

Universidad Nacional

Facultad de Ciencias de la Salud

Escuela de Medicina Veterinaria

Pasantía en reproducción y medicina interna en bovinos de carne y

leche en explotaciones ganaderas en la región Huetar Norte y

Pacífico Norte de Costa Rica

Modalidad: Pasantía

Trabajo Final de Graduación para optar por el Grado

Académico de Licenciatura en Medicina Veterinaria

Jose Alfredo Gómez González

Campus Pbro. Benjamín Núñez, Heredia

2024

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EVALUADOR

Laura Bouza Mora, M.Sc.

Vicedecana Facultad de Ciencias de la Salud _____

Julia Rodríguez Barahona, Ph.D.

Subdirectora Escuela de Medicina Veterinaria _____

Leonel Navarro Rojas, M.Sc.

Tutor _____

Gloriana Castillo Badilla, M.Sc.

Lectora _____

Rafael Ángel Vindas Bolaños, Ph.D.

Lector _____

Fecha: _____

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

Quiero dedicar este trabajo a mis padres; Alfredo Gómez y Flor González, a mis hermanas Gabriela y Sofía. Les agradezco por todo el apoyo que me dieron a lo largo de la carrera de Medicina Veterinaria y por motivarme a cumplir con este objetivo.

Agradezco a Dios por lo mucho que me ha bendecido y por permitirme finalizar esta etapa de mis estudios académicos.

Al Dr. Leonel Navarro Rojas, por ser mi mentor y un gran amigo, le agradezco enormemente por todo el apoyo que me brindó, por tenerme paciencia a la hora de enseñarme y por todo el conocimiento que me transmitió tanto en los cursos de la carrera como a lo largo de la pasantía.

A mis tíos, Luis González y Nidia Arias, por recibirme en su hogar en San Carlos mientras estaba realizando la pasantía, gracias por todo el cariño y la estadía que me brindaron, aprendí mucho de ustedes.

A la Dra. Judy Batker, por invitarme a su clínica de equinos en Estados Unidos durante este año. Estoy demasiado agradecido con Dios por haberla puesto en mi camino, el haber tenido la oportunidad de aprender de usted durante dos meses me cambió la perspectiva de vida; aprecio enormemente sus enseñanzas y todo el entrenamiento que recibí, de verdad la admiro muchísimo.

A mis mejores amigos de la carrera, gracias por apoyarme en las buenas y en las malas, por todos esos recuerdos tan divertidos y bonitos que tuvimos juntos, y por motivarme a seguir adelante, no lo hubiera logrado sin ustedes.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EVALUADOR.....	i
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iii
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación	5
1.3. Objetivos	6
1.3.1. Objetivo general.....	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
2. METODOLOGÍA	7
2.1. Área de trabajo.....	7
2.2. Animales del estudio.....	7
2.2.1. Fincas visitadas a lo largo de la pasantía.....	8

2.2.2. Escuela de Medicina Veterinaria (EMV) y Hospital de Equinos, Especies Mayores y Terapias Regenerativas (HEMT) de la Universidad Nacional (UNA).....	10
2.3. Horario de trabajo.....	11
2.4. Bitácora de trabajo.....	11
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
3.1. Datos generales.....	12
3.2. Reproducción.....	17
3.2.1. Palpación rectal.....	18
3.2.2. Sincronización de celos.....	18
3.2.3. Protocolo de sincronización de celos para Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF).....	19
3.2.4. Ultrasonido.....	20
3.2.5. Inseminación Artificial (IA).....	21
3.2.6. Evaluaciones andrológicas.....	23
3.2.7. Hallazgos detectados en el diagnóstico reproductivo de novillas y vacas.....	26
3.3. Medicina interna.....	28
3.3.1. Casuística general.....	28
3.3.2. Afecciones del sistema tegumentario.....	29
3.3.3. Afecciones del sistema digestivo.....	32
3.3.4. Afecciones del sistema reproductor.....	33
3.3.5. Afecciones del sistema locomotor.....	33

3.3.6. Otras afecciones.....	35
3.4. Otras actividades.....	36
3.5. Cirugías en bovinos.....	38
3.5.1. Cirugías a campo.....	38
3.5.2. Cirugía intrahospitalaria.....	39
4. CONCLUSIONES.....	41
5. RECOMENDACIONES.....	42
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Fincas visitadas durante la pasantía.....	8
Cuadro 2. Distribución de las actividades realizadas durante la pasantía en el área de reproducción en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas y la EMV, UNA.	17
Cuadro 3. Criterios para clasificación de toros satisfactorios, insatisfactorios para reevaluar e insatisfactorios para desecho.	24
Cuadro 4. Hallazgos del diagnóstico reproductivo de novillas y vacas adultas mediante palpación rectal y el uso del ultrasonido en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas y la EMV, UNA.	26
Cuadro 5. Distribución de otras actividades realizadas en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas.	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de los pacientes bovinos atendidos por sexo en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas.....	12
Figura 2. Distribución de pacientes bovinos según el propósito en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas	13
Figura 3. Distribución de los pacientes bovinos según el grupo etario en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas.....	14
Figura 4. Distribución de las principales razones de descarte en bovinos en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas.....	15
Figura 5. Evaluación de la condición corporal en bovinos en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas.....	16
Figura 6. Protocolo de sincronización de celos con P4 Intravaginal para IATF.....	19
Figura 7. Fotografías de ultrasonidos reproductivos en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas. (A) Gestación de 25 días. (B) Gestación de 40 días. (C) Cuerpo Lúteo Cavitario. (D) CL3 con función Color Doppler.	21
Figura 8. Distribución de toros evaluados por el Dr. Jorge Chacón y el Dr. Leonel Navarro durante la pasantía en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas.....	25
Figura 9. Distribución de los casos de medicina interna en ganado bovino en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas.....	28
Figura 10. Lesiones nodulares sugestivas a una miasis cutánea en vacas lecheras.	30
Figura 11. Lesiones cutáneas en cabeza de una vaca lechera sugestivas de papilomatosis bovina.	31
Figura 12. Lesiones circulares y escamosas en temera de una lechería visitada.....	32

Figura 13. Pezuña del MAD afectada por un cuerpo extraño en una lechería visitada.	34
Figura 14. Mucosa vulvar pálida en una ternera decaída con sospecha a hemoparásitos.	35
Figura 15. Vista ultrasonográfica lateral del cuarto anterior izquierdo en vaca lechera para mastectomía tomada en el HEMT, UNA.	39

LISTA DE ABREVIATURAS

CC: Condición Corporal

CH: Cuerpo Hemorrágico

CL: Cuerpo Lúteo

CPE: Cipionato de Estradiol

EB: Benzoato de Estradiol

eCG: Gonadotropina Coriónica Equina

EMV: Escuela de Medicina Veterinaria

EOG: Examen Objetivo General

HEMT: Hospital de Equinos, Especies Mayores y Terapias Regenerativas

IA: Inseminación Artificial

IATF: Inseminación Artificial a Tiempo Fijo

IM: Intramuscular

MAD: Miembro Anterior Derecho.

P4: Progesterona

SC: Subcutánea

UNA: Universidad Nacional

RESUMEN

Se llevó a cabo una pasantía en el área de reproducción y medicina interna en bovinos desde el dos de febrero hasta el 24 de mayo de 2023 con una duración de 340 horas. Actualmente en Costa Rica se requiere de explotaciones ganaderas eficientes y rentables donde el manejo reproductivo y el abordaje adecuado de casos clínicos sean los ejes fundamentales en los hatos bovinos cárnicos y lecheros. Dentro de los objetivos se encuentran: fortalecer los conocimientos teórico-prácticos en reproducción y medicina interna, capacitarse en la aplicación de protocolos de sincronización de celos, desarrollar habilidades y destrezas en técnicas de inseminación artificial, obtener entrenamiento en el diagnóstico reproductivo por palpación rectal y ultrasonografía y adquirir experiencia en el abordaje de casos clínicos en bovinos de leche y carne en fincas de la región Huetar Norte y Pacífico Norte de Costa Rica.

Se visitaron 14 fincas en total ubicadas en las provincias de Alajuela, Guanacaste, Limón y Puntarenas, así como la Escuela de Medicina Veterinaria y el Hospital de Equinos, Especies Mayores y Terapias Regenerativas de la Universidad Nacional. Durante este periodo se participó en la atención de 1725 animales en total de diferentes razas, sexo, propósito y grupo etario en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas. El 61% de los animales atendidos pertenecen al sistema de ganadería de cría (1058 animales en total) mientras que el 39% de los animales atendidos pertenecen a lecherías (667 animales en total). Se realizó un total de 16 actividades. Las tres actividades principales correspondieron a la palpación rectal para diagnóstico reproductivo de 1295 animales (73%), sincronización de celos de 256 hembras bovinas (14%) y el empleo del ultrasonido en 148 animales (8%).

Se evaluaron 126 casos de medicina interna en total. La mayor casuística correspondió a afecciones en sistema tegumentario con 61 casos (48%), seguido por las afecciones en sistema

digestivo con 30 casos (25%) y en tercer lugar los problemas reproductivos con un total de 28 casos (22%). La práctica realizada permitió la obtención de experiencia y aprendizaje de conocimientos teórico-prácticos en el área de reproducción (aplicación de protocolos de sincronización de celo, habilidades obtenidas en la técnica de inseminación artificial, práctica en el manejo y diagnóstico reproductivo), abordaje de casos de medicina interna y cirugía en bovinos, indispensables para el médico veterinario que se dedique a laborar con bovinos.

Palabras claves: reproducción, condición corporal, sincronización de celos, medicina interna.

ABSTRACT

An internship in reproduction and internal medicine in bovines was carried out from February 2nd to May 24th, 2023, with a duration of 340 hours. Currently, efficient, and profitable livestock farms are required in Costa Rica where reproductive management and the appropriate approach to clinical cases are fundamental axes in beef and dairy cattle herds. Among the objectives are strengthen theoretical and practical knowledge in reproduction and internal medicine, receive training in the application of heat synchronization protocols, develop skills and abilities in artificial insemination techniques, obtain training in reproductive diagnosis by rectal palpation and ultrasonography and gain experience in addressing clinical cases in dairy and beef cattle on farms in the North Huetar and North Pacific region of Costa Rica.

In total, 14 farms located in the provinces of Alajuela, Guanacaste, Limón, and Puntarenas were visited, as well as the School of Veterinary Medicine and the Hospital for Large Animals of the National University, Costa Rica. During this period, a total of 1,725 animals from different breeds, sex, purpose, and age were attended in the different livestock farms. From the total, 61% of the animals belong to a breeding livestock system (1058 animals in total) while 39% of the animals belong to dairy farms (667 animals in total). A total of 16 activities were carried out. The three main activities corresponded to rectal palpation for reproductive diagnosis of 1295 animals (73%), estrus synchronization of 256 bovine females (14%) and the use of the ultrasound in 148 animals (8%).

A total of 126 internal medicine cases were evaluated. The largest number of cases corresponded to integumentary system problems with 61 cases in total (48%), followed by digestive system problems with 30 cases (25%) and in third place reproductive problems with a

total of 28 cases (22%). The practice carried out allowed the obtaining of experience and learning of practical theoretical knowledge in reproduction (application of estrus synchronization protocols, skills obtained in the artificial insemination technique, practice in reproductive management and diagnosis), addressing cases of internal medicine and surgery, which are essential for the veterinarian who is dedicated to work with beef and dairy cattle.

Keywords: reproduction, body score condition, estrus synchronization, internal medicine.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Actualmente en Costa Rica se requiere de explotaciones ganaderas eficientes donde el manejo reproductivo y el abordaje adecuado de casos clínicos sean los ejes fundamentales en los hatos bovinos cárnicos y lecheros. El desempeño reproductivo y la salud de los animales son una de las principales preocupaciones a nivel nacional y determinantes de la rentabilidad. Un desempeño reproductivo y un estado de salud deficiente afecta la longevidad de un bovino en el hato, aumenta los costos en tratamientos y medicamentos, influye indirectamente en los costos de reemplazo y suele ser una de las causas más comunes para el descarte y sacrificio de animales con problemas de salud y/o reproductivo (Temesgen et al. 2022). Generalmente, una reproducción eficiente busca reducir el intervalo entre partos y obtener idealmente un ternero al año como indicador óptimo de fertilidad (Cardoso et al. 2021). Además, minimizar los días abiertos es económicamente beneficioso para el productor al aumentar la producción en relación con los costos de mano de obra, alimentación, entre otros (Temesgen et al. 2022).

Manejo reproductivo en bovinos

Los bovinos son animales poliéstricos que presentan un ciclo estral con una duración promedio entre 18 a 24 días, el cual se divide en cuatro fases: proestro, estro, metaestro y diestro (Hernández 2016). Al proceso de crecimiento, desarrollo, ovulación y atresia folicular se le conoce como dinámica folicular (Forde et al. 2011; Adams y Singh 2021).

Los *Bos indicus* y *Bos taurus* poseen diferencias reproductivas importantes. Por su parte, los *Bos indicus* presentan de dos a tres ondas foliculares, un estro de 12 horas promedio, alcanzan la pubertad a los 25 meses y tienen menor afección reproductiva por estrés calórico (Sartori y Barros 2011). En cambio, los *Bos taurus* presentan de dos a cuatro ondas foliculares,

una duración del estro de 16 horas, alcanzan la pubertad a los 16 a 18 meses y tienen mayor afección reproductiva por estrés calórico (Sartori et al. 2010).

Dentro de los principales motivos por los cuales se afecta la ciclicidad reproductiva en la hembra se puede mencionar: desbalance nutricional, ingesta de energía limitada, bajas reservas corporales, estrés calórico y condiciones patológicas (Peter et al. 2009). El anestro verdadero ocurre cuando una vaca definitivamente no cicla y se correlaciona en la mayoría de los casos con problemas nutricionales (Kumar et al. 2014). Por el contrario, el anestro por celo no observado es muy común en lecherías y se debe principalmente a la pobre eficiencia en la detección del estro (Peter et al. 2009).

Para llevar a cabo el diagnóstico reproductivo, el método más comúnmente usado hasta la fecha es la palpación rectal, mediante el cual se determina el estatus reproductivo (vacías o preñadas) (Quintero et al. 2019; Adams y Singh 2021; Christiansen 2021). Asimismo, la ultrasonografía es otra de las técnicas empleadas en la actualidad, la cual permite verificar la viabilidad del embrión, detección de preñez temprana (menores a 30 días) visualización de los latidos cardiacos, edad gestacional, determinación del sexo del feto, gestaciones gemelares y diagnóstico de enfermedades reproductivas como los quistes ováricos (Colloton 2021).

Por otra parte, las técnicas de biotecnología reproductiva como la sincronización de celos e inseminación artificial (IA) tienen grandes ventajas para los sistemas de producción bovina debido a que permiten el aumento en la eficiencia reproductiva mediante la incorporación de una genética superior con temporadas cortas de parición, acortan los periodos abiertos e intervalos entre partos, se obtienen un mayor número de nacimientos de terneros más uniformes con edades similares, se reduce el tiempo y trabajo para la detección de celos (Heise 2012; Dyer y Graves 2017; Hadgu y Fesseha 2020). Cabe destacar que la sincronización del estro no

sustituirá la falta de nutrición, salud o el mal manejo del hato; por lo tanto, no es efectivo en hembras que no estén ciclando (Ferguson 2005; Dyer y Graves 2017).

Dentro de los principales protocolos utilizados en la actualidad se contemplan los protocolos a base de progestágenos, prostaglandinas y hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) (Macmillan 2010). Durante la administración de progestágenos, el cuerpo lúteo (CL) sufre regresión natural y al retirar el tratamiento, el estro se presenta de 48 a 96 horas (Macmillan 2010). Los implantes intravaginales son los que más usados en la actualidad. En Costa Rica se tiene el CIDR-B, TRIU-B y DIB. Una alternativa para aumentar el número de animales inseminados es mediante el uso de protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) debido a que permiten realizar la inseminación sin detectar celos y modifican el ciclo estral con el uso de hormonas exógenas (Hernández 2016; Kasimanickam 2021a).

Un factor fundamental para el éxito en los programas de IATF es la calidad seminal. El semen después de descongelarse debería tener; mínimo de 40% de células motiles y una morfología con un mínimo de 70% de espermatozoides normales (Navarro y Chacón 2020). Según Navarro y Chacón (2020), el papel de la calidad de la muestra es de suma importancia; donde los autores demuestran que los parámetros seminales como la morfología y número de espermatozoides viables por pajilla son aspectos esenciales que influyen en la tasa de concepción de los programas de IATF en bovinos de cría en Costa Rica.

Medicina interna en bovinos

La base de un abordaje médico adecuado siempre inicia con la examinación visual y física, para lo cual es fundamental realizar un examen objetivo general (EOG) (Terra y Reynolds 2015). Además, se debe hacer una anamnesis, semiología ambiental y animal para así poder

determinar aquellos factores que tienen influencia en la incidencia de una enfermedad o problema en finca (Terra y Reynolds 2015).

Es necesario utilizar un enfoque sistemático, el primer paso es observar al animal desde la distancia. Luego se inmoviliza y examina topográficamente (Terra y Reynolds 2015). Según Eddy y Pinsent (2004), una lista para examinar sistemas es la siguiente: sistema digestivo, respiratorio, circulatorio, urinario, genital, locomotor, nervioso, tegumentario, linfático y órganos de los sentidos, teniendo en cuenta otros sitios como el hígado y la glándula mamaria.

Dentro de las principales categorías de enfermedades se pueden destacar infecciones bacterianas, virales, micóticas, parasitarias, enfermedades zoonóticas, carenciales, metabólicas y reproductivas (Delano et al. 2002; Campabadal 2008). Otras afecciones importantes sería la mastitis y patologías podales que afectan el ganado lechero, siendo estas dos últimas uno de los problemas más comunes en estos hatos (Solano et al. 2018).

Los resultados de un examen físico permiten establecer un plan diagnóstico, preparar un enfoque terapéutico y desarrollar un pronóstico, así como establecer pruebas de laboratorio específicas para respaldar el diagnóstico (Terra y Reynolds 2015). Por ende, el veterinario debe ser lo más práctico posible, atender el motivo de consulta, seleccionar las pruebas más económicas y enfocarse en las inquietudes del cliente como prioridad (Terra y Reynolds 2015).

1.2. Justificación

De acuerdo con la Encuesta Nacional Agropecuaria realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en el año 2020 se estimó que Costa Rica alcanzó 1,4 millones de cabezas de ganado vacuno (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2021). Del total de animales, el 62,6% corresponde al ganado de carne como principal actividad ganadera a nivel nacional con un aproximado de 900 000 animales. El ganado de leche representa un 14,5 % con un aproximado de 200 000 cabezas. Esto implica que se trata de una actividad muy importante desde el punto de vista socioeconómico al ser una fuente de empleo y alimentación para la población costarricense (Holmann et al. 2007; Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2021).

El médico veterinario tiene la responsabilidad de capacitarse en áreas tales como la reproducción y medicina interna de bovinos para así poder brindar servicios y asesorías a los productores de acuerdo con las necesidades de cada explotación. Actualmente existe una mayor competencia laboral por lo que se requieren médicos veterinarios competentes que cuenten con la capacidad de solucionar problemas y dar un manejo integral de finca que beneficie al productor desde el punto de vista económico y productivo. Por lo tanto, realicé esta pasantía bajo la tutela y supervisión del doctor Leonel Navarro Rojas quien cuenta con una vasta experiencia, con el fin de adquirir conocimientos teórico-prácticos, enfrentarse a la realidad nacional del sector ganadero, desarrollar habilidades para interactuar y dar recomendaciones a los productores basadas en evidencia científica con el fin de mejorar tanto en el ámbito profesional como personal. Lo anterior está asociado al interés de recibir entrenamiento en este campo que me apasiona y es en el que deseo fortalecerme y desempeñarme como profesional.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Fortalecer los conocimientos teórico-prácticos en el área de reproducción y medicina interna en bovinos de producción de carne y leche mediante una pasantía en fincas de la región Huetar Norte y Pacífico Norte de Costa Rica.

1.3.2. Objetivos específicos

1.3.2.1. Capacitarse en la aplicación de protocolos de sincronización de celos en bovinos de carne y leche.

1.3.2.2. Desarrollar habilidades y destrezas en técnicas de inseminación artificial en bovinos de leche y carne.

1.3.2.3. Obtener entrenamiento en el diagnóstico reproductivo en bovinos por palpación rectal y ultrasonografía.

1.3.2.4. Adquirir experiencia en el abordaje de casos clínicos en bovinos de leche y carne.

2. METODOLOGÍA

2.1. Área de trabajo

La pasantía se realizó bajo la supervisión del Dr. Leonel Navarro Rojas a partir del dos de febrero hasta el 24 de mayo de 2023. Se visitaron 14 fincas en total ubicadas en las provincias de Alajuela, Guanacaste, Limón y Puntarenas. Por otro lado, se trabajó en la finca de la Escuela de Medicina Veterinaria (EMV) y el Hospital de Equinos, Especies Mayores y Terapias Regenerativas (HEMT) de la Universidad Nacional (UNA).

2.2. Animales del estudio

Participé exclusivamente en la atención de pacientes bovinos de cría y leche en el área de reproducción, abordaje de casos clínicos de medicina interna y en menor medida en cirugía de bovinos.

2.2.1. Fincas visitadas a lo largo de la pasantía

En el Cuadro 1 se muestra una breve descripción de cada una de las fincas visitadas con su ubicación, propósito, razas y cantidad de animales en cada explotación.

Cuadro 1.

Fincas visitadas durante la pasantía (dos de febrero al 24 de mayo de 2023).

Finca	Ubicación	Propósito	Razas	Cantidad de animales
1	Santa Rosa de Pocosol, Alajuela	Cría y desarrollo de hembras y machos. Lechería intensiva	Brahman, Nelore, Brangus, Simmental y Limousin, cruces de Gyr con Holstein y Gyr con Jersey	160 vacas en ordeño, 200 vacas secas y novillas en desarrollo. En total cuentan con 467 animales en lechería y 600 animales en cría
2	Jicaral, Puntarenas	Cría de ganado de carne	Nelore	150 vacas de cría y 50 hembras en desarrollo
3	San Carlos, Alajuela	Lechería y docencia	Jersey, cruces genéticos de Jersey con Holstein y Normando	60 vacas en ordeño, 15 vacas secas y 60 animales (desde terneras de cuna hasta novillas de reemplazo). En total cuenta con 135 animales
4	Parrita, Puntarenas	Cría de ganado de carne	Nelore y Brahman	120 vacas de cría y 20 hembras en desarrollo

5	Limonal, Guanacaste	Cría de ganado de carne	Brahman	En total cuentan con 975 animales: 300 vacas de cría, 220 terneros al pie, 40 novillas de reemplazo, 15 machos en desarrollo y toros de cría
6	Río Cuarto, Alajuela	Lechería intensiva	Chumecas, cruces de Jersey, Holstein negra, Holstein roja, Jersey puras, Pardo Suizo, Normando, cruces de Ayrshire y Milking Shorthorn	En total cuentan con 330 animales: 200 vacas en ordeño, 30 vacas secas y 100 reemplazos (desde terneras hasta novillas)
7	San Ramón, Alajuela	Cría de ganado de carne	Brahman puro, Charolais puro, Brahman comercial, Brangus y Nelore	27 animales en total
8	Cariari de Pococí, Guápiles, Limón	Cría de ganado de carne	Brahman	40 vacas de cría y 15 hembras en desarrollo

9	Los Chiles, Alajuela	Cría de ganado de carne	Brahman, Nelore y Brangus	50 animales en total
10	Grecia, Alajuela	Cría de ganado de carne	Brahman y Nelore	50 animales en total
11	Cañas, Guanacaste	Cría de ganado de carne	Brahman	50 vacas de cría
12	La Fortuna, Alajuela	Cría de ganado de carne	Brahman y Nelore	250 vacas de cría Cuentan con nueve toros en total
13	Buenos Aires, Puntarenas	Cría de ganado de carne	Brahman	90 vacas de cría y 20 hembras en desarrollo
14	Corredores, Puntarenas	Cría de ganado de carne	Brahman y Nelore	100 vacas de cría y 30 hembras en desarrollo

2.2.2. Escuela de Medicina Veterinaria (EMV) y Hospital de Equinos, Especies Mayores y Terapias Regenerativas (HEMT) de la Universidad Nacional (UNA).

La EMV y el HEMT se ubican en el Campus Pbro. Benjamín Núñez de la UNA, Lagunilla, Heredia, Costa Rica. La Escuela cuenta con una finca donde se realizó una práctica de palpación rectal en 7 hembras bovinas. El hospital cuenta con cuadras de internamiento para bovinos y equinos, una sala para realizar ultrasonidos y radiografías (principalmente en la especie equina) y con un quirófano equipado con una máquina de anestesia y equipo de

monitoreo de parámetros vitales. Durante la pasantía se efectuó una mastectomía en el quirófano del HEMT de la UNA.

2.3. Horario de trabajo

La duración total de la pasantía fue de 340 horas en un periodo de 17 semanas. Las visitas se programaron según la disponibilidad del propietario de la finca visitada y del Dr. Navarro con un horario en promedio que iniciaba a las siete am y terminaba a las cuatro pm con una hora de almuerzo.

2.4. Bitácora de trabajo

El registro de las actividades diarias y los bovinos evaluados se llevó a cabo en una bitácora digital. Se anotaron datos como la fecha de la visita, horas laboradas, lugar visitado, propósito (lechería, cría o docencia), actividades realizadas y resultados obtenidos de cada visita. Esta bitácora fue firmada y aprobada por el tutor de la pasantía, el Dr. Leonel Navarro, con quien fueron realizadas todas las visitas. Los datos recopilados en la bitácora fueron digitalizados en hojas de Excel® de Microsoft®, analizados por medio de estadística descriptiva y presentados mediante cuadros y gráficos de frecuencia absoluta y porcentajes, para facilitar la comprensión de los resultados obtenidos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Datos generales

Durante el período de la pasantía se participó en la atención de 1725 animales en total, de diferentes razas, sexo, propósito y grupo etario en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas. Como se observa en la Figura 1, la mayor cantidad de pacientes bovinos atendidos fueron hembras.

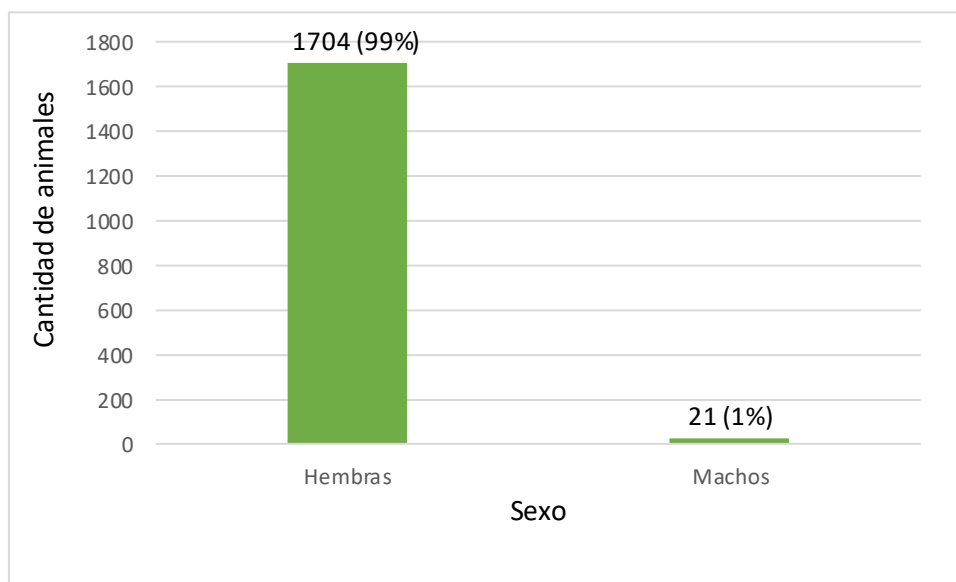


Figura 1.

Distribución de los pacientes bovinos atendidos por sexo en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas (dos de febrero al 24 de mayo de 2023).

La mayor atención de hembras bovinas en comparación con los machos puede estar justificada por el alto valor económico de las hembras en la producción láctea y de crías, así como la selección y mejoramiento genético mediante la aplicación de técnicas de biotecnología reproductiva como la sincronización de celos e IA. Las hembras requieren una atención veterinaria constante donde los productores velan por mantener una adecuada salud y fertilidad de estas al tener un impacto directo en la productividad y rentabilidad de la explotación ganadera

(Berglund 2008). De acuerdo con los resultados de la Encuesta Nacional Agropecuaria, en el 2022 el 70,8% del hato ganadero del país estaba conformado por hembras (1 067 818 animales) y el 29,2% eran machos (441 193 animales) (Instituto Nacional de Estadística y Censos 2023).

En la Figura 2 se observa que la mayor cantidad de animales atendidos pertenecen a un sistema de ganadería de cría.

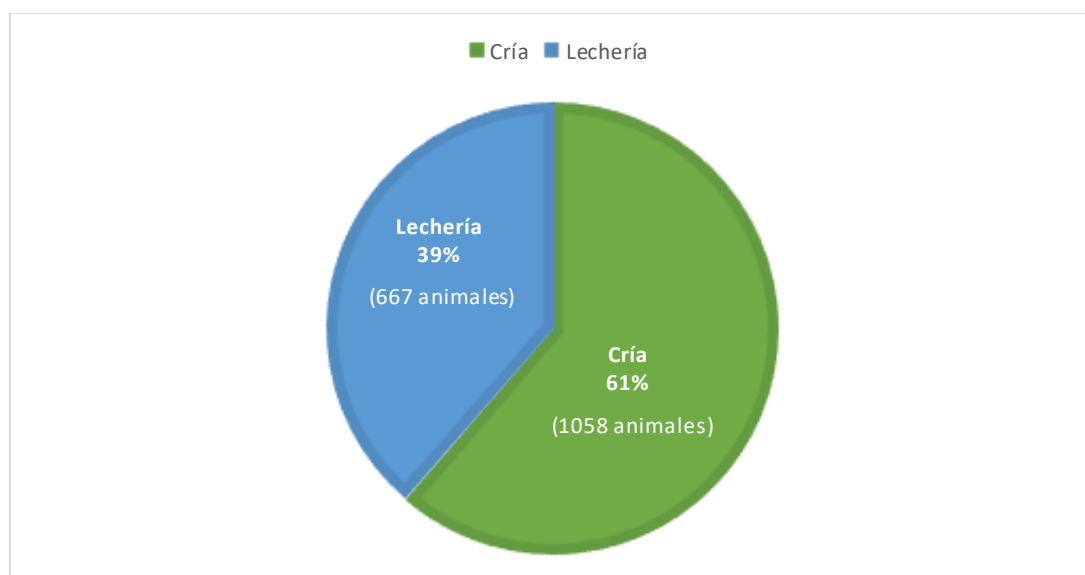


Figura 2.

Distribución de pacientes bovinos según el propósito en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas (02 de febrero al 24 de mayo del 2023).

Según las estimaciones de la Encuesta Nacional Agropecuaria, en el 2022 el 61,7% del hato ganadero en Costa Rica se destinó a la producción de carne, 22,4% fue destinado al doble propósito, 15,8% para producción de leche y 0,1% para trabajo (Instituto Nacional de Estadística y Censos 2023). Estos datos concuerdan con los resultados obtenidos durante la pasantía, donde se trabajó mayoritariamente con fincas de ganado de cría. Debido al reciente crecimiento en inversión en protocolos de sincronización de celos e IATF en sistemas de ganado

de cría se vuelve más frecuente la necesidad de asesorías por parte del médico veterinario para obtener buenos porcentajes de preñez en el hato (Bó y Baruselli 2014).

En la Figura 3 se muestran los resultados obtenidos de los pacientes bovinos atendidos según los diferentes grupos etarios presentes en las fincas visitadas durante esta pasantía.

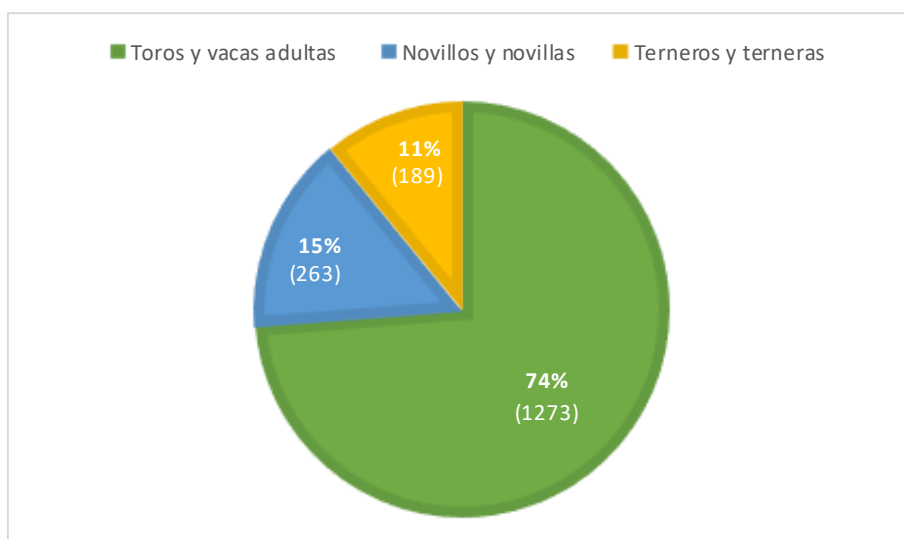


Figura 3.

Distribución de los pacientes bovinos según el grupo etario en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas (02 de febrero al 24 de mayo de 2023).

Sobre las estimaciones de la Encuesta Nacional Agropecuaria (2022), del total del ganado vacuno según el grupo etario: el 59,5% concierne a vacas adultas, 20,8% novillas y 19,7% terneras. En cuanto a los machos, 25,8% constituyeron a toros adultos, 33,9 % novillos y 39,9% terneros y 0,4% de trabajo (Instituto Nacional de Estadística y Censos 2023). Durante el tiempo en que se desarrolló esta pasantía y en congruencia con los datos presentados anteriormente, las vacas adultas fueron los pacientes que más se atendieron principalmente en el área reproductiva debido a la alta demanda en cuanto a producción de terneros de cría y para evaluaciones reproductivas periódicas a nivel de lecherías.

Durante la pasantía se descartaron 44 animales en total. En la Figura 4 se logra apreciar las principales razones de descarte.

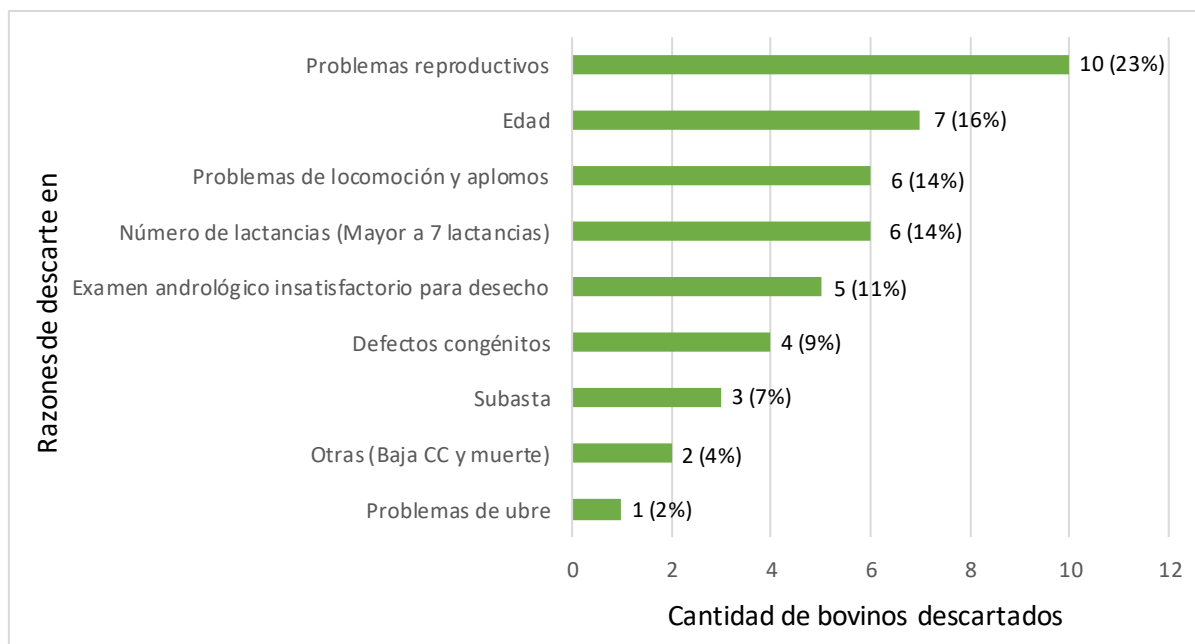


Figura 4.

Distribución de las principales razones de descarte en bovinos en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas (dos de febrero al 24 de mayo de 2023).

Según Stojkov y sus colaboradores (2020), las cinco razones más citadas para el descarte de animales en fincas canadienses incluyen problemas reproductivos en primer lugar, seguido por mastitis, problemas de locomoción, baja producción y por último otras enfermedades. Esto concuerda con los resultados obtenidos en la práctica realizada debido a que los problemas reproductivos fueron la principal razón de descarte durante la pasantía. Dentro de los problemas reproductivos más observados se encontraron vacas en anestro, adherencias ováricas, hipoplasia ovárica, momificación fetal y endometritis principalmente.

Durante la pasantía se evaluó la condición corporal (CC) de 1108 animales en total. La CC es un indicador del acúmulo de grasa, conformación muscular del animal y un parámetro

subjetivo. El rango aceptable de CC en bovinos está entre 2,75 a 3,5 (Pryce et al. 2001). En la Figura 5 se aprecia la cantidad de animales que estuvieron dentro del rango aceptable y aquellos animales con una CC indeseada o por fuera del rango (Por ejemplo, CC de 2,25 o 3,75).

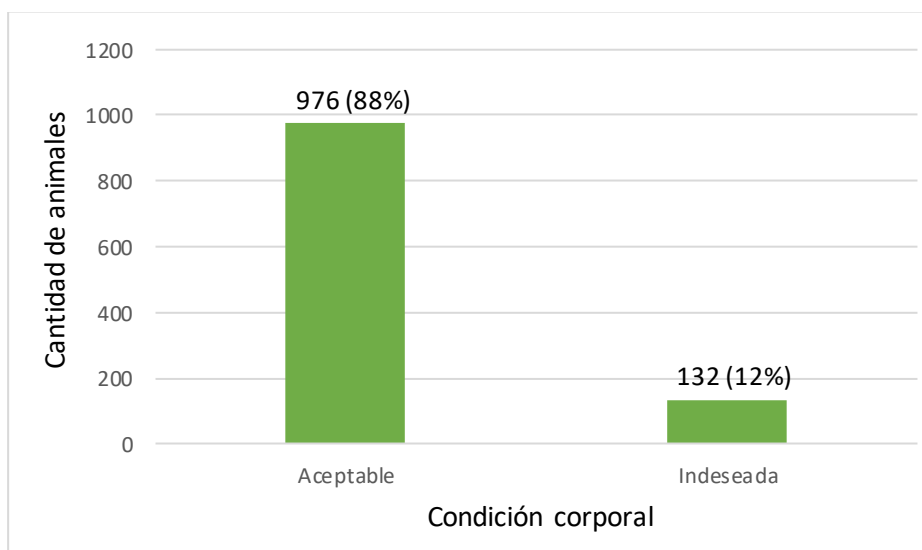


Figura 5.

Evaluación de la condición corporal en bovinos en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas (dos de febrero al 24 de mayo de 2023).

La mayoría de las fincas visitadas contaba con un software y una escala para la CC del uno al cinco con subunidades de 0,25 puntos, donde uno corresponde a una vaca muy delgada y cinco a una vaca obesa. Se trabajó con esta escala en todas las evaluaciones donde se verificaba y hacia una evaluación visual del tren posterior, apófisis transversas y costillas de cada uno de los animales evaluados (Pryce et al. 2001).

Se realizaron 16 actividades en total. Las actividades relacionadas al área de reproducción correspondieron a la palpación rectal, sincronización de celos, inseminación artificial, uso del ultrasonido y evaluaciones andrológicas. En cuanto al área de medicina interna, se trabajó en el abordaje y tratamiento de casos clínicos. También se realizaron otras

actividades como evaluación de la condición corporal (previamente desarrollada), aplicación de bolos intraruminales, vacunación, desparasitación, administración de minerales, evaluación de la rutina de ordeño y toma de muestra de sangre en vena coccígea. En menor medida se llevaron a cabo cirugías de desviación de pene, castraciones en machos y una mastectomía en una vaca lechera. Todas estas actividades constituyen la base de esta práctica, por ende, serán descritas y analizadas en las siguientes secciones.

3.2. Reproducción

En el Cuadro 2 se puede apreciar la distribución de las actividades realizadas durante la pasantía en cuanto al área reproductiva.

Cuadro 2.

Distribución de las actividades realizadas durante la pasantía en el área de reproducción en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas y la EMV, UNA (dos de febrero al 24 de mayo de 2023).

Actividades	Cantidad de animales	Porcentaje (%)
Palpación rectal	1295	73
Sincronización de celos	256	14
Ultrasonido	148	8
Inseminación Artificial	63	4
Evaluación andrológica en toros	15	1
Total	1777	100

A continuación, se detalla y explica cada una de las actividades mencionadas en el Cuadro 2 y su metodología de trabajo.

3.2.1. Palpación rectal

Durante la pasantía se trabajó mediante una misma metodología y técnica de palpación rectal. Dentro de los 1295 animales evaluados, se palparon novillas y vacas vacías, ciclando, estáticas, preñadas, con alguna patología reproductiva y para descarte. En vacas vacías, se seguía la siguiente metodología: se encontraba y retraía el cérvix, después se retraía el útero en cavidad pélvica y se localizaba primero el cuerno uterino izquierdo con su respectivo ovario. Posteriormente, sin soltar el tracto reproductivo, se localizaba el cuerno y ovario derecho (Quintero et al. 2019). Cuando el útero estaba flácido y no había presencia de estructuras ováricas (CL funcional ni cuerpo hemorrágico (CH)) era indicativo de que la vaca estaba en anestro (Peter et al. 2009). En vacas preñadas se siguió la misma metodología mencionada. En muchas ocasiones y dependiendo de la edad de gestación, el cérvix y el peso del útero impedían hacer una adecuada retracción (Quintero et al. 2019).

3.2.2. Sincronización de celos

Primeramente, se realizó una selección de animales. Se evaluó si las novillas o vacas eran aptas o no para ser sincronizadas. Para ello, nos basamos en los siguientes tres criterios:

1. Condición corporal (CC): Se seleccionaban animales dentro de un rango de CC que va entre 2,75 a 3,5 para ganado de cría (Roche et al. 2013). En novillas es más importante que alcancen un buen peso corporal y no se mide la CC hasta que alcancen la pubertad (Volkan et al. 2021). Las vacas en anestro, extremadamente delgadas, obesas, edad avanzada o con una patología reproductiva no serían seleccionadas para un protocolo de sincronización de celos debido a que alcanzan pobres porcentajes de preñez (Roche et al. 2013; Volkan et al. 2021).

2. Ciclicidad: Durante la pasantía, el CL se clasificó en una escala del uno al tres en función de su fisiología, donde solamente se sincronizaron vacas con un CL2, CL3 y con un

CH. Las hormonas ováricas tales como los estrógenos y progesterona (P4) tienen un efecto sobre el útero, por ende, si hay una buena ciclicidad entonces el útero va a demostrar una buena consistencia. Aquellas vacas que contaban con un CL1, estáticas o con un útero flácido no solían seleccionarse (Hernández 2016).

3. Cérvix: Se verificó que no hubiese torsión cervical mediante palpación rectal para que el animal fuese seleccionado con el fin de no tener complicaciones en el momento de la inseminación. Se descartaron aquellas vacas con torsión cervical (Kasimanickam 2021b).

Una vez que la novilla o vaca adulta aprobara estos criterios entonces se sincronizaba, esto nos asegura la posibilidad de obtener buenos resultados de preñez (Hernández 2016).

3.2.3. Protocolo de sincronización de celos para Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF)

En la Figura 6 se muestra el protocolo de sincronización de celos para ganado de cría utilizado durante la pasantía.

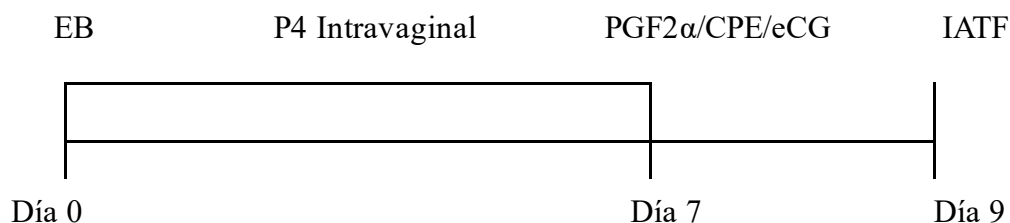


Figura 6.

Protocolo de sincronización de celos con P4 Intravaginal para IATF. EB= Benzoato de estradiol (2 mg/vaca). P4 Intravaginal= Inserción y retiro del dispositivo intravaginal con 0,5 g de P4. PGF2α= Prostaglandina F2α (200 μg/vaca). CPE= Cipionato de estradiol (50 μg/vaca). eCG= Gonadotropina coriónica equina (300 UI/vaca). IATF= Inseminación artificial a tiempo fijo (52 a 56 horas después de retirar el implante intravaginal).

El dispositivo intravaginal mono uso fue el único utilizado en las explotaciones de ganado de cría visitadas con el fin de proporcionar una liberación sostenida de P4 para prolongar la fase luteal. El EB provocó atresia folicular, por lo cual tres a cuatro días después de haber colocado el implante y la inyección de EB se formó una nueva onda folicular (Islam 2011; Riveros et al. 2018; González 2021). Se administró PGF2 α para inducir luteólisis de cualquier CL presente. El CPE se colocó para sincronizar la ovulación y la eCG para favorecer la maduración del folículo que va a ovular el día del celo. Todas estas hormonas mencionadas se aplicaron vía intramuscular (IM) (Islam 2011; Riveros et al. 2018; González 2021).

El día de la inseminación se eliminó todo factor de riesgo que generara estrés en las vacas seleccionados (González 2021). Otro factor importante es la calidad seminal. El semen debería tener una concentración por encima de diez millones de espermias viables y por debajo de un 15% de defectos espermáticos no compensables por pajilla (Navarro y Chacón 2020).

En una lechería no es práctico implementar un protocolo para IATF desde el punto de vista económico, productivo y de manejo; suele ser más factible contar con un personal capacitado para la detección de celos (Kasimanickam 2021b). Según Mora (2005), el anestro por celo no observado se presenta en un 60,5 % en lecherías, donde las vacas están ciclando, pero el personal no está detectando celos; por lo que se tendría que valorar la capacitación del personal y los tiempos de detección antes de inseminarlas para disminuir esta incidencia.

3.2.4. Ultrasonido

Se destaca el uso de imágenes médicas como lo es el ultrasonido. El entrenamiento obtenido fue de gran utilidad principalmente para la confirmación de preñeces tempranas (menores a 35 días), determinación del latido cardiaco y diagnóstico de reabsorción embrionaria. Adicionalmente, se utilizaba para práctica en cuanto a confirmación de estructuras

ováricas (CL y CL cavitario) y para gestaciones de 50 días en adelante. El ultrasonido utilizado durante la pasantía contaba con la función de Color Doppler, donde se pudo valorar la irrigación de un tejido, observar la perfusión sanguínea y el estado funcional del CL (DesCôteaux et al. 2010; Colloton, 2021; Fontes y Oosthuizen 2022). En la Figura 7 se muestran algunos ejemplos del uso del ultrasonido en el área reproductiva durante esta pasantía.

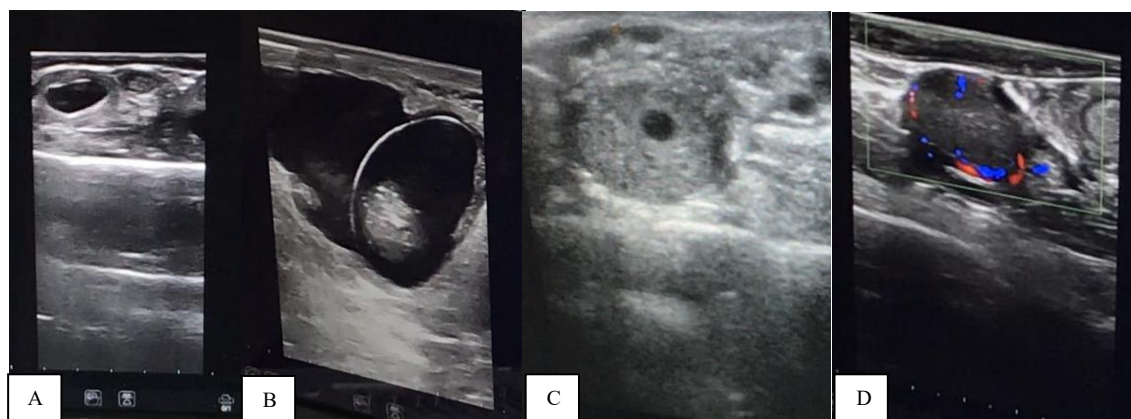


Figura 7.

Fotografías de ultrasonidos reproductivos en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas.

(A) Gestación de 25 días. (B) Gestación de 40 días. (C) Cuerpo Lúteo Cavitario. (D) CL3 con función Color Doppler.

3.2.5. Inseminación Artificial (IA)

Durante la pasantía se descongelaron las pajillas de semen y se empleó la técnica de IA en un total de 63 animales (3 novillas y 60 vacas adultas). Antes de realizar el procedimiento, se alistaba el equipo y materiales necesarios. Existen dos puntos críticos a la hora de descongelar el semen: la temperatura y la luz (Kasimanickam 2021b). Cada pajilla se almacenaba en un tanque de nitrógeno líquido a una temperatura de -196°C . La pajilla se tomaba del tanque y se colocaba en un termo con agua a una temperatura entre 35 a 37°C . El tiempo de descongelación fue de 30 segundos y se monitoreaba constantemente la temperatura (Kasimanickam 2021b).

Posteriormente, la pajilla se ponía en papel toalla; evitando que tuviese contacto con la luz solar. Se cortaba un extremo de la pajilla para asegurar la salida de semen y el otro extremo se colocaba dentro de la pistola de inseminación. Luego, se colocaba la funda para proteger la pistola de IA y el semen. Después, se situaba la camisa sanitaria para evitar que la funda y la pistola de inseminación se contaminaran (Kasimanickam 2021b).

Se limpiaba la vulva con papel toalla en caso de que se encontrara con suciedad. Al estar cerca de la entrada del cérvix, se rompía la camisa sanitaria para que la funda y pistola de IA ingresaran al cérvix sin contaminarlo (Kasimanickam 2021b). El inseminador y/o pasante realizaba la palpación rectal con una de sus manos para localizar y manipular el cérvix y con la otra mano se sostenía e ingresaba la pistola de IA por vulva, vagina y cérvix. Con la mano que se estaba palpando, el inseminador y/o pasante dirigía el cérvix hacia craneal para eliminar los pliegues vaginales que dificultan el paso de la pistola de IA e introducir el cérvix hacia la pistola con gentileza para evitar irritación y maltrato en la vaca (Kasimanickam 2021b). Una vez que se atravesaban todos los anillos cervicales nos encontrábamos con cuerpo del útero (sitio de depósito del semen). El inseminador verificaba que se localizara en el sitio correcto y procedía a disparar el semen (Kasimanickam 2021b).

Finalmente, se retiraba la pistola y se masajeara el clítoris para facilitar el transporte de espermatozoides hacia el sitio de fecundación. Una vez finalizada la técnica, se desinfectaba el equipo, se guardaban los materiales y registraba la cantidad de animales inseminados, fecha, observaciones y comentarios en caso de presentarse alguna dificultad durante el procedimiento de inseminación (estrés y sangrado del animal) (Kasimanickam 2021b). 28 días después de servidas se realizó una evaluación con ultrasonido para determinar si la vaca estaba preñada o

no. Las vacas inseminadas se palpaban a los 45 o 50 días de servidas con el uso del ultrasonido y se calculaba el porcentaje de preñez obtenido (Kasimanickam 2021b).

3.2.6. Evaluaciones andrológicas

Se participó en un total de 15 evaluaciones andrológicas, las cuales fueron efectuadas por el Dr. Jorge Chacón con la ayuda del Dr. Leonel Navarro. Se valoraron toros de la raza Brahman y Nelore principalmente. Se realizó un examen clínico general para verificar el estado de salud del toro, visión, CC, conformación de aplomos y temperatura rectal (Vilanova y Ballarales 2005). Asimismo, se hizo un examen del aparato reproductivo para evaluar los testículos, epidídimo, escroto, prepucio, vesículas, ampollas y próstata (Barth 2007).

La colecta del eyaculado se llevaba a cabo por medio de una electroeyaculación con el fin de ejecutar un espermograma para la evaluación de motilidad, concentración y morfología espermática. Al mismo tiempo, se efectuó una termografía y ultrasonografía del contenido testicular (Chacón et al. 1999).

Según Chacón y sus colaboradores (1999) y Barth (2007), los toros se pueden clasificar como satisfactorios, insatisfactorios para reevaluar e insatisfactorios para desecho. En el Cuadro 3 se muestran los principales criterios para esta categorización.

Cuadro 3.

Criterios para clasificación de toros satisfactorios, sospechosos o insatisfactorios para reevaluar e insatisfactorios para desecho.

Toro	Satisfactorio	Insatisfactorio para reevaluar	Insatisfactorio para desecho
Examen clínico general y reproductivo	Sin alteraciones	Pronóstico favorable de recuperación	Trastornos tales como problemas de aplomos, varicocele entre otros.
Porcentaje total de defectos espermáticos no compensables (Cabeza, núcleo, pieza media y gota citoplasmática proximal)	Inferior al 15%	Mayor al 15% y menor o igual al 30%	Superior al 30%

(Chacón et al. 1999; Barth 2007).

En la Figura 8 se ilustra la clasificación de la evaluación andrológica en 15 toros en total durante el periodo en que se desarrolló esta práctica.

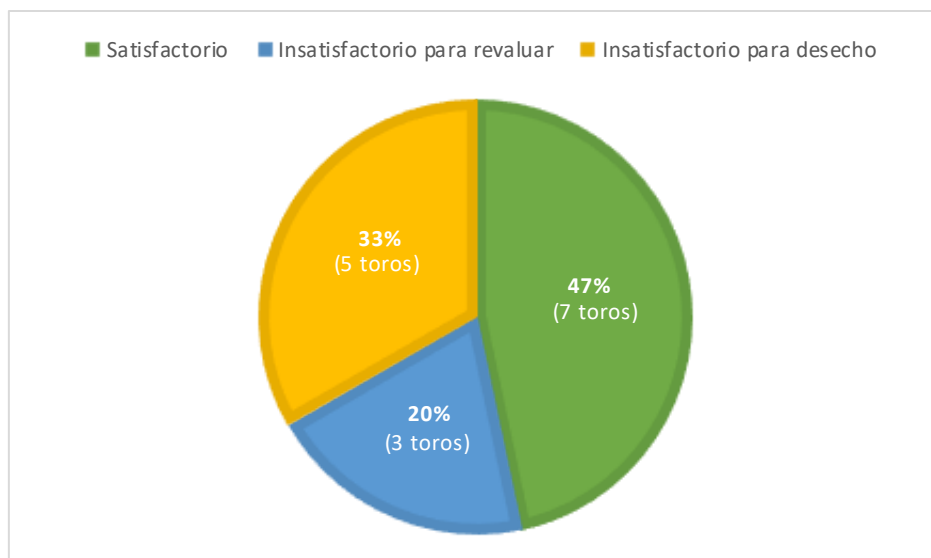


Figura 8.

Distribución de toros evaluados por el Dr. Jorge Chacón y el Dr. Leonel Navarro durante la pasantía en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas (dos de febrero al 24 de mayo de 2023).

Dentro de los hallazgos obtenidos durante esta pasantía y por las cuales se clasificaron como toros insatisfactorios para desechar se presentaron: problemas de aplomos, edad avanzada, oligozoospermia, defectos espermáticos superiores al 30% (gota citoplasmática proximal por disfunción secundaria del epidídimo, diademas, cola inespecífica, gota distal, misceláneas, entre otros), cambios crónicos en testículo y varicocele.

3.2.7. Hallazgos detectados en el diagnóstico reproductivo de novillas y vacas.

En el Cuadro 4 se muestran los principales hallazgos reproductivos en novillas y vacas adultas en las diferentes fincas visitadas y la EMV, UNA durante la pasantía.

Cuadro 4.

Hallazgos del diagnóstico reproductivo de novillas y vacas adultas mediante palpación rectal y el uso del ultrasonido en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas y la EMV, UNA (dos de febrero al 24 de mayo de 2023).

Hallazgo reproductivo	Novillas	Vacas
Vacías ciclando	74	440
Estáticas	18	77
Preñadas	134	434
Otras (Involución uterina normal)	0	21
Total	226	972

Dentro del total de hembras vacías ciclando, aquellas novillas y vacas descartadas para sincronización de celos se trabajaron con monta natural debido a que no cumplían con uno o varios de los criterios de selección previamente mencionados (Kasimanickam 2021b). La ciclicidad se refiere a la consistencia del útero y la presencia de un CL en una de las estructuras ováricas (Hernández 2016). Se sincronizaron 14 novillas y 242 vacas adultas en total. Se contó con un total de 60 novillas y 198 vacas adultas para monta natural.

En cuanto a las vacas estáticas o en anestro, el primer parámetro que se valoró fue la CC. La CC y la función ovárica están estrechamente relacionadas con el desempeño reproductivo (Peter et al. 2009). Se evaluaron los animales para encontrar la causa del problema de anestro

(desde una mala detección de celos, edad, nutrición deficiente, condición genética, número de lactancias y partos, baja CC, proveniente de un toro con baja circunferencia escrotal, entre otros) para poder tomar una decisión a favor de la rentabilidad de cada finca visitada (Peter et al. 2009).

Con respecto a las hembras preñadas, el diagnóstico definitivo de preñez por palpación se puede realizar a partir de los 35 días (DesCôteaux et al. 2010). Durante la pasantía se utilizó el ultrasonido principalmente en novillas y vacas preñadas con una edad de gestación entre los 25 a 35 días. El latido cardiaco se logró observar a partir de los 28 días. Entre más temprano se haga el diagnóstico mejor para el productor debido a que permite sincronizar aquellas vacas que estén vacías y reducir los días abiertos (Colloton 2021).

De manera sistemática, se buscaba alguno de los 4 signos específicos de preñez para determinar la edad de gestación por palpación rectal: vesícula amniótica, deslizamiento de membranas, feto o placentomas (Quintero et al. 2019). A grandes rasgos, la vesícula amniótica y el deslizamiento de membranas se palparon entre los 35 a 65 días. Posterior a los 65 días de gestación se buscaba el feto y placentomas. Las preñeces mayores a 70 días no permitían hacer retracción cervical. Adicionalmente, en edades avanzadas se palpaba el frémito de la arteria uterina media, la cual iba aumentando de grosor con el tiempo de preñez (Quintero et al. 2019).

En vacas postparto se realizó una evaluación de la involución uterina entre los 15 y 30 días postparto para verificar que no hubiese un proceso anormal que genere problemas reproductivos a futuro. En la pasantía se palparon 21 vacas después de los 15 días postparto donde el útero era retraíble y la involución iba progresando normalmente. Según Domínguez y sus colaboradores (2008), el útero debe recuperar su estado normal para poder soportar una nueva gestación debido a que un retraso en la involución incrementa el intervalo entre partos.

3.3. Medicina interna

3.3.1. Casuística general

Se participó en la evaluación de 126 casos de medicina interna. Como se puede apreciar en la Figura 9, la mayoría de los casos correspondieron a afecciones en sistema tegumentario.

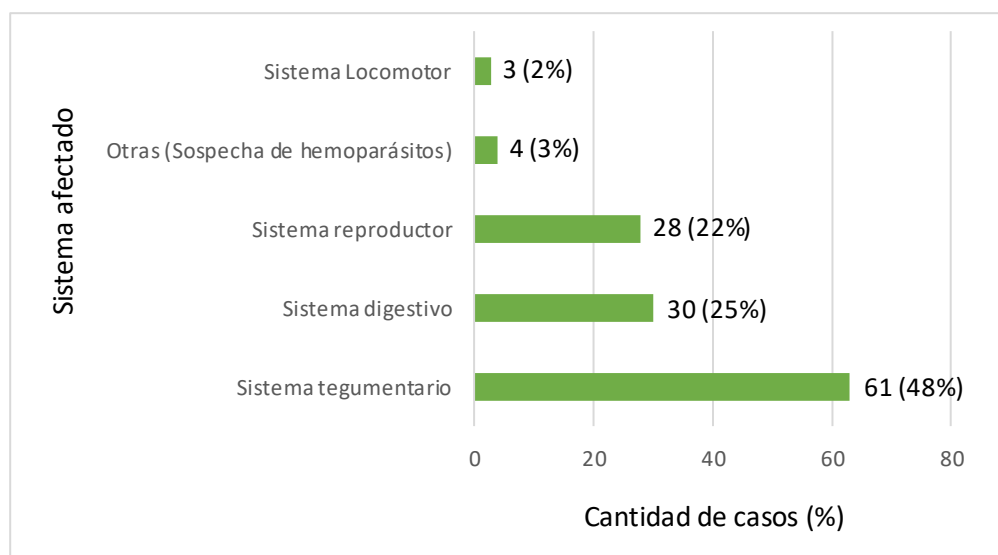


Figura 9.

Distribución de los casos de medicina interna en ganado bovino en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas (dos de febrero al 24 de mayo de 2023).

Llama la atención la casuística encontrada en esta pasantía debido a que difiere con respecto a los resultados obtenidos en la práctica dirigida realizada por el Dr. Leonel Granados en fincas de ganado bovino de la región Huetar Norte y región Chorotega, donde el sistema reproductor ocupó el primer lugar en el área clínica con un 95,6% (Granados 2017). Probablemente el hecho de que el sistema tegumentario fuese el más afectado durante esta pasantía se deba al clima tropical húmedo de la Región Norte del país (Ruiz et al. 2019). Según Ruiz y sus colaboradores (2019), durante los meses de verano (principalmente febrero, marzo y abril) existe una disminución relativa de las lluvias y un aumento en la temperatura y humedad

en la región, lo cual puede traer consecuencias negativas al ser una época de escasez de alimentos que perjudica la producción ganadera, además de ser el periodo en el cual se realizaron la mayor cantidad de visitas a las explotaciones ganaderas. Otros posibles factores se deban a las prácticas de manejo de cada finca, nutrición deficiente, sistema inmunológico comprometido y estrés calórico que pudiesen afectar la salud del ganado y hacerlos más susceptibles a problemas de piel.

Durante el tiempo en que se desarrolló esta práctica, los casos se abordaron de la siguiente manera: Primero, se realizó una examinación visual y física de cada animal o del hato bovino en búsqueda de cualquier anomalía o signo clínico. Después, se llevó a cabo una examinación clínica donde se identificaron las principales lesiones y/o síntomas sugestivos a una afección o enfermedad en específico. Seguidamente, se realizó un diagnóstico por tratamiento en la mayoría de los casos abordados debido a la limitación de recursos de los propietarios al acceso de un laboratorio diagnóstico por motivos de costo y tiempo. Posteriormente, se instauraba un tratamiento acorde a la presentación clínica y al criterio del médico veterinario a cargo. Finalmente, se evaluaba la respuesta de los animales tratados para evitar cualquier complicación y darles un seguimiento a los diferentes casos en las explotaciones ganaderas de carne y leche vistas.

3.3.2. Afecciones del sistema tegumentario

Dentro de los problemas de piel se identificaron lesiones y/o signos clínicos sugestivos a enfermedades parasitarias, virales y fúngicas. Durante la pasantía se participó en el abordaje de 34 casos de bovinos con presentación de lesiones nodulares sugestivas a una miasis cutánea. Los animales mostraron dolor debido la presencia de las larvas dentro de los nódulos. Se sospechó de las larvas de la mosca del tórsalo como diagnóstico presuntivo por medio de una

identificación visual del ectoparásito (Conde et al. 2021). En la Figura 10 se muestran dos vacas lecheras con las lesiones mencionadas anteriormente.



Figura 10.

Lesiones nodulares sugestivas a una miasis cutánea en vacas lecheras.

El médico veterinario a cargo trató la mayoría de los animales afectados principalmente con control tópico mediante organofosforados de amplia acción y antiparasitarios de uso externo. Otros casos se trataron con doramectina (200 $\mu\text{g}/\text{kg}$) por vía subcutánea (SC), donde se ha visto una mayor actividad antiparasitaria de este fármaco al tener un tiempo prolongado de residencia en el organismo (Lifschitz 2000). Los animales se recuperaron exitosamente.

Por otro lado, se observaron verrugas cutáneas en cabeza, párpados, cuello y hombros principalmente en ocho novillas y nueve vacas adultas, tanto en ganado de cría como en lecherías. Las lesiones observadas fueron sugestivas de papilomatosis bovina (Fufa 2018). Se llevó a cabo un diagnóstico clínico por limitación de recursos en finca. Según Alfaro (2021) en Costa Rica no suele ser común el uso de métodos moleculares e histológicos por parte de los clínicos al ser un diagnóstico muy sugestivo desde el punto de vista clínico. Se trataron

principalmente con yodo a criterio del médico veterinario encargado. Otras alternativas de tratamiento involucran el uso de clorobutanol, autovacunas o métodos quirúrgicos los cuales han demostrado ser muy eficaces para estos casos (Alfaro 2021). Los animales tuvieron una buena respuesta al tratamiento. En la Figura 11 se muestra una fotografía de una vaca lechera con verrugas cutáneas sugestivas a papilomatosis bovina.



Figura 11.

Lesiones cutáneas en cabeza de una vaca lechera sugestivas de papilomatosis bovina.

Se observaron 10 terneros con lesiones circulares y escamosas en una lechería visitada. Según Guo y sus colaboradores (2020), estas lesiones concuerdan con una dermatofitosis fúngica como diagnóstico presuntivo al no contar con la confirmación laboratorial por recursos limitados por costos en la finca visitada. Otros hallazgos importantes fueron una deficiencia nutricional por bajo consumo mineral y una inmunidad deficiente correlacionado con una baja ganancia de peso y un crecimiento retardado. Con base a esta presentación clínica, el médico

veterinario a cargo procedió a utilizar un tratamiento tópico con yodo y se recomendó brindar una buena suplementación mineral. Los terneros tuvieron una buena reacción al tratamiento suministrado. En la Figura 12 se muestra una ternera con lesiones sugestivas a una dermatofitosis fúngica.



Figura 12.

Lesiones circulares y escamosas en ternera de una lechería visitada.

3.3.3. Afecciones del sistema digestivo

Los casos que afectaron el aparato digestivo se presentaron en una de las lecherías visitadas en el periodo de esta pasantía. Se trató de una lesión ulcerativa que afectó la mucosa oral de 30 vacas de producción (principalmente la lengua). Durante la visita se sospechó del virus de la estomatitis vesicular como diagnóstico presuntivo, lo cual concuerda con Schmitt (2002) por las lesiones mencionadas, posible contagio entre las vacas afectadas y por cambios de época (invierno a verano en este caso). Al productor se le recomendó utilizar la acidez de la cáscara de piña en conjunto con el concentrado, así como aplicar virkon®, carbolina y vinagre

al 5% en los comederos, lo cual ayudó a aliviar las lesiones y prevenir infecciones (Schmitt 2002). Se le sugirió mejorar las medidas de bioseguridad de la finca en cuanto al ingreso de personas y camiones, limpieza y desinfección de instalaciones y pezoneras en la explotación.

3.3.4. Afecciones del sistema reproductor

Durante la pasantía se abordaron 28 casos en total relacionados a enfermedades reproductivas; entre ellas se presentaron casos de metritis puerperal, piometra, momificación fetal e involución uterina anormal, los cuales fueron diagnosticados por palpación rectal. Según Navarro (2019), en la mayoría de las fincas de la región Huetar Norte y Pacífico Norte de Costa Rica no existe un registro fidedigno de la frecuencia con que se presentan problemas reproductivos, siendo aun más notorio en las explotaciones de cría en comparación con las lecherías donde existe una mayor manipulación y observación de los animales.

Según Sheldon y sus colaboradores (2009), las infecciones uterinas se clasifican en endometritis, metritis puerperal, metritis puerperal tóxica y piometras. Durante esta práctica se recomendó el uso de prostaglandina IM (500 µg de cloprostenol) para los casos de metritis puerperal, piometras, momificación fetal e involución uterina anormal, donde se obtuvo una excelente respuesta al tratamiento (Knudsen et al. 2015; Plumb 2018; Garzon et al. 2022). La prostaglandina tiene dos funciones: luteolítica y útero tónica (Pate y Hughes 2023). Al colocarla se empezó a eliminar el contenido purulento del útero y favoreció la entrada de celo a causa de la luteólisis. El celo provocó la llegada de anticuerpos del sistema inmunológico para eliminar la infección (Pate y Hughes 2023).

3.3.5. Afecciones del sistema locomotor

Durante la pasantía se presentaron tres casos clínicos de renqueras en total; dos de ellos debido a alteraciones en la mecánica podal y el restante por un cuerpo extraño incrustado en la

pezuña del miembro anterior derecho (MAD). Las renqueras afectan el rendimiento reproductivo y productivo de los bovinos debido a que un animal con dolor en sus miembros anteriores y/o posteriores no va a producir igual que un animal sano, lo cual perjudica la rentabilidad económica de la explotación (Babatunde et al. 2019).

Para los animales con alteración en la mecánica podal se utilizó flunixin meglumine (1,1 mg/kg) y dexametasona (5 a 20 mg/kg) cada 24 horas por vía IM durante tres días seguidos (Plumb 2018). En el caso del cuerpo extraño, se procedió a retirarlo y la herida infectada se lavó con abundante agua. Se realizó tratamiento con antibiótico y analgésico. Se administró bencilpenicilina procaínica + dihidroestreptomicina 20/20 (20 000 UI/kg de penicilina y 20 mg/kg de estreptomicina) y flunixin meglumine (1,1 mg/kg), ambos se inyectaron IM por tres días seguidos (Plumb 2018). En la Figura 13 se muestra la pezuña del MAD afectada una vez removido el cuerpo extraño.



Figura 13.

Pezuña del MAD afectada por un cuerpo extraño en una lechería visitada.

3.3.6. Otras afecciones

Se presentaron cuatro casos con sospecha de hemoparásitos. Primero, se realizó un EOG y se observó la sintomatología de cada paciente donde se notaban deprimidos, inapetentes, membranas mucosas pálidas, frecuencia cardíaca normal a elevada, temperatura elevada (fiebre) y generalmente estaban deshidratados. Además, en dos de los casos, los animales habían estado infestados por garrapatas. Con la información obtenida se sospechó de hemoparásitos, sin embargo, no fue posible realizar una prueba diagnóstica por razones de costo y tiempo para poder determinar la presencia del hemoparásito como, por ejemplo, PCR (Reacción en cadena de la polimerasa) (Ziam et al. 2020). En la Figura 14 se muestra una ternera decaída con la mucosa vulvar pálida con sospecha de hemoparásitos en una lechería visitada.



Figura 14.

Mucosa vulvar pálida en una ternera decaída con sospecha a hemoparásitos.

En todos los casos sospechosos a hemoparásitos se trabajó en base a la sintomatología observada. Se aplicaron hematopoyéticos, hierro (10 a 20 mg) y vitamina B12 (0,0025 mg/kg) durante tres días seguidos (Plumb 2018). Como no se sabía con exactitud si los animales tenían anaplasma o piroplasma, se trataron con imidocarb dipropionato (6,6 mg/kg) o con

oxitetraciclina (20 mg/kg) (Plumb 2018; Ziam et al. 2020). El 100% de los casos tuvieron una recuperación exitosa posterior al tratamiento.

3.4. Otras actividades

En el Cuadro 5 se muestra la distribución de las otras actividades realizadas durante el tiempo en que se desarrolló esta pasantía.

Cuadro 5.

Distribución de otras actividades realizadas en las diferentes explotaciones ganaderas visitadas (dos de febrero al 24 de mayo de 2023).

Actividad	Cantidad de animales	Porcentaje (%)
Aplicación de bolos intraruminales, vacunación y desparasitación	71	33
Administración de minerales	66	31
Evaluación de la rutina de ordeño	66	31
Toma de muestra de sangre en vena coccígea	10	5
Total	213	100

Se trabajó con 71 terneras previamente seleccionadas a las cuales se les colocó un bolo de identificación intraruminal con aretes y se desparasitaron con 6 ml de ivermectina (0,2 mg/kg) con abamectina (0,2 mg/kg) de forma SC y 15 ml de fenbendazol por vía oral (10 mg/kg) (Plumb 2018). De estas 71 terneras, a 35 destetadas se les aplicó 5ml de la vacuna contra clostridiales y tétano. Por otro lado, las 36 terneras restantes fueron vacunadas contra brucelosis con 2ml de la vacuna RB51 (Servicio Nacional de Salud Animal 2023).

Con respecto a la administración de minerales, se inyectaron 10 ml vía IM a 58 hembras con un reconstituyente a base de fósforo, potasio, magnesio, cobre y selenio conocido comercialmente como fosfosán con el fin de realizar un seguimiento del crecimiento ovárico y comprobar si existe un impacto en la reproducción con este producto (González 2021). Según Ahuja y Parmar (2017), estos minerales mencionados tienen un efecto sobre la tasa de concepción, actividad ovárica y síntesis de hormonas reproductivas. Por otra parte, a ocho toros evaluados se les inyectó 10 ml de selenio (10,95 mg/ml) vía SC. El selenio es esencial en la maduración y función espermática. En Costa Rica suele inyectarse debido a que este mineral es deficiente en suelos y pasturas. Además, la deficiencia en selenio puede provocar un mal funcionamiento en la síntesis de testosterona y espermatozoides lo que provoca infertilidad en toros (Mehdi y Dufasne 2016).

En cuanto a la evaluación de la rutina de ordeño, se realizó un pesaje de leche y secado en una finca lechera donde se seleccionaron y registraron vacas de primera y segunda producción de leche, así como vacas por secar. Se trabajó con los siguientes criterios: kg de leche producidos por vaca, número de lactancias, días de parida y/o preñez. Para el secado, se escurría la ubre de la vaca y se le colocaba una suspensión antibiótica intramamaria que contiene penicilina G procaínica (300000 U.I./kg), sulfato de dihidroestreptomicina (100 mg/kg) y nafcilina sódica (100 mg/kg) para prevenir una infección y proteger la glándula mamaria de una posible mastitis (Plumb 2018).

Se llevo a cabo una práctica de colecta de muestra de la vena coccígea en diez vacas de una finca lechera. La vena se localizó en la línea media y caudal a la inserción de los pliegues de la piel de la cola a nivel del espacio entre las vértebras coccígeas seis y siete (Samples 2018). Una vez ubicada la vena, se procedió a insertar la aguja en ángulo recto, luego se colocó el tubo

de ensayo para venopunción y se acomodó la aguja hasta que la sangre empezara a brotar. Cada tubo con EDTA se rotuló y se almacenó en una nevera (Samples 2018).

3.5. Cirugías en bovinos

3.5.1. Cirugías a campo

En cuanto a las consideraciones preoperatorias en bovinos, se debe contar con un ayuno de 24 horas previo al procedimiento para evitar regurgito. Inicialmente, el animal se inmovilizaba y se le aplicaba xilacina (0,02 mg/kg IM) (Clarke et al. 2014). Los bovinos son sumamente sensibles a la xilacina, por lo tanto, no se recomienda utilizar dosis altas debido a que pueden manifestarse efectos adversos tales como congestión, edema pulmonar y muerte por broncoaspiración (Garnero y Perusia 2005; Clarke et al. 2014). Posteriormente, el paciente se colocaba en decúbito lateral. Se utilizaron dos cuerdas como método de sujeción para miembros anteriores y posteriores. Se preparaba el área de trabajo con el equipo necesario, materiales para la limpieza aséptica y el instrumental quirúrgico.

Se realizaron tres cirugías de desviación de pene en toros mediante la técnica de traslocación del pene, la cual consiste en debridar y desviar el prepucio junto con el pene hacia lateral (Baird 2013; Gilbert et al. 2017). Se trabajó con tres días de postoperatorio mediante el uso de antibióticos, analgésicos y cuidado de la herida. Los machos se empezaron a utilizar como toros marcadores un mes después del procedimiento para llevar un control de detección de celos en hembras. Es una cirugía rápida, sencilla, con sangrado mínimo y tiene una excelente recuperación (Garnero y Perusia 2005).

Se realizaron dos castraciones en machos de ganado de cría mediante la técnica abierta de castración. En cuanto al manejo postoperatorio se aplicó ácido tolfenámico LA (2 mg/kg) y penicilina G procaína (44,000 a 66,000 UI/Kg IM) (Baird 2013; Plumb 2018). Las castraciones

son procedimientos de rutina en ganado de carne para prevención de nacimientos no deseados, mejoran la calidad de la canal y facilitan el manejo y seguridad del hato (Baird 2013).

3.5.2. Cirugía intrahospitalaria

Se realizó una mastectomía en una vaca Jersey con historial clínico de mastitis crónica recurrente para fines de docencia en la EMV, UNA. Se empleó el ultrasonido para glándula mamaria en el HEMT, UNA. Según Flock y Winter (2006), la imagen ultrasonográfica normal de la glándula mamaria es uniformemente ecoica con una estructura granular. Contrario a los hallazgos ultrasonográficos encontrados donde se observó fibrosis, tejido calcificado y poco tejido glandular en el cuarto anterior y posterior. A manera de ejemplo, en la Figura 15, se muestra una vista ultrasonográfica lateral del cuarto anterior de la glándula mamaria afectada.



Figura 15.

Vista ultrasonográfica lateral del cuarto anterior izquierdo en vaca lechera para mastectomía tomada en el HEMT, UNA.

En el preoperatorio se utilizó meloxicam intravenoso (IV) (0,5 mg/kg), bencilpenicilina procaínica + dihidroestreptomicina 20/20 (20 000 UI/kg de penicilina y 20 mg/kg de estreptomicina) y xilacina (0,01 mg/kg) (Plumb 2018). Para la anestesia lumbosacra se trabajó con morfina (50 mg/kg) entre las vértebras L6 y S1 (Plumb 2018).

Para la inducción anestésica se empleó ketamina (2 mg/kg), diazepam (0,1 mg/kg) y una infusión a velocidad constante (CRI) de ketamina. El animal se colocó en decúbito dorsal, se limpió y rasuró la zona antes de dar inicio al procedimiento. Durante la cirugía, se realizó una incisión elíptica alrededor de la ubre y se procedió a diseccionar los tejidos subcutáneos (Gilbert et al. 2017). Se contó con cuatro doctores para poder remover la glándula mamaria. Después de retirar la ubre, se cerró la incisión. Se colocó un drenaje de Penrose y tubo fenestrado, el cual permaneció en el animal por tres días seguidos (Gilbert et al. 2017).

En el manejo postoperatorio se le administró meloxicam (0,5 mg/kg SC) cada 48 horas durante tres días, bencilpenicilina procaínica + dihidroestreptomicina 20/20 (20 000 UI/kg de penicilina y 20 mg/kg de estreptomicina) cada 24 horas durante ocho días y estuvo con epidural con morfina por tres días (Plumb 2018). El paciente se internó en el HEMT desde el 24 de mayo hasta el 16 de julio de 2023 donde se monitorearon parámetros fisiológicos y se vigiló la sutura.

Este tipo de procedimiento quirúrgico se debe hacer idealmente en el quirófano y no se recomienda realizarlo a nivel de campo al no contar con el equipo necesario para mantener al paciente bajo anestesia en cirugías prolongadas (Gilbert et al. 2017). La mastectomía se hace en casos muy particulares, por ejemplo, en mastitis crónicas recurrentes (como lo fue este caso) o una mastitis necrotizante con riesgo de septicemia que comprometa la vida del animal (Gilbert et al. 2017). Es una cirugía poco común de efectuarse al no ser rentable para los sistemas de producción lechera. Un productor normalmente optaría por el descarte de un animal en estas condiciones (Gilbert et al. 2017).

4. CONCLUSIONES

4.1. La pasantía realizada permitió fortalecer los conocimientos teórico-prácticos y la obtención de experiencia y aprendizaje en el área de reproducción, medicina interna y cirugía en bovinos en las diferentes fincas de la Región Huetar Norte y Pacífico Norte, la EMV y el HEMT de la UNA; indispensables para el médico veterinario que se dedique a laborar con bovinos.

4.2. Se desarrollaron las habilidades necesarias en cuanto a la capacitación y aplicación de protocolos de sincronización de celos, la importancia de conocer las dosis y el funcionamiento de cada hormona en el animal, así como la aplicación práctica obtenida, el desarrollo de destrezas en la técnica de IA en ganado bovino y los cuidados pertinentes para obtener buenos porcentajes de preñez en un hato productivo.

4.3. Se adquirió entrenamiento y un amplio conocimiento en el manejo y diagnóstico reproductivo mediante la práctica recibida en cuanto al refuerzo del conocimiento en palpación rectal y uso de ultrasonido en las diferentes fincas visitadas, así como en el diagnóstico y tratamiento de los diferentes problemas y enfermedades a nivel reproductivo.

4.4. Durante el abordaje de los casos de medicina interna en bovinos se participó en la anamnesis, examen físico, posibles diagnósticos diferenciales y tratamientos de una variedad de problemas a nivel de campo, con la posibilidad de adquirir experiencia muy valiosa para poder recomendar, asesorar a los productores y manejar casos clínicos de la mejor manera a la hora de trabajar como futuro médico veterinario.

5. RECOMENDACIONES

A los estudiantes y profesionales involucrados en el área de reproducción y medicina interna de bovinos de leche y cría:

5.1. Aplicar los conocimientos en reproducción y medicina interna acorde a las necesidades específicas de cada explotación ganadera con el fin de ayudar a los productores con soluciones prácticas y asertivas a la problemática en específico de cada sistema productivo.

5.2. Concientizar a los estudiantes y profesionales de la carrera de Medicina Veterinaria sobre la importancia que tiene los sistemas de registros en las fincas, la comunicación con el productor y el personal de la finca. Se necesitan mantener registros detallados con el fin de analizar los datos y tener la capacidad de tomar decisiones correctas para que el sistema de producción sea lo más rentable posible y poder mejorar la eficiencia productiva.

5.3. Enseñar a los estudiantes de medicina veterinaria sobre lo apasionante que es el área de reproducción, medicina interna y cirugías en bovinos con el propósito de contar con profesionales preparados en estas áreas para que tengan las herramientas necesarias para enfrentarse al mercado laboral.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams G, Singh J. 2021. Ovarian follicular and luteal dynamics in cattle. En: Hopper R. Bovine reproduction. Iowa (IA): John Wiley & Sons. p. 292-311.
- Ahuja AK, Parmar D. 2017. Role of minerals in reproductive health of dairy cattle: a review. *Int. J. Livest. Res.* [Internet]. [citado el 15 de febrero de 2024]. 7(10): 16-26. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/320162198_Role_of_Minerals_in_Reproductive_Health_of_Dairy_Cattle_A_Review
- Alfaro R. 2021. Caracterización molecular, macroscópica y microscópica de genotipos de papilomavirus bovino en Costa Rica. Tesis (Magíster Scientiae). Heredia, Costa Rica: Universidad Nacional. p. xxi, xxii.
- Babatunde SM, Ramanoon SZ, Shakiq WM, Mansor R, Syed-Hussain S. 2019. Dairy farmers' perceptions of and actions in relation to lameness management. *Animals (Basels)*. [Internet]. [citado el 19 de octubre de 2023]. 9 (5): 1-15. Disponible en: doi: 10.3390/ani9050270.
- Baird A. 2013. Bovine Urogenital Surgery. En: Hendrickson D, Baird A. (Eds). *Turners and McIlwraith's Techniques in Large Animal Surgery*. 4th ed. Iowa (IA). Wiley Blackwell. p. 235-272.
- Barth A. 2007. Evaluation of potential breeding soundness of the bull. En: Youngquist R, Trelfall W. (Eds). *Current therapy in large animal theriogenology*. 2 ed. Saunders Elsevier. Missouri, Estados Unidos. p. 239-240.
- Berglund B. 2008. Genetic improvement of dairy cow reproductive performance. *Reprod Dom Anim.* [Internet]. [citado el 08 de febrero de 2024]. 43 (2): 89-95. Disponible en: doi: 10.1111/j.1439-0531.2008.01147.x

- Bó GA, Baruselli PS. 2014. Synchronization of ovulation and fixed-time artificial insemination in beef cattle. *Animal*. [Internet]. [citado el 09 de febrero de 2024]. 8 (1): 144-150. Disponible en: doi:10.1017/S1751731114000822
- Campabadal C. 2008. Efecto de la nutrición sobre la reproducción del ganado de leche. Asociación Americana de Soya. [Internet]. [citado el 26 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://docplayer.es/29522541-Efecto-de-la-nutricion-sobre-la-reproduccion-del-ganado-de-leche-dr-carlos-campabadal-ph-d-asociacion-americana-de-soya.html>
- Cardoso CE, Wiltbank MC, Sartori R. 2021. Factors that optimize reproductive efficiency in dairy herds with an emphasis on timed artificial insemination programs. *Animals (Basel)*. [Internet]. [citado el 28 de agosto de 2023]. 11 (2), 301. p. 1. Disponible en: doi: 10.3390/ani11020301.
- Chacón J, Pérez E, Müller E, Soderquist L, Rodríguez H. 1999. Breeding soundness evaluation of extensively managed bulls in Costa Rica. *Theriogenology*. [Internet]. [citado el 12 de noviembre de 2023]. 15, 52(2). p. 221-231. Disponible en: doi: 10.1016/S0093-691X(99)00124-7
- Christiansen D. 2021. Examination for pregnancy: rectal palpation. En: Hopper R. *Bovine reproduction*. Iowa (IA): John Wiley & Sons. p. 471-477.
- Clarke KW, Trim CM, Hall LW. 2014. *Veterinary Anesthesia*. 11 ed. Elsevier Ltd. p. 456-467.
- Colloton J. 2021. Ultrasound evaluation of the female reproductive tract. En: Hopper R. *Bovine reproduction*. Iowa (IA): John Wiley & Sons. p. 486-508.
- Conde MH, Borges DG, Freitas MG, Da Silva MC, Borges F. 2021. First report of *Dermatobia hominis* resistant to doramectin in cattle. *Veterinary Parasitology*. [Internet]. [citado el 02 de Setiembre de 2023]. 289, 109335. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304401720303150>

- Delano ML, Mischler SA, Underwood WJ. 2002. Biology and diseases of ruminants: sheep, goats, and cattle. *Laboratory Animal Medicine*. [Internet]. [citado el 7 de Setiembre de 2022]. p 537-611. Disponible en: doi:10.1016/b978-012263951-7/50017-x
- DesCôteaux L, Gnemmi G, Colloton J. 2010. *Practical Atlas of Ruminant and Camelid Reproductive Ultrasonography*. Iowa, Estados Unidos: Blackwell Publishing. 35-59p.
- Domínguez C, Ruiz A, Pérez R, Martínez N, Drescher K, Pinto L, Araneda R. 2008. Efecto de la condición corporal al parto y del nivel de alimentación sobre la involución uterina, actividad ovárica, preñez y la expresión hipotalámica y ovárica de los receptores de leptina en vacas doble propósito. *Rev. Fac. Cienc. Vet. UCV*. [Internet]. [citado el 14 de febrero de 2024]. 49 (1): 23-26. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-65762008000100004
- Dyer T, Graves W. 2017. Estrous synchronization procedures for beef cattle. UGA Extensión. Universidad de Georgia. [Internet]. [citado el 27 de agosto de 2022]. p 1-3. Disponible en: https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/B%201232_5.PDF
- Eddy RG, Pinsent PJ. 2004. Diagnosis and differential diagnosis in the cow. En: Andrews AH, Blowey RW, Boyd H & Eddy RG. *Bovine medicine and husbandry of cattle*. 2. ed. United Kingdom: Blackwell Publishing. p. 137-138.
- Ferguson JD. 2005. Nutrition and reproduction in dairy herds. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. [Internet]. [citado el 28 de agosto de 2022]. 21 (1); 325-345. Disponible en: doi: 10.1016/j.cvfa.2005.03.001.
- Flock M, Winter P. 2006. Diagnostic ultrasonography in cattle with diseases of the mammary gland. *The Veterinary Journal*. [Internet]. [citado el 3 de octubre de 2023]. 171; 314-321. Elsevier Ltd. Disponible en: doi:10.1016/j.tvjl.2004.11.002.

- Forde N, Beltman ME, Longergan P, Diskin M, Roche JF & Crowe MA. 2011. Oestrous cycles in Bos taurus cattle. Anim Reprod Sci. [Internet]. [citado el 8 de octubre de 2023]. 124(3-4):163-169. Disponible en: doi: 10.1016/j.anireprosci.2010.08.025.
- Fontes P, Oosthuizen N. 2022. Applied use of Doppler Ultrasonography in Bovine Reproduction. Front Anim Sci. [Internet]. [citado el 28 de agosto de 2023]. Disponible en: 3:912854. <https://doi.org/10.3389/fanim.2022.912854>
- Fufa A. 2018. Cutaneous Bovine Papillomatosis (Warts) Treatment Outcome Using Ivermectin: A Case of Crossbred Heifer and Calf. J Vet Sci Technol. [Internet]. [citado el 06 de setiembre de 2023].9(2): 544. p 1-2. Disponible en: DOI: 10.4172/2157-7579.1000544
- Garnero O, Perusia O. 2005. Preparación quirúrgica de toros marcadores: una técnica para cada necesidad. XXXIII. Jornadas Uruguayas de Buiatría. [Internet]. [citado el 28 de agosto de 2023]. p 156-158. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/323/JB2005_156-158.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Garzon A, Having G, Lima F, Silva-Del-Rio N, Samah F, Pereira R. 2022. Defining clinical diagnosis and treatment of puerperal metritis in dairy cows: A scoping review. J Dairy Sci. [Internet]. [citado el 25 de agosto de 2023]. 105 (4): 3340-3452. Disponible en: DOI: 10.3168/jds.2021-21203.
- Gilbert RO, Cable C, Fubini SL, Steiner A. 2017. Surgery of the Bovine Reproductive System and Urinary Tract. En: Fubini SL, Ducharme N. Farm Animal Surgery. 2 ed. St. Louis, Missouri. Elsevier. p. 483-485.
- González M. 2021. Efecto de la adición de minerales sobre respuestas reproductivas de vacas Angus lactantes bajo un programa de inseminación artificial a tiempo fijo. Tesis para obtener el grado

de Maestro en Ciencias en Sistemas de Producción Animal. Universidad Autónoma de Baja California. [Internet]. [citado el 15 de febrero de 2024]. p 24-25. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorioinstitucional.uabc.mx/server/api/core/bitstreams/25673ee5-9004-43e0-a8f9-4330390908df/content>

Granados L. 2017. Manejo reproductivo del ganado bovino en los diferentes sistemas de producción de la región Hueatar Norte y Chorotega de Costa Rica. Trabajo Final de Graduación (Licenciatura). Heredia, Costa Rica: Universidad Nacional. p. 41.

Guo Y, Ge S, Lou H, Rehman A, Li Y, He S. 2020. Occurrence of *Trichophyton verrucosum* in cattle in the Ningxia Hui autonomous region, China. *BMC Vet Res*. [Internet]. [citado el 16 de febrero de 2024]. 16 (1): 187. p 1-9. Disponible en: [doi:10.1186/s12917-020-02403-6](https://doi.org/10.1186/s12917-020-02403-6)

Hadgu A, Fesseha H. 2020. Reproductive biotechnology options for improving livestock production: a review. *Adv Food Technol Nutr Sci Open J*. [Internet]. [citado el 25 de octubre de 2023]. 6 (1); 14-15. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://openventio.org/wp-content/uploads/Reproductive-Biotechnology-Options-for-Improving-Livestock-Production-A-Review-AFTNSOJ-6-164.pdf>

Heise A. 2012. Artificial insemination in veterinary science. En: Pérez, C. *A bird's-eye view of veterinary medicine*. España: IntechOpen. [Internet]. [citado el 28 de agosto de 2022]. p 17-22. Disponible en: <http://www.intechopen.com/books/a-bird-s-eye-view-of-veterinary-medicine/artificial-insemination-in-veterinaryscience>

Hernández J. 2016. Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros. 1. ed. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México. p. 28-32, 158-166.

- Holmann F, Rivas L, Pérez E, Castro C, Schuetz P, Rodríguez J. 2007. La cadena de carne bovina de Costa Rica: identificación de temas críticos para impulsar su modernización, eficiencia y competitividad. International Livestock Research Institute. Calí, Colombia. [Internet]. [citado el 31 de agosto de 2022]. p 33. Disponible en: https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/54338/la_cadena_carne_bovina_costa_rica.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [INEC] Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2021. Encuesta Nacional Agropecuaria 2020. INEC, San José, Costa Rica. [Internet]. [citado el 1 de setiembre de 2023]. Disponible en: <https://www.inec.cr/noticia/produccion-de-ganado-vacuno-se-estimo-en-14-millones-de-cabezas>
- [INEC] Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2023. Encuesta Nacional Agropecuaria 2022. Hato vacuno se estima en 1,5 millones de cabezas. INEC, San José, Costa Rica. [Internet]. [citado el 05 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://observador.cr/hato-vacuno-en-costa-rica-se-estima-en-15-millones-de-cabezas/>
- Islam R. 2011. Synchronization of estrus in cattle: A review. *Veterinary World*. [Internet]. [citado el 3 de setiembre 2023]. Vol 4(3):136-141. India. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.veterinaryworld.org/Vol.4/March%20-%202011/Synchronization%20of%20Estrus%20in%20Cattle.pdf>
- Kasimanickam R. 2021a. Pharmacological intervention of estrous cycles. En: Hopper R. *Bovine reproduction*. Iowa (IA): John Wiley & Sons. p. 458-468.
- Kasimanickam R. 2021b. Artificial insemination. En: Hopper R. *Bovine reproduction*. Iowa (IA): John Wiley & Sons. p. 447-456.

- Knudsen LRV, Karstrup CC, Pedersen HG, Agerholm JS, Jensen TK, Klitgaard K. 2015. Revisiting bovine pyometra-new insights into the disease using a culture-independent deep sequencing approach. *Veterinary Microbiology*. [Internet]. [citado el 23 de octubre de 2023]. 175 (2-4): 319-320. Disponible en: doi: 10.1016/j.vetmic.2014.12.006.
- Kumar PR, Singh S, Kharche S, Govindaraju CS, Behera BK, Shukla SN, Kumar H, Agarwal SK. 2014. Anestrus in cattle and buffalo: Indian perspective. *Advances in Animal and Veterinary Science*. [Internet]. [citado el 02 de noviembre de 2023]. 2 (3): 124-138. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14737/journal.aavs/2014/2.3.124.138>. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://nexusacademicpublishers.com/uploads/files/Nexus_301.pdf
- Lifschitz A, Virkel G, Sallovitz J, Sutra J, Galtier P, Alvinerie M, Lanusse C. 2000. Comparative distribution of ivermectin and doramectin to parasite location tissue in cattle. *Vet Parasitol*. [Internet]. [citado el 6 de setiembre de 2023]. 1;87(4): 327-338. Disponible en: doi: 10.1016/s0304-4017(99)00175-2.
- Macmillan KL. 2010. Recent advances in the synchronization of estrus and ovulation in dairy cows. *J Reprod Dev*. [Internet]. [citado el 23 de agosto de 2022]. 56; S42-S47. Disponible en: doi: 10.1262/jrd.1056s42.
- Mehdi Y, Dufrasne, I. 2016. Selenium in Cattle: A Review. *Molecules*. [Internet]. [citado el 15 de febrero de 2024]. 21 (4): 6. Disponible en: doi:10.3390/molecules21040545.
- Mora JA. 2005. Reproducción de hatos lecheros con énfasis en anestro verdadero y anestro por celo no observado. Trabajo Final de Graduación (Licenciatura). Heredia, Costa Rica: Universidad Nacional. p. 2-7

- Navarro L. 2019. Caracterización de sistemas de producción bovina y su asociación con la prevalencia de enfermedades venéreas primarias en machos reproductores de la zona Huetar Norte y Pacífico Norte de Costa Rica. Tesis (Magíster Scientiae). Heredia, Costa Rica: Universidad Nacional. p. 35.
- Navarro L, Chacón J. 2020. Frozen-Thawed semen quality: Its relationship with the conception rate in tropical beef cattle herds using time artificial insemination. Research Program Applied Animal Andrology. Anim Reprod Sci. Heredia, Costa Rica: Universidad Nacional. [Internet]. [citado el 19 de noviembre de 2023]. p 28. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/347457246_Frozen-thawed_semen_quality_its_relationship_with_the_conception_rate_in_tropical_beef_cattle_herds_using_fix_time_artificial_insemination
- Pate JL, Hughes CH. 2023. Review: Luteal prostaglandins: mechanisms regulating luteal survival and demise in ruminants. Animal Suppl [Internet]. [citado el 05 de noviembre de 2023]. 1: 100739. Disponible en: doi: 10.1016/j.animal.2023.100739.
- Peter AT, Vos PL, Ambrose DJ. 2009. Postpartum anestrus in dairy cattle. Theriogenology. [Internet]. [citado el 23 de Setiembre de 2022]. 71(9); 1333-1342. Disponible en: doi: 10.1016/j.theriogenology.2008.11.012.
- Plumb D. 2018. Veterinary Drug Handbook. 9 ed. Pharma Vet Inc. Wiley-Blackwell. p 1- 3799.
- Pryce JE, Coffey MP, Simm G. 2001. The relationship between Body Condition Score and Reproductive Performance. J. Dairy Sci. [Internet]. [citado el 22 de agosto de 2023]. 84 (6); 1508-1515. Disponible en: doi: 10.3168/jds.S0022-0302(01)70184-1.
- Quintero AD, Gómez N, Mogollón EM. 2019. Diagnóstico de gestación por palpación. En: Quintero AD, Mogollón EM, Gómez N, Moreno ER, Dubeibe DF, Barajas DP. Diagnóstico de gestación

en bovinos. [Internet]. [citado el 10 de noviembre de 2023]. Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje SENA- Universidad Cooperativa de Colombia. p. 18-28. Disponible en: <https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/6928>

Riveros D, Marin L, Parra J, Peña M, Chacón L, Góngora A. 2018. Comparison between two fixed-time artificial insemination protocols in Brahman cows. [Internet]. [citado el 18 de noviembre de 2023]. Rev. MVZ Córdoba. Vol 23 (Suplemento): 7025-7034. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8286171.pdf>

Roche JR, Kay JK, Friggens NC, Looor JJ, Berry DP. 2013. Assessing and managing body condition score for the prevention of metabolic disease in dairy cows. Vet Clin North Am Food Anim Pract. [Internet]. [citado el 18 de noviembre de 2023]. 29(2): 323-336. Disponible en: doi: 10.1016/j.cvfa.2013.03.003.

Ruiz JI, Vargas B, Abarca S, Hidalgo HG. 2019. Efecto del estrés calórico sobre la producción del ganado lechero en Costa Rica. [Internet]. [citado el 20 de marzo de 2024]. Agronomía Mesoamericana. Vol 30 (3): 734-735. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.mag.go.cr/rev_mesov30n03_733.pdf.

Samples OM. 2018. Diagnostic sampling and therapeutic techniques. En: Bassert JM, Beal AD, Samples OM. McCurnin's Clinical textbook for veterinary technicians. 9 ed. St. Louis, Missouri. Elsevier, Inc. p 601-602.

Sartori R, Barros CM. 2011. Reproductive cycles in *Bos indicus* cattle. Anim Reprod Sci. [Internet]. [citado el 01 de Setiembre de 2022]. 124 (3-4): 244-250. Disponible en: doi: 10.1016/j.anireprosci.2011.02.006

- Sartori R, Bastos MR, Baruselli PS, Gimenes LU, Ereno RL, Barros CM. 2010. Physiological differences and implications to reproductive management of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle in a tropical environment. Soc of Reprod Fertil Suppl. [Internet]. [citado el 10 de Setiembre de 2022]. 67 (1): 357-375. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/51491575_Physiological_differences_and_implications_to_reproductive_management_of_Bos_taurus_and_Bos_indicus_cattle_in_a_tropical_environment
- Schmitt B. 2002. Vesicular stomatitis. Vet Clin Food Anim. [Internet]. [citado el 16 de Julio del 2023]. 18 (3): 453-9, vii-viii. Disponible en: doi: 10.1016/s0749-0720(02)00031-2.
- [SENASA] Servicio Nacional de Salud Animal. 2023. Programa Nacional de Brucelosis. Vacunación contra Brucelosis Bovina. Heredia, Costa Rica. [Internet]. [citado el 16 de febrero de 2023]. Disponible en: <https://www.senasa.go.cr/informacion/centro-de-informacion/informacion/sgc/pnbrucelosis/procedimientos-2/pn-b-pg-003-vacunacion-contra-brucelosis-bovina/8652-pn-b-pg-003-v01-vacunacion-contra-brucelosis-bovina>
- Sheldon IM, Cronin J, Goetze L, Donofrio G, Schuberth. 2009. Defining postpartum uterine disease and the mechanisms of infection and immunity in the female reproductive tract in cattle. Biol Reprod. Trans. [Internet]. [citado el 08 de noviembre del 2023]. 81(6): 1025-1032. Disponible en: DOI: 10.1095/biolreprod.109.077370
- Solano M, Vargas B, Saborío A, Pichardo D. 2018. Factores genéticos y ambientales que inciden en lesiones podales del ganado lechero en Costa Rica. Agron. Mesoam. [Internet]. [citado el 02 de Setiembre de 2022]. 29 (1): 123-124. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15517/ma.v29i1.28027>.

- Stojkov J, Von Keyserlingk M, Duffield T, Fraser D. 2020. Management of cull dairy cows: Culling decisions, duration of transport, and effect on cow condition. *J Dairy Sci* [Internet]. [citado el 10 de febrero de 2024]. 103 (3): 2636-2649. Disponible en: doi:10.3168/jds.2019-17435
- Temesgen MY, Assen A, Gizaw T, Minalu, & Mersha A. 2022. Factors affecting calving to conception interval (days open) in dairy cows located at Dessie and Kombolcha towns, Ethiopia. *PLOS ONE*. [Internet]. [citado el 01 de Setiembre de 2022]. 17 (2).1-2. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0264029>
- Terra R, Reynolds J. 2015. Ruminant history, physical examination, welfare assessment and records. En: Smith B. editor. *Large animal internal medicine*. Missouri, USA. Elsevier Mosby. p. 2-12.
- Vilanova LT, Ballarales PP. 2005. La evaluación andrológica: justificación y métodos. En: González-Stagnaro C, Soto-Belloso E, editores. *Manual de Ganadería Doble Propósito*. Maracaibo, Venezuela: Ediciones Astro Data, S.A. p. 498-503.
- Volkan K, Fetih G, Baris A. 2021. Effect of Body Condition Score on Estrus-Ovulation Synchronization and Pregnancy in Cows and Heifers. *Van Vet J*. [Internet]. [citado el 22 de octubre de 2023]. 32 (1):18-21. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1449515>
- Ziam H, Tahar K, Khelaf S, Rabah K, Zohelr H, Dirk G. 2020. Bovine piroplasmiasis-anaplasmosis and clinical signs of tropical theileriosis in the plains of Djurdjura (North Algeria). *Vet Med Sci*. [Internet]. [citado el 16 de febrero de 2024]. 6(4):720-729. Disponible en: doi:10.1002/vms3.305