

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN-León

Área de Conocimiento Ciencias Agrarias y Veterinarias

Dirección Específica Medicina Veterinaria y Zootecnia



**Monografía para optar al título
de MEDICO VETERINARIO**

**“Evaluación de la eficiencia reproductiva en una finca de ganado bovino
Brahman con sistema semi-intensivo en los años 2022 y 2023”**

Autor:

Br. Alisson Edgardo Juárez Juárez.

Tutor:

PhD. MSc. Alan Enrique Peralta Ramírez

León, noviembre 2024

“2024: 45/19 ¡la Patria, la Revolución!”

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
UNAN-León**

Área de Conocimiento Ciencias Agrarias y Veterinarias

Dirección Específica Medicina Veterinaria y Zootecnia



**Monografía para optar al título
de MEDICO VETERINARIO**

**“Evaluación de la eficiencia reproductiva en una finca de ganado bovino
Brahman con sistema semi-intensivo en los años 2022 y 2023”**

Autor:

Br. Alisson Edgardo Juárez Juárez.

Tutor:

PhD. MSc. Alan Enrique Peralta Ramírez

León, noviembre 2024

“2024: 45/19 ¡la Patria, la Revolución!”

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN-León

Área de Conocimiento Ciencias Agrarias y Veterinarias

Dirección Específica Medicina Veterinaria y Zootecnia



**Monografía para optar al título
de MEDICO VETERINARIO**

**“Evaluación de la eficiencia reproductiva en una finca de ganado bovino
Brahman con sistema semi-intensivo en los años 2022 y 2023”**

Autor:

Br. Alisson Edgardo Juárez Juárez _____

Tutor:

PhD. MSc. Alan Enrique Peralta Ramírez _____

León, noviembre 2024

“2024: 45/19 ¡la Patria, la Revolución!”



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, León (UNAN – León)
FUNDADA EN 1812
AREA DE CONONCIAMIENTO CIENCIAS AGRARIAS Y VETERINARIAS
Dirección específica Medicina Veterinaria y Zootecnia

A QUIEN CORRESPONDA

El suscrito profesor titular del área de Conocimiento de Ciencias Agrarias y veterinarias de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua hace constar que el trabajo Monográfico:

“Evaluación de la eficiencia reproductiva en una finca de ganado bovino Brahman con sistema semi-intensivo *en los años 2022 y 2023*”.

Ha sido elaborado por el Br. Alisson Edgardo Juárez Juárez Número de carnet: 17-03641-0, bajo mi tutoría y reúne los requisitos para ser presentado y sustentado con el fin de optar al título de:

MÉDICO VETERINARIO

De acuerdo con los lineamientos y reglamentos vigentes en esta universidad.

Para que conste y tenga los efectos oportunos, firmo la presente en la ciudad de León, el 24 de octubre del año 2024.

Dr. Alan Enrique Peralta Ramírez
Tutor

2024: 45/19: ¡La Patria, La Revolución!

CC Archivo

i. RESUMEN

Se estudió el desempeño reproductivo de un hato bovino de raza Brahman Gris a través de la tasa preñez entre el año 2022 y 2023, en una finca en el Occidente de Nicaragua. Para ello en el 2022 se evaluaron 150 hembras bovinas, obteniendo una tasa de preñez del 99% y en el 2023 se evaluaron 464 hembras bovinas, obteniendo un 45% de preñez. También se realizaron diagnósticos de gestación de manera trimestral en los animales destinados a reproducción, encontrando diferencias no significativas entre trimestres. Además, se evaluó el efecto de la condición corporal, una condición corporal inferior a 3 incrementa 11 veces la probabilidad de que la vaca evaluada resulte vacía ($p < 0.05$), la condición corporal se correlaciona positivamente con la tasa de preñez ($R^2 = 0.92$) y el empleo de sincronización de celos sobre la tasa de preñez anual. Los resultados muestran diferencias entre los años evaluados, un efecto de la condición corporal sobre la tasa de preñez y la efectividad de la sincronización de celos en un sistema semi-intensivo utilizando monta natural.

ii. AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, por ser quien me ha inspirado, me ha dado la fuerza, sabiduría e inteligencia en todo el transcurso de este camino y permitirme finalizar esta linda carrera universitaria.

A mi familia en especial a mis padres por haber creído en mí, por haberme dado ese apoyo incondicional en todo momento, agradecido por cada uno de sus valiosos consejos que me han servido de guía e inspiración para salir adelante.

A Eddy Barrera y Lilliam Juárez por darme ese gran apoyo, por haberme acogido desde el primer día que inicie este camino y por hacerme sentir tan bien como un hijo más.

A todos y cada uno de mis docentes, por haber tenido la paciencia de compartir su valioso conocimiento y saberes de manera profesional, por haberme dado la oportunidad de aprender y llevarme un poco de conocimiento y de cada uno de ellos. Especialmente agradezco a mi tutor, Dr. Alan Enrique Peralta Ramírez a quien admiro y respeto, por haberme dado la oportunidad de hacer esta tesis bajo su dirección, agradecido por sus orientaciones, paciencia, empeño y dedicación que han sido claves para concluir esta tesis.
Gracias por el conocimiento compartido.

A mis compañeros de clase que de una u otra forma hicieron este camino divertido y fueron parte del éxito, gracias por el apoyo en todo momento.

iii. DEDICATORIA

Dedicada primeramente a Dios por no haberme dejado solo durante el transcurso de mi carrera, por darme salud y sabiduría para enfocarme en esta tesis y lograr culminarla. Sin su ayuda nada sería posible.

A toda mi familia quienes me brindaron buenos consejos y palabras de aliento durante todo este camino.

A mis padres los principales pilares de apoyo para lograr culminar esta tesis, personas que me han guiado por el buen camino y me han inspirado a lograra mis metas.

A mi hermano Kesler Marcelo Juárez se la dedico hasta el cielo que también es parte de mi inspiración para lograr este éxito, sé que también desde allá estas contento por este logro.

A mis docentes, personas de inspiración y ejemplos profesionales a seguir, por ese valioso conocimiento que me llevo de ustedes.

iv. INDICE

I. INTRODUCCION -----	1
II. OBJETIVOS-----	4
2.1 Objetivo General-----	4
2.2 Objetivos Específicos -----	4
III. MARCO TEORICO-----	5
3.1 Anatomía del aparato reproductor de la vaca-----	5
3.1.1 Ovarios -----	5
3.1.2 Oviductos -----	5
3.1.3 Útero -----	6
3.1.4 Cuernos Uterinos-----	6
3.1.5 Cuerpo Uterino-----	6
3.1.6 Cuello Uterino o cérvix -----	6
3.1.7 Vagina -----	7
3.1.8 Vestíbulo Vaginal -----	7
3.1.9 Vulva -----	7
3.2 Fisiología reproductiva de la vaca -----	8
3.3 Endocrinología del ciclo estral -----	8
3.4 Fases del ciclo estral -----	9
3.4.1 Estro -----	10
3.4.2 Metaestro -----	11
3.4.3 Diestro-----	11
3.4.4 Proestro -----	11

3.5	Dinámica folicular-----	12
3.5.1	Reclutamiento -----	12
3.5.2	Selección -----	12
3.5.3	Dominancia -----	12
3.5.4	Ovulación -----	12
3.6	Parámetros reproductivos-----	13
3.6.1	Tasa de concepción -----	15
3.6.2	Servicios por concepción-----	15
3.6.3	Tasa de preñez-----	15
3.7	Factores que afectan la tasa de preñez en vacas-----	16
3.7.1	Anestro postparto y Condición Corporal -----	16
3.7.2	Condición Corporal y reproducción del ganado bovino -----	16
3.7.3	Metabolismo energético en la vaca postparto -----	16
3.7.4	Estimulación del crecimiento y desarrollo -----	18
3.7.5	Regulación de la producción de otras hormonas -----	18
3.7.6	Rol de la proteína -----	19
3.7.7	Minerales y Micronutrientes -----	20
3.7.7.1	Cobalto-----	20
3.7.7.2	Cobre y Molibdeno-----	21
3.7.7.3	Yodo y Bociógenos -----	21
3.7.7.4	Manganeso -----	21
3.7.7.5	Fósforo-----	21
3.7.7.6	Selenio y Vitamina E -----	22

3.7.7.8 Vitamina A y Betacaroteno-----	22
3.7.7.9 Zinc -----	22
3.8 Fitoestrógenos -----	22
3.9 Estrés por calor -----	23
3.10 Síndrome de la vaca repetidora -----	24
3.11 Anormalidades peri ovulatorias -----	26
3.12 Deficiencia lútea-----	26
3.13 Amamantamiento -----	26
3.14 Genética y Heredabilidad-----	27
IV. DISEÑO METODOLOGICO -----	28
4.1 Tipo de estudio -----	28
4.2 Lugar de estudio -----	28
4.3 Población de estudio -----	28
4.4 Criterios de inclusión -----	28
4.5 Criterios de exclusión -----	28
4.6 Fuente de información -----	28
4.7 Operacionalización de variables -----	32
V. RESULTADOS-----	34
VI. DISCUSION-----	41
VII. CONCLUSIONES -----	42
VIII. RECOMENDACIONES -----	43
IX. REFERENCIAS -----	44
X. ANEXOS -----	47

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería de carne en América tropical está compuesta en su mayoría por explotaciones que se manejan de forma extensiva, frecuentemente los recursos con que disponen no se usan adecuadamente. Ésta deficiente utilización de los recursos está directamente relacionada con una baja eficiencia reproductiva, manifestada en una edad tardía al primer parto, largos intervalos entre partos, períodos prolongados del parto a concepción, elevado número de servicios por concepción y bajo porcentaje de natalidad (Bazán Alfaro, 2014).

En la producción de ganado, un buen desempeño reproductivo es esencial para una gestión y producción eficientes en su conjunto, aunque los objetivos reproductivos específicos pueden depender en cierta medida de las condiciones locales y de los sistemas y objetivos de explotación individuales (Ball & Peters, 2008). En el ganado de carne, el desempeño reproductivo de las vacas, que está representado por el número de terneros nacidos anualmente, es uno de los principales factores económicos que afectan el sistema de producción. La mejora genética de los rasgos reproductivos en las hembras es generalmente un desafío debido a las dificultades para medir los rasgos, así como a la baja variabilidad genética, lo que resulta en una respuesta lenta a la selección (Buzanskas et al., 2017).

La fertilidad es un rasgo complejo en los sistemas de producción de carne y los procedimientos de evaluación genética, lo que se debe en parte a las numerosas medidas utilizadas para evaluar la reproducción. Más allá del ganado vacuno, las medidas de fertilidad varían según la especie animal, e incluso dentro del ganado vacuno, varían según la raza, la ubicación, el sexo y la clase. La fertilidad tiene una importancia económica significativa para los productores de ganado de carne y, por lo tanto, debe incluirse en su objetivo de cría (Cammack et al., 2009).

El manejo reproductivo de cualquier hato bovino se fundamenta en un programa de diagnóstico, control reproductivo y buenos registros, estos últimos, son fundamentales para tomar cualquier decisión de la viabilidad económica productiva de las unidades de producción animal.

Para que una unidad de producción logre sus metas de rentabilidad, es necesario un manejo reproductivo satisfactorio, repercutiendo directamente en la producción diaria, progreso genético, entre otros.

Los parámetros reproductivos son indicadores del desempeño del hato, obtenidos cuando los eventos reproductivos del hato han sido registrados adecuadamente. Estos indicadores nos permiten identificar las oportunidades de mejora, establecer metas reproductivas realistas, monitorear los progresos e identificar los problemas y enfermedades reproductivas en estadíos tempranos. La eficiencia reproductiva de un animal a lo largo de su vida está determinada por la edad al primer parto y por el intervalo entre cada parto subsecuente (*Parámetros Reproductivos del Ganado Bovino* | Intagri S.C., 2018).

La eficiencia reproductiva (ER) constituye un complejo con diferentes formas, expresiones e interpretaciones de la vida, fisiología y comportamiento de la reproducción, y además es un término que relaciona estas actividades desde el inicio de la pubertad y que se manifiesta con la correcta ciclicidad de la hembra, la adecuada producción de espermatozoides en el macho, y los eventos consecuentes del apareamiento de individuos como la gestación y el parto.

Para que el productor logre sus metas de rentabilidad con sus animales, es necesario un funcionamiento reproductivo satisfactorio, está directamente relacionado con la producción diaria, progreso genético, política de reemplazo, etc. Los factores de mayor importancia involucrados en el manejo de la reproducción son la fertilidad, intervalo entre partos, días abiertos, detección de calores y primer servicio después del parto, entre otros. La asesoría del manejo reproductivo es fundamental para los sistemas intensivos y extensivos, por medio de un continuo monitoreo, usando registros, observaciones directas y revisiones ginecológicas y, la correspondiente actualización de la información de acuerdo con los resultados presentes (Herbas, 2021).

La ganadería bovina, exige una producción con eficiencia, que permita tener una relación costo-beneficio adecuada, lo que se logra optimizando los índices reproductivos de los hatos (Díaz, 2021).

Existen diferentes definiciones de ER como: **a)** la capacidad de servir una hembra en el menor tiempo posible después del parto empleando el menor número de inseminaciones posibles o monta natural o **b)** la medida que se emplea en la ganadería, consecuencia de la evaluación de individuos mediante registros rigurosos permiten concluir el desempeño del hato. El objetivo del manejo reproductivo en hatos bovinos es que se genere una producción máxima de la vida productiva de individuo en la ganadería. Por tal razón es importante determinar eventos y parámetros que permitan conocer y predecir la eficiencia reproductiva y determinar los causales de la infertilidad individual como colectiva (Parrado & Colina, 2020).

Los registros de producción y reproducción son indispensables en las explotaciones ganaderas. Estos registros permiten medir la eficiencia productiva y reproductiva de las vacas individuales y del hato en general. Así mismo, la información registrada puede ser utilizada por el productor para definir la eliminación de vacas de baja productividad, planificar los cruzamientos para el mejoramiento genético y seleccionar los animales de reemplazo de las mejores vacas del hato.

I. OBJETIVOS

Objetivo General

- ✓ Evaluar la variación de la tasa de preñez en una finca de ganado bovino de raza Brahman con sistema semi-intensivo en los años 2022 y 2023.

Objetivos Específicos

- ✓ Realizar diagnóstico de gestación en un hato bovino durante el periodo de estudio.
- ✓ Calcular los indicadores reproductivos a partir de la información disponible.
- ✓ Determinar el efecto de la condición corporal en la tasa de preñez.
- ✓ Evaluar el efecto de la sincronización de celos en la tasa de preñez.

II. MARCO TEÓRICO

Anatomía del aparato reproductor de la vaca

Dos órganos esenciales de la reproducción se encuentran dentro de la cabeza del animal. El hipotálamo controla varios procesos y comportamientos corporales junto con los procesos reproductivos. La temperatura corporal, la concentración, los componentes de los fluidos corporales y el impulso de comer y beber son solo algunas de las funciones del hipotálamo. Se clasifica como una glándula neuroendocrina ya que envía y recibe señales neuronales a través del sistema nervioso y mensajes hormonales a través del sistema endocrino. El segundo órgano, la glándula pituitaria, se encuentra en la base del cerebro. Fisiológicamente, la pituitaria se divide en dos regiones distintas: las pituitarias anterior y posterior. Cada región secreta varias hormonas que dirigen los procesos corporales. Algunas de estas hormonas son responsables de los eventos reproductivos, mientras que otras controlan el crecimiento, el metabolismo y el equilibrio hídrico (Whittier, 2015).

El aparato genital de la hembra bovina formado por los ovarios y un sistema de órganos tubulares: oviducto, útero y vagina. La parte posterior del tracto sexual, vestíbulo vaginal y vulva, representan conductos comunes de los sistemas genitales y urinario, por lo que se denominan urogenitales (Robson & Aguilar, 2004).

Ovarios: Tienen una doble función, producir óvulos maduros y segregar hormonas sexuales. Cada hembra posee dos ovarios que se encuentran ubicados a los costados de los cuernos uterinos. En la vaquilla los ovarios se encuentran en la cavidad pelviana junto al útero, son muy pequeños, como el tamaño de un maní. En la vaca adulta se encuentran en la cavidad abdominal y miden 3 a 4 cm, como un huevo de paloma.

Oviductos: Son dos tubos finos y flexuosos de 20 a 35 cm de largo, que comunica el útero con los ovarios. Es el lugar donde se realiza la fecundación (unión del óvulo con el espermatozoide) (Robson & Aguilar, 2004). La porción en la que se une el útero con el oviducto es denominada uterotubárica y a partir de aquí el oviducto tiene tres porciones; istmo, ámpula e infundíbulo: el istmo es la primera parte del

oviducto; el ámpula abarca cerca de la mitad de la longitud del oviducto y es el lugar donde se lleva a cabo la fertilización; la última porción del oviducto es el infundíbulo, tiene forma de embudo y rodea el ovario. El infundíbulo presenta en su borde libre proyecciones filiformes que constituyen la fimbria y tiene la función de captar los ovocitos durante la ovulación (Hernández Cerón y Zavala Rayas, 2007).

Útero: El cuerpo del útero de la vaca es corto y poco desarrollado, mientras que los cuernos uterinos son relativamente largos y bien desarrollados. El embrión pasa del oviducto al cuerno uterino, donde comienza el desarrollo de las membranas fetal y materna. Este feto recién desarrollado crece dentro de una capa de membranas llamada placenta, a través de la cual se difunde el alimento de la presa. No hay conexión sanguínea directa entre el feto y la madre, sino un sistema complejo que permite selectivamente que ciertas moléculas pasen del lado materno de la placenta al lado fetal y viceversa. También proporciona nutrientes y transporta productos de desecho del feto (Whittier, 2015). Es el órgano donde se desarrolla el feto. Está constituido por tres partes, de adelante hacia atrás son:

Cuernos Uterino: Son dos tubos que se comunican por delante con los oviductos y por detrás con el cuerpo uterino. Tiene la forma de cuerno de carnero y miden de 25 a 40 cm. En las vaquillas se ubican en la cavidad pelviana y en la vaca que ha gestado, en la cavidad abdominal.

Cuerpo Uterino: Se encuentra inmediatamente por detrás de la unión de los cuernos uterinos, su longitud es de 2 a 3 cm.

Cuello o cérvix: Es un cilindro situado en el piso de la cavidad pelviana. Sus paredes son más gruesas y rígidas, adquiriendo una consistencia dura que la diferencia claramente del resto del útero. Mide de 8 a 10 cm de largo y 2 a 5 cm de ancho. En vacas cebú es común encontrar cuellos del doble de dicho tamaño (Robson & Aguilar, 2004).

En condiciones normales, el grado de apertura del canal cervical dependerá del estado fisiológico del animal, presentando su máxima dilatación durante el parto.

El epitelio interno que recubre el canal cervical produce una secreción mucosa que en el celo o estro es fluida, mientras que en la gestación se hace más densa formando un tapón

denominado tapón gelatinoso. La función principal del cérvix es impedir el paso de agentes extraños durante la gestación de la vaca, su forma de sellar el canal es por medio de la producción de un tapón cervical que éste es el que cumple con esta función.

Vagina: Se extiende por detrás del cuello uterino hasta la vulva y mide de 15 a 30 cm. En su porción anterior se observa la flor radiada u hocico de tenca, en forma de cráter con bordes festoneados y estrías, que es la prolongación intravaginal del cuello uterino. En el piso de la parte posterior de la vagina, se encuentra una bolsita denominada divertículo sub-uretral e inmediatamente por delante del mismo, se halla la desembocadura de la uretra (Robson & Aguilar, 2004). La vagina es el órgano en el que el toro deposita el semen durante la monta. Su musculatura de tipo rugoso permite, que se distienda durante el apareamiento y el parto. Aunque la vagina no contiene glándulas, sus paredes están lubricadas por trasudado del epitelio vaginal y por moco cervical (Hernández Cerón y Zavala Rayas, 2007).

Vestíbulo Vaginal: Se localiza entre la vulva y la vagina; mide entre 10 y 12.5 cm de largo en su pared ventral y entre 7.5 y 10 cm en su pared dorsal, está formado por músculos circulares, cuya función es cerrar el canal genital.

Vulva: Es la porción terminal del aparato genital de la vaca, tiene una posición vertical y está formada por los labios vulvares izquierdo y derecho, los cuales se unen en las comisuras dorsal y ventral. En la comisura ventral de la vulva se localiza el clítoris, que es una estructura eréctil homóloga al pene que mide entre 3 y 6 mm de largo y descansa en la depresión llamada fosa del clítoris. La vulva puede presentar cambios en su apariencia debido a que está bajo la influencia de la progesterona y de los estrógenos durante el proestro y el estro, las altas concentraciones de estrógenos provocan un ligero edema y eritema vulvar (Hernández Cerón y Zavala Rayas, 2007).

Fisiología reproductiva de la vaca

La especie bovina es poliéstrica continua, es decir, presenta períodos de estro o celo durante todo el año. Sin embargo, el lapso en la que la hembra es fértil y receptiva al macho es muy corto (Carvajal, Martínez, Tapia y Ayke, 2020).

El ciclo reproductivo de la vaca consiste en una serie de eventos que ocurren en un orden definido durante un período de días. En la vaca, este ciclo tiene una duración promedio de 21 días (el rango es de 17 a 24 días) y se ocupa de preparar el tracto reproductivo para el estro o el celo (el período de receptividad sexual) y la ovulación (la liberación del óvulo) (Whittier, 2015).

Endocrinología del ciclo estral

Las hormonas son sustancias producidas por diferentes células del organismo que ejercen funciones específicas en otras células (células blanco). Algunas hormonas actúan en la misma célula que la secreta (actividad autocrina), otras lo hacen en las células vecinas (actividad paracrina) y otras son transportadas por la sangre y ejercen su función en células de otros órganos (actividad endocrina). Existen otros tipos de hormonas que comunican a diferentes individuos y son conocidas como feromonas. Las feromonas regulan diferentes funciones, entre las que se destacan las reproductivas.

La secreción de algunas hormonas, así como también diversos procesos fisiológicos, se sincronizan con la duración del día y de la noche (ritmos endógenos). La luz se percibe por los fotorreceptores de la retina y la señal luminosa llega a la glándula pineal a través de conexiones neuronales (tracto retino-hipotalámico). En la glándula pineal, el estímulo producido por la luz inhibe la síntesis de la melatonina. De esta forma, la duración del día y la noche (fotoperiodo) es registrada por las variaciones en las concentraciones de la melatonina. En la vaca se sabe que el fotoperiodo influye sobre algunos procesos reproductivos, aunque, no es en sentido estricto una especie con un patrón reproductivo estacional (Hernández Cerón, 2016).

El sistema nervioso es el encargado de la regulación de las funciones reproductivas en la vaca; el tálamo e hipotálamo ubicados en el diencefalo, contienen los núcleos neuronales que se especializan en la producción de neurotransmisores. Estos núcleos regulan la síntesis de las hormonas reproductivas producidas en la hipófisis y de allí viajan hacia los ovarios para estimularlos e iniciar la producción de hormonas ováricas. Es aquí cuando completamos el eje hipotálamo - hipófisis - gónadas. Cuando la hembra bovina alcanza la pubertad, los centros neuronales hipotalámicos, comienzan la producción de la denominada hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), que estimula la porción anterior de la hipófisis; específicamente, las células gonadotropas, encargadas de producir la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH), conocidas como hormonas gonadotrópicas (Robson & Aguilar, 2004).

La FSH estimula la producción de 17- β estradiol (E2) y el crecimiento de folículos emergentes, cuyo diámetro en promedio es de 3 mm aproximadamente, iniciando el reclutamiento de una cohorte folicular nueva, de donde será seleccionado el folículo que ovulará un ovocito. Por otro lado, la LH ejerce un efecto de luteinización de folículos, es decir, además de favorecer el crecimiento, induce cambios celulares intrafoliculares. Cuando el folículo alcanza un tamaño mayor de 8 mm, llega a su máximo nivel de producción de E2, el cual viaja por vía sanguínea hacia el hipotálamo y allí induce la estimulación del centro del pico de GnRH para la liberación de LH, de manera que esta última se libere masivamente al torrente sanguíneo y llegue al ovario a desencadenar la producción de progesterona (P4) y la ovulación (Herbas, 2021).

Fases del ciclo estral

El ciclo estral de la hembra bovina es el conjunto de acontecimientos fisiológicos que ocurren cada 18 a 24 días aproximadamente, gracias a la actividad conjunta del hipotálamo, la hipófisis y el ovario. La variabilidad en la duración del ciclo puede deberse a factores como: la raza, el ambiente, el manejo, la nutrición, entre otros. En general, el ciclo estral de los mamíferos se divide en dos importantes etapas: la fase folicular y la fase lútea. La primera, es aquella donde existe una dominancia de estructuras foliculares en el ovario, que producen concentraciones importantes de estrógenos.

En la vaca, esta etapa la conforma el proestro y el estro. La segunda fase, es aquella donde existe una dominancia ovárica de un cuerpo lúteo maduro o inmaduro, que produce progesterona (P4), y la conforman: el metaestro y el diestro (Sanín, 2014).

La hembra bovina presenta ciclos estrales en intervalos de 18 a 24 días, y estos sólo se interrumpen durante la gestación o debido a alguna patología. El estro es el período de aceptación de la cópula y tiene una duración de 8 a 18 horas. Durante el metaestro ocurre la ovulación y se desarrolla el cuerpo lúteo. El diestro es la etapa más larga del ciclo y se caracteriza por la presencia de un cuerpo lúteo. Si la gestación no se establece, el endometrio secreta prostaglandina F2 α (PGF2 α) lo que induce a la luteólisis, reiniciándose así un nuevo ciclo estral.

Estro

En esta etapa la hembra acepta la cópula o la monta de una compañera del hato. Esta conducta es determinada por incremento significativo de las concentraciones de estradiol producido por un folículo preovulatorio y por la ausencia de un cuerpo lúteo. La conducta estral tiene como fin llamar la atención del macho para el apareamiento, por efecto de los estrógenos la hembra se inquieta, camina más, interactúa con sus compañeras y acepta la monta de otra hembra (conducta homosexual). También los estrógenos provocan turgencia del útero, edema en los genitales externos y producción de moco cervical. La duración del estro es de 8 a 18 h y varía de acuerdo con el tipo de ganado y las condiciones ambientales. El inicio del estro coincide con la secreción ovulatoria de LH (pico de LH), ya que los estrógenos, al mismo tiempo que provocan la conducta estral, desencadenan el pico de LH. Entre el inicio del estro y el pico de LH transcurren de 2 a 6 h y en algunos casos estos sucesos son simultáneos. En general, la ovulación ocurre de 28 a 30 h después del pico de LH, o visto de otra manera, de 30 a 36 h después del inicio del estro (Hernández Cerón y Zavala Rayas, 2007).

Metaestro

El metaestro es la etapa posterior al estro, tiene una duración de cuatro a cinco días. Durante esta etapa ocurre la ovulación y se desarrolla el cuerpo lúteo. Después de la ovulación se observa una depresión en el lugar ocupado por el folículo ovulatorio (depresión ovulatoria) y posteriormente se desarrolla el cuerpo hemorrágico (cuerpo lúteo en proceso de formación). Durante el metaestro, las concentraciones de progesterona comienzan a incrementarse hasta alcanzar niveles mayores de 1 ng/mL, momento a partir del cual se considera que el cuerpo lúteo llegó a la madurez. El momento en que las concentraciones de progesterona son superiores a 1 ng/mL se toma como criterio fisiológico para determinar el final del metaestro y el inicio del diestro. Un evento hormonal que se destaca en este periodo consiste en la presentación del pico postovulatorio de FSH, lo cual desencadena la primera oleada de desarrollo folicular. Algunas vacas presentan un sangrado conocido como sangrado metaestral.

Diestro

El diestro es la etapa de mayor duración del ciclo estral, de 12 a 14 días. Durante esta etapa el cuerpo lúteo mantiene su plena funcionalidad, lo que se refleja en concentraciones sanguíneas de progesterona, mayores de 1 ng/mL. Además, en esta etapa se pueden encontrar folículos de diferentes tamaños debido a las oleadas foliculares. Después de 12-14 días de exposición a la progesterona, el endometrio comienza a secretar PGF2 α en un patrón pulsátil, el cual termina con la vida del cuerpo lúteo y con el diestro. En términos endocrinos cuando el cuerpo lúteo pierde su funcionalidad, es decir, cuando las concentraciones de progesterona disminuyen por debajo de 1 ng/mL, termina el diestro y comienza el proestro. Cabe mencionar que, durante esta etapa, la LH se secreta con una frecuencia muy baja y la FSH tiene incrementos responsables de las oleadas foliculares.

Proestro

El proestro se caracteriza por la ausencia de un cuerpo lúteo funcional y por el desarrollo y maduración del folículo ovulatorio. El proestro en la vaca dura de dos a tres días.

Un evento hormonal característico de esta etapa es el incremento de la frecuencia de los pulsos de secreción de LH que conducen a la maduración final del folículo ovulatorio y al incremento de estradiol sérico, lo que desencadena el estro (Hernández Cerón, 2016).

Dinámica folicular bovina

Se conoce como dinámica folicular al proceso de crecimiento y regresión de folículos antrales que conducen al desarrollo de un folículo preovulatorio. Entre 1 y 4 ondas de crecimiento y desarrollo folicular ocurren durante un ciclo estral bovino, y el folículo preovulatorio deriva de la última. Para describir la dinámica folicular bovina es necesario definir conceptos de reclutamiento, selección y dominancia:

Reclutamiento: Es el proceso por el cual una cohorte de folículos comienza a madurar en un medio con un aporte adecuado de gonadotrofinas que le permiten avanzar hacia la ovulación.

Selección: Es el proceso por el cual un folículo es elegido y evita la atresia con la posibilidad de llegar a la ovulación.

Dominancia: Es el proceso por el cual el folículo seleccionado domina ejerciendo un efecto inhibitorio sobre el reclutamiento de una nueva cohorte de folículos. Este folículo alcanza un tamaño marcadamente superior a los demás, es responsable de la mayor secreción de estradiol y adquiere la capacidad de continuar su desarrollo en un medio hormonal adverso para el resto de los folículos. La causa por la cual regresa el folículo dominante de las primeras ondas (1 de 2 ondas y 2 de 3 ondas) sería la presencia de una baja frecuencia de los pulsos de LH debido a los altos niveles de progesterona, que provocarían una menor síntesis de andrógenos y en consecuencia una menor síntesis de estradiol que iniciarían la atresia folicular.

Ovulación

Se define como ovulación a la culminación de una serie de mecanismos complejos desencadenados por la elevación de LH o LH- FSH según, que, como resultado, produce la expulsión del ovocito II del folículo preovulatorio.

Los sucesos de ovulación abarcan cambios bioquímicos, fisiológicos y morfológicos. Acabado el crecimiento, el folículo maduro o de Graaf es capaz de responder ante la descarga preovulatoria de gonadotropinas (LH y en menor medida FSH), de tal forma que se produce una reestructuración completa del mismo y la subsiguiente liberación de un ovocito fértil a través de un pequeño orificio (estigma) producido en el punto de ruptura de su pared celular y de las capas celulares más superficiales de la corteza ovárica, cuyo grosor en este momento es muy reducido.

La ovulación ocurre en respuesta a varios mecanismos fisiológicos, bioquímicos y biofísicos.

- a) Mecanismos neurobioquímicos y farmacológicos.
- b) Procesos neuroendocrinos/endocrinos, GnRH, esteroides, y prostaglandinas.
- c) Mecanismos neuromusculares y neurovasculares, así como interacciones enzimáticas (Martínez, 2009).

Parámetros Reproductivos

Los parámetros reproductivos son indicadores del desempeño del hato, obtenidos cuando los eventos reproductivos del hato han sido registrados adecuadamente. Estos indicadores nos permiten identificar las oportunidades de mejora, establecer metas reproductivas realistas, monitorear los progresos e identificar los problemas y enfermedades reproductivas en estadíos tempranos (Díaz, 2021).

Los parámetros reproductivos bovinos son importantes en explotaciones ganaderas porque influyen en la eficiencia reproductiva. Existen factores que influyen tanto en el inicio como en el desenlace de los eventos reproductivos en la hembra y en el macho, como la raza, el ambiente, el manejo, la nutrición y sanidad, tanto en ganado de carne como de leche. Entre los parámetros más importantes están los que reflejan el inicio de la pubertad, los servicios, los niveles de concepción, los partos entre otros. Si bien estos parámetros representan la fertilidad en diferentes fases de la vida reproductiva, un manejo adecuado permite incrementar la productividad y por ende la rentabilidad.

Los registros son importantes para los parámetros de rendimiento productivo y reproductivo, para hallar problemáticas y tomar decisiones oportunas y efectivas, más aún cuando las implicaciones económicas son evidentes (Parrado & Colina, 2020). La eficiencia reproductiva (ER), es una medida del logro biológico neto de toda la actividad reproductiva, que representa el efecto integrado de todos los factores involucrados, celo, ovulación, fertilización, gestación y parto (Alvear Uvidia, 2012).

En términos generales, el comportamiento reproductivo de una vaca se basa en la estimación de su habilidad para parir a intervalos regulares. En todo programa reproductivo deben fijarse objetivos prácticos de eficiencia que se pueden lograr con la aplicación adecuada de las técnicas conocidas y funcionales. La eficiencia reproductiva puede ser evaluada con parámetros rigurosos, que son indicadores de los períodos reproductivos que proveen información específica de fertilidad con respecto a sus capacidades y limitaciones. Por lo tanto, para evaluar el desempeño reproductivo sin tener que esperar períodos largos, se utilizan los parámetros reproductivos. Algunos parámetros sólo pueden usarse en ciertos rebaños y otros se utilizan de manera individual (Herbas, 2021).

Un requisito indispensable para conocer la eficiencia reproductiva es la adopción y adecuada utilización de Registros Reproductivos. La entrada de datos irregulares para los diferentes eventos reproductivos disminuye la calidad del cálculo de la eficiencia reproductiva disminuyendo la posibilidad de tomar las decisiones correctas. Los parámetros reproductivos (individual – lotes) se obtienen mediante el registro de eventos como: **a)** la pubertad, **b)** primer servicio, **c)** primer parto, **d)** peso a la incorporación a la reproducción **e)** tiempo entre el parto al primer estro, **f)** tiempo del primer servicio, **g)** tiempo entre partos y el registro de factores ambientales (temperatura, humedad, exposición a la luz) nutricionales y sanitarios.

Tasa de concepción (PC)

Es el número de vacas gestantes entre el número de servicios que se realizaron, se considera un buen porcentaje de concepción del 55 al 80%. Este depende de un gran número de factores; desde ambientales, la calidad del semen, el inseminador (Díaz, 2021). Refleja o mide qué proporción o porcentaje de las vacas que se han servido en cada ciclo, han quedado gestantes (Alvear Uvidia, 2012).

Servicios por concepción (SPC)

Es la cantidad de servicios necesarios para que una vaca quede gestante. Se considera aceptable de 1.5 a 1.8 servicios por concepción, depende de la eficiencia en la detección de estros, la calidad del semen, técnica de inseminación, manejo del semen, reabsorciones embrionarias (Díaz, 2021). El número requerido de servicios para que se constituya una gestación permite determinar la fertilidad de individuo o lote de individuos. Este parámetro es importante para conocer los aspectos fisiológicos de la hembra durante el desarrollo embrionario temprano y la implantación, así como los factores que influyen sobre esta fase inicial de gestación (temperatura, manejo, nutrición). Igualmente, este parámetro refleja a contundentemente la fertilidad del macho y refleja su calidad seminal, sea por IA o monta natural (MN) (Parrado & Colina, 2020).

Tasa de preñez

Es el número de vacas que quedan gestantes durante un período determinado dividido entre el total de vacas en el hato elegibles para ser servidas, está influenciado por el método de detección de estros, tipo de empadre, técnica de inseminación, calidad del semen, tamaño del hato, raza, edad, enfermedades infecciosas, reabsorciones embrionarias y muerte fetal (Díaz, 2021). La tasa preñez resulta del producto entre la tasa de detección de celos y la tasa de concepción, y que la tasa de concepción es el número de vacas preñadas sobre el número de vacas inseminadas o servidas (Alvear Uvidia, 2012).

Factores que afectan la tasa de preñez en las vacas

Anestro posparto y Condición Corporal

Es el período sin actividad cíclica ovárica que se manifiesta por inactividad sexual e influye en los intervalos parto-parto y parto-primer celo. El anestro posparto es el principal factor que afecta la fertilidad de las vacas después del parto y contribuye de manera importante a las pérdidas reproductivas.

Condición Corporal y reproducción del ganado bovino

El rendimiento reproductivo de las vacas puede estar relacionado, aunque no invariablemente, con el peso vivo, los cambios de peso y la condición corporal (CC). La reanudación de los ciclos estrales después del parto guarda relación con los cambios de peso al final de la gestación y el estado de carne después del parto de las vacas. Las vacas que tienen una CC superior a 2.5 (en escala de 1 a 5), presentan celo en un tiempo mínimo, sin embargo, las que pierden 10% de su peso vivo después del parto retrasan la reanudación del celo. Es evidente que la CC influye sobre el comportamiento reproductivo del ganado bovino y que este indicador del estado de las reservas del cuerpo puede actuar indirectamente afectando los mecanismos endocrinos que controlan el ciclo ovárico, concretamente la foliculogénesis y esteroidogénesis (Hincapié, Campo Pipaon, & Blanco, 2005)

Metabolismo energético en la vaca posparto

La nutrición y la lactancia son los dos factores que influyen en la presentación del anestro posparto.

Períodos muy largos de disponibilidad limitada de nutrientes, en calidad y cantidad afectarán la fertilidad en vacas posparto. Debido a que las restricciones crónicas nutricionales, las pérdidas de peso y condición corporal, son asociadas con el descenso de glucosa en plasma, lo cual se considera un balance energético negativo.

La glucosa es uno de los sustratos metabólicos más importantes requeridos para un adecuado funcionamiento reproductivo. Una inadecuada disponibilidad de glucosa

utilizable, bajo una situación de balance energético negativo, afectará y reducirá la liberación hipotalámica de GnRH y LH hipofisaria. Este hecho se traduce en una reducción en la producción de andrógenos y estrógenos ováricos, lo cual provoca la regresión del folículo dominante, dando origen a una nueva oleada folicular.

Las interacciones hormonales y el balance energético negativo desempeñan un rol fundamental en la función reproductiva. Un estado hiponutricional debido a un balance energético negativo, puede identificarse por la pérdida de las reservas de grasa corporal en los animales, y por tanto en su condición corporal.

Dentro de las hormonas claves para entender la fisiopatología de la pérdida de condición corporal y su efecto sobre la reproducción en el bovino es necesario recordar las interacciones hormonales asociadas al metabolismo energético.

Por efecto de un balance energético negativo no solo se producirán alteraciones de metabolitos en sangre como la glucosa, sino también en otras hormonas metabólicas como la hormona del crecimiento (GH), insulina y el factor de crecimiento similar a la insulina I (IGF-1)

La hormona del crecimiento (GH) actúa a través de receptores en el hígado y el tejido adiposo. En respuesta al balance energético negativo la GH se eleva y estimula el catabolismo tisular y la gluconeogénesis, y disminuye la secreción de insulina. El efecto es reducir al mínimo la lipogénesis y la glucólisis. Sin el efecto de la retroalimentación negativa de la insulina, el glucagón es liberado y estimula la gluconeogénesis, generando pérdidas de peso.

La hormona del crecimiento (GH) en las vacas tiene un papel importante en el crecimiento postnatal y la producción de leche. Aunque su función principal no está directamente relacionada con la reproducción, se ha descubierto que también afecta la función ovárica. Aquí están algunas de sus funciones:

Estimulación del crecimiento y desarrollo: La GH promueve el crecimiento y desarrollo general del animal, incluyendo el desarrollo de los ovarios y los folículos ováricos.

Regulación de la producción de otras hormonas: La GH puede influir en la producción de otras hormonas, como la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), que a su vez estimula la liberación de hormonas como la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH). Estas hormonas son esenciales para la función ovárica.

Interacción con el sistema reproductivo: Aunque no es su función principal, la GH puede tener efectos indirectos en la función ovárica al influir en la producción y liberación de otras hormonas relacionadas con la reproducción.

En resumen, la GH desempeña un papel multifacético en el organismo de la vaca, y aunque no es específicamente una hormona reproductiva, su influencia puede afectar indirectamente la función ovárica.

Por otro lado, el hígado también produce Factor de Crecimiento Insuliniforme I (IGF-I) en respuesta a la GH. Su función principal es estimular el crecimiento y desarrollo de distintos tejidos, incluyendo músculos, huesos y órganos. Aunque no está directamente relacionado con la función ovárica, el IGF-1 puede tener efectos indirectos en la regulación de la reproducción al influir en la producción y liberación de otras hormonas relacionadas con la función reproductiva con un circuito de retroalimentación negativa entre el IGF-I hepático y la secreción de la hormona liberadora de GH hipotalámica (GHRH) (y, por ende, de la GH hipofisaria). Los receptores hepáticos de GH (GHR) disminuyen abruptamente justo antes del parto, lo que resulta en una reducción de la secreción de IGF-I. La pérdida de la regulación por retroalimentación negativa de la GH por parte del IGF-I provoca que sus concentraciones aumentan, lo que da lugar a gluconeogénesis en el hígado y lipólisis en el tejido adiposo. Por tanto, hay una disminución neta de las concentraciones de IGF-I y un aumento neto de las concentraciones de ácidos grasos no esterificados (NEFA) y otros productos de la lipólisis en el período posparto.

La insulina es un mediador clave en este proceso. Las bajas concentraciones de insulina, a su vez, continúan suprimiendo la expresión hepática de GHR, lo que resulta en el

mantenimiento del estado catabólico. Una vez que el suministro de glucosa comienza a exceder la demanda, la situación se invierte. Por tanto, las estrategias para aumentar el suministro de glucosa incluyen modificar la fermentación ruminal para aumentar el suministro de propionato o suministrar directamente sustratos gluconeogénicos.

Como se ha mencionado existe una relación entre la pérdida de la condición corporal y fertilidad en las vacas, siendo así que la ganancia de peso se ha asociado con una mejora en la fertilidad (Pinedo et al., 2022).

Por otro lado, el efecto de la condición corporal es aditivo al efecto del amamantamiento del ternero. La lactancia inhibe la liberación, pero no la síntesis de GnRH, resultando en una supresión de desarrollo folicular en el periodo pos-parto. El mecanismo de esta supresión se ha atribuido a una inhibición mediada por la prolactina, así como la oxitocina y otras endorfinas endógenas. Las vacas en lactancia tienen ciclos irregulares debido a la luteólisis prematura inducida por la oxitocina. Por otro lado, la restricción de la lactancia se ha asociado con el incremento de IGF-1 (D'Occhio et al., 2019).

Rol de la proteína

La desnutrición proteica (<16% PC) se ha asociado con una función reproductiva deteriorada, un mecanismo por el cual la deficiencia de proteínas puede afectar la actividad reproductiva es a través de una disminución en la expresión del receptor de GH en el hígado y una reducción en la liberación de IGF-I en respuesta a la GH exógena.

El efecto de los altos niveles de proteínas en la dieta sobre la tasa de concepción ha sido objeto de controversia desde hace mucho tiempo: muchos estudios muestran un efecto adverso de los altos niveles de proteínas sobre la fertilidad, mientras que muchos otros no muestran ningún efecto.

Generalmente se acepta que el costo energético de metabolizar el amoníaco que se libera del exceso de proteínas es tal que el exceso de proteínas degradables puede exacerbar el equilibrio energético negativo durante la lactancia temprana y, por lo tanto, reducir la fertilidad. Hay varias rutas posibles por las que la urea podría afectar la reproducción:

- En el útero pueden estar presentes concentraciones anormalmente altas de urea y amoníaco, que pueden ser tóxicas para los espermatozoides, ovocitos o embriones o afectar negativamente la función uterina.
- Las altas concentraciones circulantes de urea también pueden tener un efecto sobre el eje hipotalámico-pituitario, particularmente la LH.
- Puede haber un deterioro de la síntesis de progesterona lútea, lo que resulta en concentraciones circulantes reducidas.
- Puede haber efectos adversos de la urea sobre las tasas de eliminación hepática de los esteroides reproductivos.
- La PC dietética alta puede estar asociada con una mayor incidencia de retención de membranas fetales, distocia y metritis posparto (Noakes, Parkinson, & England, 2019)

Minerales y Micronutrientes

La mayoría de las deficiencias de micronutrientes ejercen sus efectos sobre la reproducción a través de:

- Depresión de la actividad de la microflora ruminal.
- Reducción de la actividad enzimática que afecta el metabolismo energético y proteico y la síntesis de hormonas.
- La integridad de las células que se dividen rápidamente dentro del sistema reproductivo.
- El papel de los micronutrientes como antioxidantes, que se encargan de proteger las células de los efectos de los radicales libres.

Dentro de los minerales y nutrientes destacan:

- **Cobalto**

La deficiencia de cobalto suele causar anemia, inapetencia, mala condición corporal, falta de ahorro y pérdida de condición. La fertilidad deficiente (falta de estro, intervalos interestrales irregulares y bajas tasas de gestación) puede estar presente al mismo tiempo que estos signos obvios de deficiencia (Perdomo Calderón, et al., 2017).

- **Cobre y Molibdeno**

La deficiencia de cobre se ha asociado durante mucho tiempo con problemas de fertilidad. Esto se ha manifestado como una reducción en las tasas de concepción en el primer servicio, un deterioro de la supervivencia embrionaria, una reducción en las tasas generales de gestación y una mala manifestación del estro. Se ha implicado que la alteración de la secreción de LH es el principal medio por el cual se pueden mediar estos efectos (Pedroso Sosa, González Cabrera, & Roller Gutiérrez, 2014).

- **Yodo y Bociógenos**

Los principales efectos de la deficiencia de yodo sobre la reproducción también están relacionados con la función tiroidea alterada en la madre, el embrión o el feto. Las anomalías más comunes asociadas con la deficiencia de yodo son la muerte embrionaria, el aborto y los terneros mortinatos o débiles con bocio. También se ha informado de pérdida de la libido e inhibición del comportamiento del estro (aunque no necesariamente de los ciclos ováricos) (Campos G & Hernandez, 2008).

- **Manganeso**

Tanto la glándula pituitaria como los ovarios son relativamente ricos en este oligoelemento. Se ha atribuido a la deficiencia de manganeso una variedad de trastornos reproductivos que deprimen la fertilidad en las vacas, incluyendo pubertad retrasada, anestro, desarrollo folicular deficiente, ovulación retrasada, estro silencioso y tasas de concepción reducidas (Noakes, Parkinson, & England, 2019)

- **Fósforo**

El fósforo (P) tiene funciones en casi todos los tejidos del cuerpo, es esencial para el buen funcionamiento del microorganismo del rumen, para el uso de la energía de los alimentos, para regular el pH de la sangre y para los sistemas enzimáticos y metabolización de las proteínas. La deficiencia de fósforo provoca problemas reproductivos como el anestro post parto, celos silenciosos y un retraso en la maduración sexual de las vaquillas. (Garcia Ortiz, 2019).

- **Selenio y Vitamina E**

Se ha informado de una amplia gama de efectos de la deficiencia de selenio sobre el desempeño reproductivo, incluyendo retención de membranas fetales, mala involución

uterina, metritis, ovarios quísticos y problemas de fertilización, los efectos de la deficiencia de selenio sobre la involución uterina y la actividad ovárica posparto podrían estar mediados por sus efectos sobre la función inmune, la contractilidad uterina, la actividad de la hormona tiroidea o la síntesis de prostaglandinas. La deficiencia de vitamina E está directamente asociada con la pérdida embrionaria en las vacas y, a través de su papel en el sistema inmunológico, también puede afectar la tasa de involución uterina después del parto. (Garcia Ortiz, 2019).

- **Vitamina A y betacaroteno**

La deficiencia de vitamina A se asocia con un retraso en la pubertad, bajas tasas de embarazo y bajas tasas de concepción. Se ha informado que las dietas deficientes en β -caroteno, pero adecuadas en vitamina A, producen fases foliculares prolongadas, retraso en la ovulación, estro silencioso, quistes foliculares, bajas tasas de concepción y bajas tasas de embarazo y alteración de la síntesis de progesterona lútea (Campos G & Hernandez, 2008).

- **Zinc**

La deficiencia de zinc en la hembra puede causar una disminución de la fertilidad y un comportamiento anormal en el estro. La toxicidad del zinc es rara, pero la suplementación excesiva con zinc puede alterar el metabolismo de los ácidos grasos esenciales y, por tanto, afectar la síntesis de prostaglandinas.

Fitoestrógenos

Cuando las vacas ingieren grandes cantidades de estas sustancias, sufren anestro, con grandes quistes ováricos, agrandamiento vulvar y cervical y bajas tasas de concepción. Estas sustancias se encuentran en el trébol subterráneo, en determinadas variedades de trébol rojo y blanco y en la alfalfa (Campos G & Hernandez, 2008).

Estrés por calor

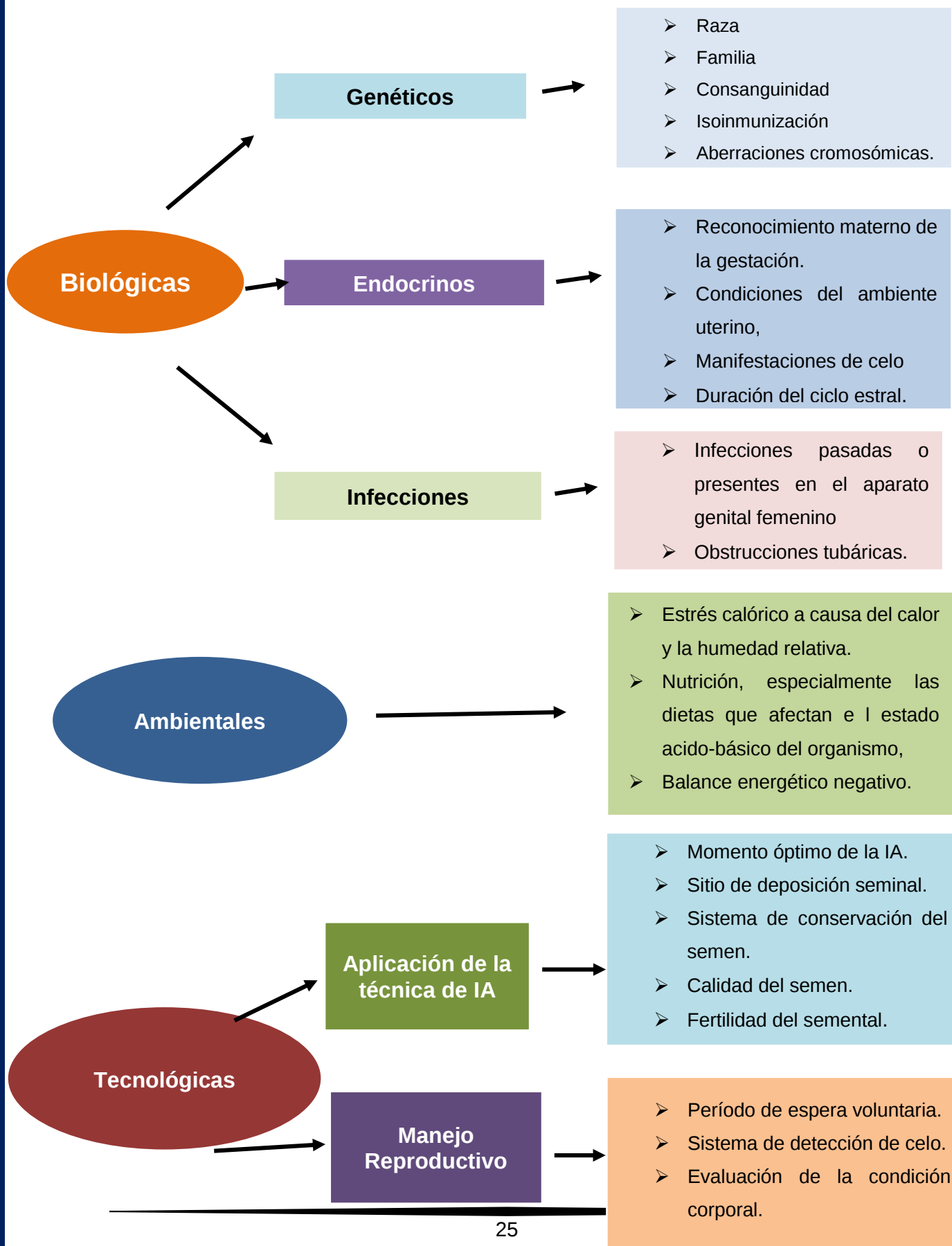
La consecuencia de un THI (Temperatura-Humedad) alto es que hay una reducción significativa en la tasa de concepción. Los principales efectos del estrés por calor sobre la reproducción en las hembras bovinas son el crecimiento folicular, la ovulación, la expresión del estro y el establecimiento de la preñez. La expresión del estro se reduce en las vacas con estrés térmico, en términos de la duración del estro y la capacidad de los administradores del rebaño para detectar el estro. Las vacas con estrés por calor tienen anomalías en la jerarquía de los folículos dominantes, lo que resulta en concentraciones más bajas de estradiol que en los animales sin estrés. El desarrollo deficiente del folículo, a su vez, se produce debido a una secreción deficiente de GnRH y, por ende, a una secreción deficiente de LH y FSH. La causa de la actividad reducida del eje endocrino reproductivo no se comprende completamente, pero se ha explicado en términos de los efectos de las concentraciones elevadas de prolactina o cortisol, la inapetencia y el deterioro del equilibrio ácido-base en animales con estrés por calor. En consecuencia, hay una mayor prevalencia de fallas de ovulación gemelas y otras ovulaciones anormales, y hay un deterioro del desarrollo de los ovocitos y de la maduración (Zeron et al. 2001). También existe un mayor riesgo de fallo en la formación de lútea o de formación de CL cuya secreción de progesterona es inadecuada. Los efectos del estrés por calor afectan principalmente al embrión temprano. La mayoría de los estudios han demostrado que las tasas de fertilización son normales, pero la muerte embrionaria ocurre entre la fertilización y el reconocimiento materno del embarazo. La mayoría de las muertes ocurren durante las primeras divisiones de división. los efectos del estrés por calor están mediados por el daño al ovocito, la síntesis de proteínas alterada durante las fases de mórula y blastocisto y, posiblemente, a través de la actividad endometrial alterada. Los efectos del estrés por calor también se observan en la última etapa de la gestación. La pérdida significativa de embarazos continúa hasta el día 50 de gestación (Molina Coto, 2017).

Por lo tanto, el estrés por calor puede no sólo afectar las tasas de preñez si ocurre en el momento de la fertilización, sino también afectar la gestación a lo largo de su curso.

Síndrome de la vaca repetidora

Se define en toda hembra que teniendo un tracto genital aparentemente normal y habiéndose inseminado natural o artificialmente con semen procedente de sementales fértiles, repiten al menos tres o más veces el celo. Esta repetición puede corresponderse a un ciclo normal, es decir, de una duración entre celos de 18 a 24 días, aunque es frecuente la ocurrencia de ciclos anormalmente largos. Algunas vacas que se repiten son vacas que simplemente tienen una patología grave del sistema reproductivo, alguna forma funcional de infertilidad o experimentan alguna predisposición gerencial a la infertilidad. Sin embargo, la vaca repetidora que presenta el mayor desafío clínico y de manejo es el animal que regresa continuamente al servicio en ausencia de cualquier enfermedad patológica obvia. (Perez-Marin, et al., 2012).

Factores que contribuyen a la presentación del Síndrome de vaca repetidora



Anormalidades peri ovulatorias

Es probable que las reproductoras repetidoras tengan una ovulación retrasada, una fase folicular prolongada y signos reducidos de estro. Estas anomalías parecen estar asociadas con la presencia de concentraciones suprabasales de progesterona durante la fase folicular, que según Vos (1999) permite el desarrollo del folículo, pero pospone el aumento de LH. Por lo tanto, hay un intervalo más largo entre la luteólisis y la ovulación y un retraso en el aumento de la LH, lo que da como resultado folículos y ovocitos relativamente envejecidos en el momento de la ovulación. Las vacas reproductoras repetidoras tienen más probabilidades de tener ciclos de dos que de tres ondas (Pérez et al. 2013), lo que aumenta aún más la probabilidad de la presencia de folículos envejecidos. Las reproductoras repetidoras también tienen más probabilidades de tener un aumento postovulatorio retrasado en las concentraciones de progesterona posiblemente como resultado del deterioro de los eventos relacionados con la ovulación (Noakes, Parkinson, & England, 2019).

Deficiencia lútea

La función lútea inadecuada, aunque no es una causa de anestro, es una disfunción ovárica que resulta en una reducción de la fertilidad. Muchos aspectos del desarrollo embrionario temprano dependen de la progesterona, de modo que concentraciones inadecuadas de progesterona se asocian con un desarrollo embrionario impedido. Así, por ejemplo, una expansión inadecuada del trofoblasto puede provocar que la madre no reconozca la gestación y, por tanto, que se produzca luteólisis. Además, algunas vacas pueden sufrir una luteólisis prematura antes del momento en que la madre reconozca la preñez (Noakes, Parkinson, & England, 2019).

Amamantamiento

El ordeño regular de vacas lecheras es menos inhibitorio para la liberación espontánea de LH que la combinación de ordeño y amamantamiento. Además, el cese del amamantamiento en vacas productoras de carne, incrementa la cantidad de LH liberada en respuesta al GnRH. Se ha sugerido también que, de manera alternativa, la inhibición de la secreción de LH puede ser causada por las altas concentraciones de cortisol presentes

durante el amamantamiento y el ordeño. Se sugiere un mecanismo probable mediante el cual las sustancias opiáceas podrían ser el factor causal de la supresión de LH, inducida por el amamantamiento en la vaca. Existen evidencias que los opioides endógenos son, al menos parcialmente, responsables de la inhibición de la actividad ovárica provocada por el amamantamiento de la cría. Se considera que los opioides actúan inhibiendo la síntesis y/o liberación de GnRH, por lo que se reduce la frecuencia de los pulsos de LH y no se favorece el desarrollo total de los folículos (Pazmiño Haro, 2005).

Genética y heredabilidad

La heredabilidad de los rasgos de fertilidad es muy baja y la magnitud de cualquier correlación genética entre los rasgos de producción y fertilidad es tan marginal que cualquier efecto genético de la selección para un alto rendimiento sobre los rasgos de fertilidad sería insignificante. Ahora se ha aceptado ampliamente que existe una relación genética inversa entre rendimiento y fertilidad. incluso se refiere a la infertilidad como una “enfermedad hereditaria” del ganado (Noakes, Parkinson, & England, 2019).

III. DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo de estudio: Será una investigación teórica documental de tipo cuantitativa, no experimental debido a que no se utiliza ningún diseño experimental y de corte transversal porque se llevará a cabo en un tiempo determinado e implica evaluar el comportamiento de las variables sin incidir en ellas, bajo el enfoque de estudio de caso del tipo descriptivo, que permitirá describir el manejo reproductivo y evaluación del efecto de la sincronización d para inducción de celo en hembras bovinas y el peso corporal

Lugar de estudio: El estudio se realizó en una finca ganadera de bovinos raza Brahman en occidente de Nicaragua que cuenta con un sistema de explotación semi-intensivo.

Población de estudio y tamaño de muestra: Todas las hembras bovinas que estén aptas y activas en los registros y el plan reproductivo de la finca en estudio considerando los **siguientes criterios de inclusión:**

- Hembras de 1 o más partos.
- Vaquillas primíparas con un peso de 360 kg o más.
- Hembras que estén clínicamente sanas.
- Hembras en el grupo de servicio.

Criterios de exclusión:

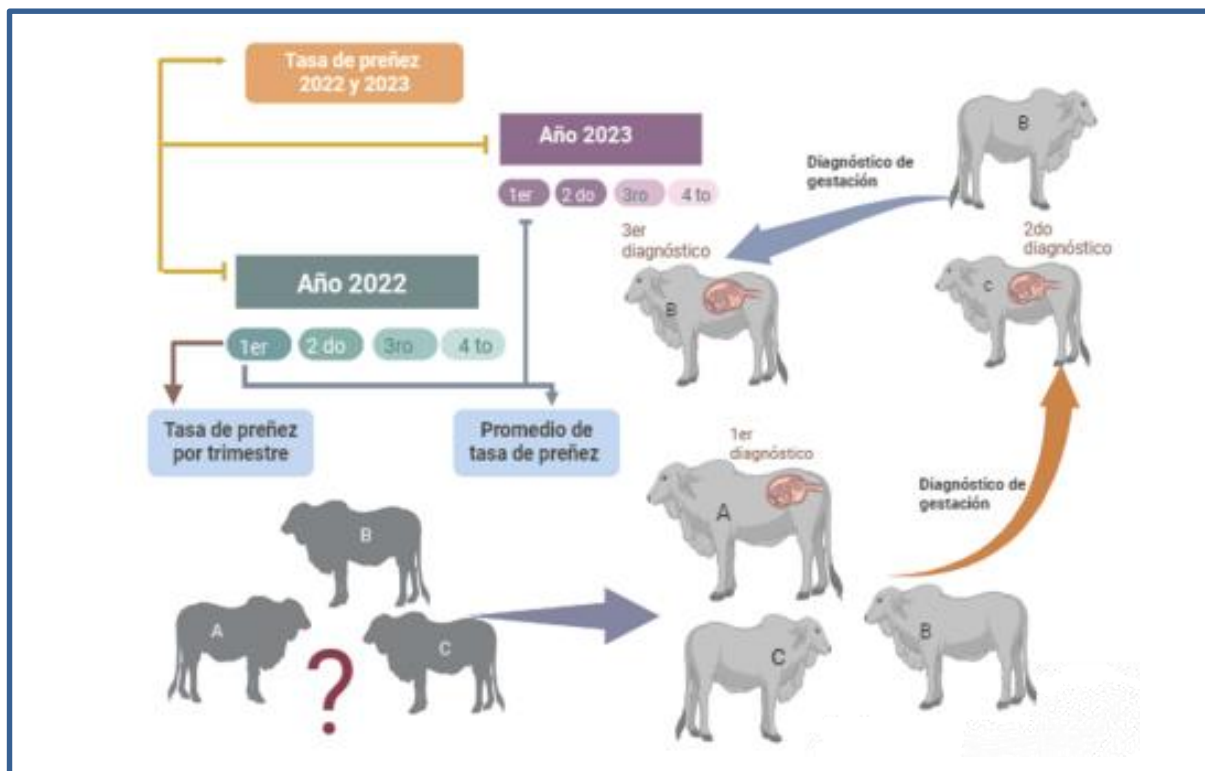
- Hembras que no estén en el lote de servicio al momento de las evaluaciones.
- Hembras que aún no hayan alcanzado los 360 kg de peso.
- Hembras que estén clínicamente enfermas.

El estudio se realizó evaluando el comportamiento reproductivo durante dos años.

Fuente de información y recolección de datos:

Se realizó una revisión detallada de todos los registros reproductivos de la finca en general y de cada una de las hembras en estudio, para evaluar el porcentaje de preñez se realizará el diagnóstico de gestación e incluir información actualizada.

Descripción de la metodología utilizada para calcular la tasa de preñez en distintos periodos



Todas las hembras en estudio estaban agrupadas en el lote de monta, representadas por (A, B y C) en la gráfica anterior, al realizar el primer diagnóstico de gestación todas las hembras representadas por (A) obtuvieron un resultado positivo, éstas eran incorporadas al grupo de preñadas, quedando en el lote de monta solo las hembras representadas por (B y C) más las nuevas incorporaciones que eran todas las hembras de 60 días o más de paridas y vaquillas de 330 kg de peso vivo o más. Al segundo diagnóstico de gestación solo eran sometidas las hembras representadas en la gráfica anterior por (B y C), dando un resultado positivo las hembras representadas por (C), mismas que eran incorporadas al lote de preñez, al tercer diagnóstico de gestación solo eran sometidas las hembras representadas por (B) y las nuevas incorporaciones. Se encontraron hembras que estuvieron presentes en los 3 diagnósticos de gestación y aún así el resultado final de éstas fue negativo, representando el porcentaje de vacas repetidoras de la finca.

Los parámetros reproductivos para evaluar y forma de calcularlos son los siguientes:

1. Índice de preñez:

Total, de vacas preñadas X 100

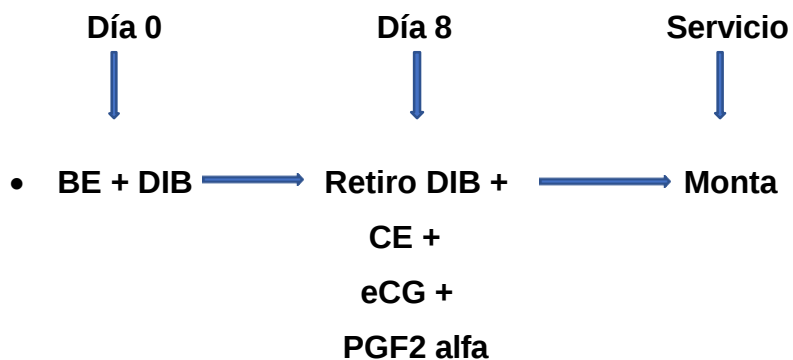
Total, de vacas del hato

2. Tasa de Concepción:

Número de gestaciones X 100

Número de servicios realizados.

El protocolo utilizado para sincronización de celos para monta natural fue el siguiente:



BE: Benzoato de estradiol

DIB: Dispositivo intravaginal bovino

CE: Cipionato de estradiol.

eCG: Gonadotropina Coriónica Equina.

PGF2 alfa: Prostaglandina F 2 alfa

Operacionalización de las variables

Variables	Tipo	Definición	Indicador
Raza	Cualitativa	Grupo subespecífico de animales domésticos con características externas definidas e identificables similares que reproduciéndose entre sí dan una progenie del mismo tipo, de igual manera estas características le permiten ser diferenciado por apreciación visual de otros grupos definidos de la misma especie.	Pura, cruce, criollo.
Edad	Cuantitativa	Tiempo que ha vivido un ser vivo contando desde su nacimiento.	Días, Meses, Años
Sexo	Cualitativa	Se refiere a las características biológicas y fisiológicas que definen al macho y a la hembra.	Hembra/Macho
Estado fisiológico	cualitativa	Se refiere al comportamiento, la salud, el desarrollo, la producción y reproducción; y, hasta con el estado anímico de los individuos.	Vacía/Preñada

Método de sincronización de celos	Cualitativa	La sincronización de celos es un método que se utiliza en vacas para manipular el ciclo estral de la hembra bovina, a través de la aplicación de fármacos hormonales.	
Parámetros reproductivos	Cuantitativa	Los parámetros reproductivos son indicadores del desempeño del hato, obtenidos cuando los eventos reproductivos del hato han sido registrados adecuadamente. Estos indicadores nos permiten identificar las oportunidades de mejora, monitorear los progresos e identificar enfermedades reproductivas en estadios tempranos.	Índice de preñez, tasa o porcentaje de concepción, intervalo parto-parto, intervalo parto- concepción.

IV. RESULTADOS

El presente trabajo pretende describir las variaciones en la tasa de preñez de un hato bovino, en brahman gris, con sistema semintensivo en el período de 2022 al 2023. A continuación, se presentan los resultados:

Figura 1.

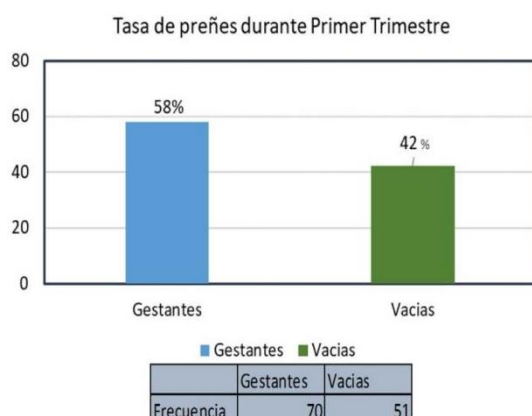
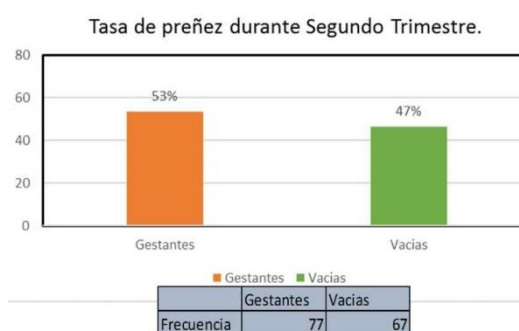


Figura 2.



En relación con la tasa de preñez por trimestre, independientemente del año, el grupo destinado a servicio presentó tasa de preñez muy similares en los diferentes trimestres (**Figuras 1 a 4**). Siendo en el 2do trimestre donde el porcentaje de vacas gestantes fue inferior.

Figura 3

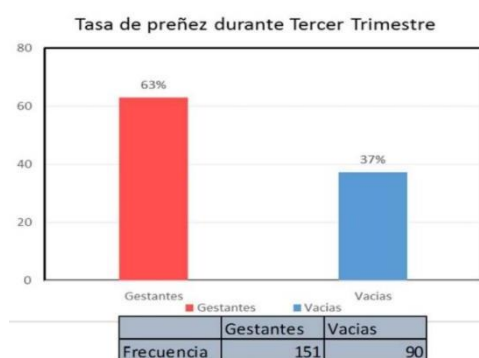


Figura 4



En cuanto a la tasa de preñez por trimestre de cada año de estudio, 2022 y 2023, observamos una diferencia muy notoria en los resultados, siendo los resultados del 2022 más elevados los porcentajes de vacas gestantes que los del 2023 (**Fig. 5A y 5B**).

Figura 5 A

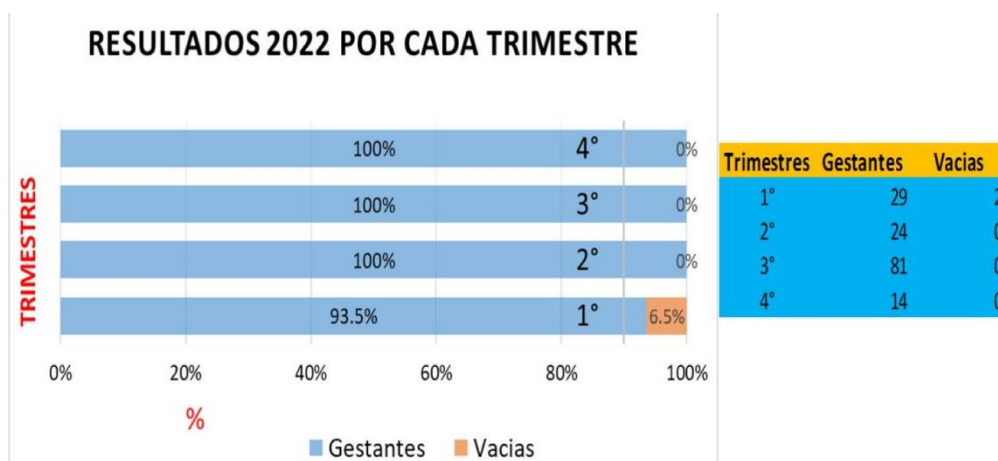
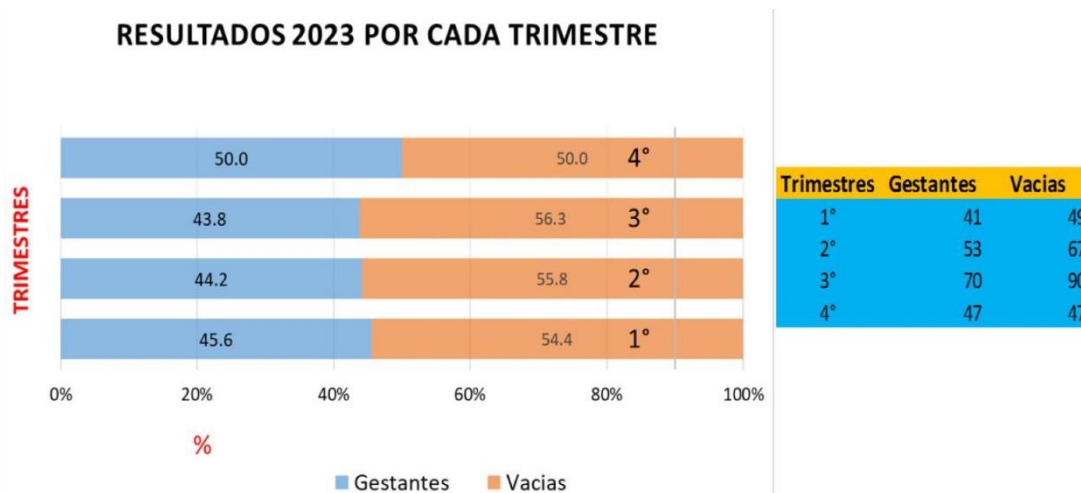
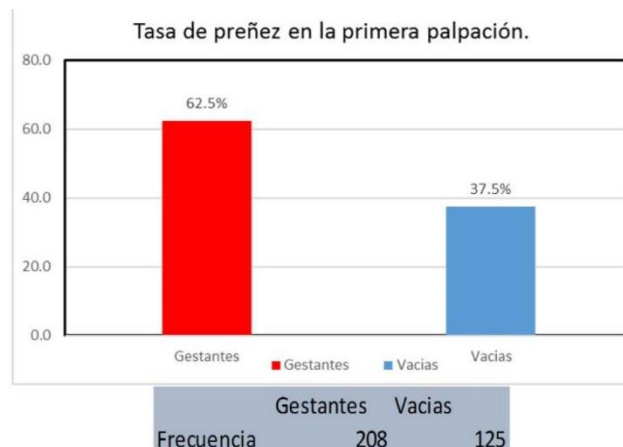
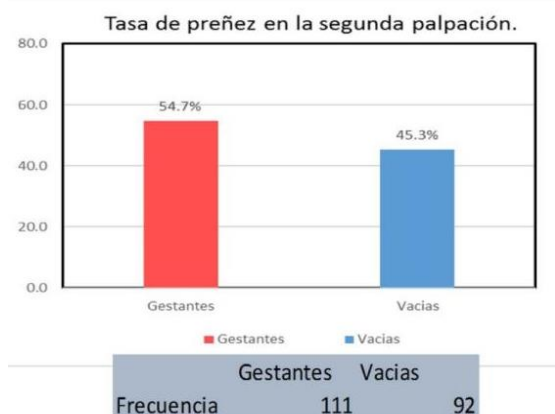
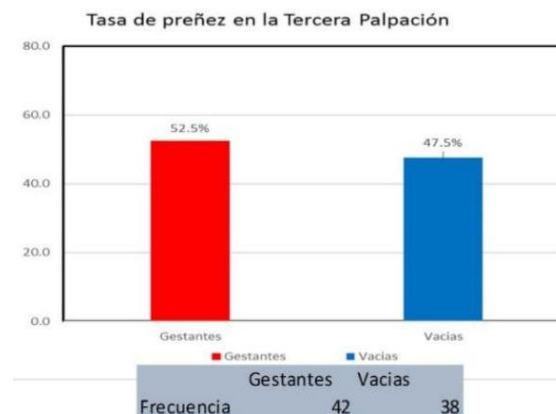


Figura 5 B



En cuanto a la tasa de preñez en las vacas se realizó 1ra, 2da o 3ra veces diagnóstico de gestación, los resultados fueron similares (Fig. 6 a 8). Cabe señalar que en este indicador se reflejan los intentos para que una vaca logre alcanzar la gestación, de tal manera que el número de animales evaluados se fue reduciendo, ya que en la evaluación se consideraron solo los animales que resultaron vacíos en la evaluación previa.

Figura 6.**Figura 7****Figura 8.**

Un resultado interesante se observó en tasas anuales donde claramente presentó una diferencia entre los a evaluados (**Fig. 9A y 9B**).



Figura 9 A.



Figura 9 B.

Por otro lado, se analizó si la condición corporal de las vacas al momento de la evaluación del estado reproductivo se relaciona con la gestación. En este sentido se observó una relación directa entre la condición corporal y un resultado de gestación positiva.

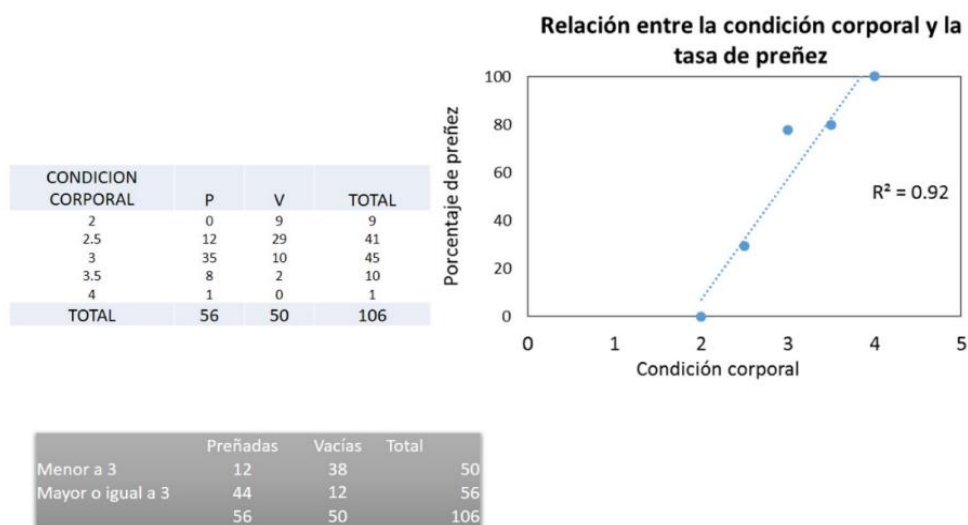


Figura 10

Debido a que la gestación en sí puede mejorar la condición corporal de los animales, se evaluó si ésta cambia en función del tiempo de gestación. Como resultado interesante es que, al menos, en el grupo evaluado, un mayor puntaje en la condición corporal no se correlaciona con el tiempo de gestación (**Figura 11**).

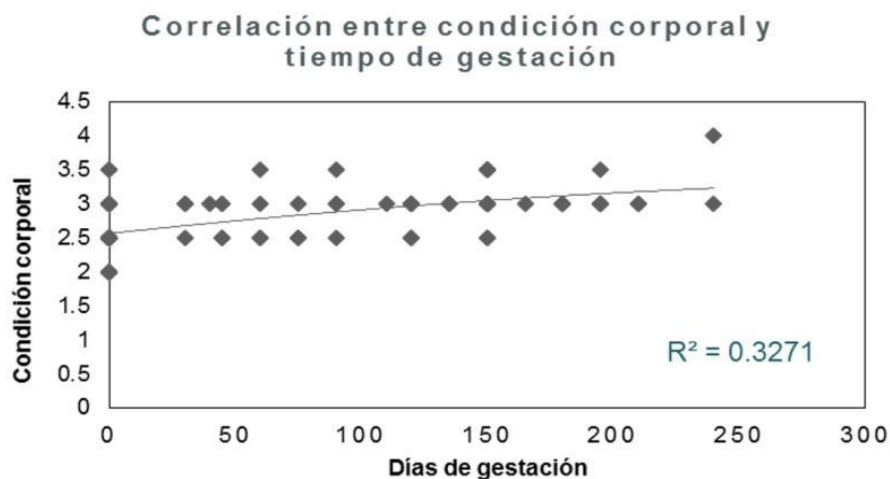


Figura 11

Al respecto, se realizó una prueba de Chi cuadrado y un análisis de riesgo, en el que se evaluó si la mala condición corporal incrementa del riesgo de obtener un resultado negativo al momento de realizar el diagnóstico de gestación. Los resultados se muestran a continuación:

Como se puede observar, el hecho de que la condición corporal mejore incrementa hasta 6 veces las probabilidades de gestación efectiva en las hembras.

Se evaluó si las variables cualitativas gestante y Condición corporal están significativamente asociadas:

Nivel de confianza %: 95%				
Frecuencias Observadas				
		Gestante		
		Si	No	Total
Condición corporal	Menor que 3	12	38	50
	Mayor o igual 3	44	12	56
	Total	56	50	106
Frecuencias Esperadas				
		Gestante		
		Si	No	Total
Condición corporal	Menor que 3	26.42	23.58	50
	Mayor o igual 3	29.58	26.42	56
	Total	56	50	106

Las variables cualitativas Gestante y Condición corporal están significativamente asociadas.

Estadístico Chi-cuadrado (X^2): 31.567
 Grados de Libertad (gl): 1
Significación (p): < 0.0001

Odds Ratio

Nivel de confianza %: 95%								
Frecuencias Observadas					Frecuencias Esperadas			
		Estado reproductivo		Total			Estado reproductivo	
		Vacías	Gestantes				Vacías	Gestantes
Variable de riesgo	Condición corporal Menor a 3	38	12	50	Variable de riesgo	Condición corporal Menor a 3	23.58	26.42
	Condición corporal Mayor o igual a 3	12	44	56		Condición corporal Mayor o igual a 3	26.42	29.58
Total		50	56	106	Total		50	56

Los individuos expuestos (Menor 3) presentan entre 4.67 y 28.85 más probabilidades de estar no gestante que los no expuestos (Mayor igual 3) (usando los límites de la aproximación logarítmica). Por lo que se considera que la condición corporal menor que 3 es un **factor de riesgo**.

1. Límites:	Límites válidos
2. Significación:	Resultado significativo
Aproximación logarítmica: IC 95%:	(4.63, 28.85)
Aproximación Chi ² : IC 95%:	(4.91, 27.42)
3. Odds Ratio:	11.6111
4. Resultados adicionales:	
Prevalencia entre condición corporal menor que 3:	76.00%
Prevalencia entre condición corporal mayor o igual 3:	21.43%

V. DISCUSIÓN

Nuestros resultados muestran cambios significativos en la tasa preñez entre el año 2022 y 2023, sin embargo, las variaciones entre trimestres no resultaron significativas. Estos cambios podrían estar asociados a que durante el 2022 se tenía establecido un programa de sincronización de celos con monta natural en la finca estudiada con el fin de aumentar la frecuencia de presentación de celos en el hato y por tanto mejorar el desempeño reproductivo de la ganadería. Además, el manejo, estado sanitario y fertilidad de los toros fueron similares en ambos periodos.

Otro hallazgo interesante es el número de intentos para que las vacas resultaran gestantes, así como la relación entre condición corporal (CC) y estado reproductivo. Si bien no fue posible evaluar el intervalo parto-parto, se presentan datos de aquellos animales que requirieron más tiempo para alcanzar la preñez durante el año evaluado. Este hecho podría estar asociado a diversas razones, entre ellas el anestro postparto y pérdida de la condición corporal (CC). De igual manera la pérdida de la CC pudo influir en los valores de preñez en el año 2023.

Durante el estudio se realizó diagnóstico de preñez por palpación rectal a todas las vacas aptas para reproducción, a la vez se evaluó la condición corporal de las vacas y su relación con la tasa de preñez. Todas las vacas evaluadas presentaron condiciones corporales entre 2 y 4 en una de escala de 1 a 5. Se pudo notar en el lote evaluado que la condición corporal no tiene relación alguna con el tiempo de gestación, pero si, un puntaje mayor de 3 en la condición corporal aumenta la posibilidad de tener un diagnóstico positivo al momento de realizar el diagnóstico de preñez.

Es sabido que todas aquellas estrategias de manejo productivo y nutricional que eviten la pérdida de condición corporal en las vacas destinadas para la reproducción, principalmente en el periodo posparto, junto con técnicas de reproducción asistida mejorará el desempeño reproductivo de un hato bovino. Lo destacable de nuestro estudio es que se ha podido determinar la condición corporal a partir de la cual la tasa de preñez cae drásticamente.

VI. CONCLUSIONES

- 1.** La tasa de preñez en la finca estudiada varió de un año a otro siendo superior 2022 con 99%
- 2.** Las tasas de preñez por trimestre fueron similares independientemente del año.
- 3.** El número de animales que requirieron más de una monta para alcanzar la preñez se calculó por las veces que los animales fueron sometidos a evaluación de gestación por tener un resultado negativo previo, representando el número de vacas repetidoras.
- 4.** Las vacas cuya condición corporal fue menor a 3 presentaron un incremento significativo en la probabilidad de estar vacías al momento del diagnóstico de gestación. Por otro lado, el tiempo de gestación no influye en la condición corporal que pueda tener una vaca.
- 5.** Los resultados muestran que la finca en estudio hasta el año 2022 era altamente eficiente en sus parámetros reproductivos, pero, en el año 2023 fue deficiente obteniendo un 45% de preñez.

VII. RECOMENDACIONES

- 1.** Realizar diagnósticos de gestación de manera periódica en las ganaderías.
- 2.** Considerar mejorar la condición corporal de las hembras bovinas antes de incorporarlas a la monta o servir las por técnicas de reproducción asistida.
- 3.** Mantener un control sanitario adecuado para evitar la presentación de enfermedades que afecten la reproducción.
- 4.** Incluir estrategias de inducción del celo en el manejo reproductivo.
- 5.** Mantener actualizados los registros individuales de los animales con el fin de detectar en menor tiempo aquellos que requieran tratamiento o tengan un bajo desempeño reproductivo.
- 6.** Descartar aquellas hembras que tengan pobre desempeño reproductivo.

VIII. REFERENCIAS

1. Alvear Uvidia, E. (2012). *Caracterización Productiva y Reproductiva de la Hacienda San Jorge*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1260>
2. Ball, P. J. H., & Peters, A. R. (2008). *Reproduction in Cattle*. John Wiley & Sons.
3. Bazán Alfaro, O. A. (2014). *Diagnóstico del comportamiento reproductivo del ganado de carne en fincas de Costa Rica*. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/1200>
4. Buzanskas, M. E., Pires, P. S., Chud, T. C. S., Bernardes, P. A., Rola, L. D., Savegnago, R. P., Lôbo, R. B., & Munari, D. P. (2017). Parameter estimates for reproductive and carcass traits in Nelore beef cattle. *Theriogenology*, 92, 204-209. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.09.057>
5. Cammack, K. M., Thomas, M. G., & Enns, R. M. (2009). Reproductive Traits and Their Heritabilities in Beef Cattle. *The Professional Animal Scientist*, 25(5), 517-528. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30753-1](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30753-1)
6. Campos G, R., & Hernandez, E. (2008). RELACION NUTRICION FERTILIDAD EN BOVINOS. Palmira, Colombia.
7. Carvajal, Martinez, Tapia y Ayke, A., Maria Eugenia, Marilyn y Tamel. (2020). *El ciclo estral en la hembra bovina y su importancia productiva*.
8. Diaz, L. D. (2021). *Mejoramiento De Los Parámetros Reproductivos Y Productivos En La Finca El Secreto*. 36.
9. D'Occhio, M. J., Baruselli, P. S., & Campanile, G. (2019). Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: A review. *Theriogenology*, 125, 277–284. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.11.01>
10. Fornos Pérez y Herrera Lumby, L. I. y J. M. (2013). *Caracterización del manejo reproductivo bovino en dos fincas ganaderas en la comunidad Apante Grande, Matagalpa segundo semestre 2013*. UNAN-MANAGUA.

11. García Ortiz, L. (2019). EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL FÓSFORO Y SELENIO EN LA SINCRONIZACION DE ESTROS E INSEMINACION ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN VAQUILLAS HOLSTEIN. INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA CUENCA DEL PAPALOAPAN, Tuxtepec. Obtenido de <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/7174>
12. Herbas, J. A. V. (2021). *COMPORTAMIENTO DE PARÁMETROS REPRODUCTIVOS Y PRODUCTIVOS DEL HATO LECHERO GRANJA SAAVEDRA*. 38.
13. Hernández Cerón y Zavala Rayas, J. y J. (2007). *Reproduccion Bovina*.
14. Hernández Cerón, J. (2016). *Fisiología Clínica de la Reproducción de Bovinos Lecheros*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
15. Hincapié S, J., Campo Pipaon, E., & Blanco, G. (2005). Trastornos Reproductivos en la Hembra Bovina. (2da ed.). Tegucigalpa, Honduras.
16. M, Pazmiño Haro (2005). Efecto del amamantamiento restringido y manipulación uterina sobre el reinicio de la actividad ovárica pos parto en ganado de carne
17. Martínez, L. C. (2009). *Fisiología de la reproducción bovina: Desde la fecundación hasta la implantación embrionaria*. 91.
18. Molina Coto, R. (20 de marzo de 2017). El estrés calórico afecta el comportamiento reproductivo y el desarrollo embrionario temprano en bovinos. Nutrición Animal Tropical. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.15517/nat.v11i1.28280>.
19. Noakes, D., Parkinson, T., & England, G. (2019). *Veterinary Reproduction and Obstetrics* (TENTH ed.).
20. *Parámetros Reproductivos del Ganado Bovino | Intagri S.C.* (2018). <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/parametros-reproductivos-del-ganado-bovino>
21. Parrado, J. C. B., & Colina, J. A. M. (2020). *PARÁMETROS Y EFICIENCIA REPRODUCTIVOS EN GANADO BOVINO*.

22. Pedroso Sosa, R., González Cabrera, N., & Roller Gutiérrez, F. (13 de diciembre de 2014). Effect of the mineral supplementation with copper in deficient areas on bovine reproduction. 24-31.
23. Perdomo Calderón, M., Peña Bosa, LF, Carvajal Yasnó, J., & Murillo Saldaña, LY (2017). Relación nutrición-fertilidad en hembras bovinas en clima tropical. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 18 (9), 1-19. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>
24. Perez-Marin, C. C., Moreno, L. M., & Calero, G. V. (2012). Clinical approach to the repeat breeder cow syndrome. A bird's-eye view of veterinary medicine, 337-362.
25. Pinedo, P. J., Manríquez, D., Ciarletta, C., Azocar, J., & De Vries, A. (2022). Association between body condition score fluctuations and pregnancy loss in Holstein cows. Journal of animal science, 100(10), skac266. <https://doi.org/10.1093/jas/skac266>.
26. Robson, M. V. C., & Aguilar, M. V. D. (2004). • *ANATOMIA DEL APARATO REPRODUCTOR FEMENINO Y MASCULINO*. • *FISIOLOGIA REPRODUCTIVA*
27. Sanin, Y. L. (2014). *Reproducción de la vaca manual didáctico sobre la reproducción, gestión, la lactancia y el bienestar de la hembra bovina*. Corporación Universitaria Remington.
28. Whittier, J. (2015). *Reproductive Anatomy and Physiology of the Cow*. <https://extension.missouri.edu/publications/g2015>.
29. Zeron (2011). Seasonal changes in bovine fertility: relation to developmental competence of oocytes, membrane properties and fatty acid composition of follicles.

ANEXOS



Foto 1: Hembras en estudio en pastoreo.



Foto 2: Hembras en estudio en el corral.



Foto 3: Diagnóstico de preñez 1



Foto 4: Diagnóstico de preñez 2

	A	B	C	D	E
1	Código de Pierna	Código de Arete	Estado Reproductivo	Condición Corporal	Fecha
173	03180069	002563361	165 días	3	9/2/2023
174	03180069	002563361	165		9/2/2023
175	03180070	002563362	90 días	2.5	9/2/2023
176	03180070	002563362	90		9/2/2023
177	03180086	002563378	vacía	2.5	9/2/2023
178	03200008	005705464	vacía	2.5	9/2/2023
179	04160057	010423448	vacía	3.5	9/2/2023
180	04200017	005705473	vacía	3	9/2/2023
181	05130130	000681984	75 días	3	9/2/2023
182	05130130	000681984	75		9/2/2023
183	05160075	S/A	45 días	3	9/2/2023
184	05160075	002562950	105		9/2/2023
185	05190014	002563480	195 días	3	9/2/2023
186	06160093	002563033	110 días	3	9/2/2023
187	06160093	002563033	120		9/2/2023
188	06180144	002563437	vacía	2.5	9/2/2023
189	06190017	002563483	vacía	3	9/2/2023
190	06190021	002563487	vacía	2	9/2/2023
191	06190031	002563497	180 días	3	9/2/2023

Foto 5: Actualización de registros reproductivos.



Foto 6: Hembras palpadas.

ID	CC (T-S)	Cod. Arete	E. Rep.
2160793	2.5	01042-3492	Vacía
06140054	2.5	01042-3497	"
02140052	2.5	00256-3189	"
07190086	3	00570-5499	4 meses *
05160075	3		45 días
160/8	2.5	00273-6759	Vacía
06160093	3	00256-3033	110 días
06140049	3	00570-5378	4 meses *
86/19	2.0	00564-2918	Vacía
38/8	3.5	01042-3009	60 días
321/6	2.5	00493-0322	4 meses *
513/8	3	00822-6194	30 días
04900036	3.5	00645-5022	Vacía - D.
12160199	3.5	01042-3450	5 meses *
62/17	3	00569-1708	Vacía
584/9	2.5	00812-6193	Vacía
08190091	2.5	00566-3752	Vacía
144/9	3	00822-6165	6 meses
1-9	3	00811-2808	5 meses *
03200008	2.5	00590-0164	Vacía
04900014	3	00570-5473	Vacía
18/8	2.5	00285-4377	2 meses
29/17	2	00564-2680	Vacía
73/17	2.5	01042-3510	Vacía
569/9	3	00812-6171	40 días
220/8	3	00285-4435	45 días
06190021	2	00256-3487	Vacía
02140001	3	01042-2832	6-5 meses *
12160185	3	5/9	Vacía
19/18	2.5	00569-4914	4 meses *

Foto 7: Recolección de datos reproductivos.



Foto 8: Evaluación de la condición Corporal.



Foto 9: Diagnostico de preñez 3.



Foto 10: Aplicación de DIB y sincronización de celos 2.



Foto 11: Aplicación de minerales.



Foto 12: Aplicación de DIB y sincronización de celos 2



Foto 13: Diagnóstico de preñez de hembras sincronizadas.

