UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “BENITO JUÁREZ” DE OAXACA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL

“FACTORES QUE AFECTAN EL ESTADO DE SALUD EN VACAS DOBLE PROPÓSITO EN CLIMA CÁLIDO”

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN PRODUCCIÓN ANIMAL

PRESENTA:

MVZ. FABIÁN ALEJANDRO MÉNDEZ S. VILLELA

DIRECTOR:

DR. HÉCTOR MAXIMINO RODRÍGUEZ MAGADÁN

CO-DIRECTOR:

DR. TEODULO SALINAS RIOS

OAXACA DE JUÁREZ OAXACA, NOVIEMBRE DE 2020

Factores que afectan el estado de salud en vacas doble propósito en clima cálido. Tesis presentada por el MVZ Fabián Alejandro Méndez S. Villela como requisito para obtener el Grado de Maestro en Producción Animal, ha sido aprobada y aceptada por:

M en C. Patricia Karina Vicente Castillo
Directora de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

M. en MVZ. Magaly Aquino Cleto
Coordinadora de Posgrado e Investigación

MPA. Jorge Morín Rubio
Responsable de la Maestría en Producción animal

Dr. Héctor Maximino Rodríguez Magadán
Director de Tesis

Dr. Teodulo Salinas Rios
Co-director de Tesis

Noviembre 2020

Fecha:
Jurado:
Dr. Héctor Maximino Rodríguez Magadán
D. Ph. Jorge Hernández Bautista
Dr. Teodulo Salinas Rios
M.C. María Isabel Pérez León

FEP – 3

M en MVZ MAGALY AQUINO CLETO
COORDINADORA DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
P R E S E N T E.

Los integrantes del Jurado para Examen de Grado de Maestro en Producción Animal hemos revisado el trabajo de investigación del **MVZ. FABIAN ALEJANDRO MÉNDEZ S. VILLELA**, titulado **"Factores que afectan el estado de salud en vacas doble propósito en clima cálido".**

Damos nuestro voto de aprobación para los fines y trámites correspondientes.

Oaxaca de Juárez, Oax., a 13 de noviembre de 2020.

A T E N T A M E N T E

"CIENCIA, ARTE, LIBERTAD"

Presidente	Dr. Héctor Maximino Rodríguez Magadán
Secretario	Dr. Jorge Hernández Bautista
Sinodal	Dr. Teodulo Salinas Rios
Suplente	M en C. María Isabel Pérez León

Currículum

Nombre	MVZ. Fabián Alejandro Méndez S. Villela
Tel.	9511246161
Correo electrónico	bianfa2002@hotmail.com
	Puntuación Toefl: 413
	Catedrático de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, Titular de las materias: Introducción a la zootecnia, acuariología, fisiología y medicina y zootecnia acuícola.
2013	Licenciatura Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.
	Ponente
2019	XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana Para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria.
	III Congreso Nacional de Recursos Naturales, Sistemas de Producción e Innovación Tecnológica.
	5ta jornada de producción animal.
2017	"Seminario de investigación"
	"Reproducción de trucha arcoíris"
2016	3er. Foro y feria nacional tilapia 2016.
	Asistente
2018	4° jornada de producción Animal, alimentación, sanidad y reproducción.
	Reproducción y manejo del ganado ovino en la región del istmo de Tehuantepec.
2017	Tercera Jornada de Producción Animal.
	Producción de peces y plantas en un sistema sustentable e integral.
2016	Sistemas de Recirculación Acuícola.
	Tesinas asesoradas
2017	Técnicas medial y lateral para la esterilización en perras, eficiencia y factores a considerar
	Toxoplasmosis en el gato doméstico y su importancia en salud pública
2018	Urolitiasis en gatos domésticos, signos clínicos, diagnóstico y tratamiento
2019	*Gnathostomiasis* en peces y su importancia en salud pública

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme salud y vida.

Al Doctor Héctor Rodríguez Magadán, por su amistad, conocimientos y por todas las atenciones que tuvo conmigo para culminar este trabajo, y sobre todo por haber confiado en mí tomando este reto, gracias por todo lo que hizo por mí, le estaré eternamente agradecido.

Al Doctor Teódulo Salinas, por su sencillez, paciencia y el compartir sus conocimientos para la estructura de esta tesis.

Al Doctor Jorge Hernández, por tomarse el tiempo de compartir sus conocimientos y su orientación para culminar este trabajo.

A la Maestra Isabel Pérez León, por todo su apoyo tanto en lo académico y personal, sin su ayuda no se hubiera podido lograr este objetivo, gracias por ser una gran persona.

A las maestras Magaly Aquino e Iris Muñoz, por haber sido parte fundamental en este trabajo experimental y haberme apoyado en realizar los análisis laboratorio, sin ustedes esto no sería una realidad, les agradezco su invaluable ayuda.

A Todos y cada uno de mis maestros, por haber compartido todos sus conocimientos y ser parte fundamental en mi formación.

A mis compañeros de maestría Benito, Jesús y Eleazar, por todos los buenos momentos que pasamos en clases y esos viajes que compartimos juntos.

DEDICATORIAS

A mi madre Velkis y mi padre Roberto, que desde el cielo sé que estarán orgullosos de mí por haber logrado este objetivo en mi vida, los amo y nunca los olvido.

A mi tía Zeitteeltl, por todo el apoyo moral y económico que me proporcionó para estar en esta maestría, sin esa ayuda no lo hubiera logrado. Gracias por ser una gran persona tía, eres como mi segunda madre y nunca tendré como pagarte todo lo que has hecho por mí durante toda mi vida, te amo mucho tía.

A mi familia, mi esposa Berenice por ser mi bastón cuando quería claudicar en este camino, por todo su amor y comprensión en todos esos momentos agradables y difíciles que hemos pasado, al final todo valió la pena, gracias por todo amor. A mis hijos Yitan y Yuna, que son mi inspiración en esta vida y mi razón de ser para salir adelante día con día. Todo ese tiempo que me necesitaron y no estuve con ustedes se ve reflejado en este trabajo y cuando sean más grandes y lean estas palabras sepan que lo hice por ustedes, los amo mis enanos hermosos y espero sea un ejemplo para sus vidas y que este documento les motive para ser cada día mejor. Este trabajo es de ustedes tres y quiero que sepan que son y serán mi razón de ser en esta vida, los amo.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS V

DEDICATORIAS VI

LISTA DE CUADROS IX

LISTA DE FIGURAS X

I. RESUMEN 1

II. INTRODUCCIÓN 2

III. REVISIÓN DE LITERATURA 4

III.1 Antecedentes 4

III.2 Producción ganadera en México 4

III.3 Producción ganadera en Oaxaca 5

III.4 Producción de doble propósito 6

III.5 Factores que afectan la producción. 8

III.5.1 Factores externos 8

III.5.1.1 Medioambientales 8

III.5.1.2 Instalaciones 11

III.5.2 Factores internos 12

III.5.2.1 Manejo del hato 12

III.5.2.2 Alimentación 13

III.6 Sanidad 16

III.6.1 Estado de salud. 16

III.6.2 Condición corporal 18

III.6.3 Bienestar animal 19

III.7 Sangre 21

III.7.1 Componente celular de la sangre 21

III.8 Análisis del estado de salud en el laboratorio 22

III.8.1 Requisitos para una muestra 23

III.9 Perfil hematológico 26

III.9.1 Eritrograma 26

III.9.1.1 Eritrocitos 26

III.9.1.2 Hematocrito 28

III.9.2 Química sanguínea 29
III.9.2.1 Glucosa 30
III.9.2.2 Urea 30
III.9.2.3 Creatinina 32
III.9.2.4 Proteínas plasmáticas 33
III.9.2.5. Albumina 34
III.9.2.6 Globulina 35
III.9.2.7 Colesterol 36
III.9.2.8 Calcio 36
III.9.2.9 Fósforo 37
IV. JUSTIFICACIÓN 40
V. OBJETIVOS 41
VI. HIPÓTESIS 42
VII. MATERIALES Y MÉTODOS 43
VII.1 Descripción del lugar de estudio 43
VII.1.1 Macrolocalización 43
VII.1.2 Microlocalización 44
VII.2 Descripción de los animales de estudio 44
VII.3 Diseño experimental 45
VII.3.1 Evaluación de la condición corporal 45
VII.3.2 Toma de muestras 46
VII.3.3 Procesamiento de muestras 49
VII.3.3.1 Hemograma 49
VII.3.3.2 Química sanguínea 50
VII.3.4 Análisis estadístico 50
VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 52
VIII.1 Época de lluvia en relación con la edad 52
VIII.2 Meses de lactancia 54
VIII.3 Número de partos 58
VIII.4 Estaciones del año 60
VIII.5 Carga parasitaria 63
IX. CONCLUSIONES 65
X. LITERATURA CITADA 66

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Química sanguínea de vacas doble propósito en San José Manialtepec, Oaxaca, en la época de lluvia según la edad…….....	52
2	Química sanguínea de vacas doble propósito en San José Manialtepec, Oaxaca, en la época de lluvia según los meses de lactancia……	55
3	Química sanguínea de vacas doble propósito en San José Manialtepec, Oaxaca, en la época de lluvia según el número de partos…….	59
4	Química sanguínea de vacas doble propósito en San José Manialtepec, Oaxaca en la época de lluvias y secas.	62

LISTA DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Macrolocalización de la unidad de la unidad de producción...	43
2	Microlocalización de la unidad de producción……...	44
3	Hato de estudio……..	45
4.	Extracción de heces……..	47
5	Extracción de sangre de la vena coccígea……..…….....	49
6	Presencia de *Strongyloides spp.* en bovinos doble propósito en San José Manialtepec, Oaxaca, en época de lluvia y seca……..	64

I. RESUMEN

La producción de bovinos de doble propósito se realiza principalmente en zonas de clima cálido seco, donde las condiciones climatológicas pueden afectar el estado de salud del hato. El objetivo fue determinar el efecto de diferentes factores en el estado de salud de vacas doble propósito en San José Manialtepec, Oaxaca. El estudio fue en San José Manialtepec, en la Costa, Oaxaca; utilizando 27 vacas doble propósito cruzas de razas europeas con cebú. Se realizó en dos épocas: lluvias y seca y constó de dos etapas: 1) Época de lluvias y se analizó el efecto de la edad, meses de lactancia y número de partos en los analitos hematocrito, sólidos totales, urea, glucosa, colesterol, creatinina, proteína total, albumina, globulina, calcio y fósforo. 2) Se hicieron 2 muestreos de sangre para química sanguínea, así como de heces para ambas épocas. Se realizó un análisis de varianza con comparaciones de medias por la prueba mínima de diferencias significativa en el programa SAS, versión 9.0. Se encontró mayor carga parasitaria en época de seca con presencia de *Strongyloides spp.* con un 81.4%, y 70.3% en lluvia. En la época de lluvia, la edad, meses de lactancia y números de partos no afectaron ($P< 0.05$) la química sanguínea. Al comparar las dos épocas, la concentración de urea, colesterol, proteínas totales, albumina y globulina fueron mayor en la época de seca. La concentración de glucosa y fósforo en todas las categorías fueron superiores a los valores de referencia, pero el hematocrito y calcio se encontraron por debajo de éstas. Se concluyó que los animales presentan anemia, hipocalcemia e hiperfosfatemia en todas las categorías no siendo influenciado por la época del año.

II. INTRODUCCIÓN

La producción ganadera de doble propósito es una de las actividades con mayor importancia económica en el clima cálido seco. La incidencia de problemas alimenticios, nutricionales y metabólicos en hatos de doble propósito es cada vez mayor, así como la aparición de problemas sanitarios, productivos y reproductivos asociados a los mismos. La detección oportuna y correcta de éstos permite reducir su incidencia y, por tanto, disminuir las pérdidas económicas (Correa y Carulla, 2009).

El estado de salud y la condición corporal son aspectos importantes en los sistemas de producción, los cuales están determinados por múltiples factores como el clima, la genética del hato, la alimentación, el número de partos y la fase de lactancia. (Calvache y Navas, 2012).

Por otra parte, el empleo de las técnicas de laboratorio en la práctica veterinaria para determinar el estado de salud de un hato es una herramienta indispensable que aporta información valiosa en el momento de confirmar un diagnóstico (Gálvez *et al*., 2009). El análisis bioquímico y hematológico son algunos de los métodos de diagnóstico que tiene a la mano el médico veterinario y que se han impuesto como un apoyo innegable para determinar el estado de salud del ganado y la detección de agentes patológicos; además, una de las ventajas de estas pruebas radica en el hecho de que suministra al especialista una vía no invasiva y rápida para determinar trastornos, cuando su detección no es inmediata mediante otras técnicas de diagnóstico (Tepán, 2017).

Los parámetros bioquímicos y de hemograma constituyen un examen paraclínico que permite conocer desórdenes en la salud y deficiencias nutricionales de los animales, permitiendo evaluar ambos parámetros en los individuos. Los valores normales están influenciados por el estado fisiológico (Roldán *et al.*, 2006), el clima, la edad, el sexo, la raza, el tipo de producción, el estado nutricional, el estrés y por lo tanto, el estado de salud refleja la situación metabólica de los tejidos animales, de forma que puede indicar lesiones tisulares, trastornos en el funcionamiento de los órganos, adaptación del animal ante desafíos nutricionales, fisiológicos y desequilibrios metabólicos específicos o de origen nutricional (González y Scheffer, 2003).

El presente estudio evalúa, mediante análisis hematológicos, bioquímicos y parasitológicos el estado de salud de un hato de vacas doble propósito según la edad, meses de lactancia, número de partos, en dos diferentes épocas del año.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

III.1 Antecedentes

El empleo de la ganadería en América Latina tuvo su origen durante la colonización en la Nueva España donde Gregorio de Villalobos desembarcó los primeros ungulados (Barrera, 1996). Los colonos europeos introdujeron el ganado vacuno al continente por primera vez en las Antillas en 1512, en México en 1520, en la región Inca en 1530 y en Florida en 1565, ya hacia fines de ese siglo se encontraba hasta Nuevo México y para 1769 alcanzaba hasta la Alta California (Hernández, 2001).

III.2 Producción ganadera en México

La ganadería bovina en México es una de las actividades principales del sector agropecuario por la contribución a la oferta de productos cárnicos y su participación en la balanza comercial del país, al ser la carne de bovino el eje ordenador de la demanda y de los precios de las demás carnes (SIAP, 2015). En México, la producción bovina es muy heterogénea, desde el punto de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico, incluyendo la gran variedad de climas regionales y características de tradiciones y costumbres de las poblaciones (Secretaria de Economía, 2012).

La producción de carne y leche ocupa los primeros lugares de la producción pecuaria a nivel nacional, hasta el mes de diciembre del 2018 la producción nacional de leche de bovino ocupaba el primer lugar en la producción pecuaria con 76, 570,560 litros. Lo que corresponde a la carne, ocupa el cuarto lugar sólo por debajo de la carne de ave y huevo para plato, la canal de bovino para finales del 2018 fue

de 12, 591,499 kg (SIAP, 2018). Uno de los sistemas más practicados y difundidos en las regiones tropicales de México es la de bovinos de doble propósito (BDP) (Vilaboa *et al*., 2009).

III.3 Producción ganadera en Oaxaca

La ganadería bovina en el estado de Oaxaca genera un valor de $3, 665,270.00 millones de pesos anuales. Aquellos productores que desarrollan la actividad en sistemas de doble propósito en forma extensiva tienen bajos parámetros de producción debido a escasa organización para la producción y comercialización de sus productos y la capacidad para acceder a la información tecnológica y la implementación de cambios tecnológicos en sus procesos y productos (Durán *et al*., 2018). Estos productores ofrecen al mercado becerros destetados debido a sus bajos rendimientos, siendo acopiados por intermediarios para abastecer a los estados del centro de país.

El estado se encuentra en la región tropical (seca-húmeda) del país (Flores, 2010), donde produjo 112,992.73 toneladas de bovino en pie en el 2018, ocupando el lugar 12 a nivel nacional, respecto a la producción de leche ocupó el 17 con 907,919 litros en el mismo año (SIAP, 2018). Respecto a las regiones, la de mayor producción en toneladas es la Costa con 29,207.59, en segundo lugar, la región de Papaloapan con 25,531.89 y en tercer lugar la región del Istmo con 29,475.10 toneladas. En las regiones de la Mixteca, Valles Centrales, Sierra Norte y Cañada se produjeron 12,261.10, 11,939.84, 2,688.09 y 1,889.12 toneladas, respectivamente. En la región de la Costa el municipio con mayor producción de bovinos es Villa de Tututepec de

Melchor Ocampo con 3,447.97, siguiendo los municipios de San Pedro Mixtepec con 2,490.37 y en tercer lugar Santiago Pinotepa Nacional con 2,471.52 toneladas (SIAP, 2018).

III.4 Producción de doble propósito

El BDP ocupa el quinto lugar de producción de ganado bovino a nivel nacional con 2.8 millones de cabezas (INEGI, 2017). Este tipo de sistema de producción se desarrolla principalmente en las regiones tropicales del país, donde se concentra el 45% del inventario bovino nacional (Chalate *et al*., 2010). Para ello, se utilizan razas cebuinas y cruzas con Pardo suizo, Holstein y Simmental, principalmente. En este sistema de producción, la alimentación se basa principalmente en pastoreo, con un mínimo de suplemento y limitado por la estacionalidad de los forrajes en la época de sequía (Orantes *et al.,* 2014), repercutiendo drásticamente en la producción de leche y carne (Mohammed *et al.,* 2016).

En México, la ganadería de doble propósito es la de mayor importancia en la producción de carne y leche siendo una alternativa para la seguridad alimentaria y el empleo rural, generando ingresos económicos para las unidades de producción. Este sistema ocupa el 25.9% del territorio nacional gracias al potencial de los recursos naturales (suelo, agua y pastos). Este sistema se caracteriza por el manejo realizado por el productor y su familia (Rojas *et al*., 2017). Respecto a la producción de carne se basa en la venta de becerros al destete (Pech *et al*., 2007) y el nivel de producción de leche está en un rango de 3 a 10 litros diarios por vaca (Vilaboa *et al*., 2009). Estas empresas ganaderas a pequeña escala, generalmente de tipo

familiar, combinan las actividades agrícolas con la producción de becerros. Desde el punto de vista productivo, este sistema se caracteriza por obtener baja cantidad de leche y carne por animal por hectárea.

Entre las razones de la baja productividad se incluyen la falta de tecnología, aspectos sociales, económicos y el pastoreo directo de agostaderos y praderas (INEGI, 1998). En este sistema se utiliza la ordeña manual y para estimular el descenso de la leche, el ordeñador usa al becerro (Orantes *et al*., 2010). Por su adaptabilidad a enfermedades, los bovinos de doble propósito presentan una adecuada producción de carne y de leche (Román *et al*., 2013). Por otra parte, los índices reproductivos y productivos en este tipo de sistema son bajos (40% de gestación, 19.5% leche y 40% de carne) (Román *et al*., 2013).

En el manejo nutricional los recursos forrajeros son deficientes y pocos productores suplementan con granos y sales minerales (Silva *et al*., 2017). Por lo antes mencionado, en las zonas tropicales se ha trabajado para mejorar los índices de desarrollo de las crías, aumentar la eficiencia en la reproducción y tener una mayor adaptación a la rusticidad del sistema de ganado doble propósito (Orantes *et al*., 2014).

Una de las problemáticas de este sistema de producción son los altos costos variables de los insumos especialmente en época de sequía, los cuales alcanzan entre el 70 y 93% (Puebla *et al*., 2015); sin embargo, también se reducen costos de producción en un 50% durante la época de lluvia por la presencia abundante de forraje, donde la combinación de gramíneas y leguminosas permiten un mejoramiento en los parámetros productivos (Salas *et al.,* 2015).

III.5 Factores que afectan la producción.

El bienestar animal ha sido definido por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) como un término que describe la manera en que los individuos se enfrentan con el ambiente incluyendo su sanidad, sus percepciones, su estado anímico y otros factores positivos y negativos que influyen sobre los mecanismos físicos y psíquicos del animal (Martínez *et al.,* 2016). Estos factores tendrán un efecto en la calidad del producto final (Muñoz, 2012). Cualquier cambio repercute en el bienestar animal y, en consecuencia, su productividad (Arias *et al*., 2008). Algunos de los factores que afectan la producción son: temperatura ambiental, humedad, velocidad del viento, radiación solar (Arias *et al.,* 2008), pluviosidad, luz, presión atmosférica (Herrera, 2011), alimentación, instalaciones, sanidad y manejo (SENASA, 2015).

III.5.1 Factores externos

III.5.1.1 Medioambientales

El efecto del clima en la producción animal ha sido estudiado desde hace aproximadamente medio siglo, lográndose importantes avances en el entendimiento de los aspectos fisiológicos y de comportamiento animal bajo condiciones de estrés climático. En la actualidad es posible evaluar en forma conjunta el efecto de factores tales como: radiación solar, humedad relativa, temperatura ambiental, velocidad del viento, presión y precipitaciones pluviales; los cuales, varían la cantidad y calidad de los cultivos y pasturas, principales componentes de la alimentación, provocando

un efecto directo sobre los animales y afectan indirectamente el plano de nutrición, (Hafez y Hafez, 2002).

En conjunto, estas variables tienen un efecto directo sobre el bienestar animal, así como también sobre los índices productivos, como la ganancia de peso diaria, producción diaria de leche, conversión de alimento, tasa de preñez, etc. (Brown *et al*., 2006).

La ganadería vacuna, comienza a ser afectada por el aumento de la temperatura. Sin embargo, en los países subtropicales y tropicales, donde la ganadería vacuna está más adaptada a temperaturas mayores, la reducción de la disponibilidad de agua se ve afectada por el alargamiento de la temporada de seca y la modificación de las temporadas de lluvias afectando la producción gravemente (Álvarez, 2014).

Cada área geográfica se caracteriza por un ambiente térmico predominante frente al que los animales se adaptan mediante mecanismos termorregulatorios. El objetivo de dichos mecanismos es mantener la homeotermia. Cuando la temperatura ambiente es alta, para mantener la homeotermia, el organismo debe eliminar calor de forma activa, evitando presentar una situación de estrés por calor. Durante este periodo ocurren numerosos cambios fisiológicos que en conjunto tienen un efecto negativo sobre la producción. El conocimiento de los mecanismos termorregulatorios y de los cambios que el estrés por calor provoca en el organismo animal a diferentes niveles, constituye el primer paso para adoptar medidas nutricionales que permitan minimizar el impacto de las altas temperaturas sobre los resultados productivos de las vacas (Martínez, 2006).

La estabilidad de la temperatura corporal se basa en las permutas de calor con el medio ambiente, que, a su vez, dependen de mecanismos fisiológicos, comportamentales y metabólicos. Principalmente, en las estaciones de primavera y verano, con una temperatura ambiente más elevada, es cuando el gradiente térmico entre el animal y el medio disminuye y se aprecia una mayor dificultad para mantener la temperatura corporal en niveles normales.

Las principales alteraciones comportamentales son: más tiempo de pie, orientación hacia zonas frescas o de vientos dominantes, dispersión entre animales, búsqueda de zonas provistas de sombra, adopción de posturas en extensión, de pie o tumbadas, contacto con superficies y suelos fríos, merma de la actividad corporal, jadeo, aumento de la salivación y mayor consumo de agua, reducción de la ingesta de materia seca y cambio en los hábitos alimenticios (alimentación en horas nocturnas, reducción de la ingesta, rechazo de alimentos fibrosos) (Lima *et al*., 2014).

Los periodos de verano representan una de las principales barreras para alcanzar mayores niveles de eficiencia y productividad en los hatos. En igual sentido, bajo condiciones cálidas y de elevada humedad atmosférica se reduce la pérdida de calor por evaporación a través de la piel y del tracto respiratorio, incrementando el nivel de estrés calórico; así mismo, la alta humedad también representa un problema sanitario, ya que contribuye a la proliferación de patógenos, como bacterias, hongos y ectoparásitos (Restrepo y Echeverri, 2009).

El ambiente térmico representa un factor de restricción de la eficiencia productiva, sobre todo en los sistemas intensivos, donde los animales frecuentemente no

pueden manifestar determinadas respuestas comportamentales adaptativas (Lima *et al*., 2014).

Es por eso qué al modificarse la temperatura ambiente, cae la producción o se verifica el adelgazamiento del ganado, pues el animal tiene que gastar energía, para mantener la temperatura corporal dentro de la normalidad (Córdoba *et al*., 2009).

Finalmente, en el contexto de la adaptación a los efectos derivados de la modificación del clima, la producción animal no deberá perder de vista los posibles cambios que pudieran experimentar los agentes causantes de las enfermedades, que al fin y al cabo como poblaciones de organismos vivos, también reaccionarán de alguna manera ante al cambio climático, ya sea aumentando su agresividad, ampliando su área de acción habitual o quizás, disminuyendo su importancia relativa, mientras otros agentes menos comunes comiencen a aumentar sus efectos (Álvarez, 2014).

III.5.1.2 Instalaciones

Existen diversas situaciones en las que el bienestar podría encontrarse más o menos comprometido, un ejemplo es el de los bovinos mantenidos en sistemas intensivos o en corral, debido a que, en estas condiciones, dependen completamente del sustento por parte del humano.

En la cría y producción de bovinos existe una opinión generalizada que los sistemas extensivos son siempre buenos, porque mantienen a los animales lo más cerca posible del estado natural y que los sistemas intensivos son malos porque las

libertades de elección y movimientos están restringidas. No obstante, en cualquier sistema productivo, extensivo o intensivo, pueden existir fracasos en la adaptación y consecuente estrés (Rossner *et al.,* 2010).

III.5.2 Factores internos

III.5.2.1 Manejo del hato

Los estudios comprueban que el buen manejo del hato mejora la productividad de los animales (Grandin, 2003). Por lo que, es necesario modificar el comportamiento con acciones, conocimiento y entrenamiento, utilizando el razonamiento para esto. El buen manejo es una tecnología de proceso simple, los operarios aprenden a través de la práctica y no requiere de grandes inversiones o de mantenimiento. Se basa en el conocimiento de la reacción animal al manejo humano, en remplazo del manejo basado en la fuerza física o la violencia (Aguilar y Paranhos, 2009).

Los bovinos tienen la capacidad de aprender. La primera experiencia de un animal en un corral con una persona o equipo debería ser lo más positiva posible. Si la primera vez se aplica un procedimiento muy doloroso o desagradable, puede hacerse difícil conseguir que el animal vuelva a entrar al mismo lugar fácilmente. Este tipo de aprendizaje se conoce “condicionamiento o aprendizaje por asociación”, mediante el cual el animal establece conexiones entre determinadas sensaciones y situaciones (involucrando personas o lugares). Si las sensaciones son negativas procurará evitar las situaciones asociadas a ellas, fugándose, luchando y dificultando el manejo (Paranhos, 2000).

En condiciones de manejo intensivo de bovinos, al aumentar la densidad existe una disponibilidad mínima de espacio por animal, lo cual provoca hacinamiento, o confinamiento mostrando una actividad inmunitaria deprimida (Lasselin *et al.,* 2016). Hecho que aumenta la agresividad haciendo que la jerarquía de dominancia no funcione correctamente (Paranhos, 2000).

El estrés en el transporte o en la inmovilización disminuye la función inmunitaria (Edwards, 2010), tanto humoral y celular (Lasselin *et al.,* 2016).

El eje hipotálamo-hipofisis-adrenal regula el sistema inmune liberando principalmente glucocorticoides, estos ejercen efectos en los mecanismos de señalización de hormonas esteroideas. Los glucocorticoides ejercen acción regulatoria sobre el sistema inmunitario por varias vías (Lasselin *et al*., 2016); modulan las citoquinas, moléculas de adhesión, quimioatractantes y factores inflamatorios (Adcock e Ito, 2000). También bloquean la maduración linfocitaria (Wisniewska *et al*., 2004).

III.5.2.2 Alimentación

Un manejo nutricional adecuado es clave para el mantenimiento de la productividad en un sistema ganadero, pues mejora los índices zootécnicos. La nutrición es uno de los factores más importantes en el desempeño productivo de rumiantes; además, las tecnologías se han ido adoptado en los sistemas productivos con el objetivo de atender las altas exigencias nutricionales desencadenadas por la intensa producción de carne y leche así como por selección genética buscando animales mejorados que se les pueda exigir mayor rendimiento (Pires *et al*., 2016).

El tipo de dieta, las diferentes especies forrajeras ofrecidas, las variaciones en la composición de las pasturas y la suplementación utilizada, modifican la composición nutricional, la condición corporal, el volumen y la calidad de la leche. Esto, debido a que las pasturas tienen variación del valor nutricional en sus diferentes etapas de crecimiento, debido a los cambios de las condiciones ambientales, el material genético, el manejo del riego y fertilización (Cisint *et al*., 2009).

El manejo de la alimentación requiere de una utilización eficiente de los recursos disponibles (Mahecha, 2002) que permita mejorar el balance nutricional de los animales. En la actualidad, la composición de los suplementos alimenticios está basada en materias primas como el maíz, subproductos de la soya y de la transformación e industrialización de cereales, los cuales no logran alcanzar todos los resultados esperados en lo productivo, lo económico y en la salud de los animales. La inclusión de ingredientes alternativos que promuevan una mejor estabilidad de la actividad fermentativa ruminal puede lograr una mayor eficiencia en la utilización de los alimentos e influir en los resultados productivos de la ganadería (Correa *et al*., 2012).

Las vacas lecheras de alto potencial para producción también tienen altos requerimientos de energía y proteína. Considerando que las vacas pueden comer solo cierta cantidad cada día, los forrajes solos no pueden suministrar la cantidad requerida de energía y proteína.

El propósito de agregar concentrados a la ración de la vaca en producción es de proveer una fuente de energía y proteína para suplementar los forrajes y cumplir con los requisitos del animal. Así, los concentrados, son alimentos importantes que

permiten formular dietas que maximizan la producción. Generalmente, la máxima cantidad de concentrados que una vaca puede recibir cada día no debe sobrepasar 12 a 14 kg (Ruiz, 2016).

Cuando se logra cubrir las demandas de mantenimiento, los nutrientes son canalizados a satisfacer los requerimientos de producción como el crecimiento, el aumento de peso y la producción de leche (Navarro *et al*., 2006).

Las deficiencias nutricionales afectan la ovulación y fecundación, siendo causantes de la muerte prenatal. La deficiencia de yodo y vitamina A es el mayor causante de muertes perinatales y la deficiencia proteica provoca reabsorción fetal (Hafez y Hafez, 2002)

La mala nutrición y pobre condición corporal están relacionadas con la falta de ovulación, actividad ovárica y el alargamiento del anestro posparto. La deficiencia energética afecta la liberación de GnRH y LH. Además, afecta la tasa de crecimiento y un atraso en la edad a la pubertad (Vásquez, 2017).

En los animales enfermos se afecta el nivel de sensación de hambre, disminuyendo el consumo de alimento por algunas enfermedades que generan dolor e incomodidad por la presentación de aftas, úlcera o laceraciones en las mucosas bucales (Gregory, 2004).

Tanto el crecimiento y mantenimiento del animal, como su productividad (ganancia de peso y producción de leche), dependen en gran medida del consumo de alimentos. Teóricamente, los animales consumen hasta satisfacer sus requerimientos nutricionales, pero el consumo está limitado por cambios

ambientales y fisiológicos (Gordon y Prins, 2008). La regulación del consumo y la selectividad permite al animal mantener un balance adecuado de nutrientes de acuerdo con sus necesidades. Cuando la cantidad de alimento consumida es insuficiente para satisfacer los requerimientos, se genera estrés metabólico ya que el flujo de nutrientes y las reservas corporales no logran satisfacer la demanda, entonces, el animal siente hambre e incomodidad (Forbes, 2007).

Cuando un animal tiene un solo tipo de alimento disponible, no podrá minimizar el estrés metabólico cambiando la proporción de alimentos consumidos para balancear los nutrientes. Por lo cual, el animal opta por consumir alimento en exceso en un intento por satisfacer las necesidades nutricionales; generando otros problemas relacionados con la sobrecarga de la capacidad gástrica y desordenes metabólicos (Tarazona *et al*., 2012).

La materia seca consumida es fundamental en la nutrición, pues establece la cantidad de nutrientes disponibles para el animal, su salud y producción (CSIRO, 2007). Así las vacas flacas carecen de reservas para la producción (NRC, 2001). Por ello, es fundamental la implementación de prácticas de manejo y alimentación que permitan la mejora continua para la productividad del hato (Saborío y Sánchez, 2014).

III.6 Sanidad

III.6.1 Estado de salud.

«La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades (OMS, 2006).

En producción animal, el término nos refiere al bienestar fisiológico de un animal, concepto amplio que no sólo remite a la presencia o ausencia de enfermedades infecciosas, sino que comprende también a las no infecciosas, al hacinamiento, al stress, el cansancio, la nutrición, la disponibilidad de agua, temperatura, el manejo y a cualquier otro factor que altere dicho bienestar. Un animal que goza de buena salud está contento, alerta y produce eficientemente. De esta forma, un vacuno saludable en una pastura comerá tranquila e intermitentemente, estará alerta, tendrá el pelo suave y brilloso, su mirada será vivaz, sus mucosas y conjuntivas estarán húmedas y se desplazará con facilidad (Santiago y Claudio, 2001).

Por lo tanto, cualquier cambio en la fisionomía y el comportamiento (apatía, pelo hirsuto, cabeza gacha, ojos hundidos, lomo arqueado, movimientos lentos y torpes, separación del rodeo) nos indicará que la salud está deteriorada. No obstante, existen enfermedades subclínicas (que no tienen manifestaciones externas), como ser los bajos niveles de infestación parasitaria; que, sin embargo, se expresan en la práctica con bajas ganancias diarias de peso y en consecuencia ocasionan importantes pérdidas económicas (Santiago y Claudio, 2001).

En este sentido la epidemiología veterinaria se ocupa de la investigación de enfermedades, a través de la condición corporal y componentes sanguíneos, que afectan la productividad y el bienestar en poblaciones de animales (Frankena *et al.*, 1994). La cual se utiliza para describir la frecuencia en la ocurrencia de la enfermedad y cómo esta afecta la productividad y cuáles son las interacciones entre diversos factores o factores de riesgo que producen una enfermedad (Zambrano y Márquez, 2009).

III.6.2 Condición corporal

Para poder evaluar en campo las condiciones en la que se encuentra el ganado, tenemos a nuestra disposición varias técnicas como: el peso vivo, espesor del pliegue de la piel, espesor de la grasa dorsal (EGD) y condición corporal (CC), entre otros (Schröder y Staufenbiel, 2006).

La condición corporal es una herramienta para cuantificar de manera subjetiva las reservas de energía en algunos puntos anatómicos estratégicos del animal. La CC está relacionada con la nutrición energética y nos permitirá conocer si el manejo alimentario es el adecuado (Sepúlveda y Wittwer, 2017). La calificación de CC en el ganado es una medida visual y táctil de la cantidad de grasa subcutánea que posee una vaca (Ferguson *et al*., 1994). Ésta se realiza mediante observación y palpación de puntos anatómicos estratégicos en el animal ponderándole un valor determinado en función de las características observadas.

La evaluación de la CC se realiza por medio de la asignación de números dentro de una escala que van del 1-5 (De Barros, 2006) siendo 1= emaciada; 2= delgada; 3= media; 4= pesada; 5= gorda (González *et al.,* 2000), o del 1-9 (Frasinelli *et al.*, 2004), según la clasificación que se utilice. El número 1 significa un animal emaciado y los números 5 o 9 (según la escala usada) un animal obeso; además, se pueden estimar las reservas de grasa corporal mediante la observación y palpación de costillas, inserción de la cola, pecho, grupa, columna vertebral, huesos de la cadera, tuberosidad coxal y la tuberosidad isquiática (Frasinelli *et al*., 2004).

La disminución de las reservas en el animal se puede presentar cuando las vacas están enfermas, se les proporciona alimentos de mala calidad o cuando se restringe la alimentación. Como resultado de este mal manejo habrá pérdidas económicas, una disminución en la producción láctea y la fertilidad (INIFAP, 2002).

Los valores recomendados son de 3.0 a 4.0 ya que la vaca se seca hasta el parto, disminuyendo de 2.5 a 3.0 hasta los 2 meses de lactancia y luego recuperándose a los 3 meses de lactancia a 2.5 a 3.5 puntos. Idealmente la variación debería ser 0.5 y nunca más alto que 1.0 punto (González *et al*., 2000). Al principio de la lactancia, la energía necesaria para el mantenimiento y la producción de una vaca alta productora es mayor que la ración ingerida; como consecuencia, el animal debe usar sus reservas corporales para satisfacer sus requerimientos, lo que trae como consecuencia una disminución en el peso corporal que deberá ser recuperado en etapas posteriores de la lactancia (INIFAP, 2002).

III.6.3 Bienestar animal

El Bienestar Animal (BA) representa el modo en que un animal afronta las condiciones de su entorno, considerando que se encuentra en condiciones de bienestar si puede experimentar las 5 libertades que son: libertad fisiológica (ausencia de hambre y de sed), libertad ambiental (ausencia de incomodidad o malestar físico o térmico), libertad sanitaria (ausencia de dolor, enfermedades o lesiones), libertad psicológica (ausencia de miedo o angustia) y libertad comportamental (posibilidad de expresar un patrón de comportamiento normal)

(Rossner *et al.,* 2010; SENASA, 2015). Indistintamente de la especie, tipo de crianza y uso, un animal debe criarse en situaciones de mínimo estrés, dolor y/o temor permitiendo que satisfaga sus necesidades nutricionales, sanitarias, ambientales y sociales (comportamiento natural) y logre el estado de bienestar en cada momento o etapa de su vida.

El BA no sólo resulta un aspecto ético que se proyecta en el trato compasivo, la tenencia y la producción de animales domésticos por los incontables beneficios que el hombre obtiene de su uso con fines de trabajo, producción, deporte, investigación y/o educación (SENASA, 2015). Con ello se obtiene una visión desde lo que siente el animal y que los productores comprendan que lo que es beneficioso para el animal también lo es para sus explotaciones, independientemente de su especie, todo animal destinado a la producción depende de un cuidador que le asegure su bienestar. Por esta razón, el ser humano pasa a formar parte de su entorno y de sus relaciones sociales.

Dentro de esas interacciones consideradas como beneficiosas hacia los animales, se destacan la alimentación, el arreo tranquilo a la sala de ordeñe, el acariciarles y el hablarles de forma tranquila y con calma; mientras que el aislamiento social, los tratamientos veterinarios invasivos o que generen dolor, los golpes y los gritos atentan no solo con la construcción de la interacción positiva sino también contra el bienestar animal. El miedo generado a través de interacciones negativas conduce a estadios de estrés frente a los humanos y desequilibrios fisiológicos que disminuyen la producción, la respuesta inmune y predisponen a la adquisición de enfermedades (Martínez *et al*., 2016).

III.7 Sangre

La sangre se encuentra en el interior de los vasos sanguíneos y del corazón, circula por todo el organismo impulsada por las contracciones de este y por los movimientos corporales. Entre sus principales funciones está la de transportar nutrientes y hormonas al resto de las células del organismo (Dos Anjos *et al.*, 2007). También se encarga de llevar productos de desecho desde las células hasta el riñón y los pulmones, y de mantener homogéneamente la temperatura corporal. Entre las células que forman la sangre están las del sistema inmunitario, que utilizan la red de vasos sanguíneos para viajar a cualquier parte del organismo y defenderlo frente a los patógenos y agentes externos (Megías *et al.*, 2017).

La distribución de agua en el organismo depende de la especie que se trate, inclusive de la raza, sin embargo, en forma general se puede decir que en los bovinos el 10% del agua corporal se encuentra en la sangre, 15% en el líquido intersticial en adultos y 25% en jóvenes y del 65 al 75% en el líquido intracelular (Núñez, 2017).

III.7.1 Componente celular de la sangre

La sangre es considerada por numerosos autores como un tipo especializado de tejido conectivo compuesto de células, fragmentos celulares y una matriz extracelular líquida denominada plasma sanguíneo (Megías *et al.,* 2017). Su composición es de líquido (agua), células (eritrocitos, leucocitos y plaquetas) y componentes químicos (proteínas, glúcidos, lípidos, enzimas, electrolitos y

hormonas (Núñez, 2017). Las células sanguíneas se clasifican en dos tipos: eritrocitos o glóbulos rojos y leucocitos o glóbulos blancos. La sangre también contiene fragmentos celulares denominados plaquetas. Los leucocitos se dividen a su vez en granulares: neutrófilos, basófilos y eosinófilos, y en agranulares: linfocitos y monocitos (Megías *et al.,* 2017).

III.8 Análisis del estado de salud en el laboratorio

La Patología Clínica Veterinaria, que incluye las áreas de hematología, bioquímica clínica y citología, es un área fundamental en el ejercicio de la clínica en cualquier especie. En los últimos 15 años en México se ha tenido un avance significativo en la difusión de la medicina de laboratorio para que el clínico conozca la utilidad y necesidad de esta herramienta diagnóstica (Quiroz, 2017). El empleo de las técnicas de laboratorio en la práctica veterinaria es una herramienta indispensable que aporta información valiosa en el momento de confirmar un diagnóstico (Gálvez *et al.*, 2009).

La función primordial del Laboratorio Clínico, es la de “efectuar determinaciones analíticas cualitativas y cuantitativas de líquidos orgánicos, como: sangre, orina, líquido cefalorraquídeo, etc.; así como heces y otras sustancias” con objetivos específicos de: detectar enfermedades asintomáticas, confirmar el diagnóstico, establecer el pronóstico, evaluar el tratamiento, proporcionar información estadística-epidemiológica, detección, manejo y control de problemas de salud pública (Gallo, 2014).

En la práctica clínica de la Medicina Veterinaria los parámetros de los valores del hemograma son una ayuda diagnóstica fundamental en el análisis y orientación del estado clínico de un paciente y en el seguimiento de un determinado hato. Este se define como la evaluación numérica y descriptiva de los elementos celulares de la sangre que generalmente incluye el recuento total de glóbulos rojos y su morfología, el número de plaquetas y un leucograma (Recuento diferencial y absoluto de neutrófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos). Es un examen de ayuda diagnóstica que en la evaluación clínica permite tomar decisiones profilácticas y curativas (Moreno, 2008).

III.8.1 Requisitos para una muestra

De forma general algunos requisitos para la toma de la muestra son:

- La extracción de muestras sanguíneas debe realizarse con animales en ayunas, si no es posible debe de tomarse en cuenta el tiempo y la naturaleza de la última ingesta.

- Asegurarse que se añadan a la sangre los anticoagulantes apropiados para los análisis que se requieran (EDTA para análisis hematológicos; heparina para muestras plasmáticas; fluoruro-oxalato para estimaciones de la glucosa y ningún anticoagulante para muestras de suero). Si hay un fallo en la utilización de estos anticoagulantes pueden dar resultados falsos.

- Debe tenerse en cuenta cualquier tratamiento farmacológico o dieta inusual que pueda ser relevante para la interpretación.

- Es necesario anotar cualquier excitación/impedimento del animal durante la toma de la muestra.

- Si se van a realizar varias pruebas, es preferible tomar las muestras en el mismo momento, para que de esa manera los resultados puedan correlacionarse y así evitar una corrección en la situación clínica del paciente.

- Recoger y manipular cuidadosamente las muestras para evitar la hemolisis o la coagulación no deseada.

- Separar el plasma y/o suero antes del envió.

- Etiquetar todas las muestras al momento de la toma, para evitar posibles confusiones (Bush, 1999).

III.8.1.1 Coproparasitoscópico

El examen coproparasitoscópico diagnostica las enfermedades parasitarias por medio de exámenes de heces. Este estudio es un elemento junto con los antecedentes y el estudio clínico-epidemiológico en conjunto, las herramientas para poder dar un diagnóstico definitivo que orientará el establecimiento de programas de prevención y control de enfermedades (Figueroa *et al*., 2015). En este examen se pueden detectar enfermedades parasitarias mediante la detección de parásitos observando huevos, larvas y/o adultos de nematodos; proglótidos y huevos de cestodos; quistes, formas vegetativas y ooquistes de protozoarios; así como también sangre oculta en heces (Gallo, 2014).

Los parásitos gastrointestinales son uno de los problemas sanitarios más importantes en la producción de ganado vacuno, causando pérdidas económicas por la disminución de los parámetros productivos (leche y carne), incrementando los costos de producción por tratamiento y control (Mederos y Banchero, 2013). La mayor parte de las parasitosis gastrointestinales en el bovino son ocasionadas por protozoarios y helmintos. Dentro de los protozoarios se encuentra *Eimeria sp,* es un *Enterococcidio* del *phylum Apicomplexa* que ocasiona la coccidiosis bovina, infección que causa diarrea, deshidratación y muerte en animales menores de un año (Díaz *et al*., 1998). También se ven afectados por nematodos y cestodos ocasionan problemas de gastroenteritis verminosa que causan diarrea, debilidad, hemorragias y deshidratación (Mawatari *et al*., 2014).

Los géneros más prevalentes a nivel mundial pertenecen a las familias *Trichuridae, Trichostrongylidae, Ancylostomidae, Ascarididae y Strongyloididae* (Colina *et al*., 2013). Estos nematodos tienen ciclo de vida directo, con una fase en el animal y una externa en los pastos, donde ocurre el desarrollo de huevos hasta el tercer estado larval infectante (Cordero del Campillo *et al*., 1999).

III.8.1.2 Hemograma

Esta prueba ofrece información que puede ser utilizada como herramienta de pronóstico o diagnóstico con asociación de signos clínicos y otros exámenes. Se utiliza para evaluar el estado de salud del animal verificando el progreso de las enfermedades. Sin embargo, la historia y el examen clínico son esenciales para la interpretación de los datos obtenidos, coadyuvado con otras pruebas de laboratorio.

Raramente el hemograma se utiliza como diagnóstico definitivo. El hemograma es el examen de sangre más solicitado en el laboratorio clínico, debido a su practicidad, bajo costo y utilidad práctica. Este se divide en tres partes:

a. Eritrograma: Comprende el hematocrito, hemoglobina y evaluación morfológica y recuento total de eritrocitos.
b. Leucograma: Es el examen de sangre que evalúa el conteo total, diferencial y morfología de los leucocitos.
c. Plaquetas: Comprende la evaluación morfológica y conteo de plaquetas, como auxiliar de la interpretación de la hemostasis (Dos Anjos *et al.*, 2007).

III.9 Perfil hematológico

III.9.1 Eritrograma

III.9.1.1 Eritrocitos

Los eritrocitos o *hematíes* o glóbulos rojos son células anucleadas responsables de transportar el oxígeno desde los alveolos pulmonares hasta las células de todo el cuerpo (Guyton y Hall, 2016) y transportan dióxido de carbono hacia los pulmones para ser liberado en la exhalación, siendo estas funciones realizadas por la hemoglobina. Los eritrocitos maduros se componen de 65% de agua, 33% de hemoglobina y de enzimas, coenzimas, carbohidratos y minerales como P, S, ZN, Cu, K, Mn, Al, Na, Ca y Mg (Núñez y Bouda, 2007).

Estas células son las más numerosos, habiendo varios millones por microlitro de sangre en mamíferos dependiendo de la especie, generalmente representando de una cuarta parte a la mitad del volumen total de sangre (Harvey, 2012). En el caso

del bovino el diámetro de los glóbulos rojos es de 5.5 micrómetros (Núñez y Bouda, 2007).

La destrucción de los eritrocitos varía según cada especie, en vacas la vida media es de 160 días y los eritrocitos envejecidos se eliminan por dos vías: La fagocitosis por macrófagos, siendo la vía principal para su eliminación y la lisis intravascular con liberación de hemoglobina al plasma. La forma de evaluar los eritrocitos se hace mediante el hematocrito, concentración de hemoglobina y el recuento de glóbulos rojos. Los valores normales para vacas son de 5.0-10.0 $x10^6$/µl. Valores bajos indican anemia (Latimer *et al*., 2005).

Enfermedad renal crónica, deficiencia de proteínas y minerales como hierro, cobre, cobalto, deficiencia de vitamina A, E, B12, ácido fólico, niacina, piridoxina, tiamina y ácido ascórbico, inflamación crónica, neoplasias, deficiencias endócrinas como el hipotiroidismo, hipoadrenocorticismo, hipoandrogenismo, daño citotóxicos de la medula ósea, toxicidad por medicamentos como estrógenos, cloranfenicol, fenilbutazona, trimetroprim-sulfadiazina y microorganismos sanguíneos como *Anasplama sp, Babesia sp, Mycoplasmas, Ehrlichia sp, Clostridium sp, Leptospira sp.* (Dos Anjos *et al*., 2007).

Un aumento o eritrocitosis es causa de una deshidratación, también por la exacerbada producción de eritropoyetina en el riñón por cuadros de hidronefrosis o neoplasias renales (Pérez *et al*., 2012).

III.9.1.2 Hematocrito

El hematocrito (Hct), se define como el porcentaje de volumen de sangre que ocupa la fracción de glóbulos rojos respecto al volumen total, siendo ésta la forma más rápida y económica para valorar la serie roja y también se podrá realizar la valoración de la capa de leucocitos y trombocitos. Se puede determinar de forma manual mediante el tubo de microhematocrito; además, permite observar el color del plasma informando la existencia de hemólisis, ictericia o lipemia de la muestra, (Douglas y Wardrop, 2010). Valores bajos indican anemia y niveles altos indican deshidratación, para medir los valores de hematocrito se ocupa la unidad de litros por litro (L/L), también se puede dar el valor en forma de porcentaje (ejemplo 45%), otros autores utilizan ml/dl=ml/100 ml (ejemplo, 45 ml/100 ml), otros no aplican ninguna unidad (ejemplo, 0.45) (Bush, 1999). El rango óptimo para bovinos es de 23-43 L/L (Latimer *et al*., 2005).

III.9.1.3 Hemoglobina

La hemoglobina (Hgb), es una proteína conjugada formada por 96% de proteínas (globinas) y el grupo prostético de coloración roja llamado heme (4%), el cual está formado por hierro y grupúsculos porfirínicos (Dos Anjos *et al*., 2007).

Su función es transportar el oxígeno de los pulmones a los tejidos y al bióxido de carbono en dirección opuesta, también participa en la regulación del equilibrio ácido-base por la eliminación del bióxido de carbono de los pulmones y por acción amortiguadora de los grupos imidazol e histidina de la globina. El hierro es un componente esencial de la Hb del total de hierro en el cuerpo, 65% está combinado

en este grupo heme, 4% en la mioglobina, 1% en enzimas oxidativas, 15% se encuentra en forma de ferritina y hemosiderina, substancias de reserva del hierro, y 0.1% es encontrada en la transferrina, una proteína de transporte; el restante 15% es hierro libre y otras formas (Núñez y Bouda, 2007).

La deficiencia en la producción normal de hemoglobina conduce a la anemia (Merck, 2007). También niveles bajos indican deficiencia de hierro en la dieta o una mala absorción, interferencia en la actividad normal de las células de macrófagos (SRE) que normalmente producen hemoglobina como en envenenamientos, toxemias, neoplasias principalmente y anormalidades renales que interfieren con la formación de eritropoyetina (Dos Anjos *et al*., 2007). El rango óptimo en bovinos es de 8-15g/dl (Meyer y Harvey, 2000; Latimer *et al*., 2005).

III.9.2 Química sanguínea

Constituye junto a la hematología la base fundamental del diagnóstico laboratorial de las enfermedades y permite evaluar el estado nutricional como el de salud en los individuos (Agustí, 2015). La composición bioquímica del plasma refleja la situación metabólica de los tejidos de los animales, para poder evaluar las lesiones en los tejidos, trastornos del mal funcionamiento de los órganos, adaptación del animal a desafíos nutricionales, fisiológicos y desequilibrios metabólicos específicos de origen nutricional (González y Scheffer, 2003).

III.9.2.1 Glucosa

El nivel de glucosa sanguínea refleja las condiciones nutricionales, emocionales y endócrinas del animal; el rango normal en bovinos es de 40-100 mg/dl (Latimer *et al*., 2005). Después de la comida existe una "hiperglucemia alimentaria" en animales monogástricos, pero no en los rumiantes. La concentración de glucosa en lo hematíes se aproxima a la concentración de glucosa en plasma en la mayoría de los monogástricos y rumiantes jóvenes.

La concentración de glucosa disminuye por el ayuno o por el ejercicio prolongado, por el exceso de insulina, ya sea por un insulinoma o por dosis altas de insulina como terapia; en toxemia, inanición y lesiones hepáticas; también disminuye en hipoadrenocorticalismo, debido a una reducción en la secreción de las glándulas adrenales o a una producción reducida de ACTH por la glándula pituitaria. Durante la excitación aumenta probablemente como efecto de la liberación de norepinefrina. Por esta razón, es costumbre obtener la sangre de individuos posabsortivos quietos, para determinar la "glucosa sanguínea en ayunas" (Zapata y Fajardo, 2015).

III.9.2.2 Urea

Es un producto de la desintegración en el metabolismo de las proteínas endógenas y exógenas, su síntesis es hepática, se filtra por el glomérulo y se reabsorbe a nivel tubular. Los factores que afectan los niveles séricos de urea son el aporte proteico de la alimentación, la síntesis hepática y el catabolismo proteico endógeno (Navia y Guzmán, 2010).

La síntesis de urea ocurre en los hepatocitos a través del ciclo de la urea, donde se reincorporan las moléculas de NH4+ que están en exceso que se forma en los tejidos o el intestino. Después de que la urea ingresa pasivamente al plasma desde los hepatocitos, tiene dos posibles destinos. Pasar libremente a través de la barrera de filtración glomerular y ser excretada en la orina o se reabsorbe por los túbulos renales: 50-65% del filtrado glomerular presente en la urea se absorbe en los túbulos cercanos y colectores. La reabsorción de urea en los túbulos proximales se ve reforzada por la resorción de H_2O en los túbulos proximales y por el aumento de la actividad de ADH en los conductos colectores medulares.

La urea ingresa al tracto intestinal de los mamíferos monogástricos (a través de la sangre o el sistema biliar), donde se degrada por bacterias entéricas, absorbidas pasivamente en la vena portal o excretadas en las heces. En el ganado, la urea ingresa al rumen (a través de la saliva y la sangre), donde se degrada a NH4+ (Stockham y Scott, 2008).

El ciclo de la urea es la principal ruta para la conversión del amoniaco de origen intestinal en nitrógeno ureico. La determinación de la concentración plasmática de amoniaco puede confirmar la presencia de encefalopatía hepática secundaria a anomalías vasculares portales congénitas o deficiencia enzimática en el ciclo de la urea. El amoniaco, junto con otros productos metabólicos derivados de las proteínas que escapan del metabolismo hepático, pueden alterar el sistema nervioso central, produciendo el síndrome denominado encefalopatía hepática (Meyer y Harvey, 2000).

El exceso de amoníaco transformado en urea puede dañar el metabolismo intermedio e influir en las concentraciones de glucosa, lactato y ácidos grasos en la sangre y en la funcionalidad del cuerpo lúteo, además de causar una disminución en la capacidad inmunogénica de los macrófagos y la línea blanca. Por esta razón, dentro de los efectos primarios del exceso de proteínas en la salud del rebaño, se mencionan menos fertilidad, susceptibilidad a la cetosis y lesión ruminal debido al efecto del amoníaco en las papilas con pérdida de apetito y menor producción. También se informa que el exceso de urea altera la formación de tejido de pezuña, produciendo una mayor fragilidad en vacas alimentadas con más de 18% de proteína cruda en la dieta (González *et al*., 2000).

Además, es el indicador más asociado al estado nutricional de proteínas, principalmente la hiperuremia indica exceso de proteína dietaría, mientras que la hipouremia está asociada a deficiencia proteica en la ración (Núñez, 2017). Por lo que, niveles bajos de urea se encuentran en: sobrehidrataciones, insuficiencias hepáticas, estados de inanición, administración de anabolizantes más problemas y rangos. Niveles altos pueden ser causa de dietas altas en contenido de proteínas, fiebre, traumas, infecciones, hemorragias, deshidratación, menor perfusión sanguínea y glomerulonefritis (Navia y Guzmán, 2010). El rango de urea en bovinos es de 10-25 mg/dl (Latimer, 2011).

III.9.2.3 Creatinina

La creatina es una sustancia presente en el músculo, participando en el metabolismo energético, particularmente en la estabilización de enlaces de fosfato.

Hay un catabolismo de creatina lento y constante a un ritmo que es proporcional a la masa muscular del animal; en ello, hay un flujo constante de creatinina en el plasma que no se afecta por ningún cambio en la actividad o daño musculares. Por lo cual, los cambios en la concentración plasmática de creatinina se deben a cambios en la excreción de creatinina, reflejándose la función renal. La creatinina no se ve afectada por la dieta ni por ningún otro factor que afecte el metabolismo del hígado, esta tiende aumentar más rápido que la urea al inicio de la enfermedad y disminuye más rápido cuando mejora, por lo antes mencionado, las mediciones de creatinina y urea en plasma proporcionan información sobre el tiempo de evolución y el progreso de la enfermedad (Kerr, 2003).

La creatinina aumenta en sangre cuando disminuye el índice de filtración glomerular como ser: en la insuficiencia renal con uremia, nefritis agudas, nefrotoxicosis, y en caso de daños musculares extensos (Navia y Guzmán, 2010).

La hipocreatininemia no tiene relevancia diagnóstica. La hipercreatininemia se puede presentar por hemoconcentración cuando hay deshidratación, en enfermedad renal y en obstrucción de vías urinarias (Núñez, 2017). El rango normal en bovinos es de 0.7-1.1 mg/dl (Meyer y Harvey, 2000).

III.9.2.4 Proteínas plasmáticas

Las proteínas plasmáticas (pp) son un grupo heterogéneo de proteínas que realizan una función nutritiva, ejercen presión coloide osmótica y ayudan al mantenimiento del equilibrio ácido-base. El principal lugar de síntesis de estas pp es el hígado y el segundo el sistema inmunitario (Latimer *et al*., 2005). Estas pp sirven como

enzimas, factores de coagulación, hormonas y/o sustancias transporte; se dividen principalmente en dos grupos: albúmina y globulinas (en esta última fracción están incluidos fibrinógeno, complemento y anticuerpos, entre otras). La concentración de proteínas en el plasma, en determinado momento, está en función del equilibrio hormonal, nutricional, balance hídrico y otros factores que afectan el estado de salud, así como su estado de renovación.

La interpretación de las concentraciones de proteínas en la sangre debe considerar los datos generales del paciente, como especie, raza, edad y sexo (Núñez y Bodua, 2007), ya que las proteínas plasmáticas varían con la edad, por ejemplo, en el animal joven, la concentración de proteínas va aumentando a medida que el animal va tomando contacto con mayor número de antígenos (Correa, 2006). El rango normal es de 6.5-7.5 g/dl para bovinos (Latimer *et al*., 2005).

III.9.2.5. Albumina

Es la proteína de mayor concentración en el plasma, representa el 35 – 50% de la concentración total de proteínas en animales domésticos (equinos y bovinos) donde el rango normal es de 2.5-3.8 g/dl (Latimer *et al*., 2005). Transporta muchas moléculas pequeñas en la sangre, tales como ácidos grasos libres, aminoácidos, bilirrubina, calcio, progesterona y drogas. Además, es de vital importancia para impedir que el líquido de la sangre se filtre hacia los tejidos (Gallo, 2014). Contribuye al 80% de la osmolaridad del plasma sanguíneo, constituido también como una importante reserva proteica, participa en la regulación del pH sanguíneo, actuando como anión. El nivel de albúmina puede ser un indicador del contenido de proteínas

en la dieta, aunque los cambios ocurren lentamente, para la detección de cambios significativos en la concentración de albúmina sérica, se requiere un período de al menos un mes debido a la baja tasa de síntesis y degradación.

La hiperalbuminemia, suele ocurrir básicamente por hemoconcentración, por lo que se asocia a la relación alúmina: globulinas (A:G) normal. La hipoalbuminemia, se relaciona con la sobrehidratación, dietas deficientes en proteínas, síndrome de mala digestión, síndrome de mala absorción, disminución en la producción por enfermedad hepática o pérdidas a través del riñón (Núñez y Bodua, 2007). La disminución de los niveles de albúmina, junto con la disminución de la urea, indica deficiencia de proteínas. Los niveles de albúmina con niveles de urea normales o elevados acompañados de altos niveles de enzimas son indicadores de insuficiencia hepática (González y Scheffer, 2003). Los valores normales para bovinos de albumina es de 2.7-4.3 (Meyer y Harvey, 2000).

III.9.2.6 Globulina

Las globulinas se pueden dividir en tres categorías según su movilidad electroforética en las globulinas alfa, beta y gamma. En la rutina de laboratorio, la concentración de globulinas totales es el resultado de la resta entre la cantidad de proteínas totales y la albúmina. La disminución de las globulinas solo es significativa en la deficiencia de las gammaglobulinas y depende de la clase involucrada (IgA, IgG e IgM) y la gravedad de la lesión. Se pueden observar reducciones en todas las fracciones de globulina en enteropatías, trastornos cutáneos exudativos y hemorragias. La pérdida de albúmina en estas mismas situaciones tiende a

mantener la relación albúmina: globulina con un valor normal, a pesar de la reducción en la dosis de proteína total. La hiperglobulinemia, de las fracciones beta y gamma, se puede ver en la hepatitis activa crónica (Latimer, 2011). Los valores normales para bovinos son de 26-45 g/L (Núñez y Bouda, 2007).

III.9.2.7 Colesterol

Es un lípido que forma parte de la estructura de la membrana externa de las lipoproteínas. Se almacena en los tejidos y es precursor de todos los demás esteroides del organismo, como los corticosteroides, hormonas sexuales, ácidos biliares y vitamina D (Murray *et al*., 1992). El colesterol se produce en casi todas las células del cuerpo, y principalmente en los hepatocitos, la corteza suprarrenal, los ovarios y el epitelio intestinal. El hígado es el sitio primario de síntesis en la mayoría de los animales (Hendrix, 2002). La síntesis es a partir del acetilCoA que a su vez se forma del ácido acético producido en el rumen por la fermentación de la fibra de la ración (Murray *et al*., 1992). El rango normal para bovinos es de 2.3-6 mmol/L (Núñez y Bouda, 2007).

III.9.2.8 Calcio

El calcio (Ca) tiene diferentes funciones como: las reacciones intracelulares, incluyendo la contracción muscular, la actividad celular nerviosa a través de la transmisión de impulsos nerviosos y la activación de enzimas. Entre las funciones extracelulares del calcio se incluyen la coagulación de la sangre, el mantenimiento y la estabilidad de las membranas celulares y el mantenimiento de la integridad

estructural de huesos y dientes. El calcio en el plasma se presenta de tres formas, calcio ionizado (50%), calcio unido a albumina (45%) y calcio unido a aniones (5%) (Núñez y Bodua, 2007). Estas formas están en equilibrio y su distribución final depende del pH, la concentración de albúmina y la relación ácido-base. Cuando hay acidosis, existe una tendencia a aumentar la forma ionizada de Ca (González y Scheffer, 2003).

El sistema endócrino que involucra vitamina D, parathormona y calcitonina, responsable de mantener los niveles de calcio en la sangre, actúa de manera muy eficiente para ajustar la cantidad de calcio disponible en los alimentos y las pérdidas que ocurren, principalmente en embarazo y lactancia (González *et al*., 2000). La hipercalcemia puede ser provocada por hiperparatiroidismo primario, hipercalcemia de neoplasia, intoxicación por vitamina D, insuficiencia renal crónica, hipoadrenocorticismo, hiperproteinemia (Núñez y Bodua, 2007), lesiones óseas osteolíticas e hiperalbuminemia (deshidratación) (Meyer y Harvey, 2004).

La hipocalcemia se asocia a paresia posparto, tetania de transporte, pancreatitis, hipoparatiroidismo, insuficiencia renal, hipoalbuminemia y alcalosis; además, una caída en el nivel de albúmina causa una disminución en el calcio en la sangre (Núñez y Bodua, 2007). El rango normal es de 8-11.4 mg/dl en vacas doble propósito (Latimer *et al.,* 2005).

III.9.2.9 Fósforo

El fósforo (P) es el segundo mineral más abundante en el organismo animal, presente en huesos y dientes en un 80% a 85% y el resto distribuido en tejidos

blandos (eritrocitos, músculos y tejido nervioso) y fluidos. En forma de fosfatos, ayuda a mantener el equilibrio ácido-base, el metabolismo energético mediante el uso y la transferencia de energía a través del monofosfato de adenosina (AMP), el difosfato de adenosina (ADP) y el trifosfato de adenosina (ATP), en la síntesis de proteínas y la actividad de bomba de sodio/potasio. En los fosfolípidos, mantiene la integridad de la membrana celular. Junto con el calcio, promueven la formación de la matriz ósea y su mineralización (Underwood y Suttle, 1999).

Los niveles de P inorgánico en plasma y suero proporcionan una buena indicación del P total en un animal. Las concentraciones plasmáticas o séricas de calcio están inversamente relacionadas. A medida que disminuye la concentración de P, aumenta la concentración de calcio (Hendrix, 2002). Las concentraciones en el torrente sanguíneo y el suero varían libremente ya que no tiene un control hormonal estricto. Un exceso de P en la dieta provoca una mayor excreción renal y una mayor concentración del elemento en la saliva, lo que provoca un aumento en la pérdida fecal de P (Underwood y Suttle, 1999).

Los niveles de P varían en el rumiante debido a la gran cantidad que se recicla a través de la saliva y su absorción en el rumen y el intestino. Normalmente, la pérdida de P en las secreciones digestivas en el ganado alcanza los 10 g/día. Por otro lado, P en el rumen es necesario para la actividad normal del microbiota y, por lo tanto, para una digestión normal. La necesidad de alimento con P disminuye con la edad (90% en terneros, 55% en vacas adultas). Por lo tanto, los niveles de P en sangre son más bajos en los animales mayores (González y Scheffer, 2003).

El aumento de P (hiperfosfatemia) puede ser causada por una tasa de filtración glomerular reducida, animales en crecimiento, exceso de P en la dieta, hipervitaminosis D y neoplasias. La disminución del P (hipofosfatemia) puede ocurrir en casos de hiperparatiroidismo primario, neoplasias, hipovitaminosis D, cetoacidosis, alcalosis respiratoria, paresia puerperal, tetania hipomagnesémica de rumiantes e insuficiencia renal crónica (Meyer y Harvey, 2004).

Las muestras hemolizadas no deben usarse, ya que el P orgánico liberado de los eritrocitos rotos puede hidrolizarse en P inorgánico, lo que daría como resultado una concentración de P inorgánico falsamente alta (Hendrix, 2002). La muestra es estable durante dos días entre 15 y 25 °C y una semana entre 2 y 8 °C. Puede usarse para el análisis de suero o plasma P (heparina), orina y líquido amniótico. (Dos Santos, 1999). El rango óptimo de fósforo en vacas es de 1.05 a 2.83 mmol/L (Núñez, 2007).

IV. JUSTIFICACIÓN

La mayoría de las unidades de producción no realizan análisis de laboratorio para detectar posibles problemas en el ganado que pueda estar afectando su salud. La afectación en el estado de salud es notable en la disminución de los parámetros productivos y en la condición corporal de los animales. La falta de la realización de estudios de rutina ha provocado un déficit en la atención de enfermedades del hato, conllevando a enfermedades y por lo consiguiente, afectando directamente la economía del productor al ofertar su producto a bajo precio.

La falta de conocimientos por parte de los productores al tratar de manera igual el ganado en producción durante todo el año, ha provocado la afectación en el estado de salud al darle un manejo similar durante todas las estaciones. Con la realización de los análisis podremos conocer cómo se comportan los animales en cada una de ellas y de esa manera poder realizar las correcciones necesarias, ya sea en la alimentación o en el manejo del hato.

Por lo tanto, para poder detectar cualquier alteración en las funciones de los animales en producción, es necesario la realización de análisis de laboratorio. Por ello, en esta investigación se pretende evaluar el estado de salud de vacas doble propósito en un clima tropical, en dos diferentes épocas del año, así como las diferentes características fisiológicas (edad, número de partos, meses de lactancia) en la que se encuentra el ganado en producción. De esa manera se podrá obtener las concentraciones de analitos sanguíneos fuera del rango de lo normal a consecuencia de las variables mencionadas.

V. OBJETIVOS

GENERAL

- Determinar el efecto de diferentes factores en el estado de salud de vacas doble propósito en San José Manialtepec, Oaxaca.

ESPECÍFICOS

Estudio 1

- Determinar el efecto de la edad en el estado de salud en vacas doble propósito en época de lluvia en San José, Manialtepec, Oaxaca.
- Determinar el efecto de los meses de lactancia en el estado de salud en vacas doble propósito en época de lluvia en San José, Manialtepec, Oaxaca.
- Determinar el efecto del número de partos, en el estado de salud en vacas doble propósito en época de lluvia en San José, Manialtepec, Oaxaca.

Estudio 2

- Determinar el efecto de la época del año (lluvia y seca) en el estado de salud de vacas doble propósito en San José, Manialtepec, Oaxaca.
- Identificar los endoparásitos presentes en vacas doble propósito en las épocas de lluvia y seca, en San José, Manialtepec, Oaxaca.

VI. HIPÓTESIS

La época del año, edad, meses de lactancia y números de partos, influyen en el estado de salud de vacas doble propósito en San José Manialtepec, Oaxaca.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

VII.1 Descripción del lugar de estudio

VII.1.1 Macrolocalización

San José Manialtepec (Figura 1) se localiza en el Municipio de Villa de Tututepec en la región de la Costa del estado de Oaxaca (Google, 2019) en una latitud 15° 58’ 21” y longitud 97° 14’ 40”, a una altura de 20 msnm, con una temperatura media anual de 28 °C y una precipitación pluvial de 4,000 mm (INEGI, 2005).

Figura 1. Macrolocalización de la unidad de producción.

Google maps, 2019.

VII.1.2 Microlocalización

El rancho de estudio (Figura 2) se localiza a una latitud norte de 15° 56’ 29” con una longitud oeste de 97° 14’ 6”, y a una distancia de 5.1 km de la localidad de San José Manialtepec (Google, 2019).

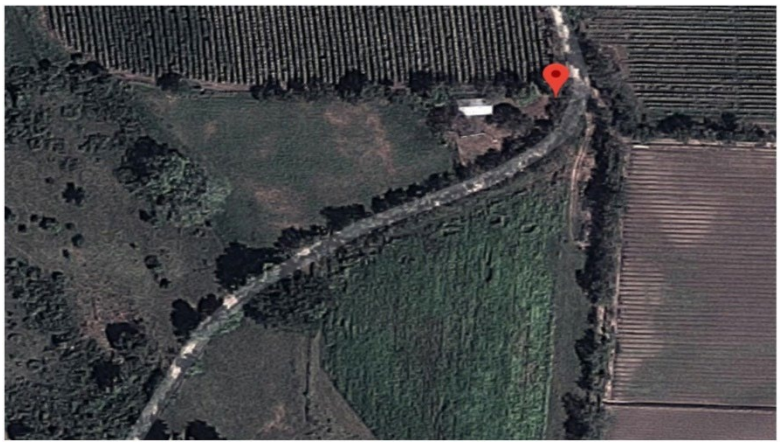

Figura 2. Microlocalización de la unidad de producción.
Google maps, 2019.

VII.2 Descripción de los animales de estudio

Se utilizaron 27 vacas doble propósito, cruzas de razas europeas con cebú (Figura 3). Para el estudio 1 se dividieron en diferentes categorías de la siguiente manera: Por edad: vacas jóvenes (3-6 años), vacas adultas (7-9 años) y vacas viejas (10-14 años). Por meses de lactancia: primer tercio (2-3 meses), segundo tercio (4-6 meses) y tercer tercio (7-8 meses). Por número de partos: categoría 1 (1 parto), categoría 2 (2 partos), categoría 3 (3 partos) categoría 4 (4-5 partos) y categoría 5 (6-9 partos).

Para el estudio 2 se utilizaron los 27 animales de todas las categorías.

VII.3 Diseño experimental

Se analizó el estado de salud de 27 vacas doble propósito en diferente época del año dividiéndola en dos etapas. La etapa número 1, se realizó un análisis en la época de lluvia (junio) del 2017; y la etapa número 2 se consideró la época de seca (abril) del 2018 y se comparó con la época de lluvias. Para la etapa 1 se realizó toma de muestra para hemograma, química sanguínea y carga parasitaria, para la etapa 2 se realizó toma de muestra para química sanguínea y carga parasitaria, con las técnicas que se indican a continuación.

Figura 3. Hato de estudio.

VII.3.1 Evaluación de la condición corporal

Se realizó mediante observación de acuerdo con lo mencionado por Wildman *et al*. (1982), la cual consiste en colocarse en posición caudal y lateral a los animales observando costillas, tuberosidad isquiática (sacro), isquión, vértebras y la

escápula. La escala que se le dio a los animales de estudio fue la descrita por González *et al*. (2000), designando a los animales según lo observado con condición corporal de 2, siendo los animales delgados.

VII.3.2 Toma de muestras

VII.3.2.1 Carga parasitaria

La toma de muestra se realizó directamente del recto utilizando un guante de plástico siguiendo la metodología de Estrada (2013). Brevemente, se agruparon las vacas en la sala de ordeña quedando inmovilizadas, una vez en esa posición, con un guante para palpación, se introdujo la mano en el recto del animal para la recolección de las heces (Figura 4.) Al extraer la mano se obtuvo una cantidad aproximada de 80-100 g e inmediatamente se volteó el guante extrayéndole todo el aire y haciendo un nudo para servir como recipiente de recolección. Se identificó cada muestra con los datos del animal y se colocó en una hielera para su conservación y envío al laboratorio.

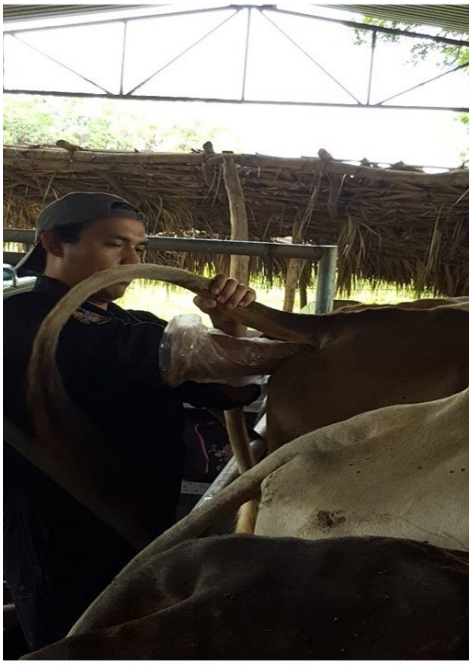

Figura 4. Extracción de heces.

VII.3.2.2 Hemograma

Una vez inmovilizados los animales se procedió a la toma de muestra por la vena coccígea. Se alzó la cola del animal colocándola en posición vertical para después realizar la limpieza de materia fecal con un papel y antisepsia con torundas de alcohol alrededor de la zona de punción dejando actuar durante 1-2 minutos. Con la mano libre, se localizó la vena por palpación en la línea media en el espacio entre las vértebras coccígeas 6-7. Se colocó la aguja en la camisa y se preparó el tubo BD vacutainer® con EDTA. Se Insertó la aguja craneal a la protuberancia ósea en la línea media a una profundidad de 8- 12 milímetros en ángulo recto (Figura 5) hasta que la sangre empezó a salir, inmediatamente después se colocó el tubo en el interior de la camisa introduciendo la aguja para su llenado.

Una vez recolectada la muestra de sangre (4 ml), se retiró el tubo ejerciendo presión sobre la zona de punción con una gasa durante unos segundos. El tubo se homogenizó por inversión suavemente varias veces para mezclar la sangre con el anticoagulante y evitar la hemólisis (Zambrano, 2012). Una vez extraída la sangre se mantuvo a temperatura ambiente aproximadamente 15 minutos y se guardó en frío hasta su análisis en el laboratorio.

VII.3.2.3 Química sanguínea

La toma de muestra se realizó similar al procedimiento mencionado en el hemograma siguiendo el protocolo de PANAFTOSA (2017). El tubo para la extracción de sangre fue un tubo BD vacutainer® para suero con activador de coagulación. Una vez extraída la sangre se mantuvo a temperatura ambiente hasta la separación del suero y formación del coágulo. Posteriormente, se separó el suero utilizando una micropipeta de 1 ml colocándolo en microtubos de 1.5 ml y se congeló hasta su posterior análisis en el laboratorio.

Figura 5. Extracción de sangre de la vena coccígea.

VII.3.3 Procesamiento de muestras

VII.3.3.1 Hemograma

El análisis hematológico se describe a continuación

a) Los tubos vacutainer® con EDTA se dejaron reposar a temperatura ambiente durante 10 minutos.

b) Los tubos se colocaron en el homogeneizador durante 15 minutos.

c) A dos capilares se les colocó el número de identificación de cada vaca.

d) Se llenaron los 2 capilares con la muestra y se selló en el extremo con fuego.

e) Los capilares se centrifugaron durante 5 minutos a 15,000 rpm.

f) Se retiraron los capilares tomando uno para medirlo en el disco de Hematocrito y así obtener la cantidad del analito colocando una gota sobre el prisma del refractómetro para su lectura.

g) Se observaron y registraron los niveles de proteínas totales en g/dl para multiplicarlos por 10 y obtener el valor final.

VII.3.3.2 Química sanguínea

Para los análisis de química sanguínea el procedimiento fue el siguiente:

Una vez descongeladas las muestras, se realizaron los análisis de albumina, colesterol, calcio, creatinina, proteína total y fósforo por medio de colorimetría con el espectrofotómetro de la marca Kontrol ab ES-218 utilizando los reactivos y controles de la marca Ekure Chemistry.

VII.3.4 Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza para determinar el efecto de la edad de la vaca (joven, adulta y vieja), los meses de lactancia, número de partos y época del año (lluvias y secas) en la química sanguínea de las vacas doble propósito. Cuando se detectó significancia estadística ($P<0.05$) en el modelo, se realizaron

comparaciones de medias por la prueba mínima diferencia significativa. Los análisis se realizaron en el programa SAS versión 9.0 (2002).

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudio 1

VIII.1 Época de lluvia en relación con la edad

Los valores de hematocrito, sólidos totales, urea, glucosa, colesterol, creatinina, proteínas totales, albumina, globulina, calcio y fósforo no se modificaron ($p>0.05$) por efecto de la edad de las vacas en época de lluvia; sin embargo, se observa que algunos analitos estuvieron por arriba (glucosa y fósforo) y debajo (hematocrito y calcio) de los valores de referencia (Cuadro 1), (Núñez, 2007).

Cuadro 1. Química sanguínea de vacas doble propósito en San José Manialtepec, Oaxaca, en la época de lluvia según la edad.

ANALITO	EDAD (CATEGORÍA)			P	VALORES DE REFERENCIA (NÚÑEZ, 2007)
	JOVEN	ADULTA	VIEJA		
Hematocrito	0.24 ± 0.01 (24%)	0.26 ± 0.01 (26%)	0.25 ± 0.01 (25%)	0.73	0.28 - 0.40 L/L (28 – 40%)
Sólidos totales g/L	80.36 ± 2.05	79.75 ± 1.54	82.56 ± 2.03	0.54	60-80 g/L
Urea mmol/L	7.49 ± 1.12	5.63 ± 0.87	4.10 ± 1.21	0.27	2.0-6.51 mmol/L
Glucosa mmol/L	3.85 ± 1.38	6.24 ± 1.0	5.73 ± 1.49	0.38	3.2-4.9 mmol/L
Colesterol mmol/L	5.17 ± 0.46	5.22 ± 0.35	4.62 ± 0.50	0.63	2.3-6.0 mmol/L
Creatinina mmol/L	76.99 ± 14.62	71.87 ± 11.00	89.60 ± 15.44	0.65	57-129 umol/L
Proteínas totales g/L	79.92 ± 10.23	78.50 ± 7.70	61.72 ± 10.81	0.48	60-80 g/L
Albumina g/L	32.92 ± 3.41	32.06 ± 2.56	25.17 ± 3.60	0.23	30-36 g/L
Globulina g/L	43.99 ± 7.26	46.44 ± 5.46	35.55 ± 7.67	0.58	26-45 g/L
Calcio mmol/L	0.72 ± 0.35	1.71 ± 0.25	1.89 ± 0.36	0.10	2.24-2.9 mmol/L
Fósforo mmol/L	4.30 ± 1.34	5.18 ± 1.06	4.84 ± 1.48	0.88	1.05-2.83 mmol/L

Categoría joven (3-6 años); adulta (7-9 años); vieja (10-14 años).

En un estudio Betancur *et al*. (2012) obtuvieron valores de hematocrito de 33.14% en bovinos lecheros entre 3 a 5 años, 34.84% en animales de 6 a 8 años y 33.82%

en los de 9 a 11. Castro (2017) reportó en vacas de 5 a 7 años y con una condición corporal de buena y regular, valores de hematocrito de 36.71% y 37.19%, respectivamente; ambos estudios presentan resultados mayores a los obtenidos en este trabajo, probablemente a que los animales de nuestro experimento presentaban valores característicos de anemia causada probablemente por inflamación crónica o una anemia hemolítica, ya que éstos provocan la disminución del hematocrito y el incremento de los sólidos totales, de acuerdo con lo reportado por Núñez (2017).

En lo que respecta a Calcio y fósforo, Betancur *et al.* (2012), obtuvieron en bovinos doble propósito agrupados en grupo 1 (3 a 5 años), grupo 2 (6 a 8 años) y grupo 3 (9 a 11 años) valores de calcio de 2.28 mmol/L, 2.29 mmol/L y 2.25 mmol/L y fósforo de 2.43 mmol/L, 2.39 mmol/L y 2.29 mmol/L, respectivamente. Todos estos resultados fueron diferentes a los obtenidos en este trabajo, donde se encontró que en promedio los animales tienen concentraciones de calcio bajas y de fósforo altas de acuerdo a Núñez (2007), siendo diferentes probablemente por un desbalance en la dieta de los minerales, ya que, con un exceso de fósforo, deficiencia de vitamina D o calcio en la dieta provocan una hipocalcemia (Núñez y Bouda, 2007). Otra posible causa de nuestros resultados sería un hipoparatiroidismo que se caracteriza por una hipocalcemia y el incremento de fósforo (Núñez y Bouda, 2007).

La glándula paratiroides segrega la parathormona en respuesta a una baja concentración de calcio o un aumento en la fosfatemia teniendo una acción hipercalcemiante (Goff, 2007).

VIII.2 Meses de lactancia

La concentración de hematocrito, solidos totales, urea, glucosa, colesterol, creatinina, proteínas totales, albumina, globulina, calcio y fósforo, no se modificaron ($p>0.05$) por efecto de los meses de lactancia en época de lluvia; sin embargo, se observa que algunos analitos estuvieron por arriba (sólidos totales, glucosa y fósforo) y debajo (hematocrito y calcio) de los valores de referencia (Cuadro 2), (Núñez, 2007).

Cuadro 2. Química sanguínea de vacas doble propósito en San José Manialtepec, Oaxaca, en la época de lluvia según los meses de lactancia.

	LACTANCIA (TERCIO)				
ANALITO	1	2	3	P	VALORES DE REFERENCIA (NÚÑEZ, 2007)
Hematocrito	0.25 ± 0.01	0.27 ± 0.00	0.25 ± 0.00	0.34	0.28 - 0.40 L/L
Solidos totales g/L	79.39 ± 1.52	82.53 ± 1.10	80.75 ± 1.07	0.26	60-80 g/L
Urea mmol/L	5.47 ± 0.75	6.70 ± 0.60	5.05 ± 0.62	0.15	2.0-6.51 mmol/L
Glucosa mmol/L	5.96 ± 0.92	5.50 ± 0.74	4.35 ± 0.73	0.35	3.2-4.9 mmol/L
Colesterol mmol/L	5.08 ± 0.34	5.25 ± 0.24	4.68 ± 0.25	0.28	2.3-6.0 mmol/L
Creatinina mmol/L	75.70 ± 10.24	81.68 ± 7.65	81.07 ± 8.11	0.88	57-129 umol/L
Proteínas totales g/L	74.00 ± 7.16	73.99 ± 5.35	72.16 ± 5.67	0.96	60-80 g/L
Albumina g/L	30.62 ± 2.39	32.82 ± 1.78	29.71 ± 1.89	0.47	30-36 g/L
Globulina g/L	43.38 ± 5.08	41.16 ± 3.80	42.45 ± 4.02	0.93	26-45 g/L
Calcio mmol/L	1.47 ± 0.25	1.51 ± 0.18	1.34 ± 0.19	0.81	2.24-2.9 mmol/L
Fósforo mmol/L	5.84 ± 0.94	4.36 ± 0.77	4.12 ± 0.78	0.34	1.05-2.83 mmol/L

Tercio 1 (1-3 meses de lactancia); 2 (4-6 meses de lactancia); 3 (7-8 meses de lactancia).

Respecto a la glucosa, las vacas en el tercio 1 y 2 de lactancia, presentaron en promedio valores superiores a los de referencia (Núñez, 2007). En el estudio realizado por Rosales *et al*. (2017) en vacas de 15, 30 y 45 días posparto, reportaron que los niveles de glucosa variaron de 43.35 a 49.39 mg/dl, (2.40 y 2.7 mmol/L respectivamente) observándose una mayor concentración de glucosa en animales de mayor CC, estos valores son inferiores a los obtenidos en este estudio. La hiperglucemia puede indicar gluconeogénesis a consecuencia de estrés (Núñez, 2017).

En un estudio Zambrano y Márquez (2009), obtuvieron una media de 70.75 g/L de proteínas totales para vacas en lactancia de 17- 78 días posparto y la media 74.75 g/L para vacas de 110 - 153 días posparto. Sus resultados como los nuestros se encuentran dentro del rango de referencia. Zambrano y Márquez (2009) reportan valores de albúmina en vacas de 17-78 y 110-153 días posparto de 27.40 g/L y 29.29 g/L, respectivamente, encontrándose ligeramente menor a nuestros resultados, también obtuvieron valores de globulina de 43.15 g/L y 45.46 g/L en el mismo grupo de vacas, siendo el primer resultado ligeramente inferior a los de este estudio y el segundo resultado mayor a lo obtenido en el mismo; sin embargo, sus resultados y los nuestros se encuentran dentro del rango de referencia.

Respecto al hematocrito estos mismos autores reportaron valores de 32.78 % para vacas de 17-78 y 30.77 % para las de 110-153 días posparto, siendo estos valores mayores a los presentados en este estudio, estos resultados podrían ser porque a los animales de su experimento se les suministró concentrado aumentando los nutrientes en su ración.

En el estudio realizado por Campos *et al*. (2005) en vacas en lactancia, obtuvieron valores de glucosa 2.86 mmol/L, colesterol 4.12 mmol/L, creatinina 69.84 mmol/L y fósforo 2.56 mmol/L, estos analitos fueron inferiores a nuestros resultados en los 3 grupos de vacas, respecto al calcio, proteínas totales, albumina y globulina los autores obtuvieron 2.50 mmol/L, 93.38 g/L, 37.70 g/L y 55.68 g/L, respectivamente, estos resultados fueron superiores a los nuestros. Los resultados pudieron diferir ya que en el estudio de Campos *et al*. (2005), se utilizaron un número mayor de muestras y realizaron un pool de sueros de todos los animales, esto dificulta la interpretación, ya que se debe de tomar en cuenta la variabilidad por el efecto estacional, individual (edad, numero de lactancia, peso) y manejo entre otras (Ingraham y Kappel, 1998). Esto, debido a que el criterio de aceptación o rechazo es de tipo estadístico y no fisiológico (Van, 2006).

Ramos (2011) en un estudio con vacas lactantes de 43 días posparto reportó valores de proteínas totales de 6.95 g/dL, globulina 3,93 g/dL y albumina 3.12 g/dL, siendo los valores de proteínas totales y globulina menores a lo presentado en este trabajo; respecto a esto, Machado (2005) menciona que su disminución se debe a procesos infecciosos que causa una respuesta inflamatoria como en las retenciones fetales y endometritis, lo cual no presentan los animales de este estudio. González y Silva (2006) mencionan que la disminución de globulinas ocurre al final de la gestación y el paso de la gamaglobulinas al calostro recuperando sus niveles a las 3 semanas posparto. La duración del estudio de Ramos (2011), fue de 43 días posparto, mientras que en el presente fue hasta los 8 meses de lactación, por lo cual los animales de este investigador se encontraban en proceso de recuperación.

El valor de albumina obtenido por Ramos (2011), se encuentra ligeramente arriba de lo obtenido en este experimento, estos valores se presentaron probablemente por el suministro de suplemento alimenticio con 24% de proteína cruda en su experimento. Contreras (2000) menciona que el nivel de albumina tiene una disminución al inicio de la lactación y que se restablece de manera que el aporte de proteína en la dieta sea el adecuado. Sin embargo, nuestros datos obtenidos se encuentran dentro del rango normal (Núñez, 2007).

Ramos (2011), obtuvo valores de calcio de 8.70 mg/dL y fósforo de 7.36 mg/dL, presentando sus animales hipocalcemia igual que los de este trabajo, según González y Silva (2006) esto sucede cuando las vacas se encuentran en lactancia ya que el calcio migra a la glándula mamaria disminuyendo la concentración de este en sangre. También González (2000) menciona que la concentración de calcio en plasma está relacionada con la concentración de albumina, en nuestro experimento se presentó una concentración baja de calcio y albumina probablemente debido a un bajo aporte proteico en la alimentación.

Ramos (2011), reportó niveles elevados de fósforo al igual que en el presente estudio, esto puede deberse a que el exceso de P en la dieta acelera la tasa de resorción ósea debido a una hipocalcemia (León *et al*., 2008). La relación de Ca:P según González y Silva (2006) es recíproca, cuando el fósforo aumenta, el calcio disminuye y viceversa. En nuestro experimento se observa que el calcio se mantuvo abajo y el fósforo por arriba de los valores normales, durante todos los meses de lactancia.

VIII.3 Número de partos

Los valores de hematocrito, sólidos totales, urea, glucosa, colesterol, creatinina, proteínas totales, albumina, globulina, calcio y fósforo, no se modificaron ($p>0.05$) por efecto del número de partos en época de lluvia; sin embargo, se observa que algunos analitos estuvieron por arriba (glucosa y fósforo) y debajo (hematocrito y calcio) de la referencia (Núñez, 2007), por otro lado, hubo un incremento significativo en sólidos totales en la categoría 3, proteínas totales en la categoría 5 y globulina en las categorías 4 y 5. Las proteínas totales y albumina se obtuvo un decremento considerable en la categoría 1 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Química sanguínea de vacas doble propósito en San José Manialtepec, Oaxaca, en la época de lluvia según el número de partos.

	PARTOS (CATEGORÍA)						
ANALITO	1	2	3	4	5	P	VALORES DE REFE_ RENCIA (NÚÑEZ, 2007)
Hematocrito L/L	0.26 ± 0.02	0.24 ± 0.01	0.28 ± 0.01	0.24 ± 0.01	0.24 ± 0.01	0.16	0.28 - 0.40 L/L
Sólidos totales g/L	78.52 ± 2.56	80.74 ± 2.16	85.38 ± 1.72	81.70 ± 1.85	78.12 ± 2.31	0.06	60-80 g/L
Urea mmol/L	3.41 ± 1.40	5.24 ± 1.10	6.57 ± 0.98	7.12 ± 1.18	6.36 ± 1.33	0.42	2.0-6.51 mmol/L
Glucosa mmol/L	5.18 ± 1.74	5.15 ± 1.36	5.48 ± 1.17	4.55 ± 1.46	5.99 ± 1.64	0.90	3.2-4.9 mmol/L
Colesterol mmol/L	4.28 ± 0.60	4.75 ± 0.46	5.07 ± 0.42	5.52 ± 0.45	5.39 ± 0.53	0.74	2.3-6.0 mmol/L
Creatinina mmol/L	69.40 ± 18.78	86.30 ± 14.45	96.71 ± 12.79	85.81 ± 14.15	59.19 ± 16.90	0.31	57-129 mmol/L
Proteínas totales g/L	56.09 ± 13.14	68.01 ± 10.11	76.09 ± 8.95	82.08 ± 9.90	84.63 ± 11.83	0.73	60-80 g/L
Albumina g/L	23.16 ± 4.38	27.68 ± 3.37	32.04 ± 2.98	35.40 ± 3.30	36.97 ± 3.94	0.43	30-36 g/L
Globulina g/L	32.92 ± 9.32	40.33 ± 7.17	44.04 ± 6.35	46.68 ± 7.02	47.66 ± 8.40	0.87	26-45 g/L
Calcio mmol/L	2.22 ± 0.44	1.48 ± 0.34	1.42 ± 0.30	1.20 ± 0.33	0.87 ± 0.39	0.35	2.24-2.9 mmol/L
Fósforo mmol/L	5.21 ± 1.84	4.36 ± 1.40	4.50 ± 1.17	4.11 ± 1.32	5.67 ±1.58	0.89	1.05-2.83 mmol/L

Categoría 1 (Un parto); 2 (Dos partos); 3 (Tres partos); 4 (Cuatro y cinco partos); 5 (Seis a nueve partos).

Quinteros *et al*. (2017) en vacas de primer parto no obtuvieron diferencia significativa (P>0.05) en glucosa, creatinina, urea y proteínas totales, sin embargo, reportaron niveles de glucosa de 2.47 mmol/L eran ligeramente menores al valor de referencia, a diferencia de nuestros resultados donde fueron mayores, esta elevación de la glucosa probablemente sería a causa del estrés (Quiroz, 2017). Para corroborar esos datos se recomienda realizar análisis de las concentraciones de insulina y glucagón.

Respecto a creatinina, Quinteros *et al*. (2017) reportan 66.0 mmol/L, en vacas lecheras de primer parto, cruzas de cuatro genotipos (*Bos indicus* x Gir, *Bos indicus* x Brown swiss, *Bos indicus* x Jersey y *Bos indicus* x Sahiwal), y Nozad *et al*. (2012) obtuvieron 0.75 mg/dl de creatinina, en vacas Holstein de diferentes edades, ambos resultados fueron muy similares y se encontraron por debajo del resultado de nuestro estudio; sin embargo, ambos entran en los valores de referencia.

Respecto a la urea, Quinteros *et al*. (2017) reportaron un valor de 5.40 mmol/L encontrándose dentro del rango normal, concordando con los resultados obtenidos en este estudio, sin embargo, el resultado de este trabajo está por debajo de lo reportado por los autores, posiblemente debido a la baja calidad de los pastos que no alcanzan a cubrir las necesidades proteicas (Nozad *et al*., 2012). Los mismos autores reportaron una concentración de 23.60 mg/dl en vacas de baja producción, siendo ligeramente más alto que la de nuestro estudio, este resultado probablemente fue porque los autores suministraban una dieta *ad libitum* con concentrado y ensilado incrementando la cantidad de proteína.

En el valor de proteínas totales, Quinteros *et al*. (2017) reportaron una concentración de 7.37 g/dl siendo este mayor al encontrado en este trabajo, probablemente porque los autores utilizaron diferentes pastos con diferente calidad nutritiva, sin embargo, se concuerda que en ambos estudios no hubo diferencia significativa ($P>0.05$). Por lo cual la calidad nutritiva de los pastos, fue probablemente la causa de los valores reportados en este trabajo.

Estudio 2

VIII.4 Estaciones del año

La concentración de urea, colesterol, proteínas totales, albúmina y globulinas, fue mayor ($p<0.05$) en vacas durante la época de seca comparada con la de lluvias (Cuadro 4). Por otro lado, los promedios de urea, colesterol, creatinina, proteínas totales, albúmina y globulina en época de lluvias, se encuentran dentro del rango de los valores de referencia (Núñez, 2007).

En lo que respecta a las variables glucosa, creatinina, calcio y fósforo no se vieron afectadas por la época de secas o lluvias ($p>0.05$), sin embargo, la glucosa y el fósforo se encuentran por arriba de la referencia (Núñez, 2007), y el calcio por debajo de la misma (Cuadro 4).

Cuadro 4. Química sanguínea de vacas doble propósito en San José Manialtepec, Oaxaca en la época de lluvias y secas.

ANALITO	LLUVIAS	SECAS	P	VALORES DE REFERENCIA (NÚÑEZ, 2007)
Urea mmol/L	5.71 ± 0.63b	9.80 ± 0.75a	.0001	2.0-6.51 mmol/L
Glucosa mmol/L	5.37 ± 0.40	5.96 ± 0.48	.35	3.2-4.9 mmol/L
Colesterol mmol/L	4.99 ± 0.16b	7.96 ± 0.19a	.0001	2.3-6.0 mmol/L
Creatinina mmol/L	79.32 ± 4.38	76.65 ± 5.28	0.0006	57-129 umol/L
Proteínas totales g/L	73.74 ± 2.73b	89.04 ± 3.29a	0.0006	60-80 g/L
Albumina g/L	31.33 ± 1.01b	36.38 ± 1.22a	0.0021	30-36 g/L
Globulina g/L	42.41 ± 1.97b	52.66 ± 2.37a	0.0014	26-45 g/L
Calcio mmol/L	1.42 ± 0.14	1.46 ± 0.17	0.87	2.24-2.9 mmol/L
Fósforo mmol/L	4.73 ± 0.35	4.39 ± 0.39	0.52	1.05-2.83 mmol/L

Betancur *et al*. (2012) obtuvieron valores de fósforo en época de lluvia de 2.35 mmol/L y en seca de 2.38 mmol/L en bovinos lecheros, estos resultados fueron menores a los obtenidos en este trabajo. De la Vega (2009), reporta que el fósforo es mayor en la época de lluvias. Esta concentración alta en época de lluvias se puede deber a que los forrajes en esa época están pocos lignificados y favorece la disponibilidad de este mineral desde la planta (Ternouth, 1990), contrario a esto en el presente estudio, la concentración de P no se modificó por la época.

Betancur *et al.* (2012) reportan que las concentraciones de calcio es mayor en época de seca (2.33 mmol/L) a comparación de la época de lluvia (2.22 mmol/L), en este estudio, aunque los dos valores de calcio se encuentran por debajo de los valores normales, el valor obtenido en época de seca es mayor que en la de lluvias, siendo

similar al presentado por los autores. Esto difiere a lo reportado por López *et al*. (2008) donde en época de lluvia encontraron niveles de 7.65 ppm y en época de sequía de 7.25 ppm en vacas multíparas y De la Vega (2009) donde reportó en época de lluvia 6.5 mmol/L y en secas 2.5 mmol/L.

Estos valores bajos de calcio en nuestro estudio pudieron haber sido causados por un desbalance en la dieta de los minerales (Núñez y Bouda, 2007; Kaneko *et al*., 1997). Además, que las concentraciones de los minerales tienden a disminuir con la edad de los animales, debido a la disminución en la capacidad de movilizar reservas (González *et al*., 2000). Esto debido a que la mayoría de los animales de este estudio se encuentran en una edad de 10-14 años, Esto aunado a que los animales en lactación poseen reservas de calcio en los huesos a través del incremento de la hormona paratiroidea por la necesidad de la producción láctea (Mustafa, 2001).

VIII.5 Carga parasitaria

Se encontró parasitosis por *Strongyloides sp* en el hato de estudio en la época de lluvia y secas, teniendo mayor incidencia en esta última (Figura 6).

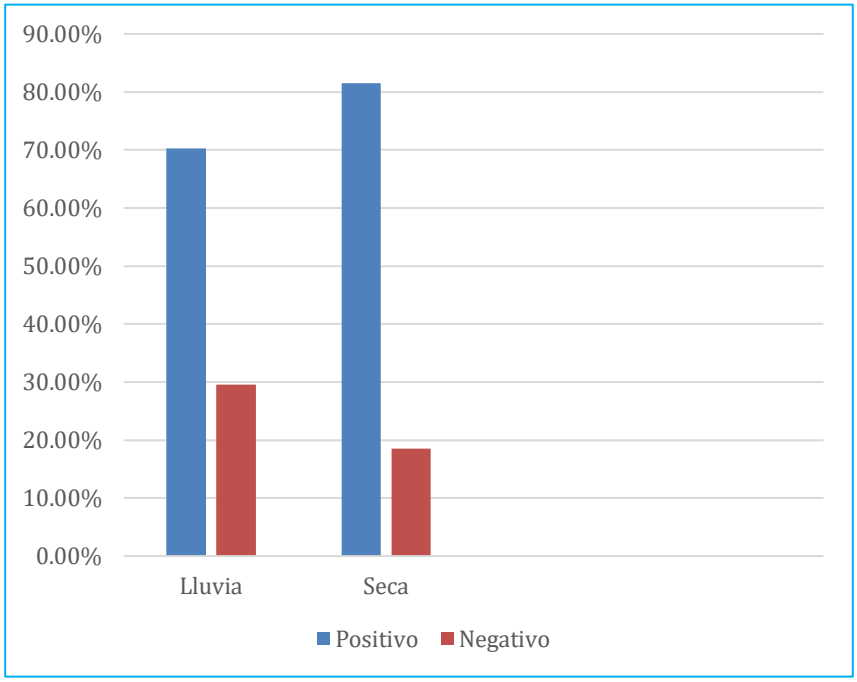

Figura 6 Presencia de *Strongyloides sp* en bovinos doble propósito, en San José Manialtepec, Oaxaca, en época de lluvia y seca.

Figueroa *et al*. (2018) reportaron en bovinos la presencia de nematodos de un 20% en época de seca y un 8.4% en época de lluvia. Llinas (2012) en vacas, bovinos jóvenes y vaquillas en pastoreo reportó 45.9% en época de seca y un 39.1% en época de lluvia. Pinilla *et al*. (2018) obtuvieron mayor prevalencia de *Strongyloides* (10.8%) en época de seca en bovinos doble propósito, con una de edad de 1 a 24 meses. Los resultados antes mencionados concuerdan con lo obtenido en este trabajo donde la mayor carga parasitaria se presentó en la época de seca. Además Figueroa *et al*. (2018) y Llinas (2012), mencionan que los endoparásitos se asocian

al pastoreo, siendo las condiciones similares al de este estudio, por lo cual, la familia *Strongyloididae* tiene mayor presencia en climas cálido seco (Colina *et al*., 2013).

Las estaciones de primavera y verano son las óptimas para el desarrollo y viabilidad de los parásitos liberados en el medio ambiente, en cambio las otras estaciones son adversas para su desarrollo (SENASA, 2017). Quiroz (2003), menciona que el ciclo biológico de *Strongyloides* depende de las condiciones climatológicas y del sistema inmunológico del animal y para que se lleve a cabo con eficacia los 4 estadios larvarios antes de ser adulto se requiere una temperatura de 34°C, realizándose este proceso en 24 horas, sin embargo, si las condiciones no son las favorables las larvas entran a un estado de hipobiosis (desarrollo larvario en letargo). Por lo cual, probablemente la mayor presencia de *Strongyloides* en época de seca fue por las altas temperaturas de la región que favoreció se reproducción.

Estos endoparásitos al migrar a la pared intestinal, generan inflamación de la mucosa provocando pérdida de la actividad enzimática y mala absorción de nutrientes deprimiendo el apetito y disminuyendo el consumo de alimento, además la acción hematófaga de los adultos incrementan la pérdida de sangre en el hospedador provocando la disminución del hematocrito (Angulo, 2005).

Por lo antes mencionado, la presencia de endoparásitos disminuye la producción, siendo probablemente una de las causas de la disminución de los parámetros productivos y de la condición corporal del hato.

IX. CONCLUSIONES

En la Costa oaxaqueña, se encontró en vacas de doble propósito en época de lluvias cuadros de anemia. En ambas épocas (lluvias y secas) se encontró hiperglucemia, hipocalcemia e hiperfosfatemia independientemente de la edad, periodo de lactancia, número de partos y época del año. Urea, colesterol, proteínas totales, albumina, globulina y la presencia de Strongyloides fueron mayores en época de secas.

X. LITERATURA CITADA

Adcock, I.M., y K. Ito. 2000. Molecular mechanisms of corticosteroid actions. Monaldi Arch Chest Dis. 55:256-266.

Aguilar, A. N. A., y C. M. J. R. Paranhos. 2009. Etología y bienestar animal. Conceptos a ser implementados en producción animal. Sitio argentino de Producción Animal. Argentina.

Agustí, M. S. 2015. Estudio de la hematología y la bioquímica sanguínea de las rapaces nocturnas ibéricas. Tesis de doctorado. Departamento de Medicina y Cirugía Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona. España.

Álvarez, A. 2014. El cambio climático y la producción animal. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 48(1):7-10.

Angulo, C. F. J. 2005. Catedra de enfermedades parasitarias. Manual de ganadería doble propósito. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela, pp. 377:383.

Arias, R. A., T. L. Mader, and P. C. Escobar. 2008. Climatic factors affecting cattle performance in dairy and beef farms. Arch. Med. Vet. 40:7-22.

Barrera, B. N. 1996. Los orígenes de la ganadería en México. Ciencias, num. 44. Octubre-diciembre, pp. 14-27.

Betancur, H. C., Y. Martínez, y O. G. Vergara. 2012. Concentración de macrominerales séricos y hematocrito en bovinos durante dos épocas del año en Montería, Colombia. Revista electrónica veterinaria. 13(8):1-11.

Brown, B. T. M., R. A. Eigenberg, y J. A. Nienaber. 2006. Heat stress risk factors of feedlot heifers. Sciencedirect. pp. 57-68.

Bush, B. M. 1999. Interpretación de los análisis de laboratorio para clínicos de pequeños animales. 1ª edición. Editorial Blackwell Science. España.

Calvache, G. I, y P. A. Navas. 2012. Factores que influyen en la composición nutricional de la leche. Rev. Cienc. Anim. 5:73-85.

Campos, R., F. González, L. Lacerda, y A. Coldebella. 2005. Perfil metabólico obtenido de pool de sueros o de muestras individuales. Archivos de Zootecnia. 54(205):113-116.

Castro, F. E. 2017. Indicadores clínicos y sanguíneos en vacas autóctonas criadas en sistema extensivo. Revista electrónica de veterinaria.18 (12):1-8.

Centro Panamericano de Fiebre Aftosa (PANAFTOSA). 2017. Manual Veterinario de toma y envió de muestras. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento. Departamento de Salud Animal. Rio de Janeiro, Brasil.

Chalate, M. H., L. F. Gallardo, H. P. Pérez, O. F. P. Lang, J. E. Ortega, y A. J. Vilaboa. 2010. Características del sistema de producción bovinos de doble propósito. Zootecnia Tropical. 28(3):329-339.

Cisint, J. C., G. O. Martin, y J. R. V. Toll. 2009. Influencia de la alimentación en la composición química de la leche bovina, en la cuenca tambera del dpto. Trancas, Tucumán. Avances en la producción vegetal y animal del NOA. 2007- 2009. pp. 250-257.

Colina, J. C., A. M. A. Gicelly, y C. A. Jara. 2013. Prevalence anda intensity of gastrointestinal nematode parasitism in castle, *Bos taurus*, from Pacanga District (La Libertad, Perú). Rebiol. 33(2):76-83.

Contreras, P.A. 2000. Indicadores do metabolism proteico utilizados no perfis metabólicos de rebanhos. In González, F.H.D.; Barcellos, J. Patiño, H. O.; Ribeiro, L.A. Perfil nutricional em ruminantes: seu uso enm nutricao e doencas nutricionais. Porto Alegre: Editora da UFRGS. pp .23-30.

Cordero del Campillo M., F. Rojo, A. V. Martínez, C. Sánchez, S. Hernández, I. Navarrete, y P. Díez. 1999. Parasitología veterinaria. Editorial McGraw-Hill Interamericana. 935 p. Madrid, España.

Correa, J. 2006. Patología clínica. Universidad de las Américas.

Correa, H. J, y J. Carulla. 2009. Relación entre nutrición y salud en hatos lecheros. Rev. Med. Vet. Zoot. 56:273-291.

Correa, H., Y., M. P. Rodríguez, y J. Carulla. 2012. Efecto de la oferta de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) sobre la producción, la calidad de la leche y el balance de nitrógeno en vacas Holstein. Liv. Res. Rural Dev. 24(11):204.

De Barros, 2006. Proposta de avaliação da condição corporal em vacas holandesas e nelore. Tesis de Maestría. Facultad de de Medicina Veterinária e Zootecnia campus de Botucatu. Universidade Estadual Paulista. Brasil.

De la Vega, V. J. A. 2009. Perfil mineral en un hato de vacas en ordeña, en los periodos de seca y lluvia: Relación con variables hemáticas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana. Veracruz. México.

Díaz, R. A., A. J. Justo, M. González, F. E. Piña y L. I. Ramírez. 1998. Prevalencia de coccidiosis en bovinos de los llanos de Monay, estado Trujillo, Venezuela. Revista científica. 4: 346-353.

Dos Anjos, L. S. T., A. B. Welker, y A. D. Pires. 2007. Manual de patología clínica veterinaria. Departamento de Clínica de Pequenos Animais. Universidade Federal de Santa María. 3ª edición. Santa María. Brasil.

Dos Santos, L. C. 1999. Laboratório ambiental. 1ª opropa, Cascavel: Udunioeste, pp 323.

Douglas, J. W., y K. J. Wardrop. 2010. Schalm´s veterinary hematology. 6ª edición, editorial Wiley-Blackwell, Iowa, USA.

Durán, M. E., A. M. Ruiz, y V. V. Sanchez. 2018. Competitividad de la ganadería de doble propósito en la costa de Oaxaca, México. Revista Mexicana de Agronegocios. 22(43):77-88.

Estrada, B. J., 2013. Manual de prácticas de parasitología. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México. México.

Edwards, T.A., 2010. Control methods for bovine respiratory disease for feedlot cattle. Elseviee. Vet. Cli. Anim. 26:273-284.

Ferguson, J. D., D. T. Galligan, y N. Thomsen.1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. J. Dairy Sci. 77:2695-2703.

Figueroa, C. J. A., C. V. Jasso, E. H. Liébano, P, V. Rodríguez, R. I. R. Zarate, y J. J. 2015. Examen coproparasitoscópico de parásitos con importancia en salud pública y veterinaria. Técnicas para el diagnóstico de parásitos con importancia en salud pública y veterinaria. México. pp 78-128.

Figueroa, A. A., S. A. P. Pineda, F. G. Jaime, D. A. Vargas, y E. B. Rodríguez. 2018. Parásitos gastrointestinales de ganado bovino y caprino en Quechultenango, Guerrero, México. Agro. Productividad 11(6):97-104.

Flores, V. S. 2010. Análisis de la cadena productiva de la ganadería bovina de doble propósito en la costa oaxaqueña. Tesis de Doctorado. Postgrado de Socieconomia, estadística e informática economía. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Forbes, J.M. 2007. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Wallingford, UK.

Frankena, K., J. P. Noordhuizen y E. N. Stassen. 1994. Applied epidemiology: another tool in dairy herd health programs?. Hal archives-ouvertes.

Frasinelli, C. A., H. J. Casagrande, y J. H. Veneciano. 2004. La condición corporal como herramienta de manejo en rodeos de cría bovina. INTA- Estación Experimental Agropecuaria San Luis, Información técnica; 168.

Gallo, L. C. A. 2014. Manual de diagnóstico con énfasis en laboratorio clínico veterinario. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencia Animal, Carrera de Medicina Veterinaria. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.

Gálvez, M. C. F., B. G. F. Ramírez, y J. O. Henry. 2009. El laboratorio clínico en hematología de aves exóticas. Biosalud. 8:178-188.

Goff, P. J. 2008. The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hipocalcemia in dairy cows. The veterinary journal. 176:50-57.

González, D. F. H., J. Barcellos, P. H. Ospina, y L. A. Ribeiro. 2000. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. En González, D. F. Perfil metabólico em ruminantes, seu uso em nutrição e doencas nutricionais. Porto Alegre, Brasil: pp 31-51.

González, D. F. H., J. Barcellos, P. H. Ospina, y L. A. Ribeiro. 2000. Diagnostico dos desequilibrios metabólicos de energía em rebanhos bovinos. En Wittwer. Perfil metabólico em ruminantes, seu uso em nutrição e doencas nutricionais. Porto Alegre, Brasil: pp 9-22.

González, F. H. D, y J. F. F. Scheffer. 2003. Perfil sanguíneo: Ferramenta de analise clínica, metabólica e nutricional. I Simpósio de Patología Clínica Veterinaria da Região Sul Do Brasil. Porto Alegre, Brasil.

González, F. H. D., S. C. Silva. 2006. Introdução à bioquímica clínica veterinária. 2. Ed. Porto alegre: Editora da UFRGS, pp. 364p.

Gordon, I.J.,y H. H. Prins. 2008. Introduction: Grazers and Browsers in a Changing World. The Ecology of Browsing and Grazing. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. pp. 309-319.

Guyton, A. C. y Hall, J. E. 2016. Tratado de fisiología médica. 13ª Edicion. Editorial Elserver. USA.

Grandin, T. 2003. Transferring results of behavioral research to industry to improve animal welfare on the farm, ranch and the slaughter plant. Sciencedirect. 81:215-228.

Gregory, N. G. 2004. Physiology and Behaviour of Animal Suffering. Garsington Road, UK.

Hafez, E.S.E., y B. Hafez. 2002. Reproducción e inseminación artificial en animales. 7ª edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana. México. 43, pp. 274-281.

Harvey, J. W. 2012. Veterinary hematology: a diagnostic guide and color atlas. Editorial Elsevier. St. Louis, Missori, USA. pp 350.

Hendrix, C. M. 2002. Laboratory procedures for veterinary technicians. 4ª edición. Editorial Mosby. Philadelphia, USA. pp 559.

Hernández, L. 2001. Historia ambiental de la ganadería en México. 1 ed. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. pp 2.

Herrera, F. C. 2011. Indicadores fisiológicos de estrés en ganadería bovina. Sitio argentino de Producción Animal.

Ingraham, R. H., y L. C. Kappel. 1988. Metabolic profile testing. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. 4(2).

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 2002. Manejo de ganado bovino de doble propósito en el trópico. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2ª edición, libro técnico núm. 5. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 1998. La ganadería familiar en México. 1 ed. pp. 92.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2005. Encuesta Nacional Agropecuaria. Fecha de consulta el 16 de octubre del 2017. https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=203340039

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2017. Encuesta Nacional Agropecuaria 2017.

Kaneko, J. J., J. W. Harvey, y M. L. 1997. Bruss. Clinical Biochemistry of domestic animals. 5ª edición, pp 931.

Kerr, G. M. 2003. Exames laboratoriais em Medicina Veterinária. 2ª edición. São Paulo, Brasil. pp 436.

Lasselin, J., E. S. Álvarez, y G. S. Jan., 2016, Well-being and immnune response: a multi.system perspective.Sciencedirect.29:34-41.

Latimer, K. S., E. A. Mahaffey, K. W. Prasse. 2005. Duncan and Prasse'e Patología clínica veterinaria. 4ª edición, editorial Multimedica ediciones. Barcelona, España.

Latimer, K. S. 2011. Duncan and Prasse'e Veterinary laboratory Medicine. Clinical pathology. 5ª edición, editorial Wiley-Blackwell. Iowa, USA.

León, M. J., J. E. Mojica, E. Castro, E. A. Cárdenas, M. L. Pabón, y J. E. Carulla. 2008. Balance de nitrógeno y fósforo de vacas lecheras en pastoreo con diferentes ofertas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) suplementadas con ensilaje de avena (*Avena sativa).* Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 21:559-570.

Lima, C. J., J. P. Araujo, J. Cantalapiedra, C. Pedernera, e I. B. Penedo. 2014. Estrés térmico en explotación de ganado vacuno: Detección precoz y posibles soluciones. Afriga. 20(111):80-85.

Llinas, C. X. 2012. Parásitos gastrointestinales del ganado bovino lechero del ejido Chametla, Baja California Sur. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La paz, Baja California Sur. México.

López, M., S. Godoy, A. Coromoto, y C. F. Chicco. 2008. Evaluación de la nutrición mineral en sabanas bien drenadas al sur del Estado Monagas, Venezuela. Revista Científica, FCV-LUZ. 18(2):197-206.

Machado, M. R. 2005. Avaliação da função hepática e do lipidograma no período puerperal e pós-puerperal e suas inter-relações com os distúrbios reprodutivos de fêmeas bovinas da raça Holandesa, criadas no Estado de São Paulo. Tesis de Maestria. Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de San Paulo. San Paulo, Brasil.

Mahecha, L. 2002. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 15(2).

Martínez, M. A. L. 2006. Efectos climáticos sobre la producción del vacuno lechero: estrés por calor. Sitio argentino de Producción Animal. 7(10).

Martínez, G. M., V. H. Suarez, y M. D. Ghezzi. 2016. Bienestar animal en bovinos de leche: selección de indicadores vinculados a la salud y producción. RIA.

Mawatari, T., K. Hirano, H. Ikeda, H. Tsunemitsu, y T. Suzuki. 2014. Surveillance of diarrhea-causing pathogens in dairy and beef cows in Yamagata Prefecture, Japan from 2002 to 2011. Microbiology anda Immunology. 58(9):530-535.

Mederos, A., y G. Banchero. 2013. Parasitosis gastrointestinales en ovinos y bovinos: situación actual y avances de la investigación. Rev. Inv. Vet. Perú. 34:10-15.

Megías, M., P. Molist, y M. A. Pombal. 2017. Atlas de histología animal y vegetal, tejidos animales. Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud. Facultad de Biología. Universidad de Vigo. España.

Merck. 2007. Manual Merck. 6ª edición, editorial Océano. Barcelona, España.

Meyer, J. D., y J. D. Harvey. 2000. El laboratorio en medicina veterinaria, interpretación y diagnóstico. 2ª edición, editorial Intermédica. Buenos Aires, Argentina.

Meyer, J. D., y J. D. Harvey. 2004. Veterinary laboratory medicine: interpretation and diagnosis. 3ª edición, editorial Saunders. Philadelphia, USA. pp 351.

Mohammed, M. A. H., C. F. P. Aguilar, A. J. B. Ayala, M. B. L. Bottini, F. J. S. Solorio, y J. C. V. Ku. 2016. Evaluation of milk composition and fresh soft cheese from an intensive silvopastoral system in the tropics. Dairy Science and Technology. 96(2):159-172.

Moreno, E. F. 2008. Evaluación de 30 parámetros hemáticos en bovinos *bos indicus* en los Municipios de San Juan de Uraba y Arboletes del Uraba Antioqueño. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad CES. Medellín, Colombia.

Muñoz, P. M. E. 2012. Evaluación del manejo de bovinos de abasto con relación al bienestar animal durante el proceso previo y de sacrificio. Tesis de Maestría.

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana. Ver. Veracruz.

Murray, R.K., D. K. Granner, P. A. Mayes, y V. W. Rodwell.1992. Bioquímica de Harper. El manual moderno. 12ª edición. México.

Mustafa, A. F. 2001. Lactation Biology. Lectures of Courses on Line. Department of Animal Science. Editorial Mc Donald of McGill University, Ca. USA.

National Research Council (NRC). 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. Committee on Animal Nutrition, Board on Agricultura, National Research Council. 7ª edición, editorial. National Academy of Sciences. Washington, D.C. U.S.A.

Navarro, D. H, S. E. Siebad, y S. R. Celis. 2006. Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores. Instituto de Investigaciones Agropecuarias-Centro Regional de investigación Remehue. Boletin Inia núm. 148. Chile.

Navia, T. N., y J. C. Guzmán. 2010. Prácticas en patología clínica veterinaria. Laboratorio clínico veterinario. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno. Santa Cruz, Bolivia.

Nozad, S., A. R. Gholi, G. Moghadam, S. R. Asri, A. Babapour, y S. Ramin. 2012. Relationship between blood urea, protein, creatinine, triglycerides and macromineral concentrations with the quality and quality of milk in dairy Holstein cows. Veterinary Research Forum. 3(1):55-59.

Núñez, O. L., y J. Bouda. 2007. Patología clínica veterinaria. 2ª edición, editorial Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Núñez, O. L. 2017. Interpretación del hemograma en bovinos. Memorias de curso Aplicación de pruebas de laboratorio clínico para el diagnóstico de la práctica bovina. 12 y 13 de noviembre. México.

Orantes, Z. M. A., J. A. Vilboa, E. J. Ortega, y V. A. Córdova. 2010. Behavior of the cattle marketers in the central region of the state of the Chiapas. Quehacer científico en Chiapas. 1(9):51-56.

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

Organización de Investigación Científica e Industrial del Commonwealth (CSIRO). 2007. Nutrients requirements of domesticated ruminants. 1ª edición, editorial CSIRO publishing. Australia.

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2006. Constitución de la organización mundial de la salud. Suplemento de la 45ª edición.

Paranhos, C. M. J. R. 2000. ambiência na produção de bovinos de corte a pasto. Anais de Etología. 18:26-42.

Pech, M. V. C., M. H. Carvajal, y R. P. Montes. 2007. Impacto económico de las mastitis subclínica en hatos bovinos de doble propósito de la zona centro del estado de Yucatán, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 7:127-131.

Pérez, E. R. A., J. C. Estepa, y F. J. Mendoza. 2012. Alteraciones de la serie roja y de las plaquetas. Portal Veterinaria. Fecha de consulta 25 noviembre 2018. https://www.portalveterinaria.com/articoli/articulos/22037/alteraciones-de-la-serie-roja-y-de-las-plaquetas.html

Pinilla, J. A., P. Flores, M. Sierra, E. Morales, R. Sierra, M. C. Vásquez, J. C. Tobon, A. Sánchez y D. Ortiz. 2018 Prevalencia del parasitismo gastrointestinal en bovinos del departamento Cesar, Colombia. Rev. Inv. Vet. Perú. 29(1):278-287.

Pires, A. V., M. V. Biehl, I. Susin, L. H. Cruppe, D. D. Nepomucemo, F. M. Rocha, y E. M. Ferreira. 2016. Interrelaciones entre nutrición y reproducción: Factores que potencializan el desempeño reproductivo. I Simposio Matogrossense de bovinocultura de corte. Brasil.

Puebla, A. S., S. R. Rebollar, B. P. Albarrán, A. M. García, y C. M. J. Arriaga. 2015. Análisis técnico económico de sistemas de bovinos doble propósito en Tejupilco, Estado de México, en la época de secas. Investigación y Ciencia. 23(65):13-19.

Quiroz, R. H. 2003. Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos. 1ª Edición. Editorial. LIMUSA. México.

Quiroz, R. G. F. 2017. La patología clínica en la medicina y producción bovina. Memorias de curso Aplicación de pruebas de laboratorio clínico para el diagnóstico de la práctica bovina. 12 y 13 de noviembre. México.

Quinteros, P. O. R., J. C. B. Vargas, I. Barbona, y P. M. Roberto. 2017. Indicadores metabólicos sanguíneos de genotipos lecheros en pastoreo de la provincia de Napo-Ecuador. La granja: Revista de Ciencias de la Vida. 26(2):119-130.

Ramos, O. R. S. B. 2011. Perfil metabólico de vacas leiteiras mestiças uma semana antes do parto e durante o puerpério fisiológico. Tesis de maestría. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad de Federal de Uberlandia. Uberlandia, Minas Gerais, Brasil.

Restrepo, L. F., y J. J. Z. Echeverri. 2009. Efecto meteorológico sobre la producción y calidad de la leche en dos Municipios de Antioquia- Colombia. Revista Lasallista de Investigación. 6(1).

Rojas, S. L.A., E. V. Gutiérrez, J. A. Mondragón y A. M. García. 2017. Los sistemas ganaderos de bovinos doble propósito en el subtrópico de Michoacán, México. Estudios sociales y económicos de la producción pecuaria. 1ª edición. Universidad Autónoma de Chapingo. Estado de México, México.

Rosales, C., H. O. Chamba, R. Chávez, M. Pesantez, y E. Benítez. 2017. Revista electrónica de veterinaria. 18(3):1-10.

Rossner, M. V., N. M. Aguilar, y P. Koscinezuk. 2010. Bienestar animal aplicado a la producción bovina. Rev. Vet. 21(2):151-156.

Roldán, V. P., M. L. Luna, y M. L. Gasparotti. 2006. Variaciones en perfiles hematológicos de bovinos lecheros de la Cuenca del Salado en distintos estados fisiológicos. Revista electrónica de veterinaria REDVET. 7(12).

Román, P. S. I., F. J. L. Ruiz, H. H. Montaldo, R. Rizzi, y H. P. Román. 2013. Effects of crossbreeding on milk production and growth characteristics in dual-purpose cattle in the humid tropics. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 4(4):405-416.

Ruiz, U. Y. J. 2016. Evaluación de diferentes dietas en la alimentación del ganado bovino lechero en el rancho “San Antonio”, Piedra Pintada, Comalapa, Chontales II semestre 2015. Tesis de Licenciatura. Facultad Regional Multidisciplinaria de Chontales. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Nicaragua.

Saborío, M. A., y J. M. Sanchez. 2014. Evaluación de la condición corporal en un hato de vacas jersey en pastoreo en la zona alta de Cartago, variaciones durante el ciclo productivo. Agronomía costarricense. 30(1):55-65.

Salas, R. I. G., C. M. J. Arriaga, S. R. Rebollar, A. M. García, y B. P. Albarran. 2015. Assessment of the sustainability of dual-purpose farms by the IDEA method in the subtropical area of central Mexico. Springer Science + Business Media Dordrecht.

Santiago, G. G., y J. T. Claudio. 2001. Salud animal. Sitio argentino de producción animal.

Schroder, U. J. and R. Staufenbiel. 2006. Methods to determine body fat reserves in the dairy cow with special regard to ultrasonographic measurement of backfat thickness. Journal Dairy Sci. 89:1-14.

Secretaria de Economía. Dirección General de Industrias Básicas. 2012. Análisis del Sector Lácteo en México.

Sepúlveda, V. P., P.M. Wittwer. 2017. Periodo de Transición: Importancia en la salud y bienestar de vacas lecheras. 1ª edición. Universidad Austral de Chile.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Bovino Leche. Población ganadera 2006-2015. Fecha de actualización: Enero 2015. Fecha de consulta el 5 de mayo del 2017. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/160093/bovino_leche.pdf.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Resumen Nacional, avance acumulado de la producción pecuaria 2018. Fecha de consulta el 3 de marzo del 2019. http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecResumen.jsp

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). 2015. Manual de bienestar animal. Un enfoque práctico para el buen manejo de especies domesticas durante su tenencia, producción concentración, transporte y faena. Versión 1. pp. 1-164.

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). 2017. Manual de prevención y control de enfermedades parasitarias. Perú. pp 4.

Silva, J. A., S. C. G. Miranda, P. D. Sousa, P. F. Nelcino, A. P. C. Silva, B. M. Gomes, B. C. J. S. Wagner, I. E. Z. Bianchi, R. C. Viana, y R. T. Weich. 2017. Supplementation strategies for dairy cows kept in tropical grass pastures. Ciencias Agrarias. 38(1):401-416.

Stockham, S. L., y M. A. Scott. 2008. Fundamentals of veterinary clinical pathology. 2ª edición, editorial Blackwell. Iowa, USA.

Tarazona, M. A., M. C. Ceballos, y J. F. Naranjo, y C. A. Cuartas. 2012. Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 25(3):473-487.

Tepán, M. J. G. 2017. Determinación de valores de referencia en hemograma y química sanguínea en caninos hembras en condiciones de altitud. Tesis de Licenciatura. Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador.

Ternouth, J. H. 1990. Phosphorus and beef production in northern Australia. Tropical Grasslands. 24:159-169.

Vásquez, C. Y. 2017. Evaluación de los diferentes factores que afectan la reproducción bovina con relación a bienestar animal. Tesis de especialidad en

reproducción bovina. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

Underwood, E. J., N. F. Suttle. 1999. Mineral nutrition of livestock. 3ª edición Editorial CABI. London, England. pp 614.

Van, S. R. 2006. Using a pooled simple technique for herd metabolic profile screening. Researchgate.

Vilaboa, A. J., P. R. Díaz, O. R. Ruiz, D. E. R. Platas, S. M. González, y F. L. Juárez. 2009. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los agroecosistemas con bovinos de doble propósito de la región del Papaloapan, Veracruz, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 10(1):53-62.

Wildman, E. E., G. M. Jones, P. E. Wagner, R. L. Boman, H. F. Troutt, y T. N. Lesch. 1982. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. J. Dairy Sci. 65:495.

Wisniewska, M., B. Pyrzynska, and B. Kaminska. 2004. Impaired Ap-1 dimers and NFAT complex formation in immature thymocytes during in vivo glucocorticoid-induced apoptosis. Cell Biology International. 28:773-780.

Zambrano, J. W., y A. P. Márquez. 2009. Perfil metabólico de vacas mestiças leiteiras do pré-parto ao quinto mês da lactação. Zootecnia trop. 27(4):475-488.

Zambrano, V. J. L. 2012. Guía para la correcta toma de sangre en bovinos, a partir de la vena coccígea y de la vena yugular externa. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Zapata, W. B., y R. H. D. Fajardo. 2015. Manual de química sanguínea veterinaria, Laboratorio Microclin S.R.L, Editorial Sigfrido. Trujillo, Perú.