó un diagnóstico mediante CMT. Se analizaron 1,208 cuartos provenientes de 302 vacas, de los cuales el 20% se

encontraron en la categoría de traza, 45.8% resultaron positivos en grado 1, 31.9% resultaron positivos en grado 2 y 2.3% se encuentran en el grado 3.

Los resultados de las pruebas de California indican que 93.25% de los cuartos de las vacas se encuentran sanas, el resto (6.75%) presenta una lectura traza y un grado (1, 2 y 3), sin embargo, el contenido de células somáticas por UP nos indica que las UP El Uberal y San José la leche presenta un alto contenido de células somáticas. Lo cual indica, que las condiciones de las ubres en esas unidades mencionadas no se encuentran sanas y están por pasar de mastitis subclínica a clínica. Durante la visita a la UP San José se observó que el tipo de ordeño es mecánico y que existe un sobre ordeño de las vacas por parte de los trabajadores, además se les olvida quitar las pezoneras antes de abrir para que las vacas salieran de la sala de ordeño, lo anterior es un indicador de mal manejo de la ordeña, y esto causa daño en los pezones de las vacas, ya que estas muchas de las veces pateaban las pezoneras para poder quitárselas causando grietas en los pezones. En la UP El Uberal durante la visita se observó que el ordeño lo efectúan de forma manual pero las condiciones del lugar del ordeño no son adecuadas debido a que las vacas se encuentran en un corral donde hay mucho lodo en tiempo de lluvia y los trabajadores al agarrar una vaca y manearla sus manos se encontraban sucias con lodo o muchas veces excremento de las mismas vacas y no se limpiaban las manos así comenzaban el ordeño, por lo cual es un principal mecanismo de infección.

6.3 Prácticas de manejo zootécnico y su relación con la calidad de la leche

De las 20 UP incluidas en el estudio, el 80% de los propietarios son hombres y el 20% (4) mujeres. En el Cuadro 8 se presentan algunas características relacionadas con indicadores socioeconómicos, técnicos productivos y de comercialización, y se observa que la edad promedio de los productores fue de 62 años, superior a lo reportado por Juárez-Barrientos *et al.* (2015) en ciudad Alemán Veracruz que fue de 56 años, por Cuevas *et al.* (2016) en el estado de Sinaloa donde el promedio es de 57 años y Granados-Rivera *et al.* (2018) en el estado de Tabasco que fue de 54 años. La edad de los productores influye sobre la calidad de la leche, esto debido a su forma de pensar, quieren obtener una buena producción de leche sin que les genere ningún costo de alimentación o suplementación, la manera más barata para ellos de producir leche es solo tener los animales en pastoreo sin dar ningún suplemento mineral. Debido a que dar algún suplemento o alimento a las vacas les genera un costo y no les es redituable. Sin embargo, esto se ve reflejado en la calidad de la leche y la condición de los animales.

La escolaridad promedio fue 10 años, lo cual es superior a la media nacional (9 años) y la estatal (8 años) según el INEGI (2020), y también es superior a los reportado por Juárez-Barrientos *et al.* (2015) donde el promedio de escolaridad fue de 5 años y Granados-Rivera *et al.* (2018) quienes reportaron un promedio de 6 años. La experiencia promedio en la ganadería fue de 35 años, mayor a lo reportado por Díaz-Rivera *et al.* (2011) con un promedio de 25 años y menor a lo reportado por Juárez-Barrientos *et al.* (2015) con un promedio de 38 años.

Las UP presentaron una superficie promedio de 122 ha, mayor a lo reportado por Díaz-Rivera *et al.* (2011) de 45 ha en las Choapas, Ver., Juárez-Barrientos *et al.* (2015) de 40 ha en Cd. Alemán, y Granados-Rivera *et al.* (2018) de 47 ha en Tabasco. El número promedio de animales fue el siguiente: sementales (2), novillonas (32), vacas (69), becerros (36) y animales nacidos (30). Esto es mayor a lo reportado por Granados-Rivera *et al.* (2018) quienes registraron los siguiente datos promedio: sementales (1), vacas (20) y novillonas (4). La edad promedio al primer celo fue de 20 meses y al primer servicio de 2 años. Estos parámetros son mejores a lo reportado por Sánchez (2010) quienes registraron un promedio de tiempo para el primer celo de 17 meses y su primer servicio a los 1.5 años. Finalmente, el peso promedio al primer servicio fue de 313 Kg, lo que está por debajo del peso reportado por Gonzales-Stagnaro *et al.* (2007) que fue de 345 Kg.

Cuadro 8. Indicadores socioeconómicos, técnicos productivos y de comercialización de las UP.

Indicador	Valor
Características del productor	
Edad (Años)	62.5 ± 10.39
Escolaridad (Años)	10.60 ± 3.719
Experiencia en la ganadería (Años)	35.7 ± 13.45
Características de la UP	
Superficie UP (Ha)	122.1 ± 206.8
Composición del hato	
Número de sementales	2.95 ± 2.724
Número de novillonas	32.6 ± 35.58
Número de vacas	69.3 ± 87.8
Número de becerros	36.55 ± 35.24
Número de animales nacidos	30.35 ± 20.48
Parámetros reproductivos	
Edad al primer celo (meses)	20.7 ± 4.33

Edad al primer servicio (años)	2.22 ± 0.34
Peso al primer servicio (Kg)	313 ± 36.58
Intervalo entre partos (Meses)	15.25 ± 1.146
Retorno del celo después del parto (Meses)	5.050 ± 1.146
Número de Vacas gestantes	34.4 ± 34.55
Edad al destete (Meses)	6.9 ± 0.718
Producción y comercialización de la leche	
Número de vacas en ordeño	28.7 ± 18.33
Litros por UP	103.7 ± 75
Precio de leche (pesos/L)	6.58 ± 1.955

En las UP el intervalo entre partos promedio fue de 15 meses, mientras que el retorno al celo después del parto fue de 5 meses, superior a lo reportado por Sánchez (2010) quienes registraron un intervalo promedio entre partos de 12 meses y de retorno al celo después del parto de 3.3 meses. La edad promedio al destete fue de 6.9 meses, similar a lo reportado por Gonzales-Stagnaro *et al.* (2007) de 6 meses de edad. El número de vacas en ordeño fue en promedio de 28 animales, mayor a lo reportado por Orantes-Zebadúa *et al.* (2014) y Juárez-Barrientos *et al.* (2015) quienes registraron 12 y 18 animales en ordeño respectivamente y la leche ordeñada se vendió a un precio promedio de 6.58 pesos por Litro.

Las características de las 20 UP visitadas se muestran en el cuadro 9, donde las UP están construidas con piso de concreto (80%), con tabique o block (85%), los techos son de lámina galvanizada en el 100% de los casos, de ese 100% existe un 15% donde cuentan con otros techos de galeras que son el de palma, Albiter *et al.* (2015) reportaron datos de 100% de las instalaciones son semirústicas construidas con concreto y techos de lámina galvanizada. De los corrales de manejo el 50% es

de madera, el 84% de las UP tiene mangas de manejo y el 75% de éstas están construidas de herrería. Solo el 10% de las UP cuentan con el servicio de agua entubada, el 70% tienen servicio de luz eléctrica y el 100% tienen vías de acceso a su UP.

El 40% solo cuenta con una sala de ordeño y equipo de ordeño, el 80% cuenta con un desembarcadero, el 55% tiene comederos en los corrales, el 40% tiene bebederos en los corrales y solo el 40% tiene corrales para becerros de destete.

Las UP de Loma Bonita, Oaxaca se caracterizaron por un sistema de alimentación basado en el pastoreo (100%), además de suplementar con ensilados (20%), desechos de cosechas (50%) y alimento comercial (15%), también proporcionan sales minerales (95%) y sal común (95%). Los pastos predominantes en las UP son Insurgente y Chetumal, el 50% tiene pastos nativos y pastos introducidos, el 35% pastos introducidos, otro 15% pastos nativos y del 100% solo el 20% tiene pastos de corte, aparte de los pastos nativos e introducidos. Castro *et al.* (2012) mencionan que el 73.3% de la ganadería doble propósito utiliza el pastoreo con gramíneas nativas e introducidas, mientras que el resto combina el pastoreo rotacional con otras alternativas como los residuos de cosechas, uso de ensilados y suplementación de sales minerales. Albiter *et al.* (2015) mencionan que solo el 30% de los productores proporcionan ensilado y el 56% proporciona alimento comercial. Todo esto se relaciona con la calidad nutricional de la leche como se muestra en el Cuadro 5. La UP La Purísima ocupó el primer lugar en calidad nutricional y su sistema de alimentación se basa en pastoreo con pastos nativos e introducidos y la suplementación con sales minerales y sal común. La UP La Pita basa su sistema

de alimentación en pastoreo con pastos introducidos, suplementación con alimento comercial y la utilización de sales minerales con sal común. La UP San José su sistema de alimentación se basa en pastoreo con pastos nativos e introducidos al igual que la utilización de los desechos de cosechas y la utilización de sales minerales y sal común. La UP El Orinoco ocupó el último lugar en calidad nutricional de la leche su sistema de alimentación se basa en pastoreo con pastos introducidos y la utilización de ensilado en la época de seca y la utilización de sal común.

Cuadro 9. Características de las UP.

Indicador	Valor (%)
Materiales de construcción	
Piso de concreto	80
Lámina galvanizada	100
Madera	50
Palma	15
Herrería	75
Tabique o Block	85
Servicios	
Agua entubada	10
Luz eléctrica	70
Vías de acceso	100
Instalaciones	
Desembarcadero	80
Sala de ordeño y equipo de ordeño	40
Comederos en los corrales	55
Bebedores en los corrales	40
Corrales de destete	70
Manga de manejo	84
Manejo nutricional	

Pastoreo	100
Ensilados	20
Desecho de cosechas	50
Alimento comercial	15
Sales minerales	95
Sal común	95
Pastos nativos y pastos introducidos	50
Pastos nativos	15
Pastos introducidos	35
Pastos de corte	20
Fertilización de praderas	10
Pastos predominantes	Insurgente y Chetumal

Algunas prácticas de manejo zootécnico se muestran en el Cuadro 10. Los métodos de reproducción que utilizan los ganaderos son por medio de monta natural (95%) y en algunos casos por medio de la inseminación artificial (20%). Estos porcentajes fueron menores a los reportados por Castillo *et al.* (2014) quienes reportan un 81% de monta natural y 19% de inseminación artificial.

El manejo zoonosanitario que realizan las UP en el municipio de Loma Bonita son los siguientes. De las 20 UP visitadas, todas participan en la Campaña Nacional contra la Brucelosis, la cual tiene sustento en la NOM-041-ZOO-1995 (SENASICA, 2021) y la de tuberculosis con sustento en la NOM-031-ZOO-1995 (SENASICA, 2020). Solo el 75% de las UP cuentan con un calendario de vacunación, utilizan la vacuna comercial llamada 11 vías como prevención del carbón sintomático, edema maligno, hepatitis necrótica infecciosa, enterotoxemias, miositis, pasteurelisis, infecciones por *Mannheimia haemolytica* e *Histophilus somni* (*Haemophilus somnus*).

Sin embargo, solo el 35% de las UP vacunan contra el Derriengue o rabia parálitica bovina, estos datos fueron mayores a los reportados por Ponce-Covarrubias *et al.* (2018) donde reportaron un índice de vacunación del 62% contra Derriengue, pero solo el 38% contra carbón sintomático.

Al respecto, es necesario establecer que el ternero nace sin ninguna inmunidad, por lo que, es importante la inmunidad pasiva proporcionada por el consumo del calostro, esto garantiza la salud y supervivencia del becerro los primeros días posteriores al parto, además de ser un alimento con alto contenido de inmunoglobulinas y es con lo único que adquiere inmunidad.

Las inmunoglobulinas se absorben en mayor cantidad e intactas dentro de las primeras 24 horas después del nacimiento, debido a que en ese lapso de tiempo los poros del intestino permanecen más abiertos. Después de este tiempo el tracto gastrointestinal del becerro no permite el paso de todas las inmunoglobulinas, esto se debe a que los poros de absorción se van cerrando y después de 72 horas del nacimiento ninguna inmunoglobulina se absorberá, los poros de absorción quedan completamente cerrados (Rodríguez *et al.*, 2015). De las 20 UP visitadas en el Municipio de Loma Bonita, el 100% realiza o se asegura que el becerro consuma el calostro, siempre y cuando el becerro allá nacido en el día, sin embargo, si un becerro nace por la noche el dueño no se asegura que el becerro haya consumido calostro, por lo cual al otro día pagara el becerro a la vaca para que este pueda mamar. También es necesario considerar que una buena desinfección del cordón umbilical disminuye la posibilidad de infecciones, así como inflamación de

articulaciones, diarreas o incluso la presencia de tétanos (Meza-Villalvazo *et al.*, 2019), al respecto se registró que el 100% de las UP visitadas realizan la desinfección del ombligo del becerro con solución de yodo al 5%.

Cuadro 10. Manejo zootécnico de las UP.

Indicador	Valor%
Monta natural	95
Inseminación artificial	20
Desinfección del ombligo	100
Toma de calostro	100
Calendario de vacunación	75
Calendario de desparasitación	50
Rotación de desparasitantes	65
Baños de aspersion	100
Programa de erradicación de Brucelosis y tuberculosis	100
Vacuna 11 vías	100
Vacuna derriengue	35

La ganadería bovina tropical tiene grandes pérdidas debido a la gran carga de endo y ecto-parásitos, lo que afecta la eficiencia reproductiva y productiva de la ganadera doble propósito (Covarrubias *et al.*, 2018). Solo 50% de las UP cuentan con un calendario de desparasitación, mientras que el resto desparasitan cada vez que pueden. El 65% de las UP realiza la rotación de desparasitantes, esto como una medida empírica para disminuir la resistencia parasitaria. Por otro lado, para el control de ectoparásitos en el 100% de las UP utilizan los baños de aspersion. Ponce-Covarrubias *et al.* (2018) reportaron datos donde el 97% de las UP desparasita interna y externamente.

En el Cuadro 11 se muestra las prácticas de ordeño que realiza las UP del municipio de Loma Bonita. De las 20 UP visitadas el 60% ordeña de forma manual y el otro 40% tiene un ordeño mecánico, estos datos son menor a los reportado por Juárez-Barrientos (2015) en el estado de Veracruz, donde el 98.4% de las UP se ordeña de forma manual, mientras que el 1.6% ordeña de forma mecánica.

En las UP de Loma Bonita la eyección de la leche se estimula con el apoyo del becerro y solo el 10% de la UP lo utilizan, mientras que el otro 90% utilizan el uso de la oxitocina. Estos datos son diferentes a los reportados por Juárez-Barrientos (2015) reporto que el 86% utiliza el apoyo del becerro para la eyección de la leche mientras que solo el 9.6% utiliza oxitocina. Ríos (2015) reporto que en el 87% de los casos, la bajada de la leche se estimula con el apoyo del becerro, el 7% de los casos usan oxitocina, el 4% utiliza concentrados y solo el 2% utiliza el concentrado con oxitocina. Solo el 10% de las UP realiza el lavado y secado de pezones y el 5% realiza el sellado de pezones con yodo. Esto es menor a lo reportado Ríos (2015) donde el 24% de las UP lava y seca los pezones, Juárez-Barrientos (2015) reportaron que el 23% de las UP realiza el lavado y secado de pezones. Por otro lado, Ballón (2013) mostró datos similares a los observados en el presente estudio reportando que el 6% realiza el sellado de pezones. Para las prácticas de limpieza del área de ordeño, que incluye el equipo de ordeño, las cubetas, perolas y la recolecta de las excretas, el 100% de las UP manifestaron que se realiza de manera cotidiana. En contraste Ríos (2015) reporta que solo en el 15% de las UP se realiza la limpieza del área de ordeño y del equipo de ordeño todos los días.

El 95% de los productores tiene el conocimiento sobre que es la mastitis, pero solo el 50% tiene información sobre las pruebas de campo para su diagnóstico, en este caso la prueba de california y finalmente solo el 10% de los productores realiza esta prueba para identificar el padecimiento en su ganado lechero cada 2 meses.

Cuadro 11. Prácticas de ordeño de las UP.

Indicador	Valor%
Ordeño manual	60
Ordeño mecánico	40
Lavado y secado de pezones	10
Sellado de pezones	5
Limpieza del área de ordeño	100
Estimulación de la bajada de la leche (Oxitocina)	90
Estimulación de la bajada de la leche (Becerro)	10
Conocimiento de la mastitis	95
Conocimiento de la prueba de california	50
Realización de la prueba de california	10

6.4 Efecto de algunas variables propias del manejo zootécnico sobre la calidad nutricional de la leche y la salud de la glándula mamaria de las vacas

6.4.1. Efecto de las prácticas nutricionales sobre la calidad nutricional de la leche. En las siguientes figuras (Figura 2, Figura 3, Figura 4 y Figura 5) se muestra la relación que tiene la alimentación (solo con pastoreo y pastoreo más la suplementación) con la calidad nutricional de la leche de las UP visitadas en el municipio de Loma Bonita. El 100% de las UP basan la alimentación del ganado en el pastoreo con pastos nativos o pastos introducidos, sin embargo, del 100%

solo el 70% de las UP aparte del pastoreo, proporcionan algún suplemento como el ensilado, desecho de cosechas y alimento comercial.

En la Figura 2, se muestra la relación que tuvo la alimentación en pastoreo con la alimentación en pastoreo más suplementación con el porcentaje de grasa. Para el caso de solo pastoreo se obtuvo una media con su desviación estándar ($3.912\% \pm 1.240\%$), mientras que para el pastoreo más suplementación la media con su desviación estándar ($3.74\% \pm 0.745\%$), las medias no tuvieron diferencias significativas.

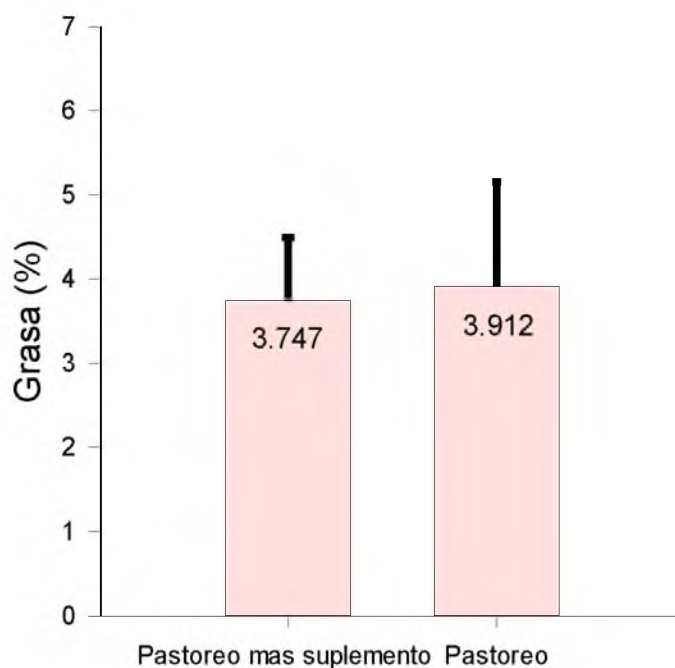


Figura 2. Efecto de la alimentación en pastoreo y pastoreo más suplementación en el porcentaje de Grasa.

Se puede observar que la alimentación en pastoreo presento un mejor porcentaje de grasa, en comparación con el pastoreo más suplementación. Esto puede deber

a factores genéticos, fisiológicos y nutricionales (Fernández, 2019). La diferencia numérica en el porcentaje de grasa en las UP que dan pastoreo más suplemento y las de solo pastoreo se puede deber a que en pastoreo por la dieta fibrosa que llevan. Las dietas fibrosas aumentan en el rumen la cantidad de ácidos grasos volátiles (AGV), por lo cual hay una mayor producción de acetatos, la cual es la responsable de la producción de grasa butírica (Fernández, 2019).

Las UP que utilizan el pastoreo más suplementación con sales minerales, ensilados, desechos de cosechas, forraje de corte y alimento comercial. La utilización de forrajes verdes y el uso de ensilados de maíz con alto contenido de lípidos, provoca la disminución de grasa en la leche. La utilización de forraje verde y el uso de ensilados alteran los microorganismos ruminales, provocando la producción de isómeros trans que al ser absorbidos por el intestino y tomados por la glándula mamaria se inhibe la síntesis de grasa butírica (Genero *et al.*, 2016; Fernández, 2019).

En la Figura 3, se muestra la relación entre la alimentación en pastoreo y la alimentación en pastoreo más suplemento con el porcentaje de sólidos no grasos y su desviación estándar. El valor promedio ($8.329\% \pm 0.990\%$) fue menor para el caso de solo pastoreo, que para el pastoreo más suplementación ($8.550\% \pm 0.387\%$), sin embargo, no se observaron diferencias significativas.

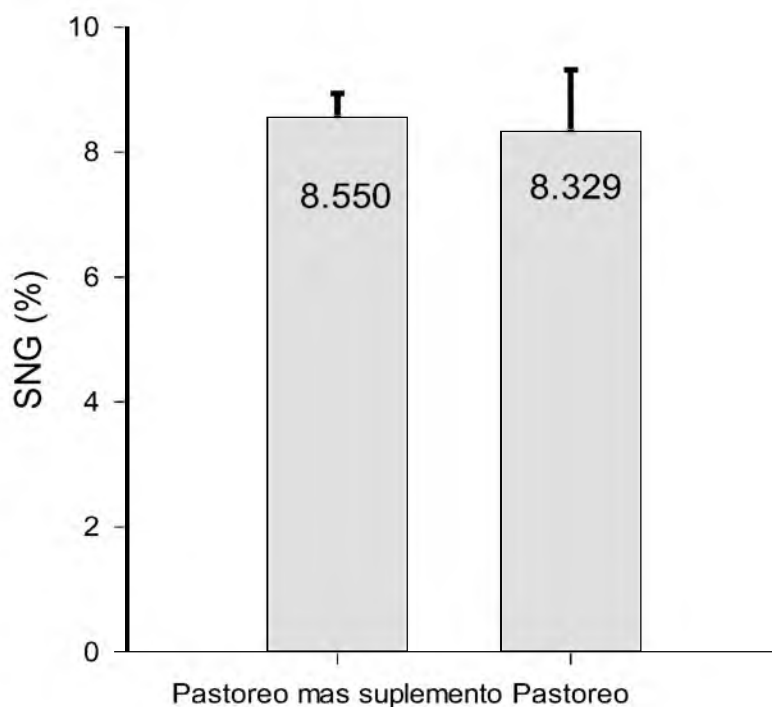


Figura 3. Efecto de la alimentación en pastoreo y en pastoreo más suplementación en el porcentaje de solidos no grasos.

En la Figura 4, se puede observar la relación que tuvo la alimentación en pastoreo y en pastoreo más suplemento con el porcentaje de proteína. Para el caso de solo el pastoreo la media con desviación estándar ($3.152\% \pm 0.369\%$), para el pastoreo más suplemento la media más su desviación estándar ($3.231\% \pm 0.144\%$), la media del pastoreo más suplementación no son significativamente diferentes.

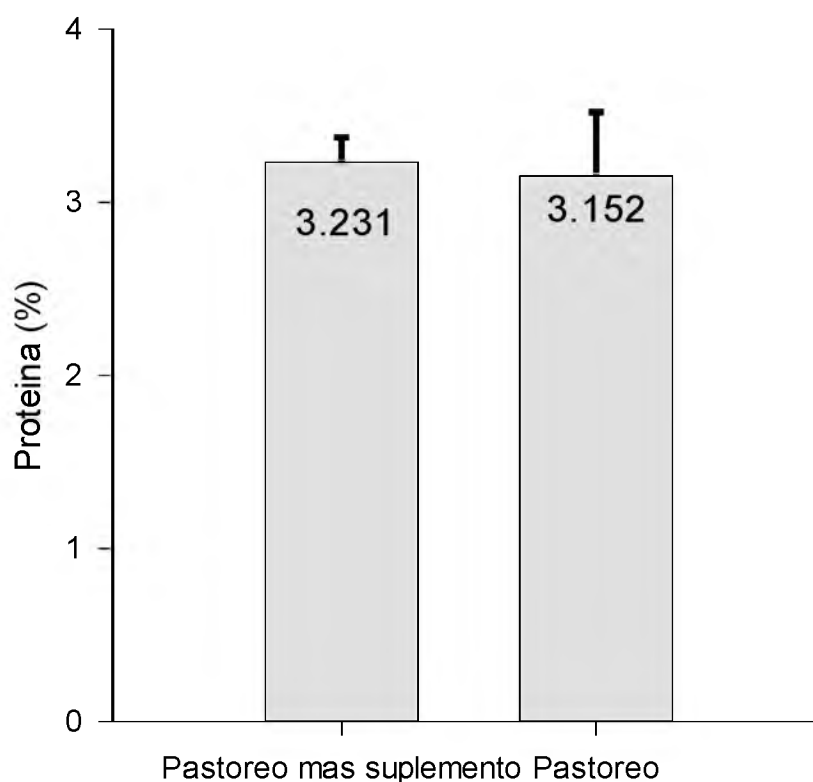


Figura 4. Efecto de la alimentación en pastoreo y en pastoreo más suplementación en el porcentaje de Proteína.

El la Figura 5, se observa la relación entre la alimentación en pastoreo y la alimentación en pastoreo más suplementación con el porcentaje de lactosa. La media obtenida con desviación estándar ($4.547\% \pm 0.538\%$) para el caso de solo pastoreo, mientras que para el caso de pastoreo más suplementación la media con desviación estándar ($4.601\% \pm 0.445\%$), las medias no son significativamente diferentes.

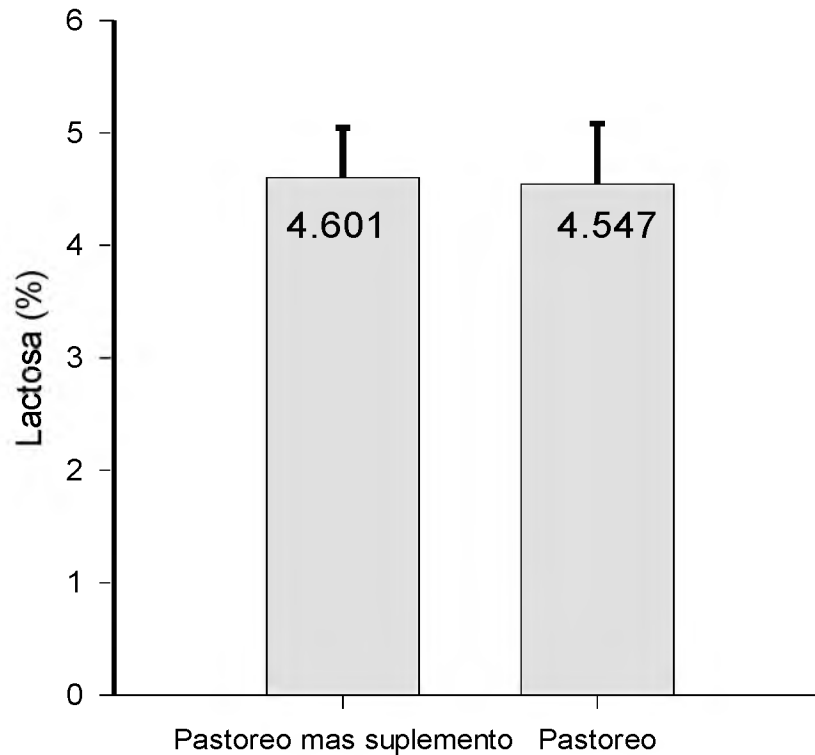


Figura 5. Efecto de la alimentación en pastoreo y en pastoreo más suplementación en el porcentaje de Lactosa.

Para la alimentación en pastoreo estos resultados fueron similares a los reportados por Mojica-Rodríguez *et al.* (2019) donde evaluaron el contenido nutricional de la leche de vaca en pastoreo obteniendo valores promedio de grasa (4.12%), sólidos no grasos (8.68%), proteína (3.29%) y lactosa (4.60%) muy cercanos a los obtenidos en el presente estudio. Godoy *et al.* (2020) reportaron datos similares de grasa (4.2%), sólidos no grasos (8.7%), proteína (3.5%) y lactosa (4.6%) que fueron más altos a los encontrados en este estudio.

Para la alimentación en pastoreo más suplemento Godoy *et al.* (2020) reportaron datos de un estudio realizado en Perú donde comparan la calidad de la leche en vacas en pastoreo y suplementadas con desechos de agroindustrias y en pastoreo, obteniendo resultados similares de sólidos no grasos (8.5%), lactosa (4.7%), pero mayores en grasa (4.3%) y proteína (3.6%), en comparación a los reportado en este estudio que fueron menores. Tobia *et al.* (2004) reportaron datos similares de grasa (3.98%), sólidos no grasos (8.59%), proteína (3.19%) y lactosa (4.70%). Estas diferencias entre lo reportado y lo encontrado en este estudio pueden deberse a la variedad de los pastos en la región, factores fisiológicos y nutricionales de los animales y las razas o cruza de las vacas.

Se observó que en el porcentaje de SNG, Proteína y Lactosa, existe una variación numérica en las UP que alimentaron con pastoreo y dieron algún suplemento. El contenido de SNG, se ven afectados por la lactosa, las proteínas y los minerales. Los factores que afectan el contenido de proteína en la leche son metabólicos y nutricionales.

El bajo consumo de energía, de carbohidratos no estructurales afecta el contenido de proteína en la leche (Fernández, 2019). Es por esto que las UP que suplementaron con silos de maíz aumentaron un poco el contenido de proteína a comparación de las UP que solo están en pastoreo. Los problemas metabólicos también afectan la cantidad de proteína en la leche, debido a que si la degradación del almidón en el intestino es muy lenta se reduce la digestión microbiana y la síntesis de proteína (Fernández, 2019).

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede observar que no existe una gran diferencia significativa en cuanto a la comparación de los dos tipos de alimentación. Se esperaba obtener mejores resultados en las UP donde aparte del pastoreo proporcionaban algún suplemento, como ensilado, desechos de cosechas, sales minerales y sal común. Cabe mencionar que el uso de ensilado solo lo proporcionaban en época de seca, y el uso de sal común con sales minerales es de dos a tres veces por mes. Al no haber una diferencia significativa en estas UP que suplementan, no es muy redituable utilizar los suplementos.

6.4.2. Efecto de las prácticas de ordeño sobre el conteo de células somáticas. A continuación, se muestra la relación del conteo de células somáticas (CCS) con algunas prácticas de ordeño en 20 UP del municipio de Loma Bonita Oaxaca. El 100% de las UP visitadas se corroboró que realizan trabajo de limpieza del área de ordeño todos los días. Esto incluye el lavado del **equipó** de ordeño, lavado de las cubetas y perolas y recolección de las excretas. El 50% de las UP conocen sobre la mastitis y la prueba de California para la detección de mastitis subclínica, sin embargo, solo el solo el 10% de las UP realizan la prueba de California.

En la Figura 6, se muestra la relación del CCS con el tipo de ordeño manual y el mecánico. Las UP que realizan ordeño manual tuvieron menor CCS en comparación con las UP que realizan ordeño mecánico. El valor promedio de CCS para el ordeño manual fue de 258,555.50 cel/mL; cabe señalar que el 60% de las UP realizan este tipo de ordeño. Por otro lado, el valor promedio de CCS para las UP que realizan el ordeño mecánico (40% de las UP) fue de 488,250 cel/mL. A pesar de que se

observa una tendencia que el valor de CCS disminuye al realizar el ordeño manual, existió una amplia variación de los valores encontrados entre las distintas UP, por lo tanto, el coeficiente de variación fue muy amplio y no se encontraron diferencias significativas en el parámetro de CCS entre los tipos de ordeño. Guerrero-Quinceno *et al.* (2018) reportaron datos contrastantes con los encontrados en el presente estudio ya que ellos reportan para el ordeño manual 491,247 cel/mL y en el ordeño mecánico 221,462 cel/mL, concluyendo que hay un mayor número de células somáticas en donde se realiza el ordeño manual.

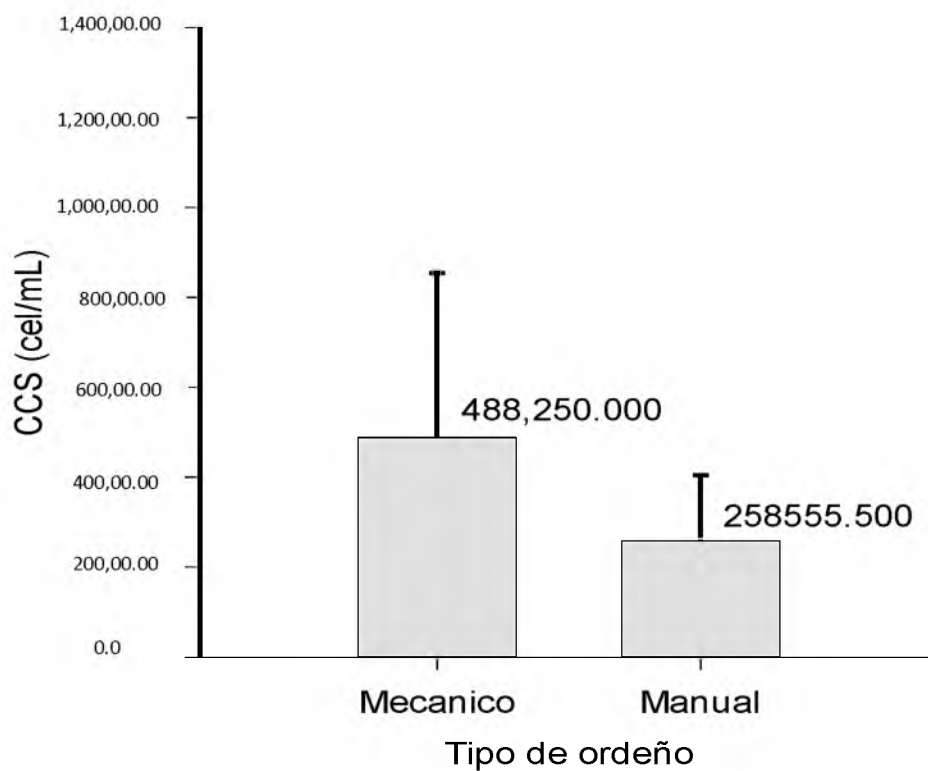


Figura 6. Efecto del contenido de células somáticas en relación entre el tipo de ordeño.

En este estudio se pudo observar que algunas UP que realizan ordeño mecánico tuvieron un CCS muy alto, esto se relaciona con factores tales como: 1) la máquina de ordeño no esté bien calibrada y la succión se hace de tal manera que daña el pezón, 2) el personal de ordeño realiza el sobre ordeño, 3) el ordeño de una vacas con mastitis subclínica, que al no lavar las pezoneras aumenta la diseminación, 4) no sellar los pezones de las vacas al final del ordeño, esto deja abierto el esfínter del pezón el cual queda vulnerable al ingreso de bacterias.

La Figura 7, se muestra la relación del CCS con la práctica del lavado y secado de pezones. El lavado y secado de pezones solo lo realiza el 10% de las UP, en las cuales se registró un valor promedio de CCS de 323,000 cel/mL, el otro 90% de las UP no realiza un lavado y secado de pezones y registraron un valor promedio de 353,481 cel/mL, mostrando que no existe diferencias significativas. El valor de CCS en las UP donde no se realiza el lavado y secado de pezones, fue superior numéricamente, pero estadísticamente no hay diferencias debido que al momento del ordeño los pezones de las vacas se encuentran sucios y al llevar a cabo el ordeño las bacterias que se encuentren en los pezones puedan ingresar.

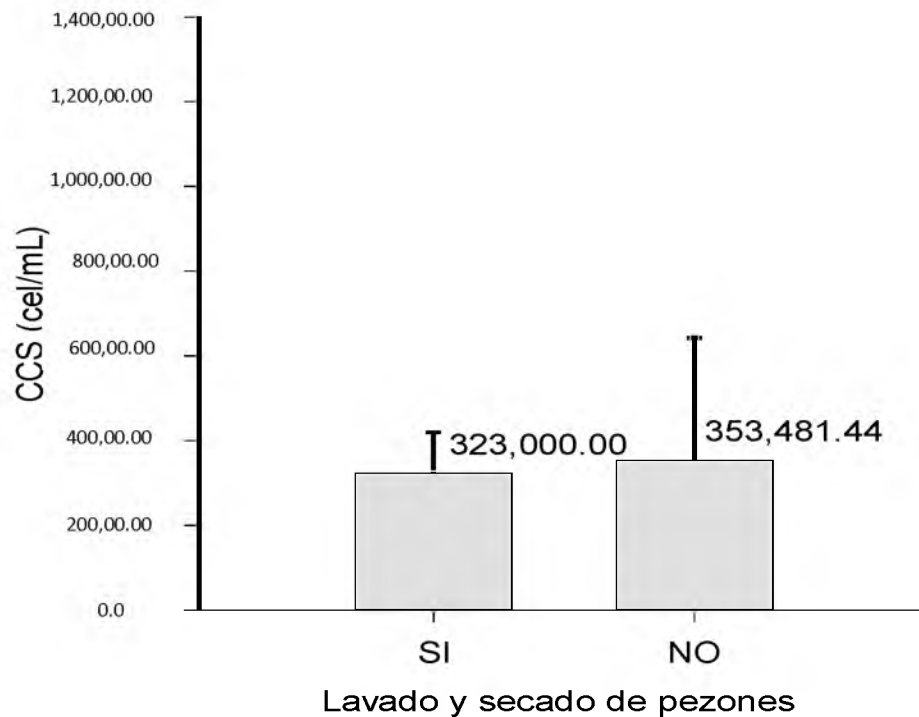


Figura 7. Efecto del conteo de células somáticas en relación entre el lavado y secado de pezones.

En la Figura 8, se muestra la relación entre el conteo de células somáticas y la utilización del sellado de pezones al término del ordeño. Solo una UP realiza el sellado de pezones mientras que el resto no. El valor promedio de CCS fue de 348,280 cel/mL en las UP que no realizan el sellado. En la UP que realiza el sellado de pezones se registró un valor promedio de 391,333 cel/mL. Estos datos fueron menores a los reportados por Chacón-Villalobos *et al.* (2006) quienes obtuvieron valores de 477,000 cel/mL utilizando selladores al término del ordeño. Al respecto es pertinente señalar que el uso de selladores **previne** la mastitis ambiental debido a que estos crean una barrera entre el pezón y el medio ambiente, esto debido a que forma un sello en la punta de pezón impidiendo la entrada de material extraño

o gérmenes en la ubre, en especial bacterias coliformes (Hogan y Smith 2005; citado por Chacón-Villalobos *et al.*, 2006).

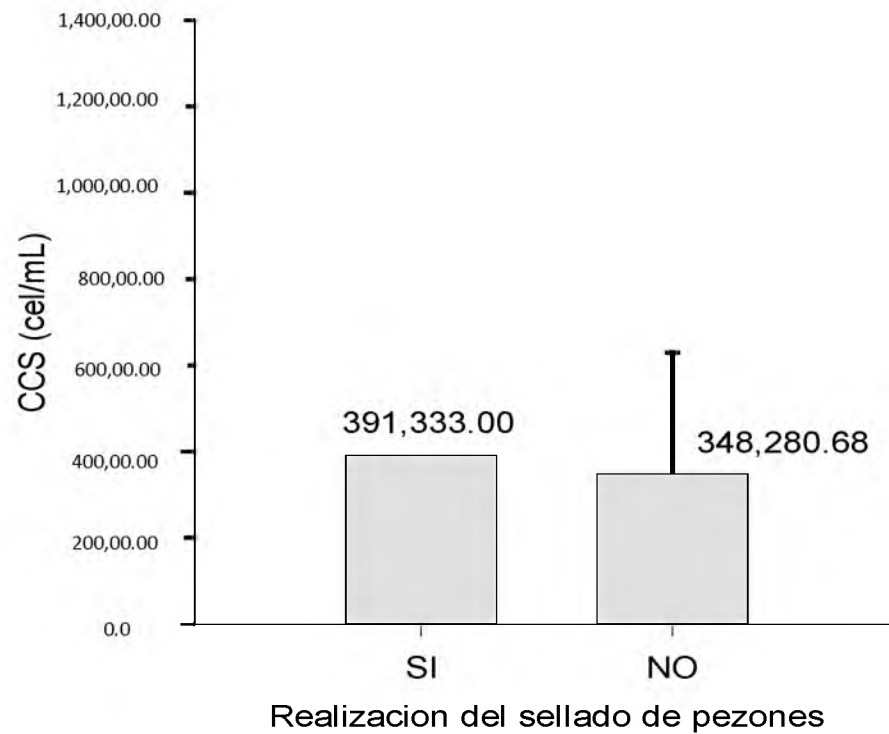


Figura 8. Efecto del conteo de células somáticas en relación con el sellado de pezones.

7.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

Se identificó que en el municipio de Loma Bonita la calidad nutricional de la leche, se encuentra de la siguiente manera, los porcentajes de grasa y solidos no grasos se encuentran dentro de los rangos establecidos como normal, sin embargo, existe una deficiencia en proteína y lactosa. Esto se debe a que, en la región, los pastos son de baja calidad nutricional, agregándole también la carga animal, el sobre pastoreo y la invasión en lo potreros por maleza lo cual va ocasionando la perdida de los pastos. La falta de uso de algún suplemento alimenticio y mineral, todo esto provoca un déficit nutricional en los animales y se ve reflejado en la calidad nutricional de la leche.

De las 20 UP estudias, la UP La Purisisima es la que obtuvo mejores resultados en el porcentaje de grasa, solidos no grasos proteína y lactosa. Esto se debe a la alimentación y el pastoreo es rotacional, así como la suplementación con sales minerales es cada semana, los cual estos se ve reflejado en la calidad nutricional de la leche.

Se determinó que el recuento de células somáticas en tanque fue muy elevado para las UP El Uberal y San José. El Uberal tiene un sistema de ordeño manual y el San José ordeño mecánico. El número elevado de células somáticas se debe a factores climáticos de higiene previo y durante el ordeño, así como la limpieza deficiente del equipo de ordeño, los utensilios a utilizar y el sobre ordeño. El despunte antes del ordeño es necesario para evitar que los primeros chorros de leche que son los que contienen mayor cantidad de células y bacterias se mezclen con la demás leche. El

usar selladores al término del ordeño, sirve como un tapón en el esfínter del pezón que impide la entrada de bacterias.

La prueba de CTM realizada en campo realizada en los meses de noviembre del 2021 a enero del 2022, se les realizó a 10 vacas al azar en cada unidad de producción, los cuales nos indica que del 100% de las ubres analizadas solo el 6.75% de las ubres en este estudio resultaron con lectura traza, grado 1,2 y 3.

Las prácticas de manejo zootécnico realizadas y que influyen en la calidad nutricional de la leche fueron los baños de aspersion, participación en el programa de erradicación de brúcela y tuberculosis, el tipo de ordeño, la utilización o no del sellado de pezones y la realización de la prueba de california, así como su conocimiento

Los manejos zootécnicos que realizan son los baños de aspersion para la garrapata, la participación del programa para la erradicación de brúcela y tuberculosis. La salud de los animales es de vital importancia para la calidad de la leche, sin el control de la garrapata esta ocasiona enfermedades en los animales, hay un déficit nutricional en el animal y por consecuencia en la calidad nutricional de la leche. La participación en los programas de brúcela y tuberculosis son de gran importancia también la calidad nutricional de la leche ya aparte de ser una zoonosis la calidad de la leche también se ve afectada.

El 60% de las UP realizan el ordeño de forma manual y el resto mecánico, sin embargo, solo el 10% UP realizan el lavado y secado de pezones y el 5% utiliza

selladores. El 95% de los productores conocen sobre la mastitis, solo el 10% de los productores realizan la prueba de california para detectar la mastitis.

Las variables de manejo zootécnico que influyeron sobre la calidad nutricional de la leche y la glándula mamaria fueron las siguientes:

La alimentación en pastoreo y en pastoreo más suplementación en relación con la calidad nutricional de la leche no mostro una diferencia significativa en cada tipo de alimentación, sin embargo, se observó que en la alimentación en pastoreo se obtuvo una diferencia numérica en el porcentaje de grasa, debido al consumo alto de fibra. Para el caso del porcentaje de solidos no graos proteína y lactosa la alimentación en pastoreo más suplemento tuvo una diferencia numérica en comparación con solo pastore.

El tipo de ordeño en relación con el conteo de células somáticas, mostro que el ordeño mecánico tuvo un mayor número de células somáticas a comparación del ordeño manual, tuvo una gran diferencia numérica, pero no hubo diferencias significativas. El gran número elevado de células somáticas en ordeño mecánico se debe al sobre ordeño, mala calibración del equipo de ordeño y el no utilizar selladores.

El lavado y secado de pezones al igual que el uso de sellador en relación con el número de células somáticas mostro una diferencia numérica, pero no hubo significativas diferencias. La diferencia numérica en no lavar y secar pezones se debe a que no existe una adecuada higiene a la hora del ordeño.

En el sellado de pezones se observó que al utilizar un sellado el conteo de células somáticas era mayor a comparación del no usar pero cabe destacar que solo una UP utiliza el sellado de pezones y 19 no lo utilizan, es por esto que el valor fue mayor.

7.2. RECOMENDACIONES

Se debe sugerir a los productores que realicen una adecuada rotación de potreros, y la utilización de suplementos minerales en las épocas de lluvias. Para la época de sequía que es cuando existe unos escasos de pastos se sugiere que utilicen alimentos disponibles en la región, desechos de cosechas como lo es las puntas de caña, corona de piña, rastrojo de maíz, desecho de Agroindustrias, uso de ensilados y sales minerales. La utilización de suplementos alimenticios y minerales, en los animales en producción, esto nos va hacer que aumenten la producción ni su peso, pero tampoco los animales no bajaran drásticamente de peso ni la producción

Se debe proponer a los productores en que tengan un adecuado manejo de los animales, instalaciones adecuadas y limpias y en el proceso de ordeño llevar a cabo buenas prácticas de higiene.

Capacitación a los productores y al personal de ordeño, con el fin de que se relacionen con las buenas prácticas de ordeño, el buen manejo del equipo de ordeño, la utilización de los selladores y que se enteren de los beneficios que hay al realizar esto.

La implementación de la prueba de california por parte de los productores en sus UP, ayudara mucho para poder llevar un control y poder identificar animales con mastitis subclínica.

8. LITERATURA CITADA

Acosta Moreno, A., Mira Hernández, J., Posada Arias, S. 2017. Tópicos en mastitis bovina: desde la etiología hasta algunas terapias alternativas. *Revista de Agricultura y Ciencias animales*. 6(1):42-58. DOI: 10.22507/jals.v6n1a4.

Aguilar C., Allende R., Ocampos D., García F. 2000. Producción de leche a pastoreo en el subtrópico con ganado cruza holando cebú: desarrollo y validación de un modelo de simulación. *Revista científica Archivo de Zootecnia*. 49:457-468. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4209>. Consultado el 15 de marzo del 2020.

Albiter S. P., Rebollar S. R., Portillo B. A., Martínez A. G., Jordán C. M. A. 2015. Análisis técnico económico de sistemas de bovinos doble propósito. *Investigación y Ciencia: de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. (65) :13-19. Consultado el 10 de junio de 2022.

Anzures-Olvera, F.; Macías-Cruz U.; Álvarez-Valenzuela F.D.; Correa-Calderón A.; Díaz-Molina R.; Hernández-Rivera J.A.; Avendaño-Reyes L. 2015. Efecto de época del año (verano vs. Invierno) en variables fisiológicas, producción de leche y capacidad antioxidante de vacas Holstein en una zona árida del noroeste de México. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 47(1):15–20. DOI: 10.4067/S0301-732X2015000100004.

Arias R. A., Mader T. L., Escobar P. C. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Archivos de medicina veterinaria*. 40(1):7-22.

Bedolla C. C., Castañeda V. H., Wolter W. 2007. Métodos de detección de la mastitis bovina (Methods of detection of the bovine mastitis). *Revista electrónica de Veterinaria (Redvet)*. 8(9):1-17. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/12-mastitis.pdf. Consultado el 15 de marzo del 2020.

Bedolla C. C., de León M. P. 2008. Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 9(4):1-26.

Ballón C. S. S., Quispe O. E. G., Villanueva Á. C., Enríquez M. H. E., Cárdenas B., Sánchez J. P. 2013. Prevalencia y factores asociados a la mastitis subclínica bovina en los Andes peruanos. *Revista Veterinaria y Zootecnia*. 7(2):92-104. Consultado el 11 de junio del 2022.

Bedolla C., José Luís C., Hernández Reyes., Juan Manuel. 2008. Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche. *Revista Electrónica de Veterinaria (REDVET)*. 9(9):1-34. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617329004>. Consultado el 23 de mayo de 2022.

Bernal L. R., Rojas M. A., Vázquez C., Espinoza A., Estrada J., Castelán O. A. 2007. Assessment of the physicochemical quality of the raw milk produced in smallholder dairy systems in two regions of the State of Mexico. *veterinaria México*. 38(4):397-407. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/423/42338402.pdf>. Consultado el 14 de marzo del 2020.

Briñez, W., Valbuena, E., Castro, G., Tovar, A., Ruiz, R. J., Román, R. 2003. Efectos del mestizaje, época del año, etapa de lactancia y número de partos sobre la composición de la leche cruda de vacas mestizas. *Revista científica, FCV-LUZ*. 8(6):490-498. Disponible

en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/15018/14995>.

Consultado el 13 de marzo del 2020.

Calderón A., Rodríguez V. C. 2008. Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano cundiboyacense (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 21(4):582-589. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v21n4/v21n4a06.pdf>.

Consultado el 15 de febrero del 2022.

Callejo A. 2017. Breve Introducción a la Anatomía de la Ubre ya la Fisiología del Ordeño. *Open Course Ware*. Disponible en: http://ocw.upm.es/pluginfile.php/952/mod_label/intro/breveintro.pdf. Consultado el 15 de febrero del 2022.

Camacho Vera J. H., Cervantes Escoto F., Palacios Rangel M. I., Cesín Vargas, A., Ocampo Ledesma J. 2017. Especialización de los sistemas productivos lecheros en México: la difusión del modelo tecnológico Holstein. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. 8(3) : 259-268. Doi: 10.22319/rmcp.v8i3.4191.

Carvajal-Hernández M., Valencia-Heredia E. R., Segura-Correa J. C. 2002. Duración de la lactancia y producción de leche de vacas Holstein en el Estado de Yucatán, México. *Revista Biomédica*. 13(1):25-31. Consultado el 4 de junio de 2022.

Castillo Gallegos E. 2015. Producción de doble propósito tropical. Centro de Enseñanzas, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical. Disponible en: <https://fmvz.unam.mx/zootecnia/ceiegtlechetropical.html#>. Consultado el 5 de junio de 2022.

Castillo A. D., López Y. S., Corría E. C., Corrales C. P., Vázquez H. J., Zubiaur R. O. M., García, G. O. 2014. Caracterización de ranchos ganaderos de Campeche, México. Resultados de proyectos de transferencia de tecnologías. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 18(2) : 41-61. Consultado el 10 de junio del 2022.

Castro C. J. M., Rivera J. C., 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>. Consultado el 10 de junio de 2022.

Cerón-Muñoz M. F., Audelo E., Maldonado-Estrada J. G. 2007. Relación entre el reencuentro de células somáticas individuales o en tanque de leche y la prueba CTM en dos fincas lecheras del departamento de Antioquia (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 20:472-483. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2544478>. Consultado el 21 de marzo del 2020.

Chacón-Villalobos A., Vargas-Rodríguez C, F., Jiménez-Ramírez M. 2006. Incidencia en el conteo de células somáticas de un sellador de barrera (yodo-

povidona 0,26%) y un sellador convencional (yoduro 0,44%). *Agronomía Mesoamericana*. 17(2):207-212. Consultado el 28 de junio de 2022.

Chaves J. 2004. Mastitis Bovina: Su control y prevención es una tarea permanente. Facultad de Ciencias Veterinarias de la UBA. Buenos Aires Argentina. Disponible en: http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/mastitis_bovina.htm.pdf.

Closa S. J., de Landeta M. C., Andérica D., Pighín, A., Cufre J. A. 2003. Contenido de nutrientes minerales en leches de vaca y derivados de Argentina. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 53(3), 320-324. Consultado el 15 de febrero del 2022.

Corbellini C.2002. La mastitis bovina y su impacto sobre la calidad de la leche. *Argentina: Instituto de Tecnología Agropecuaria, Proyecto Lechero, EEA INTA Pergamino*. Disponible en: <https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/agronomia/la-mastitis-bovina-y-su-impacto-sobre-calidad-de-leche.pdf>. Consultado el 15 de febrero del 2022.

Cruz López P. D. L.; Gilleard Then A. D. 2020. Evaluación de la influencia de un agregado con características probióticas y prebióticas sobre la glándula mamaria en vacas lecheras, tomando en cuenta el recuento de células somáticas (Tesis de Doctorado). Universidad Nacional Pedro Enríquez Ureña, Santo Domingo, República Dominicana. 70 p. Disponible en: [https://repositorio.unphu.edu.do/bitstream/handle/123456789/3310/Evaluaci%c3%b3n%20de%20la%20influencia%20de%20un%20agregado%20con%20caracter%](https://repositorio.unphu.edu.do/bitstream/handle/123456789/3310/Evaluaci%c3%b3n%20de%20la%20influencia%20de%20un%20agregado%20con%20caracter%20)

[c3%adsticas%20probi%20c3%b3ticas%20y%20prebi%20c3%b3ticas%20sobre%20la%20gl%20a1ndula%20mamaria%20en%20vacas%20lecheras%20c%20tomando%20en%20cuenta%20el%20recuento%20de%20c%20a9lulas%20som%20c%20a1ticas.pdf?sequence=1&isAllowed=y.](#)

Cruz Carrillo., Porras Vargas., José Luis., Lizarazo Cely., Carlos Sebastián., Anastasia. 2017. Efecto de la Suplementación con *Medicago sativa* (Alfalfa) sobre Algunos Parámetros de la Leche Bovina. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, RIVEP*. 28(4):852-860. Consultado el 10 de mayo del 2022. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371854393009>. Consultado el 15 de febrero del 2022.

Cruz López P. I., Hernández Garay A., Enríquez Quiroz J. F., Mendoza Pedroza S. I., Quero Carrillo A. R., Joaquín Torres B. M. 2011. Desempeño agronómico de genotipos de *Brachiaria Humidicola* (Rendle) Schweickt en el trópico húmedo de México. *Revista fitotecnia mexicana*. 34(2):123-131. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v34n2/v34n2a11.pdf>. Consultado el 4 de junio de 2022.

Cuevas Reyes V., Loaiza Meza A., Espinosa García J. A., Vélez Izquierdo A., Montoya Flores M. D. 2016. Tipología de las explotaciones ganaderas de bovinos doble propósito en Sinaloa, México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. 7(1):69-83. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v7n1/2448-6698-rmcp-7-01-00069.pdf>.

Consultado el 7 de junio de 2022.

De los Reyes Gonzales G., Molina Sánchez B., Coca R. 2010. Calidad de la leche cruda. Primer foro sobre ganadería lechera de la zona alta de Veracruz. Veracruz, México. 5 de marzo del 2010. Universidad Veracruzana y Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesca. 10 p.

Elizondo J. 2010. Anatomía de la ubre y secreción de la leche. *ECAG informa*, 54, 32-35. Disponible en: http://eeavm.ucr.ac.cr/Documentos/ARTICULOS_PUBLICADOS/2010/155.pdf.

Consultado el 15 de febrero del 2022.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2022. Producción y productos lácteos: Portal lácteo. Disponible en: <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/%20composici%C3%B3n-de-la-leche/es/>. Consultado el 11 de mayo de 2022.

Fernández A. 2019. Factores que influyen sobre la eficiencia de conversión (alimento en leche) y la composición de la leche. *Revista veterinaria Argentina*. 36(380). Disponible en: <https://www.veterinariargentina.com/revista/2019/12/factores-que-influyen-sobre-la-eficiencia-de-conversion-alimento-en-leche-y-en-la-composicion-de-la-leche/>.

Consultado el 8 de octubre de 2022.

Fernández E. F., Hernández J. A. M., Suárez V. M., Villares J. M. M., Yurrita L. R. C., Cabria M. H., Rey F. J. M. 2015. La importancia nutricional y metabólica de la

leche de vaca. *Nutrición Hospitalaria*. 31(1):92-101. Consultado el 20 de marzo del 2020.

Fernández Bolaños O. F., Trujillo Graffe J. E., Peña Cabrera J. J., Cerquera Gallego J., Granja Salcedo Y. T. 2012. Mastitis bovina: generalidades y métodos de diagnóstico. *Revista electrónica de Veterinaria*. 13(11):1-20. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/78-mastitis.pdf. Consultado el 20 de marzo del 2020.

García S. R. 2003. Células somáticas una advertencia sin darnos cuenta. *Holstein de México*. 34(8):27-28. Consultado el 11 de mayo de 2022.

García, N. B., de Jesús Requelme N. 2011. Buenas prácticas de ordeño y la calidad higiénica de la leche en el Ecuador. *La Granja*.14(2):45-57. Consultado el 11 de mayo de 2022.

García C., Montiel R. L. A., Borderas, T. F. 2014. Grasa y proteína de la leche de vaca: componentes, síntesis y modificación. *Archivos de zootecnia*. 63, 85-105. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5959666>. Consultado el 11 de mayo de 2022.

Godoy Padilla D., Puémape Dávila F., Roque Alcarraz R., Fernández Curí M., Vargas Morán J., Gamarra Carrillo S., Gómez Bravo C. 2020. Efecto de la suplementación de bloques multinutricionales con residuos agroindustriales en la producción y calidad de leche de vacas criollas al pastoreo en San Martín, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 31(4). Disponible en:

<http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v31n4/1609-9117-rivep-31-04-e19029.pdf>.

Consultado el 23 de junio de 2022.

Gómez, D. A. Mejía B. M. O. 2005. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de investigación*. 2(1):38-42. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520107.pdf>. Consultado el 12 de febrero del 2022.

González-Stagnaro C., Madrid-Bury N., Goicochea-Llaque J., González-Villalobos D., Rodríguez-Urbina M. A. 2007. Primer servicio en novillas de doble propósito. *Revista Científica*. 17(1):39-46. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-22592007000100006&script=sci_arttext. Consultado el 8 de junio de 2022.

Granados-Rivera L. D., Quiroz-Valiente J., Maldonado-Jáquez J. A., Granados-Zurita L., Díaz-Rivera P., Oliva-Hernández J. 2018. Caracterización y tipificación del sistema doble propósito en la ganadería bovina del Distrito de Desarrollo Rural 151, Tabasco, México. *Acta universitaria*. 28(6):47-57. Consultado el 7 de junio de 2022.

Genero G. A., Larrea A. T., Mata H. T. 2016. Composición química de la leche. En: Rodríguez A. M. (ed). *Glándula mamaria y lactación*. 1 ed. Santa rosa, la Pampa, Argentina. EdUNLPam. pp. 71-78.

GUERRERO-QUICENO J., CAMPOS-GAONA R., VÉLEZ-TERRANOVA M. 2018. ASSOCIATED ENVIRONMENTAL FACTORS AND DETERMINATION METHODS FOR SOMATIC CELL IN THE MILK TANK. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 16(1):80-90. Doi:/10.18684/bsaa.v16n1.627.

Holmann F. 2004. Estudio comparativo de dos sistemas de producción de leche: pastoreo y confinamiento. *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura*. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/B0438e/B0438e.pdf>. Consultado el 5 de junio de 2022.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Información). 2009. Prontuario de información geográfica municipal. Disponible en: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/20/20044.pdf. Consultado el 10 de diciembre del 2020.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Información). 2020. Escolaridad. Disponible en: <https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/escolaridad.aspx?tema=P#:~:text=En%20M%C3%A9xico%2C%20los%20habitantes%20de,m%C3%A1s%20de%20la%20s%20secundaria%20concluida>. Consultado el 7 de junio del 2022.

Jiménez Velásquez S. C., Torres Higuera L. D., Parra J. L., Rodríguez Bautista J. L., García Castro F. E., Patiño Burbano R. E. 2019. Perfil de resistencia antimicrobiana en aislamientos de *Staphylococcus* spp. Obtenidos de leche bovina en Colombia. *Revista Argentina Microbiológica*. 52(2):121-130 DOI: [10.1016/j.ram.2019.05.004](https://doi.org/10.1016/j.ram.2019.05.004).

Juárez-Barrientos J. M., Herman-Lara E., Soto-Estrada A., Avalos-de la Cruz D. A., Viloboa-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 FCV-LUZ*. 25(4):317-323. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95941173007>. Consultado el 29 de junio del 2020.

Juárez-Barrientos J. M., Díaz-Rivera P., Rodríguez-Miranda J., Martínez-Sánchez C. E., Hernández-Santos B., Ramírez-Rivera E., Herman-Lara E. 2016. Caracterización de la leche y clasificación de calidad mediante análisis Clúster en sistemas de doble propósito. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. 7(4):525-537. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v7n4/2448-6698-rmcp-7-04-00525.pdf>. Consultado el 12 de mayo del 2022.

Kruze J. (1998). La rutina de ordeño y su rol en los programas de control de mastitis bovina. *Archivos de medicina veterinaria*. 30(2): 07-16. Consultado el 11 de mayo de 2022.

Magariños H. 2000. Producción higiénica de la leche cruda. Una guía para la pequeña y mediana empresa. *Producción y Servicios Incorporados S.A.* (1), Mixto, Guatemala. Disponible en: <http://portal.oas.org/LinkClick.aspx?fileticket=wlyuTwR3IEc%3D>. Consultado el 22 de marzo del 2020.

Marco Leal G. 2016. Therapeutic efficacy of Chymotrypsin in acute bovine mastitis. *Revista MVZ Córdoba*. 21(2):5416-5425. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682016000205416. Consultado el 19 de febrero del 2022.

Martínez-Vasallo A., Ribot-Enríquez A., Villoch-Cambas A., Montes de Oca N., Remón-Días D., Ponce-Ceballo P. 2017. Quality and safety of raw milk under the current Cuban conditions. *Revista Salud Animal*. 39(1):51-61. Disponible en:

<http://200.14.50.70/index.php/RSA/article/view/890/905>. Consultado el 22 de marzo del 2020.

Meléndez P., Pinedo P. J. 2010. Patrones temporales de recuento de células somáticas, grasa, proteína y nitrógeno ureico en leche de estanque y su asociación con fertilidad en ganado lechero en la zona centro-sur de Chile. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 42(1):41-48. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173013341006>. Consultado el 22 de mayo de 2022.

Mendoza J. A., Vera Y. A., Peña, L. C. 2017. Prevalencia de mastitis subclínica, microorganismos asociados y factores de riesgo identificados en hatos de la provincia de Pamplona, Norte de Santander. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*. 64(2):11-24.

Meza-Villalvazo V. M., Chay-Canul A. J., Ramirez-Seañes A. R., Palacios-Torres R. E., Valenzuela-Jiménez N., Alcantar-Vásques J. P., Kido-Cruz T. 2019. Producción Agropecuaria: Un enfoque integrado. Universidad del Papaloapan, Loma Bonita Oaxaca. pp122-128. Consultado el 10 de junio de 2022.

Mojica-Rodríguez J. E., Castro-Rincón E., Carulla-Fornaguera J. E., Lascano-Aguilar C. E. 2019. Perfil lipídico en leche de vacas en pastoreo de gramíneas en el trópico seco colombiano. *Agronomy Mesoamerican*. 30(2):497-515. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v30n2/2215-3608-am-30-02-00497.pdf>. Consultado el 23 de junio de 2022.

Mora M. G., Vargas B., Romero J. J., Camacho J. 2015. Factores de riesgo para la incidencia de mastitis clínica en ganado lechero de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 39(2):77-90. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v39n2/0377-9424-ac-39-02-00077.pdf>. Consultado el 23 de junio de 2022.

Noriega P, F., Bonifaz N. F., Alvear D. C., Guerrero J. D. 2021. Calidad composicional y concentración de ácidos grasos omega-3 (alfa-linolénico) y omega-6 (linoleico) presentes en leche bovina de tres regiones naturales del Ecuador. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*. 68(2):150-169. Consultado el 10 de mayo de 2022. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=407670223006>.

Orantes-Zebadúa M. Á., Platas-Rosado D., Córdova-Avalos V., los Santos-Lara D., del Carmen M., Córdova-Avalos A. 2014. Caracterización de la ganadería de doble propósito en una región de Chiapas, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*. 1(1):49-58. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282014000100006#:~:text=Los%20mismos%20autores%20mencionan%20que,suplementan%3B%20debido%20a%20la%20falta. Consultado el 5 de junio de 2022.

Pinzón Trujillo A., Moreno Vásquez F. C., Rodríguez Martínez G. 2009. Efectos de la mastitis subclínica en algunos hatos de la cuenca lechera del Alto Chicamocha (departamento de Boyacá). *Revista de Medicina Veterinaria*. (17):23-35. Consultado el 1 de mayo de 2022.

Philpot W.N., Nickerson S.C. 2001. Ganando la lucha contra la mastitis. 1 ed. Alemania Westfalia. WestfaliaSurge.184 p.

Ponce-Covarrubias J. L., García E. C., González E. C., Alaniz-Gutiérrez L., Mendoza-Medel G., Alonso-Galeana J., Vicente-Pérez R. 2018. Condiciones de manejo sanitario utilizadas en unidades de producción bovina en San Juan Cacahuatpec y San Sedro Amuzgos, Oaxaca. *Avances de la Investigación Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México*. 1105. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Casanova-Lugo/publication/325807244_Avances_de_la_investigacion_sobre_produccion_animal_y_seguridad_alimentaria_en_Mexico/links/5b578a9e0f7e9bc79a609bc8/Avances-de-la-investigacion-sobre-produccion-animal-y-seguridad-alimentaria-en-Mexico.pdf#page=1113. Consultado el 10 de junio de 2022.

Ramírez Vásquez N., Arroyave Henao O., Cerón-Muñoz M., Jaramillo M., Cerón J., Palacio L. G. 2011. Factores asociados a mastitis en vacas de la microcuenca lechera del altiplano norte de Antioquia, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*. (22):31-42. Consultado el 21 de junio de 2022.

Rivera M., Romero O. N. 2020. Niveles de grasa, proteína, lactosa, agua y acidez titulable de la leche de vaca producida y destinada al consumo humano en el municipio de Olanchito, departamento de Yoro, Honduras. *Sistema de Investigación Científica y Tecnológico de Educación Superior*. 3, 45. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Yefrin-Zavier-Cruz/publication/348168064_Calidad_del_aire_de_la_ciudad_de_Danli_Honduras_a_partir_del_uso_de_liquenes_como_indicadores_de_la_polucion_atmosferica_d

urante_julio_de_2019/links/5ff1e999299bf14088694a12/Calidad-del-aire-de-la-ciudad-de-Danli-Honduras-a-partir-del-uso-de-liquenes-como-indicadores-de-la-polucion-atmosferica-durante-julio-de-2019.pdf#page=51. Consultado el 27 de abril del 2020.

Ríos L. 2015. Caracterización del manejo en el ordeño de sistemas doble propósito del distrito de Los Santos. *Investigación y Pensamiento Crítico*. 3(2):5-19. Consultado el 11 de junio de 2022.

Robles Rojas, J. L. 2019. Prevalencia de mastitis subclínica bovina y factores asociados en unidades productivas de la localidad de arroyo metate, Loma Bonita, Oaxaca (Tesis de licenciatura). Universidad del Papaloapan, Loma Bonita, Oaxaca, México. 87 p.

Rodríguez M. D. L. C. M. 1992. Manejo y explotación de los pastos para la producción de leche. *Pastos y forrajes*. 15(1). Consultado el 4 de junio de 2022.

Rodríguez A. E. C., Berrios G. P., Marín A. A. G., Pestana E. G. C. 2015. Evaluación de la calidad inmunológica del calostro por la prueba del calostrímetro y Test de Glutaraldehído en becerros recién nacidos en la Hacienda Los Ángeles, San Pedro de Macorís. *UCE Ciencia. Revista de postgrado*. 3(2). Consultado el 10 de junio de 2022. Roger M., Carol J. R. 2000. Hoja de información de la prueba de mastitis california (CTM). Disponible en: https://milkquality.webhosting.cals.wisc.edu/wp-content/uploads/sites/212/2011/09/hoja-de-informacion-de-la-prueba-de-mastitis-california_spanish.pdf. Consultado el 27 de noviembre del 2020.

Rojas Rodríguez, C. 2017. Factores asociados con la mastitis subclínica bovina en fincas lecheras de Zipaquirá, Cundinamarca (Tesis de Doctorado). Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia. 119 p

Rosado J. L. 2016. Intolerancia a la lactosa. *Gaceta Medica de México*. (15):67-73. Disponible en:

https://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/YINI/WGOF_180206_WGO-YINICampaign_QA_SpanishTranslation.pdf. Consultado el 29 de agosto de 2022.

Sánchez A. 2010. Parámetros reproductivos de bovinos en regiones tropicales de México (Tesis de licenciatura). *Universidad Veracruzana. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia*. 55 p.

SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad, y Calidad Agroalimentaria). 2021. Brucelosis en animales. Disponible en: <https://www.gob.mx/senasica/acciones-y-programas/campana-nacional-contra-la-brucelosis>. Consultado el 10 de junio del 2020.

SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad, y Calidad Agroalimentaria). 2020. Tuberculosis Bovina. Disponible en: <https://www.gob.mx/senasica/acciones-y-programas/campana-nacional-contra-la-tuberculosis-bovina-49517>. Consultado el 10 de junio del 2020.

Sheen S., Riesco A. 2002. Factores que afectan la producción de leche en vacas de doble propósito en trópico húmedo (Pucallpa). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 13(1):25-31. Consultado el 4 de junio de 2022.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2021. Anuario estadístico de la producción ganadera. Disponible en: https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/?fbclid=IwAR12Ij_wHPThZP4hK-FuFttTCttldW1VQdfAbi5XJtEw3fuijD-qEinakoI. Consultado el 27 de abril del 2020.

Soto Molina V. H., Alanís Méndez J. L., Pech Canche J. M. 2019. Un año de observaciones meteorológicas en Loma Bonita, Oax., México; una referencia climatológica para su industria agropecuaria. *Revista científica Biológico agropecuaria Tuxpan*. 7(2):206-221. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/338536914_Un_ano_de_observaciones_meteorologicas_en_Loma_Bonita_Oax_Mexico_una_referencia_climatologica_par_a_su_industria_agropecuaria. Consultado el 25 de mayo del 2020.

Tobía C., Rojas A., Villalobos E., Soto H., Uribe, L. 2004. Sustitución parcial del alimento balanceado por ensilaje de soya y su efecto en la producción y calidad de la leche de vaca, en el trópico húmedo de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 28(2):27-35. Consultado el 23 de junio del 2022.

Uscanga-Domínguez L. F., Orosco-García I. J., Vásques-Frias R., Aceves-Tavares G. R., Albrecht-Junghans R. E., Amieva-Balmori M., Bazaldúa-Merino L. A., Bernal-Reyes R., Camacho-de león M. E., Campos-Gutiérrez. J. A., Carmona-Sánchez R. I., Castro-Marín L. V., Coss-Adame E., Cuevas-Estrada A. J., Escobedo-Martínez J. A., González-Franco L. R., Huerta-Iga F. M., Lozano-Lozano R., Martínez-Vázquez S. E., Milke García M. P., Nogueira-de Rojas J. R., Padilla-González M., Pérez y López N., Silva-Campechano F., Trevino-Mejía M. C., Velázquez-Alva M. C. 2019. Technical position on milk and its derivatives in adult health and disease from the

Asociación Mexicana de Gastroenterología and the Asociación Mexicana de Gerontología y Geriatria. *Revista de Gastroenterología de México*.84 (3):357-371. DOI: 10.1016/j.rgmxen.2019.03.002.

Valdés., Pérez A.2015. Fisiología de la glándula mamaria y lactancia. *UNICEF Chile*. Disponible en: https://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/YINI/WGOF_180206_WGO-YINICampaign_QA_SpanishTranslation.pdf. Consultado el 29 de agosto de 2022.

Zambrando. (ed). 2019. Mastitis bovina. 1ª ed. Machala Ecuador. Universidad Técnica de Machácala (UTMACH). 174 p.



9. Anexos



Universidad del Papaloapan

Campus Loma Bonita-Licenciatura en Zootecnia

Cuestionario para productores de leche

Fecha: _____

Encuestador: _____

Nombre del lugar donde se ubica la unidad de producción:

Nombre de la unidad de producción: _____

Nombre del productor: _____

Edad: _____

Preguntas

I. Características del productor

1. Grado de estudio: _____

2. ¿Por qué decidió dedicarse a esta actividad?

3. ¿Cuánto tiempo lleva dedicándose a esta actividad?

4. ¿Cuántas horas del día dedica a las actividades del rancho? _____

5. ¿Cuántos integrantes de su familia participan en las actividades del rancho? Sin contarse usted:

Hombres: _____

Mujeres: _____

6. A parte de las actividades del rancho usted desempeña alguna otra actividad. _____

7. Aproximadamente cuantos son los ingresos que genera la ganadería de doble propósito. _____

II. Características de la unidad de producción

8. ¿Con cuanta superficie de terreno cuenta el rancho? _____

9. ¿Recibió alguna asesoría para la construcción de sus instalaciones?

10. Con que materiales están construidas las instalaciones de su rancho.

- _____ Concreto
- _____ Lámina galvanizada
- _____ Lamina de asbesto
- _____ Madera
- _____ Palma
- _____ Herrería
- _____ Tabique o block

11. Con que servicios cuenta su rancho.

- _____ Agua entubada
- _____ Luz eléctrica
- _____ Vías de acceso
- _____ Drenaje

12. Marque con lo que su rancho cuente.

- _____ Área de cuarentena
- _____ Desembarcadero y embarcadero
- _____ Sombreaderos
- _____ Sala de ordeño
- _____ Piso en la sala de ordeño
- _____ Techo en la sala de ordeño
- _____ Comederos en los corrales
- _____ Bebederos en los corrales
- _____ Bebederos en los potreros
- _____ Comederos en los potreros
- _____ Saladeros
- _____ Corrales de engorda
- _____ Corrales de destete
- _____ Manga de manejo para el ganado
- _____ Cercos eléctricos
- _____ Cercos perimetrales
- _____ Estercolero

III. Características de los animales

13. Con cuantos animales cuenta su rancho.

Machos _____
Hembras _____

14. ¿con que razas o cruza de razas cuenta su rancho y en proporciones están? _____

15. ¿Cuántos animales han nacido en el último año? _____

16. De los animales con los que cuenta cuantos son comprados. _____

17. ¿Qué tipo de animales son los que ha comprado?

18. ¿Cómo elige los animales que compra?

- Por apariencia física
- por sus datos productivos
- Por la genética
- Recibe asesoría de un experto

19. ¿Cómo reemplaza los animales que elimina de su rancho?

- Con animales nacidos en el rancho
- Compra con el vecino
- Compra en otras zonas

20. ¿Qué criterios toma para la eliminación de animales?

- Animales enfermos
- Edad
- Número de partos
- Baja fertilidad
- Baja la producción de leche
- Problemas al parto
- Por qué no le gusta cómo se ven
- Por qué no engordan

IV. Manejo reproductivo

21. Marque que tipo de manejo reproductivo realiza en su rancho.

- Monta natural
- Inseminación artificial
- Inseminación artificial a tiempo fijo
- Sincronización de estros
- Transferencia de embriones
- Diagnóstico de gestación

22. ¿a qué edad entra en celo sus novillonas nacidas en el rancho?

23. ¿a qué edad y peso le dan su primer servicio de monta a las novillas?

24. ¿cada cuánto paren sus vacas? _____

25. ¿Qué tiempo tardan sus vacas en volver a presentar celo después del parto? _____

26. ¿Cuántos partos en promedio tiene sus vacas? _____

27. ¿actualmente con cuantas vacas gestantes cuenta su rancho?

28. ¿a qué edad usted realiza el destete? _____

29. ¿Qué características toma en cuenta para realizar el destete?

- Edad determinada
- Cuando los animales alcanzan un peso determinado
- Lleva a cabo crianza artificial

V. Manejo nutricional

30. ¿Cuál es su principal fuente de alimentación de su ganado en el rancho?

- Pastoreo
- Uso de ensilados
- Uso de desechos de cosechas
- Uso de desechos de las industrias
- uso de alimento comercial
- Uso de melaza
- Uso de sales minerales
- Uso de sal común
- Otros

¿Cuál?

31. En relación con sus praderas.

- Son pastos nativos
- Pastos introducidos
- Realiza pastoreo rotacional
- Realiza pastoreo continuo
- Fertiliza sus praderas
- Riega sus praderas
- Utiliza forraje de corte

32. En su rancho usted realiza algún método de conservación de forraje.

33. ¿Qué tanto afecta en su rancho la escasez de alimento en la temporada de seca? _____

VI. Manejo sanitario

34. ¿Qué vacunas aplica y cada cuánto tiempo? _____

35. ¿Cuántos animales se le murieron en el último año a causa de una enfermedad? _____

36. ¿De los siguientes manejos cuales realiza en su rancho?

- _____ Desinfección del ombligo
- _____ Se asegura que mame calostro
- _____ Calendario de vacunación
- _____ Calendario de desparasitación
- _____ Rotación de desparasitantes
- _____ Realiza aislamiento de animales enfermos
- _____ Realiza cuarentena de animales nuevos
- _____ Tiene identificado las enfermedades de su rancho
- _____ Realiza baños de aspersion
- _____ Realiza baños de inmersión

VII. Manejo relacionado a la ordeña

37. ¿Cuántas vacas tiene en ordeño? _____
38. ¿Cuántos cuartos le deja al becerro? _____
39. ¿Siempre le deja los mismos cuartos? _____
40. ¿Cuál es su horario para la ordeña? _____
41. ¿Qué tipo de ordeño realiza? _____
42. ¿Qué tiempo se lleva en ordeñar a cada vaca? _____
43. ¿Realiza el lavado y secado de los pezones durante la ordeña? _____
44. ¿Realiza el sellado de pezones después de la ordeña? _____
45. ¿Qué utiliza para el sellado de los pezones? _____
46. ¿Cada cuánto realiza la limpieza del área de ordeño? _____
47. ¿Conoce o sabe que es la mastitis? _____
48. ¿Conoce usted alguna prueba la detectar la mastitis? _____
49. ¿Hace usted alguna prueba para el diagnóstico de la mastitis?
 Sí _____ No _____
 ¿Cuál? _____
 ¿Cada cuánto la realiza? _____
50. ¿Cuántas vacas de su rancho han perdido cuartos por mastitis? _____
51. ¿Qué hace con la vaca que tiene mastitis? _____
52. ¿Separa la leche de las vacas que tienen mastitis? _____
53. ¿Qué hace con la leche de las vacas que tiene mastitis?

54. ¿Qué manejo realiza con una vaca enferma de que tiene mastitis?

55. ¿Qué medicamentos utiliza para la mastitis? _____

56. ¿Cuánto tiempo le aplica el medicamento para tratar la mastitis?

57. ¿Cuáles son los meses del año en que hay más presencia de mastitis?

VIII. Comercialización de la leche

58. ¿a qué precio le pagan?

+

6Leche_____

Kg de queso_____

59. ¿Cuántos litros de leche necesita para producir un kilogramo de queso?

60. Que productos obtiene de los derivados de la leche. _____

61. ¿a quienes les vende los productos?

Centros de acopio_____ empresas_____ intermediarios_____

otros productores_____

Venta directa a las personas_____

Otros_____



Joaquín Correa Arias

TESIS URGENTES

8 HORAS

Encuadernación

Libros

Folletos

Rep. de Cuba No. 99

Int. 3 Primer Piso

Centro Histórico México, D.F.

Tel.: 2124 6185

Cel.: 55 8519 4658

E-mail: correa_arias@hotmail.com

<https://tesiscaj.wixsite.com>

