

**Universidad Nacional
Facultad de Ciencias de la Salud
Escuela de Medicina Veterinaria**

**Pasantía en manejo reproductivo en hatos bovinos de
carne y leche en fincas ubicadas en la región
Huetar Atlántica de Costa Rica**

Modalidad: Pasantía

**Trabajo Final de Graduación para optar por el Grado
Académico de Licenciatura en Medicina Veterinaria**

Stefany Madrigal Araya

Campus Presbítero Benjamín Núñez

2025

TRIBUNAL EVALUADOR

Laura Bouza Mora, M.Sc.
Vicedecana Facultad de Ciencias de la Salud

Julia Rodríguez Barahona, PhD.
Directora Escuela de Medicina Veterinaria

Andrés Aguilar Chavarría, M.Sc.
Tutor

Fecha: _____

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por haberme dado salud y fortaleza para llegar a este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres, Carlos y Beatriz, por su apoyo incondicional en este largo camino. Ellos me impulsaron a seguir mis sueños, a no darme por vencida y sobre todo me enseñaron el verdadero significado del amor por medio de todos los sacrificios que hicieron para que esto sea una realidad.

A mis abuelas Zulay y Nidia, porque a pesar de nuestra distancia física, sé que ambas me acompañan y están felices de que este viviendo este momento.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente al Dr. Andrés Aguilar por los conocimientos transmitidos durante la carrera, por aceptarme como pasante, por su paciencia y por convertirse en un amigo del que obtuve consejos, vivencias e incluso la confianza de pedir ayuda cuando la necesitaba.

A los productores visitados durante la pasantía por permitirme participar de las actividades realizadas con sus animales, por tratarme siempre con amabilidad y por transmitir ese conocimiento que no se encuentra en ningún libro.

A mis compañeros de carrera y de “paseos”, por hacer que mi estancia en Heredia fuera más llevadera.

A Marianita por ser tan incondicional desde el internado e incluso hasta la fecha.

Finalmente, quiero agradecer a una persona que, a pesar de las circunstancias, siempre creyó en mí y me enseñó que era capaz de lograr cosas que ni yo misma imaginaba.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

TRIBUNAL EXAMINADOR	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE ABREVIATURAS	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
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. Materiales y métodos	7
2.1.1 Área de trabajo.....	7
2.1.2 Actividades	9
2.1.3 Animales de estudio	9
2.1.4 Horario de trabajo.....	10
2.1.5 Registro y análisis de datos.....	10
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
3.1. Datos generales	11
3.2. Manejo reproductivo	12
3.2.1 Diagnóstico reproductivo	12
3.2.2 Aplicación de biotecnologías reproductivas	18
3.2.3 Abordaje clínico.....	23
3.2.4 Medicina preventiva.....	26
3. 3. Parámetros reproductivos.....	28
4. CONCLUSIONES.....	35
5. RECOMENDACIONES.....	36
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Fincas visitadas durante la pasantía con el Dr. Aguilar.	8
Cuadro 2. Hallazgos reproductivos obtenidos durante la palpación rectal en vacas de las fincas visitadas.	14
Cuadro 3. Hallazgos reproductivos obtenidos durante la palpación rectal en búfalas de las fincas visitadas.	16
Cuadro 4. Prácticas de biotecnología reproductiva aplicadas en las fincas visitadas.	19
Cuadro 5. Abordaje de las patologías reproductivas presentes en las fincas visitadas.	23
Cuadro 6. Procedimientos relacionados con medicina preventiva.	26
Cuadro 7. Parámetros reproductivos de las fincas asesoradas por el Dr. Aguilar....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de las fincas visitadas según su propósito.....	11
Figura 2. Distribución de los procedimientos realizados durante la pasantía.	12
Figura 3. Palpación rectal como método de diagnóstico reproductivo utilizado en la pasantía.....	13
Figura 4. Atención de parto distócico en finca La Joya.	24
Figura 5. Mastitis secundaria a fiebre de leche en novilla de primer parto.	25

LISTA DE ABREVIATURAS

BE	Benzoato de estradiol
BEN	Balance energético negativo
CANABU	Cámara Nacional de Bufaleros
CPE	Cipionato de estradiol
DA	Días abiertos
Dr.	Doctor
eCG	Gonadotropina coriónica equina
EPP	Edad al primer parto
FSH	Hormona foliculoestimulante
GnRH	Hormona liberadora de gonadotropina
gr	Gramos
HP	Hembras paridas
HV	Hembras vacías
IATF	Inseminación artificial a tiempo fijo
IEP	Intervalo entre partos
IPPS	Intervalo parto – Primer servicio
LH	Hormona luteinizante
mg	Miligramos
ml	Mililitros
N	Número de animales
OPU	Ovum pick up
P4	Progesterona
PGF2α	Prostaglandina
SPC	Servicios por concepción
UI	Unidades internacionales
μg	Microgramos

RESUMEN

La ganadería es una de las principales actividades económicas en Costa Rica y su éxito está directamente vinculado con el manejo reproductivo del hato. Dicho manejo resulta crucial para garantizar tanto la sostenibilidad del sistema, así como un retorno económico satisfactorio para el productor. Este hecho motivó la realización de una pasantía cuyo objetivo fue desarrollar y reforzar habilidades relacionadas con el manejo reproductivo en fincas dedicadas a la cría de bovinos y producción láctea, ubicadas en la región Huetar Atlántica de Costa Rica. Para ello se visitaron 24 fincas en un periodo comprendido entre el 10 de enero y el 03 de octubre de 2024, cumpliendo con un total de 327 horas bajo la supervisión del Dr. Andrés Aguilar Chavarría. En este periodo se atendieron 1477 pacientes, siendo 1381 (93,50%) bovinos y 96 (6,50%) búfalos. En estos animales se realizaron un total de 933 diagnósticos reproductivos mediante palpación transrectal y ultrasonografía, 68 protocolos de sincronización de celo, cuatro casos de complicaciones relacionadas con el parto y lactancia (parto distócico, retención de placenta, mastitis) y 645 procedimientos relacionados con medicina preventiva (muestreo, prueba y vacunación). Además, se tuvo la oportunidad de asistir al Dr. Aguilar en 19 procedimientos de inseminación artificial, 27 transferencias de embriones, ocho aspiraciones foliculares y tres evaluaciones andrológicas a campo. La experiencia adquirida durante la pasantía permitió alcanzar los objetivos planteados inicialmente, al reforzar conocimientos y desarrollar nuevas destrezas en el ámbito reproductivo. A través de este proceso se concluyó que la reproducción constituye un pilar fundamental en los sistemas de producción bovinos los cuales requieren del trabajo conjunto entre médico veterinario y productor para alcanzar la mayor eficiencia posible; mediante la implementación de estrategias técnicas, toma de decisiones asertivas y manejo adecuado.

Palabras claves: Reproducción, biotecnologías reproductivas, manejo preventivo, registros.

ABSTRACT

Livestock farming is one of the main economic activities in Costa Rica, and its success is directly linked to the reproductive management of the herd. Such management is crucial to ensure both the sustainability of the system and a satisfactory economic return for the producer. This motivated the completion of an internship whose objective was to develop and reinforce skills related to reproductive management on farms dedicated to cattle breeding and dairy production located in the Huetar Atlántica region of Costa Rica. For this purpose, 24 farms were visited between January 10 and October 3, 2024, completing a total of 327 hours under the supervision of Dr. Andrés Aguilar Chavarría. During this period, 1,477 patients were treated, 1,381 (93.50%) cattle and 96 (6.50%) buffalo. A total of 933 reproductive diagnoses were performed on these animals using transrectal palpation and ultrasound, along with 68 estrus synchronization protocols, four cases of complications related to parturition and lactation (dystocic delivery, retained placenta, mastitis), and 645 preventive medicine procedures (sampling, testing, and vaccination). In addition, the internship provided the opportunity to assist Dr. Aguilar in 19 artificial insemination procedures, 27 embryo transfers, eight follicular aspirations, and three field andrological evaluations. The experience gained during the internship allowed us to achieve the initially stated objectives by reinforcing knowledge and developing new skills in the reproductive field. Through this process, it was concluded that reproduction constitutes a fundamental pillar in bovine production systems, which require collaborative work between the veterinarian and the producer to achieve the greatest possible efficiency through the implementation of technical strategies, assertive decision-making, and appropriate management.

Keywords: Reproduction, reproductive biotechnologies, preventive management, records.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En Costa Rica la ganadería representa una de las principales actividades económicas, según la Encuesta Nacional Agropecuaria en el año 2023 la población bovina alcanzó una totalidad de 1 510 563 cabezas de ganado; de las cuales 59,70% son destinadas a la producción de carne; 21,40% son de doble propósito; 18,80% están dedicadas a la producción láctea y 0,10% representa aquellos animales de trabajo como bueyes (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2023). El nivel de tecnificación en los diferentes tipos de producción bovina en nuestro país es variable, debido a factores como el tamaño de la finca, su ubicación geográfica, el objetivo de la producción y el acceso a recursos tecnológicos que permitan simplificar el trabajo y a la vez mejorar la calidad del producto generado (Holmann et al., 2008).

Por lo anterior, en Costa Rica encontramos explotaciones ganaderas con características propias, pero también con necesidades específicas. No obstante, sin importar el tipo de producción bovina, la reproducción y su adecuado manejo es un requisito primordial para asegurar no sólo la sostenibilidad del sistema, sino también un retorno económico satisfactorio para el productor. Por esta razón, el uso de la técnica de palpación rectal realizada por un médico veterinario con experiencia es una herramienta práctica y económica, para determinar el estatus reproductivo de los animales, realizar diagnósticos de gestación e identificación de patologías reproductivas presentes en la hembra bovina (Baruselli et al., 2018). Así mismo, es la base fundamental para la aplicación de herramientas de tecnología avanzada como la ultrasonografía transrectal y aplicación de otras técnicas de biotecnología de la reproducción (Fricke et al., 2016).

El registro adecuado de los eventos y datos que se generan a diario en las explotaciones ganaderas produce información que ayuda a establecer el valor meta adecuado de los parámetros de producción y reproducción para cada establecimiento de producción primaria bovina, tales como edad al primer parto, número de servicios por concepción, intervalo entre partos, días abiertos, intervalo parto-primer celo e intervalo parto-primer servicio, ganancia de peso diaria, entre otros (Mariscal et al., 2016). La sistematización de los datos permite obtener de forma rápida y confiable la información necesaria para definir el plan a seguir con aquellos animales que enfrentan algún problema de salud específico, facilita y ayuda a la evaluación de los parámetros productivos y reproductivos de aquellos animales de descarte o para la selección de reemplazos de la finca (CRIPAS, 2010; Romero et al., 2019). Siempre es importante considerar que la fertilidad es un rasgo multifactorial influenciado por genética, medio ambiente, manejo y sus complejas interacciones (Kumaresan & Srivastava, 2022).

De igual forma, con el paso del tiempo ha sido posible comprender con mayor claridad la dinámica del ciclo estral del bovino y consecuentemente utilizar esta información, junto con los avances tecnológicos, para manipular la función ovárica e incorporar el uso de protocolos de sincronización hormonal con los cuales se busca que las hembras del hato se encuentren en estro en un momento específico (Fesseha & Degu, 2020; Pursley & Cibelli, 2020). Otros autores señalan que a través de la sincronización del estro se contribuye a controlar los problemas asociados con la detección de este y se ofrece la posibilidad de realizar una inseminación oportuna con el consecuente incremento en la tasa de concepción (Hadgu & Fesseha, 2020).

La inseminación artificial es una técnica que brinda gran cantidad de ventajas en comparación con la monta natural. Dentro de ellas se encuentran el uso de toros que no están presentes en la finca, así como la producción de terneros descendientes de toros cuya raza no está bien adaptada a las condiciones locales, pero que al mezclarse con otras da origen a crías resistentes (Baruselli et al., 2017). Además, la técnica de inseminación artificial generalmente emplea semen cuya genética es superior a la que se utiliza en monta natural, que tiene como resultado la obtención de crías con mayor uniformidad y capacidad de incrementar la ganancia de peso al momento del destete (Rodgers et al., 2012).

La nutrición tiene implicaciones directas sobre la eficiencia productiva de los animales. Sin embargo, antes de establecer la dieta en un sistema de producción ganadero se deben considerar aspectos como los requerimientos nutricionales según etapa de producción, características del suelo, disponibilidad de pasturas y tipo de forraje, así como la disponibilidad y calidad del agua (Van Emon et al., 2020). La suplementación mineral de calidad y en la cantidad adecuada es fundamental para el rendimiento reproductivo, calidad de la leche y sistema inmunológico del bovino. Además, su suplementación influye en la salud podal, ya que las pezuñas crecen adecuadamente solo cuando el tejido recibe un contenido equilibrado de minerales a través de la sangre, y su alteración afecta tanto la locomoción del animal como su reproducción (Langova et al., 2020; Roshanzamir et al., 2020).

La importancia de la suplementación mineral en la dieta no radica únicamente en las funciones antes mencionadas, sino también en que su deficiencia pocas veces es detectada de forma temprana. Generalmente esta se hace evidente hasta que se presenta una marcada disminución en el rendimiento productivo o cuando el rumiante manifiesta signos clínicos (D'Occhio et al., 2018).

Por otra parte, en los últimos años ha surgido la necesidad de reducir al máximo los productos antimicrobianos, muchas veces empleados para combatir infecciones uterinas, debido a los problemas de resistencia asociados con su uso indiscriminado. Esta situación ha obligado al médico veterinario a convertirse en un ente responsable de velar por la priorización de las medidas de bioseguridad en los sistemas de producción ganaderos, las cuales están dirigidas a reducir la propagación de los patógenos presentes y a la vez evitar el ingreso de nuevos agentes (Laanen et al., 2014). De ahí la afirmación de que la bioseguridad es parte fundamental del enfoque “Una Salud”, ya que al prevenir la aparición de enfermedades en los bovinos se está colaborando con la preservación de la salud humana y ambiental (Renault et al., 2021).

Adicionalmente, los gastos económicos asociados con las medidas preventivas siempre son menores que los correspondientes a la instauración de un tratamiento, que dicho sea de paso tiene dos grandes desventajas. Por una parte, el médico veterinario no puede asegurar el éxito de este, ya que no todos los organismos responden de la misma manera (Vlasova & Saif, 2021). Por otro lado, gran parte de las enfermedades que afectan el hato son contagiosas y generalmente cuando el primer animal es diagnosticado ya el agente ha sido propagado (Knific et al., 2020).

El éxito de los programas reproductivos radica en mantener registros actualizados que puedan ser analizados cuando se requiera y con base en ello tomar decisiones encaminadas al alcance de los objetivos y metas que fueron planteados inicialmente bajo asesoramiento del médico veterinario responsable (Fountas et al., 2015; Sánchez et al., 2020).

1.2. Justificación

La medicina veterinaria enfocada en especies mayores, específicamente bovinos, ejerce un papel crucial en el bienestar animal pero también influye en otras áreas como la salud humana, ya que muchos de los productos generados a partir de esta especie son destinados al consumo humano. Lo anterior pone en evidencia la importancia de esta especie como fuente económica de las familias dedicadas tanto a la producción cárnica como lechera.

En ambos sistemas de producción bovina, uno de los pilares más importantes lo constituye la reproducción, ya que cualquier alteración en esta área se verá reflejada en pérdidas económicas asociadas con la disminución de la producción, compra de medicamentos e incluso la realización de procedimientos médicos que no fueron previamente contemplados en el presupuesto de la finca. Es ahí, donde resalta el papel del médico veterinario como fuente de información ante el productor, sobre la importancia de realizar un diagnóstico reproductivo temprano y certero, a partir del cual sea posible tomar decisiones y establecer el tratamiento correspondiente cuando sea necesario. Además, es fundamental un buen registro y una buena comunicación entre las partes involucradas con el fin de establecer un abordaje integral de las fincas que incluya buenas prácticas de manejo, monitoreo periódico, nutrición adecuada y un programa reproductivo bien planificado.

Bajo esa premisa se pudo concluir que la mejor forma para que la estudiante comprendiera el concepto de manejo reproductivo dentro de la salud del hato y control productivo fue mediante una pasantía que le permitió hacer visitas de forma rutinaria a las fincas, convirtiéndose en un actor principal en cuanto al registro de datos y eventos, análisis de información y acompañamiento al productor durante este proceso. De esta forma, fue posible hacer uso de los conocimientos adquiridos durante la carrera de Licenciatura en Medicina Veterinaria en la Universidad Nacional y a la vez adquirir experiencia práctica.

El doctor Andrés Aguilar tiene amplia experiencia en medicina veterinaria enfocada en el área reproductiva. Asimismo, ejerce como docente en la Escuela de Medicina Veterinaria, lo cual facilitó la transmisión de conocimiento durante la realización de la pasantía.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

1.3.1.1. Desarrollar y reforzar habilidades relacionadas con el manejo reproductivo en fincas dedicadas a la cría de bovinos y producción láctea, ubicadas en la región Huetar Atlántica de Costa Rica.

1.3.2 Objetivos Específicos

1.3.2.1. Fortalecer los conocimientos referentes a los métodos de diagnóstico del estatus reproductivo del bovino.

1.3.2.2. Reforzar la capacidad de análisis crítico y toma de decisiones orientadas a la optimización de la eficiencia reproductiva, con base en los datos generados por las fincas.

1.3.2.3. Adquirir destrezas en la prevención, diagnóstico y tratamiento de las principales patologías reproductivas presentes en los sistemas de producción bovina.

2. METODOLOGÍA

2.1. Materiales y métodos

2.1.1 Área de trabajo

La pasantía se llevó a cabo en la práctica privada del doctor Andrés Aguilar Chavarría. Se visitaron 24 fincas (Cuadro 1), las cuales se ubican en la región Huetar Atlántica y están dedicadas a la producción láctea, cría de ganado de carne o doble propósito. Esta región se caracteriza por presentar un clima tropical húmedo con temperaturas que oscilan entre 22°C a 33°C y una precipitación anual de 3300 mm (Instituto Meteorológico Nacional, 2023).

Cuadro 1. *Fincas visitadas durante la pasantía con el Dr. Aguilar.*

Finca	Ubicación	# de animales	Propósito
La Joya	Iroquois, Guácimo	59	Cría
El Recuerdo	Río Frío, Sarapiquí	22	Cría
Nuestros sueños	Santa Rosa, Guápiles	75	Doble propósito
Criques El Bosque	El Bosque, Guácimo	220	Cría
María Luisa	Guácimo	250	Lechería
La Esperanza	El Humo, La Roxana	25	Cría
Hermanos JJ	San Martín, Siquirres	130	Cría
CTP Pococí-Lechería	Guápiles, Pococí	35	Lechería
CTP Pococí-Carne	Guápiles, Pococí	45	Cría
El Cuijen	El Cairo, Siquirres	25	Cría
David Mora	La Colonia, Guápiles	20	Cría
CTP Guácimo	Guácimo	5	Cría
Iván Aguilar	Iroquois, Guácimo	25	Cría
Gilberto Guerrero	Horquetas, Sarapiquí	16	Cría
Loma Linda	Ticaban	80	Cría
Danilo Campos (CANABU)	Los Ángeles, Río Jiménez	30	Cría
Katherine Jiménez (CANABU)	Los Ángeles, Río Jiménez	30	Cría
Gilberto Mora (CANABU)	Los Ángeles, Río Jiménez	30	Cría
La Perla	Guápiles	30	Cría
Luis Mora (CANABU)	Altos del Pacuare, Cimarrones	35	Cría
Manuel Badilla (CANABU)	La Teresa, La Rita	35	Cría
Milano	Milano, Siquirres	3	Cría
La Vaquita	Guápiles	55	Lechería
El Edén	El Edén	45	Cría

2.1.2 Actividades

Durante las visitas a las fincas se ejecutaron actividades relacionadas con el manejo reproductivo del hato. Dichas actividades contemplaron la realización de exámenes reproductivos mediante palpación rectal y ultrasonografía, a través de los cuales se pudo determinar el estado reproductivo de la hembra (anestro, ciclando, gestante) así como la presencia de patologías como masas. Las patologías fueron abordadas según las necesidades del productor, la viabilidad del tratamiento y el estado de salud del animal.

También se participó en la aplicación de protocolos de sincronización que fueron acompañados de herramientas como inseminación artificial y transferencia de embriones. Asimismo, se atendieron complicaciones asociadas al parto como distocia, retención de placenta y mastitis. En algunas fincas se realizaron evaluaciones andrológicas a campo, mientras que en otras se ejecutaron procedimientos de salud de hato como vacunación y toma de muestras para detectar la presencia de agentes como *Brucella abortus*, así como, la aplicación de pruebas intradérmicas contra *Mycobacterium bovis*.

2.1.3 Animales de estudio

Se atendieron bovinos y bufalinos pertenecientes a las fincas asesoradas por el doctor Aguilar tanto en su práctica privada, como ad honorem. Esto último incluye a los Colegios Técnicos Profesionales de Guácimo y Pococí, así como a las fincas participantes en una iniciativa de cooperación entre instituciones gubernamentales (INDER, MAG, UNA, UTN, EARTH) y la Cámara Nacional de Bufaleros de Costa Rica (CANABU).

2.1.4 Horario de trabajo

La pasantía fue realizada en el periodo transcurrido entre el 10 de enero y el 03 de octubre de 2024, hasta completar un total de 327 horas. Se trabajó, de forma interrumpida, dos días por semana en un horario flexible pero usualmente de 7:00 am a 4:00pm.

2.1.5 Registro y análisis de datos

Se utilizó una bitácora física en la cual registró los datos generales de cada una de las fincas visitadas, información del paciente (identificación, raza, sexo), motivo de la consulta y abordaje correspondiente. Dicha información fue posteriormente transferida a una bitácora digital en Excel, analizada mediante el uso de estadística descriptiva y presentada a través de cuadros y gráficos. También se tuvo apoyo adicional de los datos sistematizados de cada finca, con el objetivo de comprender y establecer los parámetros que requieren un tiempo mayor al de la pasantía. Para ello, se utilizó el software disponible (VAMPP Bovino 3, Ganadero SG u otro) en las fincas que se visitaron.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Datos generales

Durante la pasantía se atendieron 1477 rumiantes, entre ganado bovino y bufalino, pertenecientes a 24 fincas localizadas en la región Huetar Atlántica. Este grupo de animales se encuentra conformado por 1474 hembras, las cuales representan el 99,80% y tres machos que representan el 0,20%. Asimismo, 14 de las fincas visitadas (58,33%) están dedicadas a la cría de bovinos de carne, tres (12,50%) tienen como finalidad la producción láctea, una (4,17%) representa aquellas destinadas al doble propósito y seis están conformadas por búfalos para la cría (25,00%) (Figura 1).

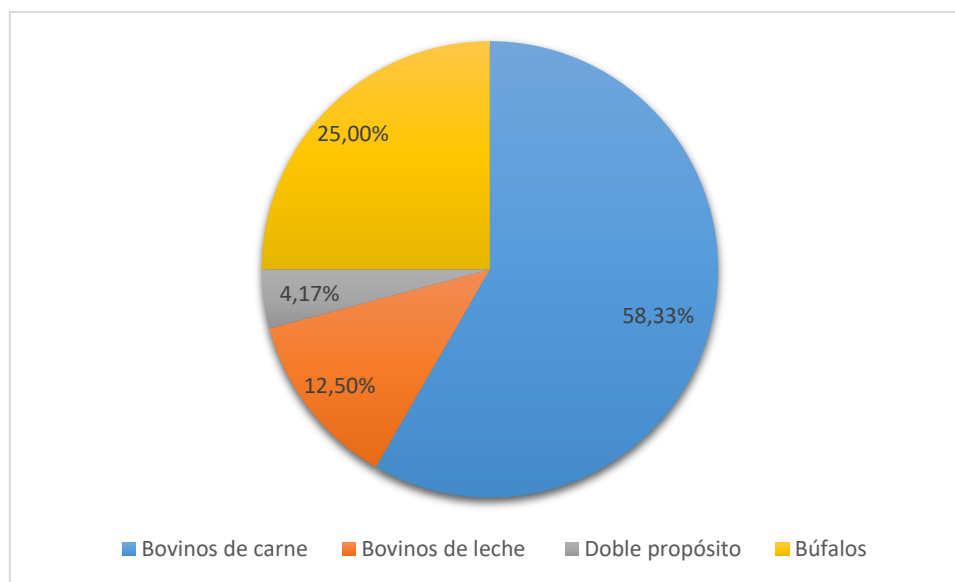


Figura 1. Distribución de las fincas visitadas según su propósito.

Lo anterior coincide con los datos reflejados en la Encuesta Nacional Agropecuaria 2023, donde se indica que la mayor parte del hato ganadero costarricense (59,70%) corresponde a la producción de ganado de carne (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2023).

3.2. Manejo reproductivo

Las actividades realizadas en el transcurso de la pasantía se dividieron de la siguiente manera: 933 diagnósticos reproductivos mediante palpación transrectal y ultrasonografía, 68 protocolos de sincronización de celo, 19 procedimientos de inseminación artificial, 27 transferencias de embriones, ocho aspiraciones foliculares, tres evaluaciones andrológicas a campo, 19 vacunaciones contra *Brucella abortus*, 396 muestreos para detectar la presencia de *Brucella abortus* dentro del hato, 230 pruebas de tuberculina intradérmica cervical para identificar la presencia de *Mycobacterium bovis*, atención de un parto distócico, un caso de retención de placenta y atención de dos casos de mastitis (Figura 2).

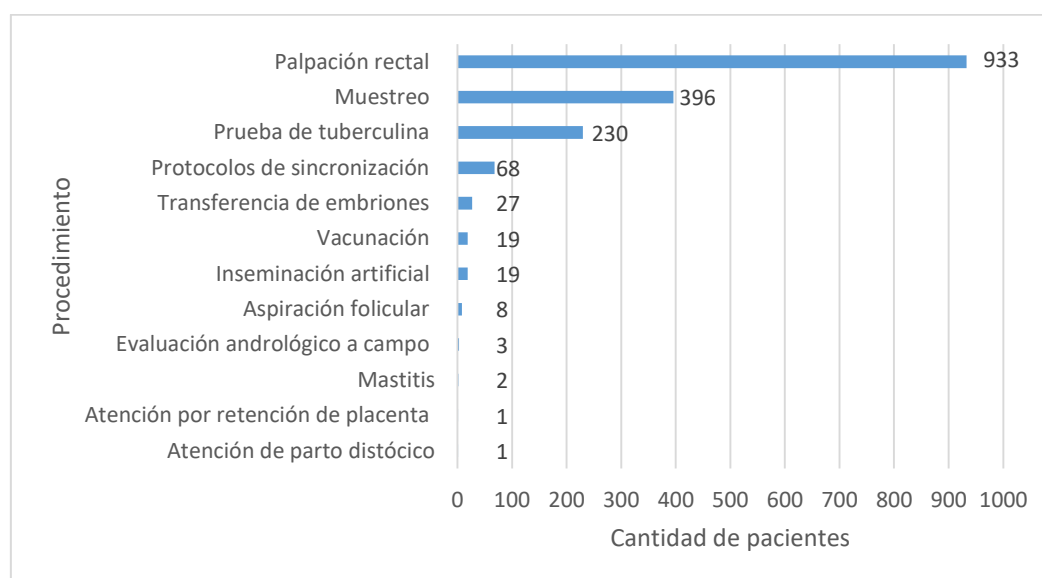


Figura 2. Distribución de los procedimientos realizados durante la pasantía.

3.2.1 Diagnóstico reproductivo

La técnica utilizada para determinar el estado reproductivo de las hembras correspondió a la palpación transrectal (Figura 3).



Figura 3. *Palpación rectal como método de diagnóstico reproductivo utilizado en la pasantía.*

Por medio de este método, los hallazgos obtenidos fueron clasificados de la siguiente manera: anestro, en ausencia de cuerpo lúteo; ciclicidad, con la presencia de cuerpo lúteo; celo, al reconocer un aumento en el tono uterino acompañado de un folículo ovárico dominante; preñez, al identificar uno o más de los cuatro signos específicos (deslizamiento de membrana, vesícula amniótica, placentomas, feto); o patología, al detectar cualquier anomalía durante la palpación (Balhara et al., 2013; Hopper, 2021). En ese sentido, el Cuadro 2 muestra el diagnóstico reproductivo obtenido en las vacas de las fincas visitadas.

Cuadro 2. Hallazgos reproductivos obtenidos durante la palpación rectal en vacas de las fincas visitadas.

Finca	Preñez	Ciclando	Anestro	Otros	Total
La Joya	32	8	11	0	51
El Recuerdo	7	4	9	0	20
Nuestros sueños	19	3	11	0	33
Criques El Bosque	205	72	82	1	360
La Esperanza	8	8	7	0	23
Hermanos JJ	28	4	23	0	55
CTP Pococí-Lechería	56	22	21	2	101
CTP Pococí-Carne	41	4	29	1	75
David Mora	15	4	7	0	26
CTP Guácimo	0	0	5	0	5
Iván Aguilar	13	5	8	0	26
Gilberto Guerrero	14	2	0	0	16
Milano	1	0	0	0	1
La Vaquita	16	8	8	2	34
El Edén	7	4	0	0	11
Total	462	148	221	6	837

El Cuadro 2 deja en evidencia que la mayoría de las hembras bovinas se encuentran preñadas. Dicho diagnóstico fue realizado mediante palpación rectal y apoyado por ultrasonografía; especialmente en caso de gestaciones tempranas, sospecha de gestaciones gemelares o sexaje fetal en gestaciones que se encontraban entre 55 y 65 días (Bogdan et al., 2019).

La preñez es un indicador de la eficiencia reproductiva del hato y está directamente relacionada con la rentabilidad de este debido a varias razones. En primer lugar, permite reducir los costos (semen, hormonas, atención veterinaria) asociados al manejo de vacas que presentan dificultades para preñarse. Por otra

parte, los hatos que tienen como propósito la producción láctea buscan acortar el intervalo entre partos, ya que es en el primer tercio de la lactancia cuando se alcanza el pico de producción (Cardoso et al., 2021). Asimismo, las vacas multíparas producen mayor cantidad de leche que las primerizas, lo cual se traduce en mayor rentabilidad. En cuanto a los hatos dedicados a la cría de ganado de carne, estos subsisten gracias al desarrollo y engorde de cada cría nacida, o bien, su venta al destete (Cabrera, 2014; Ricci et al., 2020).

En el Cuadro 2, se muestra también que una cantidad importante de hembras se mantienen ciclando. Una vaca está ciclando cuando presenta un cuerpo lúteo, estructura que persiste durante la gestación produciendo la progesterona encargada del mantenimiento de la misma (Wiltbank et al., 2023). Sin embargo, la presencia de cuerpo lúteo puede estar asociada con una gestación únicamente cuando está acompañada por algún signo específico de preñez temprana como; palpación de la vesícula amniótica, placentomas, feto y deslizamiento de las membranas corioalantoideas; que consiste en el deslizamiento de las membranas entre el dedo pulgar y el índice, los cuales son hallazgos palpables a partir de los 30 días de gestación (Balhara et al., 2013).

Si el diagnóstico reproductivo se realiza antes de este periodo, lo único que se va a poder detectar es el cuerpo lúteo y por lo tanto las hembras serán categorizadas como ciclando, por lo que requieren una segunda evaluación por palpación rectal para determinar preñez. Por el contrario, la ausencia de diagnóstico de gestación en la segunda evaluación manteniendo la ciclicidad se puede atribuir a problemas reproductivos del macho en aquellas fincas que utilizan el sistema de monta natural o defectos en la calidad del semen cuando se emplean herramientas como inseminación artificial (Khatun et al., 2013).

Con respecto a la condición de anestro, esta se relaciona con diversos factores como edad, días de lactancia, condición corporal y nutrición. En el caso de la edad, gracias a los registros de las fincas fue posible determinar que algunas de las hembras evaluadas no habían alcanzado su pubertad al momento del diagnóstico y por ende aún no había ciclicidad. Por otra parte, se encontraron casos de anestro en vacas con ternero al pie. Esto se debe a qué, la succión del ternero

estimula la secreción de prolactina y esta última a su vez inhibe la liberación pulsátil de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y de la hormona luteinizante (LH), impidiendo la reactivación de la función ovárica postparto (Uenoyama et al., 2023).

Otra situación a la cual se adjudica el anestro es a deficiencias nutricionales en aquellas fincas en las que no se realiza suplementación mineral y/o las pasturas no son de buena calidad. Se debe recordar que la reproducción es un lujo del sistema corporal y en tanto hayan deficiencias de macro y micronutrientes, el organismo será expuesto a un desequilibrio fisiológico (Phand et al., 2021).

Finalmente, los casos categorizados como “Otros” hacen referencia a cuatro hembras recién paridas en las cuales se revisó que la involución uterina se estuviera llevando a cabo correctamente y dos vacas que presentaron masas en su tracto reproductivo y por lo tanto se tomó la decisión de proceder con su descarte.

Por otra parte, el Cuadro 3 refleja el estado reproductivo de las búfalas examinadas.

Cuadro 3. *Hallazgos reproductivos obtenidos durante la palpación rectal en búfalas de las fincas visitadas.*

Finca	Preñez	Ciclando	Anestro	Otros	Total
Loma linda	33	4	13	0	50
Danilo Campos	4	1	4	1	10
Katherine Jiménez	6	0	3	0	9
Gilberth Mora	4	0	3	2	9
Luis Mora	3	0	6	0	9
Manuel Badilla	4	1	3	1	9
Total	54	6	32	4	96

El Cuadro 3 expone que la mayoría de las búfalas evaluadas están preñadas. Aunque estas son poliéstricas estacionales de fotoperiodo corto, en países tropicales donde el fotoperiodo es constante su reproducción depende de factores climáticos como las precipitaciones anuales, las cuales influyen directamente en la disponibilidad y calidad del forraje (Campos et al., 2022). Por ello, la mayoría de los nacimientos ocurren durante el segundo semestre del año, coincidiendo con el periodo de lluvias más intensas en la vertiente del Caribe (Instituto Meteorológico Nacional, 2024a). Este patrón explica porque, al momento de la palpación (junio-julio), la mayoría de las hembras se encuentran gestando.

Seguido de las hembras preñadas, se identificaron aquellas en anestro y, en menor proporción, las que estaban ciclando. Los búfalos, aunque se adaptan bien a climas cálidos, húmedos y terrenos fangosos, presentan dificultades para soportar la exposición directa al sol por períodos prolongados debido a su piel oscura, pelaje escaso y un sistema de termorregulación poco eficiente. Este estrés térmico afecta sus funciones biológicas, incluyendo alteraciones hormonales que ocasionan anestro en las hembras (Marai & Haeeb, 2010).

Considerando lo anterior y el aumento significativo de las temperaturas en la vertiente del Caribe durante mayo y junio, es probable que el estrés calórico haya sido una de las principales causas de anestro al momento del diagnóstico (Instituto Meteorológico Nacional, 2024b).

Es importante mencionar que cinco de las seis fincas visitadas pertenecen a un proyecto liderado por la Cámara Nacional de Bufaleros y apoyado por organizaciones gubernamentales como el Instituto de Desarrollo Rural (INDER), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Corporación de Fomento Ganadero (CORFOGA), Universidad Nacional (UNA), Universidad Técnica Nacional (UTN) y Universidad EARTH. Este proyecto consistió en la entrega de diez animales (nueve hembras y un macho) a familias previamente seleccionadas por cumplir con ciertos requisitos. El objetivo es que las familias pudieran reproducir los animales y generar una fuente de ingresos económicos, a cambio de devolver una cría por año durante tres años a la Cámara de Bufaleros permitiendo así que otras familias se beneficien del programa.

Aunque estas cinco fincas deberían contar con un total de nueve diagnósticos cada una, el Cuadro 3 refleja un escenario diferente por diversas razones que se detallan a continuación. En primer lugar, en una de las fincas se evaluaron diez hembras porque ya se disponía de un macho, y como resultado, CANABU entregó una hembra en su lugar. Además, en tres de las fincas se registraron hembras clasificadas bajo la categoría de "Otro". Esto se debe a que algunas estaban recién paridas al momento de la visita, y en un caso puntual, el productor informó la muerte de una hembra del proyecto, la cual fue reemplazada por otra que aún no había alcanzado la pubertad.

3.2.2 Aplicación de biotecnologías reproductivas

En las últimas décadas, las biotecnologías de reproducción asistida han sido ampliamente implementadas en las explotaciones ganaderas. Esto se debe a los numerosos beneficios que brindan tanto en términos económicos, así como de mejoramiento genético, razón por la cual algunos productores de la región Huetar Atlántica han optado por el uso de estas herramientas (Cuadro 4).

Cuadro 4. *Prácticas de biotecnología reproductiva aplicadas en las fincas visitadas.*

Finca	# de animales	Actividades realizadas
La Joya	27	Sincronización de celo
	8	Transferencia de embriones
	1	Evaluación andrológica en campo
La Esperanza	9	Sincronización de celo
	12	Inseminación artificial a tiempo fijo
	4	Aspiración folicular
	7	Transferencia de embriones
Hermanos JJ	6	Sincronización de celo
	2	Inseminación artificial a tiempo fijo
	4	Transferencia de embriones
CTP Pococí (Carne)	10	Sincronización de celo
El Cuijen	5	Inseminación artificial a tiempo fijo
Criques El Bosque	10	Sincronización de celo
	2	Evaluación andrológica en campo
	4	Aspiración folicular
CTP Guácimo	5	Sincronización de celo
Milano	1	Sincronización de celo
La Perla	8	Transferencia de embriones
Total	120	

Como se observa en el Cuadro 4, ciertas fincas visitadas implementaron el uso de un protocolo para sincronizar el celo en hembras previamente seleccionadas. A pesar de la diversidad de protocolos disponibles, el protocolo aplicado fue uno a base de progestágenos y se describe a continuación:

- Día 0: Colocación de dispositivos intravaginales impregnados con 0,5-0,7 gr de progesterona (P4) para asegurar la liberación constante de dicha hormona. Esto se acompañó de la aplicación intramuscular de 2 mg de

benzoato de estradiol (BE) para causar atresia de los folículos presentes (De Graaff & Grimard, 2018).

- Día 7-8: Retiro de implantes intravaginales, unido a la aplicación intramuscular de 400 µg de prostaglandina (PGF₂α) como agente luteolítico. Junto a esto se administró por vía intramuscular también 1 mg de cipionato de estradiol (CPE). Con el CPE se busca generar una retroalimentación positiva sobre el hipotálamo, estimulando la liberación de GnRH. Esto a su vez incrementa la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH, lo que facilita la sincronización y reducción del tiempo necesario para que ocurra la ovulación (Peralta et al., 2010). Además, se utilizó una dosis de 300-400 UI de gonadotropina coriónica equina (eCG) debido a su capacidad para estimular la producción de la hormona foliculoestimulante (FSH) y LH, lo que favorece el reclutamiento de folículos, su crecimiento y finalmente la ovulación (Bihon & Assefa, 2021; Kohsari et al., 2022).

Día 9-10: 52 a 56 horas después, de hacer el retiro del dispositivo intravaginal y la aplicación de las hormonas, se procedió a la inseminación de las hembras utilizando semen congelado (Bó & Baruselli, 2014).

La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) es el método biotecnológico más antiguo y extendido en el campo reproductivo, a través del cual es posible alcanzar el mejoramiento genético del hato (Bó & Baruselli, 2014); sin embargo, no todas las hembras sincronizadas fueron inseminadas. En algunas fincas la sincronización fue empleada como preparación para que las hembras recibieran un embrión a los nueve días posteriores al retiro del implante intravaginal mediante un proceso que se conoce como transferencia de embriones.

La transferencia de embriones utilizó embriones producto es un procedimiento que usa ovocitos recolectados de los ovarios de una vaca donadora a través de una técnica conocida como aspiración folicular u “ovum pick up” (OPU). Estos ovocitos son cultivados, bajo condiciones in vitro, en un medio especial hasta completar su maduración y una vez que esto ocurre son fecundados con semen de un toro escogido por sus características heredables.

Los embriones resultantes de dicha fecundación son cultivados durante siete u ocho días hasta alcanzar la etapa de blastocisto. Posteriormente, son seleccionados según criterios morfológicos y pueden tomar dos caminos; por un lado, pueden ser vitrificados para su uso futuro y por el otro, pueden ser empacados y movilizados en una transportadora especial a 37°C hasta la finca donde serán transferidos en fresco a las vacas receptoras. Esta transferencia ocurre, siete u ocho días después de la ovulación, mediante la colocación del embrión en el cuerno uterino ipsilateral al lado del cuerpo lúteo (Hansen, 2023; Kayser et al., 2024).

Las hembras seleccionadas como donadoras deben cumplir con dos requisitos fundamentales: superioridad genética y producción de gran cantidad de ovocitos viables. De esta manera se estará aportando al mejoramiento genético, esperando descendencia con aportes económicos superiores a los gastos asociados con el proceso (Dogan & Yenilmez, 2024).

En cuanto al toro utilizado se debe considerar la viabilidad espermática, el desempeño previo en programas de fertilización in vitro y la calidad genética del animal en relación al propósito de la explotación (Peres et al., 2023). Por último, pero no menos importante, las receptoras deben ser animales que no presenten problemas reproductivos, que tengan una condición corporal adecuada ($\geq 2,75$ en la escala 1-5) y un tamaño que permita asegurar la ausencia de dificultades a la hora del parto. Asimismo, es fundamental que estas hembras carezcan de defectos que comprometan la alimentación de la cría (problemas en la ubre/baja producción láctea) y que posean un cuerpo lúteo funcional al momento de llevar a cabo la transferencia (Ninabanda, 2022).

Al realizar la pasantía y asistir al doctor Andrés Aguilar en la realización de estos procedimientos fue posible comprender que, aunque se encuentran en auge, por limitaciones económicas, las fincas que han implementado estas biotecnologías representan la minoría. Además, aquellas que han optado por apostar al avance tecnológico han tenido que enfrentar ciertas dificultades y realizar modificaciones en base a los recursos con los que cuentan, lo cual repercute directamente en los resultados obtenidos.

Dentro de las biotecnologías reproductivas se decidió incluir a la evaluación andrológica, debido al impacto que tiene sobre las herramientas mencionadas y también porque involucra técnicas de microscopía como parte de dicha evaluación. En el contexto de la pasantía se llevaron a cabo tres evaluaciones andrológicas a campo. En ellas se recopilaron datos del animal (identificación, raza, edad, procedencia) y se realizó una evaluación exhaustiva conformada por cinco etapas:

- 1) Historia y evaluación clínica:** Esta incluyó aspectos de estado general (condición corporal, visión, locomoción, aplomos), manejo nutricional (tipo de alimentación) y manejo reproductivo (si el animal estaba en monta o no), líbido (si ha sido posible), cantidad de hembras en el lote en que se encontraba, así como, el estado reproductivo de las mismas.
- 2) Examen clínico reproductivo:** Consideró la examinación visual y palpable de los órganos reproductivos del macho (testículos, vesículas seminales, próstata, prepucio, pene, escroto, epidídimo).
- 3) Evaluación ultrasonográfica:** En esta fase se tuvo en cuenta la exploración de los testículos y el epidídimo en busca de alteraciones en la ecogenicidad como indicador de fibrosis, calcificación, tumores o quistes.
- 4) Extracción seminal:** El proceso de obtener una muestra mediante electroeyaculación permitió valorar la exposición del pene, el volumen recolectado y el aspecto de este.
- 5) Evaluación seminal:** Una parte de la muestra obtenida fue usada para evaluar motilidad progresiva y vigor en campo, mientras que la morfología y concentración se realizó mediante la colecta y fijación de una muestra para ser llevado hasta el Laboratorio de Andrología de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional para su análisis correspondiente.

De las tres evaluaciones realizadas, una resultó insatisfactoria debido al hallazgo de defectos no compensatorios. Este descubrimiento vino a complementar la historia clínica del animal, en la cual el productor señaló haber observado al toro montar una única novilla que quedó preñada después de tres montas. Por

consiguiente, el productor en conjunto con la asesoría del doctor Aguilar tomaron la decisión de proceder con el descarte de este.

3.2.3 Abordaje clínico

El propósito principal de la reproducción en los hatos ganaderos es optimizar su eficiencia a través de la producción continua de crías. Pese a ello, cada nacimiento conlleva el riesgo de que se presenten diversas complicaciones durante el parto o en el periodo posterior. En el transcurso de la pasantía, se tuvo la oportunidad de participar en el manejo de casos como parto distócico, retención de placenta y mastitis (Cuadro 5).

Cuadro 5. *Abordaje de las patologías reproductivas presentes en las fincas visitadas.*

Finca	# de animales	Patología	Abordaje
La Joya	1	Parto distócico	Extracción del ternero/ Manejo medicamentoso
	1	Retención de placenta	Masaje uterino
	1	Mastitis	Manejo medicamentoso
Milano	1	Mastitis	Manejo medicamentoso/ Uso de cánula intramamaria
Total	4		

El caso del parto distócico atendido correspondió a una novilla de primer parto, la cual fue incapaz de expulsar al ternero por sus propios medios aun teniendo una disposición fetal normal. El manejo inicial consistió en un examen rectal, donde se confirmó que la presentación, posición y postura del ternero eran apropiadas para proceder con una extracción asistida. Seguidamente, se colocaron cuerdas en las extremidades anteriores del ternero, las cuales se utilizaron para traccionar durante las contracciones de la vaca de forma alternada. En todo el procedimiento, se tuvo cuidado de aplicar la fuerza y dirección necesarias para

minimizar los posibles daños a la madre. No obstante, al momento de la extracción, el ternero ya se encontraba fallecido (Figura 4). El manejo de esta hembra fue complementado con la aplicación de fármacos antiinflamatorios/analgésicos y oxitocina para estimular las contracciones uterinas y facilitar la expulsión de los restos placentarios (Magata et al., 2021).



Figura 4. Atención de parto distócico en finca La Joya.

A pesar del uso de oxitocina, esta hembra experimentó complicaciones asociadas a la retención de placenta. Ante esto se llevaron a cabo visitas de forma periódica en las cuales se realizaron masajes uterinos, introduciendo la mano vía rectal, y aplicando antibiótico intrauterino una vez expulsada las membranas fetales. Estos masajes tuvieron como objetivo la activación de los músculos uterinos, facilitando las contracciones naturales que impulsaron la expulsión de los restos placentarios retenidos que se encontraban actuando como un foco de infección. Además contribuyeron a que el útero recuperara su tamaño y tono normal más rápidamente (Kumar & Kumar, 2023).

Pese a la pérdida del ternero, esta vaca siguió produciendo leche que se acumuló en la ubre generando un ambiente propicio para el crecimiento de bacterias y consecuentemente el desarrollo de una mastitis. Ante esto se procedió a realizar un manejo medicamentoso que incluyó antibióticos (intramamario y

sistémico) en conjunto con analgésicos.

El otro caso de mastitis se presentó de forma secundaria a una patología conocida como fiebre de leche en una novilla de primer parto (Figura 5).



Figura 5. *Mastitis secundaria a fiebre de leche en novilla de primer parto.*

La fiebre de leche no solo compromete el sistema inmunológico del animal, sino que trae consigo alteraciones como pérdida del tono muscular en el esfínter del pezón. Esto favorece la invasión bacteriana en la glándula mamaria, con resultado mastitis (Jeon, 2020). En primera instancia esta hembra recibió un manejo medicamentoso por parte del productor; sin embargo, al momento de ejecutar la evaluación clínica el animal tenía un cuarto severamente afectado y por ende se recomendó el uso de una cánula intramamaria para ayudar a drenar el contenido acumulado secundario a la mastitis crónica.

Asimismo, se indicó al productor la importancia de aplicar ceftiofur por ser un antibiótico eficaz contra una amplia gama de patógenos bacterianos causantes de mastitis (Truchetti et al., 2014). En casos de mastitis crónica, la inflamación persistente del tejido mamario incrementa la permeabilidad de los vasos sanguíneos facilitando el paso del fármaco. Además, este antibiótico se metaboliza rápidamente a desfuroilceftiofur, un metabolito activo que conserva las propiedades

antimicrobianas del compuesto original y que se distribuye ampliamente por los tejidos, incluyendo la glándula mamaria, hasta alcanzar niveles terapéuticos sin dejar residuos detectables en leche (Gorden et al., 2016).

Es importante mencionar que esta condición convierte al animal en un candidato inmediato a descarte, debido a que una afectación de este nivel trae consigo consecuencias como reducción significativa en la producción láctea y aparición de abscesos que incrementan el riesgo de infecciones recurrentes en los cuartos restantes. No obstante, esta hembra no fue descartada de inmediato, sino hasta que su cría alcanzó la edad adecuada para el destete.

3.2.4 Medicina preventiva

En bovinos, como en el resto de las especies es preferible la prevención de los problemas reproductivos antes que su manejo. Esto por cuanto la prevención constituye una estrategia proactiva que no solo evita pérdidas económicas, sino que también asegura el bienestar animal y una mayor eficiencia en la producción. En esta pasantía la prevención fue ejemplificada a través de prácticas como aplicación de pruebas intradérmicas cervicales y/o muestreos para identificar la presencia de *Mycobacterium bovis* y *Brucella abortus* en el hato, respectivamente. Así como, vacunación para prevenir la brucelosis (Cuadro 6).

Cuadro 6. *Procedimientos relacionados con medicina preventiva.*

Finca	# de animales	Procedimiento
Criques El Bosque	19	Vacunación brucelosis (RB51)
	166	Muestreo <i>Brucella abortus</i>
María Luisa	178	Muestreo <i>Brucella abortus</i>
María Luisa	178	Prueba contra <i>Mycobacterium bovis</i>
La Vaquita	52	Muestreo <i>Brucella abortus</i>
La Vaquita	52	Prueba contra <i>Mycobacterium bovis</i>
Total	645	

Brucella abortus es un patógeno responsable de causar problemas reproductivos en bovinos entre los que se pueden citar aborto en el último tercio de la gestación, retención de placenta e infertilidad en las gestaciones posteriores. Esta bacteria se propaga a través del contacto con secreciones (líquido amniótico, placenta, fetos abortados o descargas vaginales) provenientes de animales positivos, ingestión de material contaminado (agua, pasto) o uso compartido de equipo como agujas, guantes o materiales obstétricos (Tulu, 2022).

En respuesta a esta problemática el gobierno estableció, a través del Decreto N° 34858-MAG, el camino a seguir para el control, erradicación y prevención de la brucelosis. Dicha estrategia considera la puesta en práctica de métodos como vacunación y muestreo (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2008a). En el caso de la vacunación, esta se realizó únicamente en una de las fincas visitadas (Cuadro 6). En ella se aplicaron 19 dosis de la vacuna RB51 en animales cuyas edades rondan entre tres y ocho meses. La vacuna *Brucella abortus* cepa RB51 (vacuna RB51) es una vacuna viva atenuada, eficaz para la prevención de esta enfermedad en bovinos (Heidary et al., 2022).

En las otras fincas mencionadas en el Cuadro 6, se adoptó el muestreo como mecanismo de control del agente. Para ello se procedió a tomar muestras sanguíneas de la vena coccígea de los bovinos, las cuales fueron analizadas mediante pruebas serológicas como rosa bengala y/o ELISA indirecto. Aquellos bovinos que resultaron positivos fueron marcados con una “S” en el músculo masetero derecho y enviados a sacrificio (Servicio Nacional de Salud Animal, 2020).

Por su parte, *Mycobacterium bovis* es una bacteria que provoca un estado general de enfermedad caracterizado por neumonía, pérdida de peso progresiva y, en última instancia, la muerte del animal. Aunque su impacto en el sistema reproductivo del bovino es poco frecuente, puede manifestarse en forma de metritis, vaginitis, orquitis o mastitis. Su transmisión ocurre por vía respiratoria (inhalación de aerosoles), vía digestiva (consumo de alimento/agua contaminados), transmisión vertical (durante el parto o lactancia) y contacto directo con fluidos de un animal enfermo (saliva, orina, heces, semen, secreciones vaginales o

provenientes de ganglios linfáticos periféricos expuestos) (Borham et al., 2022).

Al igual que con la brucelosis, el gobierno promulgó un decreto (Nº 34852-MAG) para la prevención, control y erradicación de esta enfermedad. Dicho decreto define como método de diagnóstico la prueba de tuberculina intradérmica, la cual consiste en la inoculación de 0,1 ml de derivado proteico purificado de *Mycobacterium bovis* en la región cervical. La lectura de la prueba se realizó 72 horas después de la inoculación, evaluando la reacción generada en el sitio de la inyección. De manera que los animales con reacción (Induración) deben ser confirmados con una segunda prueba intradérmica comparativa o muestreados para realizar la prueba de gamma interferón, aquellos que sean confirmados como positivos son identificados con una marca en forma de "S" en ambos músculos maseteros y enviados a sacrificio (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2008b).

Este procedimiento se realizó únicamente en dos de las fincas visitadas, ambas dedicadas a la producción de leche. Es importante destacar este hecho, ya que la tuberculosis bovina puede transmitirse a los seres humanos a través del consumo de leche cruda o productos lácteos no pasteurizados, representando un riesgo significativo tanto para los trabajadores de las lecherías, así como para los consumidores. De igual manera, los animales infectados suelen experimentar una disminución en la producción láctea, lo que afecta negativamente la rentabilidad de la explotación.

3. 3. Parámetros reproductivos

Como se ha mencionado, el análisis de datos registrados en la finca es la forma más eficiente que permite a los ganaderos maximizar la productividad, reducir costos y adoptar prácticas sostenibles. Por esta razón, como parte de la pasantía se analizaron los parámetros productivos de aquellas fincas, asesoradas por el Dr. Aguilar, que contaban con un sistema de registros sistematizados (Cuadro 7). Es importante aclarar que estas fincas no necesariamente corresponden a las visitadas durante la pasantía, debido a que algunos de los productores visitados no emplean este tipo de sistemas.

Cuadro 7. Parámetros reproductivos de las fincas asesoradas por el Dr. Aguilar.

Fincas	N	HP (%)	HV (%)	DA	DL	EPP (Meses)	IEP (Días)	IPPS (Días)	SPC
La Joya	59	36	64	142	184	49,30	470	98	2,29
Criques El Bosque	200	28	72	136	215	41	418	102	1,04
Hermanos JJ	107	43	57	158	258	64,70	486	151	1,22
El Cuijen	25	44	56	163	284	50,80	471	123	1
La Soga	202	40	60	195	288	39,40	483	195	1
Dennis	42	40	60	223	318	51,70	462	90	1,58
CTP Guácimo	5	80	20	-	-	-	-	-	1,50
La Esperanza	32	28	72	160	238	63,40	543	113	2,80
Promedio		42	57	168,14	255	51,47	476,14	124,57	1,55

N: Número de animales; HP: Hembras preñadas; HV: Hembras vacías; DA: Días abiertos; DL: Días de lactancia; EPP: Edad al primer parto; IEP: Intervalo entre partos; IPPS: Intervalo parto – primer servicio; SPC: Servicios por concepción.

De acuerdo con el Cuadro 7, la finca que posee el mayor porcentaje de hembras preñadas es el CTP de Guácimo. Esta finca está conformada únicamente por cinco hembras, recién adquiridas, que acaban de ser preñadas por primera vez y por lo tanto hay algunos parámetros de los que no se tiene registro.

Un dato relevante arrojado por este cuadro lo constituye el hecho de que, a excepción del CTP de Guácimo, las fincas cuyos datos fueron analizados poseen un porcentaje más alto de hembras vacías en comparación con las preñadas. Este hallazgo se debe a una combinación de factores que se explican a continuación. En primer lugar, la región Huetar Atlántica se caracteriza por la presencia de lluvia abundante, misma que afecta la calidad de los suelos y consecuentemente el acceso a recursos nutricionales de buena calidad por parte de los bovinos (Alfaro et al., 2023).

Además, la alta humedad que presenta la región provoca estrés calórico en las hembras reduciendo la función ovárica (Godde et al., 2021). En el caso de los machos, el estrés calórico provoca un aumento en el metabolismo celular que incrementa los radicales libres y disminuye la vascularización testicular conllevando a hipoxia celular y a estrés oxidativo. Esta degeneración testicular genera baja motilidad y alteraciones morfológicas como defectos de cabeza y núcleo, pérdida de epitelio de túbulos seminíferos, degeneración de epitelio germinativo y ausencia de espermatogénesis (Capela et al., 2022).

En relación con la edad al primer parto (EPP), las fincas más eficientes corresponden a La Soga y Criques El Bosque. En el caso de esta última finca, su éxito se asocia con la puesta en práctica de un estricto proceso de selección en las novillas que serán utilizadas como reemplazos. En esta escogencia se toman en cuenta varios aspectos: aplomos, amplitud de cadera, peso con respecto a la edad, desarrollo del aparato reproductor y mansedumbre. Cualquier animal que no cumpla con las metas establecidas por la finca consecuentemente interferirá con el cumplimiento del objetivo de la producción, por ende, procede a ser descartado. En contraposición se encuentran las fincas La Esperanza y Hermanos JJ, las cuales poseen el peor desempeño en este parámetro. Esto se explica debido a que son hatos que se componen en gran medida de animales comprados en otros lugares, de los que no se tiene información sobre edad e historia reproductiva.

Otro de los parámetros analizados es el intervalo parto-primer servicio (IPPS), en el cual, según el Cuadro 7, las fincas La Joya y Dennis destacan como las más competentes. En la finca La Joya esto se atribuye al hecho de que cuentan con un rol de visitas periódicas por parte del médico veterinario, en las cuales se da seguimiento a las hembras postparto y de esta forma se revisa que haya una correcta involución uterina que permita agilizar la preparación de la hembra para el próximo servicio. Aunado a ello, se trabaja bajo un sistema de IATF que trae consigo beneficios como el uso de protocolos hormonales, que ayudan a inducir el reinicio del ciclo estral (Hernández et al., 2023). En relación con este punto es importante aclarar que antes de echar mano de este beneficio es primordial analizar la relación costo-beneficio. Por ejemplo, en aquellas fincas que cuentan con pocos animales disponibles, para la

aplicación del protocolo, no resulta rentable hacer la inversión. Lo mismo sucede cuando las vacas están en anestro por desnutrición o manejo deficiente, ya que los protocolos hormonales tendrán baja efectividad debido a que las condiciones fisiológicas del animal no son óptimas para reiniciar el ciclo reproductivo (Changtes et al., 2024).

Por su parte, la finca Dennis es una finca de doble propósito en la que se ordeña y esto permite realizar inspecciones visuales para la identificación temprana del celo, acortando el tiempo de espera para el siguiente servicio. De manera opuesta, en este parámetro la finca menos calificada es La Soga, lo cual se adjudica a la baja condición corporal de las hembras. Aunque la condición corporal no fue evaluada como tal durante esta pasantía, se sabe que una alimentación inadecuada, reflejada en una baja condición corporal detectable a simple vista, provoca un retraso en la aparición del primer estro postparto (Stevenson & Atanasov, 2022). Como se ha mencionado en este documento, la reproducción es una función secundaria y en tanto la nutrición no logre suplir las necesidades fisiológicas básicas la hembra permanecerá en anestro lactacional.

En este estado, la vaca experimenta un balance energético negativo (BEN), principalmente en las primeras semanas postparto, cuando la demanda energética para la producción de leche supera la ingesta calórica. Este déficit provoca una disminución en la liberación de hormonas reproductivas (GnRH, LH y FSH) necesarias para reiniciar el ciclo estral. Además, la prolactina, que se eleva durante la lactancia para estimular la producción de leche, ejerce un efecto inhibitorio en la función ovárica. Esta situación se agrava si la vaca está sometida a una alimentación insuficiente o desequilibrada, ya que factores como una dieta baja en energía, proteínas o minerales esenciales (como fósforo y selenio) prolongan el tiempo necesario para que la hembra recupere una condición corporal adecuada y pueda reiniciar su actividad reproductiva. Esto es especialmente problemático en sistemas productivos donde no se ajusta la dieta al aumento de los requerimientos energéticos durante el periodo de transición y la lactancia temprana (Uenoyama et al., 2023).

Adicionalmente, el factor genético, evaluado a través del mérito genético, desempeña un papel clave. Se ha comprobado que vacas con un mérito genético favorable para rasgos de fertilidad presentan un periodo de anestro posparto más breve, facilitando su recuperación reproductiva (Reed et al., 2022).

Los registros colocan a la finca Dennis como una de las más eficientes en cuanto al intervalo parto – primer servicio (IPPS), pero también dejan al descubierto que esta finca es la menos productiva en cuanto a días abiertos. Los días abiertos se definen como el periodo de tiempo transcurrido entre el parto y el momento en que la vaca queda preñada nuevamente (Nan et al., 2023). En otras palabras, en la finca Dennis se registran servicios efectuados de forma temprana que no resultan ser efectivos.

Hay que mencionar que esta explotación trabaja bajo el sistema de monta natural con un toro que, a pesar de resultar insatisfactorio a la evaluación andrológica, fue conservado por mucho tiempo a decisión del productor. Posteriormente, el productor adquirió otro toro que al momento de la compra contaba con un examen andrológico satisfactorio. Sin embargo, no se observó ninguna mejoría en cuanto a este parámetro, lo que genera sospechas sobre posibles errores en la metodología utilizada durante la realización del examen. En situaciones como esta, se recomienda que un profesional de confianza, por parte del comprador, repita el examen andrológico antes de concretar la adquisición.

Otra explicación a los días abiertos involucra el error humano a la hora de documentar los servicios. Fue posible llegar a esta conclusión cuando se analizó que vacas que habían sido reportadas como servidas se encontraban en anestro cuando se llevó a cabo el diagnóstico reproductivo. En estos casos conviene aclararle al personal encargado que los servicios se definen por la monta que realiza el toro y no por el hecho de visualizar a la hembra cerca del macho.

También resulta fundamental capacitarle en cuanto a la observación de celo. Esto se logra a través de la implementación de charlas y talleres donde se expliquen los signos visuales y comportamentales del celo, tales como incremento de la actividad física, montaje entre vacas, inflamación de la vulva y presencia de secreciones mucosas (Morales, 2019). Una alternativa consiste en instaurar tecnologías

complementarias, como podómetros o detectores de movimiento, que faciliten la identificación del celo.

Caso contrario ocurre con Criques El Bosque, finca que cuenta con un óptimo desempeño no solo en cuanto a días abiertos sino también al intervalo entre partos (IEP). Los resultados obtenidos por esta finca son el reflejo de varios aspectos. En primer lugar, en esta finca se llevan a cabo visitas programadas en las que se realiza diagnóstico reproductivo de las hembras en conjunto con los registros (partos, diagnósticos y tratamientos) actualizados al día de la visita; lo que permite identificar aquellas vacas ineficientes en estos parámetros y proceder con su descarte.

Estas visitas se desarrollan de forma exitosa gracias a las instalaciones, que permiten un manejo ágil del ganado aun cuando se trata de una gran cantidad de animales. A pesar de ser un hato extenso en el que se trabaja bajo el sistema de monta natural; esta finca cuenta con cinco toros calificados andrológicamente como satisfactorios y distribuidos en lotes de forma estratégica (cuatro en monta y uno en descanso), lo que asegura la cubrición de la totalidad de las hembras sin causar el deterioro reproductivo de los machos.

Adicionalmente, se evaluaron los servicios por concepción (SPC), en el que las fincas El Cuijen y La Soga resultaron ser las más eficientes con valores de 1. Esto se debe a que ambas explotaciones emplean el sistema de monta natural, es decir que cada servicio registrado es creado únicamente cuando la vaca se diagnostica como preñada. El resto de las fincas se alejan de este valor debido a que mezclan la monta natural con el método de IATF o porque usan monta natural, pero con observación de celo. Finalmente, se encuentran las fincas La Joya y La Esperanza, con los valores más elevados en cuanto a este parámetro. Cabe resaltar que ambas fincas trabajan únicamente bajo IATF y están conformadas por un número reducido de animales, por lo que al adquirir pocas pajillas de semen no se lleva a cabo una evaluación rigurosa que permita asegurar la calidad de este antes de ser utilizado.

Dentro de los parámetros reportados y contabilizados en los sistemas de registro se encuentran los días de lactancia, un número elevado de días de lactancia indica que la mayoría de las vacas de la finca están en la etapa intermedia o final de su lactancia, lo que suele coincidir con una mayor probabilidad de que hayan sido

servidas y estén preñadas. Esto sugiere un manejo reproductivo eficiente, donde las vacas logran quedar preñadas en un tiempo óptimo posterior al parto. Por el contrario, un promedio bajo de días de lactancia indica que un mayor número de vacas se encuentran en la etapa iniciales de su lactancia y por lo tanto no han sido preñadas (Chen et al., 2024).

El Cuadro 7 muestra una considerable variabilidad entre las fincas analizadas, La Joya registra la menor cantidad de días de lactancia, se debe considerar que esta finca trabaja únicamente mediante el uso de la IATF. Sin embargo, durante la pasantía se identificó una deficiencia en el uso del sistema de registros, lo que impacta directamente la confiabilidad de este parámetro y su interpretación. En el caso de las explotaciones lecheras, registrar una vaca en periodo de secado detiene automáticamente el conteo de días de lactancia. Por otro lado, en fincas de cría, este período finaliza con el destete del ternero (Welk et al., 2024). La problemática detectada radica en que muchas fincas no reportan el destete, lo que permite que el sistema continúe contabilizando días de lactancia, generando datos incorrectos. Esto no solo distorsiona el análisis real del desempeño de la finca, sino que también revela que no se está registrando el peso al destete, un indicador clave para evaluar la eficiencia del sistema (Hyde et al., 2021). Es importante destacar que esta situación fue común en la mayoría de las fincas evaluadas, excepto en La Joya, donde se realiza un registro riguroso de todos los eventos productivos.

Es fundamental destacar que las fincas presentadas en el Cuadro 7 no son comparables entre sí, ya que no todas están dedicadas al mismo propósito ni operan bajo las mismas condiciones. No obstante, el análisis realizado revela que cada una posee fortalezas y debilidades en relación con los parámetros evaluados. Esto deja en evidencia que el éxito o fracaso de una explotación depende de diversos factores como alimentación, manejo del estrés, extensión del terreno en función del tamaño del hato, condiciones de las instalaciones, mantenimiento de registros actualizados, frecuencia de las visitas del médico veterinario y disposición del productor para implementar las recomendaciones del profesional a cargo. Aunque el factor económico representa una gran limitante para los pequeños productores, hay mejoras que no requieren inversión monetaria y que pueden marcar una diferencia significativa en los resultados.

4. CONCLUSIONES

1. Se desarrolló habilidad especializada en manejo reproductivo y mejoramiento genético, al poner en práctica la biotecnología reproductiva mediante protocolos de sincronización de celo, inseminación artificial, aspiración folicular y transferencia de embriones, así como, las evaluaciones andrológicas en machos.
2. Se consolidó destrezas en la identificación del estatus reproductivo por medio de práctica de la palpación transrectal y ultrasonografía.
3. Hubo fortalecimiento en la interpretación y análisis de datos reproductivos sistematizados para proponer estrategias específicas, integrando teoría y práctica para apoyar la toma de decisiones por parte del productor.
4. Se adquirió destrezas en la prevención y control de patologías que afectan la salud del hato y su productividad, reforzando el enfoque integral de una salud como metodología clave para el bienestar y equilibrio de la producción, en relación con, el ambiente, los animales y el ser humano.

5. RECOMENDACIONES

- Los estudiantes de la carrera de Medicina Veterinaria interesados en realizar pasantías deben procurar realizarlas en diversos sistemas de producción. Esto les permitirá conocer de primera mano el manejo y las problemáticas particulares de cada sistema, contribuyendo así al acompañamiento en los procesos de cambio y adaptación que enfrenta actualmente la producción ganadera.
- Durante su experiencia en campo, los estudiantes deben mantenerse siempre abiertos a recibir conocimientos del personal de las fincas, tanto de los productores como de sus colaboradores, reconociendo el valor de su experiencia práctica.
- Los productores deben implementar y mantener registros actualizados y sistematizados en sus fincas. Esta información es clave para analizar el desempeño productivo y tomar decisiones oportunas que favorezcan la eficiencia y sostenibilidad de sus sistemas.
- Es fundamental que los productores reconozcan la importancia de realizar evaluaciones andrológicas tanto en los reproductores como en las pajillas de semen congelado, especialmente cuando se utiliza inseminación artificial a tiempo fijo, con el fin de asegurar la efectividad reproductiva.
- La Escuela de Medicina Veterinaria, como entidad académica, debe incentivar a los estudiantes a desarrollar investigaciones aplicadas que respondan a las necesidades del médico veterinario de campo. Estas investigaciones deben generar aportes valiosos para mejorar la producción bovina y bufalina, así como para fortalecer su sostenibilidad económica, social y ambiental.
- La Escuela de Medicina Veterinaria debe reforzar la formación teórico - práctica de los estudiantes sobre las características reproductivas de otras especies productivas como la bufalina (macho y hembra), debido a que, se encuentra en auge como una alternativa para sistemas de leche, cría y doble propósito.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, E., Alvarado, L., Fallas, B., Mora, N., & Hidalgo, H. (2023). *Caracterización climática y análisis de mecanismos moduladores del descenso de las lluvias en la vertiente Caribe de América Central durante septiembre-octubre*. 58(1), 1-24. <https://doi.org/10.15359/rca.58-1.4>
- Balhara, A., Gupta, M., Singh, S., Mohanty, A., & Singh, I. (2013). *Early Pregnancy Diagnosis in Bovines: Current Status and Future Directions*. 2013(1), 10. <https://doi.org/10.1155/2013/958540>.
- Baruselli, P., Ferreira, R., Sá Filho, M., & Bó, G. (2018). Review: Using artificial insemination v. Natural service in beef herds. *Animals*, 12(1), 45-52. <https://doi.org/10.1017/S175173111800054X>
- Baruselli, P., Machado, R., Alcantara, M., Morag, F., Sá Filho, M., Vieira, L., & Gonzales, B. (2017). Timed artificial insemination: Current challenges and recent advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. *Animal Reproduction*, 14(3), 558-571. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR999>
- Bihon, A., & Assefa, A. (2021). *Prostaglandin based estrus synchronization incattle: A review*. 7, 1-9. <https://doi.org/10.1080/23311932.2021.1932051>
- Bó, G., & Baruselli, P. (2014). *Synchronization of ovulation and fixed-time artificial insemination in beef cattle*. 8(1), 144-150. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000822>
- Bogdan, L., Petrean, A., Coman, I., Nadas, G., Cenariu, M., Bogdan, I., Bogdan, S., & Berean, D. (2019). *The Diagnosis of Fetal Sexing in Cattle Using Ultrasound*. 76(2), 149-153. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-vm:2019.0008>

- Borham, M., Oreiby, A., El-Gedawy, A., Hegazy, Y., Khalifa, H., Al-Gaabary, M., & Matsumoto, T. (2022). *Review on Bovine Tuberculosis: An Emerging Disease Associated with Multidrug-Resistant Mycobacterium Species*. 11(7).
<https://doi.org/10.3390/pathogens11070715>
- Cabrera, V. (2014). *Economics of fertility in high-yielding dairy cows on confined TMR systems*. 8(1), 211-221. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000512>
- Campos, D., Garro, E., Jiménez, V., Mora, P., & Madrigal, M. (2022). *Manejo reproductivo en hatos bufalinos*. 35(3), 60-72. <https://doi.org/10.18845/tm.v35i3.5634>
- Capela, L., Leites, I., Romão, R., Lopes-da-Costa, L., & Lino Neto Pereira, R. (2022). *Impact of Heat Stress on Bovine Sperm Quality and Competence*. 12(8), 975.
<https://doi.org/10.3390/ani12080975>
- Cardoso, C., Wiltbank, M., & Sartori, R. (2021). *Factors That Optimize Reproductive Efficiency in Dairy Herds with an Emphasis on Timed Artificial Insemination Programs*. 11(2), 301.
<https://doi.org/10.3390/ani11020301>
- Changtes, T., Sanchez, J., Arunvipas, P., Patanasatienkul, T., Thammahakin, P., Jareonsawat, J., Hall, D., Heider, L., & Rukkwamsuk, T. (2024). *Performance and Cost-Efficiency of Single Hormonal Treatment Protocols in Tropical Anestrous Dairy Cows*. 14(11), 1564.
<https://doi.org/10.3390/ani14111564>
- Chen, Y., Steeneveld, W., Frankena, K., Leemans, I., Aardema, H., Vos, P., Nielen, M., & Hostens, M. (2024). *Association between days post-conception and lactation persistency in dairy cattle*. 107(8), 5794-5804. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24282>
- CRIPAS. (2010). *VAMPP Bovino (Versión 3.0)* [Software]. Universidad Nacional de Costa Rica.
<http://vampp.org/INDEX.htm>

- De Graaff, W., & Grimard, B. (2018). *Progesterone-releasing devices for cattle estrus induction and synchronization: Device optimization to anticipate shorter treatment durations and new device developments.* 112(1), 34-43. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.09.025>
- D'Occhio, M., Baruselli, P., & Campanile, G. (2018). Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: A review. *Theriogenology*, 125(1), 277-284. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.11.010>
- Dogan, H., & Yenilmez, K. (2024). *Factors influencing ovum pick-up technique results in cattle.* 8(1), 13-23. <https://doi.org/10.30704/http-www-jivs-net.1403722>
- Fesseha, H., & Degu, T. (2020). Estrus detection, estrus synchronization in cattle and it's economic importance. *International Journal of Veterinary Research*, 3(1), 1001-1008.
- Fountas, S., Carli, G., Sorensen, C., Tsiropoulos, Z., Cavalaris, C., Vatsanidou, A., Liakos, B., Canavari, M., Wiebensohn, J., & Tisserye, B. (2015). Farm management information systems: Current situation and future perspectives. *Computers and Electronics in Agriculture*, 115(1), 40-50. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.05.011>
- Fricke, P., Ricci, A., Giordano, J., & Carvalho, P. (2016). Methods for and Implementation of Pregnancy Diagnosis in Dairy Cows. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 32(1), 165-180. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2015.09.006>
- Godde, C., Mason-D'Croz, D., Mayberry, D., Thornton, P., & Herrero, M. (2021). *Impacts of climate change on the livestock food supply chain; a review of the evidence.* 28(1), 100488. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100488>
- Gorden, P., Kleinhenz, M., Wulf, L., KuKanich, B., Lee, C., Wang, C., & Coetzee, J. (2016). *Altered plasma pharmacokinetics of ceftiofur hydrochloride in cows affected with severe clinical mastitis.* 99(1), 505-514. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10239>

- Hadgu, A., & Fesseha, H. (2020). Reproductive Biotechnology Options for Improving Livestock Production: A Review. *Advances in Food Technology and Nutritional Sciences*, 6(1), 13-20. <https://doi.org/10.17140/AFTNSOJ-6-164>
- Hansen, P. (2023). *Some challenges and unrealized opportunities toward widespread use of the in vitro-produced embryo in cattle production*. 17(1), 100745. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100745>
- Heidary, M., Dashtbin, S., Ghanavati, R., Ari, M., Bostanghadiri, N., Darbandi, A., Navidifar, T., & Talebi, M. (2022). *Evaluation of Brucellosis Vaccines: A Comprehensive Review*. 9(1), 925773. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.925773>
- Hernández, C., Rosales, A., Vázquez, S., & Guzmán, A. (2023). *Synchronization of estrus and ovulation in bovine females. Endocrine bases and treatments used*. 13(1), 1-37. <https://doi.org/10.21929/abavet2023.16>
- Holmann, F., Rivas, L., Pérez, E., Castro, C., Schuetz, P., & Rodríguez, J. (2008). The beef chain in Costa Rica: Identifying critical issues for promoting its modernization, efficiency and competitiveness. *Livestock Research for Rural Development*, 20(4), 23-49.
- Hopper, R. (2021). *Bovine Reproduction* (2.^a ed.). John Wiley & Sons, Inc. <https://sci-hub.se/downloads/2021-05-25/42/bovine-reproduction-2021.pdf>
- Hyde, R., Green, M., Hudson, C., & Down, P. (2021). *Factors associated with daily weight gain in preweaned calves on dairy farms*. 190(1), 105320. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105320>
- Instituto Meteorológico Nacional. (2023). *Condiciones Actuales del Tiempo*. <https://www.imn.ac.cr/estaciones-automaticas>
- Instituto Meteorológico Nacional. (2024a). *El clima y las regiones climáticas de Costa Rica*. <https://www.imn.ac.cr/documents/10179/31165/clima-regiones-climat.pdf/cb3b55c3-f358-495a-b66c-90e677e35f57>

- Instituto Meteorológico Nacional. (2024b). *Región Caribe*.
<https://www.imn.ac.cr/documents/10179/31165/VertienteCaribe.pdf/acd336b0-9c69-444a-9316-f168945c9a6d>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2023). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2023: Resultados generales de la actividad ganadera vacuna y porcina*. INEC.
<https://admin.inec.cr/sites/default/files/2024-10/reagropecENAPECUARIO2023-01.pdf>
- Jeon, R. (2020). *Characteristics of milk fever and mastitis following different milking method and preventive calcium injection performed during the colostrum period in dairy cattle*. 35, 273-278. <https://doi.org/10.12750/JARB.35.3.273>
- Kayser, Y., Montiel, F., Canseco, R., Pinos, J., Ahuja, C., Contreras, G., Severino, V., & Molina, O. (2024). *Effect of cryopreservation of in vitro produced embryos on pregnancy rate of cows transferred at fixed time in the dry tropics*. 16(12), 63-73.
<https://doi.org/10.32854/agrop.v16i12.2769>
- Khatun, M., Kaur, S., Mukhopadhyay, K., & Mukhopadhyay, C. (2013). *Subfertility Problems Leading to Disposal of Breeding Bulls*. 26(3), 303-308.
<https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12413>
- Knific, T., Ocepek, M., Kirbiš, A., & Lentz, H. (2020). *Implications of Cattle Trade for the Spread and Control of Infectious Diseases in Slovenia*. *Frontiers in Veterinary Science*, 6(1), 454. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00454>
- Kohsari, H., Berenjian, K., & Mohammadi, F. (2022). *Adding equine chorionic gonadotropin to the G6G protocol improves pregnancy rate of dairy cows under heat stress conditions*. 9, 1-16. <https://doi.org/10.22201/fmvz.24486760e.2022.988>
- Kumar, P., & Kumar, M. (2023). *Retention of fetal membranes in cattle a review*. 12(9), 2408-2418.

- Kumaresan, A., & Srivastava, K. (2022). *Current concepts in bovine reproduction*. Springer.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-19-0116-4_2
- Laanen, M., Maes, D., Hendriksen, C., Gelaude, P., De Vliegher, S., Rosseel, Y., & Dewulf, J. (2014). Pig, cattle and poultry farmers with a known interest in research have comparable perspectives on disease prevention and on-farm biosecurity. *Preventive Veterinary Medicine*, 115(1), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.03.015>
- Langova, L., Novotna, I., Nemcova, P., Machacek, M., Havlicek, Z., Zemanova, M., & Chrast, V. (2020). Impact of Nutrients on the Hoof Health in Cattle. *Animals*, 10(10), 1824. <https://doi.org/10.3390/ani10101824>
- Magata, F., Sone, A., Watanabe, Y., Deguchi, Y., Aoki, T., Haneda, S., & Ishii, M. (2021). *Prevention of retained fetal membranes and improvement in subsequent fertility with oxytocin administration in cows with assisted calving*. 176, 200-205. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.09.037>
- Marai, I., & Haeeb, A. (2010). *Buffalo's biological functions as affected by heat stress—A review*. 127(2), 89-109. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.08.001>
- Mariscal, V., Pacheco, A., Estrella, H., Huerta, M., Rangel, R., & Núñez, R. (2016). Indicadores reproductivos de vacas lecheras en agroempresas con diferente nivel tecnológico en los altos de Jalisco. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 13(3), 493-507.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2008a). *Reglamento para la Intervención de la Brucelosis Bovina—Nº 34858-MAG*.
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=64425&nValor3=74734¶m2=1&strTipM=TC&IResultado=3&strSim=simp
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2008b). *Reglamento para la Prevención, el Control y Erradicación de la Tuberculosis en los Bovinos Nº 34852-MAG*.

- Morales, J. (2019). *Eficiencia de tres herramientas de detección de celo en vaquillonas Holando*. 23(2), 1-9. <https://doi.org/10.31285/AGRO.23.84>
- Nan, L., Du, C., Fan, Y., Liu, W., Luo, X., Wang, H., Ding, L., Zhang, Y., Chu, C., Li, C., Ren, X., Yu, H., Lu, S., & Zhang, S. (2023). *Association between Days Open and Parity, Calving Season or Milk Spectral Data*. 13(3), 509. <https://doi.org/10.3390/ani13030509>
- Ninabanda, J. (2022). *Evaluación de la tasa de preñez al transferir embriones bovinos utilizando dos métodos de sincronización*. 33(2), 152-159. <https://doi.org/10.30972/vet.3326175>
- Peralta, J., Aké, J., Centurión, F., & Magaña, J. (2010). *COMPARACIÓN DEL CIPIONATO DE ESTRADIOL VS BENZOATO DE ESTRADIOL SOBRE LA RESPUESTA A ESTRO Y TASA DE GESTACIÓN EN PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN CON CIDR EN NOVILLAS Y VACAS Bos indicus*. 26(2), 163-169.
- Peres, S., Garcia, S., Martins, G., Gouveia, M., Rocha, J., Losano, J., Pérez, A., Nichi, M., Ortiz, M., Basso, A., Morato, F., & Unno, L. (2023). *Can in vitro embryo production be estimated from semen variables in Senepol breed by using artificial intelligence?* 10(1), 1-8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1254940>
- Phand, S., Gowda, N., Selvaraju, S., Giridhar, K., Krishnappa, B., & Bhatta, R. (2021). *Nutrition and Fertility Management of Dairy Animals in Changing Climate Scenario* (Vol. 1). ICAR-National Institute of Animal Nutrition and Physiology. <https://www.manage.gov.in/publications/eBooks/Nutrition%20and%20Fertility%20Management%20of%20Dairy%20Animals%20in%20ChangingClimateScenario.pdf>
- Pursley, R., & Cibelli, J. (2020). *Reproductive Technologies in Animals*. Academic Press. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128171073000011?via%3Dihub>

- Reed, C., Kuhn-Sherlock, B., Burke, C., & Meier, S. (2022). *Estrous activity in lactating cows with divergent genetic merit for fertility traits*. 105(2), 1674-1686. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20811>
- Renault, V., Humblet, M., Pham, P., & Saegerman, C. (2021). Biosecurity at Cattle Farms: Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats. *Pathogens*, 10(10), 1315. <https://doi.org/10.3390/pathogens10101315>
- Ricci, A., Li, M., Fricke, P., & Cabrera, V. (2020). *Short communication: Economic impact among 7 reproductive programs for lactating dairy cows, including a sensitivity analysis of the cost of hormonal treatments*. 103(6), 5654-5661. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17658>
- Rodgers, J., Bird, S., Larson, J., Dilorenzo, N., Dahlen, C., DiCostanzo, A., & Lamb, G. (2012). An economic evaluation of estrous synchronization and timed artificial insemination in suckled beef cows. *Journal of Animal Science*, 90(11), 4055-4062. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4836>
- Romero, J., Rojas, J., Bolaños, M., Castillo, G., Vargas, B., & Estrada, S. (2019). *Software Vampp Bovino como instrumento de mediación dialógica entre el sector productivo bovino y la academia*. 9(2), 99-116. <http://dx.doi.org/10.15359/udre.9-2.5>
- Roshanzamir, H., Rezaei, J., & Fazaeli, H. (2020). Colostrum and milk performance, and blood immunity indices and minerals of Holstein cows receiving organic Mn, Zn and Cu sources. *Animal Nutrition*, 6(1), 61-68. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2019.08.003>
- Sánchez, J., Galina, C., Vargas, B., Rojas, J., & Estrada, S. (2020). Herd management information systems to support cattle population research: The VAMPP® case1. *Agronomía Mesoamericana*, 31(1), 141-156. <https://doi.org/10.15517/am.v31i1.37062>
- Servicio Nacional de Salud Animal. (2020). *Protocolo de Vigilancia de Brucelosis*.

- Stevenson, J., & Atanasov, B. (2022). *Changes in body condition score from calving to first insemination and milk yield, pregnancy per AI, and pregnancy loss in lactating dairy cows: A meta-analysis*. 193(1), 93-102. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.09.010>
- Truchetti, G., Bouchard, E., DesCôteaux, L., Scholl, D., & Roy, J. (2014). *Efficacy of extended intramammary ceftiofur therapy against mild to moderate clinical mastitis in Holstein dairy cows: A randomized clinical trial*. 78(1), 31-37.
- Tulu, D. (2022). *Bovine Brucellosis: Epidemiology, Public Health Implications, and Status of Brucellosis in Ethiopia*. 7, 13-21. <https://doi.org/10.2147/VMRR.S347337>
- Uenoyama, Y., Inoue, N., & Tsukamura, H. (2023). *Kisspeptin and lactational anestrus: Current understanding and future prospects*. 166(1), 171026. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2023.171026>
- Van Emon, M., Sanford, C., & McCoski, S. (2020). Impacts of Bovine Trace Mineral Supplementation on Maternal and Offspring Production and Health. *Animals*, 10(12), 2404. <https://doi.org/10.3390/ani10122404>
- Vlasova, A., & Saif, L. (2021). Bovine Immunology: Implications for Dairy Cattle. *Frontiers in Immunology*, 21(1), 643206. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.643206>
- Welk, A., Neave, H., & Jensen, M. (2024). *Invited review: The effect of weaning practices on dairy calf performance, behavior, and health-A systematic review*. 107(8), 5237-5258. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-24521>
- Wiltbank, M., Monteiro, P., Domingues, R., Andrade, J., & Mezera, M. (2023). *Review: Maintenance of the ruminant corpus luteum during pregnancy: Interferon-tau and beyond*. 17(1), 100827. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100827>